



NUEVAS REALIDADES PARA LA EDUCACIÓN EN INGENIERÍA:
CURRÍCULO, TECNOLOGÍA, MEDIO AMBIENTE Y DESARROLLO

13 - 16
DE SEPTIEMBRE

2022

CARTAGENA DE INDIAS,
COLOMBIA



Una mirada hacia los contaminantes emergentes “microplásticos” en Colombia

**Liceth Carolina Costa Redondo, Óscar
Vasco Echeverri**

**Universidad Pontificia Bolivariana
Medellín, Colombia**

Andrés Galindo Montero

**Universidad de La Guajira
Riohacha, Colombia**

Resumen

Los plásticos se han convertido en materiales indispensables para la sociedad por sus múltiples aplicaciones, y debido a su producción, consumo e inadecuada disposición final se ha transformado en un problema de alta precedencia en la última década. Los residuos plásticos en el medio natural son expuestos a procesos bióticos y abióticos, convirtiéndolos en materiales frágiles que generan su fragmentación en partículas progresivamente más pequeñas llamadas microplásticos (menores a 5 milímetros), volviéndose un contaminante emergente en el medio ambiente, debido a que se encuentran distribuidos en componentes ambientales (agua, sedimento, atmosfera y biota). Esta investigación tiene como objetivo proporcionar información sobre el estado del arte de los microplásticos (características, fuentes de contaminación, efectos) y conocer los diferentes estudios realizados en Colombia frente a la temática. Se realizó una búsqueda detallada de artículos científicos con informaciones cualitativas y cuantitativas de microplásticos en Colombia, los cuales han abarcado los departamentos de Atlántico, Magdalena, Córdoba, Bolívar, La Guajira, Nariño y Valle del Cauca. Esta investigación permitirá tener una perspectiva de los microplásticos, identificar los desafíos y realidades del país frente a estos contaminantes emergentes, buscando aportar información para el fortalecimiento de estrategias ambientales basadas en la protección y conservación del medio ambiente, para reducir y prevenir la contaminación por plásticos, de esta manera se contribuirá al derecho de los colombianos de un ambiente sano y a algunos Objetivo de Desarrollo Sostenible, como agua limpia y saneamiento, acción por el clima, vida submarina y vida de ecosistemas terrestres.

Palabras clave: microplástico; contaminación; zonas costeras

Abstract

Plastics have become indispensable materials for society due to their multiple applications, and due to their production, consumption and inadequate final disposal, they have become a highly prevalent problem in the last decade. Plastic waste in the natural environment is exposed to biotic and abiotic processes, turning them into fragile materials that generate their fragmentation into progressively smaller particles called microplastics (smaller than 5 millimeters), becoming an emerging pollutant in the environment, since they are distributed in environmental components (water, sediment, atmosphere and biota). The objective of this research is to provide information on the state of the art of microplastics (characteristics, sources of contamination, effects) and to know the different studies carried out in Colombia on the subject. A detailed search of scientific articles with qualitative and quantitative information on microplastics in Colombia was carried out, covering the departments of Atlántico, Magdalena, Córdoba, Bolívar, La Guajira, Nariño and Valle del Cauca. This research will provide a perspective of microplastics, identify the challenges and realities of the country facing these emerging pollutants, seeking to provide information to strengthen environmental strategies based on the protection and conservation of the environment, to reduce and prevent plastic pollution, thus contributing to the right of Colombians to a healthy environment and to some Sustainable Development Goals, such as clean water and sanitation, climate action, underwater life and life of terrestrial ecosystems.

Keywords: microplastics; pollution; coastal zones

1. Introducción

Los plásticos se han convertido en materiales indispensables para la sociedad, sus altas tasas de producción, corta vida útil, manejo y gestión inadecuada ha generado un impacto negativo en el medio ambiente, su producción mundial ha aumentado significativamente durante los últimos años, alcanzando casi los 370 millones de toneladas en el 2019 (Europe Plastics, 2021). Los residuos plásticos en el ambiente marino costero son uno de los contaminantes de mayor preocupación a nivel mundial, por su alta persistencia, abundancia y distribución (Thushari & Senevirathna, 2020). Los residuos plásticos en el medio natural son expuestos a procesos bióticos y abióticos, que incluyen procesos físicos, químicos y biológicos, convirtiéndolos en materiales frágiles que generan su fragmentación en partículas progresivamente más pequeñas llamadas microplásticos (MP), las cuales tienen un tamaño menor a 5 milímetros (GESAMP, 2015; Jahnke et al., 2017; Wang et al., 2018).

