



EVALUACIÓN DE LA BIODEGRADABILIDAD AMBIENTAL DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO A BASE DE MUCILAGO DE ALOE VERA Y PECTINA

ENVIRONMENTAL BIODEGRADABILITY ASSESSMENT BIOPLASTIC FILMS BASED ON ALOE VERA MUCILAGE AND PECTIN

Lic. Greisy Alejandra Gonzales Quispe ^{1 * \$}
<https://orcid.org/0009-0006-4978-2228>

DOI: <https://doi.org/10.70722/hrha8819vp88x>
Recibido: Agosto 22, 2025; Aceptado: Octubre 13, 2025

RESUMEN

El creciente impacto ambiental que genera la acumulación de residuos plásticos, debido a su prolongado tiempo de biodegradación, ha impulsado el desarrollo de materiales biodegradables como una alternativa sostenible para mitigar este problema. Entre las alternativas prometedoras, los bioplásticos elaborados a partir de polisacáridos naturales, como el mucílago de *Aloe vera* y la pectina, poseen propiedades favorables para formar estructuras poliméricas estables, sostenibles y biodegradables. Por consiguiente, en el presente estudio se evaluó la biodegradabilidad ambiental de láminas de bioplástico elaboradas a partir de mucílago de *Aloe vera* y pectina, expuestas a condiciones naturales en tres entornos: suelo, aire y agua. Para ello, se elaboraron dieciocho formulaciones de láminas de bioplástico y se seleccionaron tres formulaciones (FB₈, FB₉ y FB₁₂), mediante un análisis sensorial, las cuales fueron sometidas a ensayos de biodegradación durante 40 días, evidenciando un comportamiento diferenciado significativo de acuerdo al medio. La formulación FB₁₂ alcanzó el mayor porcentaje promedio de biodegradación en agua, 88,6%. En condiciones anaerobias, la formulación FB₈ presentó una biodegradación promedio del 57,2%, mientras que en condiciones aerobias se obtuvo un valor máximo promedio del 28,5%. Los resultados destacan la influencia de variables ambientales como la humedad, la disponibilidad de oxígeno y la presencia microbiana en la eficiencia del proceso. En conjunto, los hallazgos respaldan el potencial de estos bioplásticos como materiales sostenibles, especialmente en aplicaciones orientadas a entornos acuáticos.

Palabras claves: bioplástico, mucílago, *Aloe vera*, pectina, biodegradación.

ABSTRACT

The increasing environmental impact caused by the accumulation of plastic waste, due to its prolonged biodegradation time, has driven the development of biodegradable materials as a sustainable alternative to mitigate this problem. Among the most promising options, bioplastics produced from natural polysaccharides, such as *Aloe vera* mucilage and pectin, exhibit favorable properties for forming stable, sustainable, and biodegradable polymeric structures. Consequently, the present study evaluated the environmental biodegradability of bioplastic films made from *Aloe vera* mucilage and pectin, exposed to natural conditions in three environments: soil, air, and water. To this end, eighteen bioplastic film formulations were prepared, and three formulations (FB₈, FB₉, and FB₁₂) were selected through sensory analysis. These formulations were subjected to biodegradation tests for 40 days, revealing a significantly differentiated behavior depending on the environment. Formulation FB₁₂ reached the highest average biodegradation percentage in water, 88.6%. Under anaerobic conditions, formulation FB₈ showed an average biodegradation of 57.2%, while under aerobic conditions, a maximum average value of 28.5% was obtained. The results highlight the influence of environmental variables such as humidity, oxygen availability, and microbial presence on the efficiency of the process. Overall, the findings support the potential of these bioplastics as sustainable materials, particularly for applications in aquatic environments.

Keywords: bioplastic, mucilage, *Aloe vera*, pectin, biodegradation.



Citación: Greisy A. Gonzales Q., **EVALUACIÓN DE LA BIODEGRADABILIDAD AMBIENTAL DE LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO A BASE DE MUCILAGO DE ALOE VERA Y PECTINA.** Revista Científica EMINENTE 2025, 9-2: 39-47.

