

Elaboración de bioplástico a partir de almidón de granos

Bioplastic production from beans starch

Reydi De Gracia¹, Eduardo González¹, Kendrith Vega¹, Virna Montenegro¹, Nacari Marin^{1*}

¹Universidad Tecnológica de Panamá, Centro Regional de Azuero, Facultad de Ingeniería Mecánica, Panamá

Fecha de recepción: 29 de mayo de 2023. Fecha de aceptación: 13 de noviembre de 2023.

*Autor de correspondencia: nacari.marin@utp.ac.pa

Resumen. El prominente crecimiento de la contaminación plástica ha llevado a la búsqueda de soluciones para erradicar casi por completo los plásticos de un solo uso a los materiales biodegradables de un solo uso, siempre buscando que no sean perjudiciales para el ambiente. El objeto de esta investigación es el estudio de la fabricación de polímero biodegradable a base de almidón de granos, se utiliza específicamente frijoles negros, frijoles rojos y lentejas. A partir de la metodología consultada en la literatura para la extracción de almidón y fabricación de biopolímeros a base de maíz y tubérculos, se generó un procedimiento modificado para la extracción de almidón partir de granos, este utilizado como el componente principal para la fabricación de láminas de material. Como resultado de la investigación se logró obtener almidón de dos de los tres granos utilizados. Las características del almidón para los frijoles negros y lentejas fueron similares. La cantidad de almidón de frijoles rojos se toma como referencia para determinar la cantidad de almidón con referencia a una cantidad específica de materia prima. A nivel cualitativo, se apreciaron diferencias de textura y elasticidad entre el bioplástico de frijol negro, en comparación con el obtenido a partir de lentejas.

Palabras clave. Almidón, biodegradable, bioplástico, frijoles negros, granos, lentejas, porotos.

Abstract. The prominent growth of plastic pollution has led to the search for solutions to almost completely eradicate single-use plastics to single-use biodegradable materials, always seeking that they are not harmful to the environment. The object of this investigation is the study of the manufacture of biodegradable polymer based on grain starch, specifically black beans, red beans and lentils are used. From the methodology consulted in the literature for the extraction of starch and manufacture of biopolymers based on corn and tubers, a modified procedure will be maintained for the extraction of starch based on grains, this used as the main component for the manufacture of sheets of material. As a result of the investigation, it is possible to obtain starch from two of the three grains used. Starch characteristics for black beans and lentils were similar. The amount of starch of red beans is taken as a reference to determine the amount of starch with reference to a specified amount of raw material. At a qualitative level, differences in texture and elasticity were observed between the black bean bioplastic, compared to that obtained from lentil.

Keywords. Starch, biodegradable, bioplastic, black beans, grains, lentils, beans.

1. Introducción

El uso del plástico ha aumentado de una manera muy alarmante actualmente, porque si nos remontamos a la década de los cincuenta se observa que el uso del plástico para esa fecha apenas llegaba a 3 millones de toneladas al año, mientras que en la década de los noventa se generaban 150 millones de toneladas [1]. En la actualidad se reportan alrededor de 300 millones de toneladas [1], lo que indica un incremento importante del uso de plástico, en particular, en aplicaciones de un solo uso. En los suelos y en los océanos terminan más de un tercio de estos residuos plásticos. La gran parte de este plástico se desintegra en partículas minúsculas de 5 milímetros

denominados como microplásticos, que al descomponerse podrían aún llegar hasta a ser nanopartículas (menor de 0.1 micrómetros de tamaño). La contaminación terrestre por plástico es mayor que en los mares (entre 4 y 23 veces más) [1].

El aire es un medio que está siendo también sumamente afectado. La fabricación de componentes y piezas a partir de materiales plásticos, de por sí, libera una cantidad variada de toxinas en el aire, pero además de ello, muchos de los plásticos a nivel mundial son quemados liberando así muchos otros

componentes tóxicos que provocan problemas de salud en el ser humano y todos los seres vivos que habitan el planeta [1].

La compleja situación actual por el uso indiscriminado de plásticos en casi todos los campos, en los hogares y en el sector industrial, han sustituido gradualmente el metal tradicional, la madera y materiales de cuero, lo que propiciado el desarrollo de nuevos materiales y métodos de producción que permitan generar plásticos provenientes de fuentes naturales renovables y que un periodo de degradación más corto, presente las mismas propiedades que el plástico tradicional. Estos son los llamados “bioplásticos” [2].

Los bioplásticos han llegado como una solución para ayudar a disminuir tanto las emisiones de dióxido de carbono como el calentamiento global que se ha transformado en una seria preocupación para la comunidad científica y organizaciones. Mientras que la producción de plásticos comunes requiere una introducción neta de carbono en ecosistemas del planeta, el CO₂ liberado por los bioplásticos originalmente provienen de la biomasa, y, por lo tanto, es potencialmente de carbono neutral en su ciclo de vida [2].

En Panamá han surgido investigaciones sobre esta problemática, iniciativas que han traído a la creación de un sin número de biopolímeros a base de productos nacionales, como son los tubérculos como la yuca, ñame, entre otros [3]. Al igual se han utilizado las semillas de los mangos, fruta abundante en la región central de Panamá [4].

Esta investigación se centró en el potencial que tienen los granos como frijoles negros, lentejas y porotos para la elaboración de bioplásticos a partir de almidón obtenido de los mismos, considerándose esta como una alternativa dada la disponibilidad que hay de esta materia prima por ser productos cultivados en el país [5].

2. Materiales y Métodos

Materiales utilizados: granos (frijoles negros, frijoles rojos y lenteja), licuadora, colador de malla, microondas, glicerina pura comercial, vinagre blanco y agua.

2.1 Materia prima

Los granos utilizados en la investigación son *Phaseolus vulgaris L* (frijol negro), *Phaseolus vulgaris L* (porotos), *Lens culinaris* (lentejas), se usó de cada uno 0.907 kg (2 lb).

2.2 Aislamiento del almidón

Para la extracción del almidón de los granos seleccionados (frijoles negros, porotos y lentejas) se inició el proceso dejando los frijoles remojando en agua, cada uno en un recipiente separado, durante un tiempo no tan prolongado o hasta que se observe que se reduce el agua considerablemente.

Luego se procedió a licuar con agua cada uno de los granos por separado, con el objetivo de obtener una consistencia espesa. Después de esto se procedió a tamizar este líquido espeso con ayuda de un colador de malla. Se agregó más agua y se dejó reposando por un tiempo aproximado de 30 minutos. Pasado este tiempo se observó que se generaron dos fases en el envase, una líquida en la parte superior y un sedimento en el fondo del envase. Se desechó la parte líquida para dejar solo el sedimento en el fondo. Este procedimiento se repitió para que todo el sedimento no deseado aun restante en el paso anterior pueda eliminarse y así dejar el almidón del fondo de envase.

Mediante el procedimiento anterior se obtuvo un almidón húmedo, el que se colocó en un recipiente cerrado para que reposara por un periodo de 24 horas en el refrigerador.

Por último, el almidón almacenado en el recipiente se colocó en el microondas para sacar la posible humedad restante. Una alternativa a este procedimiento es colocar a secar en al sol (en el exterior), en especial, durante la estación seca, donde la humedad del ambiente no afecte el secado para la obtención del almidón [3].

2.3 Elaboración de bioplástico

Para la elaboración del bioplástico se basó en la metodología propuesta de investigaciones consultadas, en la que se desarrollaron biopolímeros a base de tubérculos, mangos y frijoles [3-12]. Para la elaboración del bioplástico, a parte del almidón, se incluyó agua, glicerina y vinagre, en proporciones definidas (ver tabla 1). Las proporciones se consideraron en base a las investigaciones realizadas en la bibliografía consultada [3][5].

En la figura 1: se puede observar el procedimiento de extracción de almidón compilado.



Figura 1. Pasos por seguir para la extracción de almidón en los granos estudiados.

