

Revista Ciencias del Mar UAS



Abril - Junio 2026

Núm. 3 Vol. 3

U N I V E R S I D A D A U T Ó N O M A D E S I N A L O A



ISSN 3061-8959



Revisión Científica

Effects of the presence of plastic debris in the marine environment



Efectos de la presencia de plásticos en el medio marino





CREATIVE COMMONS




Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original

 1. Jazmin Juárez-Lizárraga
 0009-0007-1789-6594



Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias del Mar, Mazatlán, Sinaloa México.

 2. Rosa S. Navarro-Peraza
 0000-0001-6835-4743



Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias del Mar, Mazatlán, Sinaloa México.

 3. Francisco Flores-Cárdenas
 0009-0005-8088-1008

Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias del Mar, Mazatlán, Sinaloa México.

 4. Diana J. López Peraza
 0000-0002-7344-4134

Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias del Mar, Mazatlán, Sinaloa México.

 5. Jesús M. Quintero-Alvarez
 0009-0002-7642-2931

Universidad Autónoma de Sinaloa, Facultad de Ciencias del Mar, Mazatlán, Sinaloa México.

Corresponding author: tramitesdocto@gmail.com

Recibido 29 de abril 2026

Aceptado 3 de junio 2026



Effects of the presence of plastic debris in the marine environment

Efectos de la presencia de plásticos en el medio marino

▶ ABSTRACT

The expansion of human settlements along coastal areas has led to a substantial increase in the use of non-biodegradable plastics, many of which are improperly discarded into the environment. Over time, these plastic wastes undergo weathering processes, resulting in the formation of microplastics and nanoplastics. The primary sources of these pollutants are anthropogenic activities occurring on the continental shelf and in oceanic environments. Today, the impacts of plastic pollution are evident in terrestrial and marine plants, food webs, and the accumulation of large artificial debris patches in the world's oceans. Addressing plastic debris has become an urgent priority to reduce and mitigate plastic pollution in marine ecosystems and to minimize its adverse effects on biota.

Keywords: microplastics, plastic, pollution, trash islands

▶ RESUMEN

La expansión de los asentamientos humanos en las regiones costeras ha incrementado significativamente la producción y el consumo de plásticos no biodegradables, los cuales son liberados de manera inadecuada al medio ambiente. A través de procesos de degradación física, química y biológica, los residuos plásticos se fragmentan progresivamente en microplásticos y nanoplasticos. Las actividades antropogénicas asociadas tanto a la plataforma continental como a los



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



ambientes oceánicos constituyen las principales fuentes de estos contaminantes. Las consecuencias ambientales de la contaminación por plásticos son cada vez más evidentes, afectando a las comunidades terrestres y marinas, las interacciones tróficas dentro de las cadenas alimentarias y contribuyendo a la formación de grandes acumulaciones de desechos flotantes en los océanos. En consecuencia, es urgente implementar estrategias eficaces para gestionar los residuos plásticos, para reducir y mitigar la contaminación marina por plásticos y minimizar sus impactos sobre la biota acuática.

Palabras clave: microplásticos, plásticos, contaminación, islas basura.

► INTRODUCCIÓN

Tanto el crecimiento poblacional de las últimas décadas como el consumismo global son factores determinantes que aceleran la demanda y el consumo de artículos de plástico, - ya sea por su versatilidad y su practicidad – el plástico es un agente causal por su mala gestión al ser vertido descontroladamente al medio marino (Thompson et al., 2024).

A partir de la aparición de la baquelita en 1907, se transformó la producción de plásticos modernos. Para la década de los 60, el plástico ya había sustituido a los materiales con altos costos como el vidrio y la madera; posteriormente durante la década de los 80, su consumo experimentó un incremento exponencial a nivel mundial (Li et al., 2023). Actualmente, se estima que se producen alrededor de 430 millones de toneladas de plástico al año, siendo más del 50% destinado a productos de un solo uso y solo el 10% es reciclado, el restante forma parte de un grave problema de contaminación global del cual se estima que alrededor de 11 y 14 millones de toneladas de plástico ingresan a los ríos, lagos y océanos siendo el ambiente marino el más afectado (Li et al., 2023).

La generación de estos residuos afecta principalmente el medio marino provocando efectos deletéreos tanto en los organismos acuáticos (alteraciones en la reproducción, crecimiento y respuestas inmunológicas entre otros) como en la salud humana. Por esta razón el



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



estudio de la contaminación por plástico es crucial ya que este material pone en riesgo la biodiversidad y la estabilidad ambiental y no es suficiente sólo comprender sus implicaciones sino encontrar soluciones que ayuden a mitigar esta amenaza global. Así que el objetivo del presente manuscrito es dar a conocer el estado de arte de la problemática del plástico mal gestionado y de la presencia de éste en los ambientes marinos y sus afecciones a la biota.

