

Los microplásticos: ¿un problema ambiental sin solución?

Mario Alejandro Gómez Ponce

Universidad Nacional Autónoma de México

mgomez@cmarl.unam.mx

Julio César Canales Delgadillo

Secretaría de Ciencia, Humanidades,
Tecnología e Innovación

cadjo506@gmail.com

Omar Celis Hernández

Universidad Nacional Autónoma de México

celis0079@yahoo.es

Nayelly Vázquez Pérez

Centro de Estudios Tecnológicos del Mar

nallevapr@gmail.com

José Gilberto Cardoso Mohedano

Universidad Nacional Autónoma de México

gcardoso@cmarl.unam.mx

Martín López Hernández

Universidad Nacional Autónoma de México

martinl@cmarl.unam.mx

Resumen

Los plásticos son productos orgánicos. Desde sus inicios, a nivel global, se han producido alrededor de 9200 millones de toneladas de plástico y la producción anual se estima en aproximadamente 400 millones de toneladas, de la cual solamente el 8 % es reciclado. El problema de la basura plástica es que se fragmenta en partículas más pequeñas que se conocen como micro- y nanoplásticos. Por su naturaleza, los plásticos y microplásticos (MP) generan una huella ambiental que se relaciona fuertemente con efectos negativos en la salud humana, disminución de la calidad de los ecosistemas y agotamiento de recursos. En la actualidad, afortunadamente, existen investigaciones encaminadas a mejorar las estrategias de degradación de plásticos con el propósito de evitar la generación de subproductos contaminantes adicionales y disminuir el efecto ambiental.

Palabras clave

Plásticos, microplásticos, huella ambiental, contaminación, PET.

Gómez, M., Celis, O., Cardoso, J. G., Canales, J. C., Vázquez, N. y López, M. (2026). Los microplásticos: ¿un problema ambiental sin solución? *Azcatl* (8), 32-37. DOI: [10.24275/AZC2026B007](https://doi.org/10.24275/AZC2026B007)

Fecha de recepción: 22 de enero de 2026.

Fecha de aceptación para publicación: 1 de marzo de 2026.

Abstract

Plastics are organic products. Since their inception, approximately 9.2 billion tons (Mt) of plastic have been produced globally, Annual production remains at approximately 400 million tons, of which only 8 % is recycled. The problem with plastic waste is that it fragments into smaller particles known as micro- and nanoplastics. By their very nature, plastics and microplastics (MPs) generate an environmental footprint that is strongly linked to negative effects on human health, decreased ecosystem quality, and resource depletion. Fortunately, research is currently underway to improve plastic degradation strategies in order to avoid generating additional polluting byproducts and reduce the environmental impact.

Keywords

Plastics, microplastics, environmental footprint, pollution, PET.

Introducción

El término plástico proviene del griego *plastiko*, que significa *capaz de ser moldeado*, y fue adoptado en el siglo XIX, cuando los científicos y fabricantes comenzaron a crear materiales sintéticos que podían ser moldeados en diversas formas y estructuras bajo la aplicación de calor y presión (Pérez, 2014). Los plásticos, también conocidos como *polímeros*, son productos orgánicos a base de carbono con moléculas de cadenas largas que se pueden clasificar en tres categorías: naturales, como algunas resinas de árboles; semisintéticos, aquellos que derivan de productos naturales y que han sido modificados o alterados mediante la mezcla con otros materiales; y, finalmente, los sintéticos, que son todos aquéllos derivados de alterar la estructura molecular de materiales a base de carbono, como el petróleo crudo, carbón y gas (Pérez, 2014).

Los tipos de plástico más comunes y con los que tenemos contacto de forma cotidiana son el polietileno (PE) de alta y baja densidad, polipropileno (PP), cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno (PS) y polietileno tereftalato (PET); en conjunto, estos plásticos representan el 90 % de la producción mundial (Andrady, 2011; Engler, 2012). Desde sus inicios, a nivel global se han producido alrededor de 9200 millones de toneladas de plástico y la producción anual se estima en aproximadamente 400 millones de toneladas (Figura 1), de la cual solamente el 8 % es reciclado (Organisation for Economic Co-operation and Development, 2022; Singh y Walker, 2024). El gran problema de la basura plástica es que no es biodegradable, es decir, no hay organismos que la transformen en ma-

teria orgánica reutilizable (Horton, 2022). Sin embargo, aunque el plástico no sea biodegradable, no permanece intacto por los siglos de los siglos, sino que se fragmenta en partículas más pequeñas que se conocen como micro- y nanoplasticos (Figura 2).

