



o  
r

## **Microplásticos en suelos agrícolas**

**Emanuel Bojórquez-Quintal<sup>1</sup> , Olimpia Alonso-Pérez <sup>1\*</sup> , Lucie Crespo-Strupkova <sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Laboratorio de Análisis y Diagnóstico del Patrimonio, El Colegio de Michoacán A.C., <sup>2</sup>Unidad Académica de Estudios Regionales, UNAM Jiquilpan.

\*Contacto: [olimpia@colmich.edu.mx](mailto:olimpia@colmich.edu.mx)



Imagen generada por Adobe Firefly

## Resumen

Los microplásticos son un tipo de contaminante ambiental. Debido a su pequeño tamaño, están presentes en todas partes: en nuestras casas, ciudades, océanos, ríos, lagos, aire, hielo, nieve, montañas, y suelos, principalmente en aquellos donde se cultivan nuestros alimentos. De hecho, la plasticultura o el uso de plásticos en la agricultura, combinada con malas prácticas agrícolas y estrategias deficientes de gestión de residuos, ha provocado la acumulación de restos plásticos en suelos agrícolas de todo el mundo. La mayoría de los plásticos agrícolas son de un solo uso y pueden permanecer en el suelo al dañarse, descartarse y degradarse a partículas pequeñas llamadas "microplásticos". Estos contaminantes pueden transferirse y acumularse en las cadenas alimentarias, afectando la ecología, la calidad e inocuidad de los alimentos y, potencialmente, la salud humana, debido a su ingestión y acumulación continua en los tejidos de todos los organismos vivos a través del tiempo, proceso que se conoce como bioacumulación de contaminantes.

## Se usan grandotes, pero se vuelven chiquitos

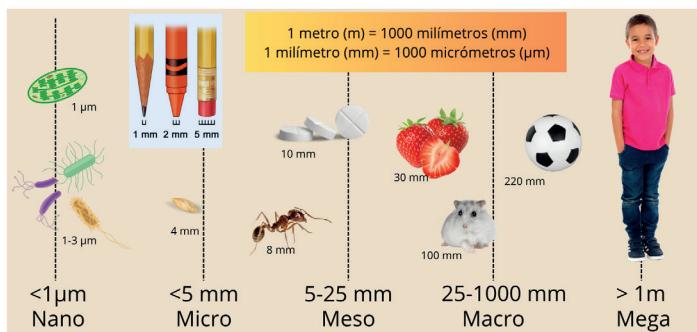
Los plásticos son polímeros orgánicos sintéticos o semi-sintéticos compuestos principalmente por carbono, hidrógeno, y oxígeno. Entre los plásticos más comunes se encuentra el polietileno (PE), polipropileno (PP), poliestireno (PS) y tereftalato de polietileno (PET). Estos son utilizados en la agricultura o plasticultura por su bajo costo, plasticidad y durabilidad [1].

**Palabras clave:** plásticos, plasticultura, contaminación, impacto ambiental, organismos.

El uso de plástico en la agricultura aumenta el rendimiento y la calidad de los cultivos (alimentos nutritivos y seguros), la producción constante de alimentos en muchas regiones y eficiencia en el uso de recursos como el agua [2]. Si bien el plástico puede ser beneficioso para la agricultura, estos son de un solo uso (10-12 meses) y pueden permanecer en el suelo por mucho tiempo al fragmentarse, dañarse y degradarse en partículas más pequeñas: "los microplásticos". Estos pequeños contaminantes se transfieren y se pueden acumular en seres vivos como lombrices, plantas y frutos, en animales de consumo como gallinas, en mascotas como perros y gatos, y en humanos, lo que pone en peligro a la salud de todos los seres vivos y todo lo que nos rodea [1].

