



FACTIBILIDAD DE ENVASES BIODEGRADABLES DE BIOPLÁSTICO OBTENIDO DE CÁSCARAS DE PLÁTANO Y MANGO

Yuliana Andrea Ortiz Vera
Universidad Politécnica Territorial del
Estado Táchira Mario Briceño Iragorrry
(UPTAIET)
San Cristóbal - Táchira
(yulianaorve@gmail.com)

Resumen. El incremento acelerado en la generación de residuos plásticos derivados del petróleo y el aumento en el precio de este recurso no renovable demandan nuevas alternativas de tratamiento, entre las cuales destaca la sustitución por bioplásticos. Por ello, este proyecto de investigación se centra en estudiar la factibilidad de elaborar envases biodegradables utilizando residuos orgánicos de plátano (*Musa paradisiaca*) y mango (*Mangifera indica*) que aporten almidones y proteínas, así como en identificar sus tiempos de degradación. La metodología se enmarcó en un proyecto factible de nivel descriptivo con enfoque cualitativo, empleando la recolección de datos documentales y la observación directa. Los resultados permitieron caracterizar la cáscara y determinar que el mejor método para la obtención de la matriz polimérica es la extracción de almidón, el cual, al mezclarse con agua, glicerina, benzoato y ácido acético, permite la formación de un envase biodegradable mediante el uso de moldes. Se logró conocer la cinética de biodegradación del material y la factibilidad económica del proceso basada en el bajo costo de la materia prima. Se concluye que el aprovechamiento de estos residuos orgánicos es eficiente para la producción de bioplásticos, cumpliendo con los objetivos de sostenibilidad y proporcionando una alternativa viable para disminuir el desperdicio de alimentos y el impacto ambiental de los plásticos convencionales.

Descriptores: Envases biodegradables, cáscara, mango, plátano, almidón.

FEASIBILITY OF BIODEGRADABLE BIOPLASTIC CONTAINERS OBTAINED FROM BANANA AND MANGO PEELS

Abstract. The rapid increase in the generation of petroleum-derived plastic waste and the rising price of this non-renewable resource demand new treatment alternatives, among which the substitution with bioplastics stands out. Therefore, this research project focuses on studying the feasibility of producing biodegradable packaging using organic waste from bananas (*Musa paradisiaca*) and mangoes (*Mangifera indica*) that provide starches and proteins, as well as identifying their degradation times. The methodology was framed within a descriptive feasibility study with a qualitative approach, employing documentary data collection and direct observation. The results allowed for the characterization of the peel and determined that the best method for obtaining the polymer matrix is starch extraction, which, when mixed with water, glycerin, benzoate, and acetic acid, allows for the formation of a biodegradable container using molds. The biodegradation kinetics of the material and the economic feasibility of the process, based on the low cost of the raw materials, were also established. It is concluded that the use of these organic wastes is efficient for the production of bioplastics, meeting sustainability objectives and providing a viable alternative to reduce food waste and the environmental impact of conventional plastics.

Keywords: Biodegradable packaging, peel, mango, banana, starch.

1. Introducción.

En la actualidad, el plástico representa uno de los materiales más abundantes y problemáticos en el planeta.



Su producción masiva y el uso indiscriminado han generado una preocupación global debido a la contaminación sistémica del agua, el suelo y el aire por acumulación de residuos persistentes. El principal impacto ambiental de estos materiales se observa en la degradación de los ecosistemas marinos, lo cual pone en riesgo la biodiversidad oceánica. Asimismo, los plásticos contribuyen significativamente a la emisión de gases contaminantes a la atmósfera y, al ser depositados en rellenos sanitarios, se convierten en fuentes críticas de sustancias tóxicas por su naturaleza como derivados del petróleo.

El nudo crítico de los plásticos convencionales reside en su prolongado período de degradación, estimado en aproximadamente 200 años. Ante esta realidad, surge la necesidad imperativa de implementar sustitutos que presenten propiedades funcionales semejantes, pero con una cinética de degradación acelerada y procesos de fabricación sostenibles. En

este escenario, los bioplásticos se posicionan como una solución viable; se trata de polímeros biodegradables sintetizados a partir de fuentes renovables, tales como desechos orgánicos, almidón, celulosa, aceites y azúcares.

Particularmente, los bioplásticos derivados del almidón extraído de tubérculos y frutas representan una alternativa estratégica. Esta innovación no solo permite mitigar el impacto ambiental, sino que también contribuye a la seguridad alimentaria y a la reducción del desperdicio de alimentos, al transformar residuos en herramientas tecnológicas que permiten al consumidor final optar por prácticas de consumo más responsables y sostenibles.

2. Desarrollo.

2.1. Metodología.

La investigación se consolida como un proyecto factible, definido por Dubs



(2002), y la UPEL (2016) como la elaboración de una propuesta de un modelo operativo funcional para solucionar problemas requeridos por organizaciones o grupos sociales. En este caso, la propuesta responde a la necesidad de mitigar el impacto ambiental de los polímeros sintéticos en el entorno del UPTAIET.

El nivel de investigación es descriptivo, puesto que se especifican las propiedades fisicoquímicas de las cáscaras y el comportamiento del bioplástico durante su síntesis y degradación. Bajo el enfoque cualitativo, se priorizó la comprensión de los procesos biotecnológicos. Al respecto, Álvarez (2001), sostienen que este enfoque permite descubrir preguntas de investigación a través de la interpretación de datos no numéricos.

Para la recolección de información, se empleó la observación directa en el laboratorio de bioquímica, utilizando como testigos clave los registros de comportamiento de la mezcla (viscosidad,

homogeneidad y flexibilidad) durante las fases de calentamiento y moldeado.

2.2. Resultados y discusión.

La obtención de bioplásticos a partir de residuos agroindustriales como las cáscaras de plátano (*Musa paradisiaca*) y mango (*Mangifera indica*) se fundamenta en la alta disponibilidad de polímeros naturales presentes en sus estructuras. A continuación, se analizan los resultados obtenidos en función de la caracterización de la materia prima y los procesos de biodegradación.

2.2.1. Caracterización de la Materia Prima.

Para garantizar la viabilidad del bioplástico, se analizó la composición química de ambas fuentes. La presencia de hidratos de carbono y fibra es determinante para la resistencia mecánica del envase final.



2.2.2. Análisis de la Cáscara de Plátano.

Según los datos obtenidos (Tabla 1), la cáscara de plátano presenta un 68.6% de hidratos de carbono en base seca. Este valor es el indicador más relevante, ya que representa la fuente principal de almidón necesaria para la formación de la matriz del bioplástico.

Tabla 1. Caracterización fisicoquímica de las cáscaras de plátano (Base Seca).

Indicador	Contenido Bs. (% m/m)	Desviación Estándar
Humedad	5.6	(0.6)
Grasa	6.5	(0.5)
Proteína	7.0	(0.4)
Fibra	3.0	(0.2)
Ceniza	9.3	(0.2)
Hidratos de carbono	68.6	(0.4)

Fuente: Datos obtenidos en la investigación.

2.2.3. Análisis de la Cáscara y Pulpa de Mango.

En cuanto al mango (Tabla 2), se observó que la cáscara mantiene una

estabilidad notable en sus componentes, independientemente de si el fruto es de calidad o descartado. Destaca el contenido de SST (Sólidos Solubles Totales), cercano al 24.65% en la cáscara, lo que complementa la estructura del bioplástico al aportar azúcares y polisacáridos que interactúan con el almidón de plátano.

Tabla 2. Composición química del Mango (Fruto descartado vs. Calidad).

Factor	Fruto descartado (Pulpa)	Fruto descartado (Cáscara)	Fruto de calidad (Pulpa)	Fruto de calidad (Cáscara)
Humedad	77.20 ± 0.23 ^b	71.15 ± 0.02	78.63 ± 0.42 ^a	71.14 ± 0.03
Cenizas totales	2.58 ± 0.02 ^a	3.76 ± 0.02	2.20 ± 0.01 ^b	3.75 ± 0.02
Lípido	0.77 ± 0.03 ^b	2.56 ± 0.00	1.11 ± 0.01 ^a	2.56 ± 0.02 ^{\$}
Fibra cruda	12.11 ± 0.48 ^a	12.33 ± 0.06	6.40 ± 0.02 ^b	12.37 ± 0.02
Proteína	0.46 ± 0.02 ^b	0.38 ± 0.00	0.60 ± 0.00	0.38 ± 0.00



cruda	a			
pH	3.20 ±0.05 ^b	4.66 ± 0.02	4.49 ±0.20 a	4.67 ± 0.02
SST	20.61 ±0.57	24.65 ± 0.00	20.90 ± 1.04	\$24.64 ± 0.03
ATT	0.25 ± 0.01	1.24 ±0.02	0.25 ± 0.01	1.25 ±0.03
SST/A	83.60 ±	19.88	83.59 ±	19.77±
TT	3.63	±0.33	0.83	0.42

Fuente: Datos obtenidos en la investigación.

