



Revista Española de Salud Pública

ISSN: 1135-5727

ISSN: 2173-9110

Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar social

Bollaín-Pastor, Clara; Vicente-Agulló, David
Presencia de microplásticos en aguas y su potencial impacto en la salud pública
Revista Española de Salud Pública, vol. 93, e201908064, 2019, Enero-Diciembre
Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar social

Disponible en: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17066277062>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso
abierto

COLABORACIÓN ESPECIAL

Recibido: 1 de marzo de 2019
Aceptado: 29 de abril de 2019
Publicado: 28 de agosto de 2019

PRESENCIA DE MICROPLÁSTICOS EN AGUAS Y SU POTENCIAL IMPACTO EN LA SALUD PÚBLICA

Clara Bollain Pastor (1) y David Vicente Agulló (1)

(1) Centro de Salud Pública de Alicante. Conselleria de Sanidad Universal y Salud Pública. Generalitat Valenciana. Alicante. España.

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

RESUMEN

El uso de plásticos se ha visto incrementado de manera exponencial en los últimos años. Su difícil reciclaje y su baja capacidad de degradación tienen como consecuencia una acumulación de estos en el medio ambiente. Pese a su gran estabilidad, se ven sometidos a erosión física y química, dando lugar a fragmentos más pequeños. Aunque no hay una definición estandarizada del concepto de microplástico, se ha aceptado el límite máximo de 5 mm como criterio.

Los plásticos, además de las consecuencias sobre el medio ambiente, tienen un efecto directo sobre los seres vivos, ya sea por ingestión o por toxicidad. También, pueden actuar como vehículos de especies invasoras y adsorber en su superficie otros contaminantes como los BPCs, los HAPs o el DDT, incrementando así el efecto tóxico propio debido a los componentes que poseen tales como plastificantes, aditivos, metales pesados, etc.

Existe disparidad en los resultados publicados en cuanto a la presencia de microplásticos tanto en abastecimientos como en agua de consumo y embotellada. No existe una metodología normalizada de métodos analíticos, como tampoco rigor en la definición y descripción de los microplásticos que permitan la comparación de resultados.

Ante la falta de evidencia científica, es necesario profundizar en el estudio sobre la presencia de estos y sus efectos potenciales en la salud, para ser considerado como un parámetro a vigilar en las aguas de consumo humano.

Palabras clave: Microplásticos, Plásticos, Contaminantes, Impacto ambiental, Medio ambiente y Salud Pública, Agua de consumo, Análisis del agua, Legislación sanitaria

ABSTRACT

Presence of microplastics in water and the potential impact on public health

The use of plastics has increased exponentially over recent years. Difficulties in their recycling and their low degradability result in their accumulation in the environment. Despite their great stability, they are subject to physical and chemical erosion resulting in smaller fragments. Although there is no standard definition of microplastics, the maximum limit of 5 mm has been accepted as a criterion.

Plastics, in addition to the consequences on the environment, have a direct effect on living beings, either by ingestion or toxicity. They may also act as a vehicle for invasive species and adsorb other contaminants on their surface such as PCBs, PAHs or DDT. This, increases the toxic effect of their own components such as plasticizers, additives, heavy metals, etc.

There is disparity in the published results regarding the presence of microplastics in both water supplies and drinking water and bottled water. There are no standard analytical methods, nor a consensus in the definition and description of microplastics that allow an appropriate comparison of results.

In the absence of scientific evidence, it is necessary to study in depth the presence of microplastics in water and the potential effects on health, in order to be able to consider microplastics as a monitoring parameter in drinking water.

Key words: Microplastics, Plastics, Pollutants, Environmental Impact, Environment and Public Health, Drinking water, Water analysis

Correspondencia:
Clara Bollain Pastor
Plaza de España, 6
03010 Alicante, España
bollain_cla@gva.es

Cita sugerida: Bollain Pastor C, Vicente Agulló D. Presencia de microplásticos en aguas y su potencial impacto en la salud pública. Rev Esp Salud Pública. 2019;93: 28 de agosto e201908064.