Los microplásticos (MP) son reconocidos, junto con una gama de nuevos agentes nocivos, como contaminantes emergentes (Anderson *et al.*, 2018; Yin *et al.*, 2020) y se definen, como cualquier material sintético (fibras, espumas y microperlas), con un tamaño de partícula menor a 5 mm (Stead *et al.*, 2020; Fred *et al.*, 2020). Actualmente, los MP son considerados una preocupación global

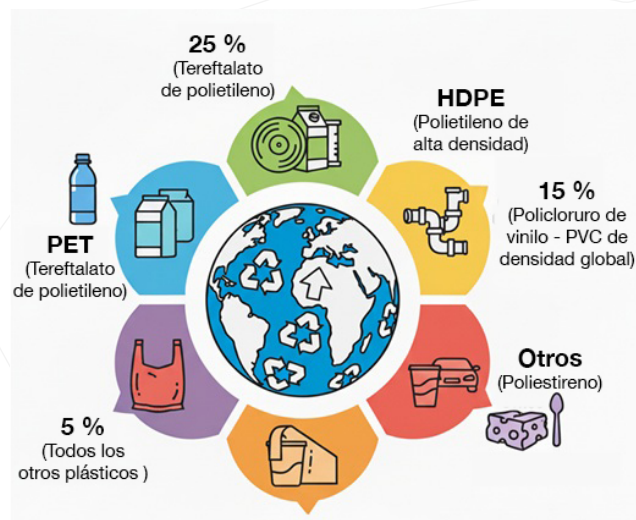


Figura 1. Consumo de plásticos a nivel mundial y su origen.

Nota: Mexico Industry, 2023.



Un problema invisible con consecuencias reales.

Figura 2. Factores que degradan los plásticos fragmentándolos en pedazos más pequeños, que dependiendo el tamaño se clasifican en macroplásticos, microplásticos, nanoplasticos y polímeros.

Nota: Boot *et al.*, 2017

debido a que están ampliamente distribuidos en ecosistemas acuáticos y terrestres, por los impactos ambientales que pueden generar en éstos (McEachern *et al.*, 2019; Velez *et al.*, 2019; Zhang *et al.*, 2020). La descarga de aguas residuales y la escorrentía agrícola son fuentes puntuales de MP (Landeros *et al.*, 2022). Las actividades humanas como la pesca, el transporte marítimo, el turismo, la industria cosmética y la textil también están vinculadas con la contaminación por plásticos y MP y pueden considerarse fuentes de contaminación de ambientes acuáticos y terrestres, ya sea de forma directa o indirecta (Nuelle *et al.*, 2014; Aliabad *et al.*, 2019). Por otro lado, la producción masiva de plásticos de un solo uso se ha convertido en una seria amenaza ambiental, ya que es la fuente del 95.3 % de la contaminación en el planeta (Ulloa y Virgen, 2022).

La huella ambiental de los MP

La evaluación del efecto que un producto, empresa o país causa sobre el ambiente (agua, biodiversidad, sa-

lud humana y cambio climático) durante su ciclo de vida útil, en el caso particular de los productos, es conocida como huella ambiental (Lorca, 2018). Por su naturaleza, los plásticos y MP generan una huella ambiental que se relaciona fuertemente con efectos negativos en la salud humana, disminución de la calidad de los ecosistemas y agotamiento de recursos. Está demostrado que los MP pueden actuar como contaminantes físicos, por ejemplo, como partículas suspendidas en el agua que pueden incorporarse al tejido de organismos como los peces, pero también como contaminantes químicos, pues tienen la capacidad de retener y concentrar metales como Fe, Zn, Mg y Ca (Kumar y Sourav, 2025), con consecuencias potenciales sobre la salud humana y las redes tróficas.

¿Cuál es el impacto de los MP?

El alcance de la contaminación por MP es global. Se han detectado partículas en todos los ecosistemas del planeta, desde la atmósfera (aire) hasta el fondo de las fosas marinas, y se prevé que la cantidad de plástico que llega a los océanos se triplicará para el año 2060 si no se implementan estrategias urgentes de mitigación (Ziani *et al.*, 2023). En la actualidad, se estima que entre 8 y 12 millones de toneladas de residuos plásticos ingresan en los océanos anualmente, a pesar de que ya hay más de 14 millones de toneladas de plástico acumuladas en los fondos marinos (Kane y Clare, 2019). En los océanos Pacífico, Atlántico e Índico se han identificado cinco grandes zonas de concentración de MP conocidas como *sopas de plástico*. En consecuencia, al menos el 88 % de las especies marinas se ven afectadas por la contaminación por MP, ya que muchos individuos ingieren estas partículas. No son pocos los casos en los que se han encontrado partículas de plásticos y MP en el sistema digestivo de tortugas marinas, aves, mamíferos marinos y peces, en los que la ingesta de plástico puede causar inanición o intoxicaciones letales (Bajt, 2021; Meaza *et al.*, 2021).

Las partículas de MP también se han detectado en el aire de zonas urbanas, suburbanas e incluso en áreas tan remotas como el Ártico y la Antártida, lo que demuestra que pueden ser transportadas a través de largas distancias por medio del aire (Obbard, 2018). Esta capacidad de

dispersión resulta preocupante pues facilita la contaminación de diferentes ambientes, por ejemplo, la contaminación por MP también afecta los suelos, lo cual representa un riesgo para la salud humana y la seguridad alimentaria si tomamos en cuenta que es ahí donde se producen la mayor parte de los alimentos que se consumen en el mundo. De este modo, al dispersarse por el aire, las personas también están expuestas a los MP por inhalación, además del consumo de alimentos contaminados, incluyendo productos del mar.

¿Qué soluciones ofrece la ciencia?

En la actualidad existen investigaciones encaminadas a mejorar las estrategias de degradación de plásticos de un solo uso, con el propósito de evitar la generación de subproductos contaminantes adicionales y disminuir la huella ambiental; al mismo tiempo que se intenta maximizar la efectividad en costos y tiempo de acción (Sandoval y Bermúdez, 2021). Ejemplo de esto es la degradación de plásticos utilizando enzimas producidas por microorganismos, alternativa que se presenta como una solución ante la crisis medioambiental global (Mohan et al., 2020).

Gracias a su capacidad catalítica específica, estas biomoléculas prometen ser una opción real para solucionar la crisis mundial de los plásticos y para lograr una economía plástica circular (Tournier et al., 2023). Ya se han identificado microorganismos que producen enzimas con capacidad de degradación de plásticos, tales como las PETasas, que degradan PET (Yoshida et al., 2016); las MHETasas, que descomponen mono-(2-hidroxietil) tereftalato, un producto de la degradación del PET (Yoshida et al., 2021); las enzimas degradadoras de poliuretano (Howard, 2002); la cutinasa, que degrada polímeros vegetales, pero también puede degradar PET (Pio y Macedo, 2009); y la lacasa, una enzima que degrada compuestos fenólicos, como la lignina, y también puede degradar plásticos con estructuras fenólicas (Ramamurthy et al., 2024). Estas soluciones biotecnológicas representan un primer paso hacia el manejo y disminución de MP en el ambiente y, por lo tanto, hacia ecosistemas más sanos para la vida silvestre y para los seres humanos.

Bibliografía

- Aliabad, M. K., Nassiri, M. y Kor, K. (2019). Microplastics in the surface seawaters of Chabahar Bay, Gulf of Oman (Makran coasts). *Marine Pollution Bulletin*, 143, 125-133. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X1930298X>
- Anderson, Z. T., Cundy, A. B., Croudace, I. W., Warwick, P. E., Celis, O. y Stead, J. L. (2018). A rapid method for assessing the accumulation of microplastics in the sea surface microlayer (SML) of estuarine systems. *Scientific Reports*, 8(1). DOI:10.1038/s41598-018-27612-w
- Andrady, A. L. (2011). Microplastics in the marine environment. *Marine Pollution Bulletin*, 62(8), 1596-1605. DOI:10.1016/j.marpolbul.2011.05.030
- Bajt, O. (2021). From plastics to microplastics and organisms. *FEBS Open Bio*, 11(4), 954-966. DOI:10.1002/2211-5463.13120
- Boot, A. M., Kubowicz, S., Krause, C. B. y Skancke, J. (2017). M-918|2017-Unrestricted report microplastic in global and norwegian marine environments: distributions, degradation mechanisms and transport. Research Gate. (PDF) M-918|2017-Unrestricted Report Microplastic in global and Norwegian marine environments: Distributions, degradation mechanisms and transport Author(s)
- Engler, R. E. (2012). The complex interaction between marine debris and toxic chemicals in the ocean. *Environmental Science and Technology*, 46(22), 12302-12315. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23088563/>
- Fred, O. H., Ayejuyo, O. O. y Benson, N. U. (2020). Microplastics distribution and characterization in epibenthic sediments of tropical Atlantic Ocean, Nigeria. *Regional Studies in Marine Science*, 38. DOI: [10.1016/j.rsma.2020.101365](https://doi.org/10.1016/j.rsma.2020.101365)
- Herrera, J. S. y Morera, D. B. (2021). Degradación del polietilentereftalato por medio de microorganismos. *Informador Técnico*, 85(2), 219-229. DOI: [10.23850/22565035.3592](https://doi.org/10.23850/22565035.3592)
- Horton, A. A. (2022). Plastic pollution: when do we know enough? *Journal of Hazardous Materials*, 422.

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389421018537>

- Howard, G. T. (2002). Biodegradation of polyurethane: a review. *International Biodeterioration and Biodegradation*, 49(4), 245-252. DOI: 10.1016/S0964-8305(02)00051-3
- Kane, I. A. y Clare, M. A. (2019). Dispersion, accumulation, and the ultimate fate of microplastics in deep-marine environments: a review and future directions. *Frontiers in earth science*, 7, 80. <https://www.frontiersin.org/journals/earth-science/articles/10.3389/feart.2019.00080/full>
- Kumar, V. y Sharma, S. (2025). Assessing the role of the Basel Convention in addressing plastic pollution at the international level: a critical review. *Indian Journal of Social Work Education and Practice*, 3(2), 13-33. <https://ijswep.socialwork.du.ac.in/uploads/articles/022.pdf>
- Landeros, L., Williams, I., Shaw, P., Hudson, M. y Domínguez, G. (2022). A review of the origins of microplastics arriving at wastewater treatment plants. *Detritus*, 20, 41-55. DOI.org/10.31025/2611-4135/2022.15224
- Lorca, M. P. (2018). Population, climate change and environmental footprint. *European Journal of Literature, Culture and Environment*, 9(1), 11-36. <https://ecozona.eu/article/view/2172>
- McEachern, K., Alegria, H., Kalagher, A. L., Hansen, C., Morrison, S. y Hastings, D. (2019). Microplastics in Tampa Bay, Florida: abundance and variability in estuarine waters and sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 148, 97-106. DOI.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.068
- Meaza, I., Toyoda, J. H. y Wise, J. P. (2021). Microplastics in sea turtles, marine mammals and humans: a one environmental health perspective. *Frontiers in environmental science*, 8. DOI.org/10.3389/fenvs.2020.575614
- Mohan, N., Montazer, Z., Sharma, P. K. y Levin, D. B. (2020). Microbial and enzymatic degradation of synthetic plastics. *Frontiers in microbiology*, 11. DOI.org/10.3389/fmicb.2020.580709
- Nuelle, M. T., Dekiff, J. H., Remy, D. y Fries, E. (2014). A new analytical approach for monitoring microplastics in marine sediments. *Environmental Pollution*, 184, 161-169. DOI.org/10.1016/j.envpol.2013.07.027
- Obbard, R. W. (2018). Microplastics in polar regions: the role of long range transport. *Current Opinion in Environmental Science and Health*, 1, 24-29. DOI.org/10.1016/j.coesh.2017.10.004
- Organisation for Economic Co-operation and Development. (2022). *Global plastics outlook: policy scenarios to 2060*. <https://doi.org/10.1787/aa1e-df33-en>
- Pérez, J. P. (2014). La industria del plástico en México y el mundo. *Comercio Exterior*, 64(5), 6-9. http://revistas.bancomext.gob.mx/rce/magazines/761/3/la_industria_del_plastico.pdf
- Pio, T. F. y Macedo, G. A. (2009). Cutinases: properties and industrial applications. *Advances in Applied Microbiology*, 66, 77-95. DOI: 10.1016/S0065-2164(08)00804-6
- Ramamurthy, K., Thomas, N. P., Gopi, S., Sudhakaran, G., Haridevamuthu, B., Namasivayam, K. R. y Arockiaraj, J. (2024). Is laccase derived from *pleurotus ostreatus* effective in microplastic degradation? A critical review of current progress, challenges, and future prospects. *International Journal of Biological Macromolecules*, 276. DOI.org/10.1016/j.ijbiomac.2024.133971
- Singh, N. y Walker, T. R. (2024). Plastic recycling: a panacea or environmental pollution problem. *Materials Sustainability*, 2(1), 17. DOI: 10.1038/s44296-024-00024-w
- Kumar, G. y Sourav, B. (2025). Ecological footprint of microplastics in coastal and estuarine environments of India: sediment-water interface analysis. *Science of The Total Environment*, 997. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2025.180151>
- Sandoval, J. y Bermúdez, D. (2021). Degradación del polietilentereftalato por medio de microorganismos. *Informador Técnico*, 85(2). DOI.org/10.23850/22565035.3592

