Sanitas
Revista arbitrada de ciencias de la salud
Vol. 5(especial5), 28-32, 2026
https://doi.org/10.62574/ajwza820

Degradación de plásticos por bacterias, una solución biodegradable

Plastic degradation by bacteria, a biodegradable solution

Dayana Lizeth Vaca-Calero
dayanavc40@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0009-0004-3993-4596

Cristian Mateo Tenorio-Fernández
cristiantf@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0009-0001-5597-8394

Helen Anahí Acosta-Castro
helenac53@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0009-0008-4990-8390

Washington Paúl Culqui-Molina
ua.washingtonncm67@uniandes.edu.ec
Universidad Regional Autónoma de los Andes, Ecuador
https://orcid.org/0000-0003-1025-0110

RESUMEN

Objetivo: analizar la evidencia sobre la degradación bacteriana de plásticos y su potencial como alternativa frente a la contaminación y sus efectos en la salud. **Método:** revisión narrativa de la literatura en PubMed y SciELO, orientada con la escala SANRA, que priorizó estudios experimentales y revisiones publicados entre 2009 y 2024. **Resultados:** solo el 9 % de los plásticos producidos se ha reciclado, y se han detectado microplásticos en la placenta y en placas de ateroma asociadas con eventos cardiovasculares. Ideonella sakaiensis degrada el tereftalato de polietileno mediante dos enzimas, y las enzimas modificadas despolimerizaron el 90 % de este plástico en 10 horas. Bacterias del intestino de larvas degradaron polietileno y poliestireno, aunque con lentitud. **Conclusión:** la biodegradación bacteriana es prometedora, pero no sustituye la reducción del consumo.
Descriptores: biodegradación ambiental; plásticos; microplásticos. (Fuente, DeCS).

ABSTRACT

Objective: To analyse the evidence on the bacterial degradation of plastics and its potential as an alternative against pollution and its health effects. **Method:** Narrative literature review in PubMed and SciELO, guided by the SANRA scale, prioritising experimental studies and reviews published between 2009 and 2024. **Results:** Only 9% of the plastics ever produced have been recycled, and microplastics have been detected in the placenta and in atheromatous plaques associated with cardiovascular events. Ideonella sakaiensis degrades polyethylene terephthalate through two enzymes, and engineered enzymes depolymerised 90% of this plastic in 10 hours. Bacteria from the gut of larvae degraded polyethylene and polystyrene, although slowly. **Conclusion:** Bacterial biodegradation is promising but does not replace reduced consumption.
Descriptors: biodegradation, environmental; plastics; microplastics. (Source, DeCS).

Recibido: 04/08/2026. Revisado: 12/08/2026. Aprobado: 15/09/2026. Publicado: 01/10/2026.
Original breve

INTRODUCCIÓN

El plástico se ha convertido en uno de los materiales más persistentes del planeta. Geyer et al. estimaron que hasta 2015 se habían producido 8300 millones de toneladas de plásticos, de los cuales solo el 9 % se recicló, el 12 % se incineró y el 79 % se acumuló en vertederos o en el ambiente (1). Además, Jambeck et al. calcularon que, solo en 2010, entre 4,8 y 12,7 millones de toneladas de residuos plásticos llegaron a los océanos (2).

El problema ya no es solo ambiental. Al fragmentarse, los plásticos generan microplásticos que ingresan al organismo humano: Ragusa et al. los detectaron por primera vez en la placenta (3), y Marfella et al. los hallaron en el 58,4 % de las placas de ateroma carotídeo, con un riesgo casi cinco veces mayor de infarto, accidente cerebrovascular o muerte durante el seguimiento (4). Por ello, el objetivo de esta revisión fue analizar la evidencia sobre la degradación bacteriana de plásticos y su potencial como alternativa frente a la contaminación y sus efectos en la salud.

MÉTODO

Se realizó una revisión narrativa de la literatura en las bases PubMed y SciELO, con combinaciones de los términos plastic biodegradation, PETase, polyethylene, polystyrene, microplastics y bacteria, y sus equivalentes en español. Se priorizaron estudios experimentales, ensayos de ingeniería enzimática y revisiones publicados entre 2009 y 2024. Los documentos se eligieron por su pertinencia temática y la síntesis se orientó con la escala SANRA para revisiones narrativas (5).

RESULTADOS

Por qué los plásticos resisten la degradación

A grandes rasgos, la resistencia de los plásticos se debe a su alto peso molecular, a su estructura hidrofóbica y a la ausencia de enlaces fácilmente hidrolizables, como explicaron Tokiwa et al. (6). No obstante, los microorganismos colonizan estos materiales: Zettler et al. describieron la llamada plastisfera, una comunidad microbiana diversa que se forma sobre los residuos plásticos marinos y que incluye especies con capacidad potencial de degradarlos (7).

Degradación del tereftalato de polietileno

El hallazgo que transformó este campo fue el de Yoshida et al., quienes aislaron en una planta de reciclaje la bacteria Ideonella sakaiensis, capaz de usar el tereftalato de polietileno como fuente de carbono mediante dos enzimas, la PETasa y la MHETasa (8). Posteriormente, Austin et al. describieron la estructura de la PETasa y obtuvieron una variante con mayor actividad (9).

La ingeniería de proteínas aceleró los resultados. Tournier et al. modificaron una cutinasa bacteriana y lograron despolimerizar el 90 % del tereftalato de polietileno de botellas en 10 horas, con monómeros que sirvieron para fabricar nuevas botellas (10). Más recientemente, Lu et al. emplearon aprendizaje automático para diseñar una PETasa que degradó casi por completo 51 tipos de envases posconsumo en una semana (11).

Degradación de polietileno y poliestireno

Los plásticos sin enlaces hidrolizables representan un reto mayor. Yang et al. aislaron del intestino de larvas que se alimentan de plástico dos cepas bacterianas, Enterobacter asburiae y Bacillus sp., que redujeron el peso de películas de polietileno en dos meses (12). En una línea similar, el mismo grupo identificó a Exiguobacterium sp. como responsable de la degradación del poliestireno en el intestino del gusano de la harina (13).

La Tabla 1 resume los principales microorganismos y enzimas descritos.

Tabla 1. *Microorganismos y enzimas con capacidad de degradar plásticos.*

Plástico	Microorganismo o enzima	Resultado	Ref.
Tereftalato de polietileno	Ideonella sakaiensis (PETasa y MHETasa)	Uso del plástico como fuente de carbono	(8,9)
Tereftalato de polietileno	Cutinasa modificada	Despolimerización del 90 % en 10 horas	(10)
Tereftalato de polietileno	PETasa diseñada con aprendizaje automático	Degradación casi completa de envases en una semana	(11)
Polietileno	Enterobacter asburiae y Bacillus sp.	Pérdida de peso de películas en dos meses	(12)
Poliestireno	Exiguobacterium sp.	Degradación en el intestino de larvas	(13)

Fuente: elaboración propia (2026).

DISCUSIÓN

De entrada, la evidencia revisada muestra que la naturaleza ya cuenta con herramientas para degradar plásticos, y que la ingeniería enzimática puede hacerlas mucho más eficientes (8-11). La verdad es que el reciclaje enzimático del tereftalato de polietileno, capaz de recuperar monómeros para nuevos productos, es el avance más cercano a una aplicación industrial (10,11).

Por otra parte, el polietileno y el poliestireno, que forman una gran parte de los residuos, se degradan con mucha más lentitud (12,13), y Danso et al. advirtieron que muchas de las cepas descritas no han sido validadas con métodos rigurosos de mineralización (14). Además, Wei y Zimmermann señalaron que la cristalinidad de los plásticos y la estabilidad de las enzimas a altas temperaturas siguen limitando su uso a gran escala (15).

Ahora bien, desde la salud pública, la biodegradación bacteriana no debe verse como una licencia para seguir produciendo plásticos. Ante la presencia de microplásticos en tejidos

humanos (3,4), la reducción del consumo y de los plásticos de un solo uso, incluidos los del ámbito sanitario y odontológico, sigue siendo la estrategia prioritaria.

Entre las limitaciones de esta revisión, el enfoque narrativo no incluyó un protocolo sistemático de búsqueda ni una evaluación formal del riesgo de sesgo, de modo que la selección pudo omitir estudios relevantes.

CONCLUSIÓN

Las bacterias y sus enzimas son capaces de degradar plásticos, con resultados especialmente prometedores en el tereftalato de polietileno gracias a la ingeniería enzimática. En cambio, la degradación del polietileno y del poliestireno es todavía lenta y poco estandarizada. En consecuencia, la biodegradación bacteriana constituye una herramienta complementaria de gestión de residuos, que no reemplaza la reducción del consumo de plásticos frente a sus efectos ambientales y en la salud.

FINANCIAMIENTO

No monetario.

CONFLICTO DE INTERÉS

No existe conflicto de interés con personas o instituciones ligadas a la investigación.

AGRADECIMIENTOS

A UNIANDES.

REFERENCIAS

1. Geyer R, Jambeck JR, Law KL. Production, use, and fate of all plastics ever made. Sci Adv. 2017;3(7):e1700782.
2. Jambeck JR, Geyer R, Wilcox C, Siegler TR, Perryman M, Andrady A, et al. Plastic waste inputs from land into the ocean. Science. 2015;347(6223):768-71.
3. Ragusa A, Svelato A, Santacroce C, Catalano P, Notarstefano V, Carnevali O, et al. Plasticenta: first evidence of microplastics in human placenta. Environ Int. 2021;146:106274.
4. Marfella R, Prattichizzo F, Sardu C, Fulgenzi G, Graciotti L, Spadoni T, et al. Microplastics and nanoplastics in atheromas and cardiovascular events. N Engl J Med. 2024;390(10):900-10.
5. Baethge C, Goldbeck-Wood S, Mertens S. SANRA-a scale for the quality assessment of narrative review articles. Res Integr Peer Rev. 2019;4:5.
6. Tokiwa Y, Calabia BP, Ugwu CU, Aiba S. Biodegradability of plastics. Int J Mol Sci. 2009;10(9):3722-42.

7. Zettler ER, Mincer TJ, Amaral-Zettler LA. Life in the “plastisphere”: microbial communities on plastic marine debris. Environ Sci Technol. 2013;47(13):7137-46.
8. Yoshida S, Hiraga K, Takehana T, Taniguchi I, Yamaji H, Maeda Y, et al. A bacterium that degrades and assimilates poly(ethylene terephthalate). Science. 2016;351(6278):1196-9.
9. Austin HP, Allen MD, Donohoe BS, Rorrer NA, Kearns FL, Silveira RL, et al. Characterization and engineering of a plastic-degrading aromatic polyesterase. Proc Natl Acad Sci U S A. 2018;115(19):E4350-7.
10. Tournier V, Topham CM, Gilles A, David B, Folgoas C, Moya-Leclair E, et al. An engineered PET depolymerase to break down and recycle plastic bottles. Nature. 2020;580(7802):216-9.
11. Lu H, Diaz DJ, Czarnecki NJ, Zhu C, Kim W, Shroff R, et al. Machine learning-aided engineering of hydrolases for PET depolymerization. Nature. 2022;604(7907):662-7.
12. Yang J, Yang Y, Wu WM, Zhao J, Jiang L. Evidence of polyethylene biodegradation by bacterial strains from the guts of plastic-eating waxworms. Environ Sci Technol. 2014;48(23):13776-84.
13. Yang Y, Yang J, Wu WM, Zhao J, Song Y, Gao L, et al. Biodegradation and mineralization of polystyrene by plastic-eating mealworms: part 2. Role of gut microorganisms. Environ Sci Technol. 2015;49(20):12087-93.
14. Danso D, Chow J, Streit WR. Plastics: environmental and biotechnological perspectives on microbial degradation. Appl Environ Microbiol. 2019;85(19):e01095-19.
15. Wei R, Zimmermann W. Microbial enzymes for the recycling of recalcitrant petroleum-based plastics: how far are we? Microb Biotechnol. 2017;10(6):1308-22.

Derechos de autor: 2026 Por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0).

https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/