

Evaluación de una biopelícula comestible a partir de la semillas de aguacate variedad choquette (*Persea americana* var. Choquette)

Evaluation of an Edible Biofilm from Choquette Variety Avocado (Persea americana var. Choquette) seeds

Adrián Daniel García Ávila, María Raquel Castro Paitán, Yris Yamilet Jiménez Mendoza*

Universidad Nacional Experimental Politécnica “Antonio José de Sucre” (UNEXPO), estado Lara, Venezuela.

Artículo de Investigación

***Autor de correspondencia:** yjimenez@unexpo.edu.ve

Recibido: 29/05/2025

Recibido en forma revisada: 27/06/2025

Aceptado: 15/07/2025

Resumen

En los últimos años, el aprovechamiento de residuos orgánicos e industriales ha cobrado relevancia a nivel global, pero en Venezuela las iniciativas aún son limitadas. Esta investigación tuvo como objetivo evaluar una biopelícula comestible derivada de semillas de aguacate variedad Choquette, buscando darle valor agregado a este subproducto, reducir la contaminación y ofrecer una alternativa ecológica a los plásticos convencionales. El diseño experimental apoyado en una investigación de campo en cuatro etapas: primero, se establecieron los parámetros óptimos para la obtención de biopelículas a partir de almidón y aceite de la semilla, utilizando un diseño experimental de

Taguchi y una matriz factorial combinatoria, lo que resultó en siete formulaciones. A continuación, se determinaron las propiedades fisicoquímicas y termogravimétricas de estas biopelículas. Posteriormente, las muestras con propiedades adecuadas fueron seleccionadas para el análisis de grupos funcionales y microorganismos presentes. Finalmente, las biopelículas con mejor formulación se compararon con una biopelícula de colágeno disponible en el mercado. Así, el estudio logró desarrollar biopelículas con características comparables a las de productos comerciales. A pesar de las diferencias estructurales observadas, los análisis termogravimétricos, microbiológicos

Adrián Daniel García Ávila. ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-6889-7554>. Ingeniero Químico egresado de la UNEXPO Barquisimeto.

María Raquel Castro Paitán. ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-4599-8968>. Ingeniero Químico egresado de la UNEXPO Barquisimeto.

Yris Yamilet Jiménez Mendoza. ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-5847-2086>. Ingeniero Químico y Magister en Ingeniería Agroindustrial. Profesora Asistente en el Departamento de Ingeniería Química e investigadora de la UNEXPO Barquisimeto.

y fisicoquímicos corroboraron la pertinencia de las biopelículas obtenidas para aplicaciones prácticas.

Palabras clave: Biopelícula comestible, semilla de aguacate, aprovechamiento de residuos.

Abstract

In recent years, the use of organic and industrial waste has gained relevance globally, but in Venezuela, initiatives are still limited. This research aimed to evaluate an edible biofilm derived from Choquette variety avocado seeds, seeking to add value to this byproduct, reduce pollution, and offer an ecological alternative to conventional plastics. The experimental design was supported by a four-stage field investigation: first, the optimal parameters for obtaining biofilms from starch and seed oil were established, using a Taguchi experimental design and a combinatorial factorial design, which resulted in seven formulations. Next, the physicochemical and thermogravimetric properties of these biofilms were determined. Subsequently, the samples with suitable properties were selected for the analysis of functional groups and microorganisms present. Finally, the biofilms with the best formulation were compared with a commercially available collagen biofilm. Thus, the study succeeded in developing

biofilms with characteristics comparable to those of commercial products. Despite the observed structural differences, the thermogravimetric, microbiological, and physicochemical analyses corroborated the suitability of the obtained biofilms for practical applications.

Keywords: Edible biofilm, avocado seed, waste utilization

1. Introducción

La gestión de desechos orgánicos es un desafío global prioritario, con un impacto ambiental considerable. A pesar de los avances en la reutilización de residuos a nivel mundial, las iniciativas en Venezuela aún son limitadas, lo que abre una oportunidad para explorar alternativas sostenibles, como la valorización de subproductos agrícolas.

Un claro ejemplo de lo anterior es la semilla de aguacate, un residuo orgánico generado en grandes volúmenes, especialmente de la variedad Choquette, ampliamente cultivada en la región centroccidental de Venezuela (Vielma, 2023). De esta manera, el objetivo principal de esta investigación fue evaluar biopelículas comestibles elaboradas a partir del almidón y el aceite esencial de la semilla de aguacate variedad Choquette.