INTRODUCCIÓN

Definición de microplásticos. El uso de plásticos en la sociedad actual se ha visto incrementado de manera exponencial en los últimos años y, en especial, desde su aplicación a productos de un solo uso⁽¹⁾. Su difícil reciclaje y su baja capacidad de degradación tienen como consecuencia una acumulación de estos en el medio ambiente, lo que ha sido reconocido como un problema medioambiental emergente⁽²⁾. La adopción de productos etiquetados como “biodegradables” u “oxo-degradables” (que se fragmentan rápidamente) tampoco parecen disminuir de manera significativa ni la cantidad de plástico que llega a las aguas ni el impacto físico o químico tanto sobre el medio acuático (marino)⁽³⁾ como sobre el medio terrestre⁽⁴⁾, donde también se ha identificado su presencia. Pese a su gran estabilidad física, los plásticos, con el tiempo, se pueden ver sometidos a erosión física y química, degradándose en fragmentos más pequeños: los microplásticos y los nanoplasticos.

Aunque no hay una definición estandarizada del concepto de microplástico, parece ser que se discutió formalmente en la jornada *First International Workshop on the occurrence effects and fate of microplastic marine debris*, que tuvo lugar en 2008 y fue organizada por la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) de Estados Unidos. Los participantes acordaron el límite máximo de 5 mm como criterio para considerar los microplásticos como tales⁽⁵⁾. Por otro lado, en el ámbito de los nanomateriales, se considera como nanoplasticos aquellos inferiores a 100 nm⁽⁶⁾.

La Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA) va más allá en su definición de microplásticos y plantea, además del tamaño, criterios tales como: el tipo de sustancia

(materiales poliméricos sintéticos, biopolímeros modificados químicamente), su estado (sólido, semisólido) y su morfología (esferas, fibras, láminas). El fin es establecer parámetros claros puramente reglamentarios⁽⁷⁾.

En el contexto de este trabajo se va a considerar la definición generalmente aceptada de microplásticos como aquellos comprendidos entre 100 nm y 5 mm.

Desde que empezó a usarse el término “microplástico”, la evolución del número de publicaciones relacionadas ha aumentado, como puede apreciarse en la **figura 1**. Esto supone un claro indicador de la aceptación del término por la comunidad científica y el aumento exponencial del número de trabajos publicados al respecto⁽⁸⁾.

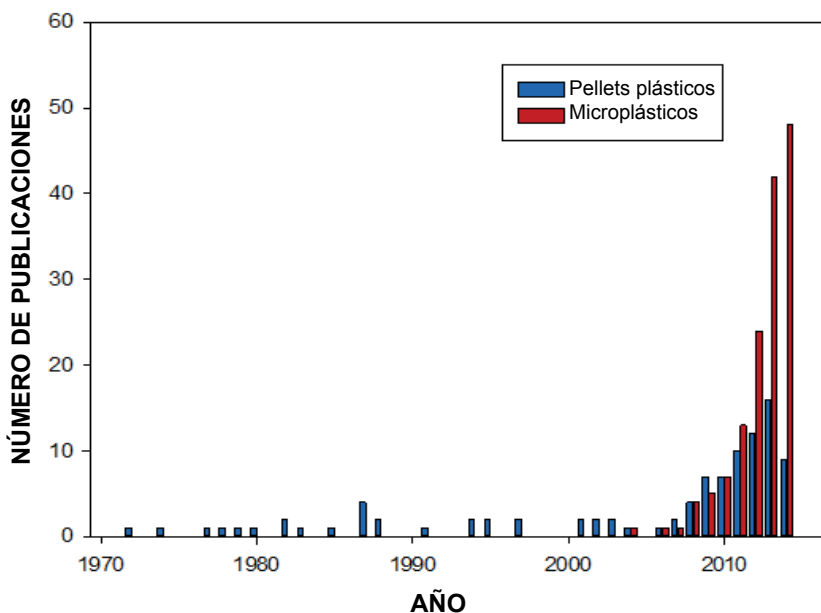
Origen. El único origen de la contaminación de las aguas por plásticos es la actividad humana. Las fuentes de microplásticos pueden ser:

- i) Primarias: el microplástico es producido tal cual. Por ejemplo, se elabora en forma de microesferas en el sector cosmético (en la formulación de exfoliantes, pasta de dientes, etc.), o bien como materia prima para la producción de plásticos (granza).
- ii) Secundarias: cuando se producen como consecuencia de la degradación física o química de plásticos o fibras de mayor tamaño, que llegan al medio ambiente por una mala gestión de los residuos⁽⁹⁾.

