

El impacto de microplásticos en organismos marinos

Diversos factores promueven la fragmentación de los plásticos a microplásticos, como el oleaje, la luz ultravioleta y el viento, entre otros. Debido al pequeño tamaño de los microplásticos (menor a 5 mm) aumenta la posibilidad de que sean consumidos por organismos marinos o que se puedan adherir contaminantes que están en el ambiente a estas partículas, lo que incrementa el impacto ecológico.

Microplásticos en el ambiente

La producción global de los plásticos ha crecido de manera significativa en las últimas décadas, de 1.7 millones de toneladas en 1950 (Auta y cols., 2017) a 348 millones de toneladas en 2017 (Plastics Europe, 2018). Desafortunadamente, su amplio uso en la vida diaria no ha ido acompañado de un buen manejo para su disposición, por lo que se estima que el plástico representa cerca de 54% de los desechos antropogénicos en el ambiente.

La combinación de diferentes factores ambientales, como la luz solar y la temperatura, influye en la desintegración de los plásticos a microplásticos según las propiedades de los polímeros (Auta y cols., 2017). La causa predominante de la degradación de los plásticos en el ambiente es la exposición a la radiación ultravioleta (UV), la cual facilita la **degradación oxidativa**. Durante este proceso, los plásticos se decoloran y se vuelven débiles y frágiles, por lo que cualquier fuerza mecánica (viento, olas, actividad humana y mordeduras de animales) puede romperlos en pequeños fragmentos. Esto aumenta el área de superficie cubierta y el número de partículas presentes.

No obstante, a pesar de su fragmentación, los plásticos no pueden ser completamente asimilados por los microorganismos y se quedan permanentemente en la naturaleza. Como consecuencia, los plásticos y microplásticos están presentes en los ecosistemas terrestres, acuáticos, estuarios, costeros y marinos, así como en zonas urbanizadas, e incluso se han encontrado en sedimentos del fondo marino y encapsulados en el hielo marino del Ártico.

Degradación oxidativa
Desintegración de macromoléculas por acción del oxígeno sobre el sustrato.



Los microplásticos son partículas de plástico con un amplio rango de tamaño, forma, densidad y composición química. A pesar de que no existe un criterio claro de su rango de tamaño, se han definido como partículas menores de 5 mm (Auta y cols., 2017; Auta y cols., 2018). También pueden clasificarse según su origen como primarios o secundarios.

Los microplásticos primarios son aquellos que fueron manufacturados para propósitos domésticos e industriales, tales como formulaciones cosméticas, *pellets* para la industria del plástico, limpiadores faciales, pasta de dientes, exfoliantes, esmaltes de uñas, productos para bebés, colorantes para el cabello, cremas de protección solar, desodorantes, geles de baño y repelentes para insectos; incluso se utilizan como vectores de liberación de fármacos. Por otro lado, los microplásticos secundarios son resultado de la fragmentación de piezas de plástico de mayor tamaño mediante procesos mecánicos, físicos y químicos (Auta y cols., 2017; GESAMP, 2015).

Bioindicadores:

Organismos que ayudan a detectar alteraciones en los ecosistemas, como la explotación excesiva, la contaminación o el cambio climático.

Microplásticos y organismos marinos

En vista del reducido tamaño de los microplásticos, pueden encontrarse disponibles para el consumo de la mayoría de los organismos marinos, lo cual ocasiona diversos efectos adversos en los ecosistemas.

Los microplásticos están al alcance de una amplia variedad de organismos marinos pertenecientes a diferentes niveles de la cadena trófica, incluidos los consumidores de detritos, equinodermos, zooplácton, fitoplancton, moluscos, crustáceos, tortugas, mamíferos, peces, aves marinas, entre otros (GESAMP, 2016; Guzzetti y cols., 2018).

Existe una amplia variedad de mecanismos mediante los cuales un organismo puede tomar los microplásticos del ambiente. Por ejemplo, pueden ser adheridos o absorbidos directamente al cuerpo y por medio de la ventilación; en este proceso llegan a acumularse en el organismo, lo cual se conoce como bioacumulación. Asimismo, las especies pueden ingerirlos de forma directa del ambiente marino (como alimento, mientras capturan a sus presas y las confunden con microplásticos), o bien los pueden consumir de manera indirecta al participar en

la cadena trófica (al comerse a otros organismos que contienen microplásticos), lo cual se conoce como biomagnificación.

En 2009 el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente implementó un método de monitoreo para detectar la presencia y contaminación por microplásticos en organismos marinos. Para ello, se utilizaron como **bioindicadores** ejemplares de *Fulmarus glacialis*, aves conocidas como fulmares boreales (Avery-Gomm y cols., 2012), así como mejillones de las especies *Mytilus galloprovincialis*, *Choromytilus meridionalis* y *Aulacomya ater* (Sparks, 2020). Los resultados indicaron que hay un incremento en la ingestión de plástico en los últimos 40 años, lo que sugiere altos niveles de contaminación plástica.

