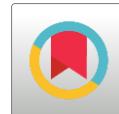




Biognosis, 2025. 2 (3), 16-24.
<https://doi.org/10.29267/biognosis.2025.2.3.16-24>



Microplásticos: Una amenaza creciente para el ambiente y la salud humana

Microplastics: A growing threat to the environment and human health

Enrique Javier Jiménez-Regalado¹, Claudia Cecilia Rivera-Vallejo¹, Alma Berenice Jasso-Salcedo^{2,3}, Rocio Yaneli Aguirre-Loredo^{1,3*}

¹**Centro de Investigación en Química Aplicada, Saltillo, Coahuila de Zaragoza, México.**

²**Centro de Investigación en Materiales Avanzados, Complejo Industrial Chihuahua, Chihuahua, México.**

³**Investigadoras e Investigadores por México, Secretaría de Ciencia, Humanidades, Tecnología e Innovación (SECIHTI), Ciudad de México, México.**

*Autor para correspondencia

Correo electrónico: [\(R. Aguirre-Loredo\)](mailto:yaneli.aguirre@cqua.edu.mx)

Historial del artículo:

Recibido: 28 Mayo 2024 / Recibido en forma revisada: 15 Junio 2024 / Aceptado: 1 Julio 2024 / Publicado online: 10 Julio 2024.



“Los microplásticos, aunque no se vean fácilmente, existen, nos dañan y no deben ser ignorados”

Resumen

Los plásticos son materias primas con los que se desarrollan múltiples productos de uso diario, fundamentales para la producción actual en muchas áreas industriales. La mayoría de los productos plásticos están basados en polímeros sintéticos como el polietileno, polipropileno y PET, resistentes a la degradación por microorganismos, y que, en su lugar, se fragmentan en piezas más pequeñas. Cuando estos fragmentos alcanzan un tamaño menor a 5 mm se les denominan microplásticos (MP). Los MP son transportados por el agua y el viento, llegando a contaminar el ambiente terrestre y acuático. Pueden ser fácilmente inhalados e ingeridos por medio del consumo de agua y alimentos, tanto por animales, plantas y el ser humano. Por tanto, los MP son un riesgo potencial para la salud humana, así como de la flora y fauna, ya que se ha demostrado que pueden dar origen a bioacumulación, problemas de reproducción, crecimiento, metabólicos, entre otros.

Palabras clave: Ambiente, contaminación plástica, microplásticos, salud humana.

Los microplásticos (MP) son partículas plásticas con tamaños menores a 5 mm y son principalmente derivadas de la fragmentación de plásticos de mayor tamaño. Los MP están presentes en el agua, aire y alimentos, los cuales pueden ser inhalados e ingeridos accidentalmente por plantas, animales y el ser humano, dando origen a posibles problemas de salud.

El plástico: Un material básico en la sociedad actual

El plástico es un material que se emplea ampliamente a nivel mundial y prácticamente en todos los sectores productivos. Los plásticos se obtienen a través de reacciones químicas de polymerización, en las cuales, las moléculas pequeñas (monómeros) se combinan para

Abstract

Plastics are raw materials used to create a wide range of everyday products, which are essential for current manufacturing in many industrial sectors. Most plastic products are made from synthetic polymers such as polyethylene, polypropylene, and PET, which resist decay by microorganisms and instead break into smaller pieces. When these particles are less than 5 mm, they are called microplastics (MP). MP are transported by water and wind, contaminating land and aquatic environments. They can be easily inhaled and ingested through water and food consumption by animals, plants, and humans. Therefore, MP pose a potential threat to human health, as well as to plants and animals, because they have been shown to cause bioaccumulation, reproductive, and metabolic issues, among other negative effects.

Keywords: Environment, human health, microplastics, plastic pollution.

formar cadenas más largas (polímeros), para lo cual se emplean principalmente derivados de hidrocarburos no renovables. Durante el año 2023, la producción mundial de plástico fue de casi 414 millones de toneladas métricas (Plastics-Europe, 2024). Entre los plásticos que más se producen a nivel mundial se encuentran el polietileno de alta densidad (HDPE), polietileno de baja densidad (LDPE), polipropileno (PP), poliestireno (PS), cloruro de polivinilo (PVC), tereftalato de polietileno (PET) y poliuretano (PUR); y en menor medida plásticos basados en fuentes renovables conocidos como biobasados (Figura 1).