- Stead, J. L., Cundy, A. B., Hudson, M. D., Thompson, C. E., Williams, I. D., Russell, A. E. y Pabortsava, K. (2020). Identification of tidal trapping of microplastics in a temperate salt marsh system using sea surface microlayer sampling. *Scientific Reports*, 10(1). [DOI.org/10.1038/s41598-020-70306-5](https://doi.org/10.1038/s41598-020-70306-5)
- Tournier, V., Duquesne, S., Guillaumot, F. y Cramail, H. (2023). Enzymes' power for plastics degradation. *Chemical Reviews*, 123(9), 5612-5701. [DOI: 10.1021/acs.chemrev.2c00644](https://doi.org/10.1021/acs.chemrev.2c00644)
- Valarezo, M. y Ruiz, L. (2022). El reciclaje de plásticos, un reto para lograr una economía circular. *Cedamaz*, 12(2). [DOI: 10.54753/cedamaz.v12i2.1265](https://doi.org/10.54753/cedamaz.v12i2.1265)
- Vázquez, V. (2021). *La industria del plástico necesita romper paradigmas para crecer: Anipac*. Mexico Industry. La industria del plástico necesita romper paradigmas para crecer: Anipac
- Velez, N., Zardi, G. I., Savio, R. L., McQuaid, C. D., Valbusa, U., Sabour, B. y Nicastro, K. R. (2019). A baseline assessment of beach macrolitter and microplastics along Northeastern Atlantic shores. *Marine Pollution Bulletin*, 149. [DOI.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110649](https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.110649)
- Walker, T. R. (2024). The tropics should not become the world's plastic pollution problem. *Journal of Tropical Futures*, 1(1), 12-24. [DOI: 10.1177/27538931231165273](https://doi.org/10.1177/27538931231165273)
- Yoshida, S., Hiraga, K., Takehana, T., Taniguchi, I., Yamaji, H., Maeda, Y. y Oda, K. (2016). A bacterium that degrades and assimilates poly (ethylene terephthalate). *Science*, 351(6278), 1196-1199. [DOI: 10.1126/science.aad6359](https://doi.org/10.1126/science.aad6359)
- Yoshida, S., Hiraga, K., Taniguchi, I. y K. Oda. (2021). Ideonella sakaiensis, PETase, and MHETase: from identification of microbial PET degradation to enzyme characterization. *Methods in Enzymology*, 648, 187-205. [DOI: 10.1016/bs.mie.2020.12.007](https://doi.org/10.1016/bs.mie.2020.12.007)
- Zhang, W., Zhang, S., Zhao, Q., Qu, L., Ma, D. y Wang, J. (2020). Spatio-temporal distribution of plastic and microplastic debris in the surface water of the Bohai Sea, China. *Marine Pollution Bulletin*, 158. <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32753167/>
- Ziani, K., Ioniță-Mîndrican, C. B., Mititelu, M., Neacșu, S. M., Negrei, C., Moroșan, E. y Preda, O. T. (2023). Microplastics, a real global threat for environment and food safety: a state of the art review. *Nutrients*, 15(3), 617. [DOI.org/10.3390/nu15030617](https://doi.org/10.3390/nu15030617)