

Trabajo Fin de Máster (TFM):

Exposición dietética a microplásticos en España

Dietary exposure to microplastics in Spain

Alumna: Maribel Barbuzano Guanche

Directora: Prof. Carmen Rubio Armendáriz

Área de Toxicología, Universidad de La Laguna.

Curso académico 2019 – 2020 (Junio)

INDICE DE CONTENIDO

RESUMEN	3
ABSTRACT	4
JUSTIFICACIÓN	5
EVALUACIÓN DE RIESGO EN MICROPLÁSTICOS	6
1. Identificación del peligro	6
2. Caracterización del peligro	10
3. Determinación de la exposición	12
4. Caracterización del riesgo	18
CONCLUSIONES	19
BIBLIOGRAFÍA	21

INDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1: Origen de los microplásticos en los océanos.....	7
Ilustración 2: Movimiento de los plásticos según los giros oceánicos	7
Ilustración 3: Usos más frecuentes en la industria según el tipo de polímero	9

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Clasificación de los MP en base a su tamaño (Hartmann et al., 2019)	8
Tabla 2: Polímeros plásticos y sus acrónimos (EFSA (2016) y PlasticsEurope (2017)) ...	10
Tabla 3: Presencia de microplásticos en alimentos de origen marino	13
Tabla 4: Presencia de microplásticos en alimentos de origen no marino	14
Tabla 5: Contenido de microplásticos (MP) en los diferentes alimentos analizados	15
Tabla 6: Ingesta semanal estimada (IDE) en consumidores de 6 a 11 meses.....	16
Tabla 7: Ingesta semanal estimada (IDE) en consumidores de 1 a 3 años	17
Tabla 8: Ingesta semanal estimada (IDE) en consumidores de 4 a 9 años	17
Tabla 9: Ingesta semanal estimada (IDE) en consumidores de 10 a 18 años	17
Tabla 10: Ingesta semanal estimada (IDE) en consumidores de 18 a 39 años	18
Tabla 11: Ingesta semanal estimada (IDE) en consumidores de 40 a 64 años	18

RESUMEN

La familia de los plásticos está compuesta por una gran variedad de materiales lo que permite obtener una amplia gama de productos que cubren diferentes necesidades. Debido a la extensa variedad e incremento de las cantidades producidas a lo largo de los últimos años se ha generado preocupación respecto a su impacto medioambiental y los posibles daños sobre la salud.

La contaminación de los ecosistemas ha permitido que se incorporen a las cadenas tróficas microplásticos por medio de diferentes vías. Es por ello que se señala a la dieta como una fuente de exposición importante para el hombre.

Conocer los posibles efectos adversos en la salud de los consumidores es el gran reto actual. Para ello, es necesario realizar una evaluación del riesgo toxicológico.

Este TFM lleva a cabo una revisión bibliográfica actualizada de microplásticos para hacer un análisis del estado de las diferentes fases de la evaluación del riesgo. Los cuatro apartados que la componen son: identificación del peligro, caracterización del peligro, estimación de la exposición y caracterización del riesgo.

La caracterización del peligro es aún deficiente pues se desconocen aspectos relacionados con la toxicocinética, toxicodinamia y toxicidad (efectos) de los microplásticos en el hombre. Para determinar la exposición dietética se necesitan datos de presencia de microplásticos en los alimentos que componen la dieta de la población objeto de estudio. Actualmente, se han analizado fundamentalmente los niveles de microplásticos en alimentos de origen marino como el pescado, moluscos y crustáceos. Respecto a alimentos no marinos se han estudiado el agua de bebida, la sal, la miel y la cerveza. Usando los datos de consumo para la población española de la encuesta ENALIA, este TFM propone una estimación de la exposición a microplásticos procedente de los pocos grupos de alimentos de los que se disponen datos.

La caracterizar el riesgo no puede completarse sin las fases anteriores de la evaluación del riesgo por lo que cualquier estudio e investigación que favorezca la culminación de las distintas fases de la evaluación del riesgo de microplásticos de origen dietético supone un reto y una oportunidad.

ABSTRACT

The family of plastics is made up of a great variety of materials, which allows obtaining a wide range of products that cover different needs. Due to the wide variety and increase in the quantities produced over the last few years, concern has been raised regarding its environmental impact and possible damage to health.

Pollution of ecosystems has allowed them to be incorporated into microplastic food chains through different routes. That is why the diet is pointed out as an important source of exposure for man.

Knowing the possible adverse effects on the health of consumers is the great current challenge. This requires an evaluation of the toxicological risk.

This TFM carries out an updated bibliographic review of microplastics to analyze the state of the different phases of the risk assessment. The four sections that compose it are: hazard identification, hazard characterization, exposure estimation and risk characterization.

The characterization of the danger is still deficient because aspects related to the toxicokinetic, toxicodynamic and toxicity (effects) of microplastics in man are unknown. To determine the dietary exposure, data on the presence of microplastics in the foods that make up the diet of the study population are needed. Currently, the levels of microplastics in foods of marine origin such as fish, mollusks and crustaceans have been fundamentally analyzed. Regarding non-marine foods, drinking water, salt, honey and beer have been studied. Using the consumption data for the Spanish population from the ENALIA survey, this TFM proposes an estimate of microplastics exposure from the few food groups for which data are available.

Characterizing risk cannot be completed without the previous phases of risk assessment, so any study and research that favors the completion of the different phases of risk assessment of microplastics of dietary origin is both a challenge and an opportunity.

JUSTIFICACIÓN

La contaminación del medio ambiente debido a desechos plásticos ha sido, posiblemente hasta la epidemia del COVID, una preocupación global creciente debido al impacto ambiental y los previsibles daños sobre la salud. La contaminación de los diferentes ecosistemas con plásticos ha permitido la introducción de microplásticos en las cadenas tróficas y, por ello, la dieta ha sido señalada como una fuente de exposición relevante para el hombre si bien no existen aún estudios de exposición dietética total.

Hasta ahora, la presencia de polímeros plásticos ha sido analizada en distintos grupos de alimentos, especialmente en los de origen marino, pero existen muchas limitaciones aún para la evaluación toxicológica de su exposición dietética. La Agencia Europea de Seguridad Alimentaria, EFSA (2016), Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, FAO (2017), la Science Advice for Policy by European Academies, SAPEA (2019) y las Agencia Noruega y Española de Seguridad Alimentaria (VKM, 2019 y AESAN, 2020) han emitido informes que recogen el conocimiento actual sobre la contaminación de los alimentos por microplásticos (MP).

Tras una revisión bibliográfica del estado actual de esta temática, este TFM plantea una propuesta de evaluación del riesgo toxicológico de la exposición dietética a microplásticos. Este proyecto señala aquellas fases que debieran seguirse si una la población española deseara evaluar toxicológicamente su exposición dietética a MP.

Según la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, AESAN (2020) la evaluación de riesgos permite conocer los efectos adversos que aparecen en la salud de los consumidores tras exponerse a peligros de origen alimentario. Se entiende por peligro todo aquel agente biológico, químico o físico presente en un alimento, o condición de dicho alimento, que puede causar un efecto adverso en la salud.

Identificando a los microplásticos como un peligro alimentario, la evaluación de sus riesgos debería de constar de las siguientes fases: identificación del peligro, caracterización del peligro, estimación de la exposición y caracterización del riesgo. A continuación, abordaremos cada una de ellas incorporando datos publicados y propuestas.

EVALUACIÓN DE RIESGO EN MICROPLÁSTICOS

1. Identificación del peligro

Procedemos identificando los microplásticos, en adelante MP, (agentes físicos) como peligro alimentario.

Sabemos que los MP ambientales tienen la capacidad de acceder a la cadena trófica por distintas vías. El control de la contaminación ambiental con MP contribuiría a minimizar la contaminación de los alimentos con MP. Entre las fuentes de contaminación de MP destacan los desechos plásticos que, por efecto de las fuertes radiaciones y la exposición a viento y oleaje, se degradan a micro y nanopartículas; la industria cosmética de la cual derivan las micro esferas, y geles y productos de exfoliación facial utilizados en la higiene diaria; la industria textil, pues las fibras sintéticas se degradan en microfibras por abrasión durante el lavado y por la acción de detergentes y productos químicos, abriéndose camino en aire, ríos, lagos y grandes masas de agua; el polvo generado en las ciudades como resultado de la meteorización, abrasión ambiental y derrames es otra fuente, generalmente se engloba junto con la abrasión de neumáticos procedentes de la industria automovilística. También revestimientos y pinturas y contaminantes de embarcaciones, así como utensilios de pesca han sido mencionados como fuentes de contaminación por MP.

Algunos estudios consideran las plantas de tratamiento de aguas residuales una fuente de entrada en las aguas dulces. Se han detectado microplásticos en las etapas primaria y secundaria de estas aguas.

Las Ilustraciones 1 y 2 muestran las fuentes de microplásticos en los océanos y cómo son sus movimientos según los giros oceánicos del planeta.



Ilustración 1: Fuentes de los microplásticos en los océanos



Ilustración 2: Movimiento de los plásticos según los giros oceánicos

Aunque EFSA (2016), FAO (2017), SAPEA (2019) y VKM, Norwegian Scientific Committee for Food and Environment, (2019), señalan que no hay definición y terminología acordada internacionalmente sobre MP, la investigación sobre la contaminación alimentaria con MP evoluciona rápidamente. Hartmann et al., 2019 propone considerar a los desechos plásticos como *“objetos que se componen de polímeros naturales sintéticos o muy modificados como un ingrediente que, cuando están presentes en el medio natural sin cumplir una función prevista, son sólidos e insolubles en agua a 20°C”*.

En la Tabla 1 se presenta la clasificación de los plásticos propuesta por Hartmann et al (2019) en base a su tamaño/dimensión:

Tabla 1: Clasificación de los MP en base a su tamaño (Hartmann et al., 2019)	
DEFINICIÓN DEL TÉRMINO	HASTA LA MAYOR DIMENSIÓN
Nanoplásticos	1 a <1000 nm
Microplásticos	1 a <1000 µm
Mesoplásticos	1 a <10 mm
Macroplásticos	1 cm y más grande

En la identificación del peligro son relevantes aspectos como tamaño, forma, color, origen, composición química y presencia de aditivos (VKM, 2019). Las formas en que se pueden encontrar los MP en el medio son variadas: esferas, cilindros, fragmentos, películas (films) y fibras. Por su origen pueden agruparse en partículas primarias (fabricadas originalmente en ese tamaño) o secundarias (originadas por fragmentación) (VKM, 2019).

La AESAN (2019) clasifica los plásticos por su estructura en 3 grupos: termoplásticos (pueden fundirse y endurecerse de forma indefinida), plásticos termoestables (se les realiza una transformación química al calentarlos creando una red tridimensional por lo que una vez que se enfrían no pueden volver a fundirse) y elastómeros (su elasticidad posibilita una amplia gama de diseños y desarrollos de

envases). Cada grupo contiene, según sus características específicas, diferentes tipos de polímeros plásticos.

La ilustración 3 muestra los polímeros más utilizados en la fabricación de productos en Europa.

