



Microplásticos en el aire y el mar: evidencia desde los puertos de México

Salvador Reynoso Cruces

Universidad Nacional Autónoma de México

reynoso@ciencias.unam.mx**Harry Álvarez Ospina**

Universidad Nacional Autónoma de México

harryalvarez@ciencias.unam.mx

Resumen

Los microplásticos, fragmentos plásticos de menos de cinco milímetros, son ya un contaminante omnipresente, ya que se encuentran en el aire que respiramos y en el mar que nos rodea. Un estudio en los puertos de Veracruz y Manzanillo confirma su presencia en ambas matrices, identificando nueve tipos de polímeros, con predominio de poliéster, polietileno y acrílico. Se comprobó además que las brisas marinas transportan los microplásticos del océano a la atmósfera, lo que favorece su dispersión a gran escala. Estos hallazgos ofrecen evidencia de la dinámica de microplásticos en costas mexicanas y subrayan la urgencia de implementar estrategias para reducir su propagación e impacto ambiental.

Palabras clave

Costas mexicanas, Veracruz, Manzanillo, polietileno, contaminación y marina.

Abstract

Microplastics, plastic fragments smaller than 5 millimeters, have become omnipresent pollutants: they are found in the air we breathe and in the seas around us. This study conducted in the ports of Veracruz and Manzanillo confirms their presence in both matrices, identifying nine types of polymers, with polyester, polyethylene, and acrylic as the most abundant. It also shows that sea breezes transport these particles from the ocean into the atmosphere, enhancing their large-scale dispersion. These findings provide evidence of microplastic dynamics along Mexican coasts and highlight the urgent need to implement strategies to curb their spread and environmental impact.

Keywords

Mexican coasts, Veracruz, Manzanillo, polyethylene, marine pollution.

APA: Reynoso, S. y Álvarez, H. (2025). Microplásticos en el aire y el mar: evidencia desde los puertos de México. *Azcatl*, 5, 39-42.

DOI: [10.24275/AZC2025B006](https://doi.org/10.24275/AZC2025B006)

Introducción

La producción mundial de plásticos superó las 410 millones de toneladas en 2024 (Plastics Europe, 2025). Esta enorme producción provoca su acumulación en el medio ambiente, donde con el tiempo se fragmentan debido a efectos físicos, químicos y biológicos, como la radiación solar, el viento, las olas y la actividad de microorganismos. Este proceso origina los llamados microplásticos (**MP**), partículas de menos de cinco milímetros (Grupo mixto de expertos sobre los aspectos científicos de la protección del medio marino, 2019). Por otro lado, existen microplásticos que se fabrican directamente de ese tamaño, como las microesferas que suelen ser ingredientes de algunos cosméticos o los pellets industriales (Andrade y Neal, 2009).

Lo sorprendente es que los **MP** ya no están presentes sólo en el mar, también se han encontrado flotando en el aire de ciudades y montañas remotas (Allen *et al.*, 2019; Brahney *et al.*, 2021). Incluso se han detectado en miel, leche materna y agua embotellada, lo que revela hasta qué punto forman parte de nuestro entorno cotidiano (Díaz *et al.*, 2020; Gálvez *et al.*, 2024).

Esto plantea una pregunta clave: ¿cómo viajan estas partículas plásticas de un lugar a otro? Desde hace tiempo se conoce el intercambio de material particulado entre el océano y la atmósfera, estudios recientes han demostrado que este intercambio también incluye a los **MP** (Reynoso *et al.*, 2025). El oleaje y el estallido de burbujas marinas pueden incorporar **MP** al aire y luego el viento transportarlos a grandes distancias antes de que regresen a la superficie terrestre o acuática con la lluvia (Allen *et al.*, 2022; Yang *et al.*, 2024).

En este contexto, los puertos marítimos se convierten en laboratorios naturales para estudiar el fenómeno, ya que son lugares donde se concentran plásticos, por la intensa actividad humana, y al mismo tiempo están expuestos a la interacción constante entre el aire y el mar. Este artículo presenta los resultados de un estudio realizado en dos puertos clave de México, donde fue posible observar de primera mano cómo los **MP** circulan entre el océano y la atmósfera.

El estudio en Veracruz y Manzanillo

La investigación se realizó entre 2023 y 2024 en dos de los puertos más importantes de México: Veracruz, en el Golfo de México, y Manzanillo, en el Pacífico, que juntos concentran la mayor parte del comercio marítimo nacional.