El plástico es ampliamente utilizado en la vida cotidiana debido a propiedades como su versatilidad, durabilidad, resistencia a la corrosión, fácil de moldear y el bajo costo de producción. Debido a estas excelentes propiedades, se volvió una materia prima ideal para la obtención de productos a gran escala y de alta demanda como materiales de construcción, tuberías, piezas para la industria automotriz, aeronáutica, juguetes, dispositivos médicos de un solo uso, fibras textiles, envases para alimentos y muchas otras más (Figura 2).

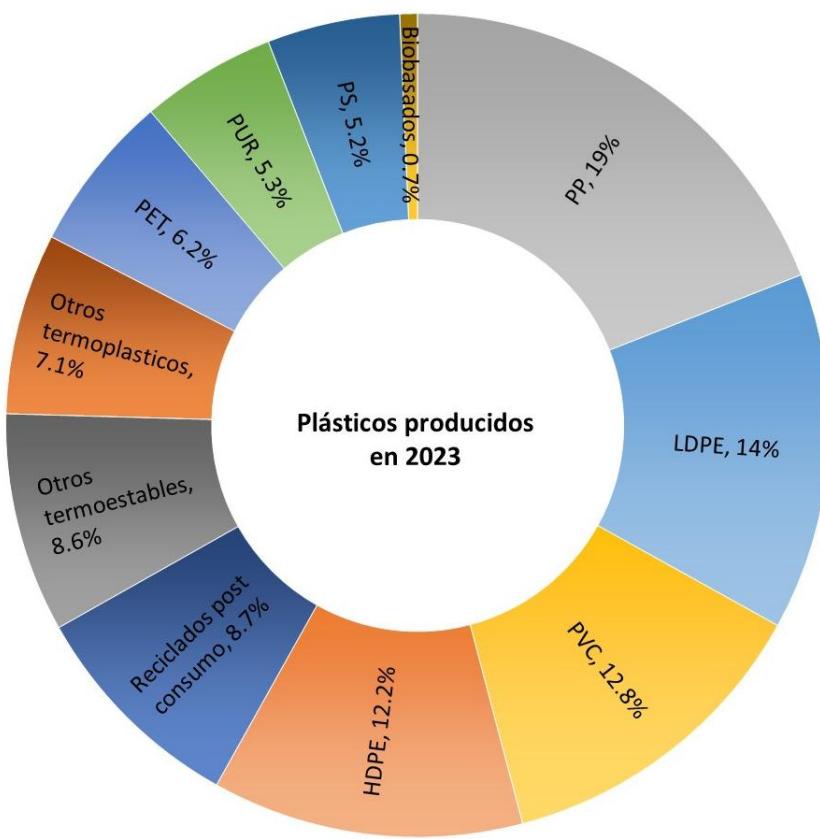


Figura 1. Distribución de la producción de plásticos a nivel mundial en 2023.
Figure 1. Distribution of global plastics production in 2023.

El plástico generó un enorme cambio en los procesos de producción y comercialización, ofreciendo ventajas significativas frente a materiales como el vidrio, la madera o los metales. En muchos sentidos, moldeó el mundo moderno gracias a sus propiedades únicas. El peso del plástico es mucho menor que el del vidrio, metal, o cerámica, por lo

que un envase plástico puede llegar a pesar hasta 10 veces menos que uno de vidrio con la misma capacidad, por lo que, en la industria de envases, el aluminio y vidrio fue sustituido en gran medida por el plástico. Por todo esto, la demanda de plástico fue creciendo, y año con año se ha visto un aumento en el volumen de producción. Se estima que para el año 2060, la producción de plásticos se triplicará, llegando hasta un volumen de 1260 toneladas métricas (OECD, 2022), generando así una nueva problemática: la contaminación plástica.



Figura 2. Productos diversos fabricados con plásticos.
Figure 2. Various types of products are made from plastics.

Impacto ambiental generado por la persistencia de los plásticos y la generación de microplásticos

La alta resistencia y durabilidad, que son una ventaja del plástico sobre otros materiales, se convierte en desventaja cuando el producto ha cumplido con su función y debe de ser desecharo. Muchos de los plásticos pueden tardar décadas o hasta cientos de años en degradarse. Actualmente, muchos de los productos plásticos que se desechan terminan incinerados o se depositan en vertederos o rellenos sanitarios urbanos, mientras que, la

otra parte que no se dispone en lugares adecuados, se encuentra contaminando el ambiente (aire, suelo, agua). Para el año 2018, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente estimaba que el 70% de la basura marina consistía en productos plásticos de un solo uso (PNUMA, 2018).