El riesgo por el consumo de microplásticos depende del número y el tipo de partículas, el tiempo de exposición, la concentración y el tipo de contaminantes asociados a los microplásticos, así como la fisiología y la historia de vida del organismo (GESAMP, 2016). La ingesta de microplásticos puede tener efectos tóxicos, como una disminución en la reserva de energía, cambios en el comportamiento alimenticio, estrés fisiológico, reducción de la fertilidad y fecundidad, disminución en la tasa de la supervivencia de la progenie, estrés hepático y alteración en su movimiento y su crecimiento. Además, los microplásticos pueden atravesar la membrana celular y **translocar** entre tejidos, lo que provoca toxicidad por partículas y genera una respuesta inmune asociada a inflamación y daño celular. Por último, los microplásticos ingeridos pueden ser eliminados por excreción de heces (GESAMP, 2016; Guzzetti y cols., 2018).

Microplásticos asociados con sustancias contaminantes

Durante el proceso de manufacturación, los plásticos pueden ser mezclados con diferentes aditivos para mejorar los requerimientos del producto final, tales como sustancias antimicrobianas, lubricantes, emolientes, retardantes de llama, pigmentos, plastificantes y estabilizadores de calor (Guzzetti y cols., 2018). Los aditivos más comúnmente utilizados son: ftalatos, bisfenol A, éteres de difenilo polibromados

Translocar
Movimiento de compuestos entre tejidos u órganos.

y nonilfenoles, los cuales tienen la capacidad de actuar como **disruptores endocrinos**.

Adicionalmente, contaminantes como pesticidas, herbicidas, hidrocarburos y metales pesados (Al, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Hg, Mn, Pb y Zn) se adhieren en los microplásticos y, consecuentemente, tienen efectos nocivos para los organismos marinos. Cabe considerar que los microplásticos, en combinación con otros contaminantes tóxicos, pueden ser transferidos por medio de la cadena trófica y llegar a estar presentes en múltiples productos de interés comercial, lo cual implica un riesgo potencial para la salud humana (Guzzetti y cols., 2018).

Conclusión

La presencia de contaminantes tóxicos asociados a los microplásticos representa un gran problema, sobre todo debido al proceso de biomagnificación. Como se puede observar, la irresponsabilidad por parte de la especie humana ha traído una serie de consecuencias irreversibles, por lo que se puede esperar que cualquier tipo de producto de interés comercial contenga microplásticos y otros contaminantes tóxicos.

Andrea Zambrano

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional.

andrea.zambranoarz@gmail.com

Referencias específicas

Auta, H. S., C. U. Emenike y S. H. Fauziah (2017), "Distribution and importance of microplastics in the marine environment. A review of the sources, fate, effects, and potential solutions", *Environment International*, 102:165-176. Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.envint.2017.02.013>>, consultado el 2 de febrero de 2022.

Auta, H. S., C. U. Emenike, B. Jayanthi y S. H. Fauziah (2018), "Growth kinetics and biodeterioration of polypropylene microplastics by *Bacillus* sp. and *Rhodococcus* sp. isolated from mangrove sediment", *Marine Pollution Bulletin*, 127:15-21. Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.11.036>>, consultado el 2 de febrero de 2022.

Avery-Gomm, S., P. D. O'Hara, L. Kleine, V. Bowes, L. K. Wilson y K. L. Barry (2012), "Northern fulmars as biological monitors of trends of plastic pollution in the eastern North Pacific", *Marine Pollution Bulletin*, 64(9):1776-1781. Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2012.04.017>>, consultado el 2 de febrero de 2022.

GESAMP (2015), "Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment", *Reports and Studies GESAMP*, 90:96. Disponible en: <<https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3803.7925>>, consultado el 2 de febrero de 2022.

GESAMP (2016), "Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: part 2 of a global assessment", *Reports and Studies GESAMP*, 93:96.

Guzzetti, E., A. Sureda, S. Tejada y C. Faggio (2018), "Microplastic in marine organism: Environmental and toxicological effects", *Environmental Toxicology and Pharmacology*, 64:164-171. Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.etap.2018.10.009>>, consultado el 2 de febrero de 2022.

Sparks, C. (2020), "Microplastics in mussels along the coast of Cape Town, South Africa", *Bulletin of Environmental Contamination and Toxicology*, 104(4):423-431. Disponible en: <<https://doi.org/10.1007/s00128-020-02809-w>>, consultado el 2 de febrero de 2022.

Disruptores endocrinos

Sustancias exógenas que interfieren con la síntesis hormonal, metabolismo o acción.

