



Insectos devoradores de plástico: Una solución a un gran problema medioambiental

Por: William G. Vílchez-Cruz y Tomás A. Rodas-Vargas

wvilchezc@unprg.edu.pe

trodas@unprg.edu.pe

Estudiantes de Biología

Universidad Nacional Pedro Ruíz Gallo

¿Alguna vez imaginaste un mundo libre de plástico? El plástico, desde su creación, ha sido un material ampliamente valorado debido a sus grandiosas propiedades, su diversidad de aplicaciones y considerable bajo costo (1). Sin embargo, este magnífico invento, poco a poco ha ido sustituyendo gran parte de nuestros productos naturales y ha invadido hasta los más recónditos lugares de nuestro planeta, sobre todo los plásticos de un solo uso. Se ha encontrado estos plásticos, incluso, en las profundidades de la fosa de las Marianas ¡A más de 10 000 metros bajo el nivel del mar! (2, 3).

Las consecuencias, como podrás suponer, son devastadoras: Altera la calidad del agua, se acumula en los órganos de los peces, impide que las algas realicen su fotosíntesis, e inevitablemente supone un importante riesgo para la salud humana (4) ¿Sabes qué es lo más preocupante? Que a pesar de los esfuerzos por mitigar su impacto en el ambiente, su producción y consumo a nivel mundial sigue aumentando cada año (5). Tan solo hasta 2015, se produjeron más de 6 300 millones de toneladas de desechos plásticos en todo el mundo, únicamente el 9% fue reciclado, el 12% fue incinerado y el 79% se encuentra acumulado en el ambiente; una cifra que, indudablemente, estaría causando importantes daños a los ecosistemas y a la biodiversidad que estos albergan (4).

Todo esto, nos hace imaginar el futuro devastador al que nos aproximamos si seguimos contribuyendo con esta problemática y no tomamos cartas en el asunto. Más aún, es preocupante que los principales métodos para la gestión de residuos plásticos, como el reciclaje, la incineración y la eliminación en vertederos, no son del todo eficientes para mitigar sus graves consecuencias en el ambiente (2). Por lo tanto, es necesario explorar nuevas estrategias que permitan solucionar este problema de manera sostenible y, sobre todo, más eficiente. En este artículo, te contamos una estrategia, tal vez poco conocida, pero ampliamente prometedora.

BIODEGRADACIÓN DE PLÁSTICO POR LARVAS DE INSECTOS

La biodegradación se refiere a la descomposición y asimilación de compuestos poliméricos por organismos vivos con la subsecuente formación de productos como el CO₂, H₂O, metano y biomasa (6). Los plásticos, debido a su naturaleza química, son



Insectos devoradores de plástico: Una solución a un gran problema medioambiental

materiales con una degradabilidad notablemente baja respecto a otros materiales ¿Sabes cuánto demora un plástico en descomponerse naturalmente? ¡Entre 100 a 1000 años! Toda una barbaridad (2 ,7).

Entonces, ¿De qué manera los insectos podrían ayudar con este problema? En los últimos años, diversos estudios han explorado la capacidad de algunas larvas de insectos por devorar e incluso biodegradar diferentes tipos de plástico a un ritmo mayor al de los mismos microorganismos (2). Se sabe que los gusanos de la harina (*Tenebrio molitor*), cuando su alimento no está disponible en el ambiente, pueden consumir plásticos a base de polietileno (PE), poliestireno (PS), polipropileno (PP) e incluso cloruro de polivinilo (PVC) (5, 2). Estos materiales son masticados por las larvas y, una vez que llegan al intestino, las enzimas producidas por los microorganismos que conforman su microbiota intestinal se encargan de descomponerlos en fragmentos de bajo peso molecular y fácilmente biodegradables (2).

A continuación, descubrirás que existen muchas otras especies que realizan procesos similares y podrían ser ampliamente útiles frente a este gran problema medioambiental.

ORDEN ORTHÓPTERA

En el 2021, se reportó que los grillos adultos *G. bimaculatus* consumían poliuretano (PU). En su tracto intestinal se aislaron cinco especies bacterianas, tres fúngicas y una levadura para realizar los respectivos análisis, en sus resultados identificaron que el hongo *Aspergillus flavus* G10 es capaz de colonizar y biodegradar dicho plástico (Tabla 1) (8).

ORDEN COLEÓPTERA

Aquí encontramos las larvas de las especies de escarabajos de la familia Tenebrionidae (Tabla 1). *Tenebrio molitor* L. (escarabajo amarillo), cuya larva tiene la capacidad degradar varios tipos de plástico como poliestireno, polietileno, polipropileno y cloruro de polivinilo. Esta capacidad de biodegradación se debe a la intervención de la microbiota intestinal, siendo *Exiguobacterium* sp. YT2 la primera bacteria aislada del intestino de esta larva y capaz deteriorar el poliestireno (Fig. 1) (6, 9). No obstante, las larvas de *Tenebrio obscurus* F. (escarabajo negro) son capaces degradar de manera eficiente el poliestireno, siendo superior al 40% degradación del PS que las larvas de *T. molitor*. Se ha demostrado que dicha degradación se debe a tres familias bacterianas predominantes Spiroplasmataceae, Enterococcaceae, y Enterobacteriaceae (9, 10).



Insectos devoradores de plástico: una solución a un gran problema medioambiental

Otra especie perteneciente de esta familia es *Tribolium castaneum* H. (escarabajo castaño), son capaces de masticar y digerir espuma de poliestireno. Aislaron una bacteria *Acinetobacter sp.* AnTc-1 del tracto intestinal de las larvas y demostraron que tenía la capacidad degradar dicho plástico (11). Así mismo, larvas de la especie *Plesiophthalmus davidis* (escarabajo oscuro) degradan también el poliestireno y se encontró en que en el tracto intestinal *Serratia sp.* y *Lactococcus sp.* se encontraban en cantidades significativas y aumentaron 6 o 11 veces, respectivamente cuando las larvas fueron alimentadas con PS (9, 12). Finalmente, en los últimos años se ha descubierto que *Zophobas atratus* F. (escarabajo gigante) degradan polipropileno y poliestireno. La degradación del PP se debe a *Citrobacter sp.* y *Enterobacter sp.*, en cuanto la degradación de PS puede ser 4 veces mayor que las larvas de *T. mollitor* y dicha degradación se debe la bacteria *Pseudomonas sp.* encontrada en su tracto intestinal (13, 14).

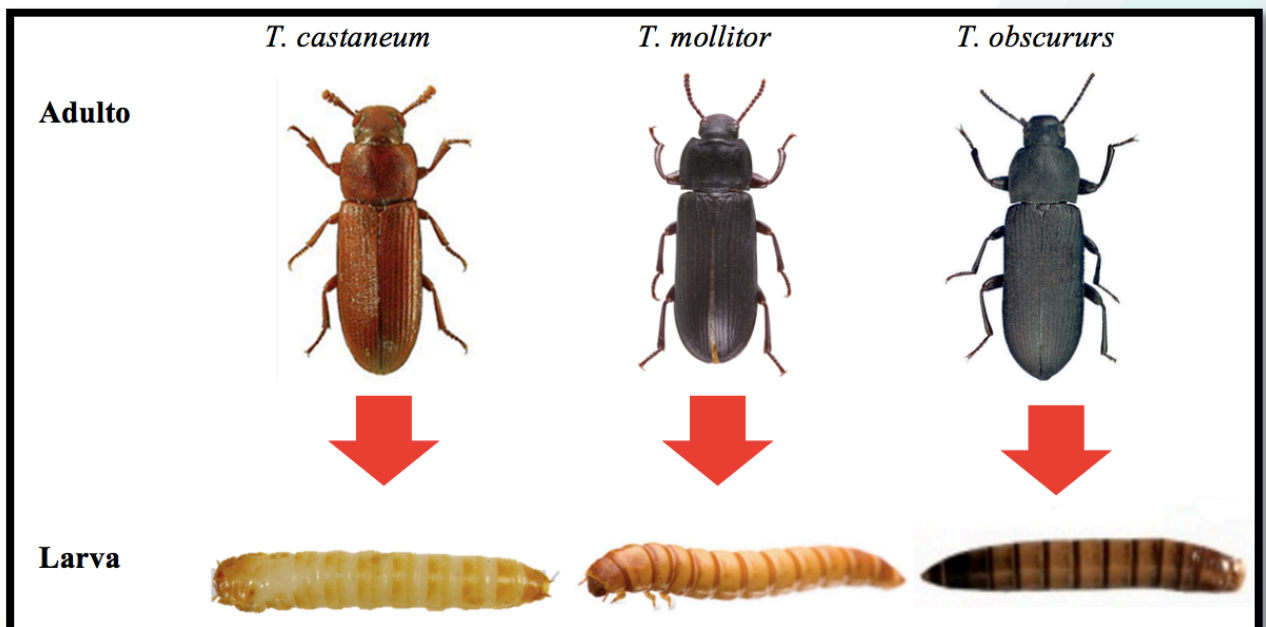


Figura 1. Larvas de insectos de la familia Tenebrionidae capaces degradar plástico. Imagen propia

Insectos devoradores de plástico: una solución a un gran problema medioambiental**ORDEN LEPIDÓPTERA**

Aquí encontramos larvas de insectos conocidos como polillas de la cera (Tabla 1). Las larvas de *G. mellonella* L. pueden comer y biodegradar el polietileno, poliestireno y polipropileno. El análisis de su tracto intestinal indica que *Serratia spp.*, *Acinetobacter spp.* y *Enterobacter sp.* D1., están significativamente asociadas en la degradación de PE, PS y PP (Fig. 2) (9, 13). Otra larva capaz de masticar y comer polietileno es *Plodia interpunctella* H. y en su tracto intestinal de estas larvas se han aislado dos bacterias, *Enterobacter asburiae* YT1 y *Bacillus spp.* YP1, ambas han mostrado la capacidad de degradar PE (6, 13). Hace tres años se reportó que las larvas de *Achroia grisella* F. degradan el polietileno. Sin embargo, todavía no se han hecho estudio sobre su tracto intestinal y los microorganismos que influyen en la degradación del plástico (15).

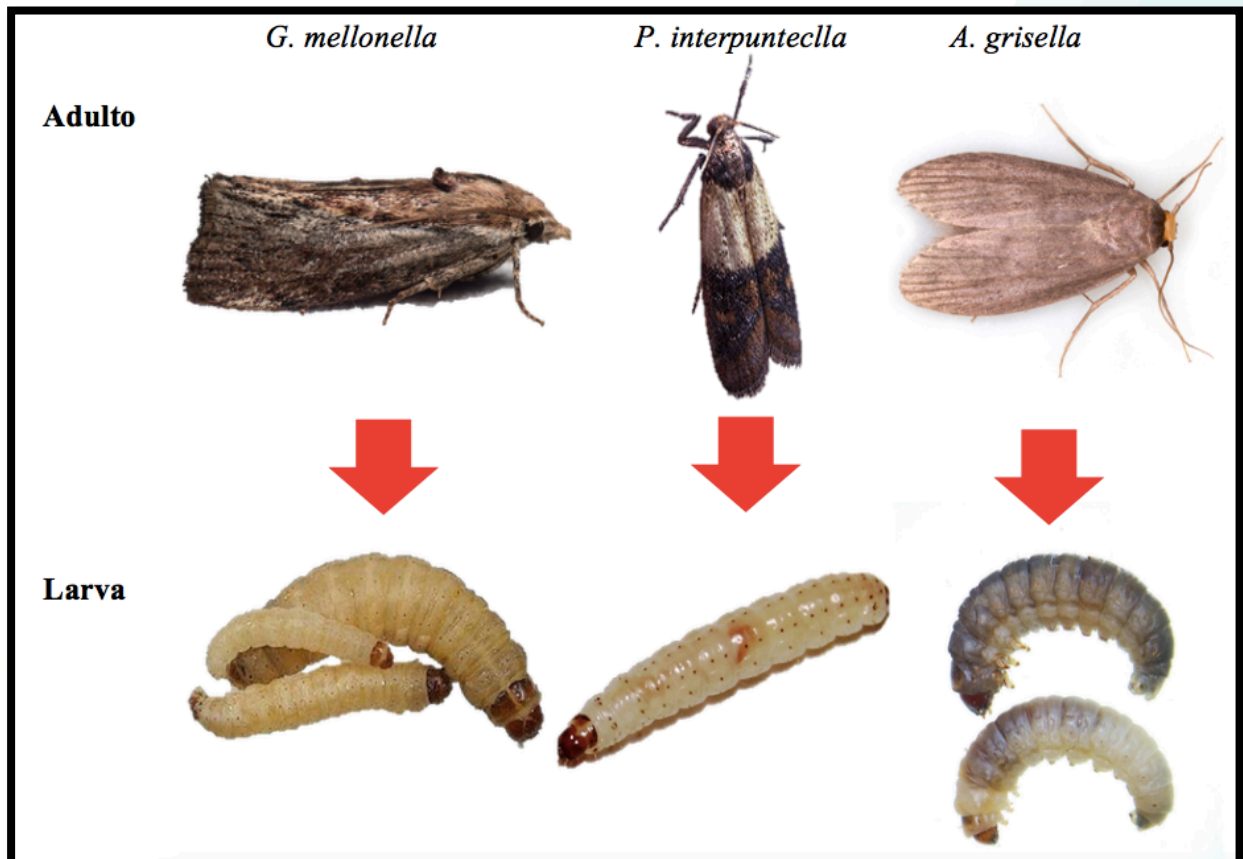


Figura 2. Larvas de polillas de la cera capaces de degradar plástico. Imagen propia

**Insectos devoradores de plástico: una solución a un gran problema medioambiental****Tabla 1.** Larvas de insectos capaces degradar varios tipos de plásticos. Modificado de Sánchez (2021)

Nombre científico del insecto	Orden y familia	Tipo de plástico	Microorganismos simbióticos	Referencias
<i>G. bimaculatus</i>	Ortóptera: Gryllidae	PU	<i>Aspergillus flavus</i> G10	(8)
<i>T. molitor</i>	Coleóptera: Tenebrionidae	PS	<i>Listeria sp.</i> , <i>P. aeruginosa.</i> , <i>Exiguobacterium sp.</i>	(6,9)
		PE	<i>Lactococcus sp.</i> , <i>Bacillus sp.</i> strainNyZ451	(8,9)
		PP	<i>Citrobacter sp.</i> , <i>Enterobacter sp.</i>	(8,9)
		PV	<i>Lactococcus sp.</i> , <i>Spiroplasma sp.</i>	(8,9)
<i>T. obscurus</i>	Coleóptera: Tenebrionidae	PS	Spiroplasmataceae, Enterococcaceae, Enterobacteriaceae.	(9,10)
<i>T. castaneum</i>	Coleóptera: Tenebrionidae	PE	<i>Acinetobacter sp.</i> AnTc-1	(11)
<i>P. davidis</i>	Coleóptera: Tenebrionidae	PS	<i>Serratia sp.</i> , <i>Lactococcus sp.</i>	(9,12)
<i>Z. atratus</i>	Coleóptera: Tenebrionidae	PP	<i>Citrobacter sp.</i> , <i>Enterobacter sp.</i>	(9,14)
		PS	<i>Pseudomonas sp.</i>	(13)
<i>G. mellonella</i>	Lepidóptera: Pyralidae	PE	<i>Serratia spp.</i> , <i>Enterobacter sp.</i> <i>Aspergillus flavus</i>	(9,13)
		PS	<i>Enterococcus sp.</i>	(9)
		PP	<i>Enterococcus sp.</i>	(9)
<i>P. interpunctella</i>	Lepidóptera: Pyralidae	PE	<i>Enterobacter asburiae</i> YT1 <i>Bacillus spp.</i> YP1	(6,13)
<i>A. grisella</i>	Lepidóptera: Pyralidae	PE	_____	(15)

**Insectos devoradores de plástico: una solución a un gran problema medioambiental****REFERENCIAS**

1. Ahmed, T., Shahid, M., Azeem, F., Rasul, I., Shah, A., Noman, M., Hameed, A., Manzoor, N., Manzoor, I. & Muhammad, S. 2018. Biodegradation of plastics: current scenario and future prospects for environmental safety. 2018. Environ Sci Pollut. Res., 25:7287–7298. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-1234-9>
2. Pivato, A., Miranda, G., Prichula, J., Lima, J., Ligabue, R., Seixas, A., & Trentin, D. 2022. Hydrocarbon-based plastics: Progress and perspectives on consumption and biodegradation by insect larvae. 2022. Chemosphere., 293(133600): 133600. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2022.133600>
3. Aguilar, R., Marín, P., Álvarez, H., Blanco J. & Sánchez, N. 2020. Plástico en las profundidades: Un problema invisible. Los fondos marinos, convertidos en trampas de plástico. 2020. Oceana., 24: 1-23. <https://doi.org/10.5281/zenodo.3944737>
4. Flores, P. 2020. El problema del uso de plástico durante la pandemia de COVID-19. 2020. Sostenibilidad Sur, 1(2), 1-9. <https://doi.org/10.21142/ss-0102-2020-016>
5. Przemieniecki, S. W., Kosewska, A., Ciesielski, S., & Kosewska, O. Changes in the gut microbiome and enzymatic profile of *Tenebrio molitor* larvae biodegrading cellulose, polyethylene and polystyrene waste. 2020. Environmental Pollution, 256(113265): 113265. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2019.113265>
6. Kesti, S. & Shivasharana C. 2018. The Role of Insects and Microorganisms in Plastic Biodegradation: A Comprehensive Review. 2018. International Journal of Scientific Research in Biological Sciences., 5(6): 75-79. <https://doi.org/10.26438/ijsrbs/v5i6.7579>
7. Maigua, N. 2019. Educación Ambiental sobre Residuos Sólidos en la Educación Básica: Una experiencia con 5to y 6to año de la Unidad Educativa Alejandro Chávez en Otavalo. 2019. [Tesis de pregrado]. Quito: Universidad de San Francisco de Quito. <https://repositorio.usfq.edu.ec/bitstream/23000/8544/1/143732.pdf>
8. Sanchez, J. C. 2021. A toxicological perspective of plastic biodegradation by insect larvae. Comparative biochemistry and physiology. 2021. Toxicology & pharmacology : CBP., 248: 109117. <https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2021.109117>
9. Peng, B., Su, Y., Chen, Z., & Chen, J. Zhou, X., Benbow, M., Criddle, C. Wu, W. & Zhang, Y. 2019. Biodegradation of Polystyrene by Dark (*Tenebrio obscurus*) and Yellow (*Tenebrio molitor*) Mealworms (Coleoptera: Tenebrionidae). 2019. Environmental Science & Technology.

**Insectos devoradores de plástico: una solución a un gran problema medioambiental****REFERENCIAS**

10. Wang, Z., Xin, X., Shi, X., & Zhang, Y. 2020. A polystyrene-degrading *Acinetobacter* bacterium isolated from the larvae of *Tribolium castaneum*. 2020. *The Science of the total environment.*, 726: 138564.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.138564>
11. Rodríguez, A., Ortiz, Y., Carolina, C., & Figueroa, C. 2021. Biodegradación de espumas plásticas por larvas de insectos: ¿una estrategia sustentable? 2021. *Revista Especializada En Ciencias Químico-Biológicas.*, 24(1): 1-10. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2021.311>
12. 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. . 2021. *The Science of the total environment.*, 756:144087.
<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144087>
13. Woo, S., Song, I., & Cha, H. J. 2020. Fast and Facile Biodegradation of Polystyrene by the Gut Microbial Flora of *Plesiophthalmus davidis* Larvae. 2020. *Applied and Environmental Microbiology.*, 86(18): e01361-20.
<https://doi.org/10.1128/AEM.01361-20>
14. Kndungal, H., Gangarapu, M., Sarangapani, S. 2019. Efficient biodegradation of polyethylene (HDPE) waste by the plastic-eating lesser waxworm (*Achroia grisella*). 2019. *Environ Sci Pollut Res.*, 26: 18509–18519.
<https://doi.org/10.1007/s11356-019-05038-9>
15. Khan, S., Dong, Y., Nadir, S., Schaefer, D., Mortimer, P., Xu, J., Ye, L., Gui, H., Wanasinghe, D., Dossa, G., Yu, M., & Sheng, J. 2021. Valorizing plastic waste by insect consumption. 2021. *Circular Agricultural Systems*, 1:7.
<https://doi.org/10.48130/CAS-2021-0007>

Cita este artículo como: Vilchez-Cruz, William y Rodas-Vargas, Tomás. 2022. Insectos devoradores de plástico: una solución a un gran problema mediambiental. *Revista Peruana de Divulgación Científica en Genética y Biología Molecular* [en línea]. Lima: Editorial IGBM, 2022(2): 8–14. ISSN: 2415–234X.

Disponible en: <http://igbmgenetica.com/revista-rdgbm/>