Dado que la mayoría de polímeros como el PET, PE y PP son muy resistentes a la degradación por microorganismos, estos residuos pueden permanecer intactos por años o siglos, generando una contaminación extendida en prácticamente todos los ambientes y rincones del mundo.

Esta acumulación de plásticos y su presencia en el medio ambiente ha llevado a convertirse en un problema grave. Sumándole a esta problemática, los productos plásticos como el PET, PE y PP, son muy resistentes a la degradación por microorganismos presentes en el ambiente (proceso conocido como biodegradación), por lo que pueden permanecer intactos por años o siglos, generando una contaminación extendida en prácticamente todos los ambientes y rincones del mundo. La alternativa para estos plásticos es pasar por un proceso de degradación, la cual puede ser ocasionada por distintos factores. Los procesos de degradación pueden ser ocasionados por daño mecánico (fricción, rompimiento), por cambios de temperatura, por la luz solar ultravioleta o por el contacto con productos químicos. Estos procesos provocan que los plásticos se empiecen a fraccionar en piezas cada vez más pequeñas, donde estas partículas pueden llegar a reducirse a tamaños micrométricos e incluso nanométricos. Cuando estas partículas plásticas alcanzan un tamaño menor a los 5 mm, se les denomina microplásticos (MP).

Origen de los microplásticos y su efecto en el medio ambiente

Los MP son partículas que en los últimos años han generado preocupación tanto de los científicos como de la sociedad debido a que son, en muchas ocasiones, partículas compuestas no solo de polímeros no degradables, sino también de colorantes y aditivos potencialmente tóxicos. Además, los MP son difíciles de recuperar de los entornos donde se encuentren.

Los MP se pueden clasificar de acuerdo a su origen en primarios y secundarios (Figura 3). Los MP primarios son aquellos que se fabrican desde su origen en tamaños pequeños, con forma y tamaño definido (pueden ser microesferas), y se encuentran en productos de cuidado personal como exfoliantes para la piel, desinfectante de manos, pasta de dientes y maquillajes. Mientras que los MP secundarios son todos aquellos que se forman por la fragmentación de productos plásticos de mayor tamaño como botellas, bolsas de supermercado, juguetes, dispositivos de pesca, desgaste de llantas de vehículos, desgaste de ropa de fibras sintéticas, entre muchos otros productos de uso cotidiano e industrial.



Figura 3. Clasificación de microplásticos de acuerdo a su origen.
Figure 3. Classification of microplastics based on their origin.

Estas micropartículas al ser tan pequeñas, pueden ser transportadas por el agua y el viento, dispersándose en el ambiente y llegando a regiones muy alejadas del mundo. Actividades como el turismo, la pesca, así como el vertido de aguas residuales sin tratar, son las principales causas de la presencia de MP en muchos cuerpos de agua, incluso en regiones como el Ártico. Cuando los MP llegan a los cuerpos de agua, como ríos, lagos y océanos, se acumulan en el fondo, mientras otros continúan flotando por un tiempo hasta sedimentarse y así el ciclo continúa. Además, la fauna marina llega a confundir los microplásticos con su alimento habitual, lo que origina problemas de mal nutrición, así como enfermedades que podrían llevar a su muerte.

En la actividad agrícola, las películas de aislamiento y los túneles agrícolas, aunque beneficiosos para los cultivos, dejan residuos constantes que contaminan directamente los suelos. Las plantas cultivadas en estos suelos contaminados o en parcelas regadas con agua que contiene MP, presentan problemas en el crecimiento de las células vegetales, lo que afecta la producción y calidad de los cultivos. Así mismo, las frutas y verduras también pueden estar contaminadas por MP. Esta información es limitada, pero no inexistente debido a que es difícil identificar la composición química de los frutos y diferenciar la contaminación pre y post-cosecha, por lo que se destaca la necesidad de métodos precisos y que no dañen los alimentos para medir esta contaminación.