2.2.4. Factibilidad del Bioplástico de *Musa paradisiaca* y *Mangifera indica*.

2.2.4.1. Proceso de Extracción de Almidón y Elaboración (Fases 4 y 6).

El proceso de transformación de residuos lignocelulósicos en envases biodegradables se sistematiza en dos etapas fundamentales, la obtención de la materia prima purificada y la síntesis del polímero plástico.

Preparación de la materia prima. Se inicia con la recepción y lavado de las

cáscaras de plátano verde y mango para eliminar impurezas mecánicas y biológicas.

- Acondicionamiento térmico y mecánico. Las cáscaras se someten a un proceso de secado en deshidratadora para eliminar el exceso de humedad, seguido de una molienda exhaustiva. Posteriormente, se realiza el tamizado para asegurar una granulometría fina que garantice la homogeneidad del almidón extraído.
- Polimerización y Formado. Los almidones obtenidos se combinan en una mezcla acuosa con ácido acético (catalizador), benzoato de sodio (conservante), y glicerina (agente plastificante). Esta mezcla se somete a cocción controlada entre 70°C y 80°C hasta la transición a una fase de pasta gelatinosa. Finalmente, la pasta se vierte en moldes específicos para



obtener la geometría del envase deseado.

2.2.4.2. Equipamiento y Materiales (Fase 5).

La ejecución del proyecto requiere infraestructura de laboratorio de bioquímica estándar, incluyendo:

- Equipos: Deshidratadora, molino de cuchillas, tamices de malla fina, planchas de calentamiento con agitación magnética y moldes de formado.
- Reactivos: Agua destilada, glicerina grado USP, ácido acético y benzoato de sodio.

2.3. Análisis de Factibilidad.

2.3.1. Factibilidad Económica.

El proyecto presenta una alta viabilidad financiera debido a que la materia prima principal (cáscaras), constituye un desecho agroindustrial de costo cero o muy bajo. Los insumos

complementarios son de fácil adquisición y bajo costo en el mercado local. A largo plazo, la creación de estos envases se proyecta como un modelo de negocio sostenible con un mercado potencial creciente ante la demanda de alternativas al plástico de un solo uso.

2.3.2. Factibilidad Ambiental y Sostenibilidad.

Desde la perspectiva ecológica, el bioplástico desarrollado en el UPTAIET representa una solución de economía circular. A diferencia de los polímeros derivados del petróleo, estos materiales son completamente biodegradables.

Estudios referenciales (Avendaño, 2022), y la observación directa indican que estos empaques se degradan en un rango de 110 a 180 días bajo condiciones ambientales, convirtiéndose en biomasa, agua y CO₂. La integración de cáscara de mango y plátano no solo mejora la resistencia y transparencia del producto, sino que reduce significativamente el impacto ambiental de los residuos sólidos



urbanos.

3. Conclusiones.

Tras el análisis integral de los resultados y la revisión documental de la síntesis de biopolímeros a partir de residuos lignocelulósicos, se concluye lo siguiente:

Viabilidad Técnica de la Materia Prima: La caracterización fisicoquímica de las cáscaras de *Musa paradisiaca* y *Mangifera indica* confirma un alto potencial industrial. Especialmente en el plátano, el contenido de hidratos de carbono del 68.6% garantiza una matriz de almidón suficiente para la polimerización, mientras que la cáscara de mango aporta una fibra cruda superior al 12%, factor determinante para la estabilidad estructural del envase.

Eficiencia del Proceso de Extracción: De acuerdo con los criterios de Sernaquéet *al.* (2020), los métodos de extracción por vía seca demuestran un rendimiento superior en comparación con

los métodos húmedos. Este hallazgo es crítico para la optimización de recursos en el laboratorio de bioquímica del UPTAIET, permitiendo una obtención de almidón más pura y con menor gasto hídrico.