El presente artículo tiene como objetivo proporcionar información sobre el estado del arte de los MP (características, fuentes de contaminación, efectos), conocer los diferentes estudios realizados en Colombia frente a la temática y tener una perspectiva de los MP, identificando los desafíos y realidades del país frente a estos contaminantes emergentes, buscando aportar información para el fortalecimiento de estrategias ambientales basadas en la protección y conservación del medio ambiente; Además se contribuirá al derecho de los colombianos de un ambiente sano y a algunos Objetivo de Desarrollo Sostenible, como agua limpia y saneamiento, acción por el clima, vida submarina y vida de ecosistemas terrestres.

2. Metodología

Se realizó una búsqueda detallada de artículos científicos, trabajos de grado, informes de investigación, patentes, ponencias, entre otros; con informaciones cualitativas y cuantitativas de los MP en las zonas costeras de Colombia, consultando en las bases de datos de science direct, Scopus, Google scholar, research gate, springerlink, patentsonline, repositorios de las diferentes universidades, y metabuscadores entre otros, tanto en español como en inglés, usando las combinaciones específicas de términos de búsqueda, "Microplastic", "Microplastic Pollution", "Microplastic contamination", "and", "or", "water", "environment", "coast", "ocean", "fish", "river", "marine" y "Colombia". A partir de los resultados de la búsqueda, se examinaron y seleccionaron las fuentes bibliográficas en función del alcance y objetivo de este estudio.

3. Resultados y discusión

Los MP son partículas plásticas menores de 5 milímetros (GESAMP, 2015), estos se dividen en dos categorías: primarios y secundarios. Los que provienen directamente de fabricación industrial que son elaborados para tener un tamaño milimétrico, como gránulos de producción de plástico virgen (MP primarios) (Ebrahimi et al., 2022; Rahman et al., 2021; Rocha-Santos & Duarte, 2017); o de la fragmentación de partículas plásticas más grandes, a través de diferentes procesos mecánicos (erosión y abrasión), químicos (corrosión y fotooxidación) y biológicos (MP secundarios) (Rahman et al., 2021; Rocha-Santos & Duarte, 2017). Los MP tienen una variedad de formas en el medio ambiente incluidas gránulos, fragmentos, películas, espuma, partículas, filamentos y laminas (GESAMP, 2019; Kovač Viršek et al., 2016). La forma de los MP depende de su tiempo de residencia en el medio ambiente y su tamaño varía debido a los procesos de degradación (Ubaid et al., 2021). Se han identificado a los MP más abundantes en el medio marino costero al polietileno (PE), policloruro de vinilo (PVC), polipropileno (PP), poliestireno (PS), poliéster (PES), polietileno de tereftalato (PET), poliamida (PA) y poliuretano (PU) (Andrady, 2017; Hidalgo-Ruz et al., 2012; Rangel-Buitrago et al., 2021).

Los MP han sido identificados como contaminantes emergentes en todo el mundo debido a que se encuentran distribuidos en componentes ambientales (agua, sedimento, atmosfera y biota) (Yuan et al., 2019). La ingestión de MP se ha documentado en diferentes especies pelágicas, bénticas, cultivadas y silvestres, incluidos los peces, zooplancton, fitoplancton, cangrejos, bivalvos, camarones y corales escleractinios (Carreras-Colom et al., 2018; Garcés-Ordóñez et al., 2020, 2020a; Grillo et al., 2021; Horn et al., 2019; Lu et al., 2019; Truchet et al., 2021; Zheng et al., 2020). La ingestión puede ocurrir de diferentes maneras por ingestión primaria (directa) e ingestión secundaria al consumir presas contaminadas (indirecta), además de intencional (identidad errónea de la presa) o no intencional (ingestión accidental a través de alimentación por filtración o pastoreo) (Jung et al., 2018; Markic et al., 2018).