Para detectar y cuantificar los **MP** en el aire se utilizaron filtros de materiales no plásticos, capaces de retener partículas de tamaño micrométrico. Las sesiones de muestreo se realizaron dos veces al día, por la mañana (09:00 h-11:00 h) y por la tarde (15:00 h-17:00 h), utilizando filtros independientes en cada sesión. Este diseño permitió evaluar las variaciones asociadas a los cambios en la actividad humana y las condiciones meteorológicas a lo largo del día.

En el caso del agua de mar, se recolectaron 36 muestras por sitio, esto en un transecto de 9 km en línea recta desde la costa y hasta 9 m de profundidad. Las muestras se almacenaron en frascos de vidrio previamente limpios para evitar contaminación cruzada y permitir su posterior análisis en laboratorio.

Las partículas recuperadas se analizaron paso a paso: primero bajo el microscopio, clasificándolas por forma, color y tamaño, y después con micro-FTIR, una técnica que revela la composición química de cada plástico al compararlo con bases de datos de referencia (González *et al.*, 2021; Reynoso *et al.*, 2025).

Principales hallazgos

Se identificaron nueve tipos de plásticos en las muestras de aire y mar, entre los que se destacaron poliéster, acrílico y polietileno. El poliéster, presente en la ropa que usamos a diario, fue el polímero más abundante en ambos puertos. Su predominio no es casual: cada ciclo de lavado de la ropa libera millones de microfibras al ambiente, lo que explica por qué este polímero aparece en grandes cantidades a pesar de su densidad, superior a la de otros plásticos (Napper y Thompson, 2016; Hernández *et al.*, 2017). A nivel mundial, se estima que entre 200 000 y 500 000 toneladas de **MP** de origen textil ingresan cada año a los ecosistemas marinos (Agencia Europea del Me-

dio Ambiente, 2022). Las propiedades de cada plástico determinan su destino, por ejemplo, el poliéster tiene la capacidad de adsorber contaminantes, el polietileno flota y se dispersa a largas distancias y los acrílicos son muy resistentes a la degradación, lo que los hace persistentes en el ambiente.

En el aire, las concentraciones de MP fueron más altas por la mañana, especialmente en Veracruz, donde se registró un promedio de 3.9 MP m^{-3} , en comparación con 2.2 MP m^{-3} por la tarde. En Manzanillo, las concentraciones fueron ligeramente menores (3.2 MP m^{-3} en la mañana y 2.6 MP m^{-3} por la tarde), lo que refleja un patrón asociado con la brisa marina, que transporta partículas desde el mar hacia tierra.

En el agua de mar, la concentración promedio fue de 17 MP m^{-3} en la superficie, disminuyendo a 4 MP m^{-3} a los 9 m de profundidad. En el plano horizontal, las concentraciones descendieron de 12 MP m^{-3} , cerca de la costa, a 9 MP m^{-3} a 9 km mar adentro, lo que evidencia la influencia de las actividades portuarias y costeras.

La mayoría de las partículas correspondieron a fibras (70 %, aproximadamente), seguidas de fragmentos y películas con un claro predominio de poliéster, acrílicos y polietileno, materiales comunes en textiles y envases plásticos.

Finalmente, es importante mencionar que el oleaje y el estallido de burbujas marinas pueden inyectar MP a la atmósfera, pues el viento los transporta a grandes distancias antes de que regresen al océano o a la superficie continental con la lluvia o el polvo. Este ciclo de emisión y deposición es clave para entender la dispersión a escala global de estas partículas (Figura 1).

Conclusiones

El mar no es sólo un receptor de plásticos, sino que también los libera hacia el aire, donde el viento puede transportarlos a grandes distancias. En los puertos mexicanos estudiados encontramos que las brisas marinas impulsan este intercambio, convirtiéndolos en puntos críticos de dispersión.

Para frenar el problema es esencial vigilar los puertos y reducir las fuentes de plástico en las costas. Sólo así podremos limitar la huella invisible de los MP en nuestro ambiente.

Referencias

Agencia Europea del Medio Ambiente. (2022). *Microplastics from textiles: towards a circular economy for textiles in Europe*. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/micro->

