

POLÍMERO A BASE DE SÁBILA ALOE VERA BASED POLYMER

^aJuárez Salvador Eduardo Inocente, ^aGarcía Pérez Alexandra, ^aSantillán Valdelamar María Guadalupe,
^aDimas Díaz Francelin.

^aTecnológico Nacional de México / ITS del Occidente del Estado de Hidalgo. División de Ingeniería Industrial. Mixquihuala de Juárez. Hidalgo. México. 42700. ino29eduardo@gmail.com

RESUMEN: La creciente preocupación por la contaminación plástica ha impulsado la búsqueda de materiales más sostenibles. En este contexto, la industria de polímeros ha avanzado significativamente, pero persiste el desafío de desarrollar materiales biodegradables y sostenibles. El objetivo principal de este proyecto fue crear un bioplástico mediante el uso de equipos e instrumentos especializados, con el fin de obtener un material duradero y biodegradable durante su vida útil. A través de este proyecto, se busca optimizar la técnica de fabricación y evaluar su impacto ambiental. El proceso de desarrollo del biopolímero se dividió en tres fases: caracterización de la cáscara de sábila, extracción del biopolímero y la formulación de un bioplástico. El uso de técnicas como cocción, deshidratación y baño María permitió evaluar cómo influyen estos métodos en las propiedades del polímero final. El polímero desarrollado mostró propiedades destacables de resistencia y biodegradabilidad. Las pruebas demostraron que el material era capaz de desintegrarse cuando se expone al agua y al sol, lo que confirma su naturaleza biodegradable. Además, se comprobó que el biopolímero es flexible y tiene aplicaciones potenciales en la fabricación de bolsas y otros productos. El biopolímero a base de sábila no solo cumple con los requisitos de sostenibilidad, sino que también tiene potencial para ser producido a mayor escala y aplicado en múltiples sectores industriales. Este avance representa una alternativa viable a los plásticos tradicionales, ayudando a mitigar el impacto ambiental de los residuos plásticos.

Palabras clave: Biopolímero, bioplástico, biodegradabilidad.

ABSTRACT: Growing concerns about plastic pollution have driven the search for more sustainable materials. In this context, the polymer industry has made significant advances, though the challenge of developing biodegradable and sustainable materials persists. The main goal of this project was to create a bioplastic using specialized equipment and instruments to obtain a durable and biodegradable material throughout its useful life. This project aims to optimize the manufacturing technique and assess its environmental impact. The development process of the biopolymer was divided into three phases: aloe vera peel characterization, biopolymer extraction, and bioplastic formulation. Techniques such as cooking, dehydration, and water bath were used to evaluate how these methods affect the final polymer's properties. The developed polymer showed remarkable strength and biodegradability. Testing demonstrated that the material could disintegrate when exposed to water and sunlight, confirming its biodegradable nature. Additionally, it was found that the biopolymer is flexible and has potential applications in manufacturing bags and other products. The aloe vera-based biopolymer not only meets sustainability requirements but also has potential for large-scale production and applications across multiple industrial sectors. This advancement represents a viable alternative to traditional plastics, helping mitigate the environmental impact of plastic waste.

Keywords: Biopolymer, bioplastic, biodegradability.

INTRODUCCIÓN

Los polímeros, tanto sintéticos como naturales, forman parte integral de la vida moderna, encontrándose en una variedad de aplicaciones que abarcan desde equipos médicos y farmacéuticos hasta dispositivos electrónicos, piezas automotrices y artículos del hogar. En la actualidad, los polímeros han sustituido a muchos materiales tradicionales gracias a su bajo costo, versatilidad y adaptabilidad a aplicaciones especializadas. Por ejemplo, en México, el consumo de plásticos alcanza alrededor de 5.9 millones de toneladas anuales, de las cuales solo el 63% se recicla, mientras que la mayor parte contribuye al creciente problema de residuos

plásticos subraya la importancia de desarrollar alternativas sostenibles, como los biopolímeros, que puedan ofrecer ciclos de vida más cortos y biodegradabilidad mejorada ¹.

El reto de crear y lanzar proyectos de bioplásticos en México y en otros países radica en la combinación de desafíos técnicos, económicos y logísticos. En México hay pocas empresas que están interesadas en incursionar en la producción o comercialización de productos biodegradables porque la industria de los polímeros derivados del petróleo es un poco más barata, pero a la larga, apostarle a esta industria resulta más económico si lo vemos desde la

perspectiva de las inversiones que se realizarán para revertir los efectos de la contaminación o enfermedades que pueden generar en el ser humano ².

Actualmente, los bioplásticos representan apenas el 1% de la producción global de plásticos, lo que refleja tanto el potencial de crecimiento como las dificultades para su adopción masiva. Entre tales obstáculos se encuentran los costos de producción, que pueden ser significativamente más altos que los plásticos convencionales, y la necesidad de fuentes de materias primas que sean sostenibles y no compitan con la industria alimentaria ³.

En este estudio, se busca avanzar en la investigación y desarrollo de un material orgánico derivado de fuentes naturales, específicamente de la cáscara y pulpa de sábila, para la elaboración de polímeros biodegradables. La selección de materias primas accesibles y sostenibles es un componente clave de esta investigación, al igual que el análisis de los métodos de procesamiento. Se emplearon técnicas como cocción, deshidratación y baño María para evaluar su influencia en la calidad y las propiedades del biopolímero final.

Para el año 2018 se estimó que la producción de plásticos a nivel mundial alcanzó 308 toneladas métricas, aproximadamente un 10% de los residuos totales generados por el ser humano, este proceso de producción está estrechamente relacionado con la contaminación tanto de aires como de océanos, ya que como se ha comprobado, la liberación de plásticos convencionales a los cuerpos hídricos compromete entre el 60% y el 90% de la red trófica marina, una primera solución propuesta es el reciclaje, sin embargo, se ha comprobado que tan solo el 20% de los plásticos son reciclables, evidenciándose que no es una alternativa viable ⁴.

Este proyecto experimental documenta no solo la selección y caracterización de materiales, sino también el desarrollo práctico del biopolímero y la evaluación de su rendimiento mediante pruebas básicas de durabilidad y biodegradabilidad.

La expectativa es que investigaciones como esta ayuden a superar algunos de los desafíos asociados con la implementación de biopolímeros en un mercado dominado por plásticos convencionales, y

que fomenten un cambio hacia un modelo de economía circular más sostenible ^{5,6}.

Así mismo, se espera que el biopolímero derivado de sábila muestre una degradación más rápida en comparación con los plásticos sintéticos y ofrezca una estabilidad suficiente durante su vida útil, lo que permitirá su implementación en productos que requieran un menor impacto ambiental.

Por lo anterior, el objetivo fue crear un bioplástico utilizando equipos e instrumentos especializados los cuales permitan obtener una durabilidad y biodegradabilidad útil durante su uso, lo cual contribuiría al desarrollo de alternativas viables y al avance de la sustentabilidad en la industria de los polímeros.

MATERIALES Y MÉTODOS

De acuerdo a Santamaría Juárez⁷ para la elaboración del polímero se dividió el proceso de elaboración en tres fases llamadas caracterización de la cáscara de sábila, extracción del biopolímero y la formulación de un bioplástico ⁷.

Fase 1. Caracterización de la cáscara de sábila

En esta primera etapa se sometió la materia prima a varias pruebas de extracción y posibles aportaciones físicas mediante un análisis preliminar de la cáscara mediante técnicas caseras. En este caso al cortar y despulpar manualmente la sábila y observar su textura y contenido de fibras. La identificación de compuestos estructurales, como celulosa y lignina, se podría hacer usando métodos simples, como la maceración y filtrado, para separar y visualizar las fibras.

Fase 2. Extracción del biopolímero

En la segunda etapa se extrajo la pulpa y cascará sometiéndolas a procesos de secado y deshidratación como se muestra en la Figura 1, la extracción puede simplificarse utilizando materiales de laboratorio como matraces, tubos de ensayo etc., esto con el fin de evitar contaminación al momento de la fabricación para así poder calentar y extraer los compuestos poliméricos. La cocción de la cáscara en agua o soluciones ácidas suaves (en este caso se usó ácido acético 4%-6%) ayuda a romper las estructuras celulares. La mezcla se podría triturar usando licuadoras comunes para ayudar en la

extracción de componentes, y luego filtrarla con coladores o mallas finas para separar el líquido que contiene el biopolímero.



Figura 1. Separación de productos- Presecado

El manejar estos instrumentos más especializados será de vital importancia para que su uso sea más eficiente para la última fase, tratando de perder lo menos posibles sus propiedades físicas-químicas.

Fase 3. Formulación del bioplástico

Esta etapa los extractos se mezclan con glicerol (glicerina) y se calientan al baño María para formar una mezcla homogénea. La mezcla obtenida se vierte en moldes previamente seleccionados de acuerdo al manejo que se le dará al polímero como el que se presenta en la Figura 2.



Figura 2. Molde para lámina de Bioplástico

En la figura 3 se observan las láminas de plástico como bolsas de tamaños diferentes, que para lograrlo

se deja secar al aire o en un horno de baja temperatura.



Figura 3. Bolsas Fabricadas

El secado permitirá que la mezcla se endurezca y se convierta en una biopelícula que pueda ser utilizada para pruebas iniciales de aplicaciones como lo son pruebas de dureza y elasticidad que se le realizaron a la lámina dejándole una apariencia mostrada en la Figura 4.



Figura 4. Lámina maltratada y arrugada

Las pruebas de dureza y elasticidad permiten demostrar que el producto solo sufre cambios estéticos como se muestra en la Figura 5.



Figura 5. Lámina regresando a su estado original sin ninguna ruptura

En esta última fase se dará seguimiento para posibles modificaciones y mejoras del polímero. Así como el uso de las técnicas de cocción, deshidratación y baño María que nos permitirán evaluar cómo influyen estos métodos en las propiedades del polímero final.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el transcurso del proyecto, se optó por fabricar una lámina delgada de bioplástico con la intención de moldearla en forma de bolsa, empleando la técnica de termosellado. Esta decisión permitió evaluar la viabilidad de aplicar el material en productos de uso cotidiano. Los resultados fueron alentadores: el bioplástico demostró ser flexible y resistente, soportando pruebas físicas preliminares de tensión y manejo.

Una propiedad destacada observada fue su capacidad de degradarse de forma progresiva cuando entra en contacto con agua como se evidencia en la figura 6, un rasgo valioso para aplicaciones sostenibles y biodegradables. Además, el material mostró la capacidad de retener líquidos y sólidos, lo que sugiere un posible uso en envases para sellado al vacío. Este avance subraya el potencial de los biopolímeros para reducir el impacto ambiental y proporcionar soluciones más amigables para el entorno.



Figura 6. Desintegración (biodegradabilidad)

Al estar en contacto con el agua el plástico comienza a desintegrarse en pequeñas secciones y estas al ser secadas por el sol el material empieza a quebrarse en pedazos más pequeños.

Santamaría Juárez⁷ desarrolló un proyecto innovador para crear un biopolímero a partir de la cáscara de

aloe vera, enfocándose en la generación de bioplásticos biodegradables como oportunidad de negocio.

Además, comenta que ya se ha concluido con la primera etapa de caracterización de la cáscara de sábila, así como con la extracción del biopolímero y su caracterización fisicoquímica, térmica y mecánica de igual forma, ya se cuenta con una formulación adecuada para procesar biopelículas con aplicaciones hasta el momento para empaques de alimentos⁷.

Ambos proyectos utilizan procesos de extracción y transformación accesibles, aunque Santamaría Juárez (2021) emplea metodologías que incluyen caracterización fisicoquímica avanzada y la formulación con aditivos específicos para optimizar las propiedades térmicas y mecánicas del bioplástico, en este proyecto se ha optado por técnicas más simples y herramientas no tan especializadas, adaptadas a un laboratorio básico.

En comparación, el enfoque simplificado de este proyecto hace viable la producción del biopolímero a bajo costo y con métodos replicables a nivel experimental, orientado a estudiantes o investigadores en etapas iniciales de desarrollo en biopolímeros, sin las necesidades avanzadas de infraestructura. Sin embargo, el biopolímero creado por el equipo muestra que en las pruebas iniciales el material es flexible y duradero, con la ventaja de ser soluble en agua, lo que resalta su potencial para aplicaciones en empaques biodegradables y sellados al vacío.

CONCLUSIONES

El polímero elaborado cumple con las expectativas esperadas. Se comprobó que tiene propiedades de aislamiento térmico y eléctrico, además de ser resistente tanto al calor como a condiciones climáticas frías. Una de sus características clave es que se trata de un biopolímero biodegradable, lo que significa que, tras un período de tiempo, comienza a deshidratarse y descomponerse en polvo de manera natural, sin necesidad de intervención externa. Esto lo hace adecuado para el mercado al que está dirigido, cumpliendo con los requisitos esperados.

REFERENCIAS

1. Ortega, M. N. o. L. (2022, 22 diciembre). Industria del plástico en México 2022. *Plastics Technology México*. <https://www.pt-mexico.com/noticias/post/industria-del-plastico-en-mexico-cierra-2022-con-numeros-positivos>
2. Juárez, C. (2016, julio 13). Materiales biodegradables pueden sustituir al plástico. *The Food Tech - Medio de noticias líder en la Industria de Alimentos y Bebidas*. <https://thefoodtech.com/insumos-para-empaque/materiales-biodegradables-pueden-sustituir-al-plastico/>
3. AIMPLAS. (2023, 6 julio). Perspectivas de mercado de los bioplásticos. <https://www.aimplas.es/blog/perspectivas-de-mercado-de-los-bioplasticos/>
4. Pellis, A., Malinconico, M., Guarneri, A., & Gardossi, L. (2021). Renewable polymers and plastics: Performance beyond the green. In *New Biotechnology* (Vol. 60, pp. 146–158). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.nbt.2020.10.003>
5. Casarejos, F., Bastos, C. R., Ru, C., & Frota, M. N. (2018). Rethinking packaging production and consumption vis-a-vis _ circular economy: A case study of compostable cassava starch-based material. *Journal of Cleaner Production*, 201, 1019–1028. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.08.114>
6. Ambientum. (2024). El reciclaje en la economía circular: Pilar y sostenibilidad ambiental. *Ambientum Portal Lider Medioambiente*; AMBIENTUM. <https://www.ambientum.com/ambientum/economia-circular/el-impacto-del-reciclaje-en-la-economia-circular.asp>
7. Santamaría Juárez, J. D. (2021). FIQ-BUAP obtiene biopolímero a partir de aloe vera para generar bioplástico. *Boletines BUAP*. <https://boletin.buap.mx/node/1925>