

Biodegradable Packaging Made from Banana Peels

Envases biodegradables hechos a base de cáscara de plátano

Estefanny Lora^{1*}, Alison Anave¹, Yesly Iriarte¹, Aline Pabón¹, Adriana Pérez²,
Pamela Vidal¹, Aracely Sandalio¹

ABSTRACT

Given the increase in production, the excessive use of plastic and knowing the negative impact it has on the environment, sustainable alternatives are being sought to replace this material; that is why there is a great demand for the development of new materials that are friendly to our mother earth. The current work aims to prepare bioplastic sheets made from banana peel as the main raw material. In the process, a mixture of glycerin, corn starch and vinegar (acetic acid) was added, resulting in brown biodegradable containers and sheets, similar to the results of other research using this biological material, and with more time to show signs of deterioration compared to other bioplastics.

Keywords Banana; bioplastics; packaging; polymers

RESUMEN

Ante el incremento de la producción, el uso excesivo de plástico y conociendo el impacto negativo que tiene sobre el medio ambiente, se está buscando alternativas sostenibles para reemplazar este material; es por ello que existe una gran demanda para el desarrollo de nuevos materiales amigables con nuestra madre tierra. La presente investigación tiene como objetivo la preparación de láminas de bioplásticos hechos a partir de cáscara de plátano como la principal materia prima. Durante el proceso se le añadió una mezcla de glicerina, almidón de maíz y vinagre (ácido acético); dando como resultado envases y láminas biodegradables de color marrón, similares a los resultados de otras investigaciones que utilizaron este material biológico, y con más tiempo para mostrar indicios de deterioro en comparación a otros bioplásticos.

Palabras Claves Banana; bioplásticos; polímeros.

Recibido 29 de noviembre de 2022

Aceptado 14 de diciembre de 2022

¹ Universidad Privada del Valle, Cochabamba, Bolivia, tefylorap@gmail.com,

² Universidad Privada del Valle, La Paz, Bolivia, adriana.perez.m32@gmail.com,

*Autor para correspondencia: Cel: 72973379; email: tefylorap@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

El creciente interés por los bioplásticos tiene dos causas principales: la primera es la excesiva producción de materiales plásticos, la segunda es su difícil eliminación y las consecuencias negativas que se tiene como resultado (Gareth et al., 2017).

El éxito de los plásticos y su continuo crecimiento pueden atribuirse a sus siguientes características: bajo precio, durabilidad, relación resistencia-peso y contribución a la facilidad de la vida cotidiana (Saharan y Ankita, 2012). Gracias a estas propiedades la producción mundial de plásticos ha aumentado de forma constante hasta llegar a los 359 millones de toneladas métricas el 2018, y se prevé que se duplique en los próximos 20 años (Agenda, 2016).

El informe Producción, uso y disposición final de los plásticos de un solo uso en Bolivia presentado el 2021 indica que en nuestro país se desechan 142.699 toneladas de plástico al año. Una alternativa a este problema es sustituir los plásticos hechos a base de petróleo por bioplásticos, que son plásticos formados a partir de biomasa renovable compuesta de biopolímeros, almidón, celulosa y una variedad de otras fuentes (Narancic et al., 2020); un gran porcentaje de los bioplásticos son biocompostables, es decir, que pueden ser degradados por la acción de organismos. Estos han sido cada vez más destacados como medio para ahorrar combustibles fósiles, reducir las emisiones de CO₂, los residuos de este material, la contaminación de suelos, aguas y el daño a la fauna a causa de su lenta degradación. La demanda actual está enfocada a que se produzcan y se utilicen (Singh y Sharma, 2008).

En estos días ya existen bioplásticos 100% degradables. Su tiempo de biodegradación no tarda más de un año y contaminan 85% menos que el plástico convencional (Castillo et al., 2021). Sin embargo, el tiempo que demora en degradarse depende del material usado. Por otro lado, en Bolivia la producción de plátano es abundante en las zonas tropicales. El presidente de la Organización Comunitaria Bananera del Trópico de Cochabamba sostuvo que en 2020 se logró alcanzar 130 mil toneladas de banano para exportación (AHORA EL PUEBLO , 2021).

Tomando en cuenta que la cáscara representa el 30% del fruto (Cubilla et al., 2019), que no es aprovechado, este puede llegar a ser un beneficioso desecho agroindustrial, tanto de los productores y de aquellas industrias de plátanos y sus derivados.

