Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático

Bolsas biodegradables a base de almidón de yuca y aprovechamiento como harina para repostería sin gluten

Biodegradable bags made from cassava starch and its use as flour for gluten-free baking

Maltez-Hernández A. B[1]., Larios-Diaz G. M[1]., Hernández-Solis F. B[1].

Maltez-Hernández A. B.
angel.maltez22@est.unanleon.edu.ni

Larios-Diaz G. M.
gloria.larios@cq.unanleon.edu.ni

Hernández-Solis F. B.
francis.hernandez@cq.unanleon.edu.ni

*Autor de correspondencia: **gloria.larios@cq.unanleon.edu.ni**

[1]Dirección Específico de Ingeniería de Alimentos, Área de Conocimiento de Ciencias Químicas, Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León. Nicaragua.

Revista Iberoamericana de Bioeconomía y Cambio Climático
Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León, Nicaragua
ISSN-e: 2410-7980
Periodicidad: Semestral
Edición Especial, vol.12, núm.23, 2025
ribcc@ev.unanleon.edu.ni
Fecha de recepción: 20 de Octubre 2025
Fecha de aprobación: 06 de Julio 2026
Fecha de publicación: 24 de Noviembre 2026
URL:https://revistas.unanleon.edu.ni/index.php/REBICAMCLI/article/view/1348
DOI: https://doi.org/10.5377/ribcc.v12i23.23958

Copyright © 2026 Rev. iberoam. bioecon. cambio clim. Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León (UNAN-León), Area de Conocimiento de Ciencias Agrarias y Veterinarias / Dirección Especifica de Agroecología y Agronegocios / Centro de Investigación en Ciencias Agrarias y Veterinarias. Dirección Académica.

Esta obra está bajo una Licencia internacional Creative Commons Atribución NoComercial-compartirigual 4.0

RESUMEN

Antecedentes: La contaminación por plásticos derivados del petróleo representa una amenaza ambiental creciente debido a su lenta degradación y acumulación en ecosistemas. El objetivo de este trabajo fue optimizar el proceso de extracción de almidón de yuca (*Manihot esculenta*) para su aplicación en la elaboración de bolsas biodegradables y explorar su uso como harina en repostería sin gluten. **Metodología:** Se empleó un enfoque cuantitativo descriptivo, utilizando una muestra de 5 kg de yuca fresca. El proceso incluyó etapas de lavado, pelado, rallado, decantación, secado y molienda, tanto para la obtención de almidón como de harina. **Resultado:** Los resultados mostraron un rendimiento promedio de 881.2 g de almidón y 1,764 g de harina. El bioplástico formulado presentó buena flexibilidad, resistencia media (85 g) y signos de biodegradación desde el día 15. La harina fue evaluada en tortas tipo tres leches, mostrando buena textura, volumen y aceptación sensorial. **Conclusión:** El almidón de yuca es una materia prima viable para la elaboración de productos sostenibles, con potencial para reducir el impacto ambiental y diversificar el uso del cultivo.

Palabras claves: agroindustria, innovación tecnológica, desarrollo local, sostenibilidad ambiental.

ABSTRACT

Background: Pollution from petroleum-based plastics poses an increasing environmental threat due to their slow degradation and accumulation in ecosystems. The objective of this study was to optimize the extraction process of starch from cassava (*Manihot esculenta*) for use in the production of biodegradable bags, and to explore its application as a flour in gluten-free baking. **Methodology:** A descriptive quantitative approach was employed, using a 5 kg sample of fresh cassava. The process involved washing, peeling, grating, decanting, drying, and milling stages to obtain both starch and flour. **Results:** The findings showed an average yield of 881.2 g of starch and 1,764 g of flour. The formulated bioplastic exhibited good flexibility, moderate strength (85 g), and signs of biodegradation starting from day 15. The flour was evaluated in "tres leches" (three-milk) cakes, demonstrating good texture, volume, and sensory acceptance. **Conclusion:** Cassava starch is a viable raw material for the production of sustainable goods, with the potential to reduce environmental impact and diversify the uses of this crop.