Un impacto importante en el suelo es la plasisfera, el cual está compuesta por comunidades microbianas que se forman alrededor de los microplásticos y que varían según el tipo de plástico. Estos perfiles microbianos cambian rápidamente con la descomposición del plástico y se han detectado cada vez más genes resistentes a antibióticos, lo que podría convertir a MP en sitios de proliferación. Esta dinámica plantea preocupaciones sobre la transferencia horizontal de genes de resistencia en ecosistemas terrestres e intensificar la presión selectiva sobre las comunidades microbianas, favoreciendo cepas patógenas y reduciendo la diversidad funcional del suelo. Por tanto, la plasisfera no solo representa una amenaza emergente para la salud ambiental, sino también un desafío para la gestión sostenible de suelos.

Así mismo, se han identificado MP en el aire, tanto en entornos exteriores como en edificios cerrados. Los MP presentan una baja densidad, por lo que son fáciles de transportarse en el viento. La contaminación del aire por MP es más alta en zonas urbanas y grandes ciudades, sin embargo, se han identificado MP en el aire de regiones remotas, como los Pirineos franceses, parques nacionales y zonas silvestres de Estados Unidos.

¿Microplásticos en el ser humano?

Se han encontrado MP en diversos alimentos y bebidas, lo que ha originado otra preocupación más: el impacto de estas partículas en la salud de los organismos, tanto en humanos como en animales. Algunos de los alimentos y bebidas donde se han recuperado MP se encuentra el agua embotellada, leche pasteurizada, vinagre, miel, fórmula en polvo para bebé, frutas y vegetales crudos, entre otros. Todos estos productos, son un riesgo potencial para la población humana, ya que al ser ingeridos puede ocasionar en problemas de salud importantes en un futuro.

La presencia de MP en el organismo de peces y mariscos que son empleados para el consumo humano es un tema relevante para la salud humana especialmente en lo que respecta a la toxicología de los metales pesados. Si bien aún hacen falta muchos estudios para definir exactamente el impacto de los MP en la salud de los organismos, diversos estudios han demostrado que los MP son bioacumulables. Se han realizado estudios en laboratorio empleando líneas celulares, las cuales ayudan a comprender cómo podría reaccionar el organismo a ciertos compuestos sin la necesidad de propiciar daños directo a una persona, así como estudios a tejidos humanos. Estos estudios han revelado que además de la acumulación, los MP presentes en el cuerpo pueden provocar problemas en vías respiratorias y digestivas, estrés oxidativo, trastornos metabólicos, inmunotoxicidad, entre otras (Figura 4).

Además, se ha reportado la presencia de MP en tejidos humanos como la placenta y testículos. En la placenta, los MP pueden causar problemas en la implantación del ovulo, afectar la comunicación materno-fetal y el tráfico entre diferentes células, dando lugar a afectaciones en el crecimiento del feto y preeclampsia (Jasso-Salcedo *et al.*, 2024). Mientras que, en los testículos, los MP podrían tener un efecto en la disminución del recuento de espermatozoides. Así mismo, en estudios empleando líneas celulares, los MP demostraron tener la capacidad de alterar la homeostasis intestinal debido a que provocan

una reducción de los microorganismos intestinales benéficos y favorecen el crecimiento de microorganismos proinflamatorios y patógenos (Jasso-Salcedo *et al.*, 2024).

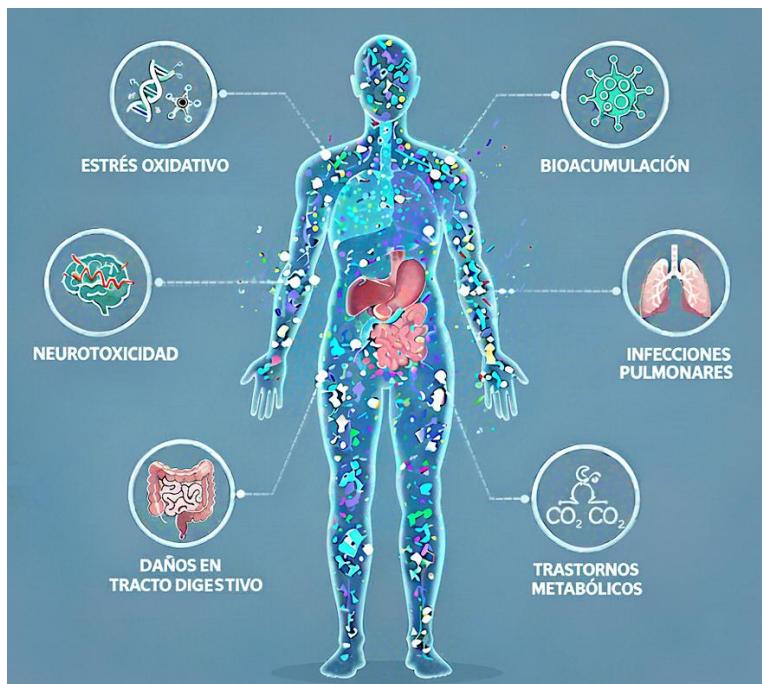


Figura 4. Efectos potenciales de los microplásticos en el cuerpo humano.
Figure 4. Potential impacts of microplastics on human health.