Es por ello, que se propone el uso de la cáscara de plátano en el proceso de producción de bioplásticos, con características y propiedades favorables para los seres vivos y nuestro

planeta, aprovechando la ventaja con la que contamos al ser grandes productores de este fruto en Bolivia.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1. Materiales

La materia prima que se empleó en la elaboración es la cáscara de plátano verde que fue recolectada de empresas que se dedican a la comercialización de este fruto y todos sus derivados. Los materiales utilizados se detallan en la tabla N°1.

Tabla 1. Materiales y equipos para la elaboración del bioplástico.

Ítem	Denominación	Cantidad	Unidad
1	Olla mediana	1	Pieza
2	Cuchara	1	Pieza
3	Licuadora	1	Pieza
4	Cuchillo	1	Pieza
5	Colador	1	Pieza
6	Tabla de picar	1	Pieza
7	Moldes para dar forma	5	Pieza
8	Papel aluminio	1	Rollo
9	Laminas plásticas	3	Pieza
10	Taza	1	Pieza
11	Tijera	1	Pieza
12	Balanza Digital	1	Pieza

2.1.1. Insumos

En la tabla N°2 se detallan los insumos utilizados en la prueba:

Tabla 2. Insumos para la elaboración del bioplástico.

Ítem	Denominación	Cantidad	Unidad
1	Cáscara de plátano	5.0	Pieza
2	Agua potable	5.0	Tazas
3	Glicerina	2.0	Cucharada
4	Almidón de maíz	8.0	Cucharada
5	Vinagre blanco	2.0	Cucharada
6	Ácido cítrico	4.0	Gramos