Ciclo de Vida y Biodegradabilidad: Se valida que los envases desarrollados cumplen con una ventana de mineralización de 180 días, alineándose con los hallazgos de Villalta (2018), y Monya (2021). Esto representa una ventaja comparativa disruptiva frente a los plásticos convencionales, ya que el material se reintegra al entorno como biomasa y nutrientes sin generar microplásticos persistentes.

Competitividad Económica: El análisis de costos arroja un valor unitario de 0.026\$ (196 Bs.), lo cual posiciona al producto como una alternativa altamente competitiva. La utilización de desechos agroindustriales no solo reduce el costo de producción, sino que transforma un pasivo ambiental en un activo económico de alto valor agregado.



4. Recomendaciones.

Con el objetivo de escalar esta investigación hacia una fase de prototipado industrial y comercialización, se recomienda:

Optimización de Propiedades Mecánicas. Es imperativo profundizar en estudios de permeabilidad al vapor de agua, resistencia a la tracción y firmeza. Se sugiere realizar pruebas de estrés mecánico para determinar el límite de carga que el envase puede soportar sin comprometer su integridad, asegurando que cumpla con los estándares de la industria alimentaria.

Mejora Estética y Organoléptica. Se recomienda trabajar en el control del color y la textura del bioplástico. La oxidación natural de las cáscaras tiende a oscurecer el producto; el uso de agentes blanqueadores naturales o el refinamiento del tamizado podrían mejorar la aceptación visual del consumidor final.

Fomento de la Economía Circular

en el UPTAIET. Utilizar los resultados de esta investigación como base para programas de conciencia ambiental y transferencia tecnológica. Se propone la creación de convenios con productores locales de Barinas para el suministro sistemático de cáscaras, cerrando el ciclo de residuos de la región.

Escalamiento del Modelo de Producción. Impulsar la transición del nivel de laboratorio a una línea de producción piloto, basándose en el diseño propuesto por Alcivar-Gavilanes (2022). Esto permitirá evaluar la sostenibilidad del proceso a gran escala y promover el uso de bioplásticos como la prioridad en las políticas de consumo de las futuras generaciones.,

5. Referencias.

Alcivar-Gavilanes, M., Carrillo-Anchundia, K., y Rieral, M. (2022). Desarrollo de un Bioplástico a partir de Cáscara de Plátano. Ingeniería e Investigación, 42 (3), 202.ISSN 0120-5609.



- Álvarez, G. (2001). Facilitando Trabajos de Grado. Material de apoyo del TallerIntroductorio Básico para un proceso de Tutoría de Trabajos de Grado. Caracas, Venezuela IMPM.
- Avendaño, L. (2022). Evaluación de la síntesis de una película bioplástica a escala laboratorio a partir de residuos de mango (*Mangífera indica*). Proyecto Integral de Trabajo de Grado deIngeniera Química. Bogotá, Colombia: Fundación Universidad de América.
- Dubs, R. (2002). El Proyecto Factible: una modalidad de investigaciónSapiens. Revista Universitaria de Investigación, 3(2), 1-19. ISSN: 1317-5815.
- Monya, M., Espinal, M., Bello, P., López, C., Mendoza, E., Bravo, C., López, P., y Alfaro, L.(2021). Elaboración de bioplásticos a base de cáscara de plátano (*Musa paradisiaca*), y almidón de maíz (*Zea mays*). Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 6(4), 2385-2401.
- ISN 2707-2207.
- Sernaqué, F, Huamán, L, Pecho, H, y Chacón, M. (2020). Biodegradabilidad de los bioplásticos elaborados a partir de cáscaras de *Mangifera indica* y *Musa paradisiaca*. Centro Agrícola, 47(4), 22-31. ISSN 0253-5785.
- Universidad Pedagógica Experimental Libertador (2016). Manual de Trabajos de Grado de Especialización y Maestría y Tesis Doctorales. Caracas, Venezuela: UPEL.
- Villalta, A. (2018) Evaluación de la biodegradabilidad de diferentes formulaciones de un bioplástico sintetizado, a partir del almidón obtenido de la cáscara de mango (*Mangifera indica* L.) a escala laboratorio. San Carlos, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala.