



MICROPARTÍCULAS PLÁSTICAS: UNA APARENTE DIMINUTA AMENAZA A LA VIDA

Mario Alberto Burgos-Aceves¹, Miguel Betancourt-Lozano², Donají Josefina González-Mille³,
César Arturo Ilizaliturri-Hernández^{1*}.

¹Programas Multidisciplinarios de Posgrado en Ciencias Ambientales, Agenda Ambiental, Centro de Investigación Aplicada en Ambiente y Salud (CIAAS), CIACyT, Facultad de Medicina. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

²Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, Unidad Mazatlán, Sábalo Cerritos s/n, Estero del Yugo, Mazatlán, 82010, Sinaloa, México.

³Programa Cátedras del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT), Universidad Autónoma de San Luis Potosí, San Luis Potosí, México.

*Autor de correspondencia: César Arturo Ilizaliturri-Hernández, cesar.ilizaliturri@uaslp.mx

Resumen

El uso indiscriminado de plásticos y su mala gestión en los procesos de eliminación de desechos plantean una grave preocupación sobre la calidad de los ecosistemas a nivel mundial. La problemática ha llamado la atención pública, lo que ha generado una mayor sensibilidad de las repercusiones tanto en los océanos, los ambientes dulceacuícolas y suelos. Sin embargo, la contaminación por microplásticos es un fenómeno sutil y peligroso porque no se aprecia a simple vista. Se trata de piezas diminutas menores a 5 milímetros, susceptibles a ser ingeridas por la fauna silvestre y llegar hasta los seres humanos a través de la cadena alimenticia. La mayoría de los estudios se han centrado en identificar y caracterizar los microplásticos en ecosistemas acuáticos, pero sus impactos a largo plazo son en gran medida desconocidos, estando además sujetos a factores como el desarrollo de nuevas tecnologías y cambios en demografía. Por lo anterior, el entendimiento del tipo y concentraciones de microplásticos es fundamental para implementar acciones que ayuden a prevenir o mitigar la entrada de polímeros sintéticos a los ecosistemas.

Palabras clave: Contaminación, microplásticos, anfibios, ambiente dulceacuícola.



Abstract

The indiscriminate use of plastics and their mismanagement in waste disposal pose a severe concern about the quality of ecosystems worldwide. The problem has drawn public attention, which has generated a greater sensitivity to the repercussions in the oceans, freshwater environments and soils. However, microplastic pollution is a subtle and dangerous phenomenon because the naked eye cannot see it. These are tiny pieces smaller than 5 millimeters, susceptible to being ingested by wildlife and reaching humans through the food chain. Most studies have focused on identifying and characterizing microplastics in aquatic ecosystems, but their long-term impacts are largely unknown and subject to factors such as the development of new technologies and changes in demographics. Therefore, understanding the type and concentration of microplastics is essential to implement actions that help prevent or mitigate the entry of synthetic polymers into ecosystems.

Keywords: Pollution, microplastics, amphibian, freshwater environment.

INTRODUCCIÓN

Hoy en día vivimos rodeados de plásticos, desde pequeños implementos hasta grandes estructuras. La palabra plástico se deriva del griego *plastikos* (adecuado para moldear) y del latín *plasticus* (capaz de modelar). El plástico es, por lo tanto, un polímero orgánico de alto peso molecular compuesto por varios elementos como el carbono, el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, el azufre y el cloro. No obstante, la mayoría de los polímeros plásticos provienen de hidrocarburos derivados del petróleo, el

gas natural y el carbón, a partir de un proceso industrial. De acuerdo con PlasticEurope (2021), a nivel mundial se produjeron 367 millones de toneladas de plásticos para 2020. Estos incluyen termoplásticos, poliuretanos, termoestables, elastómeros, adhesivos, recubrimientos y selladores y fibras de polipropileno, sin incluir las fibras de polietileno tereftalato, de poliamida y derivados del ácido poliacrílico. Del total, se estima que entre el 40 a 60% termina en vertederos o bien son liberados en ambientes acuáticos (UNEP, 2021). Tales residuos posconsumo proceden



principalmente de zonas urbanas, la agricultura, el comercio y la industria (Geyer, 2020). Una vez que llegan al medio, los plásticos pueden degradarse o descomponerse en partículas más pequeñas y eventualmente convertirse en microplásticos, con tamaños menores a 5 milímetros (GESAMP, 2015). Los microplásticos a menudo se clasifican en tipos primarios y secundarios. Los microplásticos primarios son partículas diminutas diseñadas para uso comercial, como cosméticos y microfibras que se desprenden de la ropa y otros textiles, como las redes de pesca. Los microplásticos secundarios son partículas que resultan de la descomposición de artículos de plástico más grandes, como botellas de agua (Smith t col., 2018).

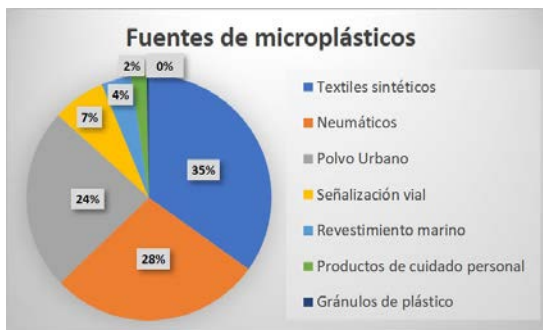


Figura 1. Potenciales orígenes de los microplásticos como contaminantes ambientales (Fuente: modificado de Kumari y col., 2022).

Se han identificado diversas fuentes de origen de los microplásticos

(Figura 1), y dichas partículas se pueden encuentran tanto en el aire como en el agua, los lechos de agua y suelo (Kumari y col., 2022; Horton y Barnes, 2020). Dado el incremento exponencial de fabricación y consumo de plástico a nivel mundial (Figura 2), y pese a las regulaciones específicas usos y desechos de plásticos (PRI, 2019), su creciente presencia en nuestros entornos se ha catalogado ya como una amenaza, con presuntos efectos colaterales tanto en los ecosistemas como en la salud humana.



Figura 2. Producción y consumo de plásticos a nivel mundial (Fuente: PRI, 2019).

Bajo este contexto, se hace necesario realizar evaluaciones ecotoxicológicas de los microplásticos, ampliamente distribuidos en los océanos, pero con estimaciones de contaminación



en suelo y sistemas dulceacuícolas entre 4 y 23 veces mayores que en los mares (Horton y col., 2017), componentes en los que además la problemática de contaminación ha sido relativamente poco estudiada (O'Connor y col., 2020). En este sentido, los estudios sobre distribución de la contaminación por microplásticos y sus efectos en los ambientes de agua dulce y suelos son de particular importancia.

EFFECTOS TÓXICOS DE LOS MICROPLÁSTICOS

Las evidencias disponibles a partir de los programas de monitoreo y estudios ecotoxicológicos señalan que algunos microplásticos exhiben propiedades potencialmente perjudiciales que pueden tener efectos directos o indirectos en los ecosistemas. Por ejemplo, los fragmentos de plástico pueden actuar como vectores de enfermedades o pueden contener compuestos tóxicos capaces de inducir una amplia variedad de efectos, desde la interrupción de la alimentación hasta el rendimiento reproductivo, alteraciones en el metabolismo o alteraciones fisiológicas (Anbumani y Kakkar, 2018). En suelos, la presencia de microplásticos se relacionó con afectaciones a la fauna capaz de

provocar una disminución de especies que viven debajo de la superficie, como ácaros, larvas y otras diminutas criaturas, las cuales son vitales para la fertilidad de la tierra (Lin y col., 2020). Cuando las partículas de plástico se descomponen, adquieren nuevas propiedades físicas y químicas, modificando su toxicidad y potencialmente impactando también la biodiversidad. Según de Souza Machado y colaboradores (2018) la naturaleza de los microplásticos y sus efectos combinados pueden producir cambios fisicoquímicos en la textura y estructura de los suelos alterando la biodiversidad microbiana. Por lo que es necesario poner mayor atención al efecto de los microplásticos en el microbioma del suelo, ya que aún no percibimos en su totalidad el riesgo que supone el detrimento de la biodiversidad y/o extinción de microorganismos en estos ecosistemas. Por otro lado, los aditivos como los ftalatos y el bisfenol A se liberan de las partículas de plástico, ocasionando alteraciones hormonales tanto de vertebrados, como de invertebrados (Burgos-Aceves y col., 2021a,b). Por otro lado, los plásticos clorados tienen la capacidad de contaminar suelos y lixivarse hacia las aguas subterráneas. Un



claro ejemplo es el monómero del poli(cloruro de polivinilo) o CPVC, que contiene 67 % de cloro, siendo altamente tóxico vía ingestión de agua. Si bien los estudios disponibles demuestran que una gran variedad de especies está propensas a la ingestión de microplásticos, sus efectos toxicológicos son poco conocidos (Lambert y Wagner, 2018). A pesar de esto, se ha encontrado que la ingestión de microplásticos explica su presencia en el tracto intestinal, hepático y renal, a partir de la cual la toxicidad depende de la naturaleza de la sustancia química, las características de la exposición y la sensibilidad individual.

LA LAVADORA Y SU PAPEL EN LA CONTAMINACIÓN AMBIENTAL POR MICROPLÁSTICOS

Se ha señalado recientemente que el lavado de ropa tiene un impacto notable en el fenómeno de contaminación ambiental por microplásticos, generando diminutas fibras de acrílico, nylon, spandex y poliéster. De acuerdo con Hartline y colaboradores en 2016, el lavado de una sola chaqueta sintética puede liberar en promedio 1.7 gramos de microfibras, por lo que alrededor de

700,000 fibras microscópicas de plástico podrían liberarse al ambiente durante cada ciclo de lavado. Estas microfibras llegan a través de las aguas residuales domésticas hasta las plantas de tratamiento de aguas. De esta manera, las aguas residuales juegan un papel importante en la dispersión de los microplásticos, aportando entre el 80% y el 90% de las partículas plásticas que persisten en los lodos de las plantas de tratamiento de aguas residuales. Dichos sólidos son tratados y convertidos en biosólidos, los cuales son empleados predominantemente como fertilizante y enmiendas para el suelo.

PARTICIPACIÓN DE LAS PLANTAS DE TRATAMIENTO DE AGUAS RESIDUALES

Algunos estudios indican que las plantas de tratamiento de aguas residuales juegan un papel importante en la liberación de microplásticos al ambiente (Sun y col., 2019), siendo por lo tanto de gran importancia para el control de los microplásticos. La eliminación de los microplásticos depende de la tecnología de tratamiento, para lo cual se han desarrollado metodologías de



identificación de microplásticos, como lo son las técnicas espectroscópicas para caracterizar los microplásticos, que posibilitan evaluar la eficiencia de remoción en aguas residuales y lodos cloacales (Conley y col., 2019). Existen procesos como filtración de agua por gravedad, filtro de disco, flotación de aire y filtración de membrana (Figura 3) que han mostrado utilidad para la eliminación significativa de microplásticos (Mrowiec, 2018).

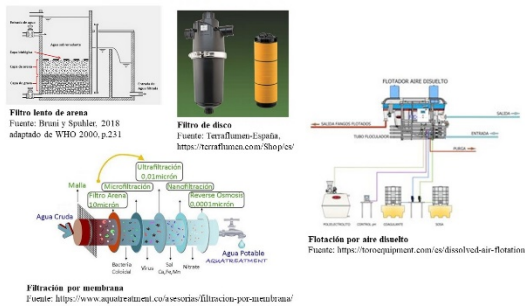


Figura 3. Diversidad de filtros utilizados para la extracción microplásticos y otras partículas (Fuentes diversas).

Sin embargo, existe aún una fracción de microplásticos que son liberados en los cuerpos de agua y finalmente acumularse en el ambiente (Tadsuwan y Babel, 2021), por lo que es necesario desarrollar procesos de tratamiento dirigidos a los microplásticos y otras microbasuras. El control de fuentes puede proporcionar una solución

alternativa para prevenir la contaminación por microplásticos a través de leyes para normar el uso racional de los plásticos.

CONCLUSIONES Y PROPUESTAS DE ACCIÓN

Los efectos perjudiciales de los microplásticos pueden resultar de una combinación de la toxicidad intrínseca del plástico, su composición química y su capacidad de absorber, concentrar y liberar contaminantes ambientales en los seres vivos. También pueden actuar como vector de patógenos. Existe por lo tanto la necesidad de actuar con responsabilidad para disminuir el uso de plásticos a nivel mundial. Se requiere incentivar el desarrollo de nuevos “biomateriales” que constituyan alternativas viables para propiciar la reducción de plástico desechable y otros productos que generen microplásticos.

REFERENCIAS

Anbumani, S. & Kakkar, P. (2018). Ecotoxicological effects of microplastics on biota: a review. *Environ. Sci. Pollut. Res. Int.* 25: 14373-14396.



Bruni, M. & Spuhler, D. (2018). <https://sswm.info/water-nutrient-cycle/water-purification/hardwares/semi-centralised-drinking-water-treatments/slow-sand-filtration>

Sustainable Sanitation and Water Management (SSWM) Toolbox [Acceso: 06.08.2022]

Burgos-Aceves, M. A., Abo-Al-Ela, H.G., & Faggio, C. 2021b. Impact of phthalates and bisphenols plasticizers on haemocyte immune function of aquatic invertebrates: A review on physiological, biochemical, and genomic aspects. *J. Hazard. Mater.* 419: 126426.

Burgos-Aceves, M.A., Abo-Al-Ela, H.G., and Faggio, C. 2021a. Physiological and metabolic approach of plastic additive effects: Immune cells responses. *J. Hazard. Mater.* 404(Pt A): 124114.

Conley, K., Clum, A., Deepe, J., Lane, H., Beckingham, B. (2019). Wastewater treatment plants as a source of microplastics to an urban estuary: Removal efficiencies and loading per capita over one year. *Water Res.* X. 3: 100030.

de Souza Machado, A.A., Kloas, W., Zarfl, C., Hempel, S. & Rillig, M.C. (2018). Microplastics as an emerging threat to terrestrial ecosystems. *Glob. Change. Biol.* 24: 1405-1416.

GESAMP. (2015). Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment. *In:* 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* 90, 96.

Geyer, R. (2020). Production, Chapter 2- Production, use and fate of synthetic polymers. *In* Letcher, T.M. (ed.). Plastic waste and recycling. Cambridge, MA: Academic Press. 13-22.

Hartline, N.L., Bruce, N.J., Karba, S.N., Ruff, E.O., Sonar, S.U. & Holden, P.A. (2016). Microfiber masses recovered from conventional machine washing of new or aged garments. *Environ. Sci. Technol.* 50: 11532-11538.



- Horton, A.A. & Barnes, D. (2020). Microplastic pollution in a rapidly changing world: Implications for remote and vulnerable marine ecosystems. *Sci. Total Environ.* 738: 140349.
- Horton, A.A., Walton, A., Spurgeon, D.J., Lahive, E. & Svendsen, C. (2017). Microplastics in freshwater and terrestrial environments: Evaluating the current understanding to identify the knowledge gaps and future research priorities. *Sci. Total Environ.* 586: 127-141.
- Kumari, A., Rajput, V.D., Mandzhieva, S.S., Rajput, S., Minkina, T., Kaur, R., Sushkova, S., Kumari, P., Ranjan, A., Kalinitchenko, V. P., & Glinushkin, A.P. (2022). Microplastic pollution: An emerging threat to terrestrial plants and insights into its remediation strategies. *Plants* 11(3), 340.
- Lambert S. & Wagner, M. (2018). Microplastics are contaminants of emerging concern in freshwater environments: An overview. In Wagner, M., Lambert, S., (eds.) *Freshwater microplastics. The Handbook of environmental chemistry*, vol 58. Springer, Cham.
- Li, C., Busquets, R. & Campos, L.C. (2020). Assessment of microplastics in freshwater systems: A review. *Sci. Total Environ.* 707: 135578.
- Lin, D., Yang, G., Dou, P., Qian, S., Zhao, L., Yang, Y. & Fanin, N. (2020). Microplastics negatively affect soil fauna but stimulate microbial activity: insights from a field-based microplastic addition experiment. *Proc. R. Soc. B* 287: 20201268.
- Mrowiec, B. (2018). The role of wastewater treatment plants in surface water contamination by plastic pollutants. *E3S Web Conferences.* 45: 00054.
- O'Connor, J.D., Mahon, A.M., Ramsperger, A.F., Trotter, B., Redondo-Hasselerharm, P.E., Koelmans, A.A., Lally, H. & Murphy, S. (2020). Microplastics in freshwater biota: A critical review of isolation, characterization, and assessment methods. *Global Challenge* 4: 1800118.
- Plastics – the Facts 2021. (2021). PlasticsEurope, Wemmel, Belgium (Último acceso: 10 de abril de 2022).



<https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2021/>

PRI. (2019): The plastics landscape-regulation, policies and influencers. Available at: <https://www.unpri.org/download?ac=963> [Acceso: 05-08-2022]

Sarijan, S., Azman, S., Said, M. & Jamal, M.H. (2021). Microplastics in freshwater ecosystems: a recent review of occurrence, analysis, potential impacts, and research needs. *Environ. Sci. Pollut. Res.* 28(2), 1341-1356.

Smith, M., Love, D.C., Rochman, C.M., & Neff, R.A. (2018). Microplastics in seafood and the implications for human

health. *Curr. Environ. Health Rep.* 5(3), 375-386.

Sun, J., Dai, X., Wang, Q., van Loosdrecht, M.C.M. & Ni, B.J. (2019). Microplastics in wastewater treatment plants: Detection, occurrence and removal. *Water Res.* 152: 21-37.

Tadsuwan K. & Babel, S. (2021). Microplastic contamination in a conventional wastewater treatment plant in Thailand. *Waste Manag. Res.* 39(5): 754-761.

United Nations Environment Programme. (2021). Drowning in Plastics – Marine Litter and Plastic Waste Vital Graphics. <https://www.unep.org/resources/report/drowning-plastics-marine-litter-and-plastic-waste-vital-graphics>