

Optimizar la producción de bioplástico en bacterias



ESCUELA DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA

Por medio de un estudio computacional y experimental de la bacteria *Halomonas campaniensis*, los investigadores buscan aumentar su producción de poliéster biodegradable.

1 Departamento de Ingeniería Química y Bioprocesos, Escuela de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica de Chile.

2 Instituto de Ingeniería Biológica y Médica, Pontificia Universidad Católica de Chile.

3 Instituto de Ingeniería Matemática y Computacional, Pontificia Universidad Católica de Chile.

Investigadores principales

Camila Orellana (1, 2)
Pedro Saa (1, 3)
Carolina Deantas (1)

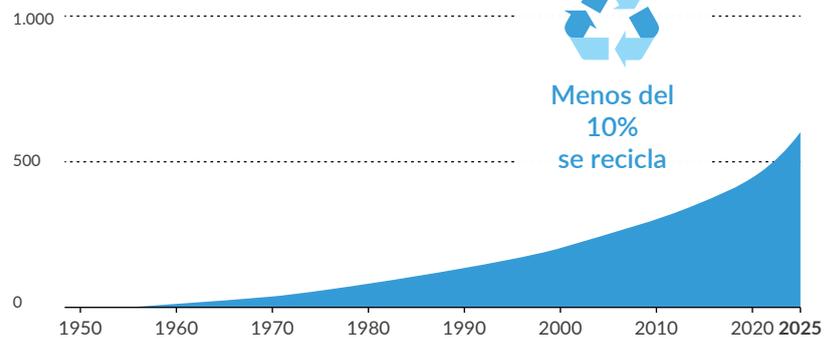
El problema del plástico

Este se fabrica a partir de combustibles fósiles como el petróleo, y la contaminación por plástico es un problema que amenaza los ecosistemas y la salud humana.



Producción mundial anual de plástico

En millones de toneladas



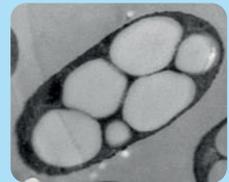
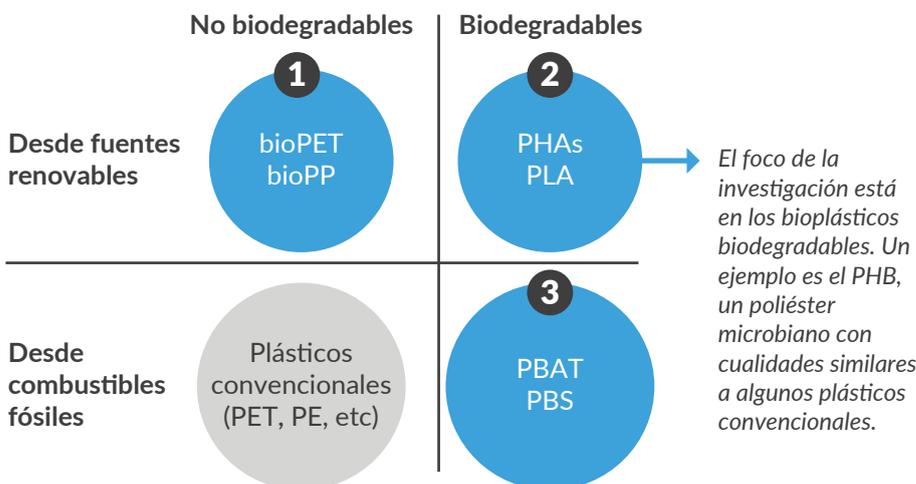
En busca de alternativas

El bioplástico aparece como una alternativa sustentable al plástico derivado de combustibles fósiles. Sin embargo, es necesario reducir sus costos de producción para hacerlo escalable y competitivo.

3 a 4 veces más altos pueden ser los costos asociados a su producción, en comparación con los del plástico tradicional.

¿Qué es el bioplástico y cómo se produce?

Los bioplásticos son materiales plásticos provenientes de fuentes renovables naturales, o bien, biodegradables. Existen 3 tipos:



Una bacteria productora de bioplástico

La bacteria *Halomonas campaniensis* es una gran productora y acumuladora de PHB, y tiene bajos requerimientos nutricionales.

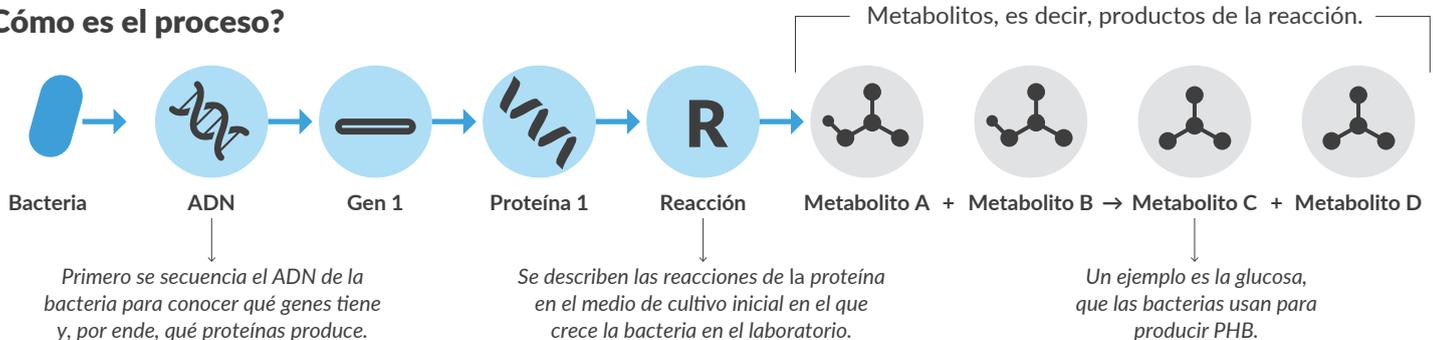
Puede producir un 70% de su peso seco de PHB y crece a altas concentraciones de sal y alto pH, evitando su contaminación.

Utilizando la información genómica de las bacterias, los investigadores trabajan en modelos matemáticos que permitan producir una mayor cantidad de biomasa y así hacer atractiva económicamente la producción de bioplástico.

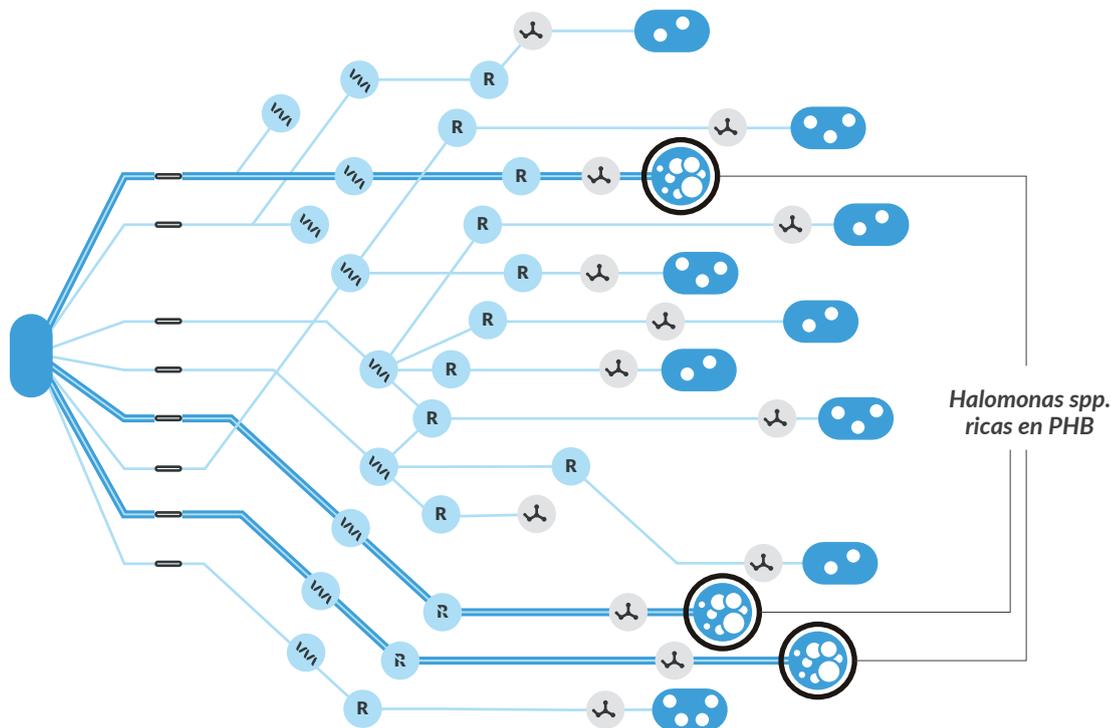
La investigación

Se construyó una representación matemática de las reacciones metabólicas de la bacteria *Halomonas campaniensis*, a escala genómica. A este “modelo metabólico” se le llamó HaloGEM y permite predecir los resultados de posibles intervenciones genéticas.

¿Cómo es el proceso?



En base a este proceso, HaloGEM genera una lista de todas las reacciones y metabolitos que pueden producirse, considerando todos los genes de la bacteria.



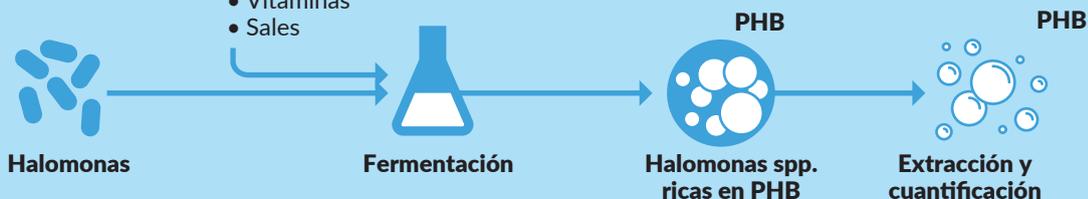
Finalmente, se realiza una simulación de las rutas necesarias para maximizar el crecimiento de la bacteria y la producción total de PHB.

En el laboratorio

Para evaluar la capacidad de predicción de HaloGEM, el modelo se valida mediante experimentos.

Medio de cultivo

- Fuente de nitrógeno (glutamato + arginina)
- Fuente de carbono (glucosa)
- Vitaminas
- Sales



1

Crecimiento de la bacteria en el medio inicial (el que entregó los datos para el modelo).

2

Preparación de seis nuevos medios de cultivo en base a las rutas sugeridas por el modelo para maximizar la cantidad de biomasa.

3

Crecimiento de las bacterias bajo las mismas condiciones del control.

4

Medición de biomasa.

5

Extracción de PHB y medición, para ver cuánto produjeron comparado con el control.

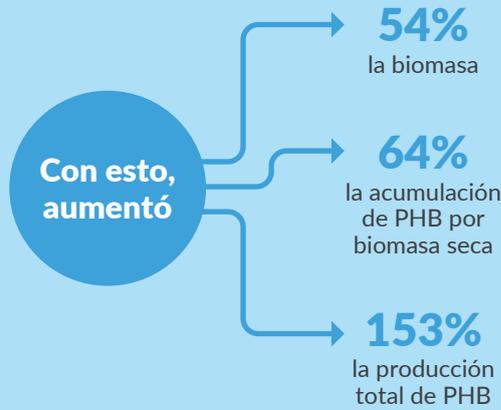
Futuro

Para avanzar hacia la próxima generación de bioplásticos y convertirlos en una alternativa viable es necesario seguir perfeccionando la producción de manera experimental.

A través de HaloGEM se logró:

Optimizar el medio de cultivo para aumentar la biomasa. Se confirmó que de las diferentes fuentes de nitrógeno propuestas por el modelo, la mezcla de glutamato y arginina fue la mejor.

- Se consiguió identificar qué genes modificar en *Halomonas* para producir más PHB.
- Se demostró que, bajo las condiciones estudiadas, el nitrógeno es el nutriente que limita el crecimiento de las *Halomonas*.



Próximos desafíos

- Modificación genética de *Halomonas* en los genes identificados por el modelo para aumentar producción de PHB.
- Probar con materia prima de menor costo que la glucosa, como aquella proveniente de desechos agroindustriales chilenos.
- Probar con agua de mar como medio de cultivo.
- Aumentar velocidad de crecimiento mediante evolución adaptativa en el laboratorio.

Aplicaciones futuras

La producción de PHB podría aplicarse a productos de alto consumo como bolsas plásticas e insumos biomédicos, contribuyendo así a disminuir los gases de efecto invernadero derivados de la producción de plástico tradicional, su circulación y su acumulación en el planeta.



Un aporte significativo para el medio ambiente

El PHB, al ser producido a partir de fuentes biológicas renovables, reduce las emisiones de CO₂ de la industria de plástico convencional. Y al ser biodegradable, se acumula por mucho menor tiempo en el medio ambiente.

La degradación de estos polímeros ocurre por el deterioro químico o la acción de enzimas asociadas con organismos vivos. Una amplia gama de especies microbianas pueden degradar el PHB, incluidos *Bacillus* y *Streptomyces*, microbios que se encuentran comúnmente en el suelo.

Ojo con:

Actualmente, se producen más de 400 millones de toneladas de plástico al año en el mundo, y solo el 0,5% son bioplásticos.