1. MICROPLÁSTICOS EN LOS OCÉANOS: CONTEXTO HISTÓRICO

Carpenter & Smith (1972) fueron los primeros en reportar la presencia de fragmentos de plástico flotando en la superficie del Mar de los Sargazos y del Atlántico Norte. Posteriormente en las décadas de 1980 y 1990 algunos estudios documentaron la presencia de plásticos en los estómagos de aves marinas en diversas regiones del mundo, por mencionar algunos podemos destacar las investigaciones realizadas en el hemisferio sur (Day et al., 1985) y en el Pacífico norte (Sileo et al., 1990). Durante este mismo periodo la Administración Nacional Oceánica y Atmosférica alertó también de la presencia de plástico en los giros oceánicos (NOAA, 1988).

Posteriormente, Robards et al., (1995) demostraron que la ingesta de plástico en aves marinas aumentó significativamente con respecto a los estudios previos, estableciendo a estos organismos como bioindicadores de la contaminación plástica marina. Finalmente, en 1997 se descubrió una inmensa acumulación de residuos plásticos flotando en el giro subtropical del Pacífico Norte (Gran Mancha de Basura del Pacífico Norte, GPGP) y se documentaron los hallazgos mediante muestreos oceanográficos, alertando a la comunidad científica sobre la presencia de plásticos de diferentes tamaños (Moore et al., 2001). A partir de entonces, se han documentado un gran número de investigaciones relacionadas a la contaminación por residuos plásticos en los ecosistemas marinos y sus efectos, así como las concentraciones de macroplásticos y MPs en los giros oceánicos (“islas basura”).



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original

A partir de Thompson et al., (2004), comenzaron formalmente las primeras investigaciones sobre la presencia del plástico y demostraron que, más allá de estos fragmentos, existen fracciones más pequeñas a las que se denominó “Microplásticos” (MPs), que refiere a fragmentos y/o partículas de plástico de diámetro menor o igual a 5 mm. Posteriormente se descubrirían partículas menores a 1 μm que fueron denominados nanoplásticos (Lehner et al., 2019).

2. MPS: ¿QUÉ SON Y CÓMO SE CLASIFICAN?

Los MPs son partículas de plástico sólido (≤ 5 mm) compuestas de polímeros junto con aditivos funcionales añadidos, intencionalmente o no, durante su manufactura. Por su origen se clasifican en dos tipos: primarios y secundarios. Los primarios son gránulos y escamas fabricados como material de preproducción y destinados a ser añadidos a otro producto, por ejemplo, las microesferas en los cosméticos, pastas dentales, exfoliantes entre otros. Los secundarios provienen del producto de la abrasión o desgaste durante su uso y que son liberados al medio ambiente (Thompson et al., 2024).

Los MPs por su forma se clasifican en cinco grupos: fragmentos, fibras, espumas, pellets y películas (Fig. 1). Además, pueden ser catalogados de acuerdo a su composición química: Polietileno (PE), Polietileno de alta densidad (HDPE), Poliestireno (PS), Polipropileno (PP), Cloruro de polivinilo (PVC) y Tereftalato de Polietileno (PET) (He et al., 2022).

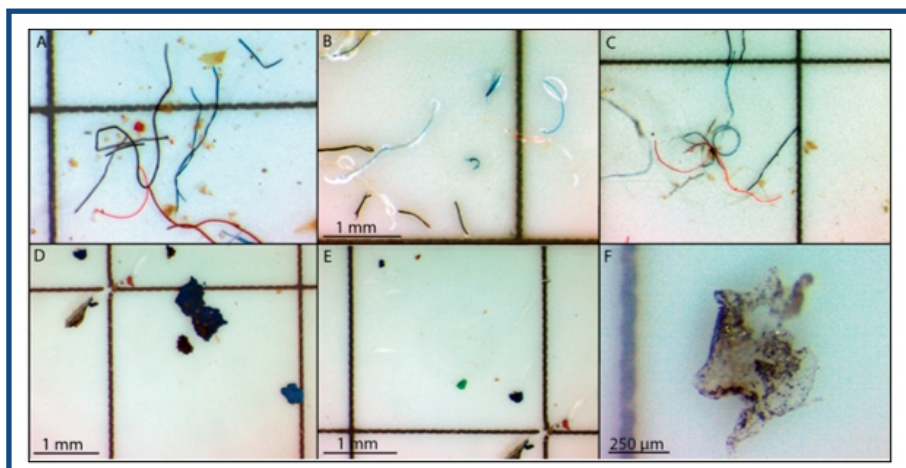


Fig. 1. Clasificación de microplásticos encontrados en zonas de playas. A-C. Fibras. D. Espuma. E. Fragmentos. F. Películas. Tomado de Lagos et al. (2023).

OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



3. FUENTES POTENCIALES DE MPs: ORIGEN

Las actividades antropogénicas en las costas son las principales actividades generadoras de residuos plásticos, las cuales dan origen a dos vertientes: origen continental y origen oceánico (Osman et al., 2023).

