

Rastreado peligros invisibles: el impacto de los microplásticos en la salud humana

María Llasbeth Hernández Calderón^{1,2} David Ramiro Aguillón Gutiérrez³ y Sandra Díaz Barriga Arceo⁴

RESUMEN

Los microplásticos son partículas plásticas de tamaño micrométrico que se producen por la fragmentación de plásticos más grandes. Estos pueden llegar al humano a través de la ingestión de alimentos y/o bebidas contaminadas, por inhalación o por contacto dérmico. Los efectos que estos contaminantes pueden tener sobre la salud humana no han sido completamente descubiertos; sin embargo, queda claro que una vez que ingresan al organismo conducen a un proceso inflamatorio que pueden causar daño tisular afectando órganos como el corazón, pulmones, cerebro y sistema reproductivo, entre otros.

ABSTRACT

Microplastics are small plastic particles produced by the fragmentation of larger plastics. These can enter the human body by ingesting contaminated food and/or beverages, inhalation, or dermal contact. The effects that these contaminants may have on human health have not been fully elucidated; however, it is clear that once they enter the body, they initiate an inflammatory process that can cause cellular damage, affecting organs such as the heart, lungs, brain, reproductive system, among others.

PALABRAS CLAVE

Microplásticos, salud humana, contaminación, impacto ambiental.

Keywords

Microplastics, human health, pollution, environmental impact.

INTRODUCCIÓN

Los plásticos son materiales sintéticos que han facilitado en muchos sentidos la vida de la especie humana, en gran medida por su ductibilidad que permite darles diversas formas, su resistencia y bajo costo. Un ejemplo muy claro de como el plástico forma parte importante de nuestras vidas, lo vivimos durante la pandemia por SARS-Cov2, debido a que el uso de mascarillas fabricadas con este material se convirtió en parte esencial de nuestros días, al igual que las entregas de productos a domicilio envueltos en plástico. Sin embargo, con todo y sus ventajas, la contaminación plástica se ha convertido en un severo problema mundial ya que por su lenta o nula degradación, el plástico se acumula fácilmente en el medio ambiente y a través de diversas vías puede llegar a nuestros órganos y sistemas, sobre todo cuando los plásticos son fragmentados a partículas más pequeñas llamadas microplásticos. La comunidad científica menciona que estamos viviendo la era del plástico y que éste será un marcador de la era geológica actual que se distingue por el papel central que desempeña la humanidad. Por lo anterior, en este artículo te contaremos qué son los microplásticos, las vías a través de las cuales llegan a nuestro organismo y el impacto que pueden tener sobre la salud humana.

ANTECEDENTES: LOS PLÁSTICOS EN MÉXICO Y EL MUNDO

La producción mundial de plástico ha aumentado casi exponencialmente desde la Segunda Guerra Mundial, y en este tiempo se han fabricado más de 8.300 megatoneladas (Mt) de plástico. El volumen de producción anual ha crecido de menos de 2 Mt en 1950 a 460 Mt en 2019, y está en camino de triplicarse para 2060. Es preocupante saber que la mitad de todo el plástico que en este momento se encuentra circulando en el planeta se ha producido tan sólo desde el 2002 (Landrigan *et al.*, 2023).

De acuerdo con el reporte emitido por la *Plastics Europe*, la producción mundial de plástico registró en 2021 un incremento del 4.04% produciéndose un total de 390.7 millones de toneladas de plástico, de las cuales, 90.2% corresponde a plásticos de origen fósil, 8.3% son plásticos reciclados postconsumo y el 1.5% son bioplásticos. En cuanto a composición, los polímeros más producidos en todo el mundo son: el polipropileno (19.3%), polietileno de baja densidad (14.4%), PVC (12.9%), polietileno de alta y media densidad (12.5%) y plásticos reciclados (8.3%).

Por lo que respecta a México, la Asociación Nacional de Industrias del Plástico, A.C. registró en 2023 un crecimiento de 5.3% de la industria del plástico, produciendo cerca de 7 millones de toneladas por año de los 400 millones de toneladas que se producen por año en el mundo, cifras que lo sitúan como el onceavo productor y consumidor de plástico a nivel mundial (Ambiente plástico, 2024).

En cuanto a cifras referentes a contaminación plástica, el portal GreenMatch sitúa a México en el top 10 de los principales países productores de desechos plásticos, ocupando el décimo lugar con una producción de 5.9 millones de toneladas de desechos plásticos, de las cuales solamente el 15% se recicla. Por entidad federativa, la Ciudad de México es la más afectada, ya que produce 13,000 toneladas de desechos por día, y se estima que de este volumen un 40% son plásticos cuyo destino principal será la incineración o su depósito en rellenos sanitarios no regulados (para ingresar al ambiente en forma de basura).

¹Laboratorio de Citogenética Humana, FES Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México.

