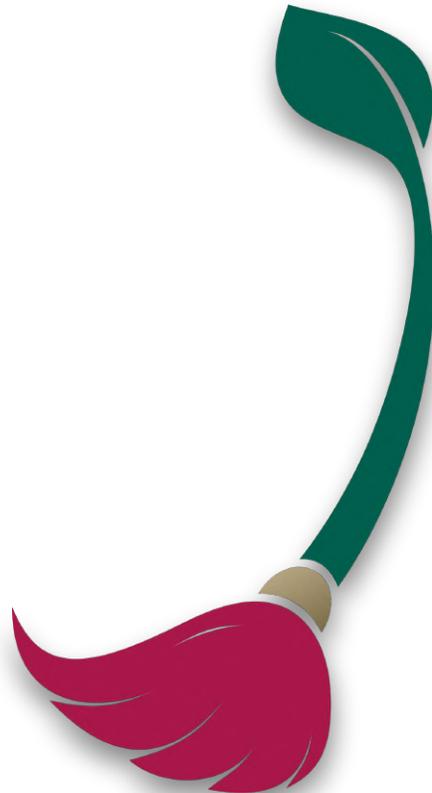


La Escoba

Boletín de opciones para dejar de hacer basura

Número 8 - Marzo 2023



Los plásticos



GOBIERNO DE
MÉXICO



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología





CONTENIDO

- 3** Editorial
- 5** Evitemos que nuestro futuro se hunda en plástico
- 11** Los impactos de los residuos plásticos en el ambiente marino
- 18** Del plástico al microplástico, un problema ambiental
- 24** La ola de plástico
- 26** Día mundial del campo



Editorial

En este número de *La Escoba* pondremos la atención en los plásticos. Nuestra vida diaria utiliza los plásticos para un sinnúmero de actividades de muchos tipos distintos. Los plásticos se encuentran en los productos de higiene personal, en los cosméticos, en los dispositivos electrónicos tanto al interior del hogar como afuera en los lugares donde trabajamos y donde nos divertimos. Están en las escuelas, los hospitales, los centros deportivos, las calles. Según estadísticas, el 20% de los desechos mundiales corresponde a los plásticos. Su impacto en el medio ambiente resulta en extremo negativo. Afecta no solo el medio terrestre, sino también el medio del espacio y el marítimo.

Para entender el problema en su totalidad resulta importante el conocimiento de su historia y su origen. El primer artículo, debido a la pluma de la Dra. Adriana Puma Chávez, nos habla sobre las motivaciones en la creación de la industria del plástico. En un inicio, se creó para sustituir materiales costosos como el marfil y el ámbar. Gradualmente cubrió otros intereses. Esto favoreció su expansión en el mercado. El aumento exponencial en su producción a escala global se dio desde la década de 1950 hasta nuestros días. Consciente de esta problemática, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) ha creado la campaña mundial "Mares Limpios", para reducir la contaminación por plásticos en los océanos. De manera paulatina, la sociedad se ha vuelto

más consciente sobre la necesidad de aminorar el consumo y la producción de plásticos para proteger el medio ambiente. El artículo de la Dra. Puma Chávez nos orienta sobre pasos a seguir para convertirnos en consumidores responsables, comprometidos con iniciativas para disminuir su uso. Esta misma intención la reflejan por igual las contribuciones de la Dra. Carolina Armijo de Vega y la Dra. Nancy Ramírez Álvarez.

El segundo artículo de nuestro boletín, firmado por la Dra. Armijo de Vega, pone su atención en el daño en el ambiente marino ocasionado por los plásticos. A nivel global, estos residuos contribuyen con un porcentaje que va del 60 al 80 % del total de los residuos marinos. Cuando llegan a los océanos, los plásticos generan numerosos impactos en los ecosistemas del mar, entre los que podemos citar el enmallamiento de tortugas, peces y mamíferos, el desplazamiento de especies a nuevos hábitats y la contaminación generalizada. Los depósitos de plástico en zonas del fondo marino pueden provocar efectos sobre la biota por la alteración de las condiciones fisicoquímicas necesarias para el equilibrio de los ecosistemas. La ingesta de plásticos por la fauna marina puede ocasionarles lesiones graves e incluso la muerte a los animales. Por ello resulta necesario tomar medidas tanto en tierra como en mar para reducir la cantidad de plásticos en los océanos.

El artículo de la Dra. Nancy Ramírez Álvarez nos habla sobre diferentes tipos de plásticos y sus repercusiones en el medio ambiente. La producción masiva de plásticos, su uso extensivo y el manejo inadecuado de sus residuos, entre otros factores, han hecho que los desechos plásticos sean un contaminante presente en los diferentes compartimientos ambientales (tierra, agua, aire y organismos). Hasta hace unos años, los macroplásticos eran el foco de atención de las investigaciones, sin embargo, recientemente ha surgido una mayor preocupación por los microplásticos. En el escrito de la Dra. Ramírez Álvarez conoceremos la problemática desde su generación hasta su inclusión en el medio. Nos veremos inmersos en una reflexión sobre las acciones posibles para mitigar su impacto en el ambiente.

Por último, en una infografía de la Mtra. Beatriz Castillo Ortiz celebramos la efeméride del Día Mundial del Campo, 7 de marzo. Esta conmemoración se une a la galería de eventos medioambientales señalados con anterioridad, con el propósito de fortalecer en la población el

sentido cívico y humano del respeto y el cuidado de la tierra. En esa infografía encontramos una referencia a las redes sociales del proyecto en Facebook y Twitter, con el nombre de *La Escoba Digital*.

En definitiva, animamos a nuestras lectoras y lectores a consultar el boletín de marzo. Las contribuciones de las tres autoras pueden leerse de principio a fin, debido a la calidad de sus narrativas, así como pueden consultarse atendiendo a necesidades específicas según la orientación proporcionada por cada una de las secciones. El repertorio de figuras e imágenes ilustra con precisión y claridad los contenidos. Nos encontramos convencidos del gusto derivado de la lectura del número presente de *La Escoba*, no solo por las razones expuestas arriba, sino también por el valor de su contribución en el acercamiento a una problemática crucial del medio ambiente, con un suministro de consejos para llevar a la práctica acciones en beneficio del lugar donde vivimos.



Evitemos que nuestro futuro se hunda en plástico

Dra. Adriana Puma Chávez *

De acuerdo con el Banco Mundial, la quinta parte de los desechos producidos mundialmente son plásticos, razón por la cual son objeto de un creciente escrutinio medioambiental (Gurneet Braich y Vincent Ricciardi, 2020). Muestra de la relevancia del problema de la contaminación por plásticos es la existencia de la campaña mundial llamada “Mares Limpios”, del Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA), publicada durante el foro de la Cumbre Mundial de los Océanos en 2017. Esta campaña tiene como objetivo vincular a los gobiernos, sociedad civil e iniciativa privada para reducir la producción y consumo de plástico y así disminuir este tipo de contaminación marina (UNEP, 2020). Sin embargo, antes de adentrarse en la problemática es necesario entender ¿qué es el plástico? y ¿cómo surgió?

La palabra plástico proviene del griego *plastikós*, que significa “capaz de ser moldeado”. Es la palabra comúnmente utilizada para referirse a aquellos materiales sintéticos que tienen su origen

en compuestos orgánicos como el crudo del petróleo y el gas natural, también conocidos como polímeros. Desde su creación, poco antes del siglo XIX, el conocimiento sobre el plástico pasó de resultar escaso hasta convertirse en uno de escala global. Fue a partir de la revolución industrial cuando cobró importancia, con el crecimiento de la población y el aumento del estándar de vida en las ciudades. Esto motivó a la industria a experimentar con la síntesis de polímeros, dando lugar a una serie de productos y combinaciones con los que se obtienen otras resinas con diferentes propiedades que hoy por hoy hacen nuestra vida mucho más fácil (García Fernández-Villa y San Andrés Moya, 2002). En la figura 1 se muestra una línea del tiempo de la evolución del plástico desde sus orígenes.

De acuerdo con Góngora-Pérez (2014), los polímeros son productos orgánicos a base de carbono, con moléculas de cadenas largas, que pueden dividirse en tres tipos según su origen.

* Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia *Estrategia transdisciplinaria de investigación y resolución en la problemática nacional de los residuos sólidos urbanos, aplicada en seis ciudades mexicanas*, conducido por el Conacyt y el Ciesas-Golfo.

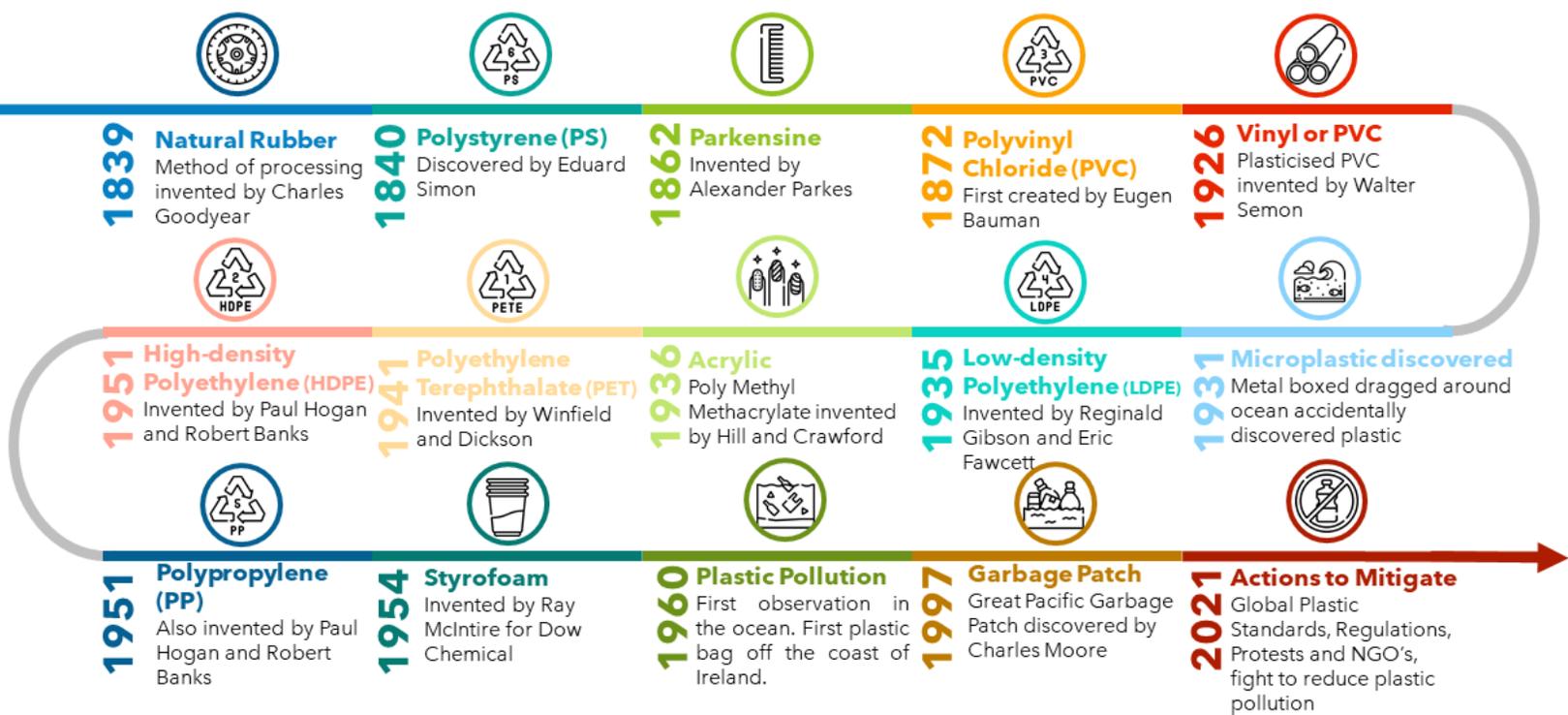


Figura 1. Línea del tiempo del plástico (Greenwood, 2021).

1) Los naturales, también llamados biopolímeros, se encuentran en la naturaleza de origen animal o vegetal y pueden ser moldeados con calor, como el caucho, el almidón y la celulosa.

2) Los sintéticos surgen de la alteración de la estructura molecular de los materiales a base de carbono (petróleo crudo, carbón o gas), como el teflón, el nylon, el polietileno, y el cloruro de polivinilo (PVC).

3) Los semisintéticos se obtienen de la mezcla de polímeros naturales y derivados del petróleo, como la nitrocelulosa.

Si bien esa es la forma como se conocen y clasifican los polímeros, es relevante aclarar que los fundadores de la industria moderna de los plásticos son los polímeros sintéticos, donde se encuentran los plásticos más comunes, identificados por una simbología desarrollada por la Sociedad de la Industria del Plástico (SPI, por sus siglas en inglés), en 1988, para ayudar a los consumidores a identificar y clasificar los diferentes tipos de plásticos y facilitar su reciclaje. Desde su creación, la

simbología de los tipos de plásticos de la SPI ha sido adoptada en muchos países y es ampliamente reconocida como un estándar internacional. Dicho sistema consiste en un triángulo de flechas con un número en el centro, que identifica el tipo de plástico utilizado en el producto (figura 2). Cada número se corresponde con un tipo de resina de plástico específico. Los símbolos se imprimen generalmente en los envases, recipientes y otros productos de plástico (American Chemistry Council, 2021). Es importante tener en cuenta que la presencia del símbolo en un producto no siempre garantiza que sea reciclable o que se reciclará en todas las localidades, ya que el reciclaje y la gestión de residuos varían de un lugar a otro.

Los plásticos fueron utilizados en sus inicios para crear materiales con características similares a los naturales de una manera más económica y sustituir otros materiales de mayor costo como el marfil y el ámbar. La industria del plástico ha experimentado un crecimiento extraordinario desde la década de 1950

						
PET	PEAD	PVC	PEBD	PP	PS	0
Tereftalato de polietileno	Polietileno (alta densidad)	Cloruro de polivinilo	Polietileno (baja densidad)	Polipropileno	Poliestireno	Bisfenol-A y otros

PET es comúnmente usado en botellas de condimentos o de bebidas como agua, refresco y energéticos.

PEAD es comúnmente usado en botellas de leche, jugo o champú, contenedores de detergente, bolsas de supermercado, y bolsas de cereal.

PVC puede ser flexible o rígido, y es usado para tuberías de drenaje, empaques para comida transparentes, plástico para envolver, juguetes de niños, manteles, pisos de vinilo, tapetes de juego para niños, y empaques de medicamentos en cápsula.

PEBD es usado para bolsas para lavandería, para pan, para periódico, para frutas y verduras, y para basura, así como para vasos de "papel" para bebidas y envases de "papel" para leche.

PP es usado para contenedores de yogurt, contenedores de comida de cafetería, muebles, maletas y aislamiento para ropa de invierno.

También llamado plumavit, unigel y más nombres, es usado para vasos, platos, contenedores para comida a domicilio, charolas para carne cruda, y material de relleno para envíos.

Cualquier artículo de plástico que no sea de los seis mencionados se pone en una misma categoría múltiple de plástico #7. Cosas como discos compactos, biberones de bebé, y faros de coche.



Figura 2. Sistema de simbología para la identificación y clasificación de los diferentes tipos de plásticos (Tod Hardin, 2021).

hasta la actualidad. En ese período, **la producción mundial de plásticos ha aumentado de manera exponencial, pasando de alrededor de 1,5 millones de toneladas en 1950, hasta 368 millones de toneladas en 2020**, según datos de la asociación de la industria del plástico Plastics Europe. A continuación, se describen algunas de las tendencias y cambios más significativos en la industria del plástico en el período referido.

1. Aumento de la producción y el consumo. Como se mencionó anteriormente, la producción de plásticos ha crecido enormemente en las últimas décadas. Esto se debe en buena medida al aumento del consumo de plásticos en todo el mundo. Los plásticos se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones, desde envases y envoltorios hasta componentes electrónicos, piezas de automóviles, juguetes y artículos de uso diario.

2. Cambio en los tipos de plásticos. A medida que la industria del plástico ha crecido, también ha habido cambios significativos en los tipos de plásticos que se producen y utilizan. Los plásticos tradicionales como el PVC y el polietileno han sido reemplazados en muchos casos por plásticos más nuevos y avanzados como el polipropileno y el policarbonato. Estos nuevos plásticos ofrecen mejores propiedades mecánicas, térmicas y químicas, lo que los hace más adecuados para una amplia variedad de aplicaciones.

3. Preocupaciones ambientales. En las últimas décadas, la industria del plástico ha sido objeto de crecientes preocupaciones ambientales debido a la cantidad de residuos plásticos que se generan y la dificultad para su eliminación y reciclaje. Los residuos plásticos pueden contaminar el medio ambiente, incluyendo océanos y ríos, y pueden ser dañinos para la vida

marina y terrestre. Como resultado, ha habido un aumento en la atención y el esfuerzo dedicados a encontrar soluciones para reducir la cantidad de residuos plásticos y mejorar el reciclaje y la gestión de residuos.

4. **Avances tecnológicos.** A medida que la industria del plástico ha crecido, también ha habido avances significativos en la tecnología de producción y en la forma en que se utilizan los plásticos. Por ejemplo, se han desarrollado nuevas técnicas de moldeo por inyección y extrusión, lo que ha permitido una mayor precisión y eficiencia en la producción de piezas de plástico. También se han desarrollado nuevos métodos de reciclaje y reutilización de plásticos, como la producción de plásticos biodegradables y la utilización de plásticos reciclados en nuevos productos.

