

¿Frijoles y lentejas como envases biodegradables? La ciencia y la ingeniería transforman las legumbres en una alternativa para producir plásticos biodegradables.



Figura 1. Imagen ilustrativa generada por IA con fines de divulgación científica

Cuando pensamos en frijoles, habas o lentejas, lo primero que nos viene a la mente es la cocina. Pero ¿y si estos ingredientes básicos también pudieran convertirse en envases ecológicos? Aunque suene sorprendente, la ciencia de los alimentos está demostrando que las leguminosas pueden desempeñar un papel clave en el desarrollo de polímeros biodegradables capaces de reemplazar, al menos en parte, los plásticos convencionales.

La búsqueda de alternativas

La industria alimentaria depende en gran medida de envases derivados del petróleo, tales como el famoso polipropileno (PP), el polietileno (PE), el poliestireno (PS) e incluso el tereftalato de polietileno (PET), pues con ellos podemos proteger los productos alimenticios y prolongar su vida de anaquel. Sin embargo, el impacto ambiental de estos materiales, junto con la disminución de la dependencia de los derivados del petróleo, ha impulsado la búsqueda de opciones más sostenibles y respetuosas con el medio ambiente. En este escenario surgen los biopolímeros, materiales obtenidos de fuentes naturales y renovables como proteínas, carbohidratos y lípidos.

Entre estas opciones, las proteínas vegetales han llamado la atención por su capacidad para formar películas continuas, resistentes y flexibles. En particular, las proteínas de las leguminosas destacan por ser accesibles y ampliamente cultivadas en muchas regiones del mundo y, por supuesto, en México.

¿Por qué usar proteínas de leguminosas?

Aunque el almidón es uno de los materiales más baratos y comunes para la formación de biopelículas y de envases rígidos, las proteínas de las leguminosas ofrecen ventajas importantes. Su estructura a nivel molecular les permite reacomodarse para formar redes que dan lugar a materiales con buenas propiedades mecánicas y de barrera.

No obstante, transformar proteínas en un material funcional no es tan sencillo. Las propiedades finales de las biopelículas dependen de cómo se procesan las proteínas y uno de los factores más importantes en este proceso es el potencial de hidrógeno, también conocido como pH.

Un estudio reciente analizó cómo el pH influye en las biopelículas formadas a partir de proteínas aisladas de frijol, haba y lenteja. Al modificar el pH de la solución (de neutro a alcalino), se observaron cambios notables en la estructura y el desempeño de los materiales. A pH más básico, las proteínas son más solubles y se “despliegan”, lo que facilita nuevas interacciones entre ellas. Este fenómeno se reflejó en biopelículas más flexibles, con menor permeabilidad al vapor de agua, una propiedad clave para proteger los alimentos de la humedad. En otras palabras, ajustar el pH permitió “diseñar” mejor el material a nivel molecular.

Las biopelículas elaboradas con proteínas de frijol y haba mostraron el mejor equilibrio entre la resistencia mecánica y la capacidad de barrera, superando a las de lenteja en varios aspectos. En condiciones alcalinas, estos materiales resultaron más elásticos y ofrecieron una mejor protección frente al paso del vapor de agua, lo que los hace especialmente interesantes para aplicaciones en alimentos.

Además, el análisis estructural y térmico confirmó que el pH modula la organización y el enlace de las proteínas, dando lugar a materiales con propiedades ajustables según la necesidad.

¿Son comestibles? ¿Son realmente sostenibles?

Aunque estas biopelículas están hechas con ingredientes de grado alimentario, su objetivo principal no es su consumo, sino funcionar como películas (envases flexibles) y ser biodegradables. Para confirmar su impacto ambiental positivo, aún se requieren estudios de ciclo de vida y comparaciones con otros materiales de origen vegetal.

Aun así, los resultados son prometedores. Demuestran que ingredientes tan cotidianos como los frijoles y las lentejas pueden convertirse, gracias a la ciencia, en parte de la solución a uno de los retos ambientales de nuestro tiempo.

Este tipo de investigaciones nos anima a reflexionar y explorar nuevas alternativas; las leguminosas no solo nos alimentan, sino que también podrían ser clave para ayudarnos a diseñar envases sostenibles a base de plantas respaldados por la ciencia y la ingeniería.

Si quieres más información, puedes consultar nuestra publicación:

pH-Drive on the Design and Properties of Legume Protein-Based Films. *ACS Applied Polymer Materials*, 2025. 7(24), 16604-16615. <https://doi.org/10.1021/acsapm.5c03228>

Sobre los autores:

Dr. Ricardo H. Hernández Figueroa

Doctor en Ciencia de Alimentos, Universidad de las Américas Puebla, México.

Contacto: ricardoh.hernandez@udlap.mx

Dr. Alexis Piñeiro García

Doctor en Ciencias en Ingeniería Química, Tecnológico Nacional de México, México.

Contacto: alexis.pineiro@udlap.mx

Dr. Enrique Palou

Doctor en Ciencias de la Ingeniería, Washington State University, USA.

Contacto: enrique.palou@udlap.mx

Dra. Emma Mani López

Doctora en Ciencias de los Alimentos, Instituto Tecnológico de Veracruz, México.

Contacto: emma.mani@udlap.mx

Dr. Aurelio López Malo Vigil

Doctor en Ciencias Químicas, con especialidad en Ciencia de los Alimentos, Universidad de Buenos Aires, Argentina.

Contacto: aurelio.lopezm@udlap.mx