²Centro de Estudios e Investigaciones Interdisciplinarios, Universidad Autónoma de Coahuila.

³Laboratorio de Bioindicadores, Centro de Investigación y Jardín Etnobiológico (CIJE), Universidad Autónoma de Coahuila.

⁴Laboratorio de Genética Toxicológica, Unidad de Investigación Multidisciplinaria, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México.

Atendiendo a esta situación, en 2019 el Congreso local de la Ciudad de México aprobó la reforma a la Ley de Residuos Sólidos, en la que se establece que a partir de enero de 2020 se prohíbe la comercialización, distribución y entrega de bolsas de plástico, y a partir de 2021 se aplicaría para productos de un solo uso tales como popotes, agitadores, globos entre muchos otros, a menos que sean compostables. Esta reforma ha ido tomando cauce parcialmente y no todas las entidades federativas han replicado su implementación.

1. MICROPLÁSTICOS, ¿QUÉ SON Y DÓNDE ENCONTRARLOS?

Los plásticos que utilizamos tienen diversas dimensiones. Los microplásticos son partículas o fragmentos de plástico que miden menos de 0.5 cm (5000 micras) y que se encuentran de manera ubicua en nuestro entorno, y a las que nos exponemos todos los días. Estas partículas se pueden clasificar, según su origen, en primarias y secundarias (Wu *et al.*, 2019). Los microplásticos de origen primario son aquellos que se generan industrialmente para la producción de fibras textiles, medicamentos y productos de cuidado personal, como los cosméticos, mientras que los de origen secundario provienen de la fragmentación de artículos de basura plástica más grandes (contenedores de plástico, redes, ropa sintética, neumáticos, entre otros), ya sea por el envejecimiento de los materiales o por la exposición a la luz solar, la abrasión de las olas del mar y el viento, condiciones que generan hidrólisis, degradación térmica y microbiana, entre otras.

2. ¿CÓMO LLEGAN LOS MICROPLÁSTICOS A NUESTRO ORGANISMO?

La contaminación por microplásticos es omnipresente en los entornos acuáticos y terrestres. Los microplásticos se encuentran en el agua y los sedimentos, dentro de los organismos y en la atmósfera, por lo que la exposición humana a estos materiales es prácticamente inevitable. Esta exposición se puede dar por ingestión a través del consumo de alimentos contaminados como frutas, verduras y bebidas embotelladas; por inhalación de microplásticos suspendidos en el aire, y por contacto dérmico a través de productos de higiene personal, productos de belleza, textiles y polvo (Blackburn & Green, 2022; Prata *et al.*, 2020).

3. MECANISMOS DE TOXICIDAD DE LOS MICROPLÁSTICOS

Los microplásticos, que anteriormente se consideraban partículas inertes no tóxicas, ahora se consideran potencialmente dañinos para los organismos. Las características de superficie, así como los aditivos (catalizadores, plastificantes, colorantes y retardantes de llama) que contienen, pueden provocar: 1) estrés oxidativo, es decir, un desbalance de radicales libres que dañan membranas celulares, 2) citotoxicidad y daño genotóxico, que es daño a la célula en su totalidad y al material genético, respectivamente, 3) traslocación, es decir, la migración del órgano blanco a otros órganos y/o tejidos periféricos como la sangre, linfa y placenta, entre otros, 4) alteraciones biológicas, al actuar como sustancias que imitan moléculas de nuestro organismo, como las hormonas, lo que se conoce como disruptores hormonales y/o del metabolismo, 5) inflamación crónica con aumento del riesgo de desarrollar cáncer; al acumularse en el cuerpo, debido a la falta de un sistema enzimático en los organismos que los pueda degradar. Los microplásticos también pueden estar implicados en el aumento de la incidencia de enfermedades inmunitarias o neurodegenerativas y fungir como vectores de microorganismos y/u otros materiales potencialmente peligrosos como los metales pesados (Kumar *et al.*, 2022).

4. EFECTOS DE LOS MICROPLÁSTICOS SOBRE LA SALUD HUMANA

Como se explicó anteriormente, los microplásticos pueden ingresar a nuestro organismo por ingestión, inhalación y contacto dérmico y una vez que llegan a la sangre o linfa pueden distribuirse a otros órganos como cerebro, órganos reproductores, riñones, corazón, placenta e incluso llegar a los embriones. Uno de los principales eventos que desencadena estos contaminantes en órganos blanco como los que se han mencionado antes, es el inicio de un proceso inflamatorio derivado del estrés oxidativo que causan. Este daño puede llevar a la célula a un proceso de citotoxicidad que puede ser tan grave como para provocar la apoptosis o muerte celular programada, dañar el ADN y modificar las cascadas de señalización (Bastyans *et al.*, 2022; Kumar *et al.*, 2022).



Es importante tener en cuenta que el efecto y el grado de daño de los microplásticos a nivel celular y/o de órganos depende de factores como: el tamaño de la partícula, la concentración, la vía de exposición, el material y los aditivos que lo componen.

CONCLUSIÓN

La contaminación plástica está afectando gravemente a los ecosistemas, tanto terrestres como acuáticos, y ya supone un riesgo ecológico para diversas especies. Con la producción masiva y el uso indiscriminado de productos plásticos de un solo uso, esta afectación puede escalar fácilmente a un problema de salud pública, por lo que es de suma importancia concientizar a la población en el uso responsable de estos productos y sobre todo trabajar en sistemas eficientes de reciclaje.

La investigación sobre los microplásticos y la salud humana aún están en curso y hay mucha incertidumbre, por lo que se requiere de más estudios para comprender los riesgos potenciales que suponen y desarrollar estrategias efectivas para prevenirlos.

Agradecimiento

Al programa PAPIIT IN224324 de la Universidad Nacional Autónoma de México bajo la dirección de la Dra. Sandra Díaz Barriga Arceo.

REFERENCIAS

1. Ambiente plástico (2024). Disponible en: Industria del Plástico mexicana creció 5.3% en 2023 | Ambiente Plástico (ambienteplastico.com). Fecha de consulta: 25/05/2024.
2. Bastyans, S., Jackson, S., & Fejer, G. (2022). Micro and nano-plastics, a threat to human health?. *Emerging topics in life sciences*, 6(4), 411–422. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1042/ETLS20220024>.
3. Blackburn, K., & Green, D. (2022). The potential effects of microplastics on human health: What is known and what is unknown. *Ambio*, 51(3), 518–530. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1007/s13280-021-01589-9>.
4. GreenMatch (2024). Disponible en: 10 Countries Producing Most Plastic Waste | GreenMatch.co.uk. Fecha de consulta: 20/05/2024.
5. Kumar, R., Manna, C., Padha, S., Verma, A., Sharma, P., Dhar, A., Ghosh, A., & Bhattacharya, P. (2022). Micro(nano)plastics pollution and human health: How plastics can induce carcinogenesis to humans?. *Chemosphere*, 298, 134267. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.134267>
6. Landrigan PJ, Raps H, Cropper M, Bald C, Brunner M, Canonizado EM, Charles D, Chiles TC, Donohue MJ, Enck J, Fenichel P, Fleming LE, Ferrier-Pages C, Fordham R, Gozt A, Griffin C, Hahn ME, Haryanto B, Hixson R, Ianelli H, James BD, Kumar P, Laborde A, Law KL, Martin K, Mu J, Mulders Y, Mustapha A, Niu J, Pahl S, Park Y, Pedrotti ML, Pitt JA, Ruchirawat M, Seewoo BJ, Spring M, Stegeman JJ, Suk W, Symeonides C, Takada H, Thompson RC, Vicini A, Wang Z, Whitman E, Wirth D, Wolff M, Yousuf AK, Dunlop S. The Minderoo-Monaco Commission on Plastics and Human Health. *Ann Glob Health*. 2023 Mar 21;89(1):23. doi: 10.5334/aogh.4056. Erratum in: *Ann Glob Health*. 2023 Oct 11;89(1):71. PMID: 36969097; PMCID: PMC10038118.
7. Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico. *Plastic pollution is growing relentlessly as waste management and recycling fall short, says OECD*. Disponible en: <https://www.oecd.org/en/about/news/press-releases/2022/02/plastic-pollution-is-growing-relentlessly-as-waste-management-and-recycling-fall-short.html> Fecha de consulta: 02/12/2024.
8. PLASTICS EUROPE (2022). Disponible en: Plásticos - Situación en 2022 (plasticseurope.org). Fecha de consulta: 23/05/2024.
9. Prata, J. C., da Costa, J. P., Lopes, I., Duarte, A. C., & Rocha-Santos, T. (2020). Environmental exposure to microplastics: An overview on possible human health effects. *The Science of the total environment*, 702, 134455. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1016/j.scitotenv.2019.134455>
10. Wu, P., Huang, J., Zheng, Y., Yang, Y., Zhang, Y., He, F., Chen, H., Quan, G., Yan, J., Li, T., & Gao, B. (2019). Environmental occurrences, fate, and impacts of microplastics. *Ecotoxicology and environmental safety*, 184, 109612. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2019.109612>
11. Yong, C. Q. Y., Valiyaveetil, S., & Tang, B. L. (2020). Toxicity of Microplastics and Nanoplastics in Mammalian Systems. *International journal of environmental research and public health*, 17(5), 1509. <https://doi.org/10.3390/ijerph17051509>
12. Zhu, X., Wang, C., Duan, X., Liang, B., Genbo Xu, E., & Huang, Z. (2023). Micro- and nanoplastics: A new cardiovascular risk factor?. *Environment international*, 171, 107662. <https://doi-org.pbidi.unam.mx:2443/10.1016/j.envint.2022.107662>