

Artículo de posición

Microplásticos, una amenaza invisible para la salud humana y ambiente

Micro Plastics, An Invisible Threat to Human Health and the Environment

Freddy Elías Perilla-Portilla^{1*} <https://orcid.org/0000-0001-5582-7951>Jose Fred Quiroz Ortega¹ <https://orcid.org/0000-0002-1741-6067>¹Universidad Antonio Nariño, Facultad de Enfermería. Popayán, Colombia.*Autor para la correspondencia: fperilla79@uan.edu.co

RESUMEN

Introducción: Los microplásticos son pequeñas partículas de plástico, de menos de 5 milímetros de tamaño, que están presentes en nuestro entorno, incluyendo el agua, los alimentos y el aire que respiramos. Aunque su presencia es preocupante desde una perspectiva ambiental, también plantea riesgos para la salud humana, dado que la exposición a estos puede ocurrir a través de múltiples vías, por ejemplo, la ingestión de alimentos y agua contaminados, así como la inhalación de partículas presentes en el aire.

Objetivo: Describir los riesgos y daños asociados con el microplástico a nivel de la salud de las personas y del medio ambiente desde una perspectiva de metabolismo, sociedad y naturaleza.

Posición: Se evidencian múltiples actores y diversos factores que favorecen a la problemática, pero desde el metabolismo social naturaleza, se puede identificar que el consumidor juega un papel fundamental. No obstante, se requiere de la participación de múltiples actores para lograr frenar o reducir las consecuencias propias de esta situación.

Conclusiones: Se logra entender que es una problemática, que se fortalece con el paso del tiempo y aún permanece invisible en algunos campos, pero que requiere una intervención inmediata y profunda, se destaca que abordar este problema requiere un enfoque integral y colaborativo que involucre a diversos actores, incluyendo a los gobiernos, la industria, la sociedad civil y los consumidores.

Palabras clave: microplástico; salud colectiva; medio ambiente y salud pública; ecología humana.

ABSTRACT

Introduction: Micro plastics are small plastic particles, smaller than 5 millimeters, that are present in our environment, including water, food and the air we breathe. Although their presence is concerning from an environmental perspective, it also poses risks to human health, given that exposure to them can occur through multiple pathways; for example, ingestion of contaminated food and water, as well as inhalation of airborne particles.

Objective: To describe the risks and damages associated with microplastic at the level of people's health and the environment from a metabolism, society and nature perspective.

Position: Multiple actors and various factors are evident favoring this issue, but from the nature social metabolism the consumer is identified to play a fundamental role. However, the participation of multiple actors is required to stop or reduce the consequences of this situation.

Conclusions: It is possible to understand that it is a problem that strengthens with time and still remains invisible in some fields, but requires immediate and profound intervention. It is highlighted that addressing this problem requires a comprehensive and collaborative approach involving diverse actors, including governments, industry, civil society, and consumers.

Keywords: micro plastic; collective health; environment and public health; human ecology.

Recibido: 05/06/2023

Aceptado: 21/12/2023

Introducción

En los últimos años, se ha hecho evidente que uno de los desafíos ambientales más urgentes que enfrenta la humanidad es el microplástico en nuestro entorno. Estos diminutos fragmentos de plástico, con un tamaño menor a 5 milímetros, están presentes en una amplia

variedad de productos y se han convertido en una preocupación global, debido a su impacto negativo en los ecosistemas marinos, la salud humana y el equilibrio del planeta en su conjunto.⁽¹⁾

El problema de los microplásticos surge a partir de la degradación de los plásticos más grandes, como botellas, bolsas y envases que se fragmentan en partículas cada vez más pequeñas, debido a la acción del sol, el viento y las corrientes marinas. Además, estos también se generan directamente durante la producción y el uso de productos, como cosméticos, elementos de cocina e inclusive la ropa que se usa de forma diaria, los cuales una vez son liberados en el medio ambiente pueden tener un impacto significativo en los ecosistemas terrestres y acuáticos, son ingeridos diariamente por organismos de ambos ecosistemas, lo que puede afectar su salud, su capacidad para alimentarse y reproducirse. Además, este tipo de elementos puede transportar sustancias químicas tóxicas, como plaguicidas y contaminantes orgánicos persistentes, lo que aumenta el riesgo de contaminación en la cadena alimentaria.⁽²⁾