El color de los microplásticos puede influir y aumentar la probabilidad de ingestión de los organismos marinos por el parecido con las presas o alimento, lo que puede provocar un retraso en el crecimiento de la especie y disminución del rendimiento reproductivo (Daniel et al., 2020; de Sá et al., 2015). El tamaño y distribución ubicua de los MP los puede convertir en un elemento

potencialmente dañino para la biota marina, principalmente por su propiedad hidrófoba, que permite la acumulación de contaminante orgánicos persistentes como los dibenzo-p-dioxinas policloradas (PCDD), furanos (PCDF), bifenilos policlorados (PCB) y éteres de difenilo polibromados (PBDE), además de metales pesados y otros compuestos tóxicos, los cuales pueden transferirse en múltiples niveles tróficos (Bridson et al., 2021; Laskar & Kumar, 2019; Li et al., 2016; Simon et al., 2018; L. C. Wang et al., 2021; Wright et al., 2013; Yang et al., 2021).

Las investigaciones de MP se han informado sólo en 44 países, donde se estima que el 38 % de los países de Europa tienen una gran cantidad de estudios sobre MP, seguidos por los países de la región asiática con un 36 % (Kutralam-Muniasamy et al., 2020). Los países de América Latina y el Caribe aportan solamente el 5 % de la producción científica a nivel mundial sobre la presencia, cuantificación y efectos de los MP, debido a esto existe una brecha de conocimiento sobre las principales fuentes y cantidad de MP para poder realizar acciones preventivas, de mitigación y restauración (Orona-Návar et al., 2022). En Colombia, se ha avanzado en el conocimiento del estado de contaminación por plásticos en áreas de importancia ambiental, ecológica y turística en diferentes sectores del Caribe y Pacífico, particularmente los estudios de MP han abarcado los departamentos de Atlántico, Magdalena, Córdoba, Bolívar, La Guajira, Nariño, Valle del Cauca y Choco (Acosta-Coley et al., 2019; Acosta-Coley & Olivero-Verbel, 2015; Calderon et al., 2019a; Garcés-Ordóñez et al., 2019; Garcés-Ordóñez et al., 2020; Garcés-Ordóñez et al., 2021, 2022; Ory et al., 2018).

En el estudio de Garcés-Ordóñez et al., realizado a las aguas superficiales en la costa caribe y pacífica se evidenciaron MP primarios y secundarios en forma de fragmentos, filamentos, espumas y gránulos, los cuales eran PE, PP, PS, PET y PVC; estos oscilaron entre 0,01 y 8,96 partículas/m³ en la costa Caribe y entre 0,01– 1,35 partículas/ m³ en la costa Pacífica, donde se presenta mayor cantidad de partículas en la costa Caribe, por la afluencia de ríos, densidad poblacional, vertimientos (aguas residuales) y actividades económicas (industrias, turismo) (Garcés-Ordóñez et al., 2021).

En otro estudio de Garcés-Ordóñez et al., de contaminación por basura plástica en playas arenosas de la costa caribe y pacífica, las concentraciones oscilaron entre 3 y 1387 partículas/m², con promedios de 318 ± 314 partículas/m² en las playas del Caribe y 138 ± 125 partículas/m² en las del Pacífico, donde las áreas de estudio más contaminadas fueron Cartagena (249–1387 partículas/m²), Santa Marta (144–791 partículas/m², Córdoba (4–685 partículas/m²) y la Isla de San Andrés (32–201 partículas/m²) en la costa Caribe y en la costa Pacífica se encontraron en Chocó (3–317 partículas/ m²), Buenaventura (121–280 partículas/ m²) y Bahía de Tumaco (4–9 partículas/ m²). En esta investigación se evidencia que existe mayor presencia de MP en sedimentos en las ciudades principales de la costa Caribe que en la costa Pacífica por las actividades industriales, turísticas y pesqueras de impacto en el país teniendo mayor cantidad de partículas en Cartagena y Santa Marta, debido a la industria plástica local, el turismo del sector y desembocadura de los ríos (Garcés-Ordóñez et al., 2020).

En el estudio realizado por Acosta-Coley et al., de cuantificación de microplásticos en la Costa Caribe de Colombia se identificaron 1.308 partículas de MP de origen secundario con forma de gránulos y fragmentos, de PE y PP, donde en Cartagena se encontraron la mayoría de MP por tener

centro de producción de plásticos; por ubicación geográfica los MP se encontraron mayoritariamente en grandes cantidades iniciando en Cartagena y disminuyendo hacia el sur durante las temporadas de lluvia y seca, sin embargo en Riohacha, es prácticamente una ciudad libre de diputados (Acosta-Coley et al., 2019).