Aproximadamente, el 80% del plástico que llega a los océanos proviene de las actividades terrestres, siendo las fuentes principales las actividades agrícolas, industriales, las descargas de aguas residuales e industriales. Además de estas fuentes también están el desgaste de los neumáticos, algunos polvos y las cenizas de incineradores de plástico. Las principales rutas de distribución de plásticos son los ríos, arroyos, drenajes industriales y pluviales que alcanzan tarde o temprano el mar (Rochman, 2020). Algunos desechos plásticos transportados por el agua incluyen bolsas plásticas, productos para el cuidado personal, cosméticos, medicamentos, textiles, artículos de limpieza, desperdicios de botellas, contenedores para alimentos y bebidas, cubrebocas, guantes de nitrilo entre otros (Fadare et al., 2020).

Una vez alcanzado el mar, se ha estimado que el 20% de los MPs presentes en los océanos provienen de las actividades marítimas como la pesca comercial, buques, embarcaciones, incluyendo el turismo y de fuentes de contaminación puntuales o difusas a lo largo de la costa (Li et al., 2023; Karbalaei et al., 2019).

Con respecto a las pesquerías, las redes utilizadas en las artes de pesca, son liberadas consciente o inconscientemente en los mares durante las tareas de extracción del producto pesquero (Dowarah y Devipriya, 2019). Se estima que más de 600,000 toneladas de líneas de pesca (compuestos de nailon, polietileno y polipropileno) son dejadas en los océanos cada año, estos artículos al ser descartados o perdidos en los mares, flotan en la superficie y a diferentes profundidades en el océano de acuerdo a su densidad (Naji et al., 2017), contribuyendo a la proliferación y disponibilidad de plásticos en el medio oceánico.

Así mismo, las actividades turísticas realizadas en las costas, particularmente en las playas, tiene un impacto negativo al ambiente, ya que generan desperdicios de plástico que son dejados en la arena y son sepultados y degradados por el medio ambiente para posteriormente formar MPs (Lusher et al., 2017).



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original

4. RESIDUOS PLÁSTICOS EN LOS OCÉANOS: PROBLEMÁTICA A GRAN ESCALA

Los mecanismos de transporte del plástico al océano incluyen el viento, las corrientes oceánicas y los gradientes verticales en el océano; mientras que los mecanismos biológicos incluyen las migraciones de especies marinas y la transferencia trófica. Los residuos plásticos eventualmente abandonarían la superficie del océano, llegando a mayor profundidad a través de la mezcla vertical, permitiendo el hundimiento de residuos más densos, a través de la bioincrustación, la agregación de materia orgánica densa (nieve marina), la migración animal y/o la integración en gránulos fecales densos. También pueden ser transportados por corrientes oceánicas más profundas y/o ser enterrados en los sedimentos. Los MPs presentes en los sedimentos y en organismos de aguas profundas, demuestran un flujo vertical de transporte a lo largo de la columna de agua, sin embargo, las concentraciones más altas se encuentran en la superficie debido a que suelen ser partículas con densidades muy bajas y además de tener mayor proximidad a los sitios de descarga o industrias que producen el plástico (Rochman, 2020).

Se estima que existen aproximadamente 13,000 fragmentos de desechos plásticos por cada kilómetro de océano. Una vez en la superficie del mar, estos materiales se degradan debido a la exposición continua de luz solar (UV), calor y humedad. Este deterioro químico en condiciones aeróbicas, sumado a la degradación física y mecánica, da origen a los microplásticos (Fig. 2) (Cuadra et al., 2023).

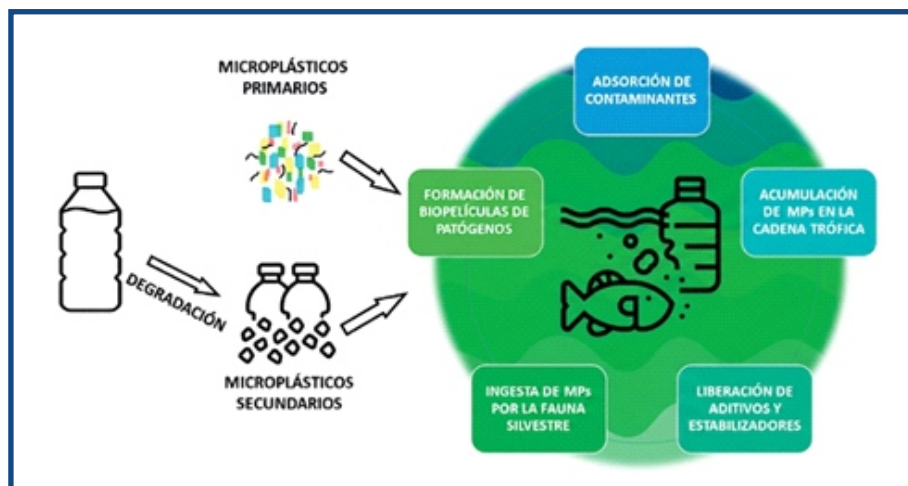


Fig.2. Ruta de formación de microplásticos en el ambiente marino. Tomado de Newrick et al., (2024)

OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



5. EFECTOS DE LOS PLÁSTICOS EN LOS ECOSISTEMAS MARINOS

Degradación y transferencia de contaminantes

Los MPs son capaces de adherirse a metales pesados y otros compuestos orgánicos en sus estructuras; lo anterior se debe a la flotabilidad de los MPs, ya que los deja expuestos a concentraciones de metales u otros contaminantes, que pueden incorporarse a la superficie del plástico por cargas eléctricas positivas o negativas y de acuerdo a la naturaleza de cada contaminante. Estas partículas son consumidas por diversos organismos tales como el fitoplancton, los moluscos, los crustáceos, las aves, los peces y los mamíferos, que al interior movilizan dichos metales en las cavidades digestivas bajo condiciones ácidas y como consecuencia los metales tienden a bioacumularse o pueden ser liberados de nuevo al agua en un estado soluble (disponible) y ser capturado por otra especie (Holmes, 2012).