Efectos. Los plásticos, además de las consecuencias sobre el medio ambiente, tienen un efecto directo evidente sobre los seres vivos, ya sea por ingestión, estrangulamiento, atrapamiento o toxicidad.

Respecto a la toxicidad, la IARC (*International Agency for Research on*

Figura 1
Número de publicaciones por año (1970-2014),
usando el término de búsqueda “plastic pellets” y “microplastics”.
Recopilado por Sarah Gall, Universidad de Plymouth, Reino Unido.



Cancer) incluye algunos plásticos, sus componentes o derivados en su lista de clasificación de carcinógenos. Por ejemplo, aunque el PVC (policloruro de vinilo) o el PS (poliestireno) están considerados en el Grupo 3 (“no clasificable como carcinógeno para los humanos”), alguno de sus componentes o derivados sí se incluyen en otros grupos: el cloruro de vinilo en el Grupo 1 (“cancerígeno para los seres humanos”), el estireno en el Grupo 2A (“probablemente carcinógeno para los humanos”) o algunos derivados de los ftalatos en el Grupo 2B (“posiblemente carcinógeno para los humanos”).

Por otro lado, no solo hay evidencias del efecto físico y químico directo, sino que también se ha descrito que los plásticos pueden actuar como vehículos de especies invasoras o incluso adsorber en su superficie otros

contaminantes como los BPCs (bifenilos policlorados), los HAPs (hidrocarburos aromáticos policíclicos) o el DDT (diclorodifeniltricloroetano)⁽¹⁰⁾, incrementando así el potencial efecto contaminante cuando se degradan y dando lugar a los microplásticos.

Respecto a la ingestión de microplásticos, investigaciones recientes indican que hay evidencia tanto del impacto físico directo en la fauna acuática⁽¹¹⁾ como de la toxicidad por incorporación de compuestos químicos (plastificantes, aditivos, metales pesados, etc.) a la cadena trófica⁽¹²⁾.

Objetivos. Con estos antecedentes, los objetivos planteados en este trabajo fueron:

- Revisar la legislación y las recomendaciones internacionales actuales.

- Describir la presencia y origen de los microplásticos en el agua potable.
- Evaluar el potencial impacto de los microplásticos como riesgo emergente para la salud pública.

RESULTADOS

Posición de los organismos internacionales y situación normativa actual.

i) Organización de las Naciones Unidas (ONU). Por parte de este organismo, es ONU Medioambiente (United Nations Environment Programme) quien está promoviendo la mayor parte de los estudios, guías y recomendaciones para afrontar el problema y prevenir sus consecuencias, principalmente en el entorno marino. Por un lado, destacan dos guías de 2015⁽³⁾ y 2016⁽²⁾ que se centran en los residuos plásticos, describiendo la problemática y los posibles abordajes para la investigación y las políticas medioambientales. Por otro lado, también destacan dos informes publicados por GESAMP (Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection) sobre el origen y efecto de los microplásticos, también en el entorno marino^(8,13).

Tal es la implicación, que se prevé desarrollar una serie de talleres⁽¹⁴⁾ para concienciar sobre la contaminación marina debida a los plásticos acumulados, y compartir tanto las buenas prácticas para la gestión de los residuos plásticos como las políticas nacionales y las estrategias de reducción en la generación de microplásticos.

La Oficina Regional de la OMS de Europa publicó en septiembre de 2017 un documento de apoyo para la actualización de la *Directiva europea relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano*⁽¹⁵⁾, que sustituirá a la Directiva 98/83/CE. En estas

recomendaciones, no se menciona a los microplásticos, aunque sí a los nanomateriales, indicando que no hay medios adecuados para su medición o estandarización, y delegando su control en la legislación relativa a los materiales en contacto con el agua.

ii) Unión Europea (UE). De momento, la UE está realizando una aproximación principalmente dirigida al riesgo medioambiental y, en menor medida, al ámbito de la salud y la protección del consumidor.