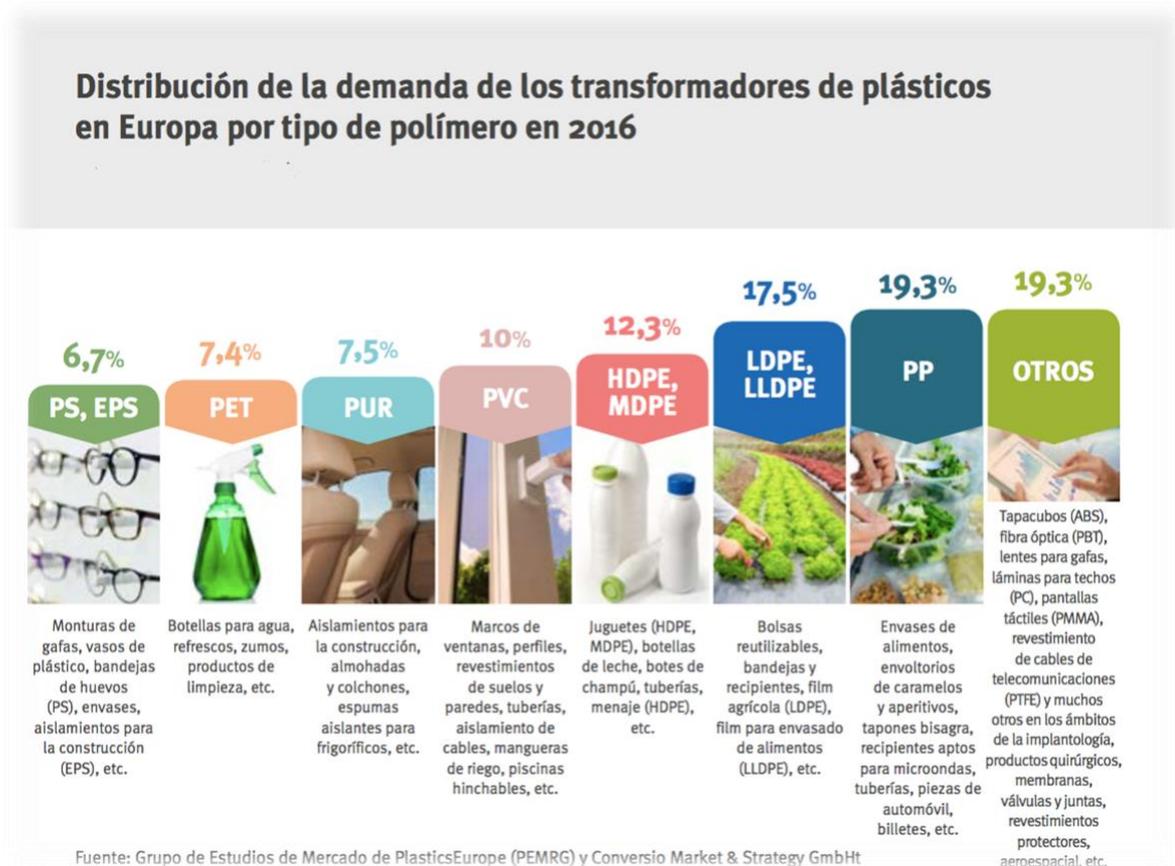


Ilustración 3: Usos más frecuentes en la industria según el tipo de polímero

En la tabla 2 se puede ver la designación de cada polímero plástico, la variedad disponible ofrece una gama de propiedades a las que la industria se acoge según las características que precisa el producto final.

Tabla 2: Polímeros plásticos y sus acrónimos (EFSA (2016) y PlasticsEurope (2017))	
TIPO DE POLÍMERO PLÁSTICO	ACRÓNIMO
Poliestireno	PS
Poliestireno expandido	EPS
Tereftalato de polietileno	PET
Poliuretano	PUR
Policloruro de vinilo	PVC
Polietileno de alta densidad	HDPE
Polietileno de densidad media	MDPE
Polietileno de baja densidad	LDPE
Polietileno lineal de baja densidad	LLDPE
Polipropileno	PP
OTROS	
Policarbonato	PC
Poli(metacrilato de metilo)	PMMA
Resina de acrilonitrilo-butadieno-estireno	ABS
Tereftalato de polibutileno	PBT
Politetrafluoretileno	PTFE

En lo que respecta a los MP los polímeros más estudiados como contaminantes alimentarios son el polietileno (PE), el polipropileno (PP), el poliestireno (PS), el cloruro de polivinilo (PVC), el polietilentereftalato (PET) y el poliuretano (PUR).

2. Caracterización del peligro

Es la evaluación cuantitativa y/o cualitativa de la naturaleza de los efectos adversos para la salud asociados con el peligro en cuestión (AECOSAN, 2020).

Para caracterizar el peligro debe conocerse la toxicocinética (absorción, distribución, metabolismo y excreción) y toxicodinamia (mecanismo de acción) del contaminante, los posibles biomarcadores de exposición (es decir, cómo podemos medir la concentración del contaminante en el organismo) y la toxicidad observada en modelos o animales experimentales o aquella previsible (efectos tóxicos) en el individuo que se exponga al contaminante.

A día de hoy el conocimiento sobre toxicocinética, toxicodinamia y toxicidad de los microplásticos en el ser humano es escasa (EFSA, 2016), la misma opinión tiene SAPEA (2019), donde explica que la toxicidad por microplásticos es incierta.