Por mencionar algunos contaminantes asociados con los plásticos destacan los hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP), contaminantes orgánicos persistentes (COP), disruptores endocrinos (EDC) y metales pesados como el mercurio (Hg) o plomo (Pb), entre otros (Bravo et al., 2022).

La degradación del plástico puede seguir diversas rutas, óxica o anóxica; ambas rutas con el factor de la temperatura, lo cual propicia la ruptura y fragmentación del plástico (Gewert et al., 2015) convirtiéndose posteriormente estas partículas (Lehner et al., 2019). Los MPs y los nanoplásticos son fuentes potenciales en la producción de disruptores endocrinos, así como especies reactivas de oxígeno, los llamados “efectos perjudiciales”. El microplástico tiene la capacidad de acoplarse con metales pesados como el mercurio (Hg), y que causan graves efectos neurotóxicos provocando daños oxidativos en las especies que los consumen, debido a que, durante la digestión, las enzimas gástricas atacan estas partículas y favorecen la desorción y disolución de los compuestos absorbidos (Cuadra et al., 2023). Siendo este mecanismo el responsable de la bioacumulación, biotransferencia y biomagnificación de plástico y otros contaminantes en la trama trófica e inclusive alcanzar a los humanos (Valladolid-Garnica et al., 2023).



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



Formación de “Islas de basura”

La dinámica oceánica y el viento son los principales vectores de distribución de todo tipo de residuos plásticos flotantes que al ingresar a los giros oceánicos concentran a los plásticos en las zonas de baja energía, formando lo que comúnmente se conocen como “islas basura” (Fig. 3) (Meléndez-Valencia & Meléndez-Torres 2013). Actualmente se conocen cinco “grandes manchas de basura”, que coinciden con los cinco giros más notables:

1. Gran Mancha de Basura del Pacífico Norte (GPGP): situada entre la costa oeste de Estados Unidos (entre California y Hawái) y Japón, es la mayor con aproximadamente 1.6 millones de km² y alberga alrededor de 1.8 billones de piezas de plástico (Mutuku et al., 2024).
2. Pacífico Sur: Ubicada entre Australia y Chile (Eriksen et al., 2017).
3. Atlántico Norte: Conocida por su alta densidad de residuos, situada entre la Costa este de E.E.U.U. y Europa (Courtene et al., 2022).
4. Atlántico Sur: entre la costa occidental del sur de África y el centro del Atlántico Sur, tamaño estimado 700,000 km² (Ryan, 2014).
5. Océano Índico: Localizada en el centro entre África y Australia (Connan et al., 2021).