De hecho, en 2018 la Comisión Europea publicó la comunicación: *A European Strategy for Plastics in a Circular Economy*⁽¹⁶⁾ que, aunque no tiene valor normativo, sí planteaba las directrices y prioridades a trasladar a las políticas medioambientales de cada estado miembro. Contempla un apartado específico sobre los microplásticos, describiendo su problemática y proponiendo acciones para disminuir su impacto en el medio ambiente y, en especial, en el medio marino. Entre otras medidas, recomendaba la mejora del tratamiento de las aguas residuales. Por otro lado, también destacaba la necesidad de monitorizar los microplásticos en el agua de consumo humano debido a su potencial efecto sobre la salud.

En parte como consecuencia de la adopción de esta estrategia, el Parlamento Europeo llegó a un acuerdo para, entre otras medidas, prohibir algunos productos plásticos de un solo uso (cubiertos, platos, pajitas, etc.), incentivar a la industria para desarrollar nuevos materiales, y concienciar a la población sobre el impacto medioambiental de los residuos plásticos⁽¹⁷⁾.

La Agencia Europea de Sustancias y Mezclas Químicas (ECHA) también publicó en 2018 el monográfico *Note on substance identification and the potential scope of a restriction on uses of microplastics*⁽¹⁸⁾, para valorar su inclusión en el Reglamento relativo al registro, evaluación,

autorización y restricción de sustancias y mezclas químicas (REACH). Además, hizo un llamamiento para recopilar evidencias científicas que avalasen sus recomendaciones a la Comisión Europea respecto a la restricción en el uso de microplásticos⁽¹⁹⁾. Como resultado de estas acciones, en enero de 2019 presentó una propuesta⁽²⁰⁾ para restringir el uso de microplásticos añadidos intencionadamente en mezclas de sustancias empleadas en medicina, productos cosméticos y de higiene, pinturas, revestimientos, materiales de construcción o agricultura. Mediante esta medida, se pretende reducir hasta cuatrocientas mil toneladas de microplásticos en los próximos 20 años, especialmente en el medio terrestre. De hecho, algunos estados miembros de la Unión Europea (Francia primero en julio de 2016, Reino Unido y Suecia después), ya se postularon como pioneros en legislar contra la fabricación y comercialización de productos que contuvieran microesferas plásticas. Dada la libre circulación transfronteriza entre estados miembros, instaron a la Comisión Europea a secundar esta propuesta mediante una normativa comunitaria. Por su parte, la industria que emplea estos materiales está buscando alternativas como minerales y sales naturales que los sustituyan.

La Agencia Europea de Medio Ambiente (EEA), publicó en 2018 el informe sobre el estado del agua *European Waters. Assessment of status and pressures*⁽²¹⁾ y, a pesar de que en la nota de prensa donde se anunciaba su publicación se mencionaba la preocupación por los microplásticos⁽²²⁾, estos no aparecían en el informe. En el mismo solo se citaban los microcontaminantes, poniendo como ejemplo el control que Suiza ejerce sobre ellos en las aguas residuales.

Tal y como se ha mencionado previamente, ya está disponible el borrador de la nueva *Directiva relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano*⁽²³⁾, que sustituirá a la Directiva 98/83/CE. Llama la atención

que, a pesar de los antecedentes, tampoco aquí se hace mención de los microplásticos, aunque sí se incorporan nuevos contaminantes como los disruptores hormonales, que pueden proceder de la degradación de plásticos o de sus materias primas.

iii) Otros países. Países con destacada actividad en Salud Pública, como EEUU, Canadá, Australia o Japón, también consideran los microplásticos como un riesgo emergente. Sus respectivas agencias o ministerios con competencias medioambientales han publicado informes y guías al respecto, donde se destaca el impacto presente y futuro.