Gracias a su versatilidad, el plástico es un material ampliamente utilizado en una variedad de aplicaciones. Cuenta con diversas ventajas, como la ligereza, durabilidad, versatilidad, bajo costo y resistencia a la corrosión, por mencionar algunas. Esto ha propiciado su uso en la fabricación de muchos productos de uso diario, entre los que podríamos citar los envases, embalajes, piezas de automóviles, materiales de construcción y dispositivos médicos, entre otros. Está claro que el plástico nos invade, se encuentra en una gran cantidad de nuestras actividades diarias, como el bañarnos, vestirnos, transportarnos, alimentarnos, comunicarnos, etc. Entonces, cabe preguntarse si el plástico es malo.

La realidad es que, así como se ha trabajado tanto en mejorar las cualidades del plástico, como consumidores hemos abusado de su uso, y en gran parte este consumo excesivo se ha debido a la disponibilidad y accesibilidad de productos de plástico en la vida cotidiana. Tal es el caso de los plásticos de un solo uso, llamados así debido a que se utilizan una

sola vez antes de ser desechados: botellas de agua, bolsas de compras, popotes, cubiertos desechables, envases de comida rápida, vasos de café, envoltorios de alimentos, etc.

Debido a su gran cantidad y corta vida útil, los plásticos de un solo uso se han convertido en un problema ambiental importante en todo el mundo, donde México encabeza la lista de los países más afectados por estos residuos, ya que gran parte de los envases y empaques no son reciclados adecuadamente y terminan en vertederos o en el medio ambiente. Muestra de ello es que en 2018 el porcentaje de plástico reciclado en México fue de 17.1%, cerca de 1,056,639.6 toneladas, de acuerdo al Informe Nacional de Residuos 2020, elaborado por la Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales de México (SEMARNAT).

Y es que los números no mienten. Hoy por hoy, **el consumo de plásticos de un mexicano es de aproximadamente 48 kg por año, lo que representa un consumo total aproximado de 6,177,600 toneladas de plástico al año,** considerando la población del país estimada en el último censo, 130.2 millones de habitantes (INEGI, 2021). **Esta cantidad representa el 2% del consumo mundial de plásticos.** (Gurneet Braich y Vincent Ricciardi, 2020). Por ello, es importante que como sociedad se fomente el uso responsable del plástico y se implementen políticas y prácticas de gestión de residuos más sostenibles para minimizar el impacto ambiental.

Si bien es cierto que resulta difícil pensar en realizar algunas de las tareas de nuestra vida cotidiana sin involucrar el plástico, debemos convertirnos en consumidores conscientes, tomando decisiones informadas sobre nuestro consumo de plástico y optando por alternativas más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente, como pueden ser las enumeradas abajo.



Flockine - Licencia Pixabay

1. **Rechazar productos de plástico desechable.**

Podemos rechazar productos de plástico desechable, como popotes, cubiertos, platos, tazas, botellas, y optar por productos reutilizables. Por ejemplo, podemos utilizar cubiertos y platos de metal o vidrio, botellas de acero inoxidable o vidrio, y popotes de metal, bambú o papel.

2. **Llevar nuestras propias bolsas y envases.**

Podemos llevar nuestras propias bolsas reutilizables al hacer las compras, así como nuestros propios envases para transportar la comida y bebida para consumir fuera de casa.

3. **Comprar a granel.** Podemos comprar alimentos y productos a granel en lugar de comprarlos en envases y empaques de plástico.

4. **Escoger productos con menos plástico.**

Podemos escoger productos que vengan en envases y empaques de plástico reducido, o que utilicen plástico reciclado.

Así como ser consumidores conscientes

ayuda a la reducción del consumo de plástico, sobre todo de los plásticos de un solo uso, existen acciones en las que podemos involucrarnos para contribuir a aminorar la cantidad del plástico que termina en el medio ambiente. A continuación enumeramos algunas.

1. **Separar adecuadamente nuestros plásticos.**

Debemos asegurarnos de separar adecuadamente todos los productos de plástico que utilizamos, siguiendo las normas locales de reciclaje.

2. **Participar en campañas y movimientos de concientización.**

Podemos participar en campañas y movimientos que promuevan el uso de alternativas al plástico, y que fomenten la conciencia sobre el problema del exceso de plástico en el medio ambiente.

3. **Participar en iniciativas de limpieza.**

Participar en iniciativas de limpieza de playas, parques y otros espacios públicos puede ayudar a reducir la cantidad de plástico que termina en el medio ambiente.

Aunado a lo anterior, se encuentra la variable del tiempo de degradación, ya que se estima que **algunos plásticos pueden tardarse más de 600 años en degradarse**. Esto significa que permanecen en el medio ambiente durante mucho tiempo después de su uso. Es importante mencionar que en la búsqueda de acelerar el tiempo de degradación de los materiales plásticos se crearon plásticos fragmentables y no necesariamente biodegradables, lo que repercute en un crecimiento constante de la producción de los microplásticos.

La exploración del tema de los plásticos ha llevado a un aumento en la conciencia pública sobre el problema de los residuos plásticos y ha impulsado la búsqueda de soluciones más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. El plástico es un material complejo y la problemática generada por sus residuos también lo es. Debido a ello resulta importante la adopción de una postura crítica, consciente de lo que consumimos, pues nuestro futuro podría quedar moldeado en plástico.

Referencias

American Chemistry Council. (2021). *Plastic Packaging Resin Identification Codes*. <https://www.americanchemistry.com/chemistry-in-america/chemistry-in-everyday-products/plastics>

García Fernández-Villa, S., & San Andrés Moya, M. (2002). El Plástico como Bien de Interés Cultural: Aproximación a la historia y composición de los plásticos de moldeo naturales y artificiales. *PH: Boletín del Instituto Andaluz del Patrimonio Histórico*, 10 (40-41), 87-102.

Braich, G., Ricciardi, V., & Serkez, Y. (2020). Gestión del desperdicio de alimentos y los

desechos plásticos para lograr un futuro sostenible. *Atlas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2020: De los Indicadores del Desarrollo Mundial*.

<https://datatopics.worldbank.org/sdgatlas/es/goal-12-responsible-consumption-and-production/>

INEGI. (2021). *Censo de Población y Vivienda 2020*. https://www.inegi.org.mx/contenidos/saladeprensa/boletines/2021/EstSociodemo/ResultCenso2020_Nal.pdf

Góngora Pérez, J. P. (2014). La industria del plástico en México y el mundo. *Comercio Exterior*, 64(5).

Greenwood, K. (2021). History of Plastic Production. *PC Blog Post*. <https://www.plasticcollective.co/history-of-plastic-production/>

Plastics Europe. (2020). *Plásticos – Situación en 2020 Un análisis de los datos sobre producción, demanda y residuos de plásticos en Europa*. https://plasticseurope.org/es/wp-content/uploads/sites/4/2021/11/ES_Plastics_the_facts-WEB-2020_May21_final_updatedJuly2021.pdf

Plastics Industry Association. (s.f.). *SPI Resin Identification Code - Guide to Correct Use*. <https://www.plasticsindustry.org/article/spi-resin-identification-code-guide-correct-use>

Secretaría de Medio Ambiente y Recursos Naturales. (2020). *Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos*. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/554385/DBGIR-15-mayo-2020.pdf>

Hardin, T. (2021). Plástico no es todo lo mismo. *Plastic Oceans*. <https://plasticoceans.org/7-tipos-de-plastico-mas-comunes/>

United Nations Environment Programme. (2020). *Global Plastic Waste: Status Report*. https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/34481/singleUsePlastic_sustainability.pdf

Los impactos de los residuos plásticos en el ambiente marino

Dra. Carolina Armijo de Vega *

Introducción

Una de las afecciones más críticas de la forma en que vivimos y usamos a la naturaleza consiste en el inadecuado y voraz concepto que tenemos del consumo de bienes y productos. Hoy por hoy, resulta muy difícil pensar en la vida cotidiana sin vernos abocados a compartir espacios con materiales provenientes de residuos fósiles, como el caucho sintético, el asfalto y el plástico (Prada-Ospina y Ocampo, 2017). Sin duda alguna, el plástico, con su versatilidad y diversidad de tipos, resuelve muchos problemas de la vida cotidiana, pero al mismo tiempo, los residuos mal manejados de este material generan muchos problemas en el ambiente. Los residuos de plásticos pueden alterar hábitats y procesos naturales, reduciendo la capacidad de los ecosistemas para adaptarse al cambio climático, afectando directamente los medios de vida, la capacidad de producción de alimentos y el bienestar social de millones de personas (UNEP, 2023).

Los plásticos, incluyendo los microplásticos, están presentes en todos los ambientes naturales y se han convertido en parte del registro fósil de la Tierra y en un marcador de nuestra era geológica (UNEP, 2022). Ya en el artículo anterior de este boletín se abordaron los temas generales sobre los plásticos y su generación. En este segundo artículo, la atención se dirigirá hacia los impactos que generan los residuos plásticos de tamaño grande (macroplásticos), en especial en el ambiente marino.