En la investigación desarrollada por Rangel-Buitrago et al., de contaminación por microplásticos en sedimento en playas del Caribe Central colombiano se encontraron 557 y 2457 MP/kg, en promedio: 1109 MP/kg, con formas de fibras, gránulos, fragmentos y espuma, donde las fuentes de los MP se originan principalmente de la cuenca del río Magdalena, de los residuos sólidos y aguas residuales de los asentamientos humanos cercanos (Rangel-Buitrago et al., 2021). Esta concentración de MP fue menor al de las playas del norte del Tirreno donde los valores oscilaron entre 45 - 1069 MP/kg influenciadas por los fuentes fluviales que son una fuente importante de basura plástica (Guerranti et al., 2017).

El contenido de microplásticos en las arenas de las playas colombianas 3 y 1387 partículas/m² (Garcés-Ordóñez et al., 2020) presenta valores similares a la Bahía de Guanabara, Sudeste de Brasil, que tiene concentraciones de 12 a 1300 partículas/m² por ser una zona costera afectada por las descargas del río, escorrentía de agua lluvia, rodeada de centros urbanos e incidencia de volúmenes de aguas residuales (de Carvalho & Baptista Neto, 2016).

Las investigaciones de MP realizadas en las zonas costeras de Colombia permiten identificar que los estudios se han realizado en áreas muy específicas, es decir tomando un solo punto de muestreo en un departamento, por lo que se debe tener presente más congruencias de variables por ende mayores puntos de muestreos. Además, es necesario la identificación de metales pesados y contaminantes orgánicos persistentes en los MP para poder determinar el estado de contaminación de la zona.

Las zonas costeras de Colombia enfrentan contaminación por residuos plásticos y microplásticos, donde es necesario implementar acciones preventivas como generar cultura ambiental en la población, aumentar el ciclo de vida de los productos plásticos y mejorar las prácticas ambientales en los ecosistemas marino costeros.

4. Conclusión

Los MP son contaminantes emergentes, con una variedad de formas y tamaños, distribuidos en diferentes componentes ambientales, los más abundantes en el medio marino costero son el PE, PVC, PP, PS, PES, PET, PA y PU. Los MP se han evidenciado en múltiples organismos marinos, donde su color influye en la ingestión por parte de la biota debido al parecido con el alimento, además, su tamaño y distribución ubicua los convierte en un elemento potencialmente dañino para la biodiversidad por la presencia de contaminantes orgánicos persistentes, metales pesados y otros compuestos tóxicos los cuales pueden transferirse en los diferentes niveles tróficos.

El presente artículo proporciona información sobre los avances investigativos de MP en la zona costera de Colombia, donde se evidencia su presencia en el agua y sedimentos en distintas zonas



de la costa Caribe y Pacífica, donde se presentó mayor cantidad de partículas en la costa Caribe, por la afluencia de ríos, densidad poblacional, vertimientos y actividades económicas como el turismo e industrias. Sin embargo, es necesario recalcar la necesidad de estudios longitudinales, para comprender la abundancia y persistencia de MP en distintas zonas costeras del país.

Este estudio permitió identificar los desafíos y realidades del país frente a los MP y se aporta información clave para el fortalecimiento de estrategias ambientales, acciones preventivas y de mitigación para reducir el impacto en los ecosistemas, buscando la protección y conservación del medio ambiente marino costero.