En el caso de EEUU, mediante el reglamento *National Primary Drinking Water Regulations*⁽²⁴⁾ se dictaron los parámetros a controlar en sistemas públicos de agua. Aunque en ellos no se contempla el plástico como contaminante, sí se tuvo en cuenta el cloruro de vinilo, el estireno o el cianuro, todos ellos como parte de vertidos en la fabricación de plásticos. Dado que hay contaminantes no recogidos en esta normativa relativa al agua de consumo humano, se creó la *Norma de monitorización de contaminantes no regulados*⁽²⁵⁾, en la cual se estableció la recogida de 30 contaminantes distintos cada cinco años en pequeñas zonas de abastecimiento de hasta 10.000 habitantes. Los resultados sirven como fuente de información y consulta de contaminantes para la Agencia de Protección Ambiental (EPA), así como para otros organismos. De hecho, la EPA desarrolló una línea de investigación denominada *Trash-free Waters* que confirmó la presencia extensiva de plásticos en el medio marino. Afirmaba que aproximadamente el 90% de plástico que se encuentra en este medio es en forma de microplástico y le atribuyó un potencial tóxico por su persistencia y por su capacidad adsorbente de sustancias tóxicas, persistentes y bioacumulativas (TPBs), las cuales tienen naturaleza hidrofóbica⁽²⁶⁾.

Canadá también legisló contra la presencia de microesferas en los cosméticos y en los productos de limpieza, al considerarlas una amenaza medioambiental. Ha prohibido la venta o importación de productos que las contuvieran y se marcó como objetivo alcanzar un porcentaje cero de residuos plásticos en forma de microesferas a medio plazo, aplicando para ello el Reglamento sobre Microesferas en Productos de Aseo *Microbeads Toiletries Regulations*⁽²⁷⁾. Respecto al agua de consumo humano, la legislación en vigor relacionada con los plásticos sólo hace referencia a las condiciones de fabricación y composición de los envases y a los materiales de los depósitos o cisternas destinados al agua potable.

En Australia, la normativa de agua de consumo *Australian Drinking Water Guidelines*⁽²⁸⁾, como en los casos anteriores, solo tiene en cuenta el plástico como origen de contaminantes, no como contaminante o residuo en sí. Desde el departamento de Medio Ambiente y Energía (Department of Environment and Energy) también se impulsó el trabajo conjunto con la industria y las administraciones centrales y regionales, para asegurar la eliminación voluntaria de las microesferas en la formulación de cosméticos y en productos de higiene personal⁽²⁹⁾.

En el caso de Japón, el Ministerio de Medio Ambiente trata el problema del desecho marino de microplásticos como un problema de sensibilización global. Se urgió a tomar medidas para reducir la cantidad de plásticos en el medio marino, mediante un abordaje armonizado en cuanto a metodología de muestreo, modo y tiempo de uso de las redes, mapeo y distribución de zonas en la superficie del agua o los tipos de polímero a identificar. Sí tuvo en cuenta no sólo el impacto medioambiental sino también el potencial impacto en la salud⁽³⁰⁾.

Presencia en el agua potable. Los artículos científicos se enfocaron principalmente hacia el

entorno marino. Sin embargo, dada la creciente alarma y pese a ser minoritarios, se ha empezado a estudiar la presencia de microplásticos en entornos acuáticos terrestres. En 2015, Eerkes-Medrano et al⁽¹¹⁾ realizaron una revisión en la que se planteaban la presencia de microplásticos y su impacto en aguas continentales. Llegaron a la conclusión de que, aunque a priori el alcance y efecto era similar al del entorno marino (mucho más estudiado), era necesario profundizar y promover más estudios en ese contexto.

Aun cuando el número de publicaciones relacionadas con las aguas continentales sigue siendo menor, estudios como el de Pinheiro et al⁽⁴⁾ recogieron datos de especies de peces de agua dulce donde se detectó presencia de microplásticos. Las especies fueron seleccionadas en base a su alto consumo por parte de los humanos y a su importancia en la cadena trófica. La contaminación encontrada fue mayor en áreas urbanizadas que en zonas alejadas de los núcleos urbanos.

A pesar de que se ha descrito que las depuradoras de aguas residuales no tienen capacidad de eliminación de microplásticos (microesferas y microfibras), los cuales terminan en el medio acuático⁽³¹⁾, Pivokonsky et al⁽³²⁾ compararon su presencia en la República Checa, en abastecimientos antes y después del tratamiento del agua potable por filtración/flotación. Se redujeron los niveles hasta un 83% de media, prevaleciendo principalmente fragmentos menores a 50 µm. En cualquier caso, la presencia de microplásticos en el agua de consumo sigue siendo significativa en este estudio.