¹ Licenciada en Química Industrial – Investigadora del Laboratorio de Productos Naturales – Carrera Química Industrial - Facultad de Tecnología – Universidad Mayor de San Andrés.

* Corresponde al Autor (correo electrónico: alejandragonzales896@hotmail.com).

§ Dirección de contacto Investigador: Telf.: (+591) 68072438, La Paz – Bolivia.



INTRODUCCIÓN

La acumulación creciente de residuos plásticos en diferentes ecosistemas del mundo (Parker, 2024), debido a su prolongado tiempo de degradación (Chuiza et al., 2020), ha ocasionado efectos adversos en el suelo, agua, aire, así como en la biodiversidad y la salud humana, lo que ha incentivado a la búsqueda de alternativas sostenibles en el desarrollo de materiales que puedan reemplazar a los plásticos sintéticos y reducir su impacto ambiental. En ese sentido, los bioplásticos elaborados a partir de recursos renovables constituyen una alternativa sostenible, ya que su producción se caracteriza por su bajo impacto ambiental y presentan propiedades biodegradables, es decir, pueden descomponerse de forma natural mediante la acción de microorganismos y factores ambientales tales como el oxígeno, la humedad, los nutrientes, el pH, la temperatura, en medios constituidos por aire, suelo, agua o compost, generalmente en periodos inferiores a un año, sin generar efectos adversos en el medio ambiente (Ecolec, 2025; Moreno, 2020; García 2015).

Por ello, los bioplásticos obtenidos a partir de recursos renovables para la elaboración de láminas de bioplásticos, tales como: la pectina, un heteropolisacárido obtenido a partir de productos vegetales (Zorati et al., 2025; Ocampo et al., 2008), presentan propiedades para formar películas con elevada resistencia mecánica y propiedades de barrera favorables (Antunes et al., 2024; Zorati et al., 2025) y el mucílago de *Aloe vera*, una sustancia rica en polisacáridos y compuestos bioactivos que le confieren propiedades funcionales destacadas, como su capacidad filmógena, y su eficacia en aplicaciones ambientales sostenibles (Venegas et al., 2024).

Estos polisacáridos han mostrado un gran potencial para la elaboración de películas de bioplástico con propiedades mecánicas adecuadas y un comportamiento de biodegradación favorable en condiciones ambientales (Van Rooyen et al., 2023; Venegas et al., 2024). Sin embargo, gran parte de las investigaciones se han enfocado en su obtención y caracterización de propiedades fisicoquímicas y funcionales, sin profundizar en su comportamiento al final de su vida útil, particularmente en formulaciones que incorporan pectina y mucílago de *Aloe vera*.

OBJETIVO GENERAL

Evaluar la biodegradabilidad de láminas de bioplástico elaboradas a partir de mucílago de *Aloe vera* y pectina bajo diferentes condiciones ambientales (aire, suelo y

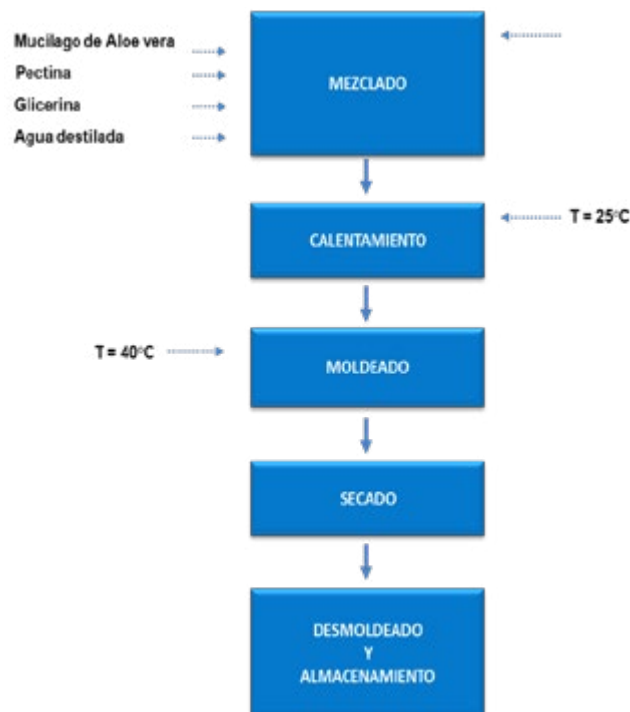
agua), con el fin de determinar su potencial como materiales biodegradables y sostenibles en diversos contextos ambientales.