5. Referencias

- Acosta-Coley, I., Duran-Izquierdo, M., Rodríguez-Cavallo, E., Mercado-Camargo, J., Mendez-Cuadro, D., & Olivero-Verbel, J. (2019). Quantification of microplastics along the Caribbean Coastline of Colombia: Pollution profile and biological effects on *Caenorhabditis elegans*. *Marine Pollution Bulletin*, 146(June), 574–583. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.084>
- Acosta-Coley, I., & Olivero-Verbel, J. (2015). Microplastic resin pellets on an urban tropical beach in Colombia. *Environmental Monitoring and Assessment*, 187(7). <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4602-7>
- Andrady, A. L. (2017). The plastic in microplastics: A review. *Marine Pollution Bulletin*, 119(1), 12–22. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.01.082>
- Bridson, J. H., Gaugler, E. C., Smith, D. A., Northcott, G. L., & Gaw, S. (2021). Leaching and extraction of additives from plastic pollution to inform environmental risk: A multidisciplinary review of analytical approaches. *Journal of Hazardous Materials*, 414(January), 125571. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.125571>
- Calderon, E. A., Hansen, P., Rodríguez, A., Blettler, M. C. M., Syberg, K., & Khan, F. R. (2019). Microplastics in the Digestive Tracts of Four Fish Species from the Ciénaga Grande de Santa Marta Estuary in Colombia. *Water, Air, and Soil Pollution*, 230(11). <https://doi.org/10.1007/s11270-019-4313-8>
- Carreras-Colom, E., Constenla, M., Soler-Membrives, A., Cartes, J. E., Baeza, M., Padrós, F., & Carrassón, M. (2018). Spatial occurrence and effects of microplastic ingestion on the deep-water shrimp *Aristeus antennatus*. *Marine Pollution Bulletin*, 133(May), 44–52. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.05.012>
- Daniel, D. B., Ashraf, P. M., & Thomas, S. N. (2020). Abundance, characteristics and seasonal variation of microplastics in Indian white shrimps (*Fenneropenaeus indicus*) from coastal waters off Cochin, Kerala, India. *Science of the Total Environment*, 737, 139839. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139839>
- de Carvalho, D. G., & Baptista Neto, J. A. (2016). Microplastic pollution of the beaches of Guanabara Bay, Southeast Brazil. *Ocean and Coastal Management*, 128, 10–17. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2016.04.009>
- de Sá, L. C., Luís, L. G., & Guilhermino, L. (2015). Effects of microplastics on juveniles of the common goby (*Pomatoschistus microps*): Confusion with prey, reduction of the predatory performance and efficiency, and possible influence of developmental conditions. *Environmental Pollution*, 196, 359–362. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2014.10.026>
- Ebrahimi, P., Abbasi, S., Pashaei, R., Bogusz, A., & Oleszczuk, P. (2022). Investigating impact of physicochemical properties of microplastics on human health: A short bibliometric analysis and review. *Chemosphere*, 289(October 2021), 133146.



- <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2021.133146>
- Europe Plastics. (2021). Plásticos – Situación en 2020. *PlasticsEurope*.
 - Garcés-Ordóñez, O., Castillo-Olaya, V. A., Granados-Briceño, A. F., Blandón García, L. M., & Espinosa Díaz, L. F. (2019). Marine litter and microplastic pollution on mangrove soils of the Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombian Caribbean. *Marine Pollution Bulletin*, 145(2), 455–462. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.06.058>
 - Garcés-Ordóñez, O., Espinosa, L. F., Cardoso, R. P., Issa Cardozo, B. B., & Meigikos dos Anjos, R. (2020). Plastic litter pollution along sandy beaches in the Caribbean and Pacific coast of Colombia. *Environmental Pollution*, 267. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115495>
 - Garcés-Ordóñez, O., Espinosa, L. F., Costa Muniz, M., Salles Pereira, L. B., & Meigikos dos Anjos, R. (2021). Abundance, distribution, and characteristics of microplastics in coastal surface waters of the Colombian Caribbean and Pacific. *Environmental Science and Pollution Research*. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13723-x>
 - Garcés-Ordóñez, O., Mejía-Esquivia, K. A., Sierra-Labastidas, T., Patiño, A., Blandón, L. M., & Espinosa Díaz, L. F. (2020). Prevalence of microplastic contamination in the digestive tract of fishes from mangrove ecosystem in Cispata, Colombian Caribbean. *Marine Pollution Bulletin*, 154(2), 111085. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111085>
 - Garcés-Ordóñez, O., Saldarriaga-Vélez, J. F., Espinosa-Díaz, L. F., Patiño, A. D., Cusba, J., Canals, M., Mejía-Esquivia, K., Fragozo-Velásquez, L., Sáenz-Arias, S., Córdoba-Meza, T., & Thiel, M. (2022). Microplastic pollution in water, sediments and commercial fish species from Ciénaga Grande de Santa Marta lagoon complex, Colombian Caribbean. *Science of The Total Environment*, 829(2), 154643. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154643>
 - GESAMP. (2015). *SOURCES, FATE AND EFFECTS OF MICROPLASTICS IN THE MARINE ENVIRONMENT: A GLOBAL ASSESSMENT*. www.imo.org
 - GESAMP. (2019). Guidelines on the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean (Kershaw P.J., Turra A. and Galgani F. editors). In *Rep. Stud. GESAMP* (Vol. 99, Issues 1020–4873). <http://gesamp.org>
 - Grillo, J. F., Sabino, M. A., & Ramos, R. (2021). Short-term ingestion and tissue incorporation of Polystyrene microplastic in the scleractinian coral *Porites porites*. *Regional Studies in Marine Science*, 43, 101697. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101697>
 - Guerranti, C., Cannas, S., Scopetani, C., Fastelli, P., Cincinelli, A., & Renzi, M. (2017). Plastic litter in aquatic environments of Maremma Regional Park (Tyrrhenian Sea, Italy): Contribution by the Ombrone river and levels in marine sediments. *Marine Pollution Bulletin*, 117(1–2), 366–370. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.02.021>
 - Hidalgo-Ruz, V., Gutow, L., Thompson, R. C., & Thiel, M. (2012). Microplastics in the marine environment: A review of the methods used for identification and quantification. *Environmental Science and Technology*, 46(6), 3060–3075. <https://doi.org/10.1021/es2031505>
 - Horn, D., Miller, M., Anderson, S., & Steele, C. (2019). Microplastics are ubiquitous on California beaches and enter the coastal food web through consumption by Pacific mole crabs. *Marine Pollution Bulletin*, 139(July 2018), 231–237. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.12.039>
 - Jahnke, A., Arp, H. P. H., Escher, B. I., Gewert, B., Gorokhova, E., Kühnel, D., Ogonowski, M., Potthoff, A., Rummel, C., Schmitt-Jansen, M., Toorman, E., & MacLeod, M. (2017). Reducing Uncertainty and Confronting Ignorance about the Possible Impacts of Weathering Plastic in the Marine Environment. *Environmental Science and Technology Letters*, 4(3), 85–90. <https://doi.org/10.1021/acs.estlett.7b00008>
 - Jung, M. R., Horgen, F. D., Orski, S. V., Rodriguez C., V., Beers, K. L., Balazs, G. H., Jones, T. T., Work, T. M., Brignac, K. C., Royer, S. J., Hyrenbach, K. D., Jensen, B. A., & Lynch, J. M. (2018). Validation of ATR FT-IR to identify polymers of plastic marine debris, including those ingested by marine organisms. *Marine Pollution Bulletin*, 127(January), 704–716. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.061>