Por el contrario, un reciente estudio realizado en la zona de Oldenburg-East-Frisian (Alemania) sugería que, pese a la alarma social, la presencia de microplásticos tanto en captaciones de agua de consumo humano como en agua tratada es baja, midiéndose una media de 0,7 partículas/m³, valor prácticamente despreciable, aunque el

estudio no es concluyente pues el tamaño de la muestra es pequeño y estaba circunscrito a un área geográfica concreta. Sin embargo, advierte de que estudios orientados hacia la detección de microplásticos y nanoplásticos sí son necesarios, pues se desconoce el alcance que pueda tener la posibilidad de contaminación a través de envases alimentarios, bien mediante migración o bien por transferencia⁽³³⁾.

Este es el caso del agua embotellada. Varios estudios identificaron presencia de partículas plásticas en todas las muestras analizadas. En estos estudios, se consideraron microplásticos aquellas partículas mayores de 5 μm ⁽³⁴⁾ e incluso mayores de 1 μm ⁽³⁵⁾. En ambos casos, usando diversas metodologías, encontraron presencia significativa de estas partículas plásticas.

Métodos analíticos. La National Oceanic and Atmospheric Administration de EEUU publicó en 2015 una guía con recomendaciones para la cuantificación de partículas sintéticas en agua y en sedimentos⁽³⁶⁾. Este método consiste en la determinación gravimétrica de los microplásticos comprendidos entre 5 y 0,3 mm que:

- i) Son resistentes a la oxidación húmeda con peróxido.
- ii) Flotan en una solución 5M de ClNa.
- iii) Se confirman mediante una inspección visual con microscopía de 40 aumentos.

Esta metodología es aplicable a los plásticos más comunes, como son el polietileno, el polipropileno, el poliestireno y los polivinilcloruros. Sin embargo, este método no es capaz de identificar la composición exacta, lo que sería el siguiente paso para una correcta gestión y control de sus efectos químicos y toxicológicos.

En este sentido, sí se han hecho avances, recogidos por el informe GESAMP 2016⁽¹³⁾,

para la identificación de los plásticos mediante distintas técnicas instrumentales como la espectroscopía de transmisión de infrarrojos con transformada de Fourier (FTIR), la espectroscopía Raman, la calorimetría diferencial de barrido o la cromatografía de gases-espectrometría de masas (GC-MS), entre otras muchas. En cualquier caso, en el reciente informe de 2019 de la propia GESAMP⁽³⁷⁾, pese a haber recomendaciones en la toma de muestras, resultados relativos en volumen, superficie o peso de residuo seco, o caracterización de componentes en microplásticos, sigue sin haber un método estandarizado que permita la comparación directa y la valoración de resultados.

CONCLUSIONES

La presencia y efectos de microplásticos en entornos acuáticos es una cuestión emergente con impacto a nivel mundial. Su estudio está mucho más avanzado en el ámbito marino y solo en los últimos años se ha empezado a valorar en aguas continentales y destinadas al consumo humano.

Se están dirigiendo las acciones, en primer lugar, a reducir el origen primario de los microplásticos, controlando su uso en la composición de otros productos. Sin embargo, la mayor dificultad se encuentra en la gestión de los originados por degradación de los plásticos ya presentes en el agua. En este sentido, ya se está empezando a legislar, limitando el uso de plásticos de un solo uso.

Los resultados de los estudios publicados son contradictorios respecto a la presencia de microplásticos tanto en abastecimientos como en agua de consumo y embotellada. Un factor limitante es la falta de coordinación, tanto en la definición y descripción de los microplásticos como en la dificultad de estandarizar métodos analíticos que permitan la comparación de resultados.

Ante la falta de evidencia científica, es necesario profundizar en el estudio de sus efectos potenciales y su presencia en la cadena alimentaria y el agua de consumo. Mientras no exista esta evidencia ni haya medios para su control, difícilmente se podrá llegar a proponer como un parámetro a vigilar en las aguas de consumo humano.

BIBLIOGRAFÍA

1. Thompson RC, Moore CJ, vom Saal FS, Swan SH. Plastics, the environment and human health: current consensus and future trends. *Phil. Trans. R. Soc. B Biol Sci.* 2009; 364(1526), 2153–2166.
2. United Nations Environment Programme (UNEP). Marine plastic debris and microplastics – Global lessons and research to inspire action and guide policy change. 2016. Disponible en: www.unenvironment.org/es/node/1527.
3. United Nations Environment Programme (UNEP). Biodegradable Plastics and Marine Litter. Misconceptions, concerns and impacts on marine environments. 2015. Disponible en: www.wedocs.unep.org.
4. Pinheiro C, Oliveira U, Vieira M. Occurrence and Impacts of Microplastics in Freshwater Fish. *J Aquac Mar Biol.* 2017 Jun 14;5(6).
5. Arthur C, Bamford H, Baker J. Proceedings of the International Research Workshop on the Occurrence, Effects and Fate of Microplastic Marine Debris. NOAA Technical Memorandum NOS-OR&R-30. 2008; Sept 9-11.
6. Koelmans AA, Besseling E, Shim WJ. Nanoplastics in the Aquatic Environment. Critical Review. En: *Marine Anthropogenic Litter*. Springer, Cham. 2015. p. 325-340.
7. European Chemicals Agency (ECHA). Note on substance identification and the potential scope of a restriction on uses of microplastics. 2018. Disponible en: https://echa.europa.eu/documents/10162/13641/note_on_substance_identification_potential_scope_en.pdf.
8. GESAMP (2015). Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment (Kershaw, P. J., ed.). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP 2015; No. 90, p. 96.
9. Browne MA, Crump P, Niven SJ, Teuten E, Tonkin A, Galloway T, et al. Accumulation of Microplastic on Shorelines Worldwide: Sources and Sinks. *Environ. Sci. Technol.* 2011;45(21):9175–9179.
10. Engler RE. The Complex Interaction between Marine Debris and Toxic Chemicals in the Ocean. *Environ. Sci. Technol.* 2012;46(22):12302–12315.
11. Eerkes-Medrano D, Thompson RC, Aldridge DC. Microplastics in freshwater systems: A review of the emerging threats, identification of knowledge gaps and prioritisation of research needs. *Water Res.* 2015; May;75:63–82.
12. Koelmans AA, Bakir A, Burton GA, Janssen CR. Microplastic as a Vector for Chemicals in the Aquatic Environment: Critical Review and Model-Supported Reinterpretation of Empirical Studies. *Environ. Sci. Technol.* 2016;22;50(7):3315–3326.
13. GESAMP. Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part two of a global assessment” (Kershaw, P.J., and Rochman, C.M., eds). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep.Stud. GESAMP 2016; No. 93, p. 220.
14. Workshop on the Environmentally Sound Management of Plastic Wastes for the prevention of marine litter and plastic pollution. 2019. Disponible en: <http://www.basel.int/Implementation/MarinePlasticLitterandMicroplastics/WorkshopSpainApr2019/tabid/7944/Default.aspx>.
15. WHO Regional Office for Europe. Support to the revision of Annex I Council Directive 98/83/EC on the Quality of Water Intended for Human Consumption (Drinking Water Directive) Recommendations. 2017. Disponible en:

