



EFICIENCIA DEL RECUBRIMIENTO COMESTIBLE DE ALMIDÓN DE YUCA Y ACEITE ESENCIAL DE CANELA PARA LA CONSERVACIÓN DE PIÑA IV GAMA

EFFICIENCY OF THE EDIBLE COATING OF CASSAVA STARCH AND CINNAMON ESSENTIAL OIL FOR THE PRESERVATION OF IV RANGE PINEAPPLE

Angie Jamileth Valenzuela Loor¹

Dolores Angélica Laaz López²

Rosa Irina García Paredes³

^{1, 2} Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta, Ecuador

¹ angie.valenzuela@espam.edu.ec <https://orcid.org/0009-0000-5827-618X>

² angie_laaz98@hotmail.com <https://orcid.org/0009-0002-1377-7487>

³ rosa.garcia@espam.edu.ec <https://orcid.org/0000-0002-0310-3676>

(Recibido/received: 30-octubre-2024; aceptado/accepted: 07-diciembre-2024)

RESUMEN: La presente investigación evaluó la eficacia del recubrimiento comestible de almidón de yuca y aceite esencial de canela en piña IV gama para prolongar su vida útil y preservar características fisicoquímicas. Mediante un diseño experimental completamente al azar con arreglo bifactorial, se estudiaron dos concentraciones de almidón (2% y 3% p/v) combinadas con tres niveles de aceite esencial (0.10%, 0.20% y 0.30% v/v). El análisis estadístico se realizó con SPSS, evaluando pérdida de peso, pH, acidez titulable y sólidos solubles durante 15 días de almacenamiento. El mejor tratamiento, con 2% de almidón y 0.30% de aceite esencial, redujo la pérdida de peso, aunque no logró extender significativamente la vida útil microbiológica más allá de 2 días a 4°C. Los demás parámetros fisicoquímicos se mantuvieron estables durante el almacenamiento. Esta investigación demuestra que el recubrimiento puede ayudar a mantener algunas características de calidad en piña mínimamente procesada, aunque se requiere investigación adicional para mejorar su efectividad en el control microbiológico.

PALABRAS CLAVE: Conservación microbiológica; recubrimientos biodegradables; vida de anaquel

ABSTRACT: The present investigation evaluated the efficacy of an edible coating of cassava starch and cinnamon essential oil on fresh-cut pineapple to prolong its shelf life and preserve physicochemical characteristics. Two concentrations of starch (2% and 3% w/v) combined with three levels of essential oil (0.10%, 0.20% and 0.30% v/v) were studied using a completely

randomized experimental design with bifactorial arrangement. Statistical analysis was performed with SPSS, evaluating weight loss, pH, titratable acidity and soluble solids during 15 days of storage. The best treatment, with 2% starch and 0.30% essential oil, reduced weight loss, although it failed to significantly extend microbiological shelf life beyond 2 days at 4°C. The other physicochemical parameters remained stable during storage. This research demonstrates that the coating can help maintain some quality characteristics in minimally processed pineapple, although further research is needed to improve its effectiveness in microbiological control.

KEYWORDS: Microbiological preservation; biodegradable coatings; shelf life

INTRODUCCIÓN

La piña (*Ananas comusus*) es altamente susceptible al deterioro por su elevado contenido de agua (86%) (Hernández et al., 2021). Durante el procesamiento mínimo, el corte expone los tejidos internos, acelerando los procesos de deterioro microbiano y bioquímico que reducen significativamente su vida útil, incluso bajo condiciones de refrigeración (Palacios, 2022). Esta vulnerabilidad ha impulsado el uso de nuevas tecnologías de conservación naturales, siendo los recubrimientos comestibles una alternativa prometedora como barreras naturales (Caiza, 2024). Los recubrimientos comestibles han emergido como una solución sostenible que aborda simultáneamente la conservación del producto y el impacto ambiental (Cortés et al., 2020). Estos recubrimientos, al formar una barrera semipermeable, regulan el intercambio de gases (CO₂, O₂, etileno) y la pérdida de humedad, extendiendo la vida útil del producto mientras reducen significativamente los residuos plásticos y la huella de carbono comparado con empaques tradicionales (Souza et al., 2024).

Por otra parte, Los recubrimientos comestibles emplean diversos polímeros, destacando el almidón de yuca entre los polisacáridos por su disponibilidad y bajo costo (Santacruz, 2021). Su efectividad se ha demostrado en múltiples frutas, especialmente cuando se combina con aceite esencial de canela, logrando extender significativamente la vida útil: 21 días en mangos (Gómez et al., 2021), 15 días en fresas (Castillo et al., 2023), y 12 días en manzanas mínimamente procesadas (Pham et al., 2022). Esto responde al efecto sinérgico entre las propiedades de barrera del almidón y la actividad antimicrobiana del aceite esencial (Silva et al., 2021).

La incorporación de aceites esenciales mejora significativamente las propiedades del recubrimiento, aportando capacidad antioxidante y antimicrobiana (Yue et al., 2021). El aceite esencial de canela destaca por su amplio espectro antimicrobiano, atribuido principalmente a su alto contenido de cinamaldehído (75-85%) (Putri et al., 2021). Sin embargo, la combinación de almidón y aceite esencial presenta tanto ventajas como desafíos. El almidón ofrece excelentes propiedades mecánicas y económicas, pero alta permeabilidad al vapor de agua. El aceite de canela, aunque efectivo antimicrobiano, presenta retos de volatilidad e impacto sensorial que requieren una cuidadosa optimización de concentraciones (Sarabia y Pico, 2023).

La caracterización fisicoquímica y microbiológica es un paso crucial en la evaluación de la calidad de la piña de IV gama. Estos análisis implican la medición de varios parámetros, como el pH, la acidez, el contenido de humedad y la carga microbiológica (Málaga y Velásquez, 2020). Los

resultados de estos análisis permiten identificar problemas potenciales con la calidad de la fruta y contribuyen en la toma de decisiones con respecto a su almacenamiento, así como a garantizar la calidad y seguridad general de la piña de IV gama.

El presente trabajo de investigación tiene el propósito de evaluar el efecto del recubrimiento comestible a base de almidón de yuca, con adición de aceite esencial de canela, sobre las propiedades fisicoquímicas y vida útil en piñas de IV gama.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los análisis fisicoquímicos y la vida útil se llevaron a cabo en los Laboratorios de Bromatología y Microbiología de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López ubicado en el sitio “El Limón”, en Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí situada entre las coordenadas: 0°49’27” Latitud sur, 80°10’47.2” Longitud oeste y una Altitud de 15 m.s.n.m.

Formulación de dosis experimentales: Las concentraciones de las dosis experimentales se establecieron mediante un diseño factorial, donde se evaluaron dos factores: almidón de yuca y aceite esencial de canela. Los porcentajes de almidón, fueron seleccionados en base a lo establecido en la investigación de Cedeño et al. (2023) quienes trabajaron con concentraciones de 2%, 4% y 6 % p/v para un recubrimiento comestible. En lo que respecta al aceite esencial de canela, se utilizó como referencia la investigación de Cevallos et al. (2023) con concentraciones de 0.05% y 0.15%.

Recolección de la materia prima: Las piñas criollas (*Ananas comosus*), se recolectaron en la provincia de Manabí del cantón Bolívar, parroquia Calceta, sitio Mocochal, eligiendo las piñas con apariencia física similares en color, forma, peso y que se encontraban en un grado de madurez de 5 de acuerdo a la escala de madurez establecido por la normativa Ecuatoriana INEN 1836 (2016), para la piña. Además, se observó que estuvieran libres daño físico (golpes, magulladuras, etc.), exentas de manchas y libres de olores extraños. Para el recubrimiento se utilizó el almidón de Yuca de la marca Levapan, y el aceite esencial de canela (*Cinnamomum Verum*), extracto 100% natural de la marca Aromalab.

Sanitización de las frutas: Las piñas se lavaron en solución de hipoclorito de sodio (100 ppm) durante 10 min de inmersión, luego se enjuagaron con agua destilada y finalmente se secaron a temperatura ambiente (aprox. 25 °C) (Vargas et al., 2022). Los frutos fueron almacenados a 10°C durante 12 horas previo al procesamiento. Al día siguiente, con ayuda de un cuchillo de acero inoxidable se retiraron las coronas, epicarpio y corazones; la pulpa obtenida se cortó en piezas de formas y tamaños irregulares no identificables, como lo indica el Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN 2746:2013.

Preparación y aplicación del recubrimiento comestible: El almidón de yuca (2% y 3% p/v) se disolvió en una solución acuosa a 70°C con agitación constante. La relación almidón de yuca/glicerol fue de 1:0,25, este último se agregó después, cuando el almidón de yuca pasó al proceso de gelatinización. Seguidamente, se añadió el aceite esencial de canela (0,10% 0,20%

y 0,30% v/v) a las suspensiones de almidón de yuca y se homogeneizó en una plancha calefactora durante 5 minutos (Seguil et al., 2020). Por último, se sumergieron las formulaciones de recubrimiento durante 2 minutos, se colocaron en una malla de alambre con aberturas de media pulgada y se dejaron a temperatura ambiente (25°C) durante aproximadamente 1 hora para secar el material de recubrimiento. Después del secado, se colocaron en bandejas de polipropileno con tapas perforadas, cada bandeja tenía 150 gramos de fruta y se analizaron las rodajas de frutas en los días 0, 7 y 15 para medir la vida útil, mientras que las propiedades fisicoquímicas se midieron al inicio y final del experimento. En la figura 1 se muestra un diagrama de bloques, del proceso de preparación y aplicación del recubrimiento comestible.

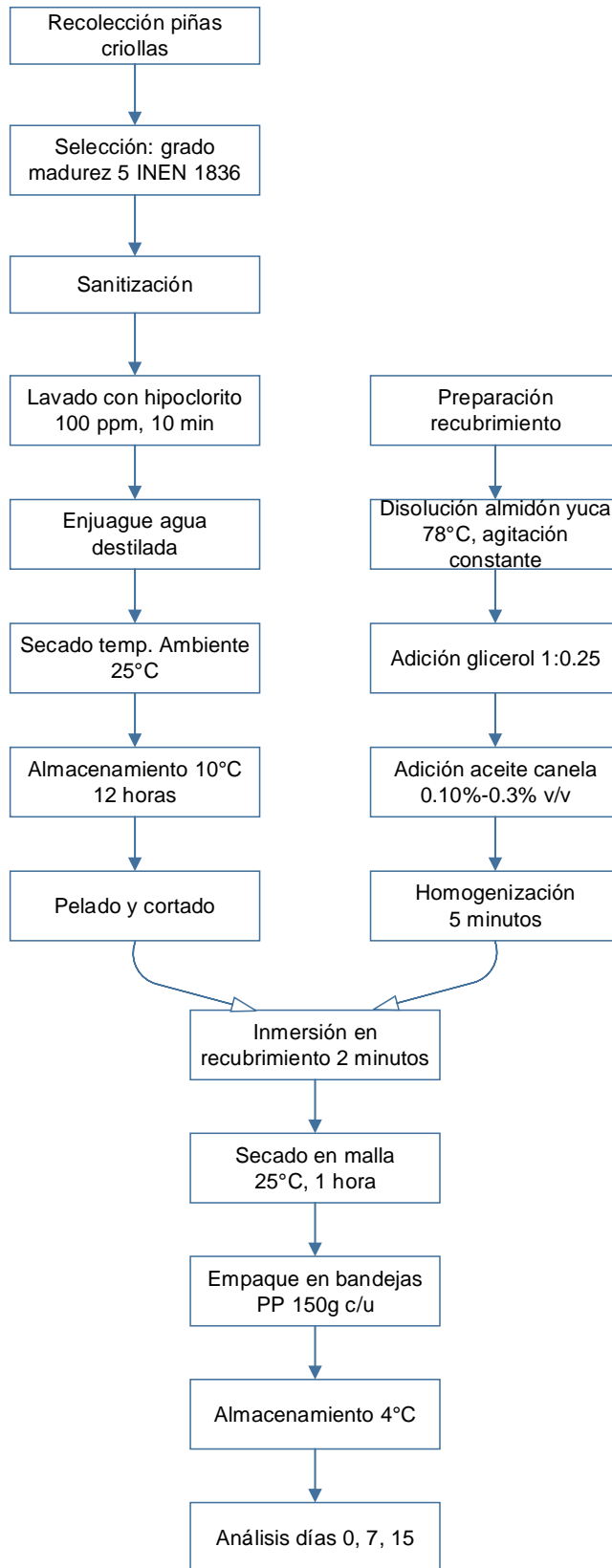


Figura 1. Descripción de preparación y aplicación del recubrimiento comestible

Diseño Experimental: Se empleó un diseño completamente al azar (DