

Insectos al rescate de un mundo lleno de plástico

Kevin Ramírez Dávila¹, Mónica Aidée Ortiz Márquez¹, Juana Elizabeth Reyes Martínez¹, Patricia Nayeli Alva Murillo¹, Juan Pablo Huchin Mian¹

¹Departamento de Biología | División de Ciencias Naturales y Exactas | Universidad de Guanajuato

INTRODUCCIÓN

La contaminación plástica es un enorme monstruo que crece diariamente sin control. La producción masiva de plástico se ha convertido en una grave amenaza ambiental por lo que, de continuar esta tendencia se estima que la producción se duplique en los próximos 20 años, lo cual pondría en serios problemas al planeta. La sociedad consumista actual está acostumbrada a usar y desechar productos, como las botellas de agua y refrescos o las bolsas plásticas del supermercado. Por ello, no es raro encontrar basura prácticamente en cualquier lugar que miremos a nuestro alrededor (Figura 1). La deficiente gestión de los residuos por parte de las autoridades, sumada a la falta de conciencia ambiental en la sociedad, no hacen más que intensificar un problema que ya es actualmente alarmante.

Todos los plásticos están compuestos por derivados petroquímicos que pueden contener sustancias tóxicas y cancerígenas, como los aditivos y los plastificantes que les otorgan propiedades físicas como la durabilidad y flexibilidad. Entre los plásticos más comúnmente usados se encuentran el tereftalato de polietileno (PET), del que están hechas las botellas de agua y refrescos; el polietileno (PE), que sirven para hacer bolsas del supermercado y envolver alimentos; el poliestireno (PS), usados en contenedores de comida y empaque; y el cloruro de polivinilo (PVC), que son usados para fabricar tuberías para la construcción de drenajes en muchos hogares del mundo. Todos estos plásticos pueden persistir en el ambiente hasta 500 años antes de ser degradados por completo. Con el paso del tiempo, factores medio ambientales como la radiación UV, la humedad, los cambios de temperatura y las corrientes de aire, fragmentan y degradan al plástico en piezas más pequeñas llamadas microplásticos (MPs), los cuales son partículas diminutas con tamaño máximo de 5 mm; es decir, son más pequeños que una semilla de ajonjolí, pero algunos son tan diminutos que solo se pueden con una lupa o un microscopio. Además, dependiendo de su procedencia pueden generar millones



Figura 1. Contaminación por plásticos en Presa la Purísima, Guanajuato.

de partículas plásticas. Un claro ejemplo es el poliéster, (derivado del PET), el cual es comúnmente usado para la fabricación de la ropa que se vende en las tiendas, los cuales pueden liberar hasta 18,000,000 de fibras por cada 6 kg de ropa lavada (Galvão *et al.*, 2020). El mayor problema de la contaminación de los MPs es su presencia en todos los entornos, se encuentran en suelo, tierra y aire. Estas partículas pueden ser ingeridas por animales de todos los tamaños, causar obstrucciones de vías aéreas o digestivas, así como falsa saciedad, inanición y potencialmente la muerte. Recientemente, investigadores de la Universidad de Nankai en China descubrieron que las hojas

de las plantas pueden absorber y acumular MPs del aire y que éstos pueden ser transferidos a los vegetales que consumimos, como el apio, la lechuga y la espinaca (Li *et al.*, 2025). Este hallazgo pone en evidencia los riesgos que representa la contaminación plástica para la salud de los humanos y los animales en la naturaleza.

Este artículo tiene como objetivo dar a conocer que en la naturaleza podemos encontrar soluciones a los problemas por la contaminación de plásticos generados por el ser humano; por ejemplo, el uso insectos como degradadores de plástico.

¿CUÁL ES LA IMPORTANCIA DE LOS INSECTOS EN LA NATURALEZA?

Los insectos desempeñan un papel ecológico fundamental en los ecosistemas terrestres porque participan en procesos biológicos como la polinización de plantas y la descomposición de materia orgánica; además, son parte fundamental de las cadenas alimenticias; es decir, sirven de alimento y nutrientes para organismos de mayor tamaño, incluyendo a los humanos (Figura 2).