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original

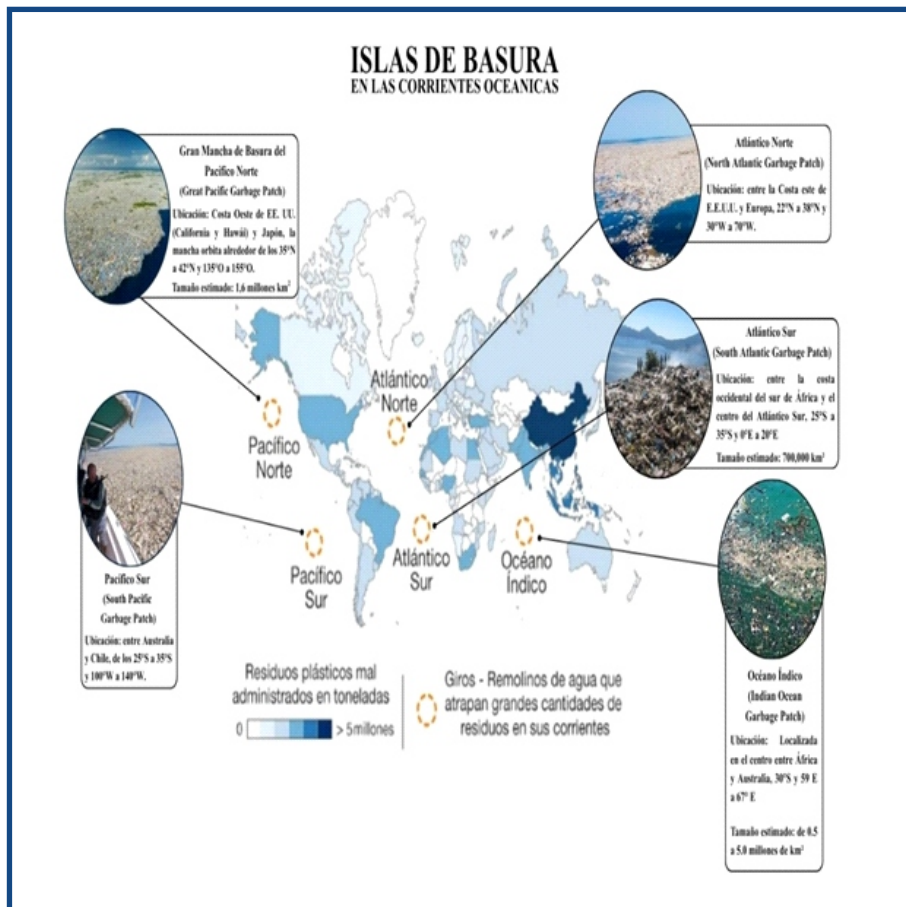


Fig 3. Distribución de las islas basuras alrededor del mundo. En la imagen se identifica la magnitud de la problemática del plástico en los océanos. Imagen de inteligencia artificial generada con ChatGPT.

El 99.9% de los residuos en estas islas son plásticos, y el restante son redes de pesca. El problema no es solo la cantidad acumulada, sino que estos plásticos se fragmentan en microplásticos, afectando gravemente a la fauna marina (Meléndez-Valencia & Meleéndez-Torres 2013).

Impactos en la fauna

La aglomeración de residuos plásticos puede provocar que algunas especies queden atrapadas en las denominadas “redes fantasmas” lo que provoca laceraciones en sus tejidos, enmalles, asfixia y daños físicos, provocando mortalidad, afectando las estructuras de las comunidades y, por consecuencia, cambios en las poblaciones marinas (Fig. 4) (Rochman, 2020).

OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original

La biodisponibilidad de MPs en los ambientes marinos provoca que organismos como aves, peces, organismos invertebrados, tortugas y organismos detritívoros, sean susceptibles a ingerirlos, ya que suelen confundidos con alimentos, lo que puede provocar atragantamientos por ingesta e inclusive una falsa saciedad por la presencia del plástico en los estómagos de los organismos marinos (Fig. 4) (Bergmann et al., 2015; Thompson et al., 2024).



Fig. 4. Afectaciones de los residuos plásticos en los organismos marinos. A. Acumulación de material orgánico e inorgánico. Oliver (2020). B. Enmallamiento de tortuga amarilla *Caretta caretta*, Herrera et al., (2017), C. Albatro joven con residuos plásticos en el sistema digestivo, Bergmann, et al., (2015). D. Foca gris con aro de plástico atado al cuello Bergmann, et al., (2015).

Los microplásticos alteran el comportamiento de las especies marinas, se ha demostrado que afectan la capacidad de alimentación y la movilidad en las medusas. La ingesta de microplásticos en las medusas reduce la frecuencia de pulsaciones, afectando negativamente su capacidad para cazar presas y para desplazarse, poniendo en riesgo la supervivencia con consecuencias en cascada para las cadenas tróficas y la dinámica de los ecosistemas (Mieles-Giler, 2024).

También se han registrado efectos adversos en mamíferos, tortugas, aves, peces, invertebrados e inclusive algas. Algunos efectos son alteración en la expresión genética, inflamación, conductas alimentarias anormales, reducción en crecimiento, disminución en la capacidad

 OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original

reproductiva, alteraciones en el desarrollo, menor tasa de supervivencia, reducción de las tasas de filtración y respiración (Rochman, 2020).

Bioacumulación y biomagnificación

Los MPS pueden transferirse a lo largo de la cadena trófica. Por ejemplo, el fitoplancton bioconcentra microplásticos y metales pesados presentes en el agua. Luego, al ser consumido por organismos de niveles tróficos superiores, estos contaminantes pasan a sus depredadores. Esto demuestra que los organismos actúan tanto como reservorios como transportadores de la contaminación por plásticos y metales pesados. (Soto-Jimenez et al. 2011)

Cientos de especies de diferentes niveles tróficos ingieren directamente fragmentos de plástico y microplásticos (Thompson, 2024) (Fig. 5), por lo que no es raro encontrar organismos que contienen plásticos en sus tractos gastrointestinales, comprobando que los residuos de plástico no se expulsan, mientras que los plásticos más pequeños pueden excretarse o, de igual manera, translocarse del intestino a diferentes partes del organismo. Sin embargo, aún no se ha demostrado si las concentraciones en los tejidos aumentan con el tiempo y a lo largo de las cadenas tróficas, por bioacumulación y biomagnificación (Valladolid-Garnica et al., 2023; Soto-Jiménez et al 2023)



Fig. 5 Efectos de la presencia de plásticos en el medio marino. (Imagen IA generada por chatGPT).

OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



5.5 Alteración de los ciclos biogeoquímicos

Los ecosistemas de manglar son amenazados por la contaminación de residuos plásticos y MPs, ya que los manglares actúan como trampas naturales para los plásticos que se depositan entre sus raíces y sedimentos. Se ha documentado que existen alteraciones en las comunidades microbianas de la rizosfera, que incluyen cambios en la actividad metabólica, alterando los procesos biogeoquímicos de estos ecosistemas, lo que amenaza a diversas especies por considerarse criaderos naturales para diversas especies marinas (Jiménez et al., 2025). Del mismo modo, la contaminación por plástico y MPs, están relacionados con la asfixia en los arrecifes de coral y alteraciones en el fondo marino (Rochman, 2020).

De acuerdo a Galgani y Loisselle (2021), la acumulación de plástico en un entorno enriquecido con materia orgánica propicia aún más la proliferación microbiana y la liberación de polímeros orgánicos complejos en la interfaz aire-mar.

De acuerdo con Galgani y Loisselle (2021), los MPs pueden presentar los siguientes efectos en los sistemas marinos:

- a) Una disminución en la penetración de la radiación fotosintética para el crecimiento y fotosíntesis del fitoplancton.
- b) Reduce la producción de oxígeno y dióxido de carbono por la alteración de los procesos de producción / degradación.
- c) Crea una barrera más gruesa para el intercambio de gases entre el aire y el mar. Además, el carbono orgánico disuelto (COD) lixiviado de los plásticos propicia la actividad bacteriana heterótrofa y la reelaboración de la materia orgánica disuelta (MOD), con el consiguiente aumento de la respiración bacteriana y el consumo de oxígeno.
- d) Se transfiere carbono orgánico particulado (COP) al interior del océano y al fondo marino, al modificarse la flotabilidad de la biopelícula de la partícula de plástico, facilitando su flujo descendente que a su vez incorpora nutrientes adicionales, lo que favorece una mayor actividad microbiana y la liberación de compuestos orgánicos más complejos, como la materia orgánica disuelta refractaria (MODR), alimentando así un reservorio de carbono refractario a largo plazo en las profundidades.



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



► CONCLUSIÓN

A pesar de que la vida moderna exige soluciones prácticas y versátiles, la realidad es que nos enfrentamos a una amenaza global inminente (contaminación por plástico), que propicia el desequilibrio en los sistemas acuáticos, donde se involucran las cadenas tróficas, las cuales tarde o temprano llegaran a impactar la salud del ser humano.

Bajo este escenario, las comunidades científicas investigan y cuantifican los daños que el plástico representa a nuestro planeta, incluyendo la cantidad de micro y nanoplasticos que asimilan los productores primarios, la evaluación de la transferencia por la red trófica y los factores de biomagnificación o biodisminución de los contaminantes plásticos. Lo anterior con la finalidad de conocer cuáles son los riesgos potenciales de ingerir un alimento de origen marino y los contenidos aproximados de plástico u otro contaminante. Por lo que es menester en la actualidad el no solo cuantificar los plásticos si no el realizar investigación a nivel laboratorio para elucidar el impacto cuantificable de los plásticos, MPs y nanoplasticos en la biota y conocer las especies más vulnerables y que sean de consumo humano.

Desde el punto de vista social, el realizar concientización del uso moderado de los plásticos y del correcto depósito de estos reducen significativamente la presencia de plástico en los océanos. También es necesario comenzar la labor de difusión en las etapas más tempranas en los estudiantes para que conozcan de primera mano la problemática del plástico y se fomente la campaña de uso de materiales no hechos a base de plástico como fibras de ixtle o de algodón. Además de propiciar la cultura de campañas de recolección de basura de plástico en áreas de aforo común como son las playas y los cuerpos de agua interior. Con la finalidad de reducir el aporte de plástico al mar y de perpetuar la limpieza y el equilibrio ecológico de la entidad.

Desde el punto de vista político-legislativo, se requiere de reforzar las campañas ecológicas en contra del uso de los plásticos tanto en super mercados como en las empresas embalajes de un solo uso. A pesar de que Sinaloa cuenta con una ley de cero tolerancia hacia los plásticos, aún



Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



queda una sección de los consorcios que brindan bolsas plásticas durante las compras y lo cual debería continuar disminuyendo con la finalidad de reducir la presencia de los plásticos en los océanos.

Finalmente hacer valida la justicia social ante la problemática del plástico; ya que las poblaciones con mayor valor adquisitivo consumen más plástico y que se mal deposita y termina en vertederos al aire libre, donde parte de la comunidad marginada (bajos recursos) sobrevive y se encuentra directamente en contacto con este contaminante plástico y con una bastedad de otros contaminantes de tipo orgánico e inorgánico que acompañan a los plásticos. Ciertamente aun queda bastante camino por recorrer, pero los pequeños cambios que hagamos hoy, serán las mejores condiciones de vida para nuestros hijos en el futuro no distante.