Es así que la presencia de microplásticos se ha convertido en una preocupación creciente a nivel mundial, ya que se encuentran en diversos entornos, incluidos océanos, ríos, suelos y aire; todo esto ha generado que se realicen múltiples investigaciones y se implementen medidas para reducir la producción y liberación de estos. De igual forma, se busca desarrollar métodos de remediar y limpiar de los ambientes contaminados.

Por lo anterior, el objetivo del artículo fue describir los riesgos y daños asociados con el microplástico a nivel de la salud de las personas y del medio ambiente desde una perspectiva de metabolismo, sociedad y naturaleza.

Desarrollo

El microplástico se ha convertido en una amenaza, puede ser invisible, pero afecta la salud y el ambiente de forma significativa, por lo que debemos comprender los riesgos y daños que se desencadenan, además del papel importante que cumplimos como seres humanos, dentro del metabolismo social, al ser la principal razón de producción y consumos de plástico.

En la producción de plástico se involucran varios actores en diferentes etapas de la cadena de suministro y consumo. A continuación, se muestran algunos de los principales actores involucrados:

- *Industrias y fabricantes de plásticos:* Las empresas que producen plásticos a gran escala son los actores clave en la generación de microplásticos primarios. Estas industrias fabrican productos como botellas, envases, bolsas, juguetes y productos electrónicos, que eventualmente pueden fragmentarse y terminan siendo parte de esta problemática.⁽³⁾
- *Empresas de productos de cuidado personal:* Algunos productos cosméticos y de cuidado personal, como exfoliantes faciales, dentífricos y productos para el cuidado del cabello, han utilizado microperlas de plástico como ingredientes. Estas pueden ser liberadas en el medio ambiente a través del desagüe y contribuir a la contaminación por microplásticos en los océanos y ríos, sin dejar atrás que tienen contacto directo con la piel de las personas, la cual puede absorber este componente y generar efectos negativos en su salud.⁽⁴⁾
- *Industrias textiles:* La industria textil también desempeña un papel importante en la producción de microplásticos, dado que muchas prendas de vestir, especialmente aquellas hechas de materiales sintéticos como el poliéster y el nylon, liberan microfibras durante el lavado. Estas microfibras pueden terminar en el agua y ser transportadas a los océanos, además de eso, también pueden ser inhaladas por las personas al usar las prendas que están fabricadas a base de estos materiales.⁽⁵⁾
- *Sector agrícola:* La agricultura también puede contribuir a la generación de microplásticos. Por ejemplo, la utilización de películas plásticas para cubrir los cultivos puede degradarse con el tiempo, liberando pequeñas partículas de plástico en el suelo, lo que genera un daño ambiental en el territorio.⁽⁶⁾
- *Consumidores y gestión de residuos:* Los consumidores juegan un papel crucial en la generación de microplásticos a través de sus hábitos de consumo y de eliminación de residuos. La falta de reciclaje adecuado y la incorrecta disposición de los productos de plástico pueden llevar a la fragmentación y la generación de estos en vertederos y entornos naturales.⁽⁷⁾

Todo esto se puede apreciar en países desarrollados y en proceso de desarrollo, por ejemplo, Colombia, un país latinoamericano en vía de desarrollo, genera 10,3 millones de toneladas de residuos sólidos (Plásticos), lo que daría un promedio de 4,3 kg/día de plástico por cada hogar y entre las principales ciudades productoras están: Bogotá, ocupando el primer puesto, seguido por Cali, Medellín y Barranquilla. Esto nos permite notar cifras que son claramente alarmantes, si se analiza el daño ambiental que estos desechos producirán, los cuales terminarán afectando la salud de los ciudadanos.⁽⁸⁾