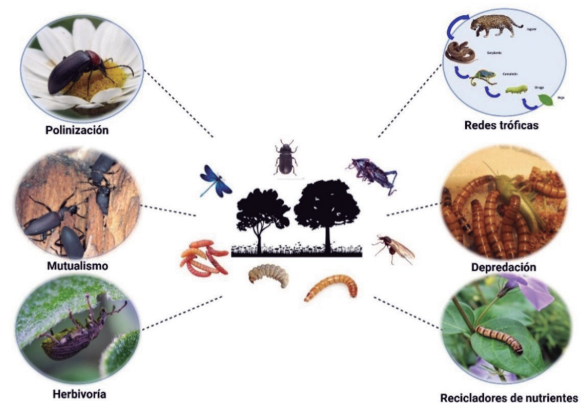


Figura 2. Función ecológica de los insectos en los ecosistemas terrestres. Los microplásticos llegan a los ecosistemas terrestres directamente mediante el desecho inadecuado de basura e indirectamente mediante deposición atmosférica. Diseño de figura: Kevin Said Ramírez Dávila.

INSECTOS QUE COMEN PLÁSTICO

Estos pequeños animales debido al contacto constante con los plásticos en el medio ambiente han desarrollado mecanismos para sobrevivir y prosperar en estos entornos contaminados, presentando adaptaciones que incluyen desde cambios fisiológicos y de comportamiento. Entre los insectos que han mostrado un potencial para biodegradar plásticos y que han capturado la atención de la comunidad científica se encuentran los gusanos de cera (*Galleria mellonella*), gusanos de la harina (*Tenebrio molitor*) y el super gusano de la harina (*Zophoba morio*), los cuales tienen un estadio larvario entre 4 y 12 semanas, durante el cual son capaces de ingerir y degradar el plástico. En algunos casos, tienen la capacidad de biodegradar desde el 48.2% hasta el 70% del plástico ingerido como el unigel y bolsas plásticas compostables, respectivamente (Huidobro Medina et al., 2024; Lou et al., 2020; Palmer et al., 2022); y hasta el 33.8% del foami utilizado en manualidades (Yang et al., 2021), los cuales según la "Plastics Europe" son los tipos de plástico más desechados en el mundo.

La biodegradación de plásticos realizada por los insectos antes mencionados se debe a la acción de consorcios de microorganismos que residen en sus tractos digestivos, como las bacterias y los hongos. Entre los principales géneros de bacterias se encuentran *Pseudomona*, *Bacillus*, y *Enterobacter*; así como hongos del género *Aspergillus*, *Penicillium*, *Cladosporium*, entre otros (Yang et al., 2023).

La degradación de los plásticos por los gusanos es un proceso lento que puede demorar hasta semanas. La clave para llevarlo a cabo son las enzimas que se encuentran en la saliva y su tracto digestivo. Las enzimas funcionan como si fueran pequeñas tijeras biológicas para cortar los compuestos del plástico a piezas más pequeñas. Por ejemplo, en la figura 3 se puede observar el interior de un gusano de la harina y cómo las enzimas junto con los microorganismos participan en la degradación, despolimerización y oxidación de los plásticos ingeridos para obtener una fuente de energía.

Investigaciones recientes buscan identificar y caracterizar estas enzimas para entender mejor sus mecanismos de acción. Esto podría abrir la puerta a la

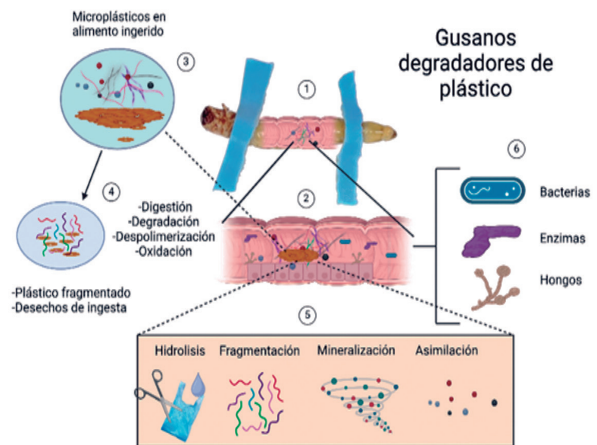


Figura 3. Procesos de degradación de plásticos en gusanos. (1) Larva de *Zophoba morio* inmobilizada. (2) Esquema del interior de su tracto digestivo. (3) Presencia de alimento y microplásticos en el tracto digestivo. (4) Digestión, degradación, despolimerización y oxidación de los microplásticos. (5) Procesos de hidrólisis, fragmentación, mineralización y asimilación enzimática de los microplásticos. (6) Consorcios de microorganismos y enzimas degradadoras de polímeros plásticos.

ingeniería de enzimas más eficientes que pueden ser utilizadas a escala industrial para acelerar los procesos de biodegradación, ofreciendo una solución potencialmente revolucionaria para la gestión de residuos plásticos. Además, el estudio de estas enzimas podría revelar nuevas vías metabólicas y biológicas que los gusanos han desarrollado para sobrevivir en ambientes contaminados, proporcionando así un modelo valioso para la biotecnología ambiental.

Nuevos enfoques en la búsqueda de biorremediación ecológica en México

En México existen grupos de trabajo enfocados en el estudio de algunos insectos y consorcios bacterianos y fúngicos que podrían ser clave para encontrar técnicas eficientes en la degradación de algunos polímeros plásticos; por ejemplo, los tenebrioides son un grupo de gusanos que han mostrado tener especial capacidad de degradar bolsas de plástico compostables sin afectar su viabilidad y ciclo de vida hasta la fase adulta (Huidobro-Medina et al., 2024), así mismo se están realizando búsquedas de

enzimas bacterianas y fúngicas que puedan ser usadas del mismo modo como biorremediadores *in situ* o que puedan ser usados industrialmente en plantas tratadoras de residuos plásticos, con la finalidad de disminuir la contaminación plástica que vivimos hoy en día (Godoy *et al.*, 2025).

La efectividad de los insectos y sus enzimas digestivas para la degradación del plástico es prometedora. Sin embargo, también es importante estudiar el efecto que pueden causar los polímeros en la salud de los insectos. En el laboratorio de Ecología de la Universidad de Guanajuato, se ha analizado el efecto que causa el PET en la capacidad de los super gusanos de la harina para ingerir y degradar MPs durante su etapa larval (Figura 3). En este estudio se expusieron los gusanos a dietas con MPs en concentraciones de 2.5% y 5% (peso/peso), incorporado en una dieta suplementada en salvado de trigo y lechuga, bajo condiciones controladas ($24.4^{\circ}\text{C} \pm 4.1$; humedad: 29.7%) durante 32 días. Los resultados mostraron que las larvas se adaptaron a la ingesta de MPs sin alteraciones en el comportamiento, aunque tuvieron un peso ligeramente inferior al grupo control, no presentaron eventos de mortalidad. Por lo tanto, la ingesta de plástico no influyó en su apetito, crecimiento y supervivencia. Sin embargo, los análisis inmunológicos mostraron que, aunque es activada inicialmente una respuesta inmune humoral (fenoloxidasa, lisozima y catalasa) junto a una proliferación de células inmunitarias en la hemolinfa de los gusanos, los valores regresan a la normalidad a los pocos días, indicando una adaptabilidad progresiva al consumo de PET. Hasta la fecha no hay reportes de biodegradación de PET utilizando este modelo biológico, por lo que su uso biotecnológico abre las puertas a futuras líneas de investigación.

CONCLUSIÓN

La creciente demanda del plástico tiene consecuencias devastadoras para la salud ambiental y los organismos vivos. Aunque los plásticos parezcan indestructibles, la naturaleza nos ofrece una solución prometedora con el uso de insectos degradadores de plásticos. Al investigar y comprender sus



Figura 3. Gusano de la Harina (*Zophoba morio*).
Fotografía de Kevin Saíd Ramírez Dávila

mecanismos de degradación, podemos desarrollar estrategias biotecnológicas innovadoras para mitigar el impacto ambiental de los plásticos y avanzar hacia un futuro más sostenible. Sin embargo, existen desafíos importantes en el uso de gusanos como degradadores de plásticos y microplásticos que los científicos deberán tener en cuenta; entre ellos, 1) la lentitud y baja eficiencia del proceso de degradación, 2) la especificidad de los organismos para degradar ciertos plásticos, y 3) la dificultad de trasladar los resultados del laboratorio a entornos naturales. Es crucial abordar estos desafíos con investigaciones científicas y colaboraciones interdisciplinarias para lograr una solución sostenible para combatir la contaminación plástica y proteger a nuestro planeta.

Bibliografía

- Galvão, A., Aleixo, M., De Pablo, H., Lopes, C., & Raimundo, J. (2020). Microplastics in wastewater: Microfiber emissions from common household laundry. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(21), 26643-26649. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08765-6>
- Godoy, D. L. C., López, Y. C. Á., Gómez, A.-A. S., Martínez, D. M. T. S., Kirchmayr, D. M. R., Valdéz, D. A. R. C., & Machuca, D. M. R. (2025). Prospección de enzimas microbianas para la biodegradación de plásticos a partir de un sitio con altos residuos plásticos sólidos en Tepic, Nayarit, México. *Revista Bio Ciencias*, 12. <https://doi.org/10.15741/revbio.12.e1913>
- Huidobro Medina, E. S., Rojas-Valencia, M. N., Fernández-Rojas, D. Y., & Araiza-Aguilar, J. A. (2024). Identification of Biodegradable, Compostable or Toxic Plastic Bags with Two Beetles of the Tenebrionidae Family. *Journal of Polymers and the Environment*, 32(3), 1244-1260. <https://doi.org/10.1007/s10924-023-03013-7>
- Li, Y., Zhang, J., Xu, L., Li, R., Zhang, R., Li, M., Ran, C., Rao, Z., Wei, X., Chen, M., Wang, L., Li, Z., Xue, Y., Peng, C., Liu, C., Sun, H., Xing, B., & Wang, L. (2025). Leaf absorption contributes to accumulation of microplastics in plants. *Nature*, 641(8063), 666-673. <https://doi.org/10.1038/s41586-025-08831-4>
- Lou, Y., Ekaterina, P., Yang, S.-S., Lu, B., Liu, B., Ren, N., Corvini, P. F.-X., & Xing, D. (2020). Biodegradation of Polyethylene and Polystyrene by Greater Wax Moth Larvae (*Galleria mellonella* L.) and the Effect of Co-diet Supplementation on the Core Gut Microbiome. *Environmental Science & Technology*, 54(5), 2821-2831. <https://doi.org/10.1021/acs.est.9b07044>
- OECD. (2022, junio 21). *Global Plastics Outlook: Policy Scenarios to 2060*. OECD Publishing, Paris. https://www.oecd.org/en/publications/global-plastics-outlook_aa1edf33-en.html
- Palmer, K. J., Lauder, K., Christopher, K., Guerra, F., Welch, R., & Bertuccio, A. J. (2022). Biodegradation of Expanded Polystyrene by Larval and Adult Stages of *Tenebrio molitor* with Varying Substrates and Beddings. *Environmental Processes*, 9(1), 3. <https://doi.org/10.1007/s40710-021-00556-6>
- Yang, S.-S., Ding, M.-Q., He, L., Zhang, C.-H., Li, Q.-X., Xing, D.-F., Cao, G.-L., Zhao, L., Ding, J., Ren, N.-Q., & Wu, W.-M. (2021). Biodegradation of polypropylene by yellow mealworms (*Tenebrio molitor*) and superworms (*Zophobas atratus*) via gut-microbe-dependent depolymerization. *Science of The Total Environment*, 756, 144087. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144087>
- Yang, X.-G., Wen, P.-P., Yang, Y.-F., Jia, P.-P., Li, W.-G., & Pei, D.-S. (2023). Plastic biodegradation by in vitro environmental microorganisms and in vivo gut microorganisms of insects. *Frontiers in Microbiology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2022.1001750>