- www.ec.europa.eu/environment/water/water-drink/pdf/WHO_parameter_report.pdf.
16. European Commission. A European Strategy for Plastics in a Circular Economy. 2018. Disponible en: www.ec.europa.eu/environment/circular-economy/pdf/plastics-strategy.pdf.
 17. European Commission. Single-use plastics: Commission welcomes ambitious agreement on new rules to reduce marine litter. 2018. Disponible en: http://europa.eu/rapid/press-release_IP-18-3927_en.htm.
 18. European Chemicals Agency. Note on substance identification and the potential scope of a restriction on uses of 'microplastics'. 2018. Disponible en: https://www.echa.europa.eu/documents/10162/13641/note_on_substance_identification_potential_scope_en.pdf/6f26697e-70b5-9ebe-6b59-2e11085de791.
 19. European Chemicals Agency. Microplastics. Disponible en: <http://www.echa.europa.eu/es/hot-topics/microplastics>.
 20. European Chemicals Agency. Registry of restriction intentions until outcome. 2018. Disponible en: <https://echa.europa.eu/substance-information/-/substanceinfo/100.256.329>.
 21. European Environment Agency. European Waters: Assessment of status and pressures 2018. EEA Report No 7/2018. Disponible en: <https://www.eea.europa.eu/publications/state-of-water>.
 22. European Commission: Commissioner Vella welcomes the State of Water report 2018 of the European Environment Agency. Disponible en: www.ec.europa.eu/info/news/commissioner-vella-welcomes-state-water-report-2018-european-environment-agency-2018-jul-04_en.
 23. Comisión Europea. Propuesta de Directiva Del Parlamento Europeo Y Del Consejo relativa a la calidad de las aguas destinadas al consumo humano (versión refundida). 2018. Disponible en: <http://www.ec.europa.eu/transparency/regdoc/rep/1/2017/ES/COM-2017-753-F1-ES-MAIN-PART-1.PDF>.
 24. United States Environmental Protection Agency. National Primary Drinking Water Regulations. Disponible en: <http://www.epa.gov/ground-water-and-drinking-water/national-primary-drinking-water-regulations>.
 25. United States Environmental Protection Agency. About the Unregulated Contaminant Monitoring Rule. Disponible en: <http://www.epa.gov/dwucmr/learn-about-unregulated-contaminant-monitoring-rule>.
 26. United States Environmental Protection Agency. Trash-Free Waters. Toxicological Threats of Plastic. Disponible en: <http://www.epa.gov/trash-free-waters/toxicological-threats-plastic>.
 27. Government of Canada. Health. Microbeads in Toiletries Regulations. 2017. Disponible en: <http://www.canada.ca/en/health-canada/services/chemical-substances/other-chemical-substances-interest/microbeads.html>.
 28. NHMRC, NRMCC. Australian Drinking Water Guidelines Paper 6 National Water Quality Management Strategy. National Health and Medical Research Council, National Resource Management Ministerial Council, Commonwealth of Australia, Canberra. 2011. Disponible en: <http://www.nhmrc.gov.au/about-us/publications/australian-drinking-water-guidelines>.
 29. Australian Government. Department of the Environment and Energy. Plastic Microbeads. Disponible en: <http://www.environment.gov.au/protection/national-waste-policy/plastics-and-packaging/plastic-microbeads>.
 30. Ministry of the Environment. Government of Japan. Harmonization of Microplastics Monitoring Methodologies in the Ocean. Disponible en: http://www.env.go.jp/en/water/marine_litter/method.html.
 31. Browne MA, Galloway T, Thompson R. Microplastic - an emerging contaminant of potential concern? Integr Environ Assess Manag. 2007; 3(4):559-561.
 32. Pivokonsky M, Cermakova L, Novotna K, Peer P, Cajthaml T, Janda V. Occurrence of microplastics in raw and treated drinking water. Sci Total Environ. 2018; dic;643:1644-51.

33. Mintenig SM, Löder MGJ, Primpke S, Gerdts G. Low numbers of microplastics detected in drinking water from ground water sources. *Sci Total Environ*. 2019; ene;648:631-5.
34. Schymanski D, Goldbeck C, Humpf H-U, Furst P. Analysis of microplastics in water by micro-Raman spectroscopy: Release of plastic particles from different packaging into mineral water. *Water Res*. 2018;Feb;129:154–62.
35. Oßmann BE, Sarau G, Holtmannspötter H, Pischetsrieder M, Christiansen SH, Dicke W. Small-sized microplastics and pigmented particles in bottled mineral water. *Water Res*. 2018 ; Sep;141:307–16.
36. Masura J et al. Laboratory methods for the analysis of microplastics in the marine environment: recommendations for quantifying synthetic particles in Waters and sediments. NOAA Technical Memorandum. 2015; NOS-OR&R-48.
37. GESAMP (2019). Guidelines or the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean (Kershaw P.J., Turra A. and Galgani F. editors), (IMO/FAO/ UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP/ ISA Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 99, p. 130.