De igual forma, se pueden hablar de varios vertederos a nivel internacional, entre los que destacan Camboya, India, Indonesia, Laos, Filipinas y Vietnam, dado que el continente asiático ha sido, por gran parte de la historia, el lugar donde países como España o Canadá envían sus residuos a desecharse, aspecto que a partir de 2018 han tratado de reducir, estableciendo normas que limiten este tipo de accionar. Asimismo, según *Thant* y otros, entre los principales residuos encontrados en estos grandes vertederos se encuentran: polietileno, polipropileno y tereftalato de polietileno, polímeros frecuentemente usados en bebidas, elementos de uso diario (bolsas de supermercado, recipientes de aceites, etc.) y textiles.^(9,10)

Causas o factores contribuyentes de la situación o conflicto socioambiental

Lo anterior, hace necesario que se revisen las posibles causas o factores que contribuyen al incremento de microplástico en los ecosistemas, está claro que el consumidor se encuentra en el eje central de estos aspectos, dado que entre las causas más representativas se pueden encontrar:

- *Uso y producción masiva de plásticos:* La cual responde a la creciente demanda de productos de plástico, como envases, botellas, bolsas y productos de consumo, lo que ha llevado a un aumento en la producción y la liberación de residuos que pueden fragmentarse y convertirse en microplásticos.⁽³⁾
- *Uso de microperlas en productos de cuidado personal:* Las microperlas, en ocasiones, pasan desapercibidas por el consumidor, que no es consciente de los materiales con los que están fabricados muchos de los productos de belleza de uso diario.⁽⁴⁾

- *Desgaste y degradación de productos plásticos:* Los productos plásticos, como envases, bolsas y textiles sintéticos, se desgastan y degradan con el tiempo debido a la exposición a la luz solar, la acción mecánica y otros factores ambientales. Todo eso sucede al tiempo que se les da utilidad, tanto dentro como fuera de los hogares.⁽²⁾
- *Limpieza inadecuada de residuos plásticos:* Este aspecto es de gran relevancia, dado que la falta de prácticas adecuadas de gestión de residuos contribuye a la dispersión de plásticos en el medio ambiente, a consecuencia de una eliminación inapropiada de residuos en vertederos, basureros a cielo abierto o su abandono en la naturaleza, aumentando la probabilidad de que se descompongan y se conviertan en microplásticos.⁽⁷⁾
- *Liberación de microfibras textiles durante el lavado:* Las prendas de vestir hechas de materiales sintéticos, como poliéster y nylon, liberan microfibras durante el lavado en las máquinas, todos estos residuos terminan en ríos o mares, pero también las liberaciones de estas microfibras al usar las prendas de vestir son inhaladas por el ser humano al respirar, lo cual desencadenará en enfermedades.⁽⁵⁾
- *Malas prácticas de pesca y acuicultura:* La pesca y la acuicultura también pueden ser fuentes de microplásticos. Las redes y cuerdas de pesca hechas de materiales sintéticos pueden desgastarse y liberar esto al medio ambiente acuático.⁽⁶⁾
- *Acciones naturales y eventos climáticos:* Factores naturales como la erosión costera, la degradación de desechos plásticos abandonados en la naturaleza y eventos climáticos extremos como tormentas pueden contribuir a la generación y dispersión de microplásticos.

Todo esto se puede centrar en el metabolismo social naturaleza. Está claro que las comunidades son las encargadas de generar la demanda a la cual responden estos actores principales, para satisfacer la necesidad de consumo de las poblaciones, la cual es indiscriminada y podría decirse que irracional, dado el poco uso que se da a todo el material de plástico creado, el cual, en muchas ocasiones, se emplea en una única oportunidad y posteriormente se desecha.

Además, también es parte del capitalismo salvaje, puesto que, al producir y consumir estas grandes cantidades de plástico, no se piensa en las consecuencias que se tiene en el ambiente

o en la salud, por el contrario, se ve este aspecto de producción como una oportunidad para recaudar dinero y acrecentar el capital de estos grandes empresarios.