Keywords: agroindustry, technological innovation, local development, environmental sustainability.

INTRODUCCIÓN

La contaminación por plásticos derivados del petróleo es una amenaza ambiental significativa en Nicaragua y el mundo, debido a su lenta degradación y acumulación en ecosistemas. Como alternativa, se han desarrollado bioplásticos elaborados a partir de fuentes renovables, como el almidón de yuca (*Manihot esculenta*), que posee alto contenido de amilosa, capacidad de formar películas y disponibilidad en regiones tropicales (Dodino-Duarte et al., 2024; Mena Pástor et al., 2025; Fonseca Florido et al., 2025).

Desde el punto de vista fisicoquímico, el almidón de yuca presenta una viscosidad de 1,000 a 1,300 cP, humedad entre 12% y 14%, y punto de gelatinización entre 60 y 65 °C (Alvis et al., 2008), lo que lo hace adecuado para la formación de biopolímeros. Su textura fina y color blanco homogéneo también favorecen su uso en aplicaciones alimentarias y de empaque (Vaz Matheus et al., 2023). Estudios han demostrado que puede transformarse en láminas flexibles mediante procesos termomecánicos simples, utilizando glicerina como plastificante y vinagre blanco comercial (5 % ácido acético) como estabilizante (Moya Alvarado et al., 2024).

En Nicaragua, la yuca es un cultivo de relevancia económica y social. Su aprovechamiento integral permite no solo la elaboración de bioplásticos, sino también la producción de harina como subproducto, útil en repostería sin gluten. Investigaciones como las de Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) (2025), Pérez Hernández (2024) y Álvarez Barreto (2022) respaldan su uso como sustituto de la harina de trigo por su valor nutricional y funcional.

Por lo que se plantea la siguiente pregunta de investigación: ¿Cómo optimizar la extracción de almidón de yuca para obtener un bioplástico biodegradable funcional en forma de bolsa, y qué potencial tiene este almidón como harina para repostería?. Como objetivo general de esta investigación se busca optimizar el proceso de extracción de almidón de yuca para su aplicación en la elaboración de bolsas biodegradables como alternativa al plástico convencional, y explorar su uso como harina en repostería.

METODOLOGÍA

Descripción de la zona de estudio

La investigación se realizó en el laboratorio Mauricio Días Miuller del Área de Conocimiento de Ciencias Química de la Universidad Nacional Autónoma de Nicaragua, León.

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, de tipo aplicado, con alcance exploratorio-descriptivo y componente experimental a escala de laboratorio. Se evaluó el rendimiento de extracción del almidón de yuca (*Manihot esculenta*), sus propiedades fisicoquímicas, las características físicas del bioplástico elaborado y el aprovechamiento del residuo sólido como materia prima para productos de repostería sin gluten.

No se contempló una población especifica de acuerdo al cultivo de yuca por lo que se tomó una muestra no probabilística intencional de 5 kilogramos de yuca fresca, recolectada directamente de productores locales. Los criterios de selección incluyeron madurez fisiológica, sanidad del tubérculo y disponibilidad en el mercado local.

Extracción de las muestras

El proceso de extracción del almidón se realizó siguiendo una metodología artesanal adaptada a condiciones locales. Las raíces fueron lavadas con agua potable, peladas manualmente y ralladas con molino de cuchillas. La masa obtenida se mezcló con agua en proporción 1:1.5 (kg/L) y se dejó reposar durante 4 horas para permitir la sedimentación del almidón. Luego se filtró con tela fina, se decantó por 12 horas y se recolectó el sedimento (Chisenga et al., 2019). Este fue secado en deshidratador a 65 °C durante 30 minutos, molido en molino de aspas y almacenado en bolsas herméticas.

