

2022

Informe de resultados del estudio coordinado sobre la determinación de presencia de sustancias perfluoroalquiladas (PFAS) en carne de pescado (EC 03 22 PFAS)





ÍNDICE

Contenido

1. INTRODUCCIÓN	2
2. RESUMEN	5
3. MUESTRAS ANALIZADAS.....	6
3.1. Modelo de colaboración de las CCAA y los organismos participantes.	6
4. MÉTODOS DE ANÁLISIS.....	8
5. RESULTADOS	8
5.1. Clasificación de las muestras.....	8
5.2. Resultados laboratorio.....	17
6. CONCLUSIONES	43
7. ÍNDICE DE ACRÓNIMOS	54
8. REFERENCIAS.....	54
9. ANEXO I: RESULTADOS ANALÍTICOS.	56



1. INTRODUCCIÓN

Las sustancias perfluoroalquiladas (PFAS) son un amplio grupo de compuestos sintetizados químicamente, con elevada estabilidad química y térmica, lo que les confiere un amplio uso en aplicaciones industriales y de consumo, como revestimientos lipofóbicos destinados a productos de papel aptos para el contacto con los alimentos, espumas extintoras y fórmulas de insecticidas.

Un subgrupo importante son los agentes tensioactivos orgánicos (per) fluorados, al que pertenecen los sulfonatos de perfluorooctano (PFOS) y el ácido perfluorooctanoico (PFOA). Aunque su producción se ha restringido a nivel mundial, su liberación al entorno a partir de productos que los contienen, o su desecho inapropiado, hace que se detecten en el medio ambiente, los peces, las aves y los mamíferos.

La exposición a estos productos químicos puede acarrear efectos adversos para la salud, pudiendo tener lugar de diferentes maneras. La dieta –según la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (EFSA)-, es la principal fuente de exposición, en particular el pescado y los productos de la pesca, y la carne y productos cárnicos (hígado principalmente).

El Panel científico sobre contaminantes de la cadena alimentaria de EFSA adoptó en 2008 un [dictamen científico sobre sulfonato de perfluorooctano \(PFOS\), ácido perfluorooctanoico \(PFOA\) y sus sales](#) ⁽¹⁾, en el que recomendó que sería conveniente disponer de más datos sobre los niveles de PFAS con respecto al seguimiento de tendencias en la exposición. Para ello, se publicó la [Recomendación 2010/161/ UE de la Comisión](#) ⁽²⁾ con el fin de recopilar datos adicionales sobre la presencia de varios PFAS en los alimentos.

Teniendo en cuenta la información recopilada a partir de esta Recomendación y la evidencia científica más reciente, en 2018 EFSA publica una opinión científica sobre el [Riesgo para la salud humana relacionado con la presencia de ácido perfluorooctano sulfónico y ácido perfluorooctanoico en alimentos](#) ⁽³⁾. Posteriormente la Comisión solicita al Panel CONTAM que revisara la evaluación de riesgos, incluyendo la posibilidad de aplicar un enfoque mixto.

Por ello, en 2020 EFSA publica una [evaluación científica sobre los riesgos para la salud humana relacionados a la presencia de sustancias perfluoroalquiladas \(PFAS\) en los alimentos](#) ⁽⁴⁾, para la suma de cuatro PFAS: PFOS, PFOA, PFNA (ácido perfluorononanoico) y PFHxS (ácido perfluorohexano sulfónico), asumiéndose las mismas potencias para estas cuatro PFAS. Se determinó una ingesta semanal tolerable (TWI) de 4,4 ng/kg peso corporal por semana, concluyendo de una manera preocupante que una proporción de la población europea supera esta TWI, siendo los niños el grupo de población más expuesto.

De acuerdo con esta opinión de EFSA, la categoría de “Carne de pescado”, junto con la de “Frutas y productos de frutas” y “Huevos y productos de huevo”, son los principales contribuyentes a la exposición combinada a PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS para todos los grupos de población.

Para PFOS y PFOA, la categoría de “Pescado y otros mariscos” fue el contribuyente más importante al promedio al límite inferior de exposición (LB, por sus siglas en inglés) – *correspondiente al color morado en las siguientes gráficas*-.

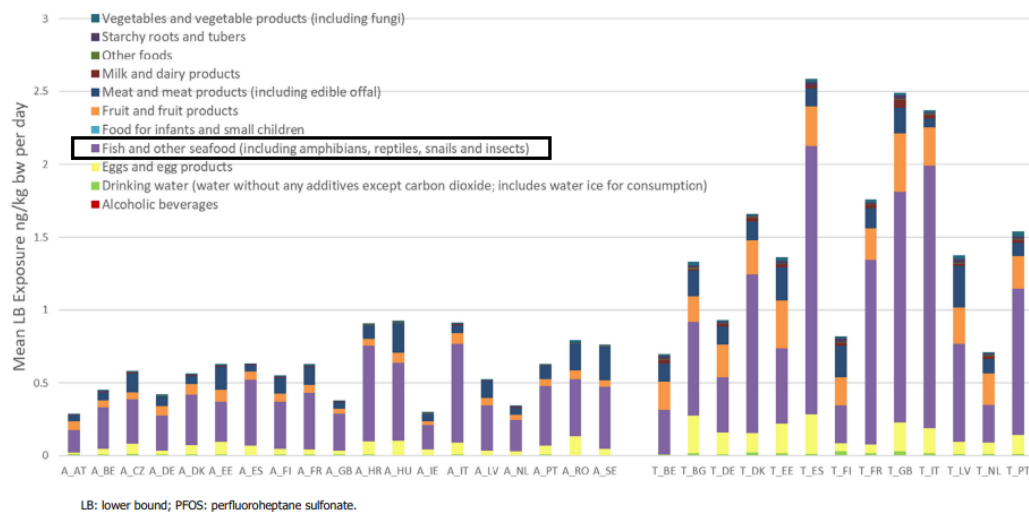


Figura 1: Exposición media de LB de diferentes categorías de alimentos de adultos (A, izquierda) y niños pequeños (T, derecha) a PFOS, para varias encuestas.

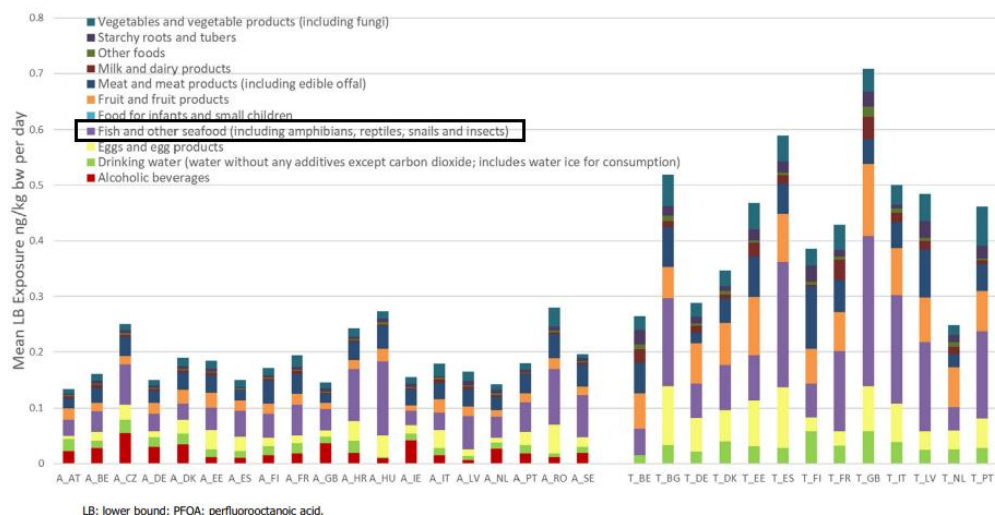


Figura 2: Exposición media de LB de diferentes categorías de alimentos de adultos (A, izquierda) y niños pequeños (T, derecha) a PFOA, para varias encuestas.



Durante el desarrollo del presente Estudio coordinado ha tenido lugar la publicación del [Reglamento \(UE\) 2022/2388 de la Comisión](#), de 7 de diciembre de 2022, *por el que se modifica el Reglamento (CE) 1881/2006 en lo que respecta al contenido máximo de sustancias perfluoroalquiladas en determinados productos alimenticios*⁽⁵⁾ entre los que se incluye el pescado, fijándose límites máximos para PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS y la suma de estas 4 sustancias.

La entrada en vigor de este Reglamento tuvo lugar el 1 de enero de 2023, aunque, tal como establece su Artículo 2, los productos alimenticios enumerados en el Anexo, comercializados legalmente antes del 1 de enero de 2023 podrán permanecer en el mercado hasta su fecha de duración mínima o fecha de caducidad.

Otra medida de gestión del riesgo ha sido la publicación en el pasado mes de agosto de la [Recomendación \(UE\) 2022/1431](#), relativa a la vigilancia de las sustancias perfluoroalquiladas en los alimentos⁽⁶⁾, con el objeto de realizar durante los años 2022, 2023, 2024 y 2025 el seguimiento de la presencia de sustancias perfluoroalquilo en los alimentos, dirigiendo a los Estados miembros la conveniencia de incluir las cuatro sustancias sobre las que se han fijado límites máximos (PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS), y a la vez incluir también compuestos similares pero con diferente longitud de cadena (C4 - C15), para estimar la relevancia de su presencia en alimentos.

Para ello, la Comisión Europea propone incluir en la Recomendación de monitorización la siguiente lista no limitativa de sustancias con presencia relevante en alimentos, agua potable y/o suero humano:

- Ácido perfluorobutanoico (PFBA)
- Ácido perfluoropentanoico (PFPeA)
- Ácido perfluorohexanoico (PFHxA)
- Ácido perfluoroheptanoico (PFHpA)
- Ácido perfluorodecanoico (PFDA)
- Ácido perfluoroundecanoico (PFUnDA)
- Ácido perfluorododecanoico (PFDoDA)
- Ácido perfluorotridecanoico (PFTTrDA)
- Ácido perfluorotetradecanoico (PFTeDA)
- Ácido sulfónico de perfluorobutano (PFBS)
- Ácido perfluoropentanosulfónico (PFPS)
- Ácido sulfónico de perfluoroheptano (PFHpS)
- Ácido sulfónico de perfluorononano (PFNS)
- Ácido sulfónico de perfluorodecano (PFDS)
- Ácido sulfónico de perfluoroundecano (PFUnDS)
- Ácido sulfónico de perfluorododecano (PFDoDS)
- Ácido sulfónico de perfluorotridecano (PFTTrDS)
- Perfluorooctano sulfonamida (FOSA)



Además, se puede considerar una lista no limitativa de las siguientes sustancias perfluoroalquilo emergentes, tales como:

- Ácido 2-[(6-cloro-1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6-dodecafluorhexil)oxi]-1,1,2,2-tetrafluoretansulfónico (la forma ácida de F53B)
- Ácido 2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluoropropoxi)-propanoico (la forma ácida de GenX)
- Ácido 2,2,3-trifluor-3-[1,1,2,2,3,3-hexafluor-3-(trifluormetoxi)propoxi]propiónico (la forma ácida de ADONA)
- 1-propanaminio, N,N-dimetil-N-óxido-3-[(3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluorooctil)sulfonilo] amino]-, hidróxido (Capstone A)
- 1-propanaminio, N-(carboximetil)-N,N-dimetil-3-[(3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8-tridecafluorooctilo) sulfonil]amino]-, hidróxido (Capstone B)
- Alcoholes y sulfonatos de fluorotelómeros.

Dado que la carne de pescado es uno de los principales contribuyentes a la exposición de PFAS, y con el fin de participar con un aporte significativo de muestras en este sector con tanta representación económica y repercusión en la seguridad alimentaria en España, **el Organismo Autónomo Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN OA) ha decidido organizar un estudio coordinado sobre esta matriz** para conocer el estado de situación respecto a este grupo de contaminantes. Para llevar a cabo este estudio coordinado y contar con muestras representativas del territorio nacional, AESAN OA solicitó la colaboración de las Comunidades Autónomas (CCAA) y de la Subdirección General de Sanidad Exterior (SANEX).

2. RESUMEN

En este estudio prospectivo han participado aportando muestras las Comunidades Autónomas de Andalucía, Aragón, Asturias, Cantabria, Castilla la Mancha, Castilla y León, Extremadura, Galicia, Islas Baleares, La Rioja, Murcia, Navarra, País Vasco así como Sanidad Exterior (SANEX).

Los análisis han sido realizados por el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA- CSIC) y por el Laboratorio del Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra.

Desde AESAN OA se propuso un muestreo de carácter prospectivo, es decir, no por triplicado, como el muestreo reglamentario.

El muestreo se centró en diferentes especies de peces de distintos lugares de extracción: agua salada y agua dulce, capturas silvestres y acuicultura, y pescado fresco y transformado.



El nombre comercial y científico de cada especie de pescado correspondiente a las denominaciones comerciales admitidas en España por la [Resolución de 24 de mayo de 2019 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación](#) ⁽⁷⁾.

Para la obtención de la muestra se indicó como referencia el [Reglamento \(UE\) 2017/644 de la Comisión](#) ⁽⁸⁾, sobre métodos de muestreo y de análisis de los niveles de dioxinas y PCBs, debido a que en el momento de llevar a cabo la toma de muestras de este Estudio Coordinado no había sido publicado aún el [Reglamento de Ejecución \(UE\) 2022/1428 de la Comisión](#) ⁽⁹⁾ de 24 de agosto de 2022, por el que se establecen métodos de muestreo y análisis para el control de las sustancias perfluoroalquiladas en determinados productos alimenticios.

Sin embargo, con el propósito de evitar la contaminación de la muestra con sustancias que pudieran contener PFAS, se avanzó que las muestras se almacenaran y transportaran en recipientes libres de estas sustancias (p. ej., recipientes de polipropileno/polietileno), tal como se indica en el actual Reglamento de Ejecución.

A los dos laboratorios participantes se enviaron las muestras precintadas, correctamente identificadas, así como indicándose la fecha y el lugar del muestreo.

3. MUESTRAS ANALIZADAS

3.1. Modelo de colaboración de las CCAA y los organismos participantes.

El aporte de muestras por parte de las Comunidades Autónomas y SANEX al estudio de cuyo análisis se encarga el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA- CSIC) y el Laboratorio del Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra, se distribuyó de la siguiente manera:

CCAA/ SANEX	Total muestras	Especie pesquera de cada muestra	Laboratorio que realiza el análisis
Andalucía	8	Atún de ojo grande (<i>Thunnus obesus</i>) Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>) x 2 Caella o Tintorera (<i>Prionace glauca</i>) x 2 Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>) Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>) Salmón Atlántico (<i>Salmo salar</i>)	Laboratorio Nacional de Referencia (LNR) en Contaminantes orgánicos persistentes
Castilla la Mancha	4	Bacalao (<i>Gadus morhua</i>) Caella o Tintorera (<i>Prionace glauca</i>) Merluza (<i>Merluccius spp.</i>) Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	
Extremadura	2	Dorada (<i>Sparus aurata</i>) Salmón Atlántico (<i>Salmo salar</i>)	
		Brótola de roca (<i>Phycis phycis</i>) Brótola de fango (<i>Phycis blennoides</i>)	

Islas Baleares	4	Merluza (<i>Merluccius merluccius</i>) Rape (<i>Lophius piscatorius</i>)	halogenados en alimentos, (IDAEA-CSIC)
Murcia	4	Caballa (<i>Scomber scombrus</i>) Estornino del Atlántico (<i>Scomber colias</i>) Lirio (<i>Micromestius poutassou</i>) Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	
SANEX	8	Atún de ojo grande (<i>Thunnus obesus</i>) Lampuga (<i>Coryphaena hippurus</i>) Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>) Panga (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>) x 2 Rape del Cabo (<i>Lophius vomerinus</i>) Rosada (<i>Genypterus blacodes</i>) Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	
Aragón	3	Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>) Gallo (<i>Lepidorhombus boscii</i>) Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	Laboratorio del Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra
Asturias	3	Cabracho (<i>Scorpaena scrofa</i>) Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>) Sardina (<i>Sardina pilchardus</i>)	
Cantabria	4	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>) x 2 Pañoso (<i>Spondyliosoma cantharus</i>) Rape (<i>Lophius piscatorius</i>)	
Castilla y León	6	Bacalao (<i>Gadus morhua</i>) Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>) Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>) x 2 Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) x 2	
Galicia	5	Caballa (<i>Scomber scombrus</i>) Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>) x 2 Sardina (<i>Sardina pilchardus</i>) x 2	
La Rioja	3	Atún de aleta amarilla (<i>Thunnus albacares</i>) Bonito de vientre rayado (<i>Katsuwonus pelamis</i>) x 2	
País Vasco	7	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) Bonito (<i>Sarda sarda</i>) Gallo del norte (<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>) Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>) Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>) Merluza (<i>Merluccius merluccius</i>) Sardina (<i>Sardina pilchardus</i>)	
Total	61		

Tabla 1. Muestras finalmente aportadas por las CCAA y SANEX, tipo de muestra y laboratorio en el que se ha llevado a cabo su análisis.

Todas las CCAA/ SANEX cumplieron con el número de muestras aportadas, enviando Cantabria una más de las que tenía previstas, por tanto, se eleva a **61** el número de muestras enviadas, además de las **10** tomadas por Navarra y analizadas por su propio laboratorio.



CCAA	Total muestras	Especie pesquera de cada muestra	Laboratorio que realiza el análisis
Navarra	10	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>) x 5 Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>) Merluza (<i>Merluccius merluccius</i>) Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) x2 Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	Laboratorio del Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra

Tabla 2. Muestras aportadas por Navarra y analizadas en el Laboratorio del Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra.

Se cuenta, por tanto, con un **resultado total de 71 muestras** para la realización del estudio.

4. MÉTODOS DE ANÁLISIS.

Los métodos de análisis llevados a cabo por los laboratorios colaboradores son los siguientes:

El IDAEA-CSIC realiza el análisis mediante cromatografía de líquidos acoplado a espectrometría de masas de alta resolución (LC-HRMS). El sistema cromatográfico está acoplado a un analizador QExactive-Orbitrap de HRMS equipado con una fuente de ionización con electrospray (ESI) operando en negativo.

El Laboratorio del Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra realiza el análisis mediante cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas en tándem UPLC-MS/MS utilizando una columna Waters ACQUITY UPLC BEH C18.

5. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de las muestras aportadas por las CCAA y SANEX, analizadas en el Laboratorio del Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra y en el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua (IDAEA- CSIC), se encuentran listados en el **Anexo I** del presente informe.

5.1. Clasificación de las muestras

Las muestras que formaron parte del estudio se desglosan acorde a las especies de pescado a la que pertenecen por orden alfabético (Tabla 3)*, indicándose si se trata de agua salada o agua dulce, capturas silvestres o acuicultura, y pescado fresco o transformado, así como la zona de captura.



Las denominaciones de pescado corresponden a las denominaciones comerciales admitidas en España por la Resolución de 24 de mayo de 2019 del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación.

* Las diferentes especies de túnidos (atún y bonito) se han indicado seguidas, cambiando el orden alfabético, por tanto, para el bacalao (*Gadus morhua*), que se lista a continuación.

	Especie de pescado	Agua salada	Agua dulce	Captura silvestre	Acuicultura	Fresco	Transformado	Zona FAO (Pesca extractiva)/ Lugar de Origen
1	Atún de aleta amarilla (<i>Thunnus albacares</i>)	1		1			1	
2	Atún de ojo grande (<i>Thunnus obesus</i>)	2		2		2		(1) Zona FAO 34.1.2., (2) Corea
5	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	5		5		5		(1) Zona FAO 47, (2) Zona FAO 27.8, (1) Zona FAO 27.8.A, (1) Zona FAO 27.8.C
4	Bonito (<i>Sarda sarda</i>)	1		1		1		Zona FAO 27
6	Bonito de vientre rayado (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	2		2			2	(1) Zona FAO 61, (1) Zona FAO 71
3	Bacalao (<i>Gadus morhua</i>)	2		2		2		(2) Zona FAO 27
7	Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	4		4		4		(2) Zona FAO 27, IX A, (1) Zona FAO 27, VIII C y (1) Zona FAO 37.1.1.1
8	Brótola de fango (<i>Phycis blennoides</i>)	1		1		1		Zona FAO 37.1.1.
9	Brótola de roca (<i>Phycis phycis</i>)	1		1		1		Zona FAO 37.1.1.
10	Caballa (<i>Scomber scombrus</i>)	2		2		2		(1) Zona FAO 27 IX, (1) Zona FAO 27, VIII C
11	Cabracho (<i>Scorpaena scrofa</i>)	1		1		1		
12	Caella o Tintorera (<i>Prionace glauca</i>)	3		3		3		(1) Zona FAO 87/ (1) Zona FAO 27 IX/ (1) Zona FAO 34
13	Dorada (<i>Sparus aurata</i>)	1			1	1		Grecia
14	Estornino del Atlántico (<i>Scomber colias</i>)	1		1		1		Zona FAO 37.1.1.1



15	Gallo (<i>Lepidorhombus boscii</i>)	1		1		1		Zona FAO 27 VII A
16	Gallo del norte (<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>)	1		1		1		Zona FAO 27 IV
17	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	6		6		6		(4) Zona FAO 27 VIII C, (1) Zona FAO 27 IX A, (1) Zona FAO 27 VIII
18	Lampuga (<i>Coryphaena hippurus</i>)	1		1		1		Zona FAO 71
19	Lirio (<i>Micromestius poutassou</i>)	1		1		1		Zona FAO 27 IX A
20	Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	5			5	5		(2) Zona de cría España, Mediterráneo/ Murcia (1) Mediterráneo occidental/ (1) Grecia
21	Merluza (<i>Merluccius merluccius</i>)	3		3		3		(1) Zona FAO 27 IV, (1) Zona FAO 27, 7 H (1) Zona FAO 37.1.1
22	Merluza (<i>Merluccius spp.</i>)	1		1		1		Zona FAO 27 VIII
23	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	5		5		5		Zona FAO 47
24	Panga (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>)		2		2	2		(1) Nam Viet Corporation (Vietnam)
25	Pañosa (<i>Spondyliosoma cantharus</i>)	1		1		1		Zona FAO 27. VIII C
26	Rape (<i>Lophius piscatorius</i>)	2		2		2		(1) Zona FAO 27, VIII, (1) Zona FAO 37.1.
27	Rape del Cabo (<i>Lophius vomerinus</i>)	1		1		1		Zona FAO 47
28	Rosada (<i>Genypterus blacodes</i>)	1		1		1		Zona FAO 47
29	Salmón Atlántico (<i>Salmo salar</i>)	2			2	2		Origen: Noruega, cría en Huelva/ Noruega
30	Sardina (<i>Sardina pilchardus</i>)	4		4		4		Zona FAO 27 IX A (Portugal)
31	Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)		1		1	1		Guandong (China)

32	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)		6		6	6		(1) Cantabria, (1) Asturias (1) Navarra (1) Vigo (2) España
		62	9	54	17	68	3	
		87,3%	12,7%	76%	24%	95,8%	4,2%	
		71		71		71		

Tabla 3. Clasificación de las distintas **especies de pescado**, divididas según el tipo de agua (dulce o salada), capturas (silvestre o acuicultura), procesamiento (fresco o transformado) y Zona FAO/ Procedencia.

Las **71** muestras se han tomado de un total de **32 especies diferentes**, habiendo, por tanto, una elevada variabilidad de las mismas.

Las **especies** en las que se ha tomado un mayor número de muestras son el Jurel o Chicharro (*Trachurus trachurus*) y la Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), con 6 cada una, representando el 8,4 % sobre el total de muestras aportadas. A continuación, con 5 muestras (7%), estarían las siguientes especies: Bonito del norte (*Thunnus alalunga*), Merluza del cabo (*Merluccius capensis*) y Lubina (*Dicentrarchus labrax*).

A continuación, seguiría con 4 muestras aportadas (5,6 %) la Sardina (*Sardina pilchardus*) y el Boquerón (*Engraulis encrasicolus*). Las siguientes especies en cuanto a representatividad serían la Caella o Tintorera (*Prionace glauca*) y la Merluza (*Merluccius merluccius*), con 3 muestras cada una (un 4,2%).

Considerando de forma global el **género** sin diferenciación de especies, el caso de la Merluza (*Merluccius spp.*) constituiría el mayor aporte de muestras (con 9, y por tanto el 12,67% del total), seguido de los túnidos (*Thunnus spp.*), con 8 muestras en total, y por tanto un 11,26% de las muestras.

La siguiente gráfica representa el **número y la proporción por cada especie respecto al total**:

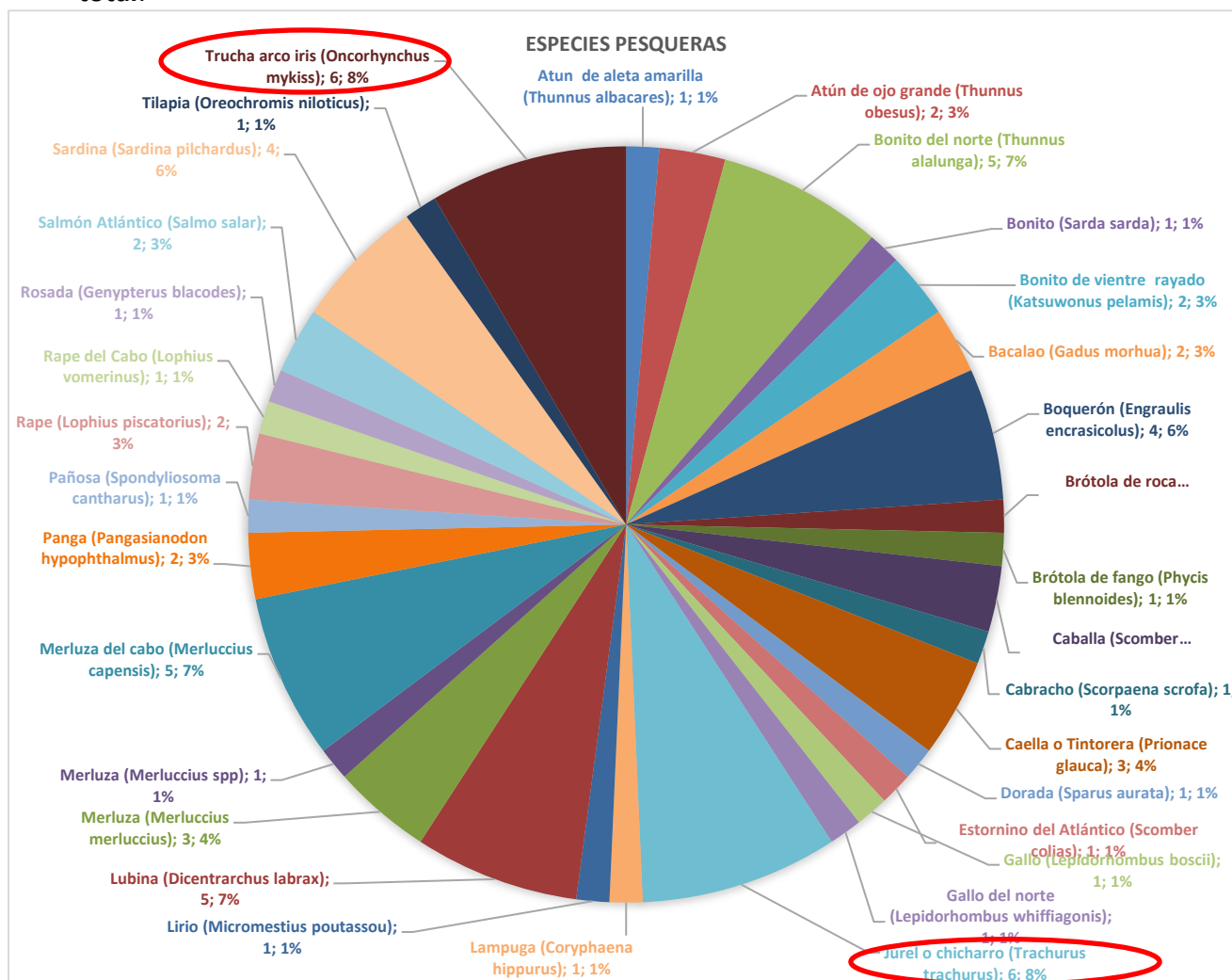


Fig. 3. Gráfica del porcentaje de muestras según especies.

Si agrupamos por géneros, la gráfica quedaría de este modo:

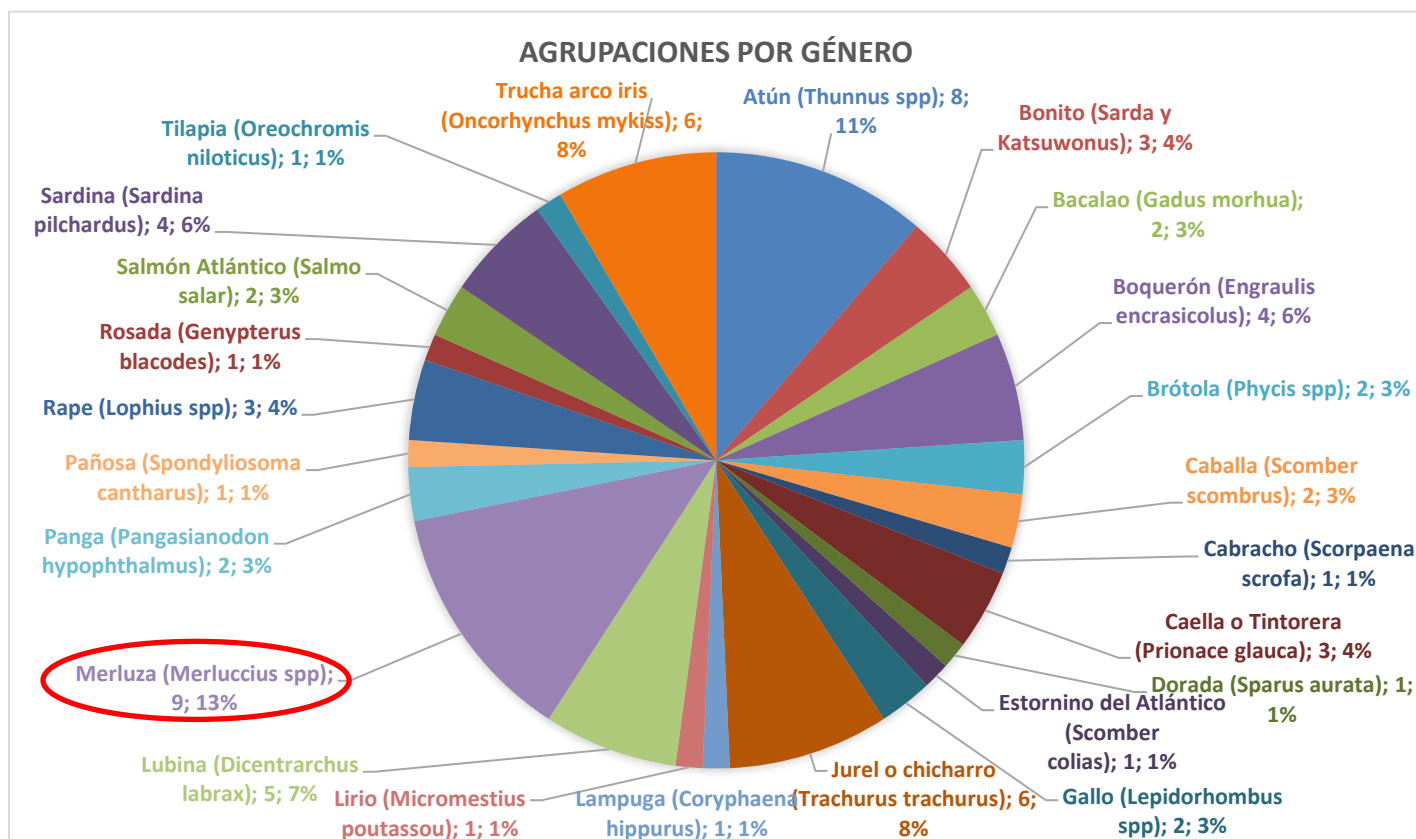


Fig. 4. Gráfica del porcentaje de muestras agrupadas por género.

Según la agrupación de muestras por género en lugar de especie para dar lugar a una menor dispersión, la suma de los cinco porcentajes con mayor número (en orden decreciente): Merluza (*Merluccius spp.*) con 9 ejemplares, Atún (*Thunnus spp.*) con 8, Jurel o chicharro (*Trachurus trachurus*) los 6 comentados anteriormente, Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) también con 6 muestras y Lubina (*Dicentrarchus labrax*) con 5 muestras, abarcaría el 47,9% de las muestras.

El desglose por las características que debían recogerse específicamente para este estudio: **si son de agua salada o agua dulce, capturas silvestres o acuicultura, y pescado fresco o transformado, se indica a continuación.**

Atendiendo al número de muestras según el **tipo de agua salada o dulce**, la gran mayoría (62 de las 71 muestras) pertenecen a agua salada (un 87,3%). De las 9 muestras de agua dulce, 6 corresponden a la Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), 2 a la Panga (*Pangasianodon hypophthalmus*), y 1 a la Tilapia (*Oreochromis niloticus*).

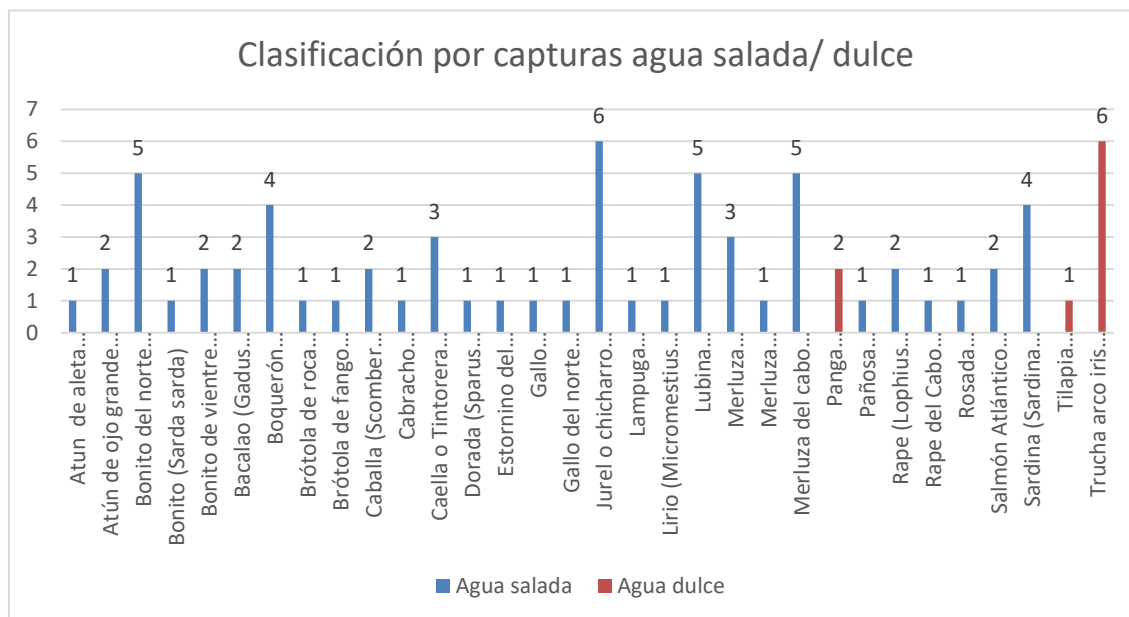


Fig. 5. Gráfica del número de muestras según tipo de agua salada/ dulce.

Según la clasificación correspondiente a **capturas silvestres/ acuicultura**, la gran mayoría (54 de las 71 muestras) pertenecen a capturas silvestres (un 76%). De las 17 muestras de acuicultura (24%), 6 pertenecen a las muestras de agua dulce de Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), 5 son de Lubina (*Dicentrarchus labrax*), 2 de Panga (*Pangasianodon hypophthalmus*), 2 de Salmón Atlántico (*Salmo salar*), 1 de Tilapia (*Oreochromis niloticus*) y 1 de Dorada (*Sparus aurata*).

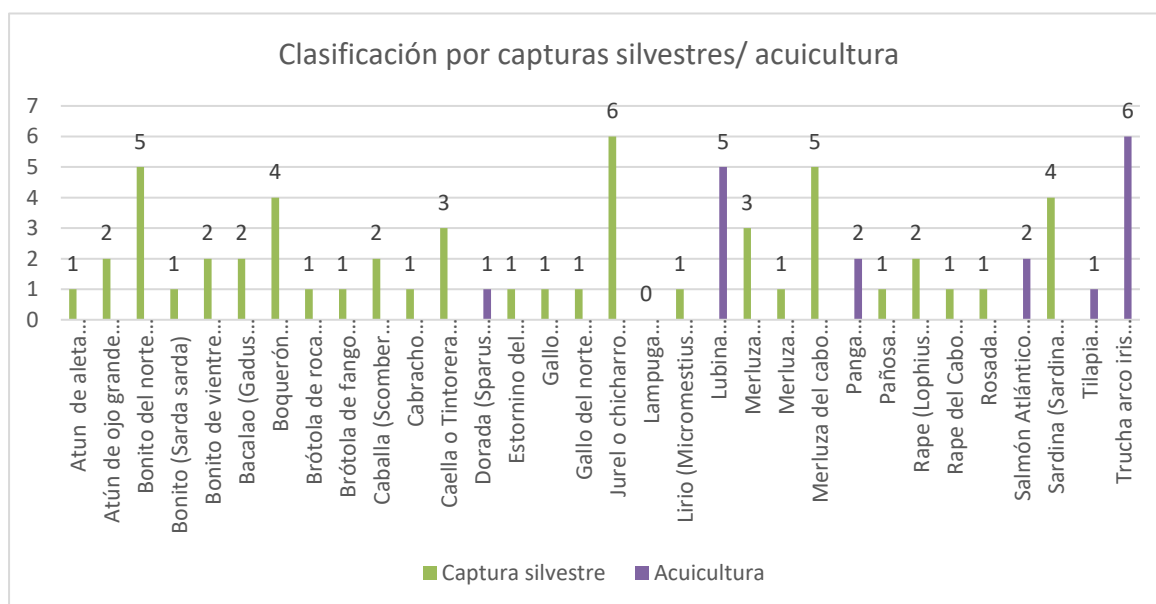


Fig. 6. Gráfica del número de muestras según capturas silvestres/ acuicultura.

Dentro de las muestras procedentes de pesca extractiva (76% sobre el total), en la práctica totalidad de las mismas se indicó la **Zona FAO de procedencia**, con la siguiente **clasificación de especies para cada zona**:

Zona FAO 27 (Atlántico, nordeste):

División FAO 27 IV (Mar del Norte): 1 muestra de Gallo del norte (*Lepidorhombus whiffiagonis*)
1 de Merluza (*Merluccius merluccius*).

División FAO 27 VII A (Mar de Irlanda): 1 de Gallo (*Lepidorhombus boscii*).

División FAO VII H (Mar Céltico – sur): 1 de Merluza (*Merluccius merluccius*).

División FAO 27 VIII (Golfo de Vizcaya): 2 muestras de Bonito del norte (*Thunnus alalunga*)
1 de Jurel o chicharro (*Trachurus trachurus*),
1 de Merluza (*Merluccius spp*)
1 de Rape (*Lophius piscatorius*).

División FAO 27, VIII A (Golfo de Vizcaya norte): 1 muestra de Bonito del norte (*Thunnus alalunga*).

División FAO 27, VIII C (Golfo de Vizcaya sur): 2 muestras de Caballa (*Scomber scombrus*),
4 de Jurel o chicharro (*Trachurus trachurus*),
1 de Pañosa (*Spondylosoma cantharus*),
1 muestra de Boquerón (*Engraulis encrasicolus*)
y 1 de Bonito del norte (*Thunnus alalunga*).

División FAO 27 IX (Aguas portuguesas): 1 muestra de Caballa (*Scomber scombrus*)
y 1 de Caella o Tintorera (*Prionace glauca*).

División FAO 27, IXa (Aguas portuguesas – este): 2 muestras de Boquerón (*Engraulis encrasicolus*),
1 de Lirio (*Micromesistius poutassou*),
1 de Jurel o chicharro (*Trachurus trachurus*).

Sin especificar división: 2 muestras de Bacalao (*Gadus morhua*),
1 de Bonito (*Sarda sarda*)

Zona FAO 34 (Atlántico, centro-oriental):

División FAO 34.1.2 (Islas Canarias y Madeira): 1 muestra de Atún de ojo grande (*Thunnus obesus*).

Sin especificar división: 1 muestra de Caella o Tintorera (*Prionace glauca*).

Zona FAO 37 (Mediterráneo y Mar Negro)

División FAO 37.1 (Mediterráneo occidental): 1 muestra de Rape (*Lophius piscatorius*)

División FAO 37.1.1 (Balears): 1 muestra de Brótola de fango (*Phycis blennoides*),
1 de Brótola de roca (*Phycis phycis*)

Zona FAO 47 (Atlántico, sudoriental): 5 muestras de Merluza del cabo (*Merluccius capensis*),
1 de Bonito del norte (*Thunnus alalunga*),
1 de Rape (*Lophius vomerinus*)
y 1 de Rosada (*Genypterus blacodes*).

Zona FAO 61 (Pacífico, noroeste): 1 muestra de Bonito de vientre rayado (*Katsuwonus pelamis*).

Zona FAO 71 (Pacífico, centro-occidental): 1 de Bonito de vientre rayado (*Katsuwonus pelamis*)
y 1 de Lampuga (*Coryphaena hippurus*).

Zona FAO 87 (Pacífico, sudoriental): 1 muestra de Caella o Tintorera (*Prionace glauca*)

La mayoría de capturas silvestres proceden de la **Zona FAO 27 (Atlántico, nordeste)** (32 muestras –el 59,2% sobre el total de pesca extractiva y el 45% sobre las 71 muestras del total-, correspondientes a 15 especies diferentes), incluyendo la que mayor porcentaje de muestras tomadas se ha comentado anteriormente: Jurel o chicharro (*Trachurus trachurus*).

Le seguiría la **Zona FAO 47 (Atlántico, sudoriental)**, incluyendo 8 muestras, de las cuales 5 son de Merluza del cabo (*Merluccius capensis*).

A continuación, la **Zona FAO 37 (Mediterráneo y Mar Negro)**, con 7 muestras pertenecientes a 6 especies diferentes.

El resto de **Zonas FAO (34, 61, 71 y 87)**, tienen una representación mucho menor de las muestras tomadas.

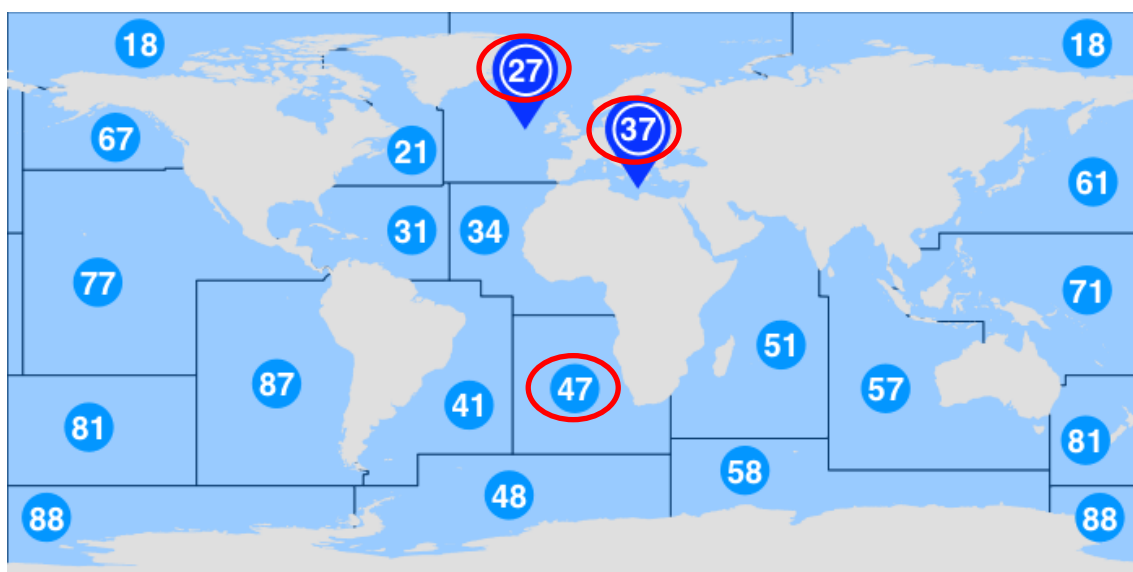


Fig. 7. Gráfica de Zonas FAO para pesca extractiva ([Comisión Europea](#)). Se marca en rojo aquellas zonas de las que procede un mayor número de muestras para el estudio.

A continuación se indica la diferenciación del tipo de **pescado según fresco o transformado**, 68 de las 71 muestras tomadas son de pescado fresco (un 95,8%).



Fig. 8. Gráfica del número de muestras según pescado fresco/ transformado.

De las 3 muestras de pescado transformado, 2 pertenecen a la especie Bonito de vientre rayado (*Katsuwonus pelamis*), y 1 al Atún de aleta amarilla (*Thunnus albacares*).

5.2. Resultados laboratorio

PFAS CON LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO

El **Reglamento (UE) 2022/2388 de la Comisión**, de 7 de diciembre de 2022, *por el que se modifica el Reglamento (CE) 1881/2006 en lo que respecta al contenido máximo de sustancias perfluoroalquiladas en determinados productos alimenticios*, fija límites máximos para **PFOS**, **PFOA**, **PFNA** y **PFHxS** y la **suma** de estas cuatro sustancias, estableciendo tres niveles diferentes de límites según la especie de pescado. Las especies muestreadas se clasificarían acorde a los límites fijados en los tres grupos diferentes de esta forma:

		Límites máximos µg/kg peso fresco				
	Carne de pescado	PFOS	PFOA	PFNA	PFHxS	Suma de PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS
X.2.1.1	Atún (<i>Thunnus spp</i>), Bacalao (<i>Gadus morhua</i>), Bonito (<i>Katsuwonus pelamis</i>), Brótola (<i>Physis spp</i>), Caballa (<i>Scomber scombrus</i>), Cabracho (<i>Scorpaena scrofa</i>), Caella (<i>Prionace glauca</i>), Dorada (<i>Sparus aurata</i>), Estornino del Atlántico (<i>Scomber colias</i>), Gallo (<i>Lepidorhombus spp</i>), Lampuga (<i>Coryphaena hippurus</i>), Lirio (<i>Micromestius poutassou</i>), Merluza (<i>Merluccius spp</i>), Panga (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>), Pañosa (<i>Spondylisoma cantharus</i>), Rape (<i>Lophius spp</i>), Rosada (<i>Genypterus blacodes</i>), Salmón (<i>Salmo salar</i>) -acuicultura-, Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>), Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>) -acuicultura-	2,0	0,20	0,50	0,20	2,0
X.2.1.2.	Lubina (<i>Dicentrarchus spp</i>), Bonito (Sarda spp), Jurel (<i>Trachurus trachurus</i>) y Sardina (Sardina spp)	7,0	1,0	2,5	0,20	8,0
X.2.1.3.	Anchoveta (especie <i>Engraulis</i>)	35,0	8,0	8,0	1,5	45

Tabla 4. Límites máximos de PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS y la suma de estas 4 sustancias detallados para las especies muestreadas que forman parte del estudio.

Cotejando los resultados analíticos con los límites máximos correspondientes, **3 de las 71** muestras (**4,2%**), tienen un resultado **por encima de los LMs establecidos** para alguno de estos analitos: PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS y la suma de estas cuatro sustancias.

Se trata de una muestra de Caella o Tintorera (*Prionace glauca*) con un resultado de **PFOA** de 0,335 µg/ kg, cuando el LM fijado para esta especie (como se indica en la Tabla 4) es de 0,20 µg/ kg. Pese a restar la incertidumbre indicada por el laboratorio, el resultado de **PFOA** es de **0,297 µg/ kg, y por tanto se trataría de un incumplimiento**.

En los otros dos casos, (sin restar la incertidumbre) las determinaciones que superan los LMs establecidos son para el **PFHxS** y para la **suma PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS**, correspondientes a una muestra de Rape (*Lophius piscatorius*) con 1,970 µg/ kg y 2,161 µg/ kg respectivamente para cada una de estas sustancias, y una de Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) con 1,950 µg/ kg y 2,079 µg/ kg respectivamente, cuando los LMs fijado para PFHxS y la suma de estas 4 sustancias –en la categoría donde se encuadran estas especies- son, respectivamente, 0,2 µg/ kg y 2,0 µg/ kg.

Al aplicar la incertidumbre determinada por el laboratorio para cada uno de los casos, en el primero –Rape (*Lophius piscatorius*)- quedaría un resultado final de **1,850 µg/ kg** para

el PFHxS y de 1,96 µg/ kg para la **suma** de los 4 PFAS, y en el segundo caso –Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)- sería de **1,820 µg/ kg** para PFHxS y 1,719 µg/ kg para la **suma**, y por tanto, restando la incertidumbre no estarían por encima del LM para la suma de los 4 PFAS, pero **ambas muestras estarían por encima del límite máximo fijado para PFHxS**.

Este estudio tiene carácter prospectivo, y la aplicación de los límites máximos fijados por el Reglamento 2022/2388 por el que se modifica el Reglamento (CE) nº 1831/2003 en lo que respecta al contenido máximo de sustancias perfluoroalquiladas en determinados productos alimenticios, ha tenido lugar con posterioridad al inicio del mismo.

Los datos correspondientes a estas muestras no conformes (con la incertidumbre ya corregida) serían:

Nº muestra *	Denominación	PFOS	PFOA	PFNA	PFHxS	Suma PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS	ZONA DE PROCEDENCIA
45	Caella o Tintorera (<i>Prionace glauca</i>)	<LOQ	0,297**	<LOQ	<LOQ	0,335	FAO 87
52	Rape (<i>Lophius piscatorius</i>)	0,191	<LOQ	<LOQ	1,850***	1,96***	FAO 37.1
66	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	0,031	0,099	<LOQ	1,820****	1,72****	Acuicultura (España)

Tabla 5. Especie pesquera, y zona de procedencia de las muestras con algún resultado referente a PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS y la suma de estas cuatro sustancias **por encima de los LMs establecidos**.

* Número de muestra tal como se encuentra listada en el Anexo del estudio.

** Incertidumbre PFOA 11,6 % RSD (porcentaje de desviación estándar relativa).

*** Incertidumbres: PFOS 7,3 % RSD y PFHxS 6,1% RSD.

**** Incertidumbres: PFOS 6,7 % RSD, PFOA 14,3 % RSD y PFHxS 7,1% RSD

Las muestras –con resultados **por encima de los LMs establecidos**- correspondientes a Caella o Tintorera (*Prionace glauca*) y Rape (*Lophius piscatorius*) son de agua salada (3.3% de incidencia de resultados no conformes sobre esta clasificación) y pertenecen a capturas silvestres (3,8% de incidencia sobre este tipo de capturas), y la Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) es de agua dulce (12,5% de incidencia de resultados no conformes sobre esta clasificación) y acuicultura (6,25% sobre la esta clasificación), siendo las tres muestras de pescado fresco.

El porcentaje de incumplimientos respecto a estas características que se describen en cada muestra, quedaría de la siguiente forma:

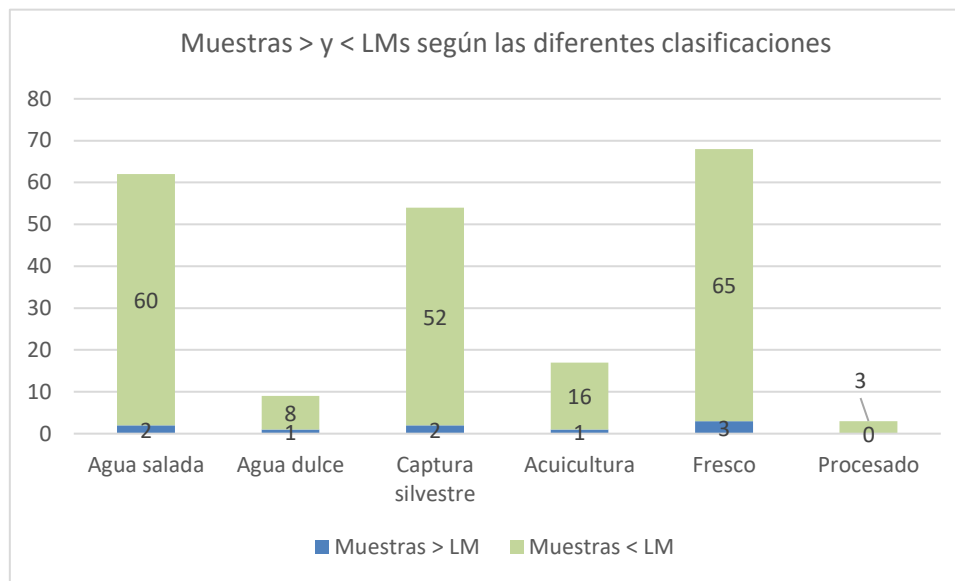


Fig. 9. Gráfica del número de muestras por encima y debajo del LM según las diferentes clasificaciones de pescado.

Por otra parte, en **28** de las 71 muestras (39,4 %), las determinaciones para **todas** estas sustancias: **PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS y la suma** están **por debajo de los límites de cuantificación** (< LOQ o “left-censored data”).

Las **especies** correspondientes a estas 28 muestras < **LOQ/ LOD** para los 4 PFAS y su suma, así como su **lugar de procedencia** se indica en la siguiente tabla:

Nº muestra	Denominación	ZONA DE PROCEDENCIA
1	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	FAO 47
9	Rape (<i>Lophius piscatorius</i>)	FAO 27 VIII
12	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Acuicultura (Asturias)
13	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	FAO 47
14	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Acuicultura (España)
16	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	FAO 47
18	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	FAO 47
19	Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	Acuicultura (Murcia)
22	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Acuicultura (Vigo)
24	Merluza (<i>Merluccius merluccius</i>)	FAO 27
30	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Acuicultura (Cantabria)
34	Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	Acuicultura (Murcia)
44	Salmón Atlántico (<i>Salmo salar</i>)	Acuicultura (Noruega)
46	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	FAO 47
47	Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	FAO 37.1.1.1
49	Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	FAO 27 IX A
50	Salmón Atlántico (<i>Salmo salar</i>)	Acuicultura (Noruega)
51	Dorada (<i>Sparus aurata</i>)	Acuicultura (Grecia)
56	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	FAO 47

60	Panga (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>)	No indicado (acuicultura)
62	Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	Origen: China
63	Panga (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>)	Origen: Vietnam
64	Caella o Tintorera (<i>Prionace glauca</i>)	FAO 34
65	Bacalao (<i>Gadus morhua</i>)	FAO 27
68	Estornino del Atlántico (<i>Scomber colias</i>)	FAO 37.1.1.1
69	Lirio (<i>Micromestius poutassou</i>)	FAO 27 IX A
70	Caballa (<i>Scomber scombrus</i>)	FAO 27 IX
71	Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	Acuicultura (Mediterráneo occidental)

Tabla 6. Especies pesqueras, y zona de procedencia de las muestras < LOQ PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS y la suma de estas cuatro sustancias

* Número de muestra tal como se encuentra listada en el Anexo del estudio.

De las 28 muestras indicadas con **resultados por debajo del LOQ/LOD** para PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS y su suma, destacan las proporciones siguientes:

- **11** corresponden a pescados de **acuicultura**, de las cuales **5** son de agua dulce, 4 de la especie Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) procedente de piscifactorías de distintos puntos de España, y **6** de agua salada, siendo más relevantes en número: 3 de Lubina (*Dicentrarchus labrax*) –origen Mediterráneo Occidental/ Murcia-, y 2 de Salmón Atlántico (*Salmo salar*) de origen noruego.
- **17** pertenecen a **capturas silvestres**, donde destacan **6** procedentes de la Zona 47 (de 8 capturas en esta zona). De estas muestras, 5 son todas las correspondientes a la especie de Merluza del cabo (*Merluccius capensis*). Del resto, le sigue en número **6** muestras (sobre 32 muestras de capturas en esa zona) de distintas divisiones de la Zona FAO 27.

Señalamos que dentro de estas muestras < LOQ/LOD para los 4 PFAS principales se encuentran **muestras de las mismas tres especies para las que se han indicado anteriormente los no cumplimientos**:

- Caella o Tintorera (*Prionace glauca*): de las 3 muestras para el estudio, una es < LOQ/LOD para los 4 PFAS –procedente de la Zona FAO 27 IX - y otra es la indicada como incumplimiento para el PFOA –procedente de la Zona FAO 87-
- Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*): de las 6 muestras, 4 se encuentran < LOQ/LOD para los 4 PFAS y 1 es la indicada anteriormente como incumplimiento para el PFHxS –como zona de procedencia se indica España en general-
- Rape (*Lophius piscatorius*): de las 2 muestras, una es < LOQ/LOD para los 4 PFAS –procedente de la Zona FAO 27 VIII- y la otra es la indicada como incumplimiento para el PFHxS –procedente de la Zona FAO 37.1-

Desglosando **cada uno de los 4 PFAS y la suma** para el total de las 71 muestras, el número de muestras que está **por encima y por debajo del límite de cuantificación** es la siguiente:

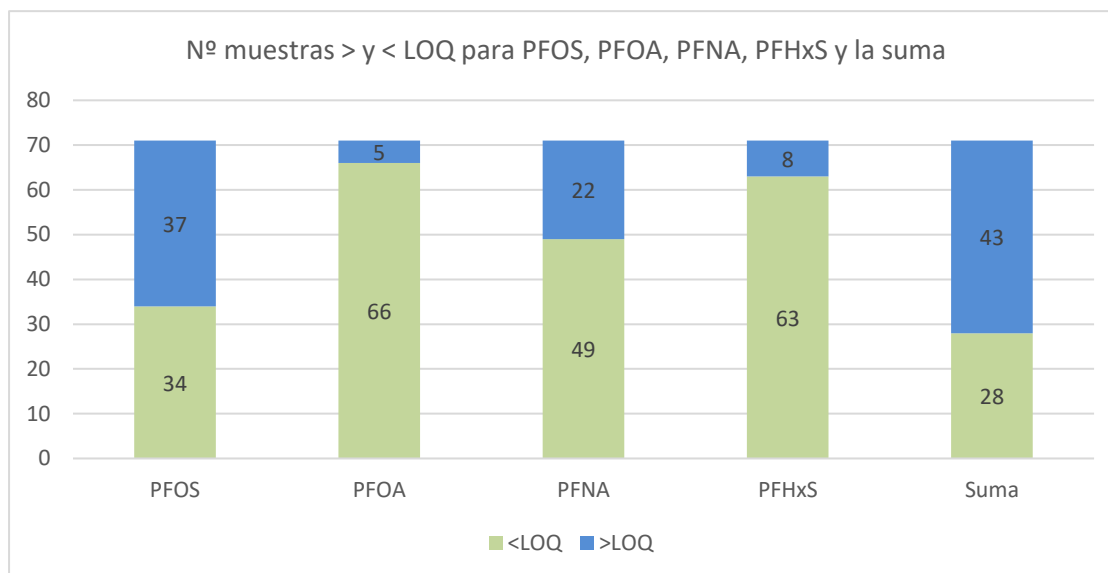


Fig. 10. Gráfica con resultados por encima y debajo del LOQ para PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS y la suma de estas 4 sustancias.

A la vista de los resultados, es de destacar que la gran mayoría de las muestras (66 de 71, un **92,96%**) están **por debajo del LOQ** para **PFOA**. Sin embargo, EFSA indica en su opinión de 2020 que el pescado junto a otros productos pesqueros son uno de los principales contribuyentes a la dieta para este analito, aportando el 38% de las ingestas dietéticas estimadas (*página 60*).

Le sigue en proporción similar **por debajo del LOQ** el **PFHxS** (63 de 71, un 88,73%), y a continuación el **PFNA** con 49 muestras (un 69%).

Por tanto, el analito con **mayor número de determinaciones cuantificadas** es el **PFOS**, con 34 muestras < LOQ, un 47,89%, afectando, por tanto, al resultado de la **suma de las cuatro sustancias** (con 28 muestras < LOQ, por tanto, un 39,4%).

De esta forma, la presencia de **PFOS** por encima del LOQ es notoria en mayor número de muestras, pese a que **en ninguna de ellas se haya detectado incumplimientos** por esta sustancia.

El mayor número de determinaciones por encima del LOQ para PFOS con respecto al resto de analitos está en línea con los datos de presencia en las distintas especies de pescado determinadas por EFSA en su Opinión de 2020 (*páginas 198 y 199, Anexo A, página 389*)).

A continuación se muestra la representación gráfica de la presencia de PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS para las 71 muestras, con los resultados **agrupados por especies**, resultando 32 especies en total. En las especies en las que hay dos o más muestras (15 especies), se ha procedido a la media de los resultados, excepto para las tres **muestras con incumplimientos**, que se han indicado aparte (*señaladas con óvalo en rojo*) con objeto de evidenciar la comparativa entre las mismas y el resto de muestras de las mismas especies.

En la realización del análisis de resultados, para el caso de aquellas determinaciones **< LOQ o < LOD** se ha aplicado el valor de cero, ya que se ha considerado el límite inferior (LB) “Lower bound”, puesto que el Panel CONTAM de EFSA, en su opinión de 2020, considera que el verdadero nivel de exposición para PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS están más cerca del LB que de los valores UB (*página 4*). Los valores **> LOQ/LOD** se han indicado con el resultado sin corregir la incertidumbre.

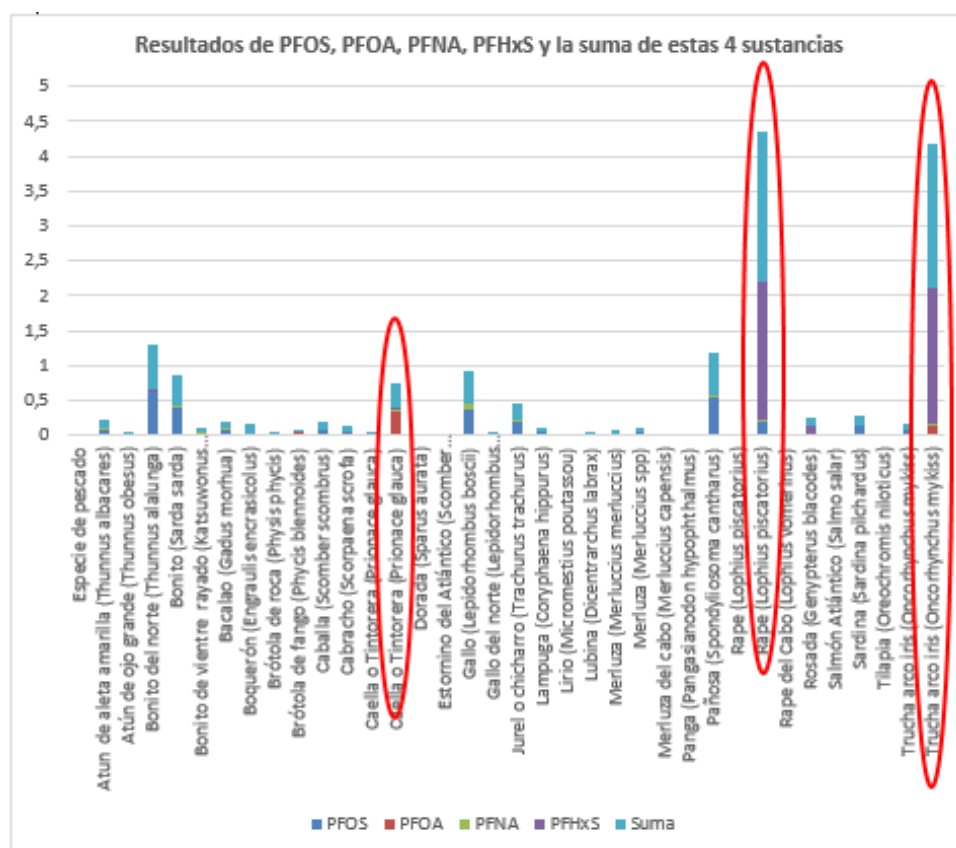


Fig. 11. Gráfica con los **resultados de PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS y la suma de estas 4 sustancias** para las distintas especies muestreadas. Se han señalado las tres muestras con valores por encima del LM para alguna de estas sustancias.

Para información más detallada sobre todos los resultados obtenidos, consultar el **Anexo I** del informe. En el mismo, se ha indicado con letra en rojo aquellas determinaciones por encima del LOQ para facilitar su visualización, y con casilla en fondo rojo las determinaciones que superan los LMs. Los valores se indican con la incertidumbre tal como la determina cada laboratorio.

Las siguientes especies, al contar con sólo un ejemplar y ser < LOQ para todas las determinaciones, no llegan a salir representadas en la gráfica: Dorada (*Sparus aurata*), Estornino del Atlántico (*Scomber colias*), Lirio (*Micromestius poutassou*), Rape (*Lophius piscatorius*) –de la Zona FAO 27 VIII- y Tilapia (*Oreochromis niloticus*).

Las siguientes especies, de las que se cuenta con más de un ejemplar de muestra, tampoco aparecen con representación en la gráfica por ser < LOQ todas las muestras: Merluza del cabo (*Merluccius capensis*), Panga (*Pangasianodon hypophthalmus*) y Salmón Atlántico (*Salmo salar*).

Con el fin de comparar la proporción que supone la presencia de los 4 PFAS en las muestras del estudio con respecto a los límites máximos legislados, llevamos a cabo la determinación de la media y del P95 para cada una de los analitos agrupando por especies acorde a las tres clasificaciones que establece el Reglamento 2022/2388 (*indicadas en la tabla 4*), resultando los valores siguientes para cada uno de los tres grupos (todos los valores se expresan en el documento en las unidades de µg/ kg):

GRUPO 1 comprende 51 muestras en total, donde se encuadran las siguientes especies: Atún (*Thunnus spp.*), Bacalao (*Gadus morhua*), Bonito (*Katsuwonus pelamis*), Brótola (*Physis spp.*), Caballa (*Scomber scombrus*), Cabracho (*Scorpaena scrofa*), Caella (*Prionace glauca*), Dorada (*Sparus aurata*), Estornino del Atlántico (*Scomber colias*), Gallo (*Lepidorhombus spp.*), Lampuga (*Coryphaena hippurus*), Lirio (*Micromestius poutassou*), Merluza (*Merluccius spp.*), Panga (*Pangasianodon hypophthalmus*), Pañosa (*Spondyliosoma cantharus*), Rape (*Lophius spp.*), Rosada (*Genypterus blacodes*), Salmón (*Salmo salar*) -acuicultura-, Tilapia (*Oreochromis niloticus*), Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) -acuicultura-

	PFOS	PFOA	PFNA	PFHxS	Suma PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS
LM	2	0,2	0,5	0,2	2
Media	0,109 (5,45% del LM)	0,009 (4,5% del LM)	0,006 (1,2% del LM)	0,08 (40% del LM)	0,205 (10,25% del LM)
P95 (96%)	0,811 (40,55% del LM)	0,013 (6,5 % del LM)	0,027 (5,4% del LM)	0,13 (65% del LM)	1,107 (55,35% del LM)

Tabla 7. Límites máximos de PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS y la suma de estas 4 sustancias para el primer grupo de especies (LMs más bajos), y su comparativa con la media y P95 de las especies correspondientes a ese grupo que se han analizado en el estudio.

Se observa que incluso la determinación del P95 para este grupo de pescados está **visiblemente por debajo del LM**, -especialmente para PFOA y PFNA- y contando con el hecho de que las tres muestras con incumplimientos se encuentran dentro de este grupo

(dado que sólo se contaba con 51 datos en el análisis de los mismos, se adjudicó el P96, por tanto, además, se está sobreestimando el resultado).

Para **PFOS**, sólo superan el valor del P95 (pero por debajo del límite máximo) dos muestras de Bonito del norte (*Thunnus alalunga*):

Nº muestra	Denominación	PFOS	ZONA DE PROCEDENCIA
20	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	1,06	FAO 27 VIII
17	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0,90	FAO 27 VIII A

Sobre **PFOA**, se observa que para casi todas las especies, su presencia tiene valores apenas perceptibles. Sólo superan el valor del P95 las siguientes muestras, una de las cuales -Caella o Tintorera (*Prionace glauca*)- se trata del **incumplimiento** para este analito comentado anteriormente, y la otra muestra -Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*)-, es la que incumple para PFHxS, como se indicará a continuación:

Nº muestra	Denominación	PFOA	ZONA DE PROCEDENCIA
45	Caella o Tintorera (<i>Prionace glauca</i>)	0,335	FAO 87
66	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	0,099	Acuicultura (España)

Los resultados de **PFNA** también son muy bajos. El valor P95 para este analito sólo se ve superado (pero por debajo del límite máximo) en las siguientes muestras:

Nº muestra	Denominación	PFNA	ZONA DE PROCEDENCIA
2	Gallo (<i>Lepidorhombus boscai</i>)	0,081	FAO 27 VII A
7	Pañosa (<i>Spondyliosoma cantharus</i>)	0,055	FAO 27 VIII C

En el caso del **PFHxS**, las únicas muestras que superan el P95 son las dos indicadas anteriormente como casos de **incumplimientos** para este analito:

Nº muestra	Denominación	PFHxS	ZONA DE PROCEDENCIA
52	Rape (<i>Lophius piscatorius</i>)	1,970	FAO 37.1
66	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	1,950	Acuicultura (España)

Los valores determinados para esta sustancia en estas dos muestras son superiores a los recogidos por EFSA en su Opinión 2020 para las distintas especies de pescado (el valor más elevado lo indica para la Carpa (*Cyprinus spp.*) con 1,01 µg/ kg).

En el caso de la **suma PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS**, las únicas muestras que superan el P95 son las dos indicadas inicialmente como casos de incumplimientos para este analito, pero que, como se comentó anteriormente, **al restar la incertidumbre se situarían por debajo**

del límite máximo (en la presente tabla se indica el valor antes de restar la incertidumbre):

Nº muestra	Denominación	Suma	ZONA DE PROCEDENCIA
52	Rape (<i>Lophius piscatorius</i>)	2,161	FAO 37.1
66	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	2,079	Acuicultura (España)

A continuación se indica la media para cada uno de los analitos de las especies que pertenecen al grupo 2.

GRUPO 2. Se cuenta con 16 muestras.

Lubina (*Dicentrarchus spp.*), Bonito (*Sarda spp.*), Jurel (*Trachurus trachurus*) y Sardina (*Sardina spp.*).

	PFOS	PFOA	PFNA	PFHxS	Suma PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS
LM	7	1	2,5	0,2	8
Media	0,14 (2% del LM)	0,002 (0,2% del LM)	0,011 (0,44% del LM)	0,001 (0,5% del LM)	0,155 (1,94% del LM)

Tabla 8. Límites máximos de PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS y la suma de estas 4 sustancias para el segundo grupo de especies (LMs medios), y su comparativa con la media de las especies correspondientes a ese grupo que se han analizado en este estudio.

En este grupo no se ha podido determinar el P95 por no disponer de datos suficientes. Los valores de la media son muy inferiores a los límites máximos establecidos, suponiendo unos **porcentajes respecto a los LMs aún más bajos que el grupo 1**, sobre todo en los casos de PFOA y PFNA –como sucedía en el grupo 1-.

Los resultados más elevados para **PFOS, PFNA, y la suma de analitos**, coincide para estas tres determinaciones la muestra:

Nº muestra	Denominación	PFOS	PFNA	Suma	ZONA DE PROCEDENCIA
11	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,624	0,039	0,663	FAO 27 VIII

El único valor de **PFOA** dentro de este grupo por encima del LOQ es:

Nº muestra	Denominación	PFOA	ZONA DE PROCEDENCIA
42	Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	0,029	Acuicultura (Grecia)

El resultado más elevado para **PFHxS** en este segundo grupo corresponde a la muestra:



Nº muestra	Denominación	PFHxS total	ZONA DE PROCEDENCIA
5	Sardina (<i>Sardina pilchardus</i>)	0,014	FAO 27 IX A

Estos resultados son considerablemente inferiores a los mostrados por EFSA en su Opinión de 2020 para la sardina (*Sardina pilchardus*), que señala como una de las especies de pescado con concentraciones más elevadas de PFOS, indicando (página 41) un valor medio (LB) de PFOS de 4,75 µg/ kg, PFOA de 0,101, PFNA 0,084 y PFHxS 0,014 – coincidente en este caso con la muestra de Sardina (*Sardina pilchardus*) indicada anteriormente.

A continuación se muestra la media para cada una de los analitos de las especies que pertenecen al siguiente grupo para el que tiene establecidos límites máximos más altos el Reglamento 2022/2388.

GRUPO 3. Se cuenta con sólo 4 muestras.

Anchoveta (*especie Engraulis*)

	PFOS	PFOA	PFNA	PFHxS	Suma PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS
LM	35	8	8	1,5	45
Media	0,16 (0,46% del LM)	0 (0% del LM)	0,01 (0,13% del LM)	0,004 (0,27% del LM)	0,176 (0,39% del LM)

Tabla 9. Límites máximos de PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS y la suma de estas 4 sustancias para el tercer grupo de especies (LMs más altos), y su comparativa con la media de las especies correspondientes a ese grupo que se han analizado en este estudio.

Los valores de la media son muy inferiores a los límites máximos establecidos, suponiendo unos **porcentajes respecto a los LMs aún más bajos que el grupo 2 (y por supuesto que el grupo 1)**, sobre todo –de nuevo- en los casos de PFOA y PFNA.

En este grupo sólo hay cuatro muestras de la misma especie: Boquerón (*Engraulis encrasicolus*). Dos de ellas tienen todas las determinaciones por debajo del LOQ, y de las otras dos, la muestra con **valores más elevados** (los cuales están muy por debajo de los máximos legislados) es:

Nº Mues	Denominación	PFOS	PFOA	PFNA	PFHxS	Suma	ZONA DE PROCEDENCIA
3	Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	0,33	0	0,022	0,016	0,368	FAO 27 VIII C

Tras el análisis de resultados de los analitos dentro de cada uno de los tres grupos entre los que agrupa el Reglamento 2022/2388 las distintas especies de pescado y para los cuales dispone límites máximos, no se perciben diferencias significativas entre los

resultados de las especies en el presente estudio encuadradas en estos distintos grupos, mostrando de forma general los niveles de presencia para los cuatro tipos de PFAS y su suma **muy por debajo de los límites máximos establecidos**, especialmente para aquellos correspondientes a las especies de los **grupos 2 y 3** y para los analitos PFOA y PFNA.

Los tres resultados de muestras no conformes corresponden al grupo 1 –el que cuenta con límites máximos más restrictivos-, pero es el grupo al que corresponden el 71,8% de las muestras (51 de las 71). El grupo 2 (LMs medios) cuenta con el 22,5% de las muestras, y el grupo 3 (LMs más altos) sólo con el 5,6% de las mismas.

PFAS SIN LÍMITE MÁXIMO ESTABLECIDO

Para la realización de este estudio, en seguimiento de la Recomendación (UE) 2022/1431, relativa a la vigilancia de las sustancias perfluoroalquiladas en los alimentos, se ha procedido también a la determinación de **compuestos similares** a los cuatro para los que únicamente existen Límites máximos (PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS y su suma), analizados en el punto anterior, con el fin de contribuir a estimar la relevancia de su presencia en alimentos y de esta manera poder establecer su impacto en la exposición.

A continuación, dentro de este otro tipo de sustancias perfluoroalquiladas, se indica el listado de las determinadas por cada laboratorio participante con el LOQ/ LOD correspondiente, y agrupadas en los cinco bloques siguientes por su similitud química: compuestos similares a PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS con diferente longitud de cadena, sustancias perfluoroalquilo emergentes, N:2 fluorotelómero, Alcoholes fluoroteloméricos N:2 (n:2 FTOH) y otros.

	LOQ/LOD analitos determinados por el IDAEA (en el Anexo se indica para cada determinación en muestra, cuando corresponde, < LOD o < LOQ)		LOQ analitos determinados por el Laboratorio del Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra
Compuestos similares a PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS con diferente longitud de cadena	LOD (µg/Kg)	LOQ (µg/Kg)	LOQ (µg/Kg)
Perfluorobutanoic acid (PFBA)	0,015	0,050	0,01
Perfluoropentanoic acid (PFPeA)	0,015	0,050	0,01
Perfluorohexanoic acid (PFHxA)	0,019	0,064	0,05
Perfluoroheptanoic acid (PFHpA)	0,015	0,050	0,05
Perfluorodecanoic acid (PFDA)	0,026	0,088	0,05
Perfluoroundecanoic acid (PFUnDA)	0,038	0,126	0,05
Perfluorododecanoic acid (PFDoDA)	0,535	1,783	0,05
Perfluorotridecanoic acid (PFTTrDA)	0,246	0,820	0,05
Perfluorotetradecanoic acid (PFTTeDA)	0,686	2,285	

Perfluorobutane sulfonic acid (PFBS)	0,015	0,050	0,01
Perfluoropentanesulfonic acid (PFPS)	0,009	0,030	
Perfluoroheptane sulfonic acid (PFHpS)	0,005	0,015	0,01
Perfluorononane sulfonic acid (PFNS)	0,055	0,183	0,05
Perfluorodecane sulfonic acid (PFDS)	0,055	0,183	0,01
Perfluoroundecane sulfonic acid (PFUnDS)	0,057	0,190	
Perfluorododecane sulfonic acid (PFDoDS)	0,055	0,183	
Perfluorotridecane sulfonic acid (PFTrDS)	0,065	0,216	
Perfluorooctane sulphonamide (FOSA)	0,045	0,150	0,01
Sustancias perfluoroalquiladas emergentes	LOD (µg/Kg)	LOQ (µg/Kg)	LOQ (µg/Kg)
2-[[6-chlor-1,1,2,2,3,3,4,4,5,5,6,6-dodecafluorhexyl]oxy]- 1,1,2,2-tetrafluoroethanesulfonic acid (the acid form of F53B)	0,450	1,500	0,01
2,3,3,3-tetrafluor-2-(heptafluoropropoxy)-propanoic acid (the acid form of GenX)	0,450	1,500	
2,2,3-Trifluor-3-[1,1,2,2,3,3-hexafluor-3- (trifluoromethoxy)propoxy]propionic acid (the acid form of ADONA)	0,450	1,500	
1-Propanaminium, N,N-dimethyl-N-oxide-3- [[[(3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8- tridecafluorooctyl)sulfonyl]amino]-, hydroxide (Capstone A)	0,450	1,500	
1-Propanaminium, N-(carboxymethyl)-N,N-dimethyl-3- [[[(3,3,4,4,5,5,6,6,7,7,8,8,8- tridecafluorooctyl)sulfonyl]amino]-, hydroxide (Capstone B)	0,450	1,500	
N:2 Fluorotelómeros	LOD (µg/Kg)	LOQ (µg/Kg)	LOQ (µg/Kg)
4:2 Fluorotelomer sulfonic acid (1H,1H,2H,2H- Perfluorohexanesulfonic acid (4:2 FTS))	0,030	0,100	0,05
6:2 Fluorotelomer sulfonic acid (1H,1H,2H,2H- Perfluorooctanesulfonic acid (6:2 FTS))	0,003	0,010	0,05
8:2 Fluorotelomer sulfonic acid (1H,1H,2H,2H- Perfluorodecanesulfonic acid (8:2 FTS))	0,030	0,100	
10:2 Fluorotelomer sulfonic acid	0,030	0,100	
N:2 Alcoholes fluorotelómeros alcohols (n:2 FTOHs)	LOD (µg/Kg)	LOQ (µg/Kg)	LOQ (µg/Kg)
8:2 FTOH	0,150	0,500	
Otros	LOD (µg/Kg)	LOQ (µg/Kg)	LOQ (µg/Kg)
N-methyl-perfluorooctanesulfonamide (N-MeFOSA)	0,030	0,100	0,01
N-ethyl-perfluorooctanesulfonamide (N-EtFOSA)	0,150	0,500	
Sodium dodecafluoro-3H-4,8-dioxanonoate (DONA)	0,015	0,050	
2,3,3,3-Tetrafluoro-2-(1,1,2,2,3,3,3- heptafluoropropoxy)propanoic acid (HFPO-DA)	0,300	1,000	
Potassium 9-chlorohexadecafluoro-3-oxanonane-1- sulfonate (9Cl-PF3ONS)	0,150	0,500	0,01
Potassium 11-chloroeicosafluoro-3-oxaundecane-1- sulfonate (11Cl-PF3OUDS)	0,150	0,500	0,05
FBSA			0,05
PFPeS			0,01
FHxSA			0,01

Tabla 10. Listado de **otras sustancias perfluoroalquiladas** distintas a PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS y su suma que determina cada laboratorio participante, indicando su correspondiente LOQ/ LOD.

En el Anexo I del estudio se indica el listado por laboratorio de las muestras analizadas por cada uno con los valores de LOQ o el LOD para cada sustancia.

Una vez evaluadas todas las determinaciones, vemos que 9 de las 71 muestras (un 12,7%) se encuentran por debajo del LOQ/LOD para todas estas sustancias, coincidiendo 8 de estas muestras dentro de las 28 muestras comentadas en el punto anterior con < LOQ/LOD para PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS y la suma de estas cuatro sustancias.

Las **especies** correspondientes a estas 9 muestras < LOQ/LOD para todas estas sustancias, y su **lugar de procedencia** se indica en la siguiente tabla:

Nº muestra	Denominación	ZONA DE PROCEDENCIA
1	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	FAO 47
12	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Acuicultura (Asturias)
14	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Acuicultura (España)
30	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	Acuicultura (Cantabria)
34	Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	Acuicultura (Murcia)
43	Atún de ojo grande (<i>Thunnus obesus</i>)	FAO 34.1.2.
47	Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	FAO 37.1.1.1
49	Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	FAO 27 IX A
68	Estornino del Atlántico (<i>Scomber colias</i>)	FAO 37.1.1.1

Tabla 11. Especies pesqueras, y zona de procedencia de las muestras
< LOQ para todas las sustancias perfluoroalquiladas **distintas a PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS**
* Número de muestra tal como se encuentra listada en el Anexo del estudio.

De las 9 muestras indicadas con **resultados por debajo del LOQ/LOD** para **todo** el listado de otras sustancias perfluoroalquiladas **distintas a PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS** y su suma:

- 4 corresponden a pescados de **acuicultura**, de las cuales 3 son de agua dulce de la especie Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) procedente de piscifactorías de distintos puntos de España, y 1 de agua salada: Lubina (*Dicentrarchus labrax*) –origen Murcia-.
- 5 muestras son **capturas silvestres** correspondientes a las **Zonas FAO 27, 34, 37 y 47**. Dentro de las mismas, es de destacar que hay dos muestras de Boquerón (*Engraulis encrasicolus*), cuando, paradójicamente, es una especie que pertenece al grupo para las que el Reglamento (UE) 2022/2388 establece unos límites máximos más elevados.

La tabla 10 contiene el listado con las 37 determinaciones de sustancias que se llevan a cabo para este estudio, 16 realizadas exclusivamente por el IDAEA, 3 exclusivamente por el Laboratorio del Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra y 18 de ellas de forma común por ambos laboratorios participantes, difiriendo en cuanto a las mismas los LOQ/LOD determinados por cada laboratorio. Esta variabilidad también se señala en la Opinión de EFSA 2020 sobre PFAS sobre los resultados reportados por los distintos laboratorios en cuanto a sustancias y determinaciones de LOQ/LOD diferentes (página 36).

Las siguientes cinco sustancias han sido determinadas por ambos laboratorios con resultados por **debajo** del correspondiente **LOQ/ LOD** en **todas las muestras** analizadas por cada uno de ellos: PFNS, ADONA, 4:2 Fluorotelomer sulfonic acid, 11CL-PF3OUds y FBSA.

Las siguientes quince sustancias han sido determinadas sólo por el IDAEA, pero con resultado por **debajo** del correspondiente **LOQ/ LOD** en **todas las muestras** analizadas por el mismo: PFTeDA, PFUnDS, PFDoDS, PFTrDS, the acid form of F53B, the acid form of GenX, Capstone A, Capstone B, 8:2 Fluorotelomer sulfonic acid, 10:2 Fluorotelomer sulfonic acid, 8:2 FTOH, N-MeFOSA, N-EtFOSA, DONA y HFPO-DA.

Por tanto, sólo las restantes **17** sustancias perfluoroalquiladas contarían con valores **> LOQ/LOD** en alguna/s de las 71 muestras analizadas. A continuación se indica el número de muestras que está **por debajo y por encima del límite de cuantificación** para esas 17 sustancias, que serán las que se evalúa su situación en el estudio:

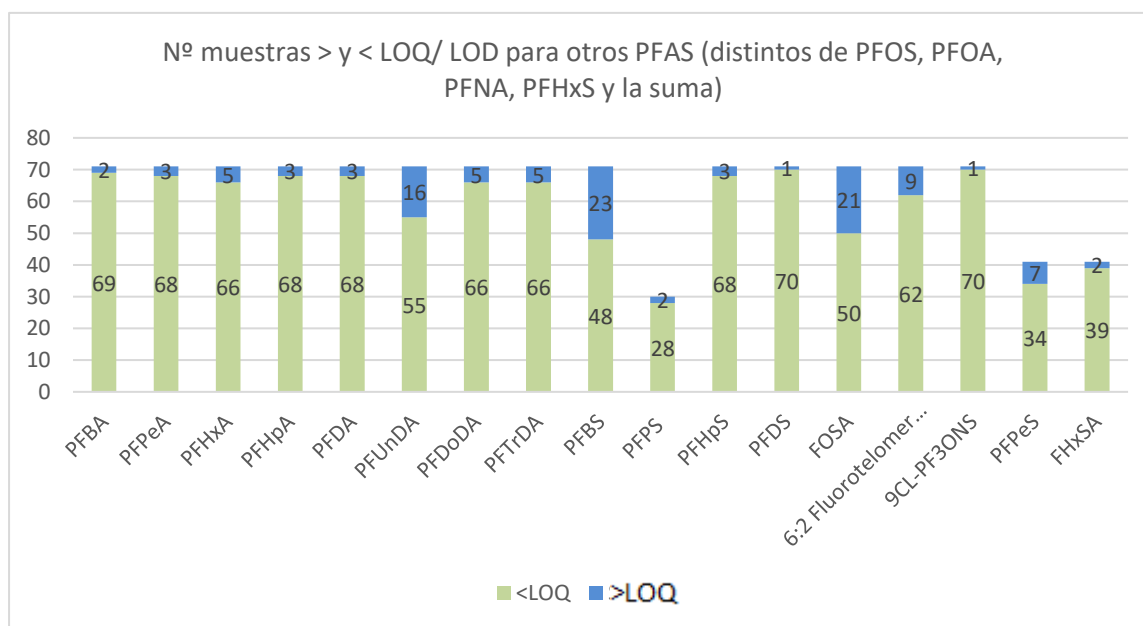


Fig. 12. Gráfica con resultados por encima y debajo del LOQ/ LOD para otras sustancias perfluoroalquiladas en las 71 muestras tomadas.

Los ratios para los analitos PFPS, PFPeS y FHxSA se indican sobre las muestras determinadas por cada uno de los laboratorios que las analiza, ya que no las determinan los dos: PFPS (sólo IDAEA) sobre las 30 muestras que analiza y PFPeS y FHxSA (sólo el Laboratorio del Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra) sobre las 41 muestras que analiza.

Como podemos ver en la gráfica, la sustancia para la que hay más resultados (23) que se encuentran **por encima del LOQ** es **PFBS** (32% sobre las 71 muestras) –los 23 analizados en el IDAEA–.



Le sigue en número de resultados **por encima** del LOQ: **FOSA**, con 21 (29,6% sobre las 71 muestras) –las 21 analizadas en el Laboratorio del Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra-, y **PFunda** con 16 (22,5% sobre las 71 muestras) –las 16 analizadas en el mismo laboratorio-, y de una manera más alejada, **Ácido fluorotelómero sulfónico 6:2**, con 9 >LOQ/LOD (12,6% sobre las 71 muestras) -8 de las 9 muestras analizadas en el IDAEA-.

Pese a la variabilidad por laboratorios, en líneas generales las sustancias con mayor número de determinaciones por encima del LOQ/ LOD coinciden con las evaluadas por EFSA en su opinión de 2020 para carne de pescado, donde en primer lugar se encuentra **PFunda** seguido de **FOSA** (*Anexo A, tabla A4, página 389*).

EFSA indica en su opinión (página 54) que el "pescado y otros productos pesqueros" se encuentran entre las principales categorías de alimentos contribuyentes para la mayoría de los grupos de edad para FOSA, PFPeA, PFNA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA y PFTeDA.

A continuación se muestra la **representación gráfica** para estas 17 sustancias perfluoroalquiladas (distintas a PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS) que cuentan con valores > LOQ/LOD en alguna/s de las 71 muestras analizadas

Con el fin de facilitar su visualización, los resultados se muestran **agrupados por especies**. En las especies en las que hay dos o más muestras, se ha procedido a la media de los resultados, con excepción del Atún de ojo grande (*Thunnus obesus*), puesto que una de las dos muestras del estudio contiene un nivel elevado de una de las sustancias (ácido fluorotelómero sulfónico 6: 2), contrastando con la otra muestra de esta especie que ha resultado < LOQ o < LOD para todas las determinaciones por lo que se han mostrado ambas para evidenciar el contraste en la gráfica.

En la realización del análisis de resultados, para el caso de aquellas determinaciones < **LOQ o < LOD** se ha aplicado el valor de cero, ya que se ha considerado el límite inferior (LB) "Lower bound" puesto que –como se ha argumentado anteriormente para PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS -, el Panel CONTAM de EFSA, en su opinión de 2020, considera que el verdadero nivel de exposición está más cerca del LB que de los valores UB.

Los valores > LOQ/LOD se han indicado con el resultado sin corregir la incertidumbre.

Presencia de otros PFAS (distintos de PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS)

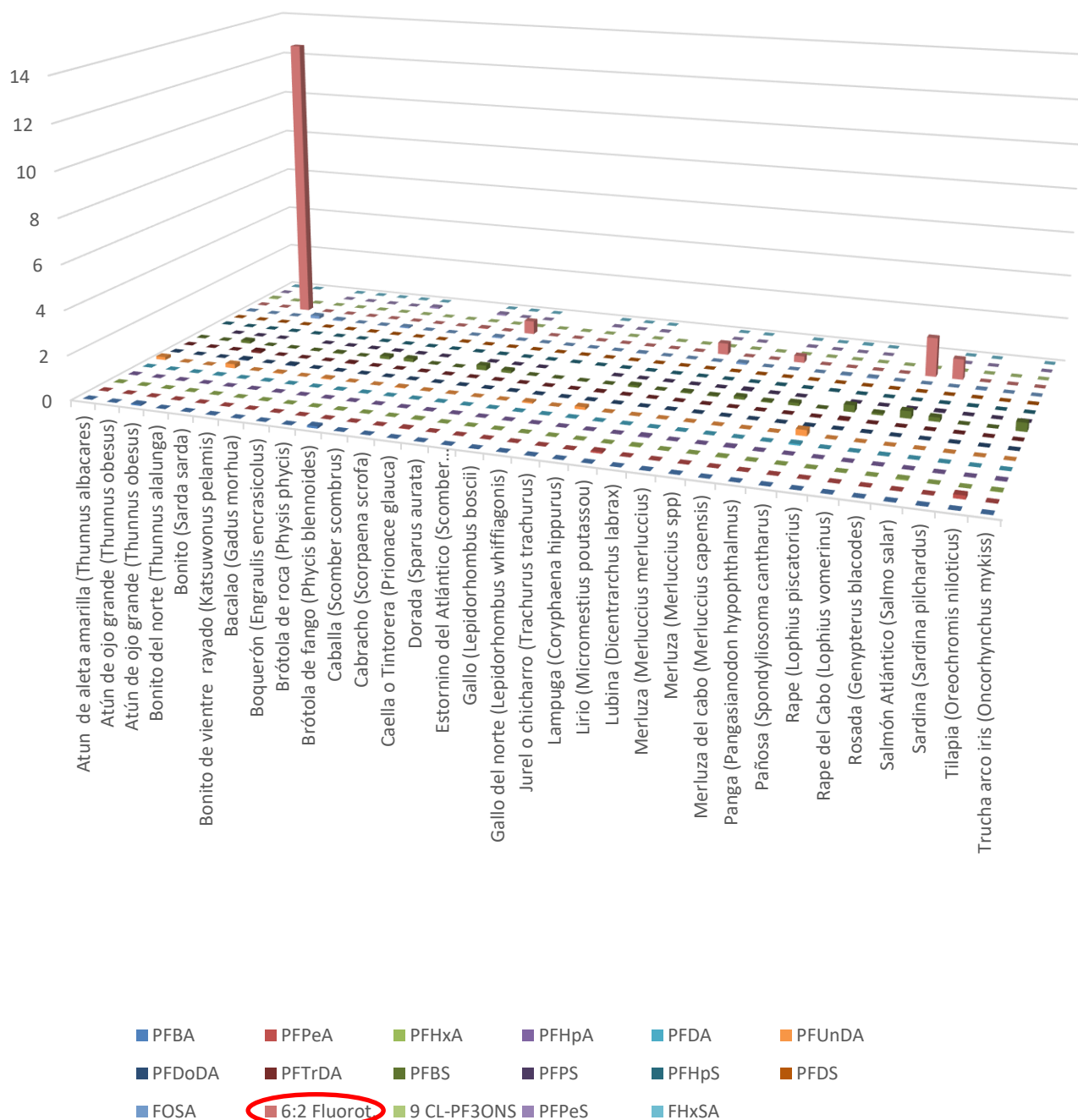


Fig. 13. Gráfica con los **resultados de PFAS** diferentes a PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS para las distintas especies muestreadas.

Para información más detallada sobre todos los resultados obtenidos, consultar el **Anexo I** del informe. En el mismo, se ha indicado con letra en rojo aquellas determinaciones por encima del LOQ para facilitar su visualización. Los valores se indican con la incertidumbre tal como la determina cada laboratorio.

La especie Estornino del Atlántico (*Scomber colias*), al contar con sólo un ejemplar y ser < LOQ para todas las determinaciones, no llega a salir representada en la gráfica.

Lo mismo sucede con una de las dos muestras de Atún de ojo grande (*Thunnus obesus*) que, como se ha indicado anteriormente, tiene valores < LOQ para todas las determinaciones (su origen es la Zona FAO 34.1.2), cuando, por el contrario, destaca visiblemente en la otra muestra de la misma especie el valor de una de las sustancias sobre el total del estudio: ácido fluorotelómero sulfónico 6: 2, con 13,103 µg/ kg (el origen indicado es Corea).

A continuación se van evaluando las diferentes sustancias, ordenadas de mayor a menor atendiendo al contenido máximo detectado de las mismas.

No hay datos suficientes por encima del LOQ en estas sustancias para determinar los correspondientes P95, por lo que se ha calculado la media al LB, y se compara con la media al LB que indica EFSA en su Opinión de 2020 (*Anexo A, Tabla 4*) de forma genérica para la carne de pescado en cada una de estas sustancias.

También se indica la media al LB en los casos en los EFSA proporciona datos para las especies que coinciden con aquellas determinadas con un valor numérico por encima del LOQ para cada sustancia en el estudio.

1. Ácido fluorotelómero sulfónico 6:2 (dentro de N:2 Fluorotelómeros)

Esta sustancia, como se puede ver en la gráfica, tiene los valores más altos con respecto al resto de sustancias, no sólo para el caso del Atún de ojo grande (*Thunnus obesus*) comentado anteriormente, sino también por el valor hallado en otras muestras, proporcionando una media de 0,321 µg/ kg.

Las muestras con valores por encima de la media para Ácido fluorotelómero sulfónico 6: 2 serían:

Nº muestra	Denominación	6:2 Fluorotelomer sulfonic acid	ZONA DE PROCEDENCIA
61	Atún de ojo grande (<i>Thunnus obesus</i>)	13,103	Origen: Corea
71	Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	2,564	Acuicultura (Mediterráneo occidental)
44	Salmón Atlántico (<i>Salmo salar</i>)	1,860	Acuicultura (Noruega)
58	Rosada (<i>Genypterus blacodes</i>)	1,785	FAO 47
45	Caella o Tintorera (<i>Prionace glauca</i>)	1,660	FAO 87



46	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	1,514	FAO 47
----	---	-------	--------

Tabla 12. Muestras por encima de la media LB de 0,321 µg/ kg para el Ácido fluorotelómero sulfónico 6: 2

Señalamos en rojo (en la casilla correspondiente a su origen) la determinación más alta, aunque actualmente no hay límites máximos determinados para este tipo de sustancias, donde se indica como zona de procedencia Corea (la demarcación marítima y oceánica más próxima correspondería a la Zona FAO 61).

La muestra de Caella o Tintorera (*Prionace glauca*), es la misma indicada anteriormente por su incumplimiento en PFOA (procedente de Zona FAO 87), también señalada en rojo.

Este analito (Ácido fluorotelómero sulfónico 6: 2) tiene un valor más elevado respecto al resto de sustancias en el estudio, afectando a muestras procedentes de acuicultura dentro de los valores más elevados: Lubina (*Dicentrarchus labrax*) procedente del Mediterráneo occidental, y Salmón Atlántico (*Salmo salar*), procedente de Noruega.

El Ácido fluorotelómero sulfónico 6:2, sin embargo, no se encuentra entre los determinados por EFSA en su Opinión de 2020, por lo que no se pueden establecer comparaciones. Por eso tiene gran importancia los datos recogidos a lo largo de este estudio para su transmisión y valoración por EFSA, y que puedan tenerse en cuenta en futuras evaluaciones de exposición.

2. Ácido sulfónico de perfluorobutano (PFBS)

La siguiente sustancia en cuanto a valor numérico elevado es el Ácido sulfónico de perfluorobutano (PFBS) con 2,371 µg/ kg.

Como cálculo del valor de todas las muestras analizadas para esta sustancia (23 de las cuales están por encima del LOQ/LOD), resulta una **media de 0,086 µg/ kg**.

Se indican a continuación las muestras con valores por encima de la media. Se destacan en rojo: las dos primeras, que son las comentadas anteriormente con incumplimiento para PFHxS, y la muestra nº 45 -Caella o Tintorera (*Prionace glauca*), es la comentada con incumplimiento para PFOA. La muestra 61 -Atún de ojo grande (*Thunnus obesus*)- es la que se ha señalado anteriormente con valor elevado para Ácido fluorotelómero sulfónico 6: 2:

Nº muestra	Denominación	PFBS	ZONA DE PROCEDENCIA
66	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	2,371	Acuicultura (España)
52	Rape (<i>Lophius piscatorius</i>)	0,610	FAO 37.1
64	Caella o Tintorera (<i>Prionace glauca</i>)	0,380	FAO 34
58	Rosada (<i>Genypterus blacodes</i>)	0,327	FAO 47
44	Salmón Atlántico (<i>Salmo salar</i>)	0,240	Acuicultura (Noruega)

60	Panga (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>)	0,175	No indicado (acuicultura)
45	Caella o Tintorera (<i>Prionace glauca</i>)	0,156	FAO 87
53	Brótola de fango (<i>Phycis blennoides</i>)	0,151	FAO 37.1.1
46	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	0,150	FAO 47
50	Salmón Atlántico (<i>Salmo salar</i>)	0,148	Acuicultura (Noruega)
71	Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	0,140	Acuicultura (Mediterráneo occidental)
55	Brótola de roca (<i>Physis phycis</i>)	0,136	FAO 37.1.1
42	Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	0,135	Acuicultura (Grecia)
48	Caella o Tintorera (<i>Prionace glauca</i>)	0,131	FAO 27 IX
61	Atún de ojo grande (<i>Thunnus obesus</i>)	0,127	Origen: Corea
67	Merluza (<i>Merluccius spp.</i>)	0,122	FAO 27 VIII
51	Dorada (<i>Sparus aurata</i>)	0,119	Acuicultura (Grecia)
54	Merluza (<i>Merluccius merluccius</i>)	0,096	FAO 37.1.1
59	Lampuga (<i>Coryphaena hippurus</i>)	0,095	FAO 71
63	Panga (<i>Pangasianodon hypophthalmus</i>)	0,090	Origen: Vietnam

Tabla 13. Muestras por encima de la media LB de 0,086 µg/ kg para el PFBS

EFSA en su Opinión (página 4), indica que el PFBS, junto a PFBA, PFHxA, son PFAS de cadena corta con vidas medias cortas en humanos, en comparación a otros PFAS de cadena larga (PFOA, PFNA, PFDA, PFHxS o PFOS), cuya vida media puede durar años.

EFSA determina una media LB para PFBS en carne de pescado de **0,0007 µg/ kg**.

EFSA indica un LB de 0 para las especies Salmón y trucha (*Salmo spp.*), Bacalao (*Gadus spp.*), Merluza (*Merluccius*) y Atún (*Thunnus*), especies para las cuales existen muestras en el estudio con resultado por encima del LOQ, con las siguientes medias:

- Salmón y trucha (*Salmo spp.*) con una muestra de cada especie, haciendo la media: 1,26 µg/ kg.
- Bacalao (*Gadus spp.*), (con una muestra con un valor por debajo de la media para el estudio) 0,070 µg/ kg.
- Merluza (*Merluccius*), con dos muestras de Merluza del cabo (*Merluccius capensis*), dos de Merluza (*Merluccius merluccius*), y una de Merluza (*Merluccius spp.*), con una media de 0,108 µg/ kg.
- Atún (*Thunnus*), con la muestra del Atún de ojo grande (*Thunnus obesus*) con 0,127 µg/ kg.

por tanto, la situación en cuanto a presencia de Ácido sulfónico de perfluorobutano (PFBS) determina unos valores por encima en el estudio respecto a las muestras evaluadas por EFSA para su Opinión del año 2020.

3. Ácido perfluorotridecanoico (PFTrDA)

La siguiente sustancia en cuanto a valor más elevado encontrado (con 0,406 µg/ kg) es el Ácido perfluorotridecanoico (PFTrDA). Sólo 5 muestras están por encima de su LOQ. La



media LB sería de 0,086. Las muestras con un valor por encima del determinado para la media son:

Nº muestra	Denominación	PFTTrDA	ZONA DE PROCEDENCIA
23	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0,406	FAO 27 VIII
25	Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	0,137	FAO 27 IX A

Tabla 14. Muestras por encima de la media LB de 0,086 µg/ kg para el PFTTrDA

EFSA en su Opinión de 2020 (página 54) señala al PFTTrDA como una de las sustancias para las que el "pescado y otros mariscos" se encuentra entre las principales categorías de alimentos contribuyentes para la mayoría de los grupos de edad.

EFSA determina en su Opinión de 2020 (Anexo A, Tabla 4) una **media LB de 0,014 µg/ kg** en carne de pescado.

Dentro de las especies concretas en las que EFSA indica valores y para las cuales existen muestras en el estudio con resultado por encima del LOQ se encuentra:

- el Atún (*Thunnus spp.*), en el que EFSA determina una media LB de 0,102 µg/ kg -sólo con 7 muestras-.

En este estudio coordinado, además de la muestra de Bonito del norte (*Thunnus alalunga*) indicado con el resultado más elevado, hay otra muestra de esta especie con el valor de 0,067 µg/ kg, por lo que con ambas muestras se determinaría una media de 0,236 µg/ kg –superior, por tanto, a la determinada por EFSA para esta especie-.

Por todo ello, y con poco número de muestras para poder determinarse, la situación en cuanto a la presencia de Ácido perfluorotridecanoico (PFTTrDA) en este estudio situaría unos valores por encima respecto a las muestras evaluadas por EFSA para su Opinión 2020.

4. Ácido perfluoroundecanoico (PFUnDA)

Le sigue como sustancia con valor más alto detectado el Ácido perfluoroundecanoico (PFUnDA), con una **media LB de 0,034 µg/ kg**.

Las muestras con valores por encima de la media son las siguientes (en este caso, 16 de las muestras están por encima del LOQ/LOD):

Nº muestra	Denominación	PFUnDA	ZONA DE PROCEDENCIA
23	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0,29	FAO 27 VIII
11	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,274	FAO 27 VIII

17	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0,271	FAO 27 VIII A
7	Pañosa (<i>Spondyllosoma cantharus</i>)	0,263	FAO 27 VIII C
20	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0,257	FAO 27 VIII
36	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,188	FAO 27 VIII C
27	Atún de aleta amarilla (<i>Thunnus albacares</i>)	0,138	No indicado
21	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0,13	FAO 27 VIII C
37	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,113	FAO 27 VIII C
25	Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	0,089	FAO 27 IX A
10	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,081	FAO 27 VIII C
3	Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	0,069	FAO 27 VIII C
40	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,069	FAO 27 IX A
29	Bonito de vientre rayado (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	0,065	FAO 61
38	Caballa (<i>Scomber scombrus</i>)	0,065	FAO 27 VIII C
2	Gallo (<i>Lepidorhombus boschii</i>)	0,058	FAO 27 VII A

Tabla 15. Muestras por encima de la media LB de 0,034 µg/ kg para el PFUnDA

EFSA indica en su Opinión de 2020 (página 60), que los productos pesqueros son la principal fuente de exposición de PFUnDA por medio de la dieta (con un 93% del aporte).

Asimismo, estudios de biomonitorización indican que esta sustancia es una de las siete (junto a PFOS, PFOA, PFHxS, PFNA, PFDA, y PFHpS) que más contribuye a la presencia de PFAS en sangre en la población, apreciándose una tendencia creciente desde el año 2000 en su concentración, junto a PFNA y PFDA (página 78 y 79).

EFSA determina en su Opinión de 2020 (Anexo A, Tabla 4) una **media LB de 0,024 µg/ kg** en carne de pescado.

Dentro de las especies concretas en las que EFSA indica valores y para las cuales existen muestras en el estudio con resultado por encima del LOQ se encuentran:

- Caballa (*Scomber spp.*), donde EFSA determina una media LB de 0,012 µg/ kg. El valor de la única muestra de Caballa (*Scomber scombrus*) es de 0,065 µg/ kg.
- Atún (*Thunnus spp.*), donde EFSA determina una media LB de 0,15 µg/ kg. El valor de la media de las 4 muestras de Bonito del norte (*Thunnus alalunga*) y del otro túnido del estudio Atún de aleta amarilla (*Thunnus albacares*), es de 0,217 µg/ kg.

Por tanto, para ambas especies, así como para carne de pescado en general, la situación en cuanto a la presencia de Ácido perfluoroundecanoico (PFUnDA) en este estudio situaría unos valores por encima respecto a las muestras evaluadas por EFSA para su Opinión 2020.

5. Perfluoro 1-pentanosulfonato de sodio (PFPeS)

La siguiente sustancia en cuanto a valor más elevado encontrado es el Perfluoro 1-pentanosulfonato de sodio (PFPeS), con 0,291 µg/ kg, (aunque sólo 7 muestras están por encima de su LOQ de las 41 sobre las que se determina). La **media LB sería de 0,014 µg/ kg**.

Las muestras con valores por encima de la media serían las correspondientes a las muestras > LOQ:

Nº muestra	Denominación	PFPeS	ZONA DE PROCEDENCIA
3	Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	0,291	FAO 27 VIII C
38	Caballa (<i>Scomber scombrus</i>)	0,141	FAO 27 VIII C
10	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,043	FAO 27 VIII C
13	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	0,032	FAO 47
16	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	0,032	FAO 47
36	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,032	FAO 27 VIII C
2	Gallo (<i>Lepidorhombus boschii</i>)	0,02	FAO 27 VII A

Tabla 16. Muestras por encima de la media LB de 0,291 µg/ kg para el PFPeS

Este analito, Perfluoro 1-pentanosulfonato de sodio (PFPeS), no se encuentra entre los determinados por EFSA en su Opinión de 2020, por lo que no se pueden establecer comparaciones.

Se recalca la importancia de la transmisión de los datos a EFSA para su correspondiente valoración, y que puedan tenerse en cuenta en futuras evaluaciones de exposición.

6. Perfluorooctano sulfonamida (FOSA)

Le sigue como sustancia con valor más alto detectado la Perfluorooctano sulfonamida (FOSA), con una **media LB de 0,024 µg/ kg**.

Destacamos, como se indicaba en la figura 12, que esta es la segunda sustancia con mayor número de resultados por encima del LOQ (detectada en casi en el 30% de las muestras).

Las muestras con resultados por encima de la media son las siguientes:

Nº muestra	Denominación	FOSA	ZONA DE PROCEDENCIA
21	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0,26	FAO 27 VIII C
25	Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	0,24	FAO 27 IX A
20	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0,199	FAO 27 VIII
23	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0,117	FAO 27 VIII
24	Merluza (<i>Merluccius merluccius</i>)	0,116	FAO 27
32	Merluza (<i>Merluccius merluccius</i>)	0,114	FAO 27 IV
11	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,094	FAO 27 VIII
9	Rape (<i>Lophius piscatorius</i>)	0,079	FAO 27 VIII

17	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0,075	FAO 27 VIII A
18	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0,072	FAO 47
33	Bonito (<i>Sarda sarda</i>)	0,054	FAO 27
35	Sardina (<i>Sardina pilchardus</i>)	0,054	FAO 27 IX A
6	Cabracho (<i>Scorpaena scrofa</i>)	0,053	No indicado
7	Pañosa (<i>Spondyllosoma cantharus</i>)	0,028	FAO 27 VIII C
5	Sardina (<i>Sardina pilchardus</i>)	0,027	FAO 27 IX A

Tabla 17. Muestras por encima de la media LB de 0,024 µg/ kg para la FOSA

La FOSA es la amida derivada de PFOS y se utiliza como precursor para la formación de PFOS y por tanto, hay países (Dinamarca) que concluyen con que se podría hacer extensivo el TDI derivado para PFOS.

EFSA en su Opinión de 2020 (página 54) señala a la FOSA encabezando el grupo de sustancias para las que el "pescado y otros mariscos" se encuentra entre las principales categorías de alimentos contribuyentes para la mayoría de los grupos de edad.

EFSA determina en su Opinión de 2020 (Anexo A, Tabla 4) una **media LB de 0,022 µg/ kg** en carne de pescado, ligeramente por debajo a la determinada en el estudio.

Dentro de las especies concretas en las que EFSA indica valores y para las cuales existen muestras en el estudio con resultado por encima del LOQ se encuentran:

- Atún (*Thunnus spp.*), donde EFSA determina una media LB de 0,022 µg/ kg. El valor de la media de las 5 muestras de Bonito del norte (*Thunnus alalunga*) –todas las del estudio para esta especie–, es de 0,723 µg/ kg.
- Merluza (*Merluccius spp.*), donde EFSA determina una media LB de 0,022 µg/ kg. El valor de la media de las dos muestras de Merluza (*Merluccius merluccius*) es de 0,23 µg/ kg.
- Sardina (*Pilchardus spp.*), donde EFSA determina una media LB de 0,532 µg/ kg. El valor de la media de las dos muestras de Sardina (*Sardina pilchardus*) es de 0,081 µg/ kg.

Por tanto, para carne de pescado en general y las especies de Atún (*Thunnus*), y Merluza (*Merluccius*), la situación en cuanto a la presencia de Perfluorooctano sulfonamida (FOSA) en este estudio situaría unos valores por encima respecto a las muestras evaluadas por EFSA para su Opinión 2020, sin embargo, para la especie Sardina (*Pilchardus*), la presencia de esta sustancia en este estudio situaría unos valores por debajo.

7. Ácido perfluoroheptanoico (PFHpA)

La siguiente sustancia en cuanto a valor más elevado encontrado es el Ácido perfluoroheptanoico (PFHpA), con 0,212 µg/ kg, (aunque sólo 3 muestras están por encima de su LOQ). La **media LB sería de 0,006 µg/ kg**.

Las muestras con valores por encima de la media serían las correspondientes a las muestras > LOQ:

Nº muestra	Denominación	PFHpA	ZONA DE PROCEDENCIA
42	Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	0,212	Acuicultura (Grecia)
56	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	0,152	FAO 47
66	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	0,067	Acuicultura (España)

Tabla 18. Muestras por encima de la media LB de 0,006 µg/ kg para el PFHpA

EFSA determina en su Opinión de 2020 (Anexo A, Tabla 4) una **media LB de 0,011 µg/ kg** en carne de pescado.

Dentro de las especies concretas en las que EFSA indica valores y para las cuales existen muestras en el estudio con resultado por encima del LOQ se encuentran:

- Salmón y trucha (*Salmo spp.*) donde EFSA determina una media LB de 0,015 µg/ kg. La única muestra de Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) es de 0,067.
- Merluza (*Merluccius*), donde EFSA determina una media LB de 0,003 µg/ kg. El valor de la muestra de Merluza del cabo (*Merluccius capensis*) es de 0,152 µg/ kg.

Por tanto, para carne de pescado en general la situación en cuanto a la presencia de Ácido perfluoroheptanoico (PFHpA) en este estudio situaría unos valores por debajo respecto a las muestras evaluadas por EFSA para su Opinión 2020, sin embargo, para las especies en las que coinciden en el muestreo: Salmón y trucha (*Salmo spp.*) y Merluza (*Merluccius*), los valores del estudio coordinado estarían por encima –aunque sólo disponiendo de un ejemplar para cada especie–.

8. Ácido perfluoropentanoico (PFPeA)

Le sigue como sustancia con valor más alto detectado el Ácido perfluoropentanoico (PFPeA), con 0,160 µg/ kg, (aunque sólo 3 muestras están por encima de su LOQ). **La media LB sería de 0,004 µg/ kg.**

Las muestras con valores por encima de la media serían las correspondientes a las muestras > LOQ (se indica en rojo la muestra de Caella o Tintorera (*Prionace glauca*) con resultado no conforme para PFOA):

Nº muestra	Denominación	PFPeA	ZONA DE PROCEDENCIA
62	Tilapia (<i>Oreochromis niloticus</i>)	0,160	Origen: China
69	Lirio (<i>Micromestius poutassou</i>)	0,068	FAO 27 IX A
45	Caella o Tintorera (<i>Prionace glauca</i>)	0,068	FAO 87

Tabla 19. Muestras por encima de la media LB de 0,004 µg/ kg para el PFPeA

EFSA en su Opinión 2020 (*página 54*) señala al PFPeA como la segunda de las sustancias para las que el "pescado y otros mariscos" se encuentra entre las principales categorías de alimentos contribuyentes para la mayoría de los grupos de edad.

EFSA determina en su Opinión de 2020 (*Anexo A, Tabla 4*) una **media LB de 0,048 µg/ kg** en carne de pescado, por tanto por encima a la determinada en el estudio.

No se encuentran especies en común con las analizadas por encima del LOQ para poder establecer comparaciones.

Se puede concluir que para carne de pescado en general la situación en cuanto a la presencia de Ácido perfluoropentanoico (PFPeA) en este estudio situaría unos valores por debajo respecto a las muestras evaluadas por EFSA para su Opinión de 2020.

9. Ácido perfluorohexanoico (PFHxA)

La siguiente sustancia en cuanto a valor más elevado encontrado es el Ácido perfluorohexanoico (PFHxA), con 0,125 µg/ kg, (aunque sólo 5 muestras están por encima de su LOQ). La **media LB sería de 0,006 µg/ kg**.

Las muestras con valores por encima de la media serían las correspondientes a las muestras > LOQ (se indica en rojo la muestra de Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) con resultado no conforme para PFHxS):

Nº muestra	Denominación	PFHxA	ZONA DE PROCEDENCIA
42	Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	0,125	Acuicultura (Grecia)
66	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	0,097	Acuicultura (España)
46	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	0,088	FAO 47
44	Salmón Atlántico (<i>Salmo salar</i>)	0,074	Acuicultura (Noruega)
48	Caella o Tintorera (<i>Prionace glauca</i>)	0,058	FAO 27 IX

Tabla 20. Muestras por encima de la media LB de 0,006 µg/ kg para el PFHxA

Como se ha indicado anteriormente, EFSA en su Opinión de 2020 (*página 4*), señala que el PFHxA, junto a PFBA, PFBS, son PFAS de cadena corta con vidas medias cortas en humanos, en comparación a otros PFAS de cadena larga (PFOA, PFNA, PFDA, PFHxS o PFOS), cuya vida media puede durar años.

Sin embargo, el PFHxA es una de las sustancias para las que EFSA indica una exposición más alta en adultos, adolescentes, ancianos y otros niños, después del PFOS y el PFBA (*página 52*).

EFSA determina en su Opinión de 2020 (Anexo A, Tabla 4) una **media LB de 0,055 µg/ kg** en carne de pescado, por lo tanto superior al determinado en el estudio.

Dentro de las especies concretas en las que EFSA indica valores y para las cuales existen muestras en el estudio con resultado por encima del LOQ se encuentran:

- Salmón y trucha (*Salmo spp.*) donde EFSA determina una media LB de 0,076 µg/ kg. La media de la muestra de Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) y de la muestra de Salmón Atlántico (*Salmo salar*) es de 0,085.
- Merluza (*Merluccius spp.*), donde EFSA determina una media LB de 0,003 µg/ kg. El valor de la muestra de Merluza del cabo (*Merluccius capensis*) es de 0,088 µg/ kg.

Por tanto, para carne de pescado en general la situación en cuanto a la presencia de Ácido perfluorohexanoico (PFHxA) en este estudio situaría unos valores por debajo respecto a las muestras evaluadas por EFSA para su Opinión 2020, sin embargo, para las especies en las que coinciden en el muestreo: Salmón y trucha (*Salmo spp.*) y Merluza (*Merluccius*), los valores del estudio coordinado estarían por encima.

10. Ácido perfluorododecanoico (PFDoDA)

Le sigue como sustancia con valor más alto detectado el Ácido perfluorododecanoico (PFDoDA), con 0,1 µg/ kg, (sólo 5 muestras están por encima de su LOQ). La **media LB sería de 0,006 µg/ kg**.

Las muestras con valores por encima de la media serían las correspondientes a las muestras > LOQ:

Nº muestra	Denominación	PFDoDA	ZONA DE PROCEDENCIA
20	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0,1	FAO 27 VIII
28	Bonito de vientre rayado (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	0,099	FAO 71
23	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0,073	FAO 27 VIII
17	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0,069	FAO 27 VIII A
11	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,05	FAO 27 VIII

Tabla 21. Muestras por encima de la media LB de 0,006 µg/ kg para el PFDoDA

EFSA en su Opinión 2020 (página 52) señala al PFDoDA como la sustancia que más contribuye a la exposición de *Infants* (niños de 0 a 12 meses), aunque en este caso contribuyendo principalmente el grupo de Alimentos para bebés y niños pequeños.

EFSA determina en su Opinión de 2020 (Anexo A, Tabla 4) una **media LB de 0,008 µg/ kg** en carne de pescado, por lo tanto ligeramente por encima al determinado en el estudio.

Dentro de las especies concretas en las que EFSA indica valores y para las cuales existen muestras en el estudio con resultado por encima del LOQ se encuentran:

- Atún (*Thunnus*), donde EFSA determina una media LB de 0. El valor de la media de las 3 muestras de Bonito del norte (*Thunnus alalunga*) es de 0,08 µg/ kg.

Por tanto, para carne de pescado en general la situación en cuanto a la presencia de Ácido perfluorododecanoico (PFDoDA) en este estudio situaría unos valores por debajo respecto a las muestras evaluadas por EFSA para su Opinión de 2020, sin embargo, para la especie en las que coinciden en el muestreo: Atún (*Thunnus spp.*), los valores del estudio coordinado estarían por encima.

11. Ácido perfluorobutanoico (PFBA)

La siguiente sustancia en cuanto a valor más elevado encontrado es el Ácido perfluorobutanoico (PFBA), con 0,096 µg/ kg, (tan sólo 2 muestras están por encima de su LOQ). La **media LB sería de 0,002 µg/ kg**.

Las muestras con valores por encima de la media serían las correspondientes a las muestras > LOQ (se indica en rojo la muestra de Atún de ojo grande (*Thunnus obesus*), que es la que se ha señalado anteriormente con valor elevado para Ácido fluorotelómero sulfónico 6: 2):

Nº muestra	Denominación	PFBA	ZONA DE PROCEDENCIA
53	Brótola de fango (<i>Phycis blennoides</i>)	0,096	FAO 37.1.1
61	Atún de ojo grande (<i>Thunnus obesus</i>)	0,058	Origen: Corea

Tabla 22. Muestras por encima de la media LB de 0,002 µg/ kg para el PFBA

Como se ha indicado anteriormente para el PFHxA, EFSA señala que el PFBA tiene corta vida en el cuerpo humano, pero es la sustancia para las que EFSA indica una exposición más alta en adultos, adolescentes, ancianos y otros niños, después del PFOS (página 52).

EFSA determina en su Opinión de 2020 (Anexo A, Tabla 4) una **media LB de 0,001 µg/ kg** en carne de pescado, por lo tanto ligeramente por debajo al determinado en el estudio.

Dentro de las especies concretas en las que EFSA indica valores y para las cuales existen muestras en el estudio con resultado por encima del LOQ se encuentran:

- Atún (*Thunnus*), donde EFSA determina una media LB de 0. El valor de la muestra de Atún de ojo grande (*Thunnus obesus*) es de 0,058 µg/ kg.

Por tanto, tanto para carne de pescado en general como para la especie en las que coinciden en el muestreo: Atún (*Thunnus*), la situación en cuanto a la presencia de Ácido perfluorobutanoico (PFBA) en este estudio situaría unos valores por encima respecto a las muestras evaluadas por EFSA para su Opinión 2020.

12. Ácido perfluorodecanoico (PFDA)

Le sigue como sustancia con valor más alto detectado el Ácido perfluorodecanoico (PFDA), con 0,063 µg/ kg, (sólo 3 muestras están por encima de su LOQ). La **media LB sería de 0,002 µg/ kg**.

Las muestras con valores por encima de la media serían las correspondientes a las muestras > LOQ:

Nº muestra	Denominación	PFDA	ZONA DE PROCEDENCIA
11	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,063	FAO 27 VIII
7	Pañosa (<i>Spondyliosoma cantharus</i>)	0,06	FAO 27 VIII C
20	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0,053	FAO 27 VIII

Tabla 23. Muestras por encima de la media LB de 0,002 µg/ kg para el PFDA

Esta sustancia, junto a los 4 PFAS principales para las que hay establecidos límites máximos (PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS), tiene una larga cadena, y su vida media en el cuerpo puede durar años (página 4).

EFSA determina en su Opinión de 2020 (Anexo A, Tabla 4) una **media LB de 0,017 µg/ kg** en carne de pescado, por lo tanto por encima al determinado en el estudio.

Dentro de las especies concretas en las que EFSA indica valores y para las cuales existen muestras en el estudio con resultado por encima del LOQ se encuentran:

- Atún (*Thunnus*), donde EFSA determina una media LB de 0. El valor de la muestra de Bonito del norte (*Thunnus alalunga*) es de 0,053 µg/ kg.

Por tanto, para carne de pescado en general la situación en cuanto a la presencia de Ácido perfluorodecanoico (PFDA) en este estudio situaría unos valores por debajo respecto a las muestras evaluadas por EFSA para su Opinión de 2020, sin embargo, para la especie en las que coinciden en el muestreo: Atún (*Thunnus*), los valores del estudio coordinado estarían por encima.

13. Ácido perfluoropentanosulfónico (PFPS)

La siguiente sustancia en cuanto a valor más elevado encontrado es el Ácido perfluoropentanosulfónico (PFPS), con 0,048 µg/ kg, (tan sólo 2 muestras están por encima de su LOQ de las 30 determinadas para ese analito). La media LB sería de 0,003 µg/ kg.

Las muestras con valores por encima de la media serían las correspondientes a las muestras > LOQ:

Nº muestra	Denominación	PFPS	ZONA DE PROCEDENCIA
50	Salmón Atlántico (<i>Salmo salar</i>)	0,048	Acuicultura (Noruega)
67	Merluza (<i>Merluccius spp.</i>)	0,042	FAO 27 VIII

Tabla 24. Muestras por encima de la media LB de 0,003 µg/ kg para el PFPS

Este analito, Ácido perfluoropentanosulfónico (PFPS), no se encuentra entre los determinados por EFSA en su Opinión de 2020, por lo que no se pueden establecer comparaciones, de ahí la importancia de transmitir los datos.

14. Ácido sulfónico de perfluoroheptano (PFHpS)

Le sigue como sustancia con valor más alto detectado el Ácido sulfónico de perfluoroheptano (PFHpS), con 0,033 µg/ kg, (sólo 3 muestras están por encima de su LOQ). La media LB sería de 0,001 µg/ kg.

Las muestras con valores por encima de la media serían las correspondientes a las muestras > LOQ (se indica en rojo la muestra de Caella o Tintorera (*Prionace glauca*) con resultado no conforme para PFOA):

Nº muestra	Denominación	PFHpS	ZONA DE PROCEDENCIA
5	Sardina (<i>Sardina pilchardus</i>)	0,033	FAO 27 IX A
16	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	0,03	FAO 47
45	Caella o Tintorera (<i>Prionace glauca</i>)	0,0152	FAO 87

Tabla 25. Muestras por encima de la media LB de 0,001 µg/ kg para el PFHpS

El PFHpS se encuentra dentro de las siete sustancias (junto a PFOS, PFOA, PFHxS, PFNA, PFDA, y PFUnDA) que los estudios de biomonitorización indican con una mayor contribución a la presencia de PFAS en sangre en la población (página 78).

EFSA determina en su Opinión de 2020 (Anexo A, Tabla 4) una **media LB de 0 µg/ kg** en carne de pescado.

EFSA indica un LB de 0 para las especies Sardina (*Pilchardus spp.*) y Merluza (*Merluccius spp.*), mientras que en el estudio se determina:

- La muestra de Sardina (*Sardina pilchardus*) con un valor de 0,033 µg/ kg.
- La muestra de Merluza del cabo (*Merluccius capensis*), con 0,03 µg/ kg.

Por tanto, tanto para carne de pescado en general como para las especies en las que coinciden en el muestreo: Sardina (*Pilchardus spp.*) y Merluza (*Merluccius spp.*), la situación en cuanto a la presencia de Ácido sulfónico de perfluoroheptano (PFHpS) en este estudio situaría unos valores por encima respecto a las muestras evaluadas por EFSA para su Opinión de 2020

15. Potassium 9-chlorohexadecafluoro-3-oxanonane-1-sulfonate (9Cl-PF3ONS), (dentro de “Otros”)

La siguiente sustancia en cuanto a valor más elevado encontrado es el 9Cl-PF3ONS con 0,031 µg/ kg. Viene englobada como “otros” dentro del conjunto de PFAS. Su media LB es 0,0004 µg/ kg.

Sólo hay una muestra de las 71 por encima del LOQ:

Nº muestra	Denominación	9CL-PF3ONS	ZONA DE PROCEDENCIA
27	Atún de aleta amarilla (<i>Thunnus albacares</i>)	0,031	No indicado

Tabla 26. Muestras por encima de la media LB de 0,0004 µg/ kg para el 9Cl-PF3ONS

Este analito, Potassium 9-chlorohexadecafluoro-3-oxanonane-1-sulfonate (9Cl-PF3ONS), no se encuentra entre los determinados por EFSA en su Opinión de 2020, por lo que no se pueden establecer comparaciones, de ahí la importancia de transmitir los datos.

16. Perfluoro-1-hexanosulfonamida (FHxSA)

La penúltima sustancia en cuanto a la presencia de su contenido determinado es la Perfluoro-1-hexanosulfonamida (FHxSA) con 0,022 µg/ kg. Sólo hay dos muestras están por encima de su LOQ. La media LB sería de 0,001 µg/ kg.

Las muestras con valores por encima de la media serían las correspondientes a las muestras > LOQ:

Nº muestra	Denominación	FHxSA	ZONA DE PROCEDENCIA
7	Pañosa (<i>Spondyllosoma cantharus</i>)	0,022	FAO 27 VIII C
11	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,016	FAO 27 VIII

Tabla 27. Muestras por encima de la media LB de 0,001 µg/ kg para el FHxSA



17. Ácido sulfónico de perfluorodecano (PFDS)

La última sustancia en cuanto a la presencia de su contenido determinado es el Ácido sulfónico de perfluorodecano (PFDS) con 0,018 µg/ kg. Sólo hay una muestra por encima de su LOQ. **La media LB sería de 0,0002 µg/ kg.**

Las única muestra > LOQ sería:

Nº muestra	Denominación	PFDS	ZONA DE PROCEDENCIA
11	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,018	FAO 27 VIII

Tabla 28. Muestras por encima de la media LB de 0,0002 µg/ kg para el PFDS

EFSA determina en su Opinión de 2020 (*Anexo A, Tabla 4*) una **media LB de 0,00007 µg/ kg** en carne de pescado.

Una vez evaluada la presencia de cada una de estas sustancias con valores detectados > LOQ/LOD en las 71 muestras analizadas, se constata que las muestras en las cuales existe un valor más elevado para estas sustancias en mayor número de ellas, son las siguientes (*ordenadas de mayor a menor número de las diferentes sustancias para las cuales se indica este valor más alto*).

Nº muestra	Denominación	PFBA	PFPeA	PFHxA	PFHpA	PFDA	PFUnDA	PFDoDA	PFTiDA	PFBS	PFPS	PFHpS	PFDS	FOSA	6:2 Fluor. sulfonic acid 9CL-PF3ONS	PFPeS	PFHxSA	ZONA DE PROCEDENCIA
11	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0	0	0	0	0,06	0,27	0,05	0,08	0		0	0,02	0,09	0	0	0,02	FAO 27 VIII
7	Pañosa (<i>Spondyliosoma cantharus</i>)	0	0	0	0	0,06	0,26	0	0	0		0	0	0,03	0	0	0,02	FAO 27 VIII C
20	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0	0	0	0	0,05	0,26	0,1	0	0		0	0	0,2	0	0	0	FAO 27 VIII
23	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0	0	0	0	0	0,29	0,07	0,41	0		0	0	0,12	0	0	0	FAO 27 VIII
45	Caella o Tintorera (<i>Prionace glauca</i>)	0	0,07	0	0	0	0	0	0	0,156	0	0,02	0	0	1,660	0		FAO 87
17	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	0	0	0	0	0	0,27	0,07	0	0		0	0	0,08	0	0	0	FAO 27 VIII A
25	Boquerón (<i>Engraulis encrasicolus</i>)	0	0	0	0	0	0,09	0	0,14	0		0	0	0,24	0	0	0	FAO 27 IX A

42	Lubina (<i>Dicentrarchus labrax</i>)	0	0	0,125	0,212	0	0	0	0	0,135	0	0	0	0	0	0	0	Acuicultura (Grecia)
44	Salmón Atlántico (<i>Salmo salar</i>)	0	0	0,074	0	0	0	0	0	0,240	0	0	0	0	1,860	0	0	Acuicultura (Noruega)
46	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	0	0	0,088	0	0	0	0	0	0,150	0	0	0	0	1,514	0	0	FAO 47
61	Atún de ojo grande (<i>Thunnus obesus</i>)	0,06	0	0	0	0	0	0	0	0,127	0	0	0	0	13,10	0	0	Origen: Corea
66	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	0	0	0,097	0,067	0	0	0	0	2,371	0	0	0	0	0	0	0	Acuicultura (España)

Tabla 29. Muestras que rebasan la media para las distintas sustancias en mayor número de estas sustancias.

Aunque se han listado las muestras con valores por encima de la media para más número de sustancias, se trata de valores bajos en la mayor parte de los casos, muchos de ellos procedentes de la Zona FAO 27.

Algunas de estas muestras (aquellas cuya procedencia se indica en rojo), pertenecen a incumplimientos referidos a los cuatro PFAS para los que hay límite máximo: la Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) –cría en España-, que en esta lista se destaca por su contenido para el PFBS y la Caella o Tintorera (*Prionace glauca*) procedente de Zona FAO 87, para el Ácido fluorotelómero sulfónico 6:2. En el caso de la muestra de Atún de ojo grande (*Thunnus obesus*) -Origen Corea-, destaca el valor especialmente elevado para este analito, que, como se ha indicado anteriormente, es el que determina niveles más altos en las muestras. Al respecto, hay muestras con origen acuicultura -Salmón Atlántico (*Salmo salar*)-, y Zona FAO 47 Merluza del cabo (*Merluccius capensis*), cuando esta zona, como se había indicado anteriormente, correspondía a muestras con resultados < LOQ/ LOD para las 4 PFAS con límites máximos establecidos.

Para la mayoría de las correspondientes especies EFSA no cuenta con datos en su Opinión.

En cuanto a la comparativa con los datos reflejados en la Opinión de EFSA 2020 para este tipo de sustancias, se puede concluir que para carne de pescado en general la situación en cuanto a la presencia de esta sustancia en este estudio situaría unos valores por encima respecto a las muestras evaluadas por EFSA para su Opinión 2020.

Por tanto, sólo se podría establecer comparativa entre los resultados del estudio coordinado y los datos mostrados por la Opinión de EFSA 2020 para las siguientes sustancias perfluoroalquiladas (ordenadas en orden decreciente según presencia de las mismas en las muestras del estudio): PFTTrDA, PFBS, PFUnDA, FOSA, PFHxA, PFHpA, PFDoDA, PFPeA, PFDA, PFBA, PFHpS y PFDS.

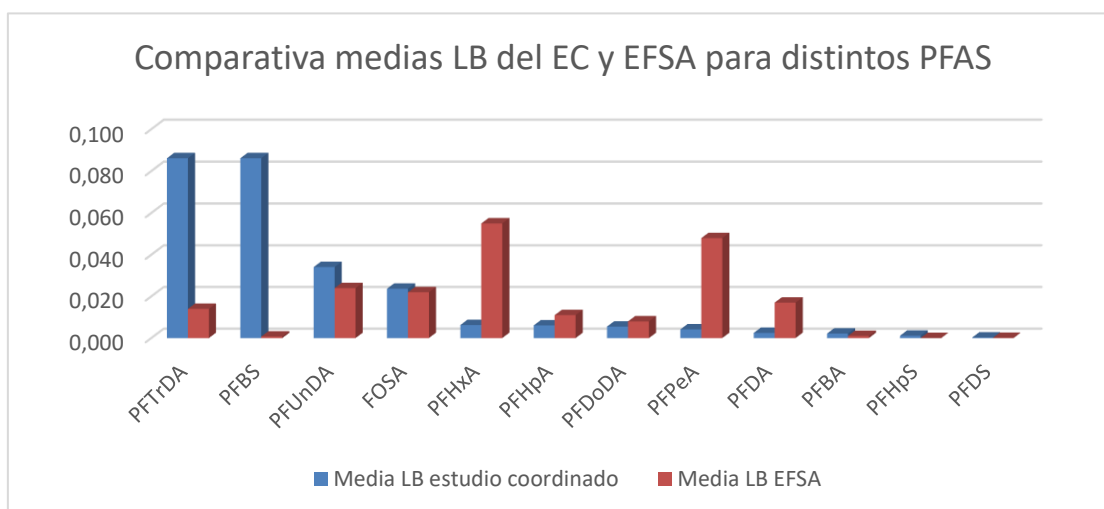


Fig. 14. Gráfica con la comparativa de media LB del estudio coordinado y media LB mostrada por EFSA para los **PFAS diferentes** a PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS para la carne de pescado.

Tras la evaluación de las diferentes sustancias en el estudio coordinado y su comparativa con los datos indicados por EFSA, podemos concluir que:

- la media LB del estudio coordinado para **carne de pescado** en general está por encima de la media LB en EFSA para las sustancias: **PFTTrDA, PFBS, PFUnDA, FOSA**, y sólo ligeramente por encima para **PFBA, PFHpS y PFDS**.
- y está por debajo de la media LB en EFSA para **carne de pescado** en general para las sustancias: **PFHxA, PFHpA, PFDoDA, PFPeA y PFDA**.

Las siguientes sustancias tienen datos de presencia para ciertas especies de pescado - Salmón y trucha (*Salmo spp.*), Bacalao (*Gadus spp.*), Merluza (*Merluccius*), Atún (*Thunnus*), Caballa (*Scomber*) y Sardina (*Pilchardus*)- que aparecen en común en el estudio coordinado y en la base de datos de EFSA: **PFBA, PFHxA, PFHpA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTTrDA, PFBS, PFHpS y FOSA**, como se puede ver en la gráfica siguiente.

Comparativa medias LB del EC y EFSA para distintos PFAS en distintas especies

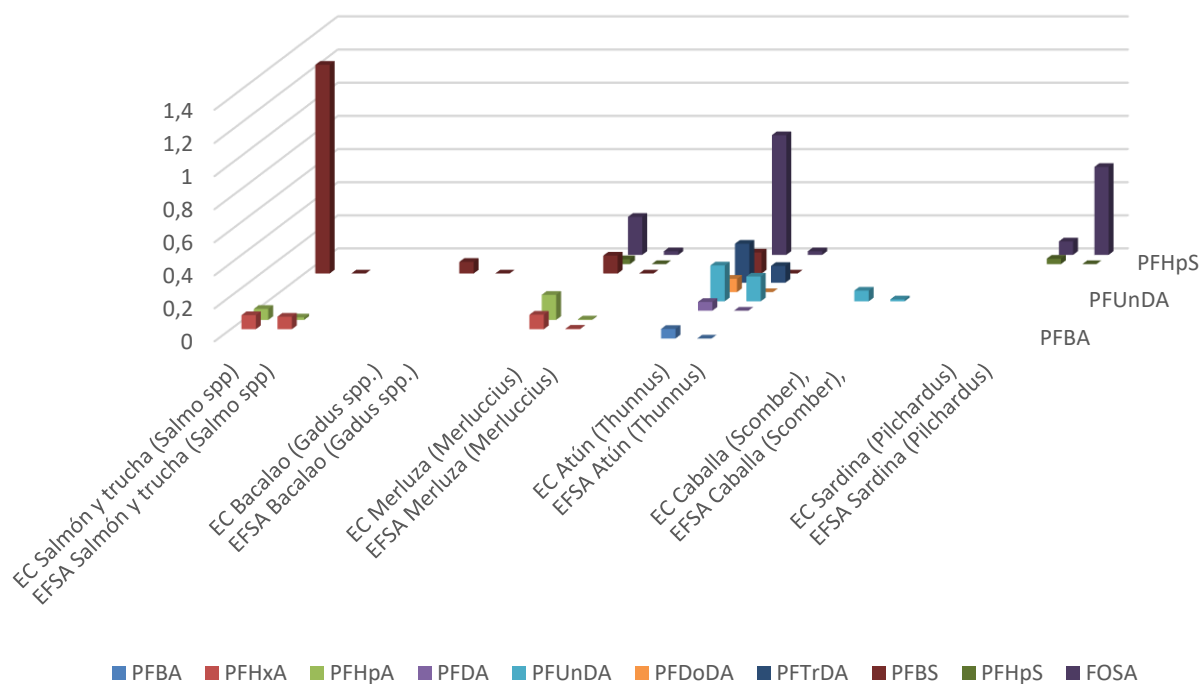


Fig. 15. Gráfica con la comparativa de media LB del estudio coordinado y media LB mostrada por EFSA para los **PFAS** diferentes a PFOS, PFOA, PFNA, PFHxS para **distintas especies de pescado**.

Como se puede ver en la gráfica, y se ha ido desarrollando a lo largo de la evaluación de estas sustancias, **todos las medias LB** en estas distintas especies tienen resultados por encima en las muestras del estudio coordinado con respecto a su comparación en los datos que presenta EFSA en su Opinión de 2020, excepto la presencia de **FOSA** en Sardina (*Pilchardus*).

Se hace fundamental la transmisión a EFSA de estos datos con el fin de que en futuras evaluaciones de exposición se cuente con datos de presencia real y de esta forma se tenga en consideración el contenido de estas sustancias en muestras tomadas por España para un posible futuro debate de establecimiento de límites máximos en estas otras sustancias perfluoroalquiladas.

6. CONCLUSIONES

- El objetivo principal del estudio coordinado es comprobar el **nivel de la presencia** de PFAS en carne de pescado de distintas especies pesqueras de las que se constata una elevada variabilidad (32 especies diferentes), para el que se cuenta con 71 datos y en el que participan un elevado número de comunidades autónomas (13) y la Subdirección General de Sanidad Exterior (SANEX) mediante la toma muestras o el envío de resultados. Por ello se puede considerar que ofrece una visión global de los niveles de PFAS en la carne de pescado como matriz a examen.
- Los niveles detectados permiten evaluar una alto **grado de cumplimiento** de los límites máximos establecidos recientemente por el Reglamento 2022/2388 sobre los 4 PFAS principales: sólo hay 3 incumplimientos (4,2%), por lo que se muestra una situación de no preocupación en el pescado respecto a su presencia.
- Los 3 incumplimientos pertenecen al grupo para el que el Reglamento 2022/2388 indica límites más restrictivos, al que corresponden el 71,8% de las muestras. El segundo grupo (LMs medios) cuenta con el 22,5% de las muestras, y el tercer grupo (LMs más altos) sólo con el 5,6% de las mismas. Al respecto, **no se perciben diferencias significativas** entre los tres grupos, mostrando la media para cada sustancia niveles de presencia muy por debajo de los límites máximos establecidos, sobre todo para las determinaciones de PFOA –*incluso contando con un incumplimiento para esta sustancia*- y PFNA, y especialmente para los grupos de LMs medios y más altos, aunque se cuenta con pocas muestras en estos dos grupos, especialmente en el tercero, como para poder establecer conclusiones robustas.
- Las **tres muestras objeto de incumplimiento** corresponden a las especies Caella o Tintorera (*Prionace glauca*) procedente de Zona FAO 87 (única muestra de esta zona), con respecto a PFOA, Rape (*Lophius piscatorius*) procedente de la Zona FAO 37.1, con respecto a PFHxS y Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*) con zona de procedencia cría en España, con respecto a PFHxS. Sin embargo, el resto de las muestras de estas especies, procedentes de otros orígenes distintos, se sitúan por debajo del LOQ para estas determinaciones, por lo que no se puede evidenciar una tendencia de presencia de estos contaminantes en las mismas, y sería necesario un muestreo más extenso en los mismos lugares de procedencia.
- En el caso concreto de la Trucha arco iris (*Oncorhynchus mykiss*), al indicarse como zona de procedencia cría en España, sin una acotación más precisa, se hace necesario investigar el origen para poder determinar si se trata de algún caso puntual o si la circunstancia puede afectar a un lugar focalizado de contaminación dado que su origen es la **acuicultura**.

- En el análisis de situación sobre aquellos otros **PFAS para los que no hay límites máximos fijados**, pero a cuyo seguimiento se insta mediante la publicación de la Recomendación de la Comisión Europea con objeto de poder analizar en un futuro los niveles de exposición que suponen en la dieta, 20 de las 37 determinaciones analizadas para este estudio se encuentran por debajo del correspondiente LOQ en todas las muestras. Se han evaluado para el presente estudio las 17 con valores > LOQ.
- Sobre las 17 determinaciones a examen, destaca la presencia de **ácido fluorotelómero sulfónico 6: 2** (*analito no determinado por EFSA*), especialmente reseñable el caso de un Atún de ojo grande (*Thunnus obesus*) –origen indicado Corea-, con un nivel de 13,103 µg/ kg.
- De estas 17 sustancias, 12 son evaluadas por EFSA en su Opinión de 2020 reflejando datos, que se proceden a **comparar con los del estudio coordinado**: para carne de pescado en general, la media LB del estudio coordinado está por encima de la media LB de EFSA para 7 de estas sustancias (PFTrDA, PFBS, PFUnDA, FOSA, PFBA, PFHpS y PFDS) y por debajo para 5 de ellas (PFHxA, PFHpA, PFDoDA, PFPeA y PFDA).
- La Opinión de EFSA de 2020 ofrece datos para las **siguientes especies en común** con el estudio: Salmón y trucha (*Salmo spp.*), Bacalao (*Gadus spp.*), Merluza (*Merluccius*), Atún (*Thunnus*), Caballa (*Scomber*) y Sardina (*Pilchardus*), respecto a las siguientes 10 sustancias (PFBA, PFHxA, PFHpA, PFDA, PFUnDA, PFDoDA, PFTrDA, PFBS, PFHpS y FOSA), evidenciándose unos resultados de la media LB por encima para todas las especies y todas las determinaciones en el estudio frente a EFSA, excepto la presencia de FOSA en Sardina (*Pilchardus*), donde la media LB es mayor en los datos de EFSA.
- Respecto a la presencia de PFAS y su relación con las **Zonas FAO**: una de las muestras con incumplimiento (en PFOA) es la única capturada en la Zona FAO 81. Otra de las muestras con incumplimiento (en PFHxS) procede de la Zona FAO 37.1, de 6 muestras en esa zona, donde el resto tienen valores < LOQ para casi todas las determinaciones. Se puede indicar que destacan las capturas de la Zona FAO 47 por estar por debajo del LOQ para los 4 PFAS principales, sin embargo, sí aparecen algunas determinaciones por encima del LOQ en otras sustancias perfluoroalquiladas. La Zona FAO 27 es donde procede el mayor número de muestras (32) para poder indicar conclusiones: 6 están por debajo del LOQ para los 4 principales PFAS, y aunque aparecen por encima del LOQ en otras sustancias en bastantes muestras de esta zona, los niveles son bajos.
- Es de gran interés que se realice la **transmisión de estos datos recopilados a EFSA** para que puedan ser utilizados en futuras evaluaciones de riesgo con el fin de que



se cuente con datos de presencia real en nuestro país para la posible fijación, en un futuro, de nuevos límites máximos sobre otras sustancias perfluoroalquiladas.

7. ÍNDICE DE ACRÓNIMOS

AESAN OA	Organismo Autónomo Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición
CCAA	Comunidades Autónomas
EFSA	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria
UPLC-MS/MS	Cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas en tándem
LOQ	Límite de Cuantificación
LOD	Límite de Detección
PFAS	Sustancias perfluoroalquiladas
TWI	Ingesta Semanal Tolerable
UB (upper bound)	Límite superior
LB (lower bound)	Límite inferior

8. REFERENCIAS

1. Opinión científica de EFSA sobre sulfonato de perfluorooctano (PFOS), ácido perfluorooctanoico (PFOA) y sus sales ([EFSA Journal \(2008\) 653, 1-131](#)).
2. [Recomendación de la Comisión, de 17 de marzo de 2010](#), relativa a la vigilancia de las sustancias perfluoroalquiladas en los alimentos
3. Opinión científica de EFSA sobre el Riesgo para la salud humana relacionado con la presencia de ácido perfluorooctano sulfónico y ácido perfluorooctanoico en alimentos ([EFSA Journal 2018;16\(12\):5194](#)).
4. Opinión científica de EFSA sobre los riesgos para la salud humana relacionados a la presencia de sustancias perfluoroalquiladas (PFAS) en los alimentos ([EFSA Journal 2020;18\(9\):6223](#)).
5. [Reglamento \(UE\) 2022/2388 de la Comisión](#), de 7 de diciembre de 2022, por el que se modifica el Reglamento (CE) 1881/2006 en lo que respecta al contenido máximo de sustancias perfluoroalquiladas en determinados productos alimenticios.



6. [Recomendación \(UE\) 2022/1431 de la Comisión](#), de 24 de agosto de 2022, relativa a la vigilancia de las sustancias perfluoroalquiladas en los alimentos.
7. [Resolución de 24 de mayo de 2019, de la Secretaría General de Pesca](#), por la que se publica el listado de denominaciones comerciales de especies pesqueras y de acuicultura admitidas en España.
8. [Reglamento \(UE\) 2017/644 de la Comisión, de 5 de abril de 2017](#), por el que se establecen métodos de muestreo y de análisis para el control de los niveles de dioxinas, PCB similares a las dioxinas y PCB no similares a las dioxinas en determinados productos alimenticios y por el que se deroga el Reglamento (UE) 589/2014.
9. [Reglamento de Ejecución \(UE\) 2022/1428 de la Comisión](#), de 24 de agosto de 2022 por el que se establecen métodos de muestreo y análisis para el control de las sustancias perfluoroalquiladas en determinados productos alimenticios.

9. ANEXO I: RESULTADOS ANALÍTICOS.

Resultados Laboratorio del Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra																																		
Nº muestra	Especie	PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS *				Compuestos similares a PFOS, PFOA, PFNA y PFHxS con diferentes longitudes de cadena **	Emer. PFAS	N:2 Fluorotelomer	Otros	Método	CCAA	Zona FAO/ Origen																						
		PFOS total	PFOA	PFNA	PFHxS total																													
1	Merluza del cabo (Merluccius capensis)	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	Suma PFOS,	PFBA	PFHxA					PFDA	PFUnDA	PFDODA	PFBS	PFPeA	PFHpS	PFTTrDA	PFDS	FOSA	PFHpA	PFPeS	ADONA	4:2	6:2	9CL-	11CL-	PFNS	FHxSA	FBSA	UPLC-MS/MS	ARAGÓN	FAO 47
2	Gallo (Lepidorhombus boscii)	0,366 ±0,121	< 0,010	0,081 ±0,028	0,016 ±0,006	0,463 ±0,158	< 0,010	< 0,050					< 0,050	0,058 ±0,021	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,050	0,020 ±0,007	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,050	UPLC-MS/MS	ARAGÓN	FAO 27 VII A	
3	Boquerón (Engraulis encrasicolus)	0,330 ±0,109	< 0,010	0,022 ±0,008	0,016 ±0,006	0,368 ±0,125	< 0,010	< 0,050	< 0,050	0,069 ±0,026	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	0,291 ±0,099	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,050	UPLC-MS/MS	ARAGÓN	FAO 27 VIII C					



10	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,085 ±0,028	< 0,010	0,017 ±0,006	< 0,010	0,102 ±0,035	< 0,010	< 0,050	< 0,050	0,081 ±0,030	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,010	0,016 ±0,006	< 0,050	0,043 ±0,014	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,050	UPLC-MS/MS	CANTABRIA	FAO 27 VIII C
11	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,624 ±0,206	< 0,010	0,039 ±0,014	< 0,010	0,663 ±0,226	< 0,010	< 0,050	0,063 ±0,021	0,274 ±0,101	0,050 ±0,018	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,079 ±0,029	0,018 ±0,006	0,094 ±0,033	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,050	< 0,050	UPLC-MS/MS	CYL	FAO 27 VIII
12	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,050	UPLC-MS/MS	CYL	Acicultura (Asturias)
13	Merluza del cabo (<i>Merluccius capensis</i>)	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,050	UPLC-MS/MS	CYL	FAO 47
14	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,050	UPLC-MS/MS	CYL	Acicultura (España)
15	Bacalao (<i>Gadus morhua</i>)	0,146 ±0,048	< 0,010	0,027 ±0,009	< 0,010	0,173 ±0,059	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,010	0,020 ±0,007	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,050	UPLC-MS/MS	CYL	FAO 27

[illegible]

27	Atún de aleta amarilla (<i>Thunnus albacares</i>)	0,094 ±0,031	0,384 ±0,127	0,318 ±0,105	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	24	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	23	Bonito del norte (<i>Thunnus alalunga</i>)	22	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)
		< 0,010	< 0,010	< 0,010							
		0,022 ±0,008	< 0,010	0,019 ±0,007							
		< 0,010	< 0,010	< 0,010							
		0,116 ±0,039	0,384 ±0,131	0,337 ±0,114							
		< 0,010	< 0,010	< 0,010							
		< 0,050	< 0,050	< 0,050							
		< 0,050	< 0,050	< 0,050							
		0,138 ±0,051	< 0,050	0,089 ±0,033							
		< 0,050	< 0,050	< 0,050							
< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	
< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	
< 0,050	< 0,050	0,137 ±0,051	< 0,050	0,406 ±0,150	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	
< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	
< 0,010	< 0,010	0,240 ±0,084	0,116 ±0,041	0,117 ±0,041	0,011 ±0,004	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	
< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	
< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	
< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	
0,031 ±0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	
< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	
UPLC-MS/MS	UPLC-MS/MS	UPLC-MS/MS	UPLC-MS/MS	UPLC-MS/MS	UPLC-MS/MS	UPLC-MS/MS	UPLC-MS/MS	UPLC-MS/MS	UPLC-MS/MS	UPLC-MS/MS	
LA RIOJA	NAVARRA	NAVARRA	NAVARRA	NAVARRA	NAVARRA	NAVARRA	NAVARRA	NAVARRA	NAVARRA	NAVARRA	
No indicado	piscifact Navarra	FAO 27 IX A	FAO 27	FAO 27 VIII	Acuicultura (Vigo)						

33	Bonito (<i>Sarda sarda</i>)	0,406 ±0,134	0,056 ±0,018	0,015 ±0,005	0,012 ±0,004	0,064 ±0,021	Bonito de vientre rayado (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	28	FAO 71
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		0,026 ±0,009	< 0,010	0,015 ±0,005	0,012 ±0,004	0,023 ±0,008			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		0,432 ±0,147	0,056 ±0,019	0,015 ±0,005	0,012 ±0,004	0,087 ±0,029			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050			
		< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,065 ±0,024	< 0,050			
		< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
32	Merluza (<i>Merluccius merluccius</i>)	0,054 ±0,019	0,114 ±0,040	< 0,010	< 0,010	< 0,010	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	30	FAO 61
		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050			
		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
31	Gallo del norte (<i>Lepidorhombus whiffiagonis</i>)	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	Bonito de vientre rayado (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	29	FAO 71
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		0,015 ±0,005	0,015 ±0,005	< 0,010	0,012 ±0,004	0,023 ±0,008			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		0,432 ±0,147	0,056 ±0,019	0,015 ±0,005	0,012 ±0,004	0,087 ±0,029			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050			
		< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,065 ±0,024	< 0,050			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
30	Trucha arco iris (<i>Oncorhynchus mykiss</i>)	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	Bonito de vientre rayado (<i>Katsuwonus pelamis</i>)	28	FAO 61
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		0,015 ±0,005	0,015 ±0,005	< 0,010	0,012 ±0,004	0,023 ±0,008			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		0,432 ±0,147	0,056 ±0,019	0,015 ±0,005	0,012 ±0,004	0,087 ±0,029			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,050			
		< 0,050	< 0,050	< 0,050	0,065 ±0,024	< 0,050			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			
		< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,010			

[illegible]



40	Jurel o chicharro (<i>Trachurus trachurus</i>)	0,168 ±0,055	< 0,010	0,015 ±0,005	< 0,010	0,183 ±0,062	< 0,010	< 0,050	< 0,050	0,069 ±0,026	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,050	UPLC-MS/MS	GALICIA	FAO 27 IX A
41	Sardina (<i>Sardina pilchardus</i>)	0,081 ±0,027	< 0,010	< 0,010	< 0,010	0,081 ±0,027	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,010	0,021 ±0,007	< 0,050	< 0,010	< 0,010	< 0,050	< 0,050	< 0,010	< 0,050	< 0,010	< 0,050	UPLC-MS/MS	GALICIA	FAO 27 IX A

Laboratorio del Instituto de Salud Pública y Laboral de Navarra (muestras 1 a 41):

(*) Método QE-15: Cromatografía de líquidos acoplada a espectrometría de masas en tándem UPLC-MS/MS

(**) LOQ: Límites de cuantificación de la técnica analítica

LOQ PFOS = 0.050 µg/kg

LOQ PFOA, PFNA, PFHxS = 0.010 µg/kg



		Resultados IDAEA- CSIC																																												
		PFOS, PFOA, PFNA and PFHxS		Compounds similar to PFOS, PFOA, PFNA and PFHxS with different chain length														Emerging p. subs.	N:2 Fluorotelomer	N:2	Others	Método	CCAA/ SANEX	Zona FAO/																						
Nº muestra	Especie	(PFOS)	(PFOA)	(PFNA)	(PFHxS)	Suma 4 PFAS	(PFBA)	(PFPeA)	(PFHxA)	(PFHpA)	(PFDA)	(PFUnDA)	(PFDoDA)	(PFTrDA)	(PFTeDA)	(PFBS)	(PFPS)	(PFHpS)	(PFNS)	(PFDS)	(PFUnDS)	(PFDoDS)	(PFTrDS)	(FOSA)	(the acid form of F53B)	(the acid form of GenX)	(the acid form of ADONA)	(Capstone A)	(Capstone B)	(4:2 FTS)	(6:2 FTS)	(8:2 FTS)	10:2 Fluorotelomer sulfonic	8:2 FTOH	(N-MeFOSA)	(N-EtFOSA)	(DONA)	(HFPO-DA)	(9Cl-PF3ONS)	(11Cl-PF3OUds)		LC-HRMS	ANDALUCÍA	Acaicultura (Grecia)		
42	Lubina (Dicentrarchus labrax)	<MLOQ	0,029	<MLOQ	<MLOQ	0,029	<MLOQ	<MLOQ	0,125	0,212	<MLOQ	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	0,135	<MLOD	<MLOQ	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOQ	<MLOQ	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD		LC-HRMS	ANDALUCÍA	
	%RSD	na	9,6	na	na		na	na	7,9	13	na	na	na	na	na	8,8	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na				
43	Atún de ojo grande (Thunnus obesus)	0,036	<MLOQ	<MLOQ	<MLOQ	0,036	<MLOQ	<MLOD	<MLOQ	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOQ	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOQ	<MLOQ	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD		LC-HRMS	ANDALUCÍA	FAO 34.1.2.
	%RSD	7	na	na	na		na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na	na					
44	Salmón Atlántico (Salmo salar)	<MLOQ	<MLOQ	<MLOD	<MLOQ		<MLOQ	<MLOD	0,074	<MLOQ	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	0,240	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	1,860	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD	<MLOD		LC-HRMS	ANDALUCÍA	Acaicultura

[illegible]

[illegible]

Categoría	Especie	2017		2018		2019		2020		2021		2022		2023		2024		2025		2026		2027		2028		2029		2030		2031		2032		2033		2034		2035		2036		2037		2038		2039		2040		2041		2042		2043		2044		2045		2046		2047		2048		2049		2050		2051		2052		2053		2054		2055		2056		2057		2058		2059		2060		2061		2062		2063		2064		2065		2066		2067		2068		2069		2070		2071		2072		2073		2074		2075		2076		2077		2078		2079		2080		2081		2082		2083		2084		2085		2086		2087		2088		2089		2090		2091		2092		2093		2094		2095		2096		2097		2098		2099		2100		2101		2102		2103		2104		2105		2106		2107		2108		2109		2110		2111		2112		2113		2114		2115		2116		2117		2118		2119		2120		2121		2122		2123		2124		2125		2126		2127		2128		2129		2130		2131		2132		2133		2134		2135		2136		2137		2138		2139		2140		2141		2142		2143		2144		2145		2146		2147		2148		2149		2150		2151		2152		2153		2154		2155		2156		2157		2158		2159		2160		2161		2162		2163		2164		2165		2166		2167		2168		2169		2170		2171		2172		2173		2174		2175		2176		2177		2178		2179		2180		2181		2182		2183		2184		2185		2186		2187		2188		2189		2190		2191		2192		2193		2194		2195		2196		2197		2198		2199		2200		2201		2202		2203		2204		2205		2206		2207		2208		2209		2210		2211		2212		2213		2214		2215		2216		2217		2218		2219		2220		2221		2222		2223		2224		2225		2226		2227		2228		2229		2230		2231		2232		2233		2234		2235		2236		2237		2238		2239		2240		2241		2242		2243		2244		2245		2246		2247		2248		2249		2250		2251		2252		2253		2254		2255		2256		2257		2258		2259		2260		2261		2262		2263		2264		2265		2266		2267		2268		2269		2270		2271		2272		2273		2274		2275		2276		2277		2278		2279		2280		2281		2282		2283		2284		2285		2286		2287		2288		2289		2290		2291		2292		2293		2294		2295		2296		2297		2298		2299		2300		2301		2302		2303		2304		2305		2306		2307		2308		2309		2310		2311		2312		2313		2314		2315		2316		2317		2318		2319		2320		2321		2322		2323		2324		2325		2326		2327		2328		2329		2330		2331		2332		2333		2334		2335		2336		2337		2338		2339		2340		2341		2342		2343		2344		2345		2346		2347		2348		2349		2350		2351		2352		2353		2354		2355	
-----------	---------	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--	------	--

[illegible]

[illegible]

IDAEA- CSIC (muestras 42 a 71):

(*) Análisis mediante cromatografía de líquidos acoplado a espectrometría de masas de alta resolución (LC-HRMS).

(**) **MLOD:** Límite de detección de método, no se encuentra el compuesto o no se puede confirmar que sea el compuesto.

MLOQ: Límite de cuantificación de método, el compuesto se confirma que está presente pero a unos niveles tan bajos que no permiten dar una concentración con exactitud.

%RSD: porcentaje de desviación estandar relativa ($SD/promedio \times 100$) para expresar la incertidumbre de los análisis

na: no aplica

Los MLOD y MLOQ se indican para cada sustancia en la tabla 7 del documento.