La amenaza de los plásticos para el medio ambiente marino fue ignorada durante mucho tiempo, y su gravedad se reconoció hasta finales de los años 90. Por ejemplo, Lew Ferguson, quien era miembro del Consejo de la Federación Británica de Plásticos y miembro del Plastics Institute, en 1974 afirmó que “la basura plástica es una proporción muy pequeña de toda la basura y no causa daño al medio ambiente excepto como algo que podría ser molesto a la vista” (Derraik, 2002). Sus comentarios no sólo ilustran cómo los efectos nocivos

* Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia *Estrategia transdisciplinaria de investigación y resolución en la problemática nacional de los residuos sólidos urbanos, aplicada en seis ciudades mexicanas*, conducido por el Conacyt y el Ciesas-Golfo.

de los plásticos en el medio ambiente se pasaron por alto por completo, sino también que, aparentemente, ni siquiera la industria del plástico pudo predecir el gran auge en la producción y uso de plásticos de los últimos 30 años. La abundancia percibida de vida marina y la inmensidad de los océanos llevaron a retardar el reconocimiento de que la proliferación de desechos plásticos en los mares representa un peligro real.

La literatura sobre residuos en el mar no deja lugar a dudas de que los plásticos conforman la mayor parte de los residuos a nivel global, reportándose que éstos contribuyen con el 60-80 % del total de residuos marinos. **Los ríos, sobre todo los más grandes y contaminados, son determinantes en la llegada de plástico al mar al arrastrar, según se estima, entre 1,1 y 2,4 millones de toneladas anuales** (Lebreton, *et al.* 2017; Lebreton y Andrady, 2019). El Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) advierte que los océanos reciben unos 13 millones de toneladas de plástico cada año, el equivalente a la descarga de un camión de basura en el océano por minuto.

La basura que se tira en las playas, la pesca, la acuicultura y el tráfico marítimo son parte de las causas que explican cómo llega el plástico al mar. Aunque los desechos procedentes de los barcos suponen casi la mitad de los residuos hallados hasta la fecha en la isla de plástico del Pacífico Norte, las aguas residuales, el viento, la lluvia y las subidas del nivel de las aguas de los ríos también conducen el plástico generado en ambientes terrestres hasta los océanos, sobre todo los de un solo uso (bolsas, popotes, hisopos, envoltorios), que, al ser más ligeros, vuelan hacia la costa o se incorporan a la red fluvial hasta llegar al mar (Derraik, 2002).

Impactos por macroplásticos

Las interacciones que se producen entre la basura marina y el medio ambiente marino son diversas y complejas. Las afectaciones de los plásticos sobre el ambiente marino se han documentado en numerosas publicaciones (Gilman, *et al.*, 2021; López-Aguirre, *et al.*, 2020; Wilcox, *et al.*, 2018; Rojo-Nieto & Montoto, 2017, Gall & Thompson, 2015; Lusher, 2015; Baulch, 2014; Wright, *et al.*, 2013; Gilman, *et al.*, 2010), que reportan diferentes tipos de impacto. Dependiendo del tamaño de los plásticos las afectaciones resultan diferentes. Por su tamaño, los plásticos se pueden dividir en macroplásticos y microplásticos. A continuación se enlistan los principales impactos de los macroplásticos en el ambiente marino.

Del total de residuos plásticos que se encuentran en los océanos, se estima que el 20 % se origina por actividades pesqueras, en especial por el abandono o pérdida de aparejos (redes, líneas, boyas, etc.), que viajan a la deriva en los océanos atrapando accidentalmente a numerosos organismos y dañando hábitats bentónicos (Rojo-Nieto & Montoto, 2017; Good, *et al.*, 2010; Pawson, 2003). Una publicación de la UNEP (2016) reportó que, por volumen, las redes de plástico perdidas por el sector pesquero contribuyen con el 70 % de todos los macroplásticos que se encuentran en la basura marina de todos los océanos. De acuerdo a datos de la UNEP, cada año se pierden en los océanos unas 640,000 toneladas de aparejos, que corresponden a un 10 % de las basuras marinas.

De acuerdo con Wilcox (2016, citado por Drinkwin, 2022), las redes de pesca son la forma más peligrosa de la basura plástica marina para los animales y sus hábitats. Las consecuencias de estos residuos en la fauna marina y la salud del océano se han



Imagen 1. Tortuga enmallada en red de pesca. Fotografía tomada de *The Guardian*, "A loggerhead turtle entangled in a ghost net in the Mediterranean Sea. Photograph: Jordi Chias/WWF/PA.

convertido en una prioridad del cuidado ambiental, principalmente para las especies amenazadas y en peligro.

Una forma en que las artes de pesca abandonadas impactan a la fauna marina es la provocada por el enredamiento. La fauna puede atorarse con los plásticos, sufriendo deformidades, asfixia o inmovilización. Los atrapamientos o enmallamientos en basuras marinas plásticas, y en especial los provocados por aparejos de pesca abandonados o perdidos en el mar, son de los impactos más evidentes y visualmente reconocidos. Una revisión global realizada por Gall y Thompson en el año 2015 de los enmallamientos de especies marinas con

basura identificó 693 especies afectadas en todo el mundo, de las cuales el 17 % está incluida como amenazada o casi amenazada en la lista roja de la IUCN. Entre las especies animales enmalladas podemos contar las ballenas, focas, delfines, lobos marinos, tiburones, peces, aves, tortugas, cangrejos, además de otros organismos que se mueven en el fondo marino (ver imagen 1).

Por otro lado, los pedazos de plástico en el mar pueden funcionar como "transportadores" de las especies, desplazándolas horizontal o verticalmente en la columna de agua hasta nuevos ecosistemas, obligándolas a desarrollarse en hábitats ajenos. El aumento en la

abundancia de macroplásticos en los océanos y la característica que estos ofrecen como plataforma no biodegradable y susceptible de ser colonizada por especies ocasiona el incremento del transporte de especies invasoras a otras latitudes, a la par que los plásticos migran.

Otra forma de contaminación por plásticos en el ambiente marino consiste en los depósitos de plástico en zonas del fondo marino o de la superficie, donde producen efectos próximos a la asfixia de algunos ecosistemas (ver imagen 2). Estos depósitos pueden provocar efectos sobre la biota por un bloqueo o variación de las condiciones fisicoquímicas que posibilitan

el equilibrio de los ecosistemas, de los que dependen los organismos para su supervivencia. Por ejemplo, en las zonas intermareales, la acumulación de basura marina puede reducir la penetración de la luz afectando a la vegetación que, debajo del agua, la necesita. Por otro lado, la acumulación en el fondo puede generar zonas de sedimento anóxicas, sofocando a las algas, fanerógamas y especies marinas que habitan ahí, poniendo en peligro el equilibrio y la salud del ecosistema. Un estudio de Yoshikawa y Asoh (2004) reveló cómo el 65 % de los corales de Oahu, Hawái, estaba cubierto de aparejos de pesca abandonados, y el 80 % de las colonias estaba prácticamente muerta.



Imagen 2. Residuos plásticos en el fondo marino. Imagen tomada de One Green Planet.



Imagen 3. Pedazos de plástico en el intestino de un ave marina. Fotografía de Lauren Roman.

Los plásticos también actúan como medios de dispersión de contaminantes metálicos y orgánicos en el mar, como los bifenilos policlorados (PCB), los hidrocarburos poliaromáticos (PAH) y plaguicidas como el DDT. Los plásticos también son propensos a la liberación de plastificantes tóxicos. Se ha observado que algunas bacterias forman recubrimientos sobre la superficie de microplásticos que incorporan patógenos potencialmente dañinos para la salud de los organismos que entran en contacto con estas partículas.

Por último, la muerte de fauna marina como consecuencia de la ingesta de plásticos es una de las afectaciones más conocidas y documentadas de estos residuos. Se sabe que más de 700 especies marinas, incluida la mitad de los cetáceos del mundo (como ballenas y delfines), todas las tortugas marinas y un tercio de las aves marinas ingieren plástico. De acuerdo a un estudio publicado por Roman, *et al.* (2020), la ingesta de plásticos por los animales puede ocasionar un bloqueo en sus sistemas digestivos,

provocando una muerte lenta y prolongada por inanición (ver imagen 3). Los trozos afilados de plástico también pueden perforar la pared intestinal y causar infecciones y a veces la muerte. Tan solo una pieza de plástico ingerida puede matar a un animal. Los plásticos flexibles, como hojas de plástico, bolsas y embalajes pueden causar obstrucción intestinal y son los responsables de la mayoría de muertes en todos los grupos de animales.

Impactos por microplásticos

Una vez presentes en el medio marino, los residuos plásticos se exponen a factores degradantes, como la radiación UV-B y la acción de la onda de abrasión física (Andrady, 2011, citado por Quirós-Rodríguez, *et al.*, 2021), que provocan su fragmentación hasta convertirlos en microplásticos (cualquier pieza de plástico de menos de 5mm a 1 μ m de tamaño). Muchos de los microplásticos presentes en los océanos se derivan de plásticos de artes de pesca que han estado mucho tiempo bajo los efectos mencionados. Cualquiera

que sea su origen, los microplásticos están causando graves efectos en el ambiente marino, a tal punto que hay una preocupación en aumento por los posibles efectos sobre la biota, el equilibrio de los ecosistemas marinos y la salud humana. La presencia de microplásticos puede afectar a los seres vivos de muchas formas, tales como las siguientes.

Al ser ingeridos. Un amplio rango de biota de ecosistemas pelágicos y bentónicos ingiere, potencialmente, microplásticos de pequeño tamaño. Un amplio espectro de organismos marinos, incluidos corales, invertebrados como moluscos y crustáceos, peces, aves, tortugas e incluso cetáceos, pueden ingerir microplásticos, o bien incorporarlos mediante la ingesta de presas. Esto puede conllevar trastornos en la alimentación y la digestión, así como en la reproducción, entre otros efectos, como el bloqueo de los apéndices utilizados para obtener comida, o la oclusión del paso por el tracto intestinal, así como la limitación de la ingesta de comida, con la reducción de la cantidad de energía disponible (Rojo-Nieto & Montoto, 2017, Wright, *et al.*, 2013).

Cuando se transfieren a lo largo de la cadena trófica. La ingesta de microplásticos puede acumularse a medida que viaja por la cadena alimentaria y llegar a los seres humanos (Quirós-Rodríguez, *et al.*, 2021).

Al interactuar en la incorporación de otros contaminantes. De manera general, los microplásticos pueden actuar como vectores para el transporte de compuestos químicos (Wanget *al.*, 2016), que se encuentran en condiciones de interferir con procesos biológicos importantes y ocasionar efectos nocivos como disruptores endócrinos, dañando la movilidad, la reproducción y el desarrollo de los sistemas neurológicos e inmunológicos, o bien pueden tener efectos carcinogénicos.

Al proporcionar un nuevo hábitat en el medio marino. Los microplásticos pueden proporcionar hábitats en océano abierto para la colonización de invertebrados, bacterias y virus, dando como resultado que estos organismos sean transportados grandes distancias, bien sea por efecto de las corrientes oceánicas o bien a través de la columna de agua (Kiessling, *et al.*, 2015).

Nota final

Se puede decir que la presencia generalizada de plástico en la fauna marina constituye un gran problema mundial que precisa acciones urgentes. Buena parte de los residuos plásticos que llegan al mar fue generada en el medio terrestre, mientras que otra parte fue producida directamente en el mar. Para evitar que siga llegando plástico a los océanos las soluciones deben buscarse en ambos puntos de generación. Para esto debe existir voluntad política que ponga en práctica acciones que lleven a disminuir la cantidad de plástico de un solo uso y a mejorar las prácticas de manejo de residuos. Existen numerosos acuerdos internacionales cuyo objetivo consiste en la disminución del impacto de los residuos plásticos en ambientes marinos, sin embargo, resultan de poca ayuda sin la visión y voluntad de las partes que pueden decidir ponerlos en práctica.

Referencias

- Derraik, J. G. (2022). The pollution of the marine environment by plastic debris: a review. *Marine Pollution Bulletin*, 44(9), 842–852. [https://doi.org/10.1016/S0025-326X\(02\)00220-5](https://doi.org/10.1016/S0025-326X(02)00220-5)
- Drinkwin, J. (2022). Reporting and retrieval of lost fishing gear: recommendations for developing effective programmes. Rome, FAO and IMO. <https://doi.org/10.4060/cb8067en>

- Erzkine, E. (2021). Over 14 Million Tons of Plastic is Sitting at the Bottom of the Ocean. *One Green Planet*. Consultado en: <https://www.onegreenplanet.org/environment/over-14-million-tons-of-plastic-is-sitting-at-the-bottom-of-the-ocean/>
- Gall, S. C., & Thompson, R. C. (2015). The Impact of Debris on Marine Life. *Marine Pollution Bulletin*, 92(1-2), 170-179. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2014.12.041>
- Gilman, E., Musyl, M., Suuronen, Pet *al.* (2021). Highest risk abandoned, lost and discarded fishing gear. *Sci Rep* 11, 7195 (2021). <https://doi.org/10.1038/s41598-021-86123-3>
- Gilman, E., Gearhart, J., Price, B., Eckert, S., Milliken, H., Wang, J., Swimmer, Y., Shiode, D., Abe, O., Hoyt Peckham, S., Chaloupka, M., Hall, M., Mangel, J., Alfaro-Shigueto, J., Dalzell, P., & Ishizaki, A. (2010). Mitigating sea turtle by-catch in coastal passive net fisheries. *Fish and Fisheries*, 11, 57–88.
- Good, T. P., June, J. A., Etnier, M. A., & Broadhurst, G. (2010). Derelict fishing nets in puget sound and the northwest straits: Patterns and threats to marine fauna. *Marine Pollution Bulletin*, 60(1), 39–50.
- Kiessling, T., Gutow, L., & Thiel, M. (2015). Marine Litter as Habitat and Dispersal Vector. Marine Anthropogenic Litter, In M. Bergmann, L. Gutow, & M. Klages (Eds.), *Marine anthropogenic litter* (pp. 141–181). Springer, Berlin.
- Lebreton, L., van der Zwet, J., Damsteeg, JW. *et al.* (2017). River plastic emissions to the world's oceans. *Nat Commun* 8, 15611. <https://doi.org/10.1038/ncomms15611>
- Lebreton, L., Andrady, A. (2019) Future scenarios of global plastic waste generation and disposal. *Palgrave Commun* 5, 6. <https://doi.org/10.1057/s4>
- Lusher, A. (2015). Microplastics in the Marine Environment: Distribution, Interactions and Effects. In *Marine Anthropogenic Litter* (pp. 245-307). Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-16510-3_10
- Quirós-Rodríguez J.A., Nisperuza-Pérez, C. & Yepes-Escobar, J. (2021). Los microplásticos, una amenaza desconocida para los ecosistemas marinos de Colombia: perspectivas y desafíos a enfrentar. *Gestión y Ambiente* 24 (1). <https://doi.org/10.15446/ga.v24n1.91615>
- Rojo-Nieto, E. & Montoto, T. (2017). *Basuras marinas, plásticos y microplásticos: orígenes, impactos y consecuencias de una amenaza global*. Ecologistas en Acción. España.
- Roman, L., Hardesty, B. D., Wilcox, C., & Schuyler, Q. (2020). These are the plastic items that most kill whales, dolphins, turtles and seabirds. *The conversation*. <https://theconversation.com/these-are-the-plastic-items-that-most-kill-whales-dolphins-turtles-and-seabirds-151200>.
- United Nations Environment Programme (2021). *From pollution to solution. A global assessment of marine litter and plastic pollution*. Synthesis. Nairobi.
- Wang, J., Tan, Z., Peng, J., Qiu, Q., & Li, M. (2016). The behaviors of microplastics in the marine environment. *Marine Environmental Research*, 113, 7-17. doi.org/10.1016/j.marenvres.2015.10.014
- Wilcox, C., Puckridge, M., Schuyler, Q. A., Townsend, K., & Hardesty, B. D. (2018). A quantitative analysis linking sea turtle mortality and plastic debris ingestion. *Sci Rep*, 8. <https://doi.org/10.1038/s41598-018-30038-z>
- Wright, S. L., Thompson, R. C., & Galloway, T. S. (2013). The physical impacts of microplastics on marine organisms: A review. *Environmental Pollution*, 178, 483-492. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2013.02.031>
- World Wide Fund For Nature. (2020). *Stop Ghosto Gear. La forma más letal de plástico marino*. Suiza.
- Yoshikawaa, T. & Asoh, K. (2004). Entanglement of monofilament fishing lines and coral death. *Biological Conservation*, 117(5), 557–560.

Del plástico al microplástico, un problema ambiental

Dra. Nancy Ramírez-Álvarez *

Introducción

En la última década, ha crecido el interés mundial por los desechos plásticos en los diferentes compartimientos ambientales (tierra, agua, aire y organismos) debido a su alta permanencia en el medioambiente. Hasta hace unos años se creía que solo los macroplásticos eran el problema, ya que frecuentemente se encontraban en los estómagos de los animales, así como en sus cuellos o en sus extremidades, en muchos casos ocasionando su muerte (Xiang *et al.*, 2022). Sin embargo, unida a esta problemática está la ocasionada por los microplásticos, considerada de mayor preocupación debido a que su tamaño los hace disponibles a un mayor número de organismos. Para conocer qué son, de dónde vienen y la importancia de los microplásticos (MPs) en el ambiente resulta necesario contextualizarlos.

Origen y fuentes de Plásticos y MPs

Si revisamos los números asociados a la producción de plástico entenderemos cómo hemos llegado al punto de considerarlo uno de los problemas más graves para el ambiente. Podemos decir que después de la revolución industrial, la mejora de los procesos de producción los hizo de uso masivo. Esta producción de plástico ha aumentado exponencialmente

dejando de lado a otros materiales tradicionales como el vidrio y el cartón. Lo anterior debido a que el plástico presenta una mayor maleabilidad, que le permite adoptar una amplia variedad de formas (Lusher *et al.*, 2017). Por su versatilidad, pasamos de producir 1.7 millones de toneladas (Mt) de plástico en 1950 a 390.7 Mt en 2021. Un dato interesante es que en 2020 se vio interrumpida esta tendencia (disminución del 0.3 % de la producción) debido a la pandemia de COVID-19 (Plastics Europe, 2022). Sin embargo, con la sobreproducción de cubrebocas y el retorno a las actividades económicas, esta tendencia volverá una vez más al alza (Lamichhane *et al.*, 2022). No obstante, por sí sola esta gran producción de plástico no explicaría la magnitud de la problemática ambiental; otro punto importante que contribuye es el manejo inadecuado de los residuos que se generan. Por ejemplo, considerando el total de Residuos Sólidos Urbanos (RSU) que se producen (más de 2100 Mt al año), sólo se reciclan el 16 % y aproximadamente el 46 % se elimina de manera insostenible (Smith, 2019). En México cada persona produce 0.995 kg/día de RSU, donde ~ 70 % es de origen domiciliario, por lo que nuestra contribución es muy significativa en la generación de estos residuos. No obstante, la basura plástica no es el tipo de basura que más contribuye, solo representa

* Instituto de Investigaciones Oceanológicas.
Universidad Autónoma de Baja California.

alrededor del 11-12 % del total de los RSU (Semarnat, 2020). Entonces, ¿qué otros factores contribuyen a que tengamos plástico/MPs en todas partes? Consideramos que una de las características más importantes es **su persistencia**, que va desde meses hasta cientos de años. Por ejemplo, la colilla de un cigarrillo puede permanecer de 1 a 5 años, mientras que una botella de plástico PET puede permanecer ± 500 años), tiempo en el que estos plásticos pueden seguir fragmentándose e interactuando con el medio y con los organismos que se encuentran en él (Wagner y Reemtsma, 2019). Por otra parte, debemos considerar que existe un incremento del consumo de artículos plásticos de **un solo uso o poco uso**, que ha acelerado y contaminado varios ecosistemas, dañando el ambiente y presentando riesgos para la salud. Un resumen de estos factores se muestra en la figura 1 de la página siguiente.

Los MPs han sido clasificados en función de su tamaño, origen y proceso de fragmentación. Los MPs son una subclasificación del plástico considerando su tamaño, es decir, forman parte del universo de los plásticos. Son partículas plásticas menores a 5 mm (GESAMP, 2015). Su generación radica en la producción de microgránulos (*micropellets*) o microesferas (*microbeads*) usados en los productos cosméticos y de cuidado personal, entre otros. Estos MPs reciben el nombre de primarios. Por otra parte, los MPs secundarios se originan por la fragmentación de grandes piezas de plástico mediante una serie de procesos que ocurren a lo largo del tiempo (ej., radiación UV, olas, viento, temperatura, abrasión física, etc.), que los transforman en partículas más pequeñas (Xiang *et al.*, 2022). Las fuentes de MPs primarias y

secundarias se muestran en la figura 2. En la industria dominan seis grupos de plásticos: polietileno (PE, de alta y baja densidad), polipropileno (PP), cloruro de polivinilo (PVC), poliestireno (PS), poliuretano (PUR) y tereftalato de polietileno (PET). Sin embargo, existen más de tipos de plásticos y combinaciones. Si queremos comprender el destino de los plásticos, el primer paso es conocer el mecanismo por el cual ingresan a la naturaleza.

MPs en el medio

Los MPs se introducen en el medio ambiente a través de diversas fuentes. En el suelo, los MPs pueden ingresar por fuentes antropogénicas asociadas con la industria, la agricultura y las actividades humanas, así como por fuentes naturales que incluyen principalmente la deposición atmosférica y las inundaciones (Yang *et al.*, 2021). Por otra parte, las fuentes de MPs en el sistema de agua dulce incluyen principalmente lixiviados de vertederos, plantas de tratamiento de aguas residuales y tratamiento inadecuado de los desechos plásticos. Así mismo, en el entorno marino los MPs pueden tener su origen en fuentes oceánicas y terrestres. Las fuentes oceánicas incluyen principalmente la industria pesquera, los puertos, los barcos y otras actividades en el entorno; de otro lado, las fuentes terrestres incluyen plantas de tratamiento de aguas residuales y la descarga a los océanos por los ríos a través de turbulencias, corrientes oceánicas y efectos oceanográficos (Xiang *et al.*, 2022). Aproximadamente, el 80 % de los MPs se genera por actividades realizadas en tierra y menos del 20 % se origina por actividades en el medio acuático.

Factores que contribuyen a que tengamos plástico/MPs en el ambiente

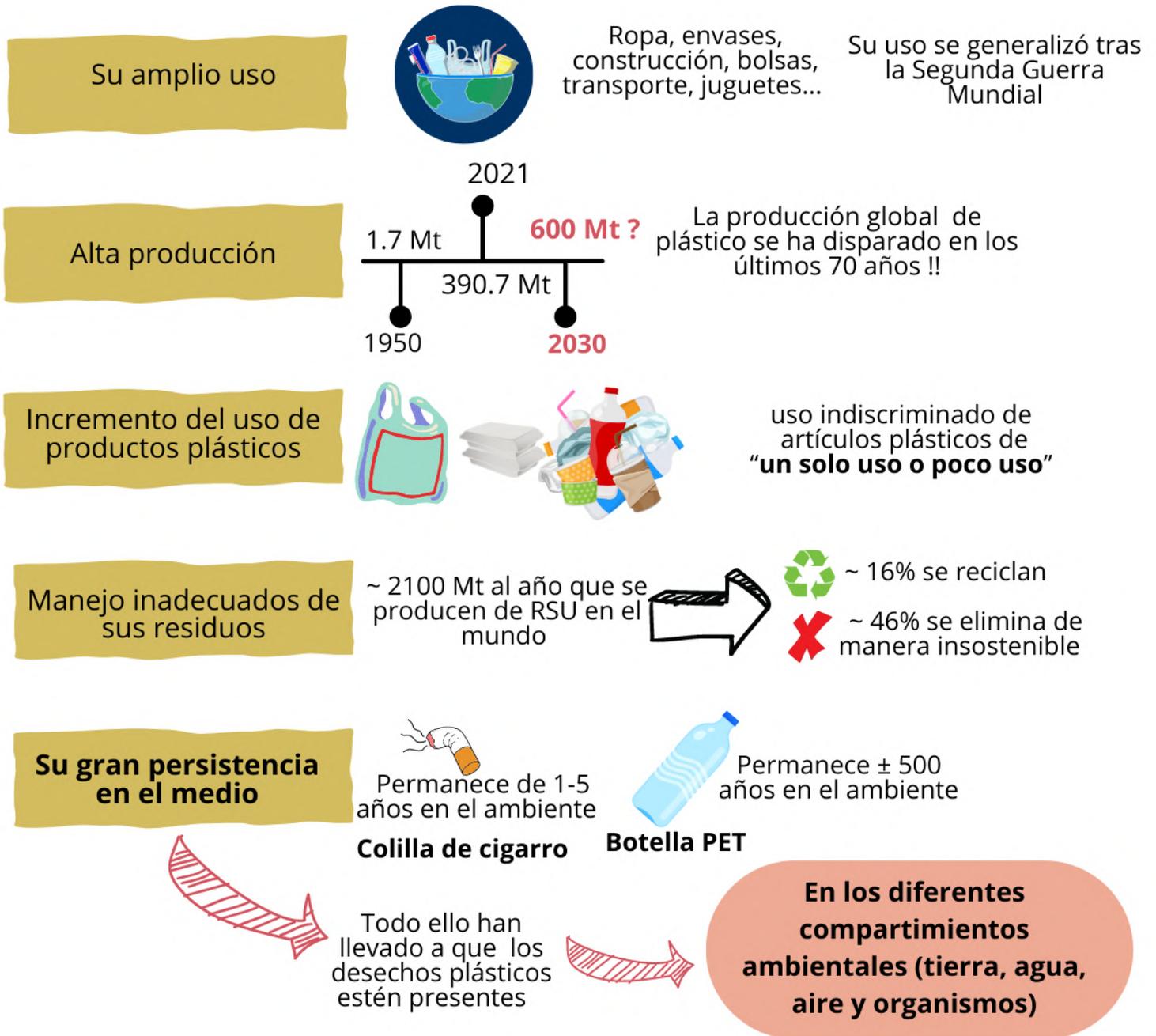


Figura 1. Factores que contribuyen a la presencia de Plásticos/MPs en el ambiente. RSU: residuos sólidos urbanos, Mt: millones de toneladas, PET: tereftalato de polietileno.