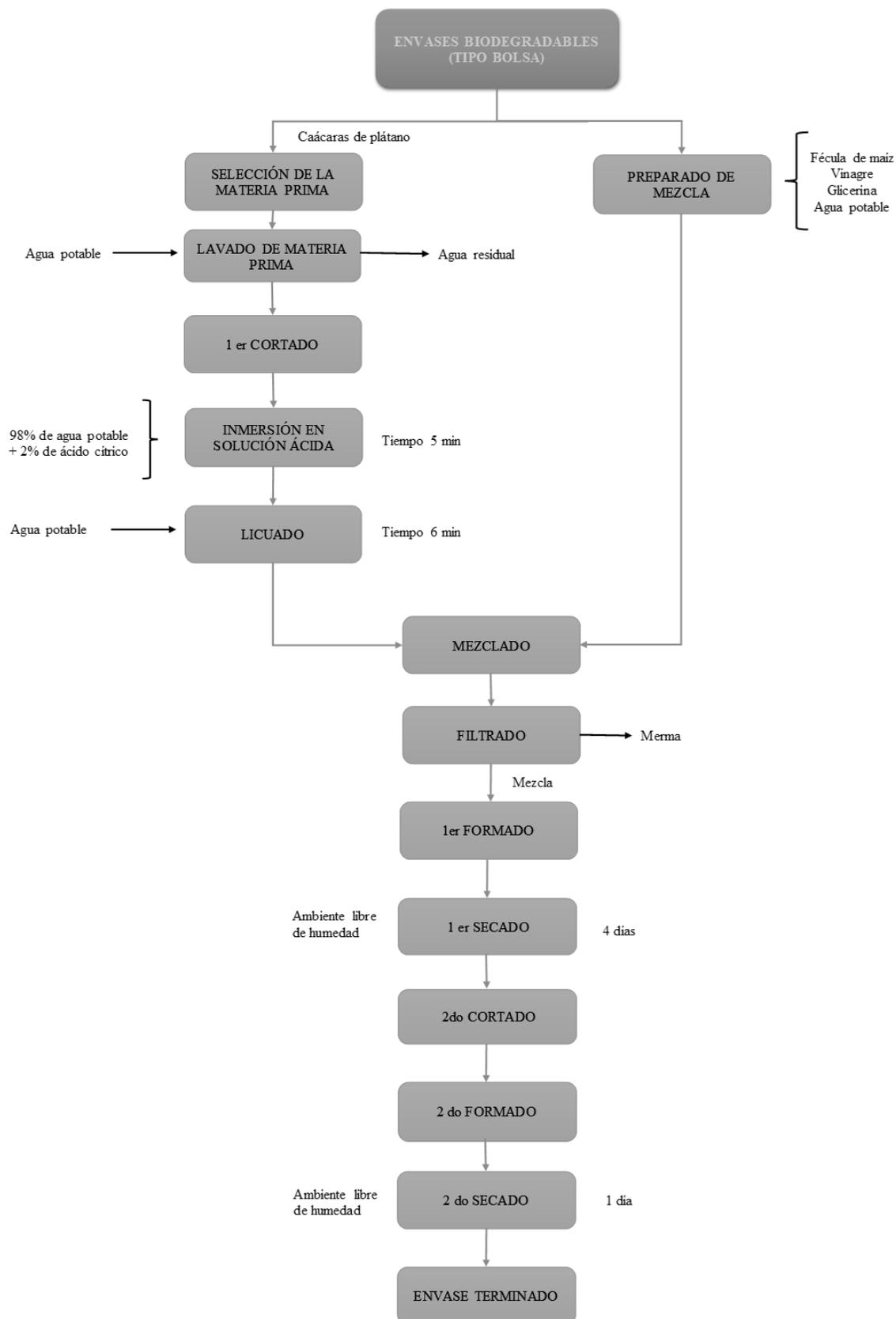


Figura 1. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de envases biodegradables.

2.2. Obtención del bioplástico

2.2.1. Diagrama de flujo del proceso

En el diagrama N°1 se indica el procedimiento utilizado para el desarrollo de los envases biodegradables hechos a base de cascará de plátano.

Se lavó la cáscara de plátano con agua potable, con el fin de eliminar toda la suciedad, posteriormente se pesó las cáscaras y se tomó registro del peso inicial. Posteriormente, se cortó las cáscaras en aproximadamente 2 centímetros de ancho sobre una tabla con un cuchillo. Además, se añadió las cáscaras picadas en una mezcla de 98% de agua potable y 2% de ácido cítrico, dejando reposar por 5 minutos aproximadamente (Figura 2). Pasado el tiempo, se retiró las cáscaras con un tamiz y finalmente se lavó con agua potable.



Figura 2. Inmersión de las cáscaras en solución ácida.

Se licuaron las cáscaras de plátano más agua potable en la proporción de 5 cascaras (Unid) – 1,5 Agua (Tazas). Se obtuvo la mezcla que fue denominada mezcla 1, que se presenta en la Figura 3.



Figura 3. Mezcla obtenida del licuado (Mezcla 1)

En una olla mediana se agregó 8 cucharadas de fécula de maíz, 2 cucharadas de vinagre, 2 cucharadas de glicerina y 2 tazas de agua. Se llevó a fuego bajo y se mezcló hasta disolver completamente hasta que quede sin ningún grumo, una vez completamente

disuelto se aumentó la intensidad del fuego y se removió hasta que la preparación espese (Figura 4), se apagó la estufa y se siguió moviendo de manera envolvente para evitar grumos y a esta preparación se denominó Mezcla 2.



Figura 4. Mezcla 2 fría.

Se incorporaron la mezcla 1 (Figura 3) y la mezcla 2 (Figura 4), en una licuadora y se licuó durante 8 minutos a velocidad media. Obteniendo la nueva mezcla que se denominó como mezcla 3.

Se filtró con un tamiz para que no queden trozos grandes o grumos, obteniendo una merma de 0,23 kilogramos (16,59%) por el filtrado y 0,06 kilogramos (8,88%) perdidos en los diferentes utensilios (Espátula, paredes de la licuadora, entre otros), finalizando con 1,02 kilogramos (74,53%) de masa total útil. Las características se pueden observar en la Figura 4.

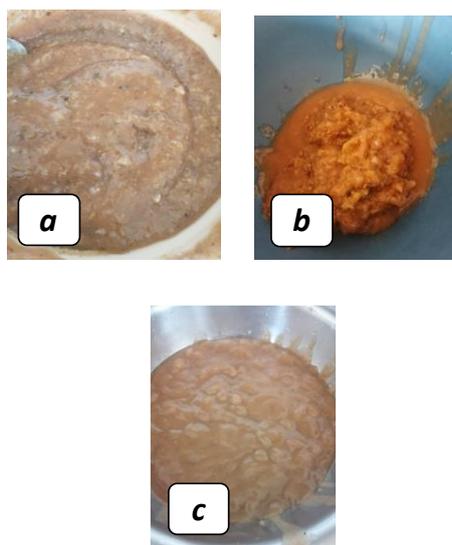


Figura 5. a) Mezcla 3, b) Merma obtenida del filtrado, c) Masa final de la mezcla 3

Se extendió la mezcla en láminas plásticas y de aluminio de forma rectangular (Figura 5), se dejó secar en un lugar frío y sin humedad durante 4 días.