Para la producción de harina de yuca, se utilizó el residuo sólido del proceso de extracción. Este fue secado a 100 °C durante 2 horas, molido y tamizado para obtener una textura fina (Kaur et al., 2016). La harina fue almacenada en condiciones controladas para su posterior evaluación en repostería mediante el procesamiento de un producto de panificación tipo tres leches, con características similares al producto común de harina de trigo.

En lo que respecta a la formulación del bioplástico de almidón de yuca, la mezcla base consistió en 20 g de almidón, 17 g de glicerina, 15 g de vinagre blanco comercial (5% ácido acético) y 133 g de agua potable. Los componentes fueron calentados a 80 °C durante 10 minutos con agitación constante, hasta obtener una pasta homogénea. La pasta fue vertida en láminas de acetato previamente desinfectadas, utilizadas como moldes planos, y se dejó secar a temperatura ambiente durante 72 horas, obteniendo láminas delgadas de bioplástico. Estas fueron evaluadas en cuanto a flexibilidad, resistencia al rasgado, textura superficial y comportamiento inicial de degradación.

Variables evaluadas

El rendimiento del almidón se evaluó mediante los indicadores gramos de almidón por kilogramo de materia prima (g/kg) y porcentaje de rendimiento, utilizando una balanza digital y registros manuales.

La caracterización fisicoquímica del almidón de yuca comprendió la evaluación de propiedades como el contenido de humedad, la viscosidad, el color y las características de textura de la pasta de almidón. Estas propiedades permiten establecer su comportamiento físico y funcional, así como su posible aprovechamiento industrial (Leonel et al., 2009; Chamorro et al., 2025).

Las propiedades del bioplástico se refieren al comportamiento físico del material elaborado a partir del almidón, considerando su flexibilidad, resistencia mecánica y degradación inicial. Estas características se determinaron mediante pruebas físicas y observación directa (Moya Alvarado et al., 2024).

Las técnicas utilizadas incluyeron métodos artesanales de extracción, secado y molienda, así como pruebas físicas manuales para evaluar la resistencia y flexibilidad del bioplástico. Para la harina, se realizaron pruebas de horneado en tortas tipo producto de panificación tipo tres leches sustituyendo completamente la harina de trigo por harina de yuca, y se aplicó una evaluación sensorial con 10 panelistas no entrenados utilizando una escala hedónica de 5 puntos.

Analisis de datos

Los datos fueron analizados mediante estadística descriptiva, utilizando medidas de tendencia central y dispersión, principalmente media aritmética y desviación estándar, para caracterizar el rendimiento de extracción del almidón y las propiedades físicas del bioplástico. El rendimiento se expresó en gramos de almidón seco por kilogramo de materia prima y como porcentaje respecto al peso fresco de la yuca procesada. Las propiedades fisicoquímicas se describieron mediante los valores obtenidos en las mediciones instrumentales y las observaciones cualitativas. Asimismo, las propiedades físicas del bioplástico se analizaron considerando la resistencia mecánica, flexibilidad y cambios físicos observados durante el período de evaluación. Para la evaluación sensorial se consideraron las frecuencias y porcentajes de respuesta de los panelistas mediante una escala hedónica de cinco puntos.

RESULTADOS

El rendimiento promedio obtenido fue de 881.2 gramos, con una desviación estándar de 2.59 g, lo que representa un 17.6% del peso fresco de la yuca procesada (Tabla 1). Este valor supera el rango reportado por Moya Alvarado et al. (2024), quienes obtuvieron rendimientos entre 12% y 15% en condiciones similares, lo que sugiere una mejora en la eficiencia del proceso aplicado.