METODOLOGÍA

1.- ELABORACIÓN DE LAMINAS DE BIOPLÁSTICO

Las láminas de bioplástico fueron elaboradas mediante el método de casting (Figura 1), aplicando dieciocho formulaciones con diferentes proporciones, en las cuales se consideraron como variables el mucílago de *Aloe vera*, el agente reticulante (pectina natural) y el solvente (agua destilada), manteniendo constante la concentración del plastificante (glicerina), ver Tabla 1.

Figura 1. Diagrama de Bloques del Procedimiento de Elaboración de las Láminas de Bioplástico mediante el Método de Casting



Fuente: Elaboración propia

Posteriormente, para la evaluación sensorial de las dieciocho formulaciones de láminas de bioplástico y la selección de las tres formulaciones que presentaron las mejores características (Figura 2), se utilizó una escala estructurada adaptada de Guamán (2019), la cual consideró cuatro parámetros organolépticos: el color, evaluado en tres niveles: opaco (puntuación 1), translúcido (2) y transparente (3); la textura, clasificada como áspera (1), intermedia (2) o lisa (3); la flexibilidad,

en la que las láminas fueron calificadas como inflexibles (1), poco flexibles (2) o flexibles (3); y la resistencia, evaluada como débil (1), intermedia (2) o fuerte (3).

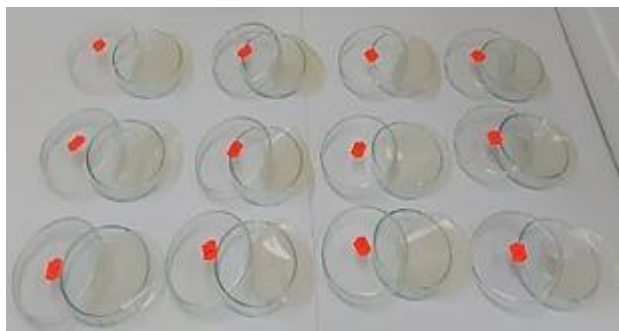
Tabla 1. Formulación Preliminar para la Elaboración de las Láminas de Bioplástico

Nº	Formulación	Mucílago de <i>Aloe Vera</i>	Agente reticulante	Plastificante	Solvente
1	FB ₁		P ₁		S ₁
2	FB ₂	MA ₁	P ₂		S ₂
3	FB ₃		P ₃		S ₃
4	FB ₄		P ₁		S ₁
5	FB ₅	MA ₂	P ₂		S ₂
6	FB ₆		P ₃		S ₃
7	FB ₇		P ₁		S ₁
8	FB ₈	MA ₃	P ₂		S ₂
9	FB ₉		P ₃		S ₃
10	FB ₁₀		P ₁	G	S ₁
11	FB ₁₁	MA ₄	P ₂		S ₂
12	FB ₁₂		P ₃		S ₃
13	FB ₁₃		P ₁		S ₁
14	FB ₁₄	MA ₅	P ₂		S ₂
15	FB ₁₅		P ₃		S ₃
16	FB ₁₆		P ₁		S ₁
17	FB ₁₇	MA ₆	P ₂		S ₂
18	FB ₁₈		P ₃		S ₃

Nota. Donde: MA_{1,2,3} = Mucílago de *Aloe vera*, P_{1, 2, 3} = Pectina, G = Glicerina y S_{1,2,3} = Agua destilada.

Fuente: Elaboración propia

Figura 2. Evaluación Sensorial de las Formulaciones de las Láminas de Bioplástico Desmoldadas



Fuente: Elaboración propia

2. BIODEGRADACIÓN DE LAS LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO

El tiempo de degradación de las láminas de bioplástico fue determinado por triplicado mediante un método modificado, basado en los procedimientos descritos por Flores (2021) y Gavilanes (2021). Esta metodología se empleó para evaluar la biodegradación en diferentes ambientes, específicamente en suelo, aire y agua, cuyos procedimientos se detallan en las secciones 2.1, 2.2 y 2.3, respectivamente.

2.1. Evaluación del proceso de biodegradación en Suelo de las láminas de bioplástico

Se recortaron y pesaron tres muestras de láminas de bioplástico con dimensiones de 2,5 cm × 2,5 cm, utilizando una balanza analítica. Previamente, se determinó el pH del suelo mediante la adición de 80 ml de agua destilada a 2 g de muestra de tierra, seguido de una agitación a 100 rpm durante 30 minutos.

Figura 3. Biodegradación en Suelo de las Láminas de Bioplástico



(a)



(b)

Fuente: Elaboración propia



Nota. (a) Biodegradación en Suelo de las láminas bioplásticas FB₈, FB₉ y FB₁₂ durante 40 días. (b) Medición del pH de la tierra.

Posteriormente, la suspensión fue filtrada y el pH se midió directamente con un potenciómetro (Figura 3 (a)). Cada muestra de bioplástico fue colocada en frascos de vidrio y enterrada a una profundidad de 12 cm en el suelo. Las láminas se retiraron, limpiaron y pesaron cada cinco días durante un período de 40 días para cada ensayo (Figura 3 (b)).

2.2. Evaluación del proceso de biodegradación aerobia de las láminas de bioplástico

Para cada prueba, se cortaron tres muestras de láminas de bioplástico con dimensiones de 2,5 cm x 2, 5 cm, las cuales fueron pesadas en una balanza analítica. Posteriormente las muestras se suspendieron individualmente en un soporte expuesto a condiciones ambientales al aire libre. El peso de cada lámina fue registrado cada 5 días, durante un periodo total de 40 días, con el fin de evaluar la pérdida de masa bajo condiciones ambientales, ver Figura 4.

Figura 4. Biodegradación en Aire de las Láminas de Bioplástico



Fuente: Elaboración propia

Nota. Biodegradación en aire de las láminas bioplásticas de las formulaciones seleccionadas FB₈, FB₉ y FB₁₂ durante 40 días.

2.3. Evaluación del proceso de biodegradación en Agua de las láminas de bioplástico

Se cortaron tres muestras de bioplástico con dimensiones de 2,5 x 2,5 cm y pesadas en una balanza analítica. Posteriormente, las muestras fueron colocadas en frascos de vidrio que contenían 200 ml de agua destilada y se mantuvieron en estas condiciones durante cinco días. Transcurrido este periodo, las láminas fueron recuperadas mediante filtración, cuidadosamente

lavadas y secadas en estufa antes de proceder a un nuevo pesaje, con el fin de evaluar posibles variaciones de masa asociadas a su comportamiento en medio acuoso (Figura 5).

Figura 5. Biodegradación en Agua de las Láminas de Bioplástico



Fuente: Elaboración propia

Nota. Biodegradación en el agua de las láminas bioplásticas de las formulaciones seleccionadas FB₈, FB₉ y FB₁₂.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. ELABORACIÓN DE LAMINAS DE BIOPLÁSTICO

Se llevo a cabo la elaboración de las láminas de bioplástico y se seleccionaron aquellas formulaciones que mostraron las mejores propiedades según los parámetros sensoriales evaluados, los cuales se presentan en la Tabla 2.

Tabla 2. Puntuación de las Láminas de Bioplástico Seleccionadas Mediante Análisis Sensorial

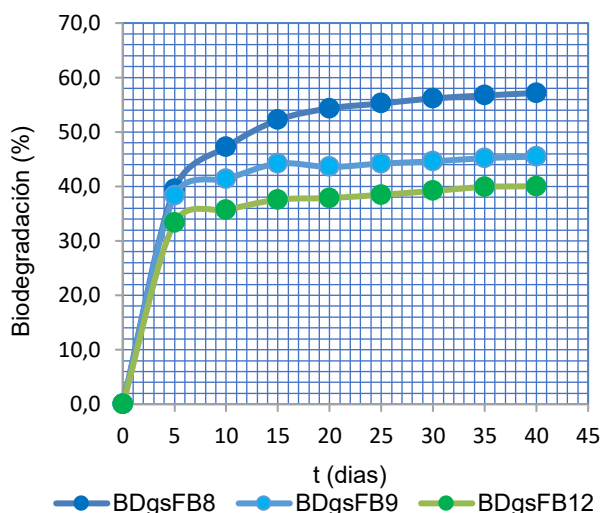
Nº	Formulación	Color	Textura	Flexibilidad	Resistencia
1	FB ₈	3,0	2,7	2,7	3,0
2	FB ₉	2,7	3,0	2,7	3,0
3	FB ₁₂	3,0	2,7	3,0	2,3

Fuente: Elaboración propia

2. BIODEGRADACIÓN DE LAS LÁMINAS DE BIOPLÁSTICO

2.1. Evaluación del proceso de biodegradación en suelo de las láminas de bioplástico

Figura 6. Biodegradación en Suelo de las Láminas de Bioplástico de Formulación FB₈, FB₉ y FB₁₂



Fuente: Elaboración propia

Nota. Donde: BDgs(FB_{8,9,12}) = Biodegradación en suelo de las láminas de bioplástico de formulación FB₈, FB₉ y FB₁₂.

De acuerdo con la Figura 6, el porcentaje promedio de biodegradación en suelo de las láminas de bioplástico FB₈, FB₉ y FB₁₂ se incrementa significativamente durante los primeros 5 días. A partir del día 15, la velocidad de biodegradación se reduce gradualmente hasta alcanzar un porcentaje promedio de biodegradación del 57,2%, 45,5% y 40,0% para cada formulación durante 40 días. Esta tendencia podría estar relacionada con alteraciones en las propiedades del bioplástico, causadas por reacciones que afectan los enlaces moleculares bajo condiciones ambientales no controladas.

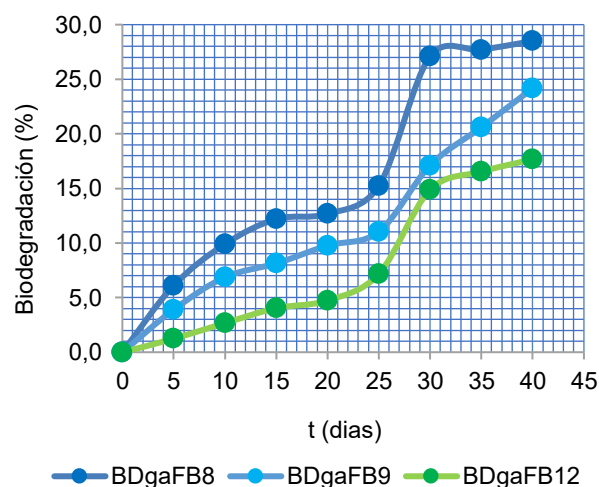
Por otro lado, en los resultados obtenidos en la biodegradación en suelo, las láminas de bioplástico de formulación FB₈ (57,7%), obtuvieron un mayor porcentaje promedio de biodegradación, seguidamente de las láminas de bioplástico de formulación FB₉ (45,5%) y las láminas de bioplástico de formulación FB₁₂ (40,0%), presentan el menor porcentaje promedio de biodegradación. Estos resultados muestran un porcentaje superior en comparación con los reportados por Solórzano et al. (2023) en la "Evaluación de bioplásticos a partir de tusa de maíz (*Zea mays*)", donde alcanzó un 31,92% en 45 días, y García (2015), quien reportó un 0,0408% en 15 días en su estudio "Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz". Asimismo, Rodríguez (2022), reportó un 57,48% de biodegradación en 38 días en el "Desarrollo y evaluación de bioplásticos elaborados a partir de almidón de chirivía (*Pastinaca sativa*)", valor inferior al

porcentaje máximo alcanzado por la formulación FB₈ en este estudio.

2.2. Evaluación del proceso de biodegradación aerobia de las láminas de bioplástico

En la Figura 7 se observa que el porcentaje de biodegradación de las tres formulaciones de bioplástico presentaron un incremento rápido durante los primeros 10 días, en los días 15 y 25, la velocidad de biodegradación se redujo de forma gradual, seguida por un nuevo aumento hasta el día 30 y finalmente las muestras alcanzaron niveles de biodegradación del 28,5%, 24,2% y 17,7%, respectivamente durante 40 días. Esta variabilidad en la cinética de biodegradación podría atribuirse a la influencia de factores ambientales no controlados durante el proceso experimental.

Figura 7. Biodegradación Aerobia de las Láminas de Bioplástico de Formulación FB₈, FB₉ y FB₁₂



Fuente: Elaboración propia

Nota. Donde: BDga(FB_{8,9,12}) = Biodegradación aerobia de las láminas de bioplástico de formulación FB₈, FB₉ y FB₁₂.

No obstante, las láminas de bioplástico de formulación FB₈ alcanzaron el mayor porcentaje promedio de biodegradación, con un valor de 28,5%, en relación con la formulación FB₉ presento un porcentaje promedio de degradación de 24,2%, mientras que la formulación FB₁₂ presentó el menor porcentaje promedio, con un 17,7% de biodegradación. Asimismo, considerando el estudio realizado por Rodríguez (2022), quien reportó en el tratamiento 3 un porcentaje de biodegradación aerobia del 24,737% del bioplástico elaborado a partir de almidón de chirivía (*Pastinaca sativa*), se evidencia que



dicho porcentaje es inferior al máximo porcentaje promedio de biodegradación de la formulación FB₈.

Biodegradación en agua de las láminas de bioplástico.

En la Tabla 3, se presentan los resultados correspondientes al proceso de biodegradación en agua de las láminas de bioplástico de formulación FB₈, FB₉ y FB₁₂, evaluado durante un período de 5 días.

Tabla 3. Biodegradación en Agua de las Láminas de Bioplástico Durante 5 Días

Formulación	Biodegradación promedio en agua de las láminas de bioplástico durante 5 días $\left[BDg_{H_2O_{FB_{8,9,12}}} \pm \Delta BDg_{H_2O_{FB_{8,9,12}}} \right] (\%)$
FB ₈	78,6 ± 0,4
FB ₉	82,8 ± 0,2
FB ₁₂	88,6 ± 0,3

Fuente: Elaboración propia

Nota. $BDg_{H_2O_{(FB_8, FB_9 \text{ y } FB_{12})}}$ = Biodegradación en agua de las láminas bioplásticas de formulación FB₈, FB₉ y FB₁₂.

De acuerdo con los resultados mostrados en la Tabla 3, la formulación FB₁₂ presentó el mayor porcentaje de biodegradación en agua y la formulación FB₈ registró el porcentaje promedio de biodegradación más bajo. Este comportamiento puede atribuirse a la adición de plastificante (glicerina) en las formulaciones, compuesto caracterizado por su naturaleza hidrofílica que favorece la absorción de agua y, en consecuencia, acelera el proceso de biodegradación.

Sin embargo, Gavilanes (2021), en su estudio elaboración de bioplásticos a partir del almidón de arroz (*Oryza sativa*) y arroz integral para uso como envolturas biodegradables de alimentos, reportó que la formulación B₆ presentó el mayor porcentaje de degradación en agua, con un valor de 63,38%, el cual resulta inferior al porcentaje más alto alcanzado en el presente estudio.

CONCLUSIONES

La evaluación de la biodegradabilidad ambiental de las láminas de bioplástico formuladas a partir de mucílago de *Aloe vera* y pectina presentó comportamientos biodegradativos diferenciados en función del ambiente de exposición. Durante la evaluación de la biodegradación en agua, la formulación FB₁₂ alcanzó un porcentaje máximo de biodegradación del 88,6%, superando así los valores reportados en estudios previos sobre bioplásticos elaborados con almidones vegetales.

Bajo condiciones de biodegradación terrestre, la formulación FB₈ mostró la mayor degradación, con un 57,2% de biodegradación, mientras que, en condiciones aerobias, los niveles fueron moderados, alcanzando un valor máximo en la formulación FB₈ del 28,5%. Los resultados demuestran que las condiciones ambientales, como la presencia de microorganismos, humedad y disponibilidad de oxígeno, influyen de manera crucial en la cinética y grado de biodegradación de los bioplásticos.

El mayor porcentaje de degradación se observó en medio acuático, donde la formulación FB₁₂ alcanzó un máximo del 88,6%, evidenciando que es el entorno más favorable para la descomposición de las láminas de bioplástico estudiadas. Por otro lado, en la biodegradación en suelo se registraron porcentajes moderados, siendo la formulación FB₈ la que mostró la mayor degradación (57,2%) y en medios aerobios, la biodegradación fue menor con un valor máximo del 28,5% en la formulación FB₈, el cual indica la necesidad de considerar estas limitaciones para su uso en ambientes expuestos a la atmósfera.

En síntesis, las láminas de bioplástico elaboradas con mucílago de *Aloe vera* y pectina presentan un comportamiento biodegradable prometedor, especialmente en agua, posicionándolas como una alternativa viable para el desarrollo de materiales sostenibles y respetuosos con el medio ambiente.

CONFLICTO DE INTERÉS

La autora declara que no tiene conflictos de interés con la presente investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] AIMPLAS. (26 de septiembre de 2022). Biodegradabilidad de bioplásticos en medio marino. Aimplas. <https://www.aimplas.es/blog/biodegradabilidad-de-bioplasticos-en-medio-marino/>

[2] Antunes, C. A., Brondani, F., Fernandes, C. J., Turim, M., Schoeninger, V., Falcão, E. A., Do Santos, V. A., Lima, C. A. L., y Martelli, S. M. (2024). Pectin edible films filled with Ilex paraguariensis concentrate extract and its characterization. *Polymers*, 16(22), 3158. <https://doi.org/10.3390/polym16223158>

[3] Chuiza, M., Rodríguez, J., y Brito, M. (2020). Producción de láminas de plástico biodegradables a partir del almidón de

- Arracacia xanthorrhiza. Dominio de las Ciencias, 6(3), 422-438. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1261>
- [4] Ecolec. (28 de octubre de 2025). ¿Qué es la biodegradabilidad? Fundación Ecolec. <https://ecolec.es/greenblog/actualidad/que-es-la-biodegradabilidad/>
- [5] Eubeler, J. P. (2010). Biodegradation of synthetic polymers in the aquatic environment [tesis doctoral, Universität Bremen]. Repositorio Institucional. <http://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:gbv:46-00101809-11>
- [6] Flores, M. A. (2021). Obtención de una lámina biodegradable a partir de la lenteja (*Lens culinaris*) para el embalaje de alimentos [proyecto de investigación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14987>
- [7] García, A. V. (2015). Obtención de un polímero biodegradable a partir de almidón de maíz [Informe de investigación aplicada, Escuela Especializada en Ingeniería ITCA - FEPADE]. Repositorio Digital de Ciencia y Cultura de El Salvador REDICCES. <http://www.redicces.org.sv/jspui/handle/10972/2436>
- [8] Gavilanes, L. J. (2021). Elaboración de bioplásticos a partir del almidón de arroz (*Oryza sativa*) y arroz integral para uso como envolturas biodegradables de alimentos [proyecto de investigación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/14971>
- [9] Guamán, J. M. (2019). Obtención de plásticos biodegradables a partir de almidón de cascara de papa para su aplicación industrial [proyecto de investigación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/11069>
- [10] Moreno, A., López, M., y Jiménez, L. (2012). Aloe vera (Sábila): Cultivo y utilización. Editorial Paraninfo.
- [11] Moreno, P. (2020). Estudio de la biodegradabilidad y compostabilidad de los diferentes plásticos [trabajo de maestría, Universidad Politécnica de Cartagena]. Repositorio Digital Institucional UPCT. <http://hdl.handle.net/10317/8887>
- [12] Ocampo, R., Ríos, L. A., Betancur, L. A., y Ocampo, D. M. (2008). Curso práctico de química orgánica. Enfocado a biología y alimentos (1a. ed.). (L. F. Escobar, ed.). Universidad de Caldas.
- [13] Parker, L. (15 de abril de 2024). Por qué la contaminación por plásticos se convirtió en una crisis mundial. National Geographic Latinoamérica. <https://www.nationalgeographicla.com/medio-ambiente/2024/04/por-que-la-contaminacion-por-plasticos-se-convirtio-en-una-crisis-mundial>
- [14] Rodríguez, F. A. (2022). Síntesis y análisis del proceso de obtención de un bioplástico biodegradable a partir del almidón de chirivía (*Pastinaca sativa*) para el uso en el embalaje de alimentos [proyecto de investigación, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo]. Repositorio Institucional ESPOCH. <http://dspace.esPOCH.edu.ec/handle/123456789/17760>
- [15] Solórzano, J. J., Vargas, M. X., Saltos, W. H. P., Delgado, E. A. R., y Riera, M. A. (2023). Obtención de plástico biodegradable a partir de almidón de la tusa de maíz (*Zea mays*). Publicaciones en Ciencias y Tecnología, 17(1), 19-31. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10155718>
- [16] Van Rooyen, B., De Wit, M., Osthoff, G., Van Niekerk, J., y Hugo, A. (2023). Effect of native mucilage on the mechanical properties of pectin-based and alginate-based polymeric films. Coatings, 13(9), 1611. <https://doi.org/10.3390/coatings13091611>
- [17] Venegas, D. J., Wilson, L. D., y De la Cruz, M. (2024). Aloe vera mucilage as a sustainable biopolymer flocculant for efficient arsenate anion removal from water. RSC Sustainability, 2(7), 2632-2643. <https://doi.org/10.1039/D4SU00170B>
- [18] Villa, D. N., Osorio, M. Á., y Villacis, N. Y. (2020). Extracción, propiedades y beneficios de los mucílagos. Dominio de las Ciencias, 6(2), 503-524. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i2.1181>



- [19] Zapata, D. M. (2019). Evaluación de biopelículas formuladas a partir de almidón de banano verde (*Musa paradisiaca*) y yuca (*Manihot esculenta*) con gel de sábila (*Aloe vera*) [Tesis de grado, Universidad Nacional de Piura]. Repositorio institucional UNP. <https://repositorio.unp.edu.pe/handle/UNP/1586>
- [20] Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (1 de julio de 2025). Contaminación por plásticos. <https://www.unep.org/es/contaminacion-por-plasticos>
- [21] Zoratti, M., Mercadal, P. A., Giménez, P. A., Picchio, M. L., y González, A. (2025). Fabricación de películas biodegradables y activas a base de pectina con propiedades mejoradas mediante la incorporación de solventes eutécticos naturales. RSC Applied Polymers. <https://doi.org/10.1039/D5LP00099H>.

**Greisy Alejandra Gonzales Quispe.**

Licenciada en Química Industrial titulada de la Universidad Mayor de San Andrés, La Paz - Bolivia.

Con formación en sistemas de gestión de calidad, seguridad, ambiental e inocuidad alimentaria, y conocimientos en normas

nacionales e internacionales como ISO/IEC 17025:2018, NB/324, ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018, ISO 22000:2018 y NB ISO 5667-10:2021.