En seguridad alimentaria nos centramos en la exposición humana a estas partículas por ingestión. Los datos toxicocinéticos disponibles abarcan absorción y distribución, pero hay escasos estudios sobre metabolismo y excreción. El tamaño de las partículas es un factor importante para determinar el alcance de la absorción de MP. Aunque hay falta de información sobre el comportamiento de los microplásticos en el tracto intestinal se sabe que para determinados tamaños podría haber translocación a través del epitelio intestinal lo que permitiría distribución de los MP hacia órganos y tejidos. La absorción intestinal es baja pero se sospecha que acceden al tejido linfático por fagocitosis o endocitosis. Hay escasos datos de absorción de MP en humanos, aunque diversos estudios han detectado en mamíferos micropartículas con un tamaño hasta 150 μm en la linfa, mientras que otro estudio detectó partículas de hasta 110 μm en la vena porta. Es muy probable que a partir de 150 μm los MP no se absorban. Los de menor tamaño presentaron absorción limitada ($\leq 0.3\%$). Se sospecha que sólo puede penetrar profundamente en los órganos la fracción más pequeña ($< 1,5 \mu\text{m}$), (EFSA 2016).

Hay escasos estudios sobre el metabolismo y excreción, aunque cabe destacar la realización de un estudio en heces humanas que demuestra la eliminación de MP con un tamaño de entre 50 – 500 μm por 10 g de heces. Hasta 9 tipos de polímeros plásticos fueron determinados siendo el polipropileno (PP) y tereftalato de polietileno (PET) lo más abundantes (AESAN, 2019). Encontrándose este tamaño de partículas en rango superior al detectado para que se produzca absorción.

En animales marinos se sabe que los MP provocan efectos tóxicos lo que conlleva a un aumento de mortalidad, reducción de masa corporal u metabolismo, cambios en comportamiento y fertilidad, neurotoxicidad y estrés oxidativo, (AESAN, 2019).

La caracterización del peligro tiene como fin establecer valores de referencia, basándose en un modelo de dosis-respuesta, que permitirá establecer el nivel de exposición o dosis a la que no se observa efectos adversos (NOAEL). A partir de este valor, siguiendo criterios aceptados, se aplicará un factor de incertidumbre o de seguridad (habitualmente mínimo 100) para establecer la ingesta diaria admisible (IDA)

en el caso de aditivos alimentarios, por ejemplo, o ingestas semanales provisionales tolerables (PTWI) como se ha hecho con los metales pesados, o ingestas diarias tolerables (TDI) u otros valores de ingesta recomendados (Repetto, 1995).

La PTWI (Ingesta Semanal Tolerable Provisional) se define como la dosis semanal, establecida de manera provisional, que puede acumularse en un organismo sin experimentar efectos tóxicos

La TDI (Ingesta Diaria Tolerable) se define como la cantidad diaria que puede ser ingerida por un individuo a lo largo de toda su vida sin riesgos apreciables para la salud.

Actualmente no hay ingestas de referencia y niveles máximos de exposición establecidos para ninguna de las moléculas de MP anteriormente señaladas y este podría considerarse el reto más inmediato de la seguridad alimentaria.

3. Determinación de la exposición

Consiste en la evaluación cuantitativa y/o cualitativa por ingesta probable del agente (MP en nuestro caso) mediante alimentos, así como la exposición a otras fuentes, cuando proceda (AECOSAN, 2020).

La dificultad de la determinación de la exposición dietética a MP se deriva, principalmente, de la variedad de tipos de partículas de microplásticos ya que nos enfrentamos a diferentes polímeros, formas y tamaños. Al igual que ocurre con otros contaminantes alimentarios como los HAP, los PCB, entre otros, la determinación de la exposición exigiría la evaluación individual para cada partícula de microplástico, pero esto no es práctico ni factible pues se necesitarían datos de exposición y peligro para cada clase (ejemplo: cada polímero y clase de tamaño) (SAPEA, 2019).

La determinación de la exposición precisa, por tanto, de datos de presencia/contaminación por MP en los distintos alimentos que conforman la dieta de la población/comunidad objeto de estudio y, en segundo lugar, de datos de consumo de estos grupos de alimentos por parte de la población objeto de estudio. En el caso de España, la encuesta nutricional más reciente ha sido efectuada en entre noviembre de 2012 y noviembre de 2015 por el Ministerio de Sanidad y recibe el nombre de ENALIA.

Se puede afirmar que hay evidencias de la presencia de MP en agua embotellada, agua potable de abastecimiento público y otros alimentos como miel, sal, pescado, mariscos, cerveza y azúcar. Sin embargo, la calidad de los datos sobre niveles de

microplásticos es limitada. Además, categorías de alimentos relevantes como la carne, verduras, y productos lácteos aún no han sido investigados, (VKM, 2019). Los resultados previos de contenido de MP hasta el momento publicados se presentan en las tablas 3, 4 y 5.

Tabla 3: Presencia de microplásticos en alimentos de origen marino

Alimento	Contenido en microplásticos	Polímeros encontrados	Localización	Fuente
Pescado: 26 especies	0,27 ± 0,63 partículas/pez	PP, PE	Costa portuguesa	Neves et al. (2015)
Pescado:	1,67 ± 0,27 partículas/pez	PES, PP	Portugal, Estuario de Mondego	Bessa et al. (2018)
<i>Dicentrarchus labrax</i> <i>Diplodus vulgaris</i> <i>Platichthys flesus</i>				
Pescado	2014: 1,73 ± 0,05 partículas/pez 2015: 1,64 ± 0,1 partículas/pez	PVC, PP, PE, PES, PA	Mar Adriático	Pellini et al. (2018)
Moluscos	0,36 ± 0,07 partículas/g w.w. 0,47 ± 0,16 partículas/g w.w.	No especificado	-	Cauwenberghe y Janssen (2014)
<i>Mytilus edulis</i> <i>Crassostrea gigas</i>				
<i>Mytilus</i> spp.	3,0 ± 0,9 partículas/g w.w. 3,2 ± 0,52 partículas/mejillón	No especificado	Costa de Escocia	Catarino et al. (2018)
Moluscos bivalvos	0.15 ± 0.20 partículas/g 0.97 ± 0.74 partículas/individuo	PE, PP, PS, PES	Corea del Sur	Cho et al. (2019)
<i>Crassostrea gigas</i> <i>Mytilus edulis</i>				
<i>Tapes philippinarum</i> <i>Patinopecten yessoensis</i>				
<i>Mytilus galloprovincialis</i> especies cultivadas y naturales	6,2-7,2 partículas/g w.w.	No especificado	Italia	Renzi et al. (2018)
<i>Crangon crangon</i>	0,68 ± 0,55 partículas/g w.w.	No especificado	Aguas poco profundas del área del Canal y la parte sur del Mar del Norte	Devriese et al. (2015).

Tabla 4: Presencia de microplásticos en alimentos de origen no marino

Alimento	Contenido en microplásticos	Polímeros encontrados	Localización	Fuente
Sal de mesa	50-280 partículas/kg	PET, PP, PE	España	Iñiguez et al. (2017)
Sal marina	550-681 partículas/kg	PE, PET, celofán	China	Yang et al. (2015)
Sal de roca	7-204 partículas/kg			
Sal de lago	43-364 partículas/kg			
Sal marina	0-1674 partículas/kg	PE, PET, PP	16 países/regiones en 6 continentes	Kim et al. (2018)
Sal de roca	0-148 partículas/kg			
Sal de lago	28-462 partículas/kg			
Sal marina	1,57-8,23 partículas/g	No especificado	Italia	Renzi y Blašković (2018)
Sal marina	27,13-31,68 partículas/g	No especificado	Croacia	Renzi y Blašković (2018)
Sal marina	16-84 partículas/kg	PE, PP	Turquía	Gündoğdu (2018)
Sal de lago	8-102 partículas/kg			
Sal de roca	9-16 partículas/kg			
Sal	0-10 partículas /kg	PP, PE	Australia, Francia, Irán, Japón, Malasia, Nueva Zelanda, Portugal, Sudáfrica	Karami et al. (2017)
Sal de mesa	9,77 partículas/kg	PP, PE, PS, PES, PEI, PET, POM	Taiwan	Lee et al. (2019)
Sal de mesa	Media 140,2 partículas/kg	PET, PP, PE	Mundial	Lee et al. (2019)
Sal	46,7-806 partículas/kg	No especificado	Estados Unidos	Kosuth et al. (2018)
Miel	166 fibras/kg 9 fragmentos/kg	No especificado	Alemania, Francia, Italia, España, México	Liebezeit y Liebezeit (2013)
Azúcar	217 fibras/kg 32 fragmentos/kg	No especificado	Mercado local Alemania	Liebezeit y Liebezeit (2013)
Cerveza	23 fibras/l 33 fragmentos/l 17 gránulos/l	No especificado	Alemania	Liebezeit y Liebezeit (2014)
Cerveza	0-14,3 partículas/l	No especificado	Estados Unidos	Kosuth et al. (2018)
Agua bruta	1383-4464 partículas/l en agua bruta	PET, PP, PE	República Checa, zonas urbanas	Pivokonski et al. (2018)
Agua tratada	243-684 partículas/l en agua tratada			
Agua embotellada	3633 partículas/l	PET, PE, PP	Alemania	Oßmann et al. (2018)
Agua en botellas de plástico de un solo uso	2649 ± 2857 partículas/l			
Agua en botellas de vidrio	6292 ± 10,521 partículas/l			
Agua bruta	7 partículas/m ³	PE, PA, PS, PVC	Alemania	Mintening et al. (2019)
Agua embotellada	0,01-10 ⁸ partículas/m ³	PE, PP, PS, PVC, PET	Asia, Australia, Europa y América del Norte	Koelmans et al. (2019)
Agua de grifo				

Tabla 5: Contenido de microplásticos (MP) en los diferentes alimentos analizados

Alimento analizado	Unidad de medida	Contenido en MP		
		Límite inferior	Media	Límite superior
Pescado	(partículas/pez)	0,05	1,42	1,73
Moluscos	(partículas/g w.w.)	0,07	0,415	3,2
Moluscos	(partículas/mejillón)	0,52	1,34	3,2
Moluscos bivalvos	(partículas/g)	0,15	2,69	7,2
Sal de mesa	(partículas/kg)	9,77	143,32	280
Sal	(partículas/kg)	0	408	806
Sal marina	(partículas/kg)	0	495,78	1674
Miel	(fibras/kg)	-	-	217
Miel	(fragmentos/kg)	-	-	9
Azúcar	(fibras/kg)	-	-	217
Azúcar	(fragmentos/kg)	-	-	32
Cerveza	(fibras/l)	-	-	23
Cerveza	(fragmentos/l)	-	-	33
Cerveza	(gránulos/l)	-	-	17
Cerveza	(partículas/l)	0	7,15	14,3
Agua embotellada	(partículas/l)	2649	5670,333333	10521

Los métodos de análisis y límites de detección de cada estudio es una información relevante pues favorece que la comparación de datos sea posible. Normalmente la descripción de los datos se hace por categorías de alimentos y se suelen señalar aquellos alimentos o grupos que destacan por sus altos contenidos.

La determinación de la exposición consiste en obtener un valor de ingesta diaria de ese contaminante a partir de la dieta pero también se debe precisar el porcentaje de contribución de cada uno de los distintos grupos de alimentos a esa ingesta estimada del contaminante pues conocer los grupos de alimentos que más contribuyen a la exposición dietética a MP ayudará a minimizar la contaminación, reducir la ingesta y diseñar programas de monitoreo así como límites máximos de contaminación.