Autor de correspondencia: gloria.larios@cq.unanleon.edu.ni

El rendimiento promedio obtenido fue de 881.2 gramos, con una desviación estándar de 2.59 g, lo que representa un 17.6% del peso fresco de la yuca procesada (Tabla 1). Este valor supera el rango reportado por Moya Alvarado et al. (2024), quienes obtuvieron rendimientos entre 12% y 15% en condiciones similares, lo que sugiere una mejora en la eficiencia del proceso aplicado.

Las propiedades fisicoquímicas del almidón fueron evaluadas mediante instrumentos básicos. Se obtuvo una humedad residual de 8.5%, y una textura fina de color blanco homogéneo. Estos resultados coinciden con los valores reportados por Fonseca Florido et al. (2025) quienes documentan humedad entre 12% y 14% para almidones de grado alimenticio.

Tabla 1. Propiedades fisicoquímicas del almidón de yuca extraído artesanalmente

Propiedad	Valores obtenidos	Referencia
Rendimiento del almidón	881.2 ± 2.59 g	Moya Alvarado et al. (2024) 600–750 g
Humedad	8.5 %	Fonseca Florido et al. (2025) 12%-14%
Textura	Fina, homogénea	López et al. (2023): textura uniforme
Color	Blanco	Fonseca Florido et al. (2025) 12%-14%

Nota. Tabla elaborada por el autor con base en datos experimentales y literatura científica.

Estos resultados demuestran que el método de extracción utilizado es eficiente y reproducible, permitiendo obtener un almidón de alta calidad con propiedades adecuadas tanto para aplicaciones industriales como alimentarias. Además, la comparación con estudios previos valida la técnica empleada y refuerza la viabilidad del proyecto en contextos rurales y comunitarios (Leonel et al., 2009).

En las pruebas físicas, el bioplástico mostró una resistencia promedio de 85 g antes de romperse, con una desviación estándar de 0.07 g y soportó 20.4 dobleces sin fractura, con una desviación estándar de 1.14 repeticiones (Tabla 2). Estos resultados indican que el material es adecuado para bolsas de uso ligero, como envolturas escolares o empaques de productos secos. En cuanto a la degradación inicial, se observaron cambios físicos como pérdida de brillo superficial desde el día 7, aparición de microgrietas al día 10, y reducción de elasticidad al día 15, lo que indica el inicio del proceso de biodegradación.

Estos resultados son consistentes con los reportes de Dodino-Duarte et al. (2024) y Fajardo Varón (2023), quienes documentaron signos similares en bioplásticos elaborados con almidón de yuca. La textura superficial fue lisa y uniforme, con color blanco translúcido. No se observaron burbujas ni cristalización, lo que indica una buena integración de los componentes. La presencia de glicerina como plastificante fue clave para mejorar la flexibilidad, mientras que el vinagre ayudó a estabilizar la mezcla y evitar la retrogradación del almidón.

En cuanto a la biodegradabilidad, se colocaron tres muestras de bioplástico en condiciones ambientales naturales (sombra, humedad relativa 60 %, temperatura promedio 28 °C). Durante los primeros 15 días, se observaron cambios físicos como pérdida de brillo superficial, aparición de microgrietas y disminución de la elasticidad. Estos signos indican el inicio del proceso de degradación, lo cual es consistente con estudios previos que reportan cambios similares en las primeras semanas (Dodino-Duarte et al., 2024).

Tabla 2. Propiedades físicas observadas en el bioplástico de almidón de yuca durante el primer mes de pruebas

Propiedad evaluada	Media	Desviación estándar	Método utilizado
Carga máxima soportada	85 gr	0.07 gr	Prueba de tracción manual
Dobleces sin fractura	20.4 rep	1.14 rep	Prueba de flexibilidad manual
Inicio de degradación visual	Día 15	—	Observación directa

Nota. Tabla elaborada por el autor con base en datos experimentales del proyecto.

Estos resultados preliminares demuestran que el bioplástico formulado tiene un comportamiento físico adecuado para aplicaciones de bajo impacto, como bolsas para productos secos, envolturas escolares o empaques de alimentos no húmedos. Su elaboración es sencilla, económica y replicable en contextos comunitarios, lo que refuerza su valor como solución sostenible.

Al comparar los resultados obtenidos en este proyecto con investigaciones similares, se observan convergencias importante en cuanto a la eficiencia del almidón de yuca como base para bioplásticos. Por ejemplo, Dodino-Duarte et al. (2024) reportaron tiempos de degradación entre 45 y 70 días en bioplásticos elaborados con almidón de yuca, mientras que, en este estudio, aunque el tiempo de observación fue limitado a un mes, ya se evidencian signos de degradación desde el día 15, lo que sugiere un comportamiento similar.

La contaminación por plásticos derivados del petróleo representa una amenaza ambiental significativa en Nicaragua y el mundo, debido a su lenta degradación y acumulación en ecosistemas.

Como alternativa, se han desarrollado bioplásticos elaborados a partir de fuentes renovables, como el almidón de yuca (Manihot esculenta), que destaca por su alto contenido de amilosa, capacidad de formar películas y disponibilidad en regiones tropicales (Dodino-Duarte et al., 2024; Mena Pástor et al., 2025; Fonseca Florido et al., 2025).

En Nicaragua, la yuca es un cultivo de relevancia económica y social, especialmente en zonas rurales. Su aprovechamiento integral permite no solo la elaboración de bioplásticos, sino también la producción de harina como subproducto, útil en repostería sin gluten. Investigaciones como las de Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC) (2025), Álvarez Barreto (2022) y Zárate Santana & Guerron Troya (2023) respaldan su uso como sustituto de la harina de trigo por su valor nutricional y funcional, por ende, en la elaboración de el pan tipo tres leches se obtuvieron características similares al de la harina de trigo sin tener variaciones en cuanto a consistencia, textura, estabilidad del producto y sabor.

CONCLUSIONES

El bioplástico elaborado a partir de almidón de yuca presentó propiedades físicas que evidencian su potencial como material biodegradable para aplicaciones de bajo requerimiento mecánico. Se obtuvo una resistencia promedio de 85 g antes de la ruptura y una capacidad de flexión de 20.4 dobleces sin fractura, lo que demuestra una respuesta favorable ante esfuerzos físicos moderados. Asimismo, los cambios observados durante los primeros 15 días, caracterizados por pérdida de brillo, aparición de microgrietas y disminución de la elasticidad. Estos resultados permiten considerar el almidón de yuca como una materia prima con potencial para el desarrollo de materiales alternativos a los plásticos convencionales. Se requieren ensayos normalizados de resistencia mecánica y biodegradabilidad, así como períodos de evaluación más prolongados, para validar su desempeño y determinar su aplicabilidad en productos de empaque de bajo impacto.

Autor de correspondencia: **gloria.larios@cq.unanleon.edu.ni**

Declaraciones

Fondos: Esta investigación fue autofinanciada.

Conflicto de intereses: Los autores no revelaron conflictos de intereses.

Cumplimiento de estándares éticos: No se realizó ningún experimento con animales mayores o personas.

Contribuciones de Autores: Todos los autores contribuyeron en: conceptualización, metodología, redacción, análisis de datos, borrador original, redacción, revisión y edición.

Disponibilidad de datos: Los conjuntos de datos están disponibles a través del autor correspondiente previa solicitud razonable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Álvarez Barreto, C. I. (2022). Revisión de literatura sobre el uso de materias primas amiláceas como reemplazo de la harina de trigo en productos libres de gluten. [Trabajo de grado, Pontificia Universidad Javeriana]. Repositorio Javeriana. https://repository.javeriana.edu.co/items/80b5fcf5-4a49-4e3e-a3b6-9ad5136d9dfb