Los ecosistemas terrestres se encuentran entre los lugares más comunes donde prevalecen los MPs debido a la gestión inadecuada de los desechos. Estos MPs deterioran la calidad del suelo. Los MPs se encuentran en suelos de todo el mundo, especialmente en suelos agrícolas (Kumar *et al.*, 2020). En el ambiente marino, aproximadamente el 70 % de los desechos plásticos marinos se depositan en los

sedimentos, el 15 % se deposita en las zonas costeras y el resto se deposita en la superficie del agua de mar (Lamichhane *et al.*, 2022). Además, pueden ser ingeridos por organismos afectando sus procesos de alimentación, digestión, excreción y reproducción (Amelia *et al.*, 2021). Debido a sus diminutos tamaños, los MPs son accesibles a organismos muy pequeños, pudiendo afectar a organismos desde la

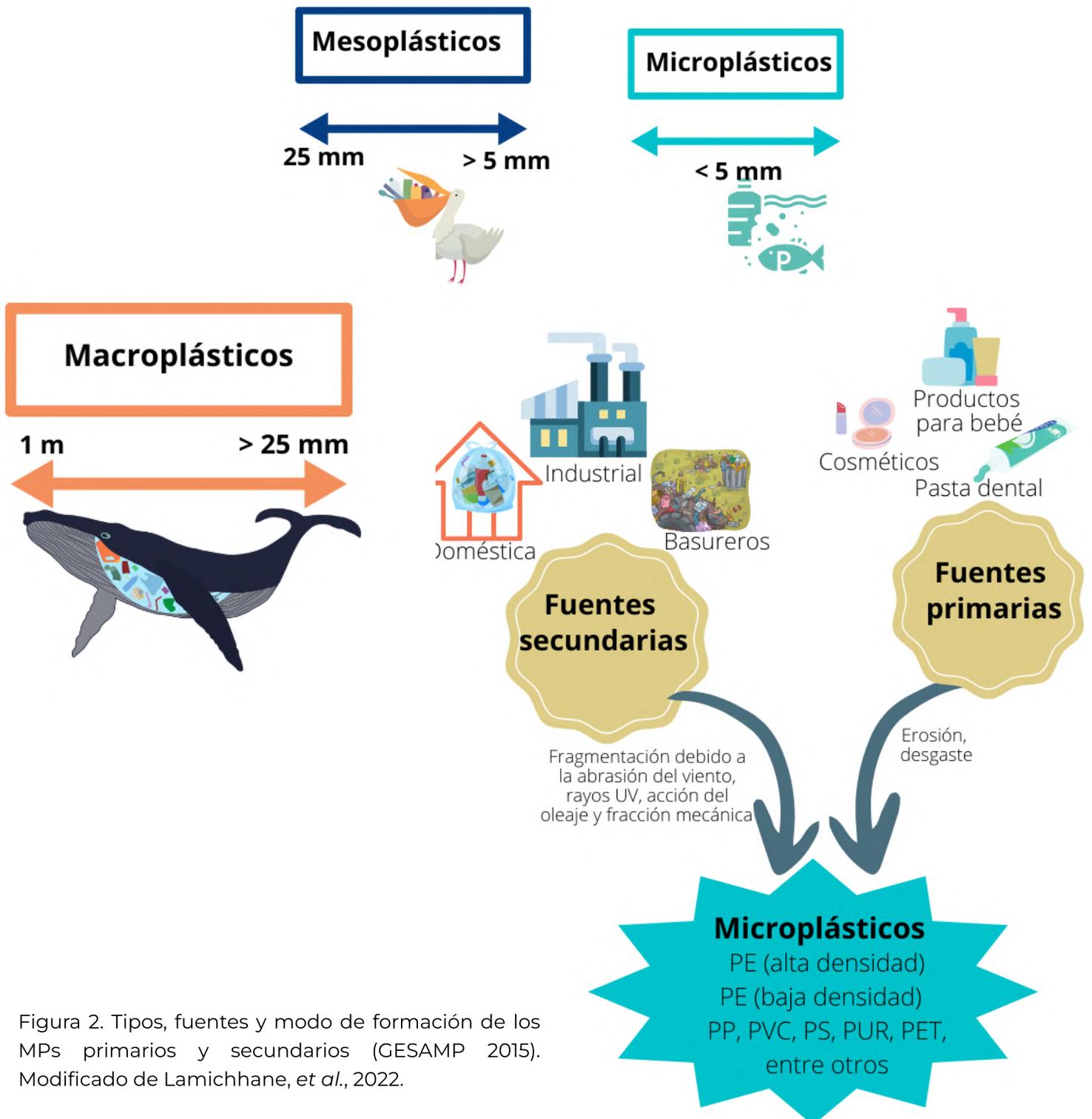


Figura 2. Tipos, fuentes y modo de formación de los MPs primarios y secundarios (GESAMP 2015). Modificado de Lamichhane, *et al.*, 2022.

base hasta el tope de la cadena trófica (Chang *et al.*, 2020). Los MPs también pueden servir como portadores de elementos nocivos, como pesticidas, metales traza y microorganismos, entre otros (Laskar & Kumar, 2019).

Mitigación y control de los MPs

Los MPs son un problema creciente para el medio ambiente, se presentan como un reflejo de la gran dependencia que tenemos de este material en nuestras vidas. Como hemos visto, pueden tener efectos adversos en los diferentes compartimentos ambientales. La producción de esta enorme cantidad de plástico en todo el mundo plantea grandes retos para el manejo de sus residuos. Se considera que el control de la fuente es el método más aceptable para reducir la contaminación por MPs (Lamichhane *et al.*, 2022). Por ello, **la sociedad necesita limitar el uso innecesario de artículos de plástico de un solo uso o poco uso** (botellas de agua, bolsas, productos de empaque, entre otros). Parker (2020) menciona que “para corregir el problema de los desechos (el 40% del plástico que se fabrica en la actualidad son envases desechables), se requiere un cambio radical en la forma de fabricar, usar y desechar los plásticos”, por lo que también la industria debería ser parte activa de esta solución. Sin embargo, estas medidas no resultan suficientes. A la par se debe empujar al sector gubernamental, para que tome bajo su responsabilidad los sistemas de recolección y reciclaje de basura para reducir los desechos en el ambiente. La omnipresencia del plástico

exige una solución alternativa, por lo que deben promoverse sustitutos de los plásticos que sean económicos y respetuosos con el ambiente, que sean renovables, biodegradables y sostenibles ambientalmente (Thompson, 2018).

Consideraciones finales

Como hemos apreciado, los MPs tienen el potencial de estar expuestos a los seres humanos a través del suelo, el agua y los alimentos. Están dispersos en todos los ecosistemas. Se está trabajando en soluciones alternativas que sustituyan al plástico por otro material que tenga mucha menor persistencia en el medio, así como en métodos (biológicos/químicos) que ayuden a la degradación del plástico que ya se encuentra en el ambiente. Sin embargo, aún queda un arduo trabajo por hacer para que se puedan reemplazar completamente los productos de plástico en el futuro. Por lo que resulta necesario realizar campañas de concientización a través de diferentes medios (escuelas, organizaciones gubernamentales y no gubernamentales, medios electrónicos, entre otros) sobre los efectos de la contaminación por MPs, con el fin de que las personas sean más conscientes de los posibles efectos del plástico al no darle un uso correcto y que, en consecuencia, realicen un uso más responsable al optar por rechazarlo, reducirlo, reutilizarlo y reciclarlo. Estas acciones, unidas con una gestión eficiente del reciclaje y un sistema de eliminación respetuoso con el medio ambiente ayudarán a disminuir la contaminación por MPs en nuestro entorno.