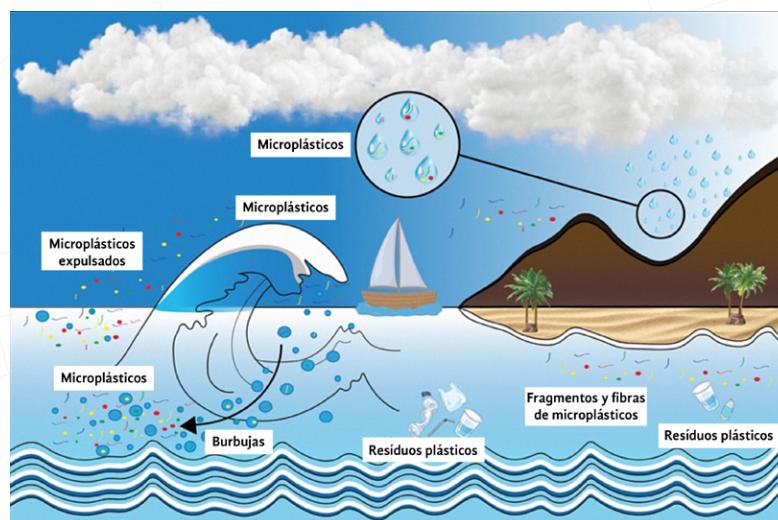


Figura 1: Representación gráfica del intercambio de MP entre las diferentes matrices ambientales.

- [plastics-from-textiles_towards-a-circular-economy-for-textiles-in-europe](https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9530727/)
- Allen, D., Allen, S., Abbasi, S., Baker, A., Bergmann, M., Brahney, J., Butler, T., Duce, R. A., Eckhardt, S., Evangelou, N., Jickells, T., Kanakidou, M., Kershaw, P., Laj, P., Levermore, J., Li, D., Liss, P., Liu, K., Mahowald, N., ...Wright, S. (2022). Microplastics and nanoplastics in the marine-atmosphere environment. *Nature Reviews Earth & Environment*, 3(6), 393-405. <https://www.nature.com/articles/s43017-022-00292-x#citeas>
- Allen, S., Allen, D., Phoenix, V. R., Le Roux, G., Durández, P., Simonneau, A., Binet, S. y Galop, D. (2019). Atmospheric transport and deposition of microplastics in a remote mountain catchment. *Nature Geoscience*, 12, 339-344. <https://www.nature.com/articles/s41561-019-0335-5#citeas>
- Andrade, A. L. y Neal, M. A. (2009). Applications and societal benefits of plastics. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 364(1526), 1977-1984. <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2008.0304>
- Brahney, J., Mahowald, N., Prank, M. y Prather, K. A. (2021). Constraining the atmospheric limb of the plastic cycle. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(16). <https://www.pnas.org/doi/10.1073/pnas.2020719118>
- Díaz, M. F., Conesa, J. A. y Fullana, A. (2020). Microplastics in honey, beer, milk and refreshments in Ecuador as emerging contaminants. *Sustainability*, 12(14), 5514. <https://www.mdpi.com/2071-1050/12/14/5514>
- Gálvez, V., Edo, C., González, M., Fernández, F., Leganés, F. y Rosal, R. (2024). Microplastics and non-natural cellulosic particles in Spanish bottled drinking water. *Scientific Reports*, 14(1), 11089. <https://www.nature.com/articles/s41598-024-62075-2>
- González, M., Edo, C., Aguilera, Á., Viúdez, D., Pulido, G., González, E., Osuna, S., De Diego, G., Leganés, F., Fernández, F. y Rosal, R. (2021). Occurrence and transport of microplastics sampled within and above the planetary boundary layer. *Science of the Total Environment*, 761. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720367449>
- Grupo mixto de expertos sobre los aspectos científicos de la protección del medio marino. (2019). *Guidelines for the monitoring and assessment of plastic litter and microplastics in the ocean*. <http://www.gesamp.org/publications/guidelines-for-the-monitoring-and-assessment-of-plastic-litter-in-the-ocean>
- Hernández, E., Nowack, B. y Mitrano, D. M. (2017). Polyester textiles as a source of microplastics from households: a mechanistic study to understand microfiber release during washing. *Environmental Science & Technology*, 51(12), 7036-7046. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.est.7b01750>
- Napper, I. E. y Thompson, R. C. (2016). Release of synthetic microplastic plastic fibres from domestic washing machines: effects of fabric type and washing conditions. *Marine Pollution Bulletin*, 112(1-2), 39-45. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0025326X16307639>
- Plastics Europe. (2025). *Plastics—the fast facts 2024*. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-fast-facts-2024/>
- Reynoso, S., Edo, C., Rosal, R., Cervantes-Uc, J. M., Herrera-Kao, W., Olivos-Ortiz, A. y Álvarez-Ospina, H. (2025). Microplastics at the ocean-atmosphere interface in Mexican coastal areas of two major oceans. *Marine Environmental Research*, 210. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0141113625003459>
- Yang, S., Brasseur, G., Walters, S., Lichtig, P. y Li, C. W. Y. (2025). Global atmospheric distribution of microplastics with evidence of low oceanic emissions. *npj Climatic and Atmospheric Science*, 8(81). <https://doi.org/10.1038/s41612-025-00914-3>