Conclusiones

Los MP se han convertido en una amenaza silenciosa para el planeta. Están presentes en el agua que bebemos, en los alimentos que consumimos e incluso en el aire que respiramos. Aunque son diminutos, sus efectos pueden ser enormes: afectan la vida marina, contaminan los suelos y podrían tener consecuencias en la salud humana. Cada trozo de plástico que desechamos sin cuidado puede permanecer por años en el ambiente, fragmentándose en partículas casi invisibles. Reducir su impacto está en nuestras manos al elegir productos con menos envolturas, reutilizar, reciclar y apoyar materiales biodegradables son acciones que marcan la diferencia. Si actuamos desde ahora, aún estamos a tiempo de proteger nuestros ecosistemas y cuidar nuestra propia salud.

Agradecimientos

Las autoras Jasso-Salcedo y Aguirre-Loredo agradecen a SECIHTI por el apoyo como investigadoras asignadas a CIMAV y CIQA, respectivamente. Este documento forma parte de los proyectos COAH-2025-C25-C014 y COAH-2025-C25-C035 financiados por FONCYT-COECYT. Además, CIMAV apoyó este trabajo mediante el financiamiento del proyecto 27027.

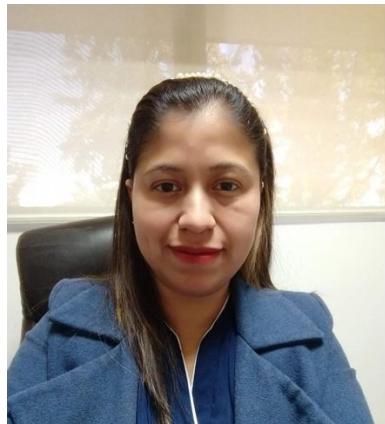
Referencias

- Jasso-Salcedo, A. B., et. al., (2024). Human consumption of microplastics via food type and habits: Recent review. *Water, Air, & Soil Pollution*, 235(2), 139. <https://doi.org/10.1007/s11270-024-06920-0>
- OECD. (2022). Global Plastics Outlook: Policy Scenarios to 2060. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/aa1edf33-en>
- Plastics-Europe. (2024). Plastics – the fast Facts 2024. Retrieved January from <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2024/>
- PNUMA. (2018). PNUMA Plásticos de un solo uso: Una hoja de ruta para la sostenibilidad. Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. www.unenvironment.org

Información de los autores



Enrique Javier Jiménez Regalado (Primer autor). Doctor en Físico Química de Polímeros por la Universidad Louis Pasteur de Estrasburgo, Francia. Investigador Titular C del Departamento de Procesos de Polimerización del CIQA en las áreas de síntesis, caracterización y propiedades reológicas de polímeros. Investigador SNII nivel 2. El Dr. Jiménez realiza investigación en polímeros hidrosolubles asociativos, usados como espesantes, tratamiento de aguas y aglomerantes. Cuenta con 70 publicaciones en revistas científicas internacionales y 12 patentes otorgadas. Ha dirigido tesis a nivel licenciatura, maestría y doctorado además participa en actividades de divulgación y acceso universal al conocimiento.



Rocío Yaneli Aguirre Loredo (Autor de correspondencia). Doctora en Tecnología Avanzada por el CICATA Unidad Querétaro del Instituto Politécnico Nacional. Investigadora por México SECIHTI comisionada al Departamento de Procesos de Polimerización del CIQA para el desarrollo del proyecto Polímeros biodegradables y reciclables. Es nivel 1 en el Sistema Nacional de Investigadoras e Investigadores (SNII). Realiza investigación en materiales biodegradables destinados para empaque alimentario y recubrimientos comestibles, así como extracción y aplicaciones de biopolímeros. Cuenta con 32 publicaciones en revistas científicas internacionales. Participa activamente en la formación de recursos humanos y en actividades de divulgación y acceso universal al conocimiento.