Alvis, A., Vélez, C. A., Villada, H. S., & Rada-Mendoza, M. (2008). Análisis físico-químico y morfológico de almidones de ñame, yuca y papa y determinación de la viscosidad de las pastas. *Información Tecnológica, 19*(1), 19–28. https://doi.org/10.4067/S0718-07642008000100004

Chamorro, A. F., Palencia, M., & Lerma, T. A. (2025). Physicochemical characterization and properties of cassava starch: A review. *Polymers, 17*(12), article 1663. https://doi.org/10.3390/polym17121663

Chisenga, S. M., Workneh, T. S., Bultosa, G., & Alimi, B. A. (2019). Progress in research and applications of cassava flour and starch: A review. *Journal of Food Science and Technology, 56*(6), 2799–2813. https://doi.org/10.1007/s13197-019-03814-6

Dodino-Duarte, I., Quiroz-Ortega, L. A., Arias-Benítez, J. C., & García-León, R. A. (2024). Desarrollo de películas plásticas biodegradables a partir de almidón de yuca. DYNA, 91(233), 75–85. https://doi.org/10.15446/dyna.v91n233.112073

Fajardo Varón, A. Y. (2023). Estudio de la producción de un bioplástico a partir de almidón de yuca [Trabajo de grado de pregrado, Universidad EAN]. Repositorio Institucional Universidad EAN. http://hdl.handle.net/10882/13293

Fonseca Florido, H. A., Sartillo Bernal, W., & Ledezma Pérez, A. S. (2025). Almidón al rescate: creando empaques sostenibles y biodegradables. Revista Digital Universitaria, 26(1). https://doi.org/10.22201/ceide.16076079e.2025.26.1.8

Instituto Venezolano de Investigaciones Científicas (IVIC). (2025, 18 de septiembre). Harina de yuca: una alternativa para sustituir harina de trigo. https://ivic.gob.ve/harina-de-yuca-una-alternativa-para-sustituir-harina-de-trigo/

Kaur, K., Ahluwalia, P., & Singh, H. (2016). Cassava: Extraction of starch and utilization of flour in bakery products. *International Journal of Food and Fermentation Technology, 6*(2), 351–355. https://doi.org/10.5958/2277-9396.2016.00059.3

Leonel, M., de Freitas, T. S., & Mischan, M. M. (2009). Physical characteristics of extruded cassava starch. *Scientia Agricola, 66*(4), 486–493. https://doi.org/10.1590/S0103-90162009000400009

Mena Pástor, P. G., Vaca Ulloa, K. E., & Mena Pástor, J. A. (2025). Bioplásticos y su impacto ambiental: Producción a partir de fuentes renovables y comparación con plásticos convencionales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar, 9*(1), 10318–10334. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i1.16641

Moya Alvarado, G., Miranda Morales, B., & Jiménez Villalta, G. (2024). Producción de plástico biodegradable a base de almidón de yuca mediante un proceso termomecánico. *Ingeniería, 35*(1), 01-10. https://doi.org/10.15517/ri.v35i1.59540

Pérez Hernández, M. A. (2024). Revisión sistemática del estado del arte sobre los bioplásticos basados en almidón como material alternativo para la elaboración de empaques [Trabajo de grado, Universidad Industrial de Santander]. https://noesis.uis.edu.co/bitstreams/b99920dc-6684-48f4-b71b-d65729083170/download

Vaz Matheus, J. R., Marques de Farias, P., Martins Satoriva, J., de Andrade, C. J., & Fai, A. E. C. (2023). Cassava starch films for food packaging: Trends over the last decade and future research. International Journal of Biological Macromolecules, 225, 658–672. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2022.11.129

Zárate Santana, M. G., & Guerron Troya, V. A. (2023). *Influencia de la sustitución parcial de harina de trigo por harina de yuca en la elaboración de pastas con adición de extractos vegetales*. [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Cotopaxi]. https://repositorio.utc.edu.ec/handle/27000/11619

Autor de correspondencia: **gloria.larios@cq.unanleon.edu.ni**