Figura 6. Formación de laminas



Se retiró el bioplástico de las láminas de plástico y de aluminio, se cortaron los bordes con ayuda de una tijera, para poder afinar y en rectar la lámina con la finalidad de que tenga una fácil manipulación (Figura 6).



Figura 8. Lámina de bioplásticos.

Se unieron los extremos y la parte inferior del envase con un residuo de la mezcla 3, finalmente se dejó secar por 1 día (Figura 8).



Figura 8. Formación de envases tipo funda.

Para la formación del envase hondo, se usaron platos hondos medianos como moldes, se procedió a cortar en tiras rectangulares 2 láminas de bioplástico, se puso una sobre otra, para luego unirlo con residuo de la mezcla 3 (Figura 9).



Figura 9. Formación de envases hondos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Eficiencia de las cáscaras de plátano

Se usó cáscara verde del plátano; ya que, a partir de varios estudios se confirmó que el almidón está más presente en esta variedad, en comparación con la de plátano maduro, esto debido al rompimiento del almidón en azúcares.

Por otro lado, esta cáscara de plátano se mezcló con glicerina como agente plastificante, fécula de maíz apoyando al almidón presente en la cáscara de plátano, vinagre (ácido acético) para que la estructura del plástico del polímero se estabilice y a pesar de que no se conoce la especie del plátano utilizado, este fue efectivo y con buena eficiencia.

Los resultados fueron láminas de bioplástico suaves por el lado que secaron sobre el aluminio y por el otro lado quedó una estructura áspera. Se tomó 4 días para que sequen por completo. Los resultados finales se muestran en la Figura 9 y Figura 10.



Figura 10. (a) Envases tipo funda terminados y (b) Envases hondos terminados.

3.2. Problemas al formar los envases biodegradables

Para los envases, los tres primeros experimentos fueron secados en láminas de aluminio, las cuales dificultaron el retiro del bioplástico. Por lo tanto, se recomienda utilizar láminas de plástico, ya que facilitaron el proceso de retiro una vez seco, a causa de la flexibilidad al momento de manipular las láminas.

Se tuvo que usar una muestra extra para moldear los envases y para este proceso se requería otros 2 a 3 días de secado. Al poner la mezcla recién hecha sobre el bioplástico ya seco esta se arrugaba y causaba que el plato hondo se deforme.

3.3. Transparencia y apariencia del bioplástico

El color que se obtuvo de la mezcla antes de ser secado fue de caramelo claro exactamente el código de color #ED9A5F; pero, cuando la mezcla es secada sufre una oxidación, esto a pesar de haber hecho una inmersión de las cáscaras de plátano en solución ácida antes

del procesamiento de los envases biodegradables, teniendo como color final un subtono más oscuro con el código de color #AE6938.

Las láminas de bioplástico sufrieron una contracción leve al igual que en la bibliografía consultada. Por otro lado, se obtuvo laminas más resistentes en comparación con bioplástico hecho a base de cáscara de mango donde se describe como frágil y quebradizo (García, 2020) (Figura 11).

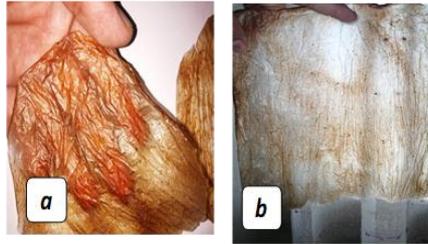


Figura 11 a) Contracción leve de las láminas, b) Transparencia de las láminas

3.4. Biodegradabilidad

Después de una semana de haber elaborado los envases, las dos distintas presentaciones mostraron una oxidación progresiva llegando a un color con el código #73533D y después de 30 días no hubo presencia de moho, a comparación de estudios que indican que el bioplástico hecho a base de fibra de la cáscara de coco presenta crecimiento de moho en ese tiempo transcurrido (García, 2020).

En los envases estilo funda a los 30 días después de haber sido elaborados se observó deterioro; en cambio, en los platos después de 27 días no presenta indicios visibles de deterioro.