► LITERATURA CITADA

Bergmann, M., Gutow, L., & Klages, M. (2015). *Marine anthropogenic litter*. Springer. DOI 10.1007/978-3-319-16510-3. <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007/978-3-319-16510-3.pdf>

Bravo, V., Leonel, P., Córdova-Mosquera, R. A., Delgado, R., & Alonso, E. (2022). Modelación del flujo de microplásticos y la interacción de contaminantes químicos orgánicos en sistemas acuáticos. *Revista Colón Ciencias, Tecnología y Negocios*. Vol 9. Num.2

Carpenter, E.J., and K.L. Smith. (1972).Plastics on the Sargasso Sea surface. *Science* 175(4027):1,240–1,241, <https://doi.org/10.1126/science.175.4027.1240>.

Courtene-Jones, W., Clark, N. J., & Thompson, R. C. (2022). Plastic pollution: the science we need for the planet we want. *Emerging topics in life sciences*, 6(4), 333-337.

Connan, M., Perold, V., Dilley, B. J., Barbraud, C., Cherel, Y., & Ryan, P. G. (2021). The Indian Ocean 'garbage patch': Empirical evidence from floating macro-litter. *Marine Pollution Bulletin*, 169, 112559.



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



- Cuadra, V., Lezcano, R., Bayard, C., Villarreal, J., Robinson-Duggon, J., & Miranda-Montenegro, M. L. (2023).** Los microplásticos en el entorno acuático: Un vistazo a la cinética, mecanismo de degradación, impacto ambiental y en la salud humana. *Revista Científica Vida Natural*. Volumen (1), 66-88.
- Day, R. H., Wehle, D. H. S., & Coleman, F. C. (1985).** Ingestion of plastic pollutants by marine birds. En R. S. Shomura & H. O. Yoshida (Eds.), *Proceedings of the Workshop on the Fate and Impact of Marine Debris* (pp. 344–386).
- Dowarah, K., & Devipriya, S.P. (2019).** Microplastic prevalence in the beaches of Puducherry, India and its correlation with fishing and tourism/recreational activities. *Marine Pollution Bulletin*, 148, 123-133.
- Eriksen, M., Thiel, M., & Lebreton, L. (2017).** Nature of plastic marine pollution in the subtropical gyres. In *Hazardous chemicals associated with plastics in the marine environment* (pp. 135-162). Cham: Springer International Publishing.
- Fadare, O. O., Wan, B., Guo, L. H., & Zhao, L. (2020).** Microplastics from consumer plastic food containers: are we consuming it?. *Chemosphere*, 253, 126787. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.126787>
- Galgani, L., & Loiseau, S. A. (2021).** Plastic pollution impacts on marine carbon biogeochemistry. *Environmental Pollution*, 268, 115598.
- He, Y., Wei, G., Tang, B., Salam, M., Shen, A., Wei, Y., ... & Mao, Y. (2022).** Microplastics benefit bacteria colonization and induce microcystin degradation. *Journal of Hazardous Materials*, 431, 128524. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2022.128524>
- Gewert, B., Plassmann, M. M., & MacLeod, M. (2015).** Pathways for degradation of plastic polymers floating in the marine environment. *Environmental science: processes & impacts*, 17(9), 1513-1521.
- Herrera, A., Liria Loza, A., Ostiategui, P., & Gómez, M. (2017).** Los microplásticos: la amenaza de los ecosistemas marinos. *Okeanos* (5). <https://accedacris.ulpgc.es/handle/10553/71275>



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



- Holmes, L. A., Turner, A., & Thompson, R. C. (2012). Adsorption of trace metals to plastic resin pellets in the marine environment. *Environmental Pollution*, 160, 42-48. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2011.08.052>
- Jiménez, I. D. C. T., Pinyui, Z. E. M., Espin, B. M. G., Urcuango, A. M. T., Chimbo, L. J. O., & Toapanta, A. F. T. (2025). Efectos de la contaminación por micro plásticos en los ecosistemas marinos. *South Florida Journal of Development*, 6(4), e5141-e5141.
- Karbalaei, S., Golieskardi, A., Hamzah, H. B., Abdulwahid, S., Hanachi, P., Walker, T. R., & Karami, A. (2019). Abundance and characteristics of microplastics in commercial marine fish from Malaysia. *Marine pollution bulletin*, 148, 5-15. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2019.07.072>
- Lagos, A. M., Leon, M., Colorado, A., Giraldo, D., Fragozo, L., Quiroga, S. Y., & Martínez, A. (2023). Effects of microplastics pollution on the abundance and composition of interstitial meiofauna. *Revista de Biología Tropical*, 71(1). <https://doi.org/10.15517/rev.biol.trop.v71i1.50031>
- Mutuku, J., Yanotti, M., Tock, M., & Hatton MacDonald, D. (2024). The abundance of microplastics in the world's oceans: a systematic review. In *Oceans* (Vol. 5, No. 3, pp. 398-428). MDPI.
- Lebreton, L. C. M., Slat, B., Ferrari, F., Sainte-Rose, B., Aitken, J., Marthouse, R., Hajbane, S., Cunsolo, S., Schwarz, A., Levivier, A., Noble, K., Debeljak, P., Maral, H., Schoeneich-Argent, R., Brambini, R., & Reisser, J. (2018). *Evidence that the Great Pacific Garbage Patch is rapidly accumulating plastic. Scientific Reports*, 8, 4666. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-22939-w>
- Lehner, R., Weder, C., Petri-Fink, A., & Rothen-Rutishauser, B. (2019). Emergence of nanoplastic in the environment and possible impact on human health. *Environmental science & technology*, 53(4), 1748-1765. doi: 10.1021/acs.est.8b05512
- Li, C., Zhu, L., Li, W. T., & Li, D. (2023). Microplastics in the seagrass ecosystems: A critical review. *Science of the Total Environment*, 902, 166152. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.166152>