Esta investigación no solo enriquece el conocimiento científico sobre la reutilización

de residuos agrícolas, sino que también presenta una solución práctica y sostenible para la industria alimentaria en Venezuela, sentando las bases para el desarrollo económico y ambiental de la región.

2. Metodología

Inicialmente, las semillas se acondicionaron mediante lavado, corte, secado y rallado. Del producto resultante, se obtuvo almidón por el método húmedo, utilizando un tamiz W.S. Tyler N°60. Posteriormente, se extrajo aceite con el método Soxhlet, empleando hexano como solvente y separándolo mediante destilación simple. Para la elaboración de las biopelículas, se aplicó la técnica de casting, usando el almidón obtenido, glicerol como plastificante y agua destilada, e incorporando ácido acético para promover la esterificación del almidón.

En este sentido, fue necesario realizar múltiples formulaciones, basadas en las investigaciones de Díaz (2022), Castro (2020) y Rengifo y Téllez (2023), además de, formulaciones preliminares que permitieron determinar parámetros experimentales, para posteriormente definir una formulación base aplicando un diseño experimental de Taguchi con un arreglo ortogonal L9, considerando tres factores: cantidad de glicerina (2, 3 y

4 ml), concentración de ácido acético (1, 2 y 4 % m/v en 3 ml de solución añadida) y temperatura de secado (40, 45 y 50 °C); las variables de respuesta analizadas en este diseño fueron la consistencia, estabilidad temporal, solubilidad en agua y densidad de grietas de las biopelículas obtenidas.

El análisis estadístico del diseño aplicado se centró en el cálculo y la interpretación de la relación señal/ruido (S/N) para cada combinación de factores y niveles, con el objetivo de identificar la formulación que resultara más favorable al considerar las variables respuesta analizadas a través del software Minitab® 22. De este modo, con la formulación base definida, se incorporó el aceite extraído dentro de la composición plastificante en un diseño combinatorio L^k, al considerar siete niveles y dos factores: la composición de glicerina (ml) y la cantidad de aceite extraído (ml).

La mezcla intermedia, con un 50 % de glicerina y un 50 % de aceite, sirvió como punto de referencia. Además, se añadió ácido cítrico como conservante a cada formulación para mejorar la estabilidad y durabilidad de las biopelículas. Posteriormente las formulaciones resultantes, se caracterizaron evaluando: Fracción soluble en agua (FSA); Pruebas de solubilidad en diferentes solventes (NaOH 10%, HCl 10%, NaHCO₃

5%, CH₃COOH 10%, Hexano y Tetraclorometano); biodegradabilidad; resistencia mecánica y pruebas termogravimétricas (TGA/DSC). La solubilidad en agua y en otros solventes se determinó siguiendo una adaptación de las metodologías de Carrillo et al (s.f.) en el Manual de Prácticas del Laboratorio de Química Orgánica de la UNEXPO.

Por otra parte, la biodegradabilidad se evaluó mediante un ensayo de compostaje en tierra durante 20 días, basado en el método descrito por Díaz (*ob cit*). Las propiedades mecánicas se limitaron a la determinación de la resistencia a la tracción mediante una prueba empírica, que consistió en someter cada biopelícula a un peso de manera progresiva hasta provocar su rotura o deformación, empleando la fórmula propuesta por Acosta et al (2018), basada en la norma ASTM D638:

$$\text{Módulo de resistencia (MPa)} = \frac{F_{NRM} (N)}{AST (m^2)} \quad [1]$$

Dónde: *F_{NRM}* = Fuerza necesaria para romper la muestra; *AST* = Área de la sección transversal.

Con base en los resultados obtenidos, se seleccionaron las biopelículas con propiedades adecuadas: aquellas que exhibieron menor solubilidad en agua y en los otros solventes anteriormente mencionados (lo cual sugiere una mayor resistencia a la

degradación y menor tendencia a interactuar con diferentes ambientes), biodegradación absoluta en un periodo de tiempo cuantificable, mayor resistencia mecánica y mayor estabilidad térmica.