## ¿Qué son los microplásticos? ¿cómo se producen? y ¿cómo los identificamos?

Los microplásticos son partículas muy pequeñas de polímeros orgánicos (plásticos) sólidos e insolubles que tienen un tamaño mayor a 0.001 mm pero menor a 5 mm. Otros plásticos de diferente tamaño son los nanoplásticos, extremadamente pequeños, que son inferiores a 0.001 mm o 1 micrómetro ( $\mu\text{m}$ ); los mesoplásticos tienen un tamaño medio de 5 a 25 mm; por su parte, los macroplásticos son grandes piezas de 25-1000 mm; y los megaplásticos, muy grandes, son de tamaño mayor a 1000 mm o un metro (m) (Fig. 1) [1]. Los microplásticos pueden tener diferentes formas, entre ellas, pueden ser largos y cilíndricos como fibras, o bien, presentar forma de láminas delgadas con superficie amplia como películas, también pueden ser esféricos y granulares como perlas, o tener forma de esponjas como espumas, y finalmente algunos otros pueden tener formas irregulares conocidos como fragmentos [3].



### Clasificación de plásticos por tamaño

**Figura 1.** Clasificación de plásticos. Basada en el sistema de clasificación sugerido por el Grupo Mixto de Expertos sobre Aspectos Científicos de la Protección del Medio Ambiente Marino (GESAMP, por sus siglas en inglés *Joint Group of Experts on the Scientific Aspects of Marine Environmental Protection*). Elaboración propia.

Algunos de ellos, son producidos intencionalmente para uso doméstico (detergentes), cosmético (maquillaje y tintes del cabello) y cuidado personal (perfumes, shampoos, exfoliantes y cremas para la piel), son conocidos como microplásticos primarios, tiene forma de microperlas, esferas, pellets y nanopartículas [4]. Los microplásticos secundarios son productos del desgaste y descomposición del uso de megaplásticos y sus derivados. Estos se liberan al medio ambiente por procesos de degradación química producidos por temperatura, agua, oxígeno, ozono, ácidos y luz; por fragmentación física por fuego, agua y fuerzas mecánicas como corte, impacto, y fricción; y por degradación biológica por insectos y microrganismos como bacterias y hongos [1]. Por su tamaño milimétrico (mm) podemos separar

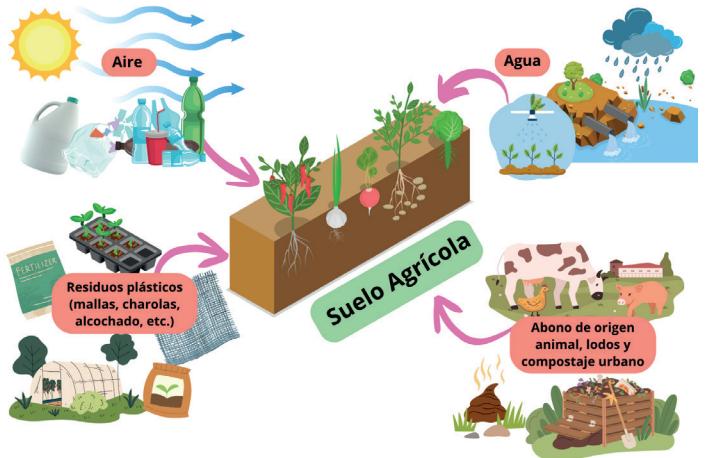


microplásticos por granulometría mediante tamizado; la presencia se puede detectar y clasificar por observación directa con microscopios; y se confirma el tipo de plástico por análisis químicos (Fig. 2).

**Figura 2. Proceso de identificación y análisis de microplásticos en laboratorio.** Elaboración propia.

## ¿Cuáles son las fuentes de microplásticos en los suelos agrícolas?

Según la FAO [1] los suelos son probablemente, los principales depósitos (reservorios) y fuentes de microplásticos; pero ¿cómo llegan estas micropartículas a los suelos agrícolas? Las posibles rutas de entrada y acumulación son las actividades humanas agrícolas y no agrícolas (Fig. 3) [1,3,4]. Algunos ejemplos son: 1) La aplicación de lodos de tratamiento de aguas residuales y compostaje urbano, incluyendo el compostaje de plásticos biodegradables. 2) La descarga de aguas contaminadas y riego con aguas residuales en áreas de cultivo. 3) El uso de abonos de origen animal, como estiércol de granjas. 4) El plástico usado para cubrir suelos agrícolas para aumentar la fertilidad y producción, técnica conocida como acolchado, tiene una vida útil de 12 meses, y su falta de recolección y reciclaje conducen a las 3D: los plásticos se Dañan, se Desgastan y se Descartan. 5) Las películas plásticas y mallas de invernadero, túneles, tubos de riego, líneas de goteo, contenedores, botellas, charolas, bandejas plásticas, bolsas, redes, hilos, material de embalaje, plásticos de protección, y del desgaste de la maquinaria agrícola. Todos estos materiales



**Figura 3. Fuentes de microplásticos en el suelo agrícola.** Elaboración propia.

pasan por Daño, Desgaste, y Descarte. 6) Las semillas recubiertas con películas de polímeros para mejorar la germinación; además de agroquímicos y fertilizantes orgánicos e inorgánicos de liberación lenta recubiertos de polímeros. 7) Los microplásticos sintéticos por uso de detergentes, cosméticos y exfoliantes; además de fibras textiles y pellets transportados por aguas residuales domésticas. 8) El aire que transporta fragmentos, fibras y basura de ciudades, carreteras, vertederos abiertos, las emisiones industriales, urbanas y domésticas como la quema de basura. 9) El transporte de partículas por el agua de lluvia a través de drenajes, canales y ríos. Por ejemplo, microplásticos del desgaste de neumáticos.

## ¿Qué impacto ambiental tienen los plásticos y microplásticos?

El impacto ambiental depende de su tamaño, forma, diversidad, capacidad de bioacumulación, y puede manifestarse en forma de daños físicos, químicos y biológicos [1,2]. Los daños físicos se relacionan con partículas grandes y pequeñas de plástico a través enredamientos, atrapamientos, acumulación e ingestión. La ingestión de plásticos es involuntaria, se adhieren a la comida animal, son confundidos con presas, son consumidos y se acumulan en los seres vivos. La acumulación en el tracto intestinal de insectos, animales y humanos puede causar bloqueo, perforaciones, alteración del crecimiento, falta de apetito, inflamaciones y la muerte. En suelos, limitan la fertilidad, el movimiento de agua, aire y organismos como lombrices; además de un efecto estético de poca sanidad. Los daños químicos se relacionan con la fabricación de los plásticos, estos pueden contener contaminantes químicos que son liberados al suelo y al agua.

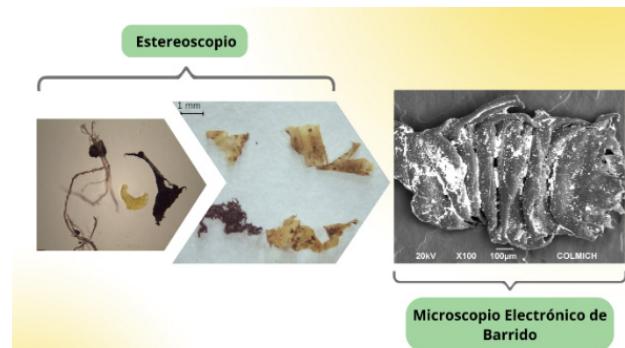
También pueden absorber contaminantes como pesticidas y metales pesados. Al final son un vector de contaminación química y tóxica para el ambiente, cadena alimentaria y salud humana. Los daños biológicos están relacionados con su presencia en alimentos y bioacumulación en células, tejidos y órganos de microorganismos, plantas, animales y humanos, que pueden causar cambios fisiológicos, enfermedades crónicas y muerte. Son vectores de patógenos, su superficie puede albergar microorganismos dañinos. Se han identificado microplásticos en testículos de perros y en humanos [5]. En gallinas de traspasio se ha detectado macro y microplásticos en mollejas y

heces [6]. Los microplásticos afectan los procesos ecológicos y de seguridad de los alimentos por su bioacumulación (presencia en alimentos u organismo vivos), y por la biomagnificación, conocida como el aumento de la concentración de contaminantes a lo largo de la cadena alimentaria.