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



- Lusher, A., Hollman, P., & Mendoza-Hill, J. (2017).** Microplastics in fisheries and aquaculture: status of knowledge on their occurrence and implications for aquatic organisms and food safety. *FAO*.
- Meléndez-Valencia, M. A., & Meléndez-Torres, P. I. (2013).** Influencia de la circulación eólica y marítima en la formación de las islas de basura en el mundo. *Ciencia y sociedad*.
- Naji, A., Esmaili, Z., Mason, S. A., & Dick Vethaak, A. (2017).** The occurrence of microplastic contamination in littoral sediments of the Persian Gulf, Iran. *Environmental Science and pollution research*, 24(25), 20459-20468. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9587-z>
- Newrick, B. A., Laca Pérez, A., & Laca Pérez, A. (2024).** Mitigación mediante bacterias, hongos y organismos superiores de los impactos ambientales ocasionados por microplásticos en ecosistemas acuáticos. *Ingeniería del agua*, 28(3), 169-184. <https://doi.org/10.4995/ia.2024.21599>
- Oliver, B. A. (2020).** Ahogados en plástico. *Métode*, (104). <https://metode.es/revistas-metode/article-revistas/ahogados-en-plastico-microplasticos-medio-marino.html>
- Osman, A. I., Hosny, M., Eltaweil, A. S., Omar, S., Elgarahy, A. M., Farghali, M., Yap, P.S., Wu, Y.S., Batumalaie, K., Gopinath, S.C.B., John, O.D., Sekar, M., Saika, T., Karunanithi, P., Hatta, M.H.M., Akinyede, K. A. (2023).** Microplastic sources, formation, toxicity and remediation: a review. *Environmental chemistry letters*, 21(4), 2129-2169. <https://doi.org/10.1007/s10311-023-01593-3>
- Rochman, C.M. (2020).** The story of plastic pollution: From the distant ocean gyres to the global policy stage. *Oceanography* 33(3):60–70, <https://doi.org/10.5670/oceanog.2020.308>.
- Thompson, R. C., Olsen, Y., Mitchell, R. P., Davis, A., Rowland, S. J., John, A. W. G., McGonigle, D., & Russell, A. E. (2004).** Lost at sea: Where is all the plastic? *Science*, 304(5672), 838. [DOI: 10.1126/science.1094559](https://doi.org/10.1126/science.1094559)



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original



- Ryan, P.G. (2014).** Litter survey detects the South Atlantic 'garbage patch'. *Marine pollution bulletin* 79 (1-2), 220-224.
- Thompson, R., Courtene-Jones, W., Boucher, J., Pahl, S., Raubenheimer, K., & Koelmans, A. (2024)** 'Twenty years of microplastic pollution research—what have we learned?', *Journal of Bio-X Research*, 386(6720). [DOI: 10.1126/science.adl274](https://doi.org/10.1126/science.adl274)
- Mieles-Giler, J. W. (2024).** Efectos de la Contaminación Plástica en los Ecosistemas Marinos: Un Actualizado. *Horizon Journal*, 2(3), Análisis Nexus 18 30. <https://doi.org/10.70881/hnj/v2/n3/2>
- Soto-Jiménez, M. F., Arellano-Fiore, C., Rocha-Velarde, R., Jara-Marini, M. E., Ruelas-Inzunza, J., & Páez-Osuna, F. (2011).** Trophic transfer of lead through a model marine four-level food chain: *Tetraselmis suecica*, *Artemia franciscana*, *Litopenaeus vannamei*, and *Haemulon scudderi*. *Archives of Environmental Contamination and Toxicology*, 61(2), 280-291.
- Soto-Jiménez, M. F., Valladolid Garnica, D. E., Torres-Rojas, Y. E., Jara Marini, M. E., & Muro-Torres, V. M. (2023).** Trophodynamics of Arsenic, Mercury, and Selenium in the Food Webs of the Southeastern Gulf of California. *Mercury, and Selenium in the Food Webs of the Southeastern Gulf of California*.
- Valladolid-Garnica, D. E., Jara-Marini, M. E., Torres-Rojas, Y. E., & Soto-Jiménez, M. F. (2023).** Distribution, bioaccumulation, and trace element transfer among trophic levels in the southeastern Gulf of California. *Marine pollution bulletin*, 194, 115290.



OPEN ACCESS

Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la Licencia Creative Commons Atribución-No Comercial-Compartir igual (CC BY-NC-SA 4.0), que permite compartir y adaptar siempre que se cite adecuadamente la obra, no se utilice con fines comerciales y se comparta bajo las mismas condiciones que el original