Efectos o consecuencias en la salud y el ambiente de la situación o conflicto socio ambiental

Por lo tanto, al conocer los principales actores y los factores que contribuyen al microplástico, es fundamental abordar las consecuencias sobre la salud de las poblaciones y del daño ambiental que esto causa, a continuación, se mencionan algunas de estas:

- *Microplástico en sangre:* Los microplásticos pueden ingresar al flujo sanguíneo por diversos medios: como el digestivo o inhalatorio, dado que aquellos de menos de 10 µm podrían atravesar las membranas celulares y trasladarse fácilmente al sistema circulatorio. La evidencia científica ha demostrado que la exposición a este tipo de material da como resultado un aumento de los daños en el ácido desoxirribonucleico (ADN) en células polimorfonucleares y monocitos de los seres humanos. Esto significa que la exposición a estas partículas causa inestabilidades genómicas en linfocitos, por ejemplo, el polietileno, el cual tiene alto potencial de ser clastógeno, que provoca roturas de la cadena de ADN, resultado de la reparación inapropiada de las roturas de la doble cadena y/o la reducción de su capacidad de reparación. Además, se espera que la exposición crónica pueda terminar ocasionando enfermedades, como el cáncer, dados los daños causados al material genético de las células.^(11,12)
- *Presencia en la placenta:* Se ha demostrado que los microplásticos pueden cruzar las barreras placentarias, los estudios han demostrados que los más frecuentes son el policloruro de vinilo (PVC), el polipropileno (PP) y el tereftalato de polietileno (PET).⁽¹³⁾ La presencia de estos componentes dentro la placenta podría afectar la salud materna y fetal, dado que estos pueden contener aditivos químicos y contaminantes que podrían ser liberados en el entorno placentario y tener efectos tóxicos. Además, los microplásticos podrían afectar la función de la placenta, que desempeña un papel crucial en el suministro de nutrientes y oxígeno al feto y en la eliminación de productos de desecho.^(14,15)

- *Presencia en el sistema nervioso:* Los microplásticos causan neurotoxicidad generalizada, lo que conlleva a comportamientos anormales y depresión, dado que estos se acumulan en el cerebro aumentando el estrés oxidativo e inhibiendo la actividad de la acetilcolinesterasa (Ache); dando como resultado una acumulación excesiva de acetilcolina, lo que conlleva a que los nervios colinérgicos se sobreexciten y provoquen trastornos neurológicos.⁽¹⁶⁾
- *Presencia Sistema digestivo:* Los microplásticos, con frecuencia, ingresan al esófago, estómago e intestinos a través de la boca, por lo tanto, su efecto tóxico se evidencia en todo el tracto digestivo, tales como: trastornos de la flora intestinal, reducir la secreción de moco intestinal, destruir la proporción de probióticos y bacterias patógenas; dañar el epitelio de la mucosa intestinal y, en última instancia, conducir a la destrucción de la barrera intestinal; lo que conlleva a trastornos del metabolismo de los aminoácidos y ácidos grasos.^(17,18)

Por otro lado, el impacto del microplástico en el medio ambiente es una preocupación creciente debido a su amplia distribución y persistencia en diversos ecosistemas, algunos de estos son: contaminación de los océanos y cuerpos de agua, alteraciones de los ecosistemas e impacto de la vida silvestres,⁽¹⁹⁾ los cuales pueden verse en la bioacumulación y biomagnificación de este.

Bioacumulación: Es un proceso mediante el cual los organismos acumulan partículas de microplástico en su tejido a lo largo del tiempo, a medida que estos se dispersan en el medio ambiente, pueden ser ingeridos por organismos marinos y terrestres a través de la alimentación, la respiración o el contacto directo. Una vez que ingresan al cuerpo de un organismo, pueden acumularse en diferentes tejidos, como el tracto digestivo, los órganos internos o incluso a nivel celular.⁽²⁰⁾

Este proceso puede generar consecuencias: los microplásticos pueden actuar como transmisores de contaminantes químicos. Muchos contaminantes, como los productos químicos persistentes orgánicos y los metales pesados, tienden a adherirse a la superficie de estos elementos. Cuando los organismos ingieren microplásticos contaminados, también pueden ingerir los contaminantes químicos asociados. Estos contaminantes pueden acumularse en los tejidos de los organismos a medida que se bioacumulan a lo largo de la

cadena alimentaria, lo que potencialmente puede tener efectos negativos en la salud y la reproducción de los organismos y en los ecosistemas en general, todo esto puede ocurrir en diversos niveles tróficos de una cadena alimentaria.⁽²¹⁾

Biomagnificación: Se refiere al proceso mediante el cual la concentración de microplásticos aumenta a medida que se trasladan a través de una cadena alimentaria, desde organismos más pequeños hasta organismos más grandes.

Esto puede verse cuando estos elementos están presentes en un entorno acuático o terrestre, lo que permite que sean ingeridos por organismos de bajo nivel trófico, como zooplancton en el caso de los ecosistemas acuáticos o invertebrados del suelo en el caso de los ecosistemas terrestres, a medida que los organismos más pequeños son consumidos por organismos de niveles tróficos superiores, los microplásticos también son transferidos. Los organismos superiores pueden incluir peces, aves, mamíferos u otros depredadores que se alimentan de los organismos más pequeños, todo esto resulta en una acumulación aún mayor. Lo anterior ocurre debido a que estos no se metabolizan ni se eliminan fácilmente en el cuerpo de los organismos. En cambio, tienden a acumularse en los tejidos de los organismos a medida que avanzan a través de la cadena alimentaria.^(22,23)

Lo anteriormente expuesto permite que se haga una reflexión y un llamado de atención a los países, gobiernos y ciudadanos a encaminar el trabajo de forma colectiva, dirigidos a establecer alternativas y estrategias que contribuyan a solucionar esta importante problemática, algunas de las cuales puede girar alrededor de:

- *Reducción en la producción y consumo de plásticos:* Una de las estrategias más efectivas es reducir la producción y el consumo de plásticos en general. Esto se puede lograr promoviendo la utilización de materiales alternativos más sostenibles y biodegradables, fomentando la reutilización de productos de plástico y adoptando prácticas de consumo responsable, siendo una de las medidas que se han enmarcado en algunos países, como Colombia, desde dónde se establece el plan nacional para la gestión sostenible de los plásticos de un solo uso, buscando aportar de forma significativa.⁽²⁴⁾
- *Mejoramiento de la gestión de residuos:* Es fundamental mejorar la gestión de residuos, especialmente en lo que respecta a la recolección y el reciclaje de plásticos.

Esto implica implementar sistemas eficientes de separación de residuos, promover la recolección selectiva y establecer infraestructuras de reciclaje adecuadas. Asimismo, se debe trabajar en la concienciación y educación de la población sobre la importancia de desechar correctamente los plásticos y evitar su disposición en el medio ambiente.

- *Fomento de la economía circular*: La transición hacia una economía circular, en la cual los recursos se utilizan de manera más eficiente y se minimiza la generación de residuos es una estrategia clave para abordar el problema del microplástico. Esto implica promover la reutilización, el reciclaje y el diseño de productos más duraderos y fácilmente reciclables.⁽²⁵⁾
- *Investigación y desarrollo de materiales alternativos*: Es necesario impulsar la investigación y el desarrollo de materiales alternativos al plástico, como bioplásticos, materiales biodegradables y compostables. Estos materiales pueden ofrecer una alternativa más sostenible y reducir la acumulación de microplásticos en el medio ambiente.
- *Concienciación y educación*: La concienciación y educación de la población son fundamentales para promover cambios en los hábitos de consumo y el manejo de residuos. Es necesario informar a las personas sobre los impactos ambientales del microplástico y fomentar prácticas sostenibles en su vida diaria.
- *Regulaciones y políticas gubernamentales*: Los gobiernos desempeñan un papel crucial en la reducción del daño del microplástico mediante la implementación de regulaciones y políticas efectivas. Esto puede incluir la prohibición o restricción de ciertos productos plásticos de un solo uso, la promoción de estándares de gestión de residuos más estrictos y el establecimiento de incentivos para la adopción de alternativas sostenibles.

Conclusiones

Se logra entender que el microplástico es una problemática, que se fortalece con el paso del tiempo y aún permanece invisible en algunos campos, pero que requiere una intervención inmediata y profunda, se destaca que abordar este problema requiere un enfoque integral y colaborativo que involucre a diversos actores, incluyendo a los gobiernos, la industria, la sociedad civil y los consumidores.

Agradecimientos

Agradezco a Yesenia Castro Cely la revisión y discusión de este manuscrito, pues gracias al diálogo que sostuvimos se logró comprender los matices y la importancia del abordaje de la temática.

Referencias bibliográficas

1. Tiwari BR, Lecka J, Pulicharla R, Brar SK. Microplastic pollution and associated health hazards: Impact of COVID-19 pandemic. *Curr Opin Environ Sci Health*. 2023 [acceso 15/05/2023];Pre-proof:100480. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S2468584423000405>
2. Ling Lam TW, Jade Tsui YC, Cheng YL, Ma ATH, Fok L. Microplastic contamination in edible clams from popular recreational clam-digging sites in Hong Kong and implications for human health. *Science of The Total Environment*. 2023 [acceso 18/05/2023];875:162576. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0048969723011920>
3. Li K, Jia W, Xu L, Zhang M, Huang Y. The plastisphere of biodegradable and conventional microplastics from residues exhibit distinct microbial structure, network and function in plastic-mulching farmland. *J Hazard Mater*. 2023 [acceso 27/05/2023];442:130011. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0304389422018052>
4. Zhou Y, Ashokkumar V, Amobonye A, Bhattacharjee G, Sirohi R, Singh V, *et al*. Current research trends on cosmetic microplastic pollution and its impacts on the ecosystem: A review. *Environmental Pollution*. 2023 [acceso 15/05/2023];320:121106. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0269749123001082>
5. Xu C, Zhou G, Lu J, Shen C, Dong Z, Yin S, *et al*. Spatio-vertical distribution of riverine microplastics: Impact of the textile industry. *Environ Res*. 2022 [acceso 17/05/2023];211:112789. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0013935122001165>

6. Tang KHD. Microplastics in agricultural soils in China: Sources, impacts and solutions. *Environmental Pollution*. 2023 [acceso 18/05/2023];322:121235. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0269749123002373>
7. Long Z, Pan Z, Jin X, Zou Q, He J, Li W, *et al.* Anthropocenemicroplastic stratigraphy of Xiamen Bay, China: A history of plastic production and waste management. *Water Res*. 2022 [acceso 20/05/2023];226:119215. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0043135422011605>
8. Universidad de los Andes, Greenpeace Colombia. Situación actual de los plásticos en Colombia y su impacto en el medio ambiente. Bogotá; 2019 [acceso 20/05/2023]. Disponible en: http://greenpeace.co/pdf/2019/gp_informe_plasticos_colombia_02.pdf
9. Kumar R, Pandit P, Kumar D, Patel Z, Pandya L, Kumar M, *et al.* Landfill microbiomeharbour plastic degrading genes: A metagenomic study of solid waste dumping site of Gujarat, India. *Science of The Total Environment*. 2021 [acceso 15/05/2023];779:146184. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0048969721012511>
10. Tun TZ, Kunisue T, Tanabe S, Prudente M, Subramanian A, Sudaryanto A, *et al.* Microplastics in dumping site soils from six Asian countries as a source of plastic additives. *Science of The Total Environment*. 2022 [acceso 18/05/2023];806:150912. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0048969721059908>
11. Kim Y, Jeong J, Lee S, Choi I, Choi J. Identification of adverse outcome pathway related to high-density polyethylene microplastics exposure: Caenorhabditiselegans transcription factor RNAi screening and zebrafish study. *J Hazard Mater*. 2020 [acceso 20/05/2023];388:121725. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0304389419316796>
12. Çobanoğlu H, Belivermiş M, Sıkdokur E, Kılıç Ö, Çayır A. Genotoxic and cytotoxic effects of polyethylene microplastics on human peripheral blood lymphocytes. *Chemosphere*. 2021 [acceso 15/05/2023];272:129805. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0045653521002745>

13. Zhu L, Zhu J, Zuo R, Xu Q, Qian Y, AN L. Identification of microplastics in human placenta using laser direct infrared spectroscopy. *Science of The Total Environment*. 2023 [acceso 22/05/2012];856:159060. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0048969722061599#bb0115>
14. Ragusa A, Svelato A, Santacroce C, Catalano P, Notarstefano V, Carnevali O, *et al.* Plasticenta: First evidence of microplastics in human placenta. *Environ Int*. 2021 [acceso 22/05/2023];146:106274. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0160412020322297>
15. Liu S, Lin G, Liu X, Yang R, Wang H, Sun Y, *et al.* Detection of various microplastics in placentas, meconium, infant feces, breastmilk and infant formula: A pilot prospective study. *Science of The Total Environment*. 2023 [acceso 25/05/2023];854:158699. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0048969722057989>
16. Yin K, Wang Y, Zhao H, Wang D, Guo M, Mu M, *et al.* A comparative review of microplastics and nanoplastics: Toxicity hazards on digestive, reproductive and nervous system. *Science of The Total Environment*. 2021 [acceso 25/05/2023];774:145758. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0048969721008251#bb0525>
17. Fackelmann G, Sommer S. Microplastics and the gut microbiome: How chronically exposed species may suffer from gut dysbiosis. *Mar Pollut Bull*. 2019 [acceso 22/05/2023];143:193-203. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0025326X19302917>
18. Fackelmann G, Sommer S. Microplastics and the gut microbiome: How chronically exposed species may suffer from gut dysbiosis. *Mar Pollut Bull*. 2019 [acceso 15/05/2023];143:193-203. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0025326X19302917>
19. Nesterovschi I, Marica I, Andrea Levei E, Bogdan Angyus S, Kenesz M, Teodora Moldovan O, *et al.* Subterranean transport of microplastics as evidenced in karst springs and their characterization using Raman spectroscopy. *Spectrochim Acta A Mol Biomol Spectrosc*. 2023 [acceso 25/05/2023];298:122811. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S1386142523004961>

20. Parolini M, Stucchi M, Ambrosini R, Romano A. A global perspective on microplastic bioaccumulation in marine organisms. *EcolIndic*. 2023 [acceso 20/05/2023];149:110179. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S1470160X23003217>
21. Du J, Hu Y, Hou M, Zhou J, Xiang F, Zheng H, *et al*. Combined effects of high-fat diet and polystyrene microplastic exposure on microplastic bioaccumulation and lipid metabolism in zebrafish. *Fish Shell fish Immunol*. 2023 [acceso 20/05/2023];137:108803. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S1050464823002899>
22. Guo J, Liu N, Xie Q, Zhu L, Ge F. Polystyrene microplastics facilitate the biotoxicity and biomagnification of ZnO nanoparticles in the food chain from algae to daphnia. *Environmental Pollution*. 2023 [acceso 25/05/2023];324:121181. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0269749123001835>
23. Miller ME, Motti CA, Hamann M, Kroon FJ. Assessment of microplastic bioconcentration, bioaccumulation and biomagnification in a simple coral reef food web. *Science of The Total Environment*. 2023 [acceso 27/05/2023];858:159615. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0048969722067158>
24. Duque Márquez I, Correa CE, Cruz Parada FJ, Galarza Sánchez N, Corzo Álvarez A. Plan nacional para la gestión sostenible de los plásticos de un solo uso. 1a ed. Ramírez Rodríguez CJ, editor. Vol. 1. Bogotá: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible; 2021 [acceso 27/05/2023]. p. 1-31. Disponible en: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/02/plan-nacional-para-la-gestion-sostenible-de-plasticos-un-solo-uso-minambiente.pdf>
25. Cholewinski A, Dadzie E, Sherlock C, Anderson WA, Charles TC, Habib K, *et al*. A critical review of microplastic degradation and material flow analysis towards a circular economy. *Environmental Pollution*. 2022 [acceso 27/05/2023];315:120334. Disponible en: <https://www-sciencedirect-com.ezproxy.uan.edu.co/science/article/pii/S0269749122015482>

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflicto de intereses.