Para el procedimiento de la fabricación del biopolímero se estableció las proporciones presentes en la tabla 1, las cuales fueron establecidas al dar seguimiento a la metodología ya estudiada [3][5].

Tabla 1. Componentes y proporciones para la fabricación del biopolímero

Componentes	Cantidad (Porcentajes)
Almidón	10 g (8,33%)
Agua	100 ml (83,33%)
Glicerina	5 ml (4,16%)
Vinagre	5 ml (4,16%)

Todos los componentes se mezclan en un recipiente hasta que se homogenice la solución y luego se vertieron en una sartén antiadherente durante aproximadamente 4 a 5 minutos a fuego medio. Se sigue mezclando de manera constante para evitar se formen grumos hasta obtener una mezcla pastosa, se procede a apagar la fuente de calor, luego se vierte en una lámina de papel de hornear para evitar que se adhiera mientras se espera su secado por 2 a 4 días. En la siguiente imagen se muestra la metodología empleada en la elaboración del bioplástico. En la figura 2 se pueden observar la metodología empleada para la fabricación del bioplástico. En primer lugar se vierte la mezcla de almidón.

Tabla 2. Rendimiento del almidón en los granos utilizados

Grano	Gramos utilizados(g)	Almidón total (g)	Eficiencia (%)
Lenteja	907.185	453.59	22.05%
Frijoles negros	907.185	589.67	12.72%
Porotos	907.185	90.72	0.1%

En la figura 2 se pueden observar la metodología empleada para la fabricación del bioplástico. En primer lugar, se vierten en un sartén antiadherente todos los componentes previamente mezclados. Es importante revolver la mezcla de forma constante y uniforme durante la elaboración del bioplástico. La mezcla debe distribuirse a lo largo del sartén antiadherente y colocar una lámina de papel encerado (o de hornear). Esto facilita la manipulación del material. Se le da forma a la mezcla y se deja secar.



Figura 2. Procedimiento utilizado para la fabricación de películas de bioplástico.

3. Resultados y discusión

3.1. Eficiencias de la extracción

Se compara la cantidad de almidón resultante de porotos, lentejas y frijoles negros que fue extraído por medio de procedimientos caseros en base a la lectura de investigaciones ya realizadas [4][5][6].

En la tabla 2 se observan los valores obtenidos y se comparan las cantidades iniciales con los gramos de almidón extraídos, con ello se obtiene la eficiencia de producción. Los valores se pueden ver afectados debido a que para la extracción del almidón no usamos métodos con una alta eficiencia como el método Soxhlet, el cual parte de la separación de mezclas líquido – sólido por extracción, las extracciones se hacen a partir de disolventes que ayudan a que la mezcla se divida por diferencias de densidades y granulometría.

3.2 Bioplásticos elaborados y extracción de almidón

Para el procedimiento de elaboración de bioplástico se utilizan dos de los tres granos estudiados, los frijoles negros y las lentejas.

El almidón de los antes mencionados fue extraído de manera exitosa, pero este comportamiento no fue observado en el poroto pues este no mostro casi presencia de almidón por lo que no era posible trabajar con este.

Esto ocurrió debido a que la mayoría del almidón se iba en el agua o se quedaba en el grano, por lo que no fue un procedimiento fácil de emplear.

A continuación, se observan las muestras de bioplásticos realizadas en la experimentación (figuras 3, 4, 5 y 6).



Figura 3. Muestra de bioplástico de lenteja con 20 gramos de almidón.



Figura 4. Muestra de bioplástico de lenteja con 10 gramos de almidón.



Figura 5. Muestra de bioplástico de frijoles negros con 20 gramos de almidón.



Figura 6. Muestra de bioplástico de frijoles negros con 10 gramos de almidón.

4. Conclusiones

A partir de esta investigación se pudo demostrar que se puede extraer almidón a partir de granos como las lentejas, los porotos y los frijoles de los cuales se pudo extraer una mayor cantidad de almidón de las lentejas y los frijoles negros.

La eficiencia del almidón extraído puede aumentar si se realiza los debidos métodos que permitan evitar la pérdida de este componente, debido a que en el proceso de esta investigación se utilizó una metodología en base a procedimientos caseros, por lo que en el transcurso de la experiencia hubo pérdidas dando por resultado una baja eficiencia en la extracción del almidón.

Las condiciones de fabricación presentadas permitieron generar solo bioplástico de los frijoles negros y las lentejas.

A nivel cualitativo se pudo verificar la elasticidad y textura de los biopolímeros extraídos.

AGRADECIMIENTOS

Al Fablab UTP Azuero por el apoyo brindado durante el desarrollo de esta investigación.

CONFLICTO DE INTERESES

Todos los autores afirmamos que se leyó y aprobó la versión final de este artículo.

REFERENCIAS

- [1] Uso del plástico y sus consecuencias. (s. f.). Reciclados La Trinchera. <https://recicladoslaltrinchera.com/uso-del-plastico-consecuencias/>
- [2] Laura Vanessa Ballesteros Paz (2014). Los bioplásticos como alternativa verde y sostenible de los plásticos basados en petróleo[PDF]. http://bibliotecadigital.usb.edu.co/bitstream/10819/2247/1/Lo%20Biopl%C3%A1sticos_Laura%20Ballestero_USBCTG_2014.pdf
- [3] Rodríguez, J., Montenegro, V., & Marín, N. (2022). Fabricación de polímeros a base de almidón de tubérculos panameños seleccionados. Revista De Iniciación Científica, 8(1). <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v8.1.3508>

- [4] Ruiloba, I., Li, M., Quintero, R., & Correa, J. (2018). Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango. *Revista De Iniciación Científica*, 4, 28-32. <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v4.0.1815>
- [5] Salmoral, E., González, M., & Mariscal, M. (2000). Biodegradable plastic made from bean products. *Industrial Crops and Products*, 11(2-3), 217-225. [https://doi.org/10.1016/s0926-6690\(99\)00057-6](https://doi.org/10.1016/s0926-6690(99)00057-6)
- [6] Palou, N. (2017, 22 junio). Lentejas, energéticas y saludables para el corazón. *La Vanguardia*. Recuperado a partir de <https://www.lavanguardia.com/vivo/ecologia/20170203/413987499802/lentejas-nutricion-colesterol-corazon-energia-proteinas-fibra.html#:~:text=%E2%80%9CEn%20100%20gramos%20de%20lentejas,1%2C7%20gramos%20son%201%20%20C3%A> Dpidos.
- [7] de Durango, E. S. (2018, 16 marzo). ¿Por qué debes consumir frijoles negros? *elsiglodedurango.com.mx*. Recuperado a partir de <https://www.elsiglodedurango.com.mx/noticia/948080.porque-debes-consumir-frijoles-negros.html#:~:text=Adem%C3%A1s%2C%20el%2065%25%20del%20peso,los%20frijoles%20negros%20es%20ba> jo.
- [8] Castillo, R., Escobar, E., FernándezD., GutiérrezR., Morcillo, J., NúñezN., & PeñalozaS. (1)(2016). Bioplástico a base de la cáscara del plátano. *Revista De Iniciación Científica*, 1(1), 34-37. Recuperado a partir de <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346>
- [9] Maevska, K. (2019, 24 enero). Bioplastic from bean culls. *Top Crop Manager*. <https://www.topcropmanager.com/bioplastic-from-bean-culls-13624/>
- [10] Origin of bioplastic. (2022, 31 mayo). *NATUREPLAST*. <http://natureplast.eu/en/the-bioplastics-market/origin-of-bioplastic/>
- [11] Casas huaca, JD, Guerrero Daza, HL (2021). Estudio de la viabilidad de los bioplásticos a base de almidón en Colombia por medio del análisis comparativo entre dos materias primas: la papa y el maíz [PDF] Recuperado a partir de <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8761/1/52214-2021-2-GP.pdf>
- [12] A. (2020, 19 diciembre). Método Soxhlet. ✓ Métodos de Separación de Mezclas. Recuperado a partir de <https://metodosdeseparaciondemezclas.com/metodo-soxhlet/>