- Kovač Viršek, M., Palatinus, A., Koren, Š., Peterlin, M., Horvat, P., & Kržan, A. (2016). Protocol for Microplastics Sampling on the Sea Surface and Sample Analysis. *Journal of Visualized Experiments : JoVE*, 118, 1–9. <https://doi.org/10.3791/55161>
- Kutralam-Muniasamy, G., Pérez-Guevara, F., Elizalde-Martínez, I., & Shruti, V. C. (2020). Review of current trends, advances and analytical challenges for microplastics contamination in Latin America. *Environmental Pollution*, 267. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.115463>
- Laskar, N., & Kumar, U. (2019). Plastics and microplastics: A threat to environment. *Environmental Technology and Innovation*, 14, 100352. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2019.100352>
- Li, J., Qu, X., Su, L., Zhang, W., Yang, D., Kolandhasamy, P., Li, D., & Shi, H. (2016). Microplastics in mussels along the coastal waters of China. *Environmental Pollution*, 214, 177–184. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2016.04.012>
- Lu, L., Luo, T., Zhao, Y., Cai, C., Fu, Z., & Jin, Y. (2019). Interaction between microplastics and microorganism as well as gut microbiota: A consideration on environmental animal and human health. *Science of the Total Environment*, 667, 94–100. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.380>
- Markic, A., Niemand, C., Bridson, J. H., Mazouni-Gaertner, N., Gaertner, J. C., Eriksen, M., & Bowen, M. (2018). Double trouble in the South Pacific subtropical gyre: Increased plastic ingestion by fish in the oceanic accumulation zone. *Marine Pollution Bulletin*, 136(September), 547–564. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2018.09.031>
- Orona-Návar, C., García-Morales, R., Loge, F. J., Mahlknecht, J., Aguilar-Hernández, I., & Ornelas-Soto, N. (2022). Microplastics in Latin America and the Caribbean: A review on current status and perspectives. *Journal of Environmental Management*, 309. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.114698>
- Ory, N., Chagnon, C., Felix, F., Fernández, C., Ferreira, J. L., Gallardo, C., Garcés Ordóñez, O., Henostroza, A., Laaz, E., Mizraji, R., Mojica, H., Murillo Haro, V., Ossa Medina, L., Preciado, M., Sobral, P., Urbina, M. A., & Thiel, M. (2018). Low prevalence of microplastic contamination in planktivorous fish species from the southeast Pacific Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 127(October 2017), 211–216. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.12.016>
- Rahman, A., Sarkar, A., Yadav, O. P., Achari, G., & Slobodnik, J. (2021). Potential human health risks due to environmental exposure to nano- and microplastics and knowledge gaps: A scoping review. *Science of the Total Environment*, 757, 143872. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143872>
- Rangel-Buitrago, N., Mendoza, A. V., Mantilla-Barbosa, E., Arroyo-Olarte, H., Arana, V. A., Trilleras, J., Gracia C, A., Neal, W. J., & Williams, A. T. (2021). Microplastic pollution on the Colombian central Caribbean beaches. *Marine Pollution Bulletin*, 162(April). <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2020.111837>
- Rocha-Santos, T., & Duarte, A. (2017). Characterization and analysis of Microplastics. In *Comprehensive Analytical Chemistry* (Vol. 75). <https://doi.org/10.1016/bs.coac.2016.10.007>
- Simon, M., van Alst, N., & Vollertsen, J. (2018). Quantification of microplastic mass and removal rates at wastewater treatment plants applying Focal Plane Array (FPA)-based Fourier Transform Infra-red (FT-IR) imaging. *Water Research*, 142, 1–9. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2018.05.019>
- Thushari, G. G. N., & Senevirathna, J. D. M. (2020). Plastic pollution in the marine environment. *Heliyon*, 6(8), e04709. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e04709>
- Truchet, D. M., López, A. D. F., Arduoso, M. G., Rimondino, G. N., Buzzi, N. S., Malanca, F. E., Spetter, C. V., & Severini, M. D. F. (2021). Microplastics in bivalves, water and sediments from a touristic sandy beach of Argentina. *Marine Pollution Bulletin*, 173(October). <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2021.113023>
- Ubaid, M., Lin, S., Yousaf, B., Abbas, Q., Munir, M. A. M., Ali, M. U., Rasihd, A., Zheng, C., Kuang, X., & Wong, M. H. (2021). Environmental emission, fate and transformation of microplastics in biotic and abiotic compartments: Global status, recent advances and future perspectives. *Science of the*



- Total Environment*, 791, 148422. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.148422>
- Wang, J., Zheng, L., & Li, J. (2018). A critical review on the sources and instruments of marine microplastics and prospects on the relevant management in China. *Waste Management and Research*, 36(10), 898–911. <https://doi.org/10.1177/0734242X18793504>
 - Wang, L. C., Lin, J. C. Te, Dong, C. Di, Chen, C. W., & Liu, T. K. (2021). The sorption of persistent organic pollutants in microplastics from the coastal environment. *Journal of Hazardous Materials*, 420(July), 126658. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126658>
 - Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: a review. *Environmental Pollution (Barking, Essex: 1987)*, 178, 483–492. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>
 - Yang, L., Zhang, Y., Kang, S., Wang, Z., & Wu, C. (2021). Microplastics in freshwater sediment: A review on methods, occurrence, and sources. *Science of the Total Environment*, 754, 141948. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141948>
 - Yuan, W., Liu, X., Wang, W., Di, M., & Wang, J. (2019). Microplastic abundance, distribution and composition in water, sediments, and wild fish from Poyang Lake, China. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 170(November 2018), 180–187. <https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2018.11.126>
 - Zheng, S., Zhao, Y., Liangwei, W., Liang, J., Liu, T., Zhu, M., Li, Q., & Sun, X. (2020). Characteristics of microplastics ingested by zooplankton from the Bohai Sea, China. *Science of the Total Environment*, 713, 136357. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.136357>

Sobre los autores

- **Liceth Carolina Costa Redondo:** Ingeniera Ambiental, Estudiante de Doctorado en Ingeniería de la Universidad Pontificia Bolivariana.
- **Óscar Vasco Echeverri:** Ingeniero químico, Magíster en biotecnología, Doctor en biotecnología, Docente de planta de la Universidad Pontificia Bolivariana.
- **Andrés Galindo Montero:** Ingeniero Industrial, Magister en Ingeniería Ambiental Doctor en Ingeniería Ambiental, Docente de planta la Universidad de La Guajira.

Los puntos de vista expresados en este artículo no reflejan necesariamente la opinión de la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería.

Copyright © 2022 Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería (ACOFI)