Luego, se analizaron los grupos funcionales presentes en las biopelículas seleccionadas mediante Espectrometría Infrarroja con Transformada de Fourier (FTIR) utilizando un espectrofotómetro Perkin Elmer Spectrum 100; adicionalmente se estudiaron los microorganismos presentes mediante el recuento de UFC/g de aerobios mesófilos (COVENIN N°902-87); identificación de *Staphylococcus aureus* (COVENIN N° 1292-98); *Escherichia coli*, método con Agar Levine (Hitchins *et al.*, (1992)) y por método de determinación de coliformes totales, fecales y *E. coli* (COVENIN N° 1104-96); y recuento de mohos y levaduras (COVENIN N° 1337-90). Análogamente, se realizaron los mismos análisis y pruebas a una biopelícula comestible comercial de colágeno, disponible a nivel nacional, que permitió comparar y contextualizar los resultados de las biopelículas desarrolladas.

3. Análisis y discusión de resultados

A partir de las formulaciones basadas en investigaciones previas y las pruebas preliminares, se determinaron las siguientes

condiciones de operación: una relación de 0,8 g del almidón extraído de la semilla de aguacate variedad Choquette por cada 10 ml de agua; la reacción se debe llevar a cabo utilizando baño termostático (técnica de baño María) y agitación manual; y la temperatura

de operación se debe variar según las etapas de la reacción (60 a 80 °C). Ahora bien, los resultados correspondientes a las formulaciones realizadas al aplicar el diseño experimental basado en el método Taguchi se presentan en las figuras 1.a y 1.b.

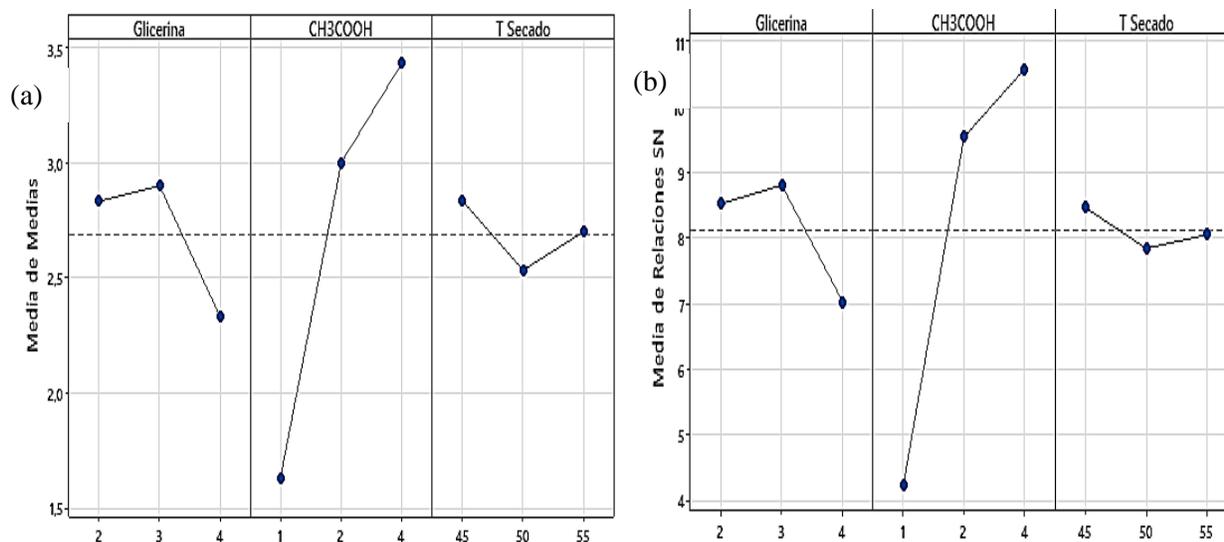


Figura 1. (a). Gráfica de efectos principales para medias. **(b)** Gráfica de efectos principales para relaciones señal/ruido.

Las figuras antes mencionadas demuestran que una cantidad de glicerina superior a 3 ml reduce significativamente la calidad de la biopelícula. Este efecto se debe a un exceso de humedad que afecta negativamente sus propiedades. Esta observación concuerda con los hallazgos de Arizmendi-Cotero (2003), quien concluyó que un exceso de glicerol es perjudicial para la resistencia de la película. Por otro lado, una concentración de ácido acético al 4% m/v optimiza la calidad de la biopelícula.

Ácidos como el acético mejoran la solubilidad y la retención de agua en almidones. Adicionalmente, Salcedo-Mendoza *et al.*, (2016) indican que la sustitución de grupos hidroxilo por grupos acetilo (en este caso provenientes del CH₃COOH adicionado) potencia las propiedades funcionales del almidón, lo cual se relaciona con un mayor nivel de esterificación que favorece el entrecruzamiento del producto, un efecto no alcanzable sólo con glicerina.

El análisis estadístico del modelo ($R^2 = 95,35 \%$; R^2 ajustado = $81,42 \%$) y los datos de la figura 1.b indicaron que la temperatura de secado no era un factor significativo en el rango estudiado. En consecuencia, se procedió a fijar los componentes de la biopelícula base, seleccionando 3 ml de

glicerina, 4 % v/v de ácido acético y un valor intermedio de $50 \text{ }^\circ\text{C}$ para la temperatura. Posteriormente, se aplicó un diseño factorial L^k para desarrollar las biopelículas "B", cuyas propiedades finales se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Composición y características fisicoquímicas y termogravimétricas de las biopelículas formuladas.

Composición /características	B1	B2	B3	B4	B5	B6	B7
Aceite extraído (ml)	0	0,5	1	1,5	2	2,5	3
Glicerina (ml)	3	2,5	2	1,5	1	0,5	0
Almidón (g)	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6	1,6
Agua (ml)	20	20	20	20	20	20	20
Ácido cítrico (g)	1	1	1	1	1	1	1
pH	3,54	3,62	3,55	3,58	3,6	3,58	3,6
Espesor (mm)	1,22	1,20	1,25	0,98	1,23	1,14	1,15
Masa (g)	5,2186	4,7705	4,4484	4,3964	3,6778	2,8600	2,3579
Fracción soluble en agua (FSA)	86,08%	79,67%	73,58%	76,22%	67,86%	35,90%	22,17%
Tiempo de degradación (días)	7	8	11	15	16	19	20
Módulo de resistencia (MPa)	0,0320	0,0453	0,0774	0,0932	0,2401	>0,5444	>0,9800
Estimación de la absorción de calor entre 40 a $130 \text{ }^\circ\text{C}$ (mJ)	4700	4300	3000	2650	2300	715	0
Porcentaje de pérdida de masa a temperaturas altas	19,9	19,7	24,3	17,7	64,6	60,9	60,9

Los resultados de la Tabla 1 demuestran que las biopelículas con mayor proporción de glicerina presentan una mayor solubilidad en agua y una degradación más rápida. Este comportamiento se atribuye a la naturaleza hidrofílica de la glicerina que, al incrementar la retención de agua, facilita la disolución y la degradación biológica.

En contraste, un mayor contenido de

aceite aumentó la estabilidad de las biopelículas, prolongando así su tiempo de degradación, como se observa en la Figura 2 donde se observa una correlación positiva ($R^2 = 0,9758$) entre el contenido de aceite y el tiempo de degradación. Esto se debe a que la hidrofobicidad inherente del componente lipídico, actúa como barrera reduciendo la interacción con el agua (Gontart *et al.*, 1992).

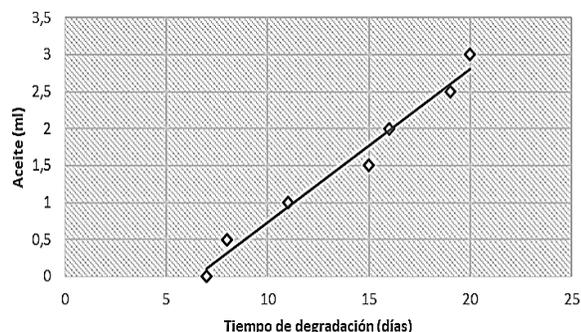


Figura 2. Correlación entre el aceite y el tiempo de degradación.

A pesar de estas diferencias, la naturaleza hidrofílica del almidón domina el comportamiento general de solubilidad y reactividad de todas las biopelículas en diversos solventes.

Por su parte, las biopelículas en NaOH (10%) mostraron coloración (más intensa con mayor contenido de aceite, lo que sugiere una reacción con compuestos como flavonoides/polifenoles (Valencia *et al.*, 2020) y, tras el secado, algunas aumentaron de masa liberando un líquido grasoso (por neutralización, saponificación o desacetilación). Se disolvieron completamente en HCl (10%), mientras que en NaHCO₃ (5%) no se disolvieron, pero perdieron consistencia (las de mayor contenido oleoso la conservaron mejor) y se observó burbujeo por reacción ácido-base. Finalmente, fueron insolubles en CH₃COOH (10%), atribuido a la acetilación del almidón que confiere hidrofobicidad (Vargas *et al.*, 2023), y también en solventes apolares como

hexano y tetraclorometano, debido a la naturaleza hidrofílica del almidón y al entrecruzamiento estructural (Ferrerías, 2009).

El ensayo de resistencia mecánica diferenció claramente el desempeño de las muestras. Mientras que las biopelículas B1-B5 se rompieron, las muestras B6 y B7 solo se deformaron, soportando cargas de más de 2 kg (límite impuesto por el tamaño de la muestra), alcanzando módulos de resistencia superiores a 0,5444 MPa y 0,9800 MPa, respectivamente. A pesar de que estos valores no compiten con los del polipropileno (31-42 MPa, Nicholson, 2006), posicionan a las biopelículas B6 y B7 como materiales prometedores dentro del espectro de los biopolímeros.

El análisis termogravimétrico reveló que la naturaleza del plastificante afecta directamente las propiedades térmicas de las biopelículas. Aquellas preparadas con glicerina (B1-B5) mostraron un pico de gelatinización entre 40 y 130 °C, tal como se ilustra en la siguiente figura:

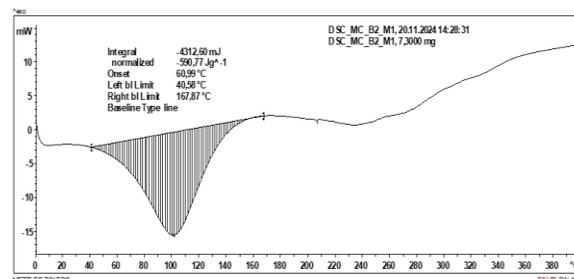


Figura 3. Termograma de DSC para muestra B3. Proporcionado por el IVIC (2024).

En la figura 3 se evidencia una cantidad significativa de agua ligada en la muestra, lo cual concuerda con la teoría de Rao (2003), ilustrada en la Figura 4.

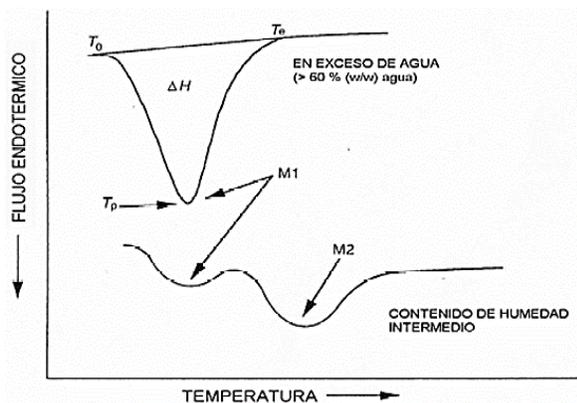


Figura 4. Termogramas de DSC de la gelatinización del almidón

Fuente: Rao (2003)

Este exceso de agua proporciona una mayor flexibilidad en las muestras con mayor cantidad de glicerina, pero menor estabilidad, lo que favorece la degradación, de acuerdo con Hatakeyama y Hatakeyama (1998). Por el contrario, las muestras con más aceite (B6 y B7) absorbieron menos calor, sugiriendo menor agua ligada, mayor estabilidad térmica y mayor rigidez.

El residuo total post-análisis aumentó con el contenido de aceite, posiblemente por compuestos inorgánicos o enlaces más fuertes. Esta tendencia se ve corroborada por una pérdida de masa más significativa en el rango de temperaturas elevadas (descomposición tardía y concentrada). En contraste, las formulaciones con menos aceite

(B1-B4) mostraron pérdidas menores (17 - 24%) en el mismo rango, lo que sugiere una degradación más temprana.

En consecuencia, las biopelículas B6 y B7 demostraron consistentemente un desempeño superior en solubilidad en agua, comportamiento ante diversos solventes, mayor resistencia a la biodegradación (aunque en tiempos ecológicamente cortos), resistencia mecánica superior y mayor estabilidad térmica. Con base en estos hallazgos globales, se seleccionaron dichas muestras con el objetivo de analizar, una biopelícula con mezcla de plastificantes (B6) y formulada únicamente con aceite como plastificante (B7). Mediante el análisis FTIR se obtuvieron los espectros de las biopelículas B6 (Figura 5.a) y B7 (Figura 5.b).

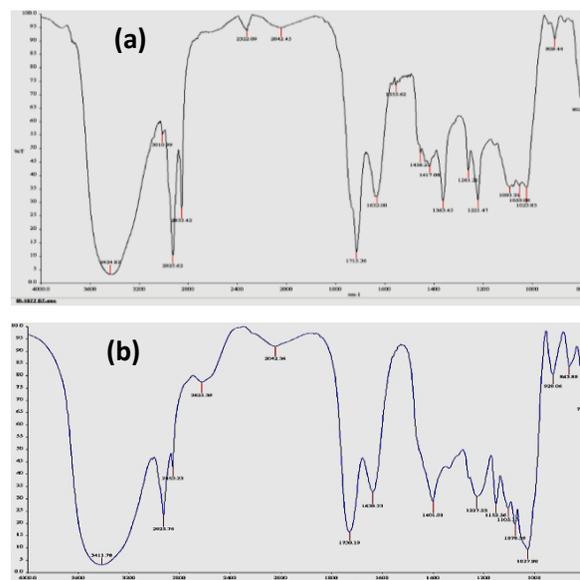


Figura 5. (a) Espectro FTIR de la muestra B6. (b) Espectro FTIR de la muestra B7.

Fuente: Proporcionado por el IVIC (2024).

En las figuras 5.a y 5.b se revela la presencia de bandas de absorción características de carbohidratos, como las correspondientes a la tensión de grupos hidroxilo (-OH) y carbonilo (C=O). Adicionalmente, se identificaron señales de tensión de enlaces C-H en cadenas alifáticas, indicativas de la presencia de ácidos grasos. También, se observaron diferencias significativas en la intensidad y posición de estas bandas entre ambos espectros.

La muestra B6 demostró ser más hidrofílica que B7 debido a una mayor señal de grupos -OH (banda 3600-3000 cm^{-1} más intensa y una banda exclusiva en 2625 cm^{-1} por interacciones -OH). En contraste, B7 presentó señales -CH (lípidos, $\sim 2900 \text{ cm}^{-1}$) más intensas, coherente con su mayor contenido de aceite y similar a espectros de referencia (Lumakso y Rohman, 2015).

Las bandas de carbonilo C=O ($\sim 1700 \text{ cm}^{-1}$) se atribuyeron a los ácidos orgánicos utilizados (acético, cítrico, ácidos grasos) y la posible formación de ésteres por entrecruzamiento (Stein, 2018; Corripio *et al.*, 2017). Las señales en regiones inferiores a 1500 cm^{-1} corresponden a polisacáridos del almidón, y las de alcoholes fueron más pronunciadas en la muestra B6.

Crucialmente, se descartó la presencia de trazas de hexano del proceso de extracción de aceite, ya que no se observaron similitudes con su espectro de referencia (Brown, 2020), confirmando una destilación eficaz. Los análisis microbiológicos (Tabla 2) confirman que las biopelículas B6 y B7 son inocuas y aptas para el consumo, al cumplir con los límites establecidos en la normativa COVENIN correspondiente.

Tabla 2. Resultados Microbiológicos para Biopelículas Comestibles.

Número de muestra	Descripción de la muestra	Aerobios mesófilos	Mohos (UFC/g)	Coliformes decales (NMP/g)	<i>Staphylococcus aureus</i> (UFC/g)	<i>E. coli</i> (UFC/g)
Muestra B6	Biopelículas comestibles	$<10^{-1}$	$<10^{-1}$	$<10^{-1}$	Ausente	Ausente
Muestra B7	Biopelículas comestibles	$<10^{-1}$	$<10^{-1}$	$<10^{-1}$	Ausente	Ausente
Muestra C1	Biopelículas comestibles	$<10^{-1}$	$<10^{-1}$	$<10^{-1}$	Ausente	Ausente

Observación: $10^{-1} = 0 \text{ UFC/g}$

La tabla anterior evidencia la ausencia de crecimiento microbiano (aerobios mesófilos, *S. aureus*, *E. coli*, mohos y levaduras). Esto se atribuye a la inhibición bacteriana por bajo pH (~3) y a un manejo higiénico combinado con el posible efecto antifúngico del aceite de semilla de aguacate (FBK, 2022).

Finalmente, al comparar los resultados de la biopelícula comercial (C1) de colágeno con los de las formuladas a base de almidón (B6 y B7), se demostró que éstas últimas, específicamente B7, ofrecen un desempeño comparable o superior en los aspectos que fueron evaluados. Esta muestra igualó la baja solubilidad en agua de la muestra C1, los tiempos de biodegradación fueron similares, y ambas formulaciones (B6, B7) mostraron resistencia mecánica y seguridad microbiológica equivalentes a la comercial. Notablemente, B7 exhibió la mejor estabilidad térmica general (B7>C1>B6), todo esto a pesar de las diferencias composicionales (proteína vs. almidón) confirmadas por FTIR.

4. Conclusiones

Se desarrollaron exitosamente biopelículas comestibles a partir del almidón y aceite de la semilla de aguacate variedad Choquette, estableciendo parámetros óptimos. Las formulaciones B6 (mezcla de plastificantes) y B7 (solo aceite) se

seleccionaron por sus propiedades fisicoquímicas, mecánicas y térmicas superiores. Su composición y pureza (libre de hexano) se confirmaron mediante FTIR, y su seguridad para consumo mediante análisis microbiológicos (COVENIN).

Fundamentalmente, estas biopelículas (B6 y B7) demostraron características fisicoquímicas, termogravimétricas y microbiológicas comparables (B7 incluso con mejor estabilidad térmica a temperaturas moderadas y similar solubilidad en agua) a una biopelícula comercial de colágeno. Esto valida la semilla de aguacate como fuente viable para el desarrollo de productos comestibles a nivel nacional.

5. Recomendaciones

Para futuras investigaciones, se recomienda mejorar la homogeneidad de la biopelícula utilizando emulsificantes naturales (como la lecitina) y explorando con solventes alternativos; utilizar un diseño hipercubo latino; realizar estudios de resistencia mecánica más detallados con equipos especializados; investigar un rango más amplio de temperaturas de secado; analizar la calidad nutricional de las formulaciones seleccionadas (macro/micronutrientes, beneficios funcionales); y escalar el proceso productivo para evaluar su viabilidad y optimización.

Referencias

- Acosta, J., Gomajoa, H., Benavides, Y., Charfuelan, A. y Valenzuela F. (2018). Evaluación del almidón de papa (*Solanum tuberosum*) en la obtención de bioplástico. 1(1).
- Arizmendi-Cotero, D. (2003). Optimización de dos compuestos plastificantes (glicerol y polietilenglicol) en la elaboración de una película plástica comestible obtenida a partir del mucílago de nopal de la especie *Opuntia tomentosa Salm-Dyck*. 36-40.
- Brown, P. (2020). Advanced Organic Chemistry: Infrared spectrum of hexane. Recuperado de: <https://www.docbrown.info/page06/spectra/hexane-ir.htm>
- Carrillo, M., Monserrat, R. y Fajardo, C. (s.f.). Manual de Prácticas del Laboratorio de Química Orgánica. UNEXPO.
- Castro, P. (2020). Biopelículas Bioreticuladas Obtenidas de la Semilla del Aguacate Hass. 6-43.
- Corripio, R., López-Díaz, A., Ramírez-Corona, N. y López-Malo, A. (2017). Effect of short wave ultraviolet radiation on selected properties of edible films formulated with pomegranate juice and chitosan. *Revista Mexicana de Ingeniería Química*. 17. 63-73.
- Díaz, K. (2022). Obtención de bioplástico a partir de almidón extraído de desechos agroindustriales. UNEXPO, Barquisimeto. 27-31
- FBK México (2022). Utilización de antimicrobianos de origen natural en la conservación de alimentos. [Documento en línea] En: <https://fbkmexico.com/utilizacion-de-antimicrobianos-de-origen-natural-en-la-conservacion-de-alimentos/>
- Ferreras, R. (2009). Análisis reológicos de las diferentes fracciones de harina obtenidas en la molienda del grano de trigo (tesis de maestría). Universidad de Salamanca, España. 27-31.
- Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad (FONDONORMA). (1987). COVENIN 902: "Alimentos. Método para recuento de colonias de bacterias aerobias en placas de Petri".
- Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad (FONDONORMA). (1990). COVENIN 1337: "Alimentos. Método para recuento de mohos y levaduras"
- Fondo para la Normalización y Certificación

- de la Calidad (FONDONORMA). (1996). COVENIN 1104: "Alimentos: determinación del número más probable de coliformes, coliformes fecales y de *Escherichia coli*"
- Fondo para la Normalización y Certificación de la Calidad (FONDONORMA). (1998). COVENIN 1292: "Aislamiento e identificación de *Staphylococcus Aureus* en alimentos".
- Hatakeyama, H., y Hatakeyama, T. (1998). Interaction between water and hydrophilic polymers. *Thermochimica Acta*, 308(1-2), 3–22. doi:10.1016/s0040-6031(97)00325-0
- Hitchins, D., Hartman, P. y Todd, E. (1992). Coliforms – *Escherichia coli* and its toxins. En: *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. American Public Health Association, 3^a Ed. Editorial Commultex, U.S.A. 325- 369.
- IVIC. (2024). Espectro FTIR de las muestras B6 y B7 [Datos no publicados].
- IVIC. (2024). Termograma de DSC para muestra B3 [Datos no publicados].
- Lumakso, F. y Rohman, A. (2015). Detection and quantification of soybean and corn oils as adulterants in avocado oil using fourier transform mid infrared (FT-MIR) spectroscopy aided with multivariate calibration. 253 pp. DOI:10.11113/jt.v77.3640
- Nicholson, J.W. (2006). *The Chemistry of Polymers*, 3rd ed. RSC Paperbacks. ISBN 978-0-85404-684-3.
- Rao, M. A. (2003). Phase transitions, food texture and structure. En: *Texture in food Vol.1* Ed. McKenna, B., Cambridge: Woodhead publishing limited.
- Rengifo Reyes, D. A. y Téllez Espinosa, E. P. (2023). Elaboración de biopelícula a partir de la semilla de aguacate variedad Lorena. Trabajo de grado, Fundación Universidad de América. Repositorio Institucional Lumieres. 48-102.
- Salcedo-Mendoza, J. G., Rodríguez-Lora, M. C. y Figueroa-Flórez, J. A. (2016). Efecto de la acetilación en las propiedades estructurales y funcionales de almidones de yuca (*Manihot esculenta Crantz*) y ñame (*Dioscorea alata cv. Diamante 22*). *Revista Mexicana de Ingeniería Química*, vol. 15, no. 3, 787– 796.
- Stein, S.E. (2018). Evaluated infrared reference spectra collection. Acetic acid. COBLENTZ NO. 4819

- Valencia, D., Rueda, E., Leyva, M., Mazón- López, S. y Ortega-García, J. (2020). Compuestos bioactivos, actividad antioxidante y perfil de ácidos grasos en aceite de semilla de Mezquite (*Prosopis spp*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 70(1), 50-59. Epub. <https://doi.org/10.37527/2020.70.1.006>
- Valencia, D., Rueda, E., Leyva, M., Mazón- López, S. y Ortega-García, J. (2020). Compuestos bioactivos, actividad antioxidante y perfil de ácidos grasos en aceite de semilla de Mezquite (*Prosopis spp*). Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 70(1), 50-59. Epub. <https://doi.org/10.37527/2020.70.1.006>
- Vargas-González, L., Félix-Serrano, I., Rodríguez-González, F. J., López-González, H. R., y Navarro-Rodríguez, D. (2023). Esterificación del almidón en medio ácido utilizando anhídrido acético. Pádi Boletín Científico de Ciencias Básicas e Ingenierías del ICBI, 134-140.
- Vielma, C. (2023). En campos yaracuyanos se da bien el aguacate. Últimas Noticias. [Documento en línea] En: <https://ultimasnoticias.com.ve/noticias/general/aguacate-yaracuyano-apunta-a-convertirse-en-centro-de-economia-regional/>