Referencias

- Amelia, TSM., Khalik, WMAWM., Ong, MC., Shao, YT., Pan, H-J., & Bhubalan, K. (2021). Marine microplastics as vectors of major ocean pollutants and its hazards to the marine ecosystem and humans. *Prog Earth Planet Sci* 8(1), 12. <https://doi.org/10.1186/s40645-020-00405-4>
- Chang, X., Xue, Y., Li, J., Zou, L., & Tang, M. (2020). Potential health impact of environmental micro- and nanoplastics pollution. *J Appl Toxicol* 40(1), 4–15. <https://doi.org/10.1002/jat.3915>
- Deng, L., Cai, L., Sun, F., Li, G., & Che, Y. (2020). Public attitudes towards microplastics: perceptions, behaviors and policy implications. *Resour Conserv Recycl* 163:105096. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2020.105096>
- GESAMP (2015). Sources, fate and effects of microplastics in the marine environment: a global assessment (Kershaw, P. J., ed.). (IMO/FAO/UNESCO-IOC/UNIDO/WMO/IAEA/UN/UNEP/UNDP Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection). Rep. Stud. GESAMP No. 90, p. 96.
- Kumar, M., Xiong, X., He, M., Tsang, DCW., Gupta, J., Khan, E., Harrad, S., Hou, D., Ok, YS. & Bolan, NS. (2020). Microplastics as pollutants in agricultural soils. *Environ Pollut* 265:114980. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.114980>
- Lamichhane, G., Acharya, A., Marahatha, R., Modi, B., Paudel, R., Adhikari, A., Raut, B. K., Aryal, S., & Parajuli, N. (2022). Microplastics in environment: global concern, challenges, and controlling measures. *International journal of environmental science and technology*, 1–22. Advance online publication. <https://doi.org/10.1007/s13762-022-04261-1>
- Laskar, N., & Kumar, U. (2019). Plastics and microplastics: a threat to the environment. *Environ Technol Innov* 14:100352. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2019.100352>
- Lusher, AL., Welden, NA., Sobral, P., & Cole, M. (2017). Sampling, isolating and identifying microplastics ingested by fish and invertebrates. *Anal Method* 9(9), 1346–1360. <https://doi.org/10.1039/C6AY02415G>
- Parker, L. (2020). La contaminación por plástico es un gran problema, pero aún se pueden implementar soluciones. National geographic. <https://www.nationalgeographicla.com/ciencia/2020/10/contaminacion-por-plastico-problema-y-posibles-soluciones>
- Plastics Europe (2022). Plastics - The facts. <https://plasticseurope.org/knowledge-hub/plastics-the-facts-2022/>
- Semarnat (2020). Diagnóstico Básico para la Gestión Integral de los Residuos. <https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/555093/DiagnosticoBasicoGestionIntegralResiduosF.pdf.pdf>
- Smith, N. (2019). US tops list of countries fuelling the waste crisis. *Waste Generation and Recycling Indices*, Verisk Maplecroft. <https://www.maplecroft.com/insights/analysis/us-tops-list-of-countries-fuelling-the-mounting-waste-crisis/>
- Thompson, A. (2018). Solving microplastic pollution means reducing, recycling and fundamental rethinking. *Scientific American*. <https://www.scientificamerican.com/article/solving-microplastic-pollution-means-reducing-recycling-and-fundamental-rethinking1/>
- Wagner, S. & Reemtsma, T. (2019). Things we know and don't know about nanoplastic in the environment. *Nat Nanotechnol* 14(4):300–301. <https://doi.org/10.1038/s41565-019-0424-z>
- Xiang, Y., Jiang, L., Zhou, Y., Luo, Z., Zhi, D., Yang, J. & Lam, SS. (2022). Microplastics and environmental pollutants: Key interaction and toxicology in aquatic and soil environments. *Journal of Hazardous Materials*, 422, 126843. <https://doi.org/10.1016/j.jhazmat.2021.126843>
- Yang, L., Zhang, Y., Kang, S., Wang, Z. & Wu, C. (2021b). Microplastics in soil: a review on methods, occurrence, sources, and potential risk. *Sci Total Environ* 780:146546. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.146546>

La ola de plástico

La producción mundial de plástico primario (no hecho de materiales reciclados) está aumentando considerablemente. La gran mayoría se elimina o se incinera.

El consumo de plástico. En 60 años de producción global menos del 10 % se ha reciclado. Más del 50 % se ha desechado. Su consumo seguirá creciendo...

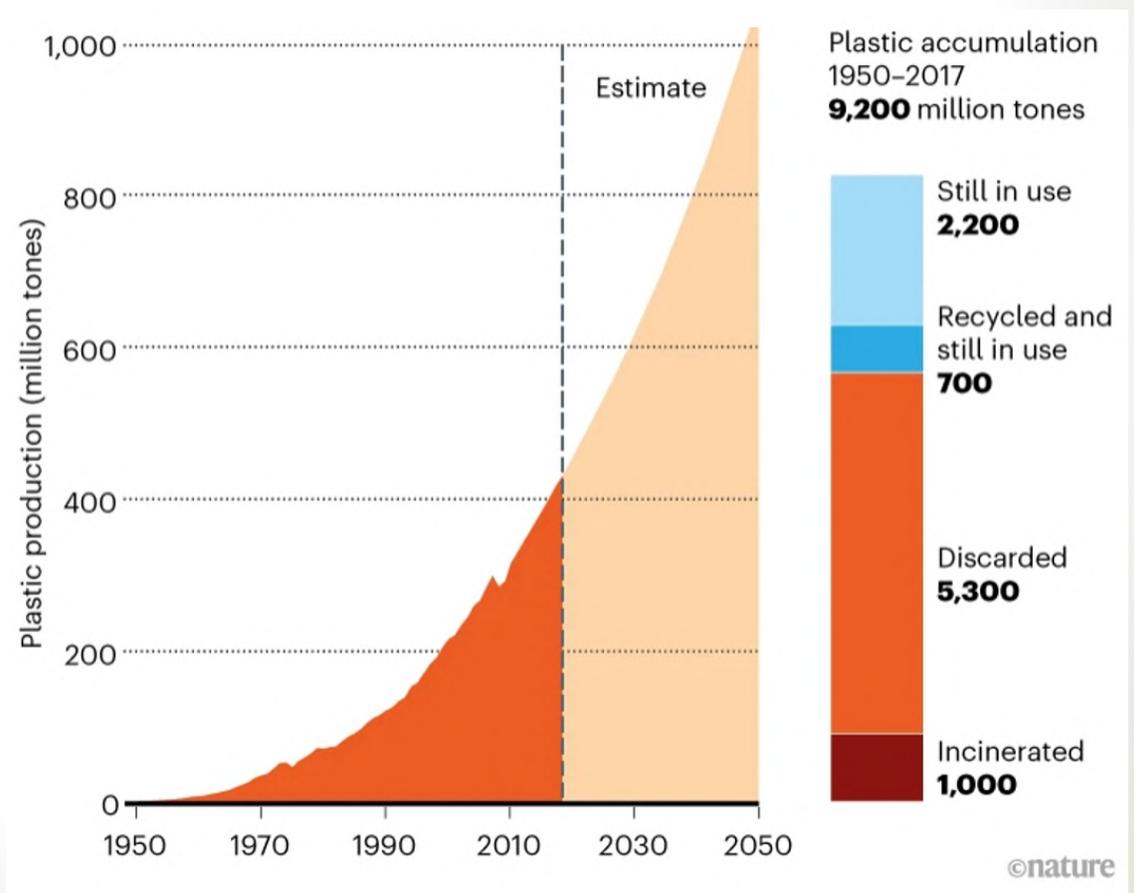


Tabla elaborada por el Dr. Hipólito Rodríguez Herrero, con base en la revista Nature.



Bosque de Kelp, Islas San Benito, Baja California.
Fotografía: Dr. Luis Malpica Cruz, Seguridad en
Actividades Marinas, Universidad Autónoma de Baja
California.

EN UN MUNDO CADA VEZ MÁS URBANO, EL CUIDADO Y SUSTENTABILIDAD DE LAS ACTIVIDADES DEL CAMPO SON VITALES PARA PREVENIR UN AMBIENTE EXCESIVA E INNECESARIAMENTE ARTIFICIALIZADO.

7 de marzo

Día mundial del campo



La Escoba Digital



La Escoba Digital



¿Sabías que muchos de los residuos que se generan en nuestro país tienen como destino final el campo?

La actividad agrícola que se desarrolla en el campo puede generar diversos problemas ambientales. Algunos de estos se derivan de la presencia de residuos como envases vacíos de agroquímicos por el uso de pesticidas, plaguicidas, herbicidas y fertilizantes

químicos. Los residuos de estos productos generalmente requieren un manejo especial o son de connotación peligrosa.

También es común en México el uso de nuestro campo para la disposición final de RSU a cielo abierto, o bien la práctica de quema de residuos en el entorno rural.

Infografía elaborada por la Mtra. Beatriz Castillo Ortiz, Proyecto Nacional de Investigación e Incidencia Estrategia transdisciplinaria de investigación y

resolución en la problemática nacional de los residuos sólidos urbanos, aplicada en seis ciudades mexicanas, conducido por el Conacyt y el Ciesas-Golfo.

El boletín *La Escoba* contempla entre sus colaboradores tanto al equipo de trabajo del proyecto como al público en general. Por consiguiente, en caso de sentirse interesado nuestro lector en el envío de un manuscrito para su publicación, le rogamos tener a bien escribirnos a la dirección de correo electrónico señalada en la página legal. El crédito de la imagen de la primera página del boletín, la tortuga con la bolsa de basura, le corresponde a The Digital Artist, Licencia Pixabay.





La Escoba es una publicación del proyecto *Estrategia transdisciplinaria de investigación y resolución en la problemática nacional de los residuos sólidos urbanos, aplicada en seis ciudades mexicanas*. Esta publicación se realiza con el apoyo del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT). Las opiniones aquí expresadas son responsabilidad del autor y no necesariamente reflejan la posición oficial de la institución.

Consejo Editorial

Hipólito Rodríguez Herrero

Raúl García Barrios

Carolina Armijo de Vega

Nancy Merary Jiménez Martínez

Gerardo Bernache Pérez

Juan Carlos Olivo Escudero

Fernán González Hernández

Francisco Rodríguez Malo

Juan Angel Torres Rechy

Correo web: comunicacionresiduos@ciesas.edu.mx



**GOBIERNO DE
MÉXICO**



CONACYT
Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología

