

Artículo



Revista

Ciencia
y Naturaleza


El ingrediente secreto para biodegradar plásticos

Amador Roberto Campos Valdez
Leticia Casas Godoy

1047

Artículo

El ingrediente secreto para biodegradar plásticos

 **Cómo citar este artículo:** Campos-Valdez AR, Casas-Godoy L. 2023. El Ingrediente Secreto para Biodegradar Plásticos. Revista Ciencia y Naturaleza 01 (1047): 00-00.





Pretratamientos al Rescate

¿Te imaginas un mundo donde los plásticos, esos eternos enemigos del medio ambiente, se descompongan? Este pensamiento está cada vez más cerca de hacerse realidad gracias a la implementación de pretratamientos químicos y físicos que permiten acelerar la degradación biológica de los plásticos. A continuación, se muestra una breve reseña de los mecanismos mediante los que operan estos procesos y las repercusiones que tienen en el tema de eliminación de plásticos contaminantes.



La batalla contra los plásticos: la urgencia de actuar

La acumulación de plásticos en nuestro planeta es una de las mayores preocupaciones ambientales de la actualidad (Figura 1). Cada año, se producen millones de toneladas de productos plásticos. Gran parte de estos acaban en vertederos, océanos y otros ecosistemas, dañando la fauna y flora, afectando así la calidad de vida de millones de personas [1].



Alrededor de 8 millones de toneladas de plástico se vierten en nuestros océanos cada año, esto es un equivalente a un camión de basura lleno de plástico cada minuto.

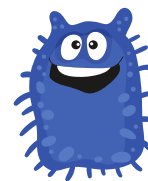
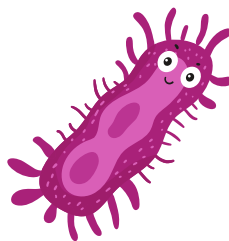
Estos plásticos son particularmente problemáticos porque, a medida que se descomponen, se fragmentan en partículas cada vez más pequeñas, conocidas como microplásticos, que son difíciles de eliminar y pueden ser ingeridas por seres humanos y la vida silvestre, causando daños físicos y químicos [2].

Figura 1. Alteración de paisaje debido a la contaminación plástica.



La persistencia de estos materiales, los cuales tardan cientos de años en degradarse, agrava aún más la situación. Ante este panorama, la biodegradación de plásticos se presenta como una solución prometedora. Este proceso, en el que microorganismos descomponen los plásticos en elementos más simples, podría ser clave para reducir la acumulación de estos residuos y disminuir su impacto negativo en el medio ambiente.

Sin embargo, la biodegradación de plásticos convencionales suele ser un proceso lento y, en muchos casos, ineficiente. Una de las principales causas de la baja eficiencia de la biodegradación de plásticos es su estructura química [3]. Los plásticos están compuestos por largas cadenas de polímeros que son resistentes a la acción de los microorganismos. Además, muchos plásticos contienen aditivos químicos cuyo efecto en la biodegradación de plásticos aún es desconocido [4].

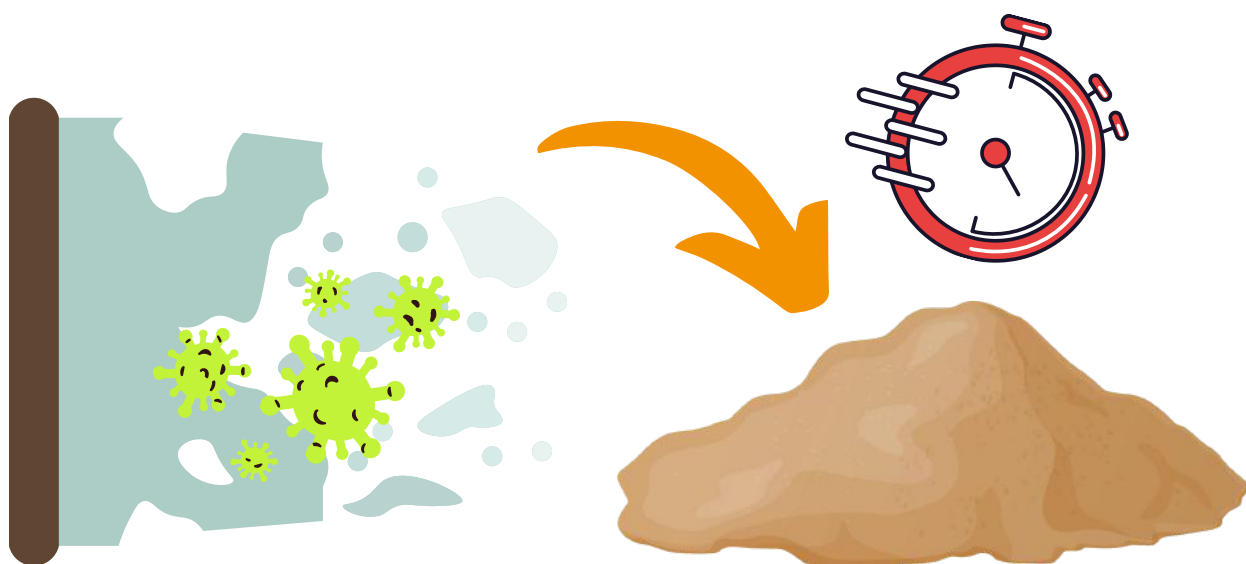


“La naturaleza no es nuestra enemiga, es nuestra fuente de inspiración y nuestra salvación”.





Es aquí donde los pretratamientos de plásticos cobran relevancia, ya que son capaces de mejorar la velocidad y efectividad de la biodegradación [5]. Los pretratamientos, tanto físicos como químicos, pueden modificar la estructura de los plásticos, haciendo que sean más accesibles para los microorganismos y facilitando su degradación [6]. Estas tecnologías representan una esperanza real para enfrentar la crisis de contaminación plástica y, si se implementan correctamente, podrían tener un impacto significativo en la salud de nuestro planeta.



Pretratamientos Físicos y Químicos: Mecanismos de Acción

Para comprender cómo los pretratamientos físicos y químicos pueden mejorar la eficiencia de la biodegradación de plásticos, es fundamental conocer sus mecanismos de acción (Figura 2). A continuación, describiremos tres de los pretratamientos más comunes y efectivos: luz ultravioleta (UV), temperaturas elevadas y agentes químicos oxidantes.

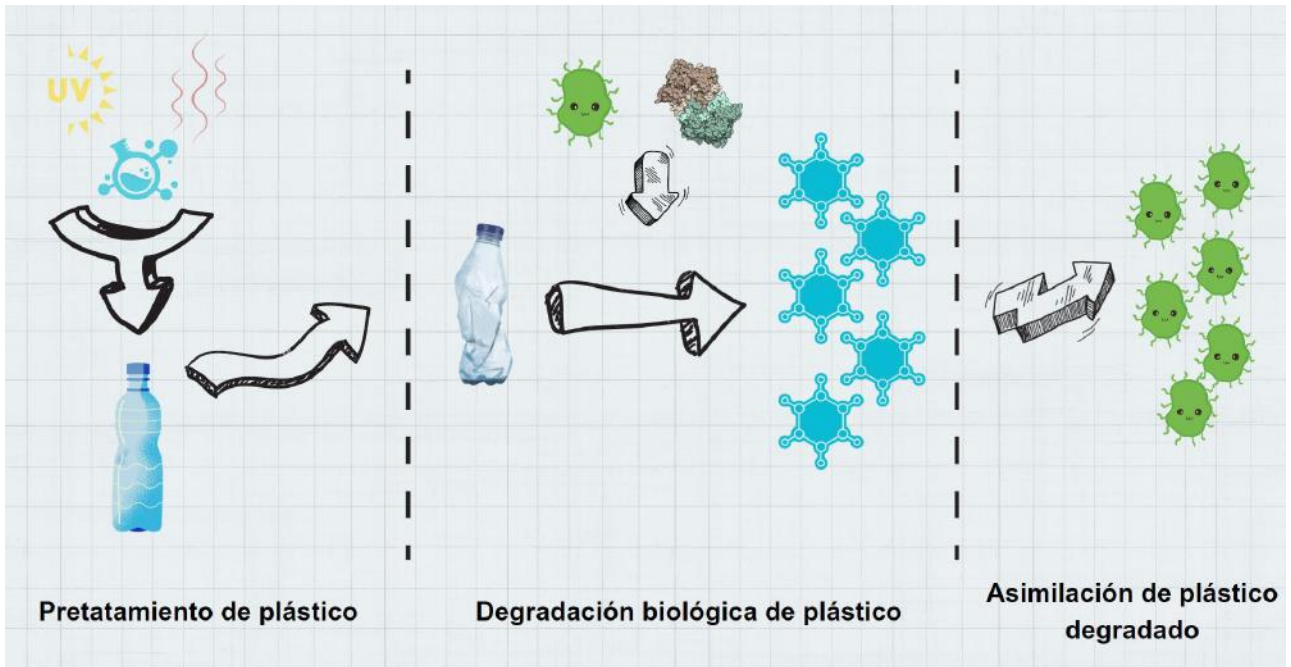


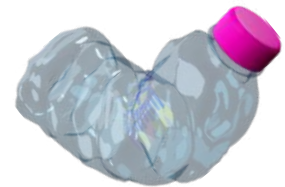
Figura 2. Ilustración esquemática de la biodegradación de plásticos. Primero, el plástico se pretrata con luz UV, calor o sustancias oxidantes. Después, se utilizan microorganismos para degradar el plástico en moléculas más pequeñas. Por último, los microorganismos usan como alimento las moléculas liberadas para poder reproducirse.

Luz ultravioleta: El arma secreta contra los plásticos

La luz ultravioleta es una forma de radiación electromagnética que, al incidir sobre los plásticos, provoca cambios en su estructura molecular. Esta energía es capaz de debilitar los enlaces químicos entre los átomos de polímeros, generando sitios más susceptibles al ataque de microorganismos. Además, la luz UV produce una degradación fotoquímica que rompe las cadenas poliméricas y crea fragmentos de menor peso molecular que son más accesibles para los microorganismos [7].



Esta degradación fotoquímica ocurre cuando los plásticos absorben la luz UV y se produce una transferencia de energía que puede romper los enlaces químicos en los polímeros. Como resultado, se generan radicales libres y otros compuestos reactivos que vuelven más susceptibles a las cadenas poliméricas, acelerando la degradación del plástico.



Dándole calor al asunto: Temperaturas elevadas y plásticos

El calor es otra herramienta efectiva para modificar las propiedades de los plásticos y favorecer la biodegradación. Al elevar la temperatura, se incrementa la movilidad de las moléculas de plástico, facilitando la penetración de agua y la acción de enzimas producidas por microorganismos degradadores [8].



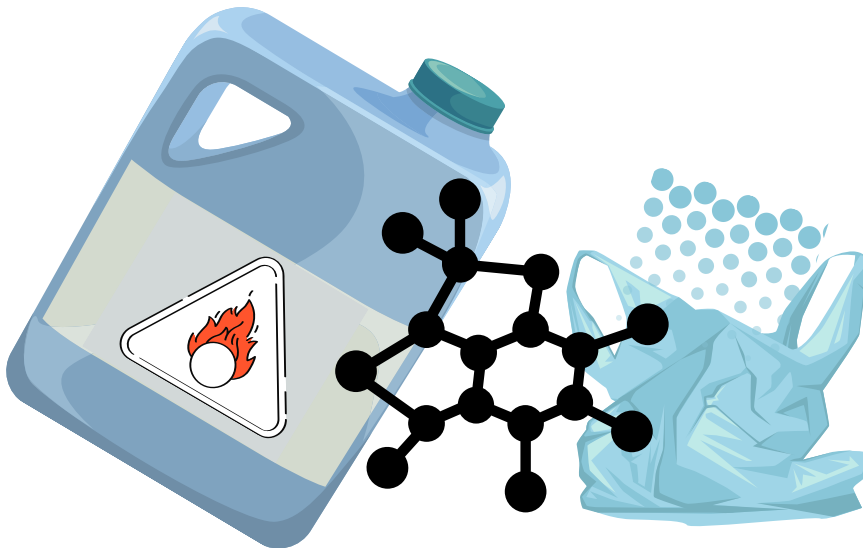
Además, las altas temperaturas también promueven la descomposición de los plásticos, generando fragmentos de menor tamaño que son más fáciles de ser biodegradados. Este proceso, conocido como termólisis, puede romper los enlaces químicos en los polímeros y crear una variedad de productos. Estos productos de degradación pueden ser utilizados como fuente de energía o como sustrato para el crecimiento de microorganismos.



Rompiendo enlaces:

Agentes químicos oxidantes al ataque

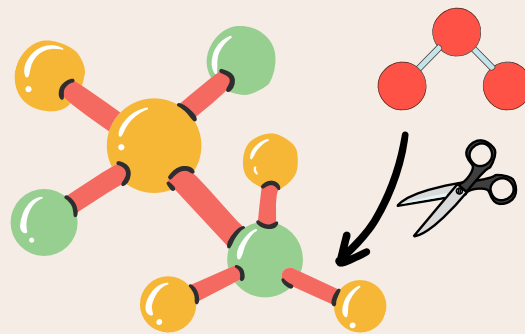
Los agentes químicos oxidantes son sustancias que, al reaccionar con los plásticos, pueden facilitar su biodegradación. Estos compuestos actúan mediante la transferencia de átomos de oxígeno a los enlaces químicos de los polímeros, lo que genera cambios en su estructura molecular y propiedades físicas. Algunos agentes oxidantes comunes incluyen el peróxido de hidrógeno, ozono, ácido peracético y clorito de sodio.



La oxidación química puede ser especialmente eficaz para degradar plásticos que contienen aditivos químicos que inhiben la biodegradación. Por ejemplo, los agentes oxidantes pueden reaccionar con los antioxidantes presentes en muchos plásticos, neutralizando su efecto e incrementando la susceptibilidad del plástico a la degradación. Además, los agentes oxidantes son capaces de modificar la superficie del plástico, aumentando su rugosidad y porosidad, lo cual facilita la adhesión y el ataque de los microorganismos [9].



- **El ozono** es un potente oxidante que degrada una amplia gama de compuestos orgánicos. En el caso de los plásticos, puede reaccionar con los enlaces dobles en los polímeros y generar compuestos carbonílicos y carboxílicos, que son más biodegradables y pueden ser metabolizados por los microorganismos

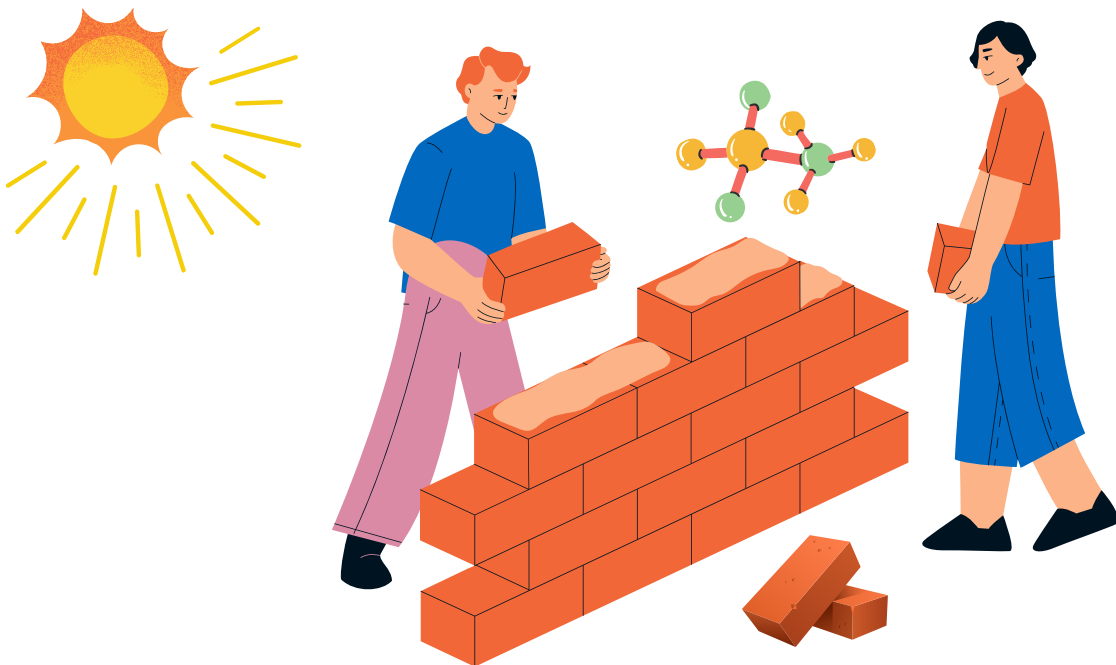


- **El peróxido de hidrógeno** es otro agente oxidante comúnmente utilizado en los pretratamientos de los plásticos. Este compuesto puede generar radicales hidroxilos, que son muy reactivos y pueden atacar los enlaces químicos en los polímeros, facilitando su degradación.



Haciendo la Ciencia Comprensible

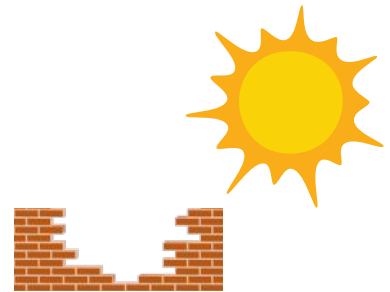
Para ilustrar cómo funcionan los pretratamientos físicos y químicos en la biodegradación de plásticos, imagina que los plásticos son como un enorme muro construido con ladrillos unidos por cemento. Los microorganismos responsables de la biodegradación se desempeñarían como obreros que intentan desmontar este muro ladrillo por ladrillo. Sin embargo, el cemento que une los ladrillos es muy resistente, lo que dificulta el trabajo de los obreros. En este ejemplo, el cemento representa los enlaces químicos que mantienen unidos los monómeros de los plásticos, formando polímeros largos y complejos.



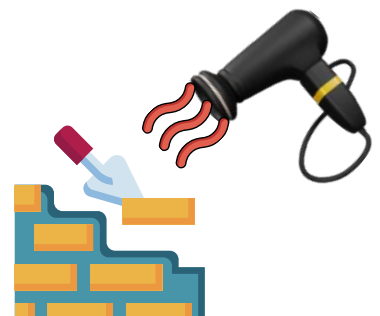
La luz UV, el calor y los agentes oxidantes actúan como un rayo de sol, un secador de pelo, y un disolvente que vuelven frágil al cemento, permitiendo acelerar el proceso de desmontaje del muro



- La luz UV, como un rayo de sol, puede causar daño en la estructura del cemento al alterar sus enlaces químicos, generando grietas y fisuras que los obreros (microorganismos) pueden aprovechar para desmontar los ladrillos (plásticos) con mayor facilidad.



- El calor, por otro lado, actúa como un secador de pelo que ablanda el cemento, lo que facilita su desmontaje. En términos químicos, el calor incrementa la movilidad de las moléculas de plástico, facilitando la penetración de agua y la acción de las enzimas producidas por los microorganismos, facilitando así el proceso de biodegradación.



- Los agentes oxidantes, como un disolvente, pueden reaccionar con el cemento y alterar su composición, volviéndolo más frágil y fácil de romper. De manera similar, los agentes oxidantes pueden reaccionar con los enlaces químicos de los polímeros de plástico, modificando su estructura y facilitando su biodegradación por los microorganismos.



Es importante notar que estos pretratamientos no solamente facilitan la descomposición de los plásticos, sino que también pueden hacer que estos sean más accesibles a los microorganismos al incrementar su superficie de contacto, lo que acelera aún más el proceso de biodegradación. Así, la combinación de estos pretratamientos puede ser una estrategia eficaz para enfrentar el problema de la contaminación por plásticos.



Apostando por la Investigación: Un Futuro Sostenible en Nuestras Manos

Además de mejorar la eficiencia de la biodegradación, el progreso en el desarrollo de pretratamientos físicos y químicos de plásticos puede generar un impacto positivo en otros sectores, como la creación de nuevos productos biodegradables y en su reciclaje. El conocimiento adquirido también puede influir en políticas públicas y en la conciencia de los consumidores sobre el uso consciente de plásticos [10]. A largo plazo, esto podría apoyar la disminución de la demanda de plásticos de un solo uso y promover alternativas sostenibles.



La creación de nuevos productos biodegradables es un campo prometedor. Con un mejor entendimiento de cómo los pretratamientos pueden mejorar la biodegradación de los plásticos, los investigadores pueden desarrollar nuevos materiales que sean diseñados específicamente para ser degradados de manera eficiente. Esto podría incluir plásticos que sean más susceptibles a la luz UV, al calor o a los agentes oxidantes, lo que permitiría su degradación en un tiempo mucho menor al de los plásticos convencionales.



En cuanto al reciclaje, los avances en los pretratamientos podrían mejorar la eficiencia de los procesos de reciclaje al facilitar la separación de los diferentes componentes de los plásticos y permitir la reutilización de estos materiales de una manera más sostenible.



El conocimiento adquirido también puede influir en políticas públicas y en la conciencia de los consumidores sobre el uso de plásticos. A largo plazo, esto podría apoyar la disminución de la demanda de plásticos de un solo uso y promover alternativas sostenibles.



Por ejemplo, las políticas públicas podrían incentivar la producción y uso de plásticos biodegradables y la implementación de pretratamientos en la gestión de residuos plásticos. Por otro lado, la conciencia de los consumidores puede ser impulsada mediante campañas de educación sobre los impactos de los plásticos en el medio ambiente y la importancia de la biodegradación y el reciclaje.

“

Los problemas ambientales no pueden ser resueltos en aislamiento. Se debe llevar a cabo la unión de todos para encontrar soluciones globales.

”





Los avances en este campo de investigación también podrían influir en la gestión de los residuos plásticos, impulsando una cultura del cuidado del medio ambiente más sostenible. Además, no hay que olvidar que la inversión continua en investigación y desarrollo es esencial para enfrentar los desafíos de la acumulación de plásticos en nuestro planeta. En este contexto, es importante destacar que la colaboración entre científicos, ingenieros, responsables políticos, empresas y la sociedad en general es fundamental para lograr estos objetivos. Cada uno de estos sectores tiene un papel importante que desempeñar en la lucha contra la contaminación por plásticos.



Te invitamos a seguir indagando y apoyando estas investigaciones. Al trabajar en sociedad se puede generar un cambio duradero y positivo en la lucha por el planeta. 🍀



Para Consulta

- 1.Greenpeace. 2019. Datos sobre la producción de plásticos. <https://es.greenpeace.org/>
- 2.Andrady A. 2011. Microplastics in the marine environment. Mar Pollut Bull 62:1596–605.
- 3.Sim T, Medve N, Bajt O, *et al.* 2021. Science of the total environment critical evaluation of biodegradation studies on synthetic plastics through a systematic literature review. Sci Total Environ 752:1–6.
- 4.Gu J. 2021. Biodegradability of plastics: the issues, recent advances, and future perspectives. Environ Sci Pollut Res 28:1278–82.
- 5.The Nature Conservancy. 2021. Es ahora o para siempre. Detengamos el flujo de residuos plásticos. <https://www.nature.org>.
- 6.Bher A, Mayekar P, Auras R, *et al.* 2022. Biodegradation of biodegradable polymers in mesophilic aerobic environments. Int J Mol Sci 23: 32-56.
- 7.Arroyo I. 2017. Plástico que se descompone con el sol. <https://www.sacyr.com>
- 8.Gibbens S. 2019. Las botellas de plástico expuestas al calor extremo podrían ser perjudiciales para la salud. <https://www.nationalgeographicla.com/>
- 9.Možar KB, Miloloža M, Martinjak V, *et al.* 2023. Potential of advanced oxidation as pretreatment for microplastics biodegradation. Separations 10.
- 10.Segura D, Noguez R, Espín G. 2007. Contaminación ambiental y bacterias productoras de plásticos biodegradables. Biotecnología 14: 361–71.



Crédito de imágenes en orden de aparición: Pexels (P), piotr malczyk (Getty Images, GI), Magda Ehlers (P), ivector, Jose Angel Astor Rocha (GI), maryang, goodstudio, Sketchify (SK), cgdeaw's Images, Vik_Y, Arthouse, Aryfahmed (GI), Eucalyp de amethyststudio, iconsy, tgh de tghdes, canva creative studio, Krizjohn (P), byrev (Pixabay, PI), Alla Zbirnieva, bleepbloop.desing de trendify, pro500, Joao Paulo Gomes, Guiseppe Ramos S, Aalok Soni de baseimage, alfmaler, Camila Hikaru, creative prinyaka, Tris (sparklestroke, SP), Lucien Wanda (P), Magtira Paolo (S), Clikier-Fre-Vector-Images (PI), tonaquatic (GI), Camile Ramos (SP), Canva PH (SK), 4zevar, Icons8, Magda Ehlers (P), Nadzin, Panuwat Srijantawong, pongsakorn_tantiuakorn, Septiadi, xinzhao (Lesly Spencer's Images), Giuseppe Ramos V, amethyststudio, Abdie Studio, 89tocker, Permadi, (GRS), Jay_Zynism (GI), Sketchify Philippines, Malchev, Sergey Nivens, (GRS), Junelle Apuya (SK), imagineHarry (SK), thidaratsuteeratphotos, Sketchify Indonesia, (SK), izzetgutmen (GI), Trendify. Se utilizó ChatGPT (<https://openai.com/blog/chatgpt>) para obtener sugerencia de gramática y redacción.

Diseño de publicación: Yareli Fiburcio



Amador Roberto Campos Valdez

Investigador Posdoctoral adscrito a la Unidad de Biotecnología Industrial del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Posee una amplia experiencia en biotecnología, destacando en la producción de enzimas, síntesis de ésteres de carbohidratos y en la generación sostenible de lípidos microbianos a partir de residuos industriales.

contacto: acampos_posdoc@ciatej.mx



Leticia Casas Godoy

Investigadora por México comisionada a la Unidad de Biotecnología Industrial del Centro de Investigación y Asistencia en Tecnología y Diseño del Estado de Jalisco. Posee una amplia experiencia en la búsqueda, modificación y diseño de enzimas degradadoras de plásticos, así como en la producción de lípidos microbianos, con un enfoque en la revalorización de residuos industriales para la generación de metabolitos de interés.

contacto: lcasas@ciatej.mx