## ¿Hay microplásticos en suelos agrícolas de Michoacán?

En Michoacán, la plasticultura emplea PE y PP para el acolchado agrícola, sistemas de riego, invernaderos y túneles; además, realizan prácticas como riego con aguas residuales, cajas de agua, fertilización excesiva y aplicación de abonos; que es combinada con una deficiente gestión de residuos plásticos, degradación de polímeros por uso, escasa recuperación de desechos, y proceso de eliminación mediante quema, trillado y arado de material del acolchado. Esto plantea la hipótesis sobre la presencia de restos macroplásticos en suelos agrícolas, sugiriendo su degradación a microplásticos. En ese sentido, el Laboratorio de Análisis y Diagnóstico de Patrimonio (COLMIC) en colaboración con la Unidad Académica de Estudios Regionales (UNAM) realizan un estudio de la Ocurrencia de Microplásticos en Parcelas Agrícolas (Fig. 3) con la finalidad de determinar si existe contaminación por microplásticos en suelos agrícolas de Michoacán, cuáles son sus características, fuentes, concentración y sus posibles efectos ambientales. En ese sentido, los resultados recientes indican la presencia de microplásticos (Fig. 4) en forma de fragmentos, fibras y películas (films o láminas) en las parcelas agrícolas estudiadas (Michoacán), tanto con uso intensivo y semi intensivo de plásticos como en las parcelas de uso mínimo. La mayor abundancia, se

observó en suelos de agricultura protegida con uso intensivo de acolchado, macrotúneles, mallasombra y sistemas de riego por goteo. Los hallazgos en este estudio podrían servir como base para evaluar los riesgos potenciales medio ambientales, además de impulsar nuevas investigaciones sobre las fuentes subyacentes de contaminación, y derivar en recomendaciones legislativas, para limitar el uso y los residuos plásticos, empleados en la agricultura.



**Figura 4. Ejemplos de microplásticos presentes suelos agrícolas de Michoacán.** Imágenes obtenidas por estereoscopio y microscopía electrónica de barrido (Datos de la investigación COLMIC-UNAM). Elaboración propia.

## Referencias bibliográficas

1. FAO. Assessment of agricultural plastics and their sustainability. A call for action. Rome, 2021. Disponible en: <https://doi.org/10.4060/cb7856en>
2. Cusworth, SJ, Davies WJ, McAinsh MR, et al. Agricultural fertilisers contribute substantially to microplastic concentrations in UK soils, 2024, Commun Earth Environ, 5, 7. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s43247-023-01172-y>
3. Beni NN, Karimifard S, Gilley J, et al. Higher concentrations of microplastics in runoff from biosolid-amended croplands than manure-amended croplands, 2023, Commun Earth Environ, 4, 42. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s43247-023-00691-y>
4. Okoffo ED, O'Brien S, Ribeiro F, et al. Plastic particles in soil: state of the knowledge on sources, occurrence and distribution, analytical methods and ecological impacts, 2021, Environ. Sci.: Processes Impacts, 23, 240-274. Disponible en: <https://doi.org/10.1039/D0EM00312C>
5. Hu CJ, Garcia MA, Nihart A, et al. Microplastic presence in dog and human testis and its potential association with sperm count and weights of testis and epididymis, 2024, Toxicol Sci., 200 (2): 235-240. Disponible en: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4716756>
6. Huerta LE, Mendoza Vega J, Ku Quej V, et al. Field evidence for transfer of plastic debris along a terrestrial food chain, 2017, Sci Rep., 7, 14071. Disponible en: <https://doi.org/10.1038/s41598-017-14588-2>