En la determinación de la exposición a un contaminante alimentario en Europa se usan datos de consumo de alimentos europeos (base de datos *Concise European Food Consumption Database* o *Comprehensive European Food Consumption Database*) y distinguen los consumos para grupos poblacionales (niños, vegetarianos, grandes

consumidores, entre otros) por ser poblaciones más sensibles y susceptibles a los efectos tóxicos. A nivel nacional, en España, los datos de consumo de alimentos serán aquellos de la población española. Las encuestas de consumo de alimentos de España (ENIDE 2011; ENALIA, 2012, por ejemplo). En el caso de comunidades autónomas o comunidades concretas se pueden usar encuestas nutricionales específicas.

Los hábitos dietéticos van a condicionar la exposición y, por ello, en la determinación de la exposición habrá que considerar grupos diferenciados como consumidores medios versus consumidores abusivos de algún grupo de alimentos, niños versus adultos, ancianos, mujeres frente a hombres o incluso dietas especiales como son las veganas. Cuanto más individualizada o personalizada sea la determinación de la exposición mejores recomendaciones para prevenir los riesgos podrán ser emitidas.

A continuación, en las tablas de 6 - 11 se presenta la estimación de la ingesta dietética de MP en para distintos grupos de población española.

Tabla 6: Ingesta semanal estimada (IDE) en consumidores de 6 a 11 meses

ALIMENTO	CONSUMO DIARIO (g/día)	CONSUMO SEMANAL (g/semana)	CONTENIDO SUPERIOR MP*	UNIDAD	ISE*	UNIDAD
Sal	1,367	9,569	806	(partículas/kg)	7,713	(partículas/semana)
Agua mineral embotellada	103,488	724,416	10521	(partículas/l)	7621,581	(partículas/semana)
Azúcar blanca	7	49	217	(fibras/kg)	10,633	(fibras/semana)
Miel	2	14	217	(fibras/kg)	3,038	(fibras/semana)
Pescado fresco (bacalao)	50	350	1,73	(partículas/pez)	15,198	(partículas/semana)
Marisco	4,37	30,59	7,2	(partículas/g)	220,248	(partículas/semana)

*ISE: Ingesta semanal estimada.

Tabla 7: Ingesta semanal estimada (IDE) en consumidores de 1 a 3 años

ALIMENTO	CONSUMO DIARIO (g/día)	CONSUMO SEMANAL (g/semana)	CONTENIDO SUPERIOR MP*	UNIDAD	ISE	UNIDAD
Sal	1,671	11,697	806	(partículas/kg)	9,428	(partículas/semana)
Agua mineral embotellada	258,102	1806,714	10521	(partículas/l)	19008,438	(partículas/semana)
Azúcar blanca	6,733	47,131	217	(fibras/kg)	10,227	(fibras/semana)
Miel	15,05	105,35	217	(fibras/kg)	22,861	(fibras/semana)
Pescado fresco (bacalao)	84,161	589,127	1,73	(partículas/pez)	25,582	(partículas/semana)
Marisco	25,674	179,718	7,2	(partículas/g)	1293,970	(partículas/semana)

*ISE: Ingesta semanal estimada.

Tabla 8: Ingesta semanal estimada (IDE) en consumidores de 4 a 9 años

ALIMENTO	CONSUMO DIARIO (g/día)	CONSUMO SEMANAL (g/semana)	CONTENIDO SUPERIOR MP*	UNIDAD	ISE	UNIDAD
Sal	3,7	25,9	806	(partículas/kg)	20,875	(partículas/semana)
Agua mineral embotellada	443,24	3102,68	10521	(partículas/l)	32643,296	(partículas/semana)
Azúcar blanca	7,6	53,2	217	(fibras/kg)	11,544	(fibras/semana)
Miel	13,57	94,99	217	(fibras/kg)	20,613	(fibras/semana)
Pescado fresco (bacalao)	115,58	809,06	1,73	(partículas/pez)	35,132	(partículas/semana)
Marisco	46,049	322,343	7,2	(partículas/g)	2320,870	(partículas/semana)

*ISE: Ingesta semanal estimada.

Tabla 9: Ingesta semanal estimada (IDE) en consumidores de 10 a 18 años

ALIMENTO	CONSUMO DIARIO (g/día)	CONSUMO SEMANAL (g/semana)	CONTENIDO SUPERIOR MP*	UNIDAD	ISE	UNIDAD
Sal	4,746	33,222	806	(partículas/kg)	9,479	(partículas/semana)
Agua mineral embotellada	507,216	3550,512	10521	(partículas/l)	37354,937	(partículas/semana)
Azúcar blanca	9,113	63,791	217	(fibras/kg)	13,843	(fibras/semana)
Miel	14,468	101,276	217	(fibras/kg)	21,977	(fibras/semana)
Pescado fresco (bacalao)	136,273	953,911	1,73	(partículas/pez)	1419,768	(partículas/semana)
Marisco	53,24	372,68	7,2	(partículas/g)	2683,296	(partículas/semana)

*ISE: Ingesta semanal estimada.

Tabla 10: Ingesta semanal estimada (IDE) en consumidores de 18 a 39 años

ALIMENTO	CONSUMO DIARIO (g/día)	CONSUMO SEMANAL (g/semana)	CONTENIDO SUPERIOR MP*	UNIDAD	ISE	UNIDAD
Sal	1,68	11,76	806	(partículas/kg)	9,479	(partículas/semana)
Agua mineral embotellada	647,89	4535,23	10521	(partículas/l)	47715,155	(partículas/semana)
Azúcar blanca	14,16	99,12	217	(fibras/kg)	21,509	(fibras/semana)
Miel	16,27	113,89	217	(fibras/kg)	24,714	(fibras/semana)
Pescado fresco (bacalao)	66,91	468,37	1,73	(partículas/pez)	20,338	(partículas/semana)
Marisco	28,17	197,19	7,2	(partículas/g)	1419,768	(partículas/semana)
Cerveza	463,55	3244,85	14,3	(partículas/l)	45,71562069	(partículas/semana)

*ISE: Ingesta semanal estimada.

Tabla 11: Ingesta semanal estimada (IDE) en consumidores de 40 a 64 años

ALIMENTO	CONSUMO DIARIO (g/día)	CONSUMO SEMANAL (g/semana)	CONTENIDO SUPERIOR MP*	UNIDAD	ISE	UNIDAD
Sal	2	14	806	(partículas/kg)	11,284	(partículas/semana)
Agua mineral embotellada	592,93	4150,51	10521	(partículas/l)	43667,516	(partículas/semana)
Azúcar blanca	14,68	102,76	217	(fibras/kg)	22,299	(fibras/semana)
Miel	13,68	95,76	217	(fibras/kg)	20,780	(fibras/semana)
Pescado fresco (bacalao)	77,89	545,23	1,73	(partículas/pez)	23,676	(partículas/semana)
Marisco	35,06	245,42	7,2	(partículas/g)	1767,024	(partículas/semana)
Cerveza	418,56	2929,92	14,3	(partículas/l)	41,279	(partículas/semana)

*ISE: Ingesta semanal estimada.

En los estudios de evaluación de la exposición es ideal contemplar distintos escenarios de consumo teniendo en cuenta variables como sexo, edad, estados fisiológicos y/o patologías y peso, pues éstos pueden ser considerados para hacer estimaciones de exposición específicas. Tanto el consumo de alimentos como la estimación de la exposición al contaminante y las recomendaciones que se deriven, pueden variar según la diversidad de los distintos grupos poblacionales.

4. Caracterización del riesgo

Determinación de la estimación cuantitativa y/o cualitativa, incluyendo incertidumbres, probabilidad de aparición y gravedad de efectos adversos conocidos o potenciales para una población concreta, sobre la base de identificación del peligro, caracterización del mismo y evaluación de la exposición, (AECOSAN, 2020).

Ni EFSA (2016), FAO (2017) o SAPEA (2019) han realizado la caracterización del peligro de estos MP de forma cuantitativa para el hombre pues, en general, faltan datos de exposición y peligro, por lo que no se puede evaluar el riesgo en la salud humana (VKM, 2019).

CONCLUSIONES

La capacidad que tienen los microplásticos de acceder a la cadena trófica por distintas vías es un hecho. En lo que respecta a seguridad alimentaria conocer la exposición humana por ingesta a través de los alimentos que componen la dieta de una determinada población es aún un reto y una oportunidad.

Si bien se dispone de amplia bibliografía de la presencia de microplásticos en alimentos de origen marino, los estudios en alimentos no marinos son escasos. Es de vital importancia normalizar modelos experimentales de análisis que permitan analizar de forma estandarizada la presencia de estos contaminantes en los distintos grupos de alimentos que conforman la dieta de las distintas poblaciones a nivel global.

Para proponer una evaluación de riesgos por microplásticos en la población española, este trabajo fin de master se ha centrado en los datos hasta ahora publicados sobre niveles de microplásticos en los alimentos y los datos de consumo para España de los distintos grupos de alimentos publicados por la encuesta ENALIA, realizada por la Agencia Española de Consumo, Seguridad Alimentaria y Nutrición en 2015.

Tal y como se observa en los resultados descritos, la ingesta estimada de microplásticos más significativa se derivaría del consumo de agua mineral embotellada y de alimentos de origen marino, principalmente marisco. Es por ello que, ambos grupos de alimentos, aguas y marisco, podrían ser propuestos como grupos indicadores de la monitorización de la contaminación y exposición dietética a microplásticos. Además, también deberían ser los primeros grupos sobre los que se regulara la cantidad máxima permitida de estos contaminantes.

La evaluación de riesgos de MP es un reto futuro, pues hasta el momento la comparabilidad de los datos obtenidos es limitada además de ser desconocidos aún múltiples aspectos relacionados con la caracterización del peligro y la dosis respuesta en el humano. Por todo ello, el desarrollo e impulso de líneas de investigación sobre

microplásticos supone una oportunidad para los expertos en calidad y seguridad alimentaria pues existe tanto un interés social como un interés industrial en reducir nuestra exposición a ellos.

Hasta hace unos meses estudiar el comportamiento de los plásticos en los diferentes ecosistemas y su impacto medioambiental y en la salud humana se consideraban líneas de investigación prioritarias para la minimización de la exposición a estos contaminantes. Sin embargo, la epidemia COVID-19 ha derivado a nivel mundial en la recomendación de uso de muchos de los productos formulados con plásticos como barrera de protección lo cual cuestiona la priorización del uso frente al riesgo. A pesar de esta situación la preocupación por los riesgos derivados del uso abusivo de plásticos debe mantenerse favoreciendo la apuesta ya iniciada por una economía circular y el reciclaje de estos productos.

BIBLIOGRAFÍA

- 1) **AESAN (2019)**. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición. Sobre la presencia y la seguridad de los plásticos como contaminantes en los alimentos. AESAN-2019-007.
- 2) **Bessa, F., Barría, P., Neto, J.M., Frias, J.P.G.L., Otero, V., Sobral, P. y Marques, J.C. (2018)**. Occurrence of microplastics in commercial fish from a natural estuarine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 128, pp: 575-584.
- 3) **Catarino, A.I., Macchia, V., Sanderson, W.G., Thompson, R.C. y Henry, T.B. (2018)**. Low levels of microplastics (MP) in wild mussels indicate that MP ingestion by humans is minimal compared to exposure via household fibres fallout during a meal. *Environmental Pollution*, 237, pp: 675-684.
- 4) **Cho, Y., Shim, W.J., Jang, M., Han, G.M. y Hong, S.H. (2019)**. Abundance and characteristics of microplastics in market bivalves from South Korea. *Environmental Pollution*, 245, pp: 1107-1116.
- 5) **Devriese, L.I., van der Meulen, M.D., Maes, T., Bekaert, K., Paul-Pont, I., Frère, L., Robbens, J. y Vethaak, A.D. (2015)**. Microplastic contamination in brown shrimp (*Crangon crangon*, Linnaeus 1758) from coastal waters of the Southern North Sea and Channel area. *Marine Pollution Bulletin*, 98, pp: 179-187.
- 6) **EFSA (2016)**. Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. Panel on Contaminants in the Food Chain. Statement on the presence of μ plastics and nanoplastics in food, with particular focus on seafood. *EFSA Journal*, 14 (6): 4501.
- 7) **Gündoğdu, S. (2018)**. Contamination of table salts from Turkey with microplastics. *Food additives & contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment*, 35 (5), pp: 1006-1014.
- 8) **Iñiguez, M.E., Conesa, J.A. y Fullana, A. (2017)**. Microplastics in Spanish Table Salt. *Scientific Reports*, 7 (1), pp: 8620. Erratum in Microplastics in Spanish Table Salt. [Sci Rep. 2018]
- 9) **Karami, A., Golieskardi, A., Keong Choo, C.K., Larat, V., Galloway, T.S. y Salamatinia, B. (2017)**. The presence of microplastics in commercial salts from different countries. *Scientific Reports*, 7: 46173, pp: 1-11. Erratum in The presence of microplastics in commercial salts from different countries.
- 10) **Kim, J.S., Lee, H.J., Kim, S.K. y Kim, H.J. (2018)**. Global Pattern of Microplastics (MPs) in Commercial Food-Grade Salts: Sea Salt as an Indicator of Seawater MP Pollution. *Environmental Science & Technology*, 52 (21), pp: 12819-12828.
- 11) **Koelmans, A.A., Mohamed Nor, N.H., Hermsen, E., Kooi, M., Mintenig, S.M. y De France, J. (2019)**. Microplastics in freshwaters and drinking water: Critical review and assessment of data quality. *Water Research*, 155, pp: 410-422.
- 12) **Kosuth, M., Mason, S.A. y Wattenberg, E.V. (2018)**. Anthropogenic contamination of tap water, beer, and sea salt. *PLoS One*, 13 (4): e0194970.
- 13) **Lee, H., Kunz, A., Shim, W.J. y Walther, B.A. (2019)**. Microplastic contamination of table salts from Taiwan, including a global review. *Scientific Reports*, 9 (1), pp: 10145.
- 14) **Liebezeit, G. y Liebezeit, E. (2013)**. Non-pollen particulates in honey and sugar. *Food additives & contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment*, 30, pp: 2136-2140.

- 15) **Liebezeit, G. y Liebezeit, E. (2014).** Synthetic particles as contaminants in German beers. *Food additives & contaminants. Part A, Chemistry, analysis, control, exposure & risk assessment*, 31 (9), pp: 1574-1578.
- 16) **Mintenig, S.M., Löder, M.G., Primpke, S. y Gerdtts, G. (2019).** Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources. *Science of the Total Environment*, 648, pp: 631-635.
- 17) **Neves, D., Sobral, P., Ferreira, J.L. y Pereira, T. (2015).** Ingestion of microplastics by commercial fish off the Portuguese coast. *Marine Pollution Bulletin*, 101, pp: 119-126.
- 18) **Oßmann, B.E., Sarau, G., Holtmannspötter, H., Pischetsrieder, M., Christiansen, S.H. y Dicke, W. (2018).** Small- sized microplastics and pigmented particles in bottled mineral water. *Water Research*, 141, pp: 307-316.
- 19) **Pellini, G., Gomiero, A., Fortibuoni, T., Ferrà, C., Grati, F., Tassetti, A.N., Polidori, P., Fabi, G. y Scarcella, G. (2018).** Characterization of microplastic litter in the gastrointestinal tract of *Solea solea* from the Adriatic Sea. *Environmental Pollution*, 234, pp: 943-952.
- 20) **Pivokonsky, M., Cermakova, L., Novotna, K., Peer, P., Cajthaml, T. y Janda, V. (2018).** Occurrence of microplastics in raw and treated drinking water. *Science of the Total Environment*, 643, pp:1644-1651.
- 21) **PlasticsEurope (2016).** Plastics—the Facts 2016: An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data, Brussels, Belgium.
- 22) **PlasticsEurope (2017).** Plastics—the Facts 2017: An Analysis of European Plastics Production, Demand and Waste Data, Brussels, Belgium.
- 23) **Renzi, M. y Blašković, A. (2018).** Litter & microplastics features in table salts from marine origin: Italian versus Croatian brands. *Marine Pollution Bulletin*, 135, pp: 62-68.
- 24) **Renzi, M., Guerranti, C. y Blašković, A. (2018).** Microplastic contents from maricultured and natural mussels. *Marine Pollution Bulletin*, 131 (Pt A), pp: 248-251.
- 25) **SAPEA (2019).** Science Advice for Policy by European Academies. A Scientific Perspective on Microplastics in Nature and Society. Berlin: SAPEA. Disponible en: <https://doi.org/10.26356/microplastics> [acceso: 14-11-19].
- 26) **VKM (2019).** Norwegian Scientific Committee for Food and Environment. Microplastics; occurrence, levels and implications for environment and human health related to food. VKM report 2019: 16.
- 27) **Yang, D., Shi, H., Li, L., Li, J., Jabeen, K. y Kolandhasamy, P. (2015).** Microplastic Pollution in Table Salts from China. *Environmental Science & Technology*, 49 (22), pp: 13622-13627.