4. CONCLUSIONES

Se obtuvo una película de bioplástico resistente pero que se va contrayendo y oxidando de manera constante y muestra deterioro a partir de los 30 días después de su elaboración. Se propuso dos diferentes presentaciones como alternativa a reducir el consumo del plástico convencional. Se puede mencionar que este trabajo puede tener mejoras sobre: El color, mediante un proceso que detenga el pardeamiento por oxidación de la cáscara de plátano; la transparencia mediante procesos químicos autorizados para los envases; además de la textura, ya que las láminas fueron extendidas manualmente y esto no permitió que se obtuviera un bioplástico totalmente parejo.

Para finalizar, el bioplástico elaborado demostró que la cáscara de plátano puede ser utilizado para la elaboración de biomateriales y considerando que Bolivia es un gran productor de esta fruta, esperamos que el presente estudio motive a nuevas investigaciones dirigidas al aprovechamiento de este recurso considerado como desecho agroindustrial.

REFERENCIAS

- Agenda, I. (2016). The New Plastics Economy Rethinking the future of plastics. In World Economic Forum (p. 36).
- Castillo R., Escobar E., Fernández D., Gutiérrez R., Morcillo J., Núñez N., Peñaloza.S. (2021). BIOPLÁSTICO A BASE DE LA CÁSCARA DEL PLÁTANO. 2021, de UTP Obtenido de: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/ric/article/view/346/html>
- Contreras C., Cruz M., Mendoza M. (2020) Elaboración de utensilios de bioplástico a base de la cáscara de plátano. Obtenido de: <https://www.eumed.net/rev/cccss/2020/05/elaboracion-utensilios-bioplastico.html>
- Cubilla, K., González, Y., Montezuma, G., Samudio, M., Gómez, E. (2019). Fibra de coco y cáscara de plátano como alternativa para la elaboración de material biodegradable. *Revista de Iniciación Científica*, 5(2), 15–20. Obtenido de: <https://doi.org/10.33412/rev-ric.v5.2.2496>
- Elías, R. (2015). Mar del plástico: una revisión del plástico en el mar. Obtenido de: https://aquadocs.org/bitstream/handle/1834/10964/RevINIDEP27_83.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Gareth R., Sukunya R., Brian J., Tighe (2017). *Brydson's Plastics Materials* (Octava Edición), Marianne Gilbert, Butterworth-Heinemann.
- García Barrera A. (2020). Diseño innovador para la obtención y caracterización de un bioplástico utilizando como materia base la fibra de la cáscara de coco y papaya.
- Giraldo, J., Cuarán, J., García, L., & Pardo, L. (2014). Usos potenciales de la cáscara de banano: elaboración de un bioplástico. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 1(1), 7-21.
- Ian Tiseo. (2022). Producción mundial de plástico 1950-2020. 12/01. Obtenido de: <https://www.statista.com/statistics/282732/global-production-of-plastics-since-1950/>

- Lambis, H. (2016). Extracción de almidón a partir de residuos de piel de plátano. Obtenido de: https://www.researchgate.net/publication/303541238_Extraccion_de_almidon_a_partir_de_residuos_de_piel_de_platano
- Narancic, T., Cerrone, F., Beagan, N., O'Connor, K. E. (2020). Recent Advances in Bioplastics: Application and Biodegradation. *Polymers*, 12(4), 920. Obtenido de: <https://doi.org/10.3390/polym12040920>
- Perdomo, G. A. (2002). Plásticos y medio ambiente. *Revista iberoamericana polímeros*, 3(2), 1-13.
- Pereiras Varela, M. (2019). Contaminación marina por plásticos.
- Riya Singh (2017). Estudio comparativo de láminas bioplásticas de diferentes variedades de cáscara de plátano. Obtenido de: http://reports.ias.ac.in/report/20428/comparative_study_of_bioplastic_sheets_from_different_varieties_of_banana_peel
- Ruiloba, I., Quintero, R., Correa J. (2018). Elaboración de bioplástico a partir de almidón de semillas de mango. *Revista de Iniciación Científica*, 4, 28-32.
- Saharan, B., Ankita, S. (2012). Bioplastics-for sustainable development: a review. *Int J Microbial Res Technol*, 1, 11-23.
- Singh, B., Sharma, N. (2008). Mechanistic implications of plastic degradation. *Polymer Degradation and Stability*, 93(3), 561–584.
- Rimac León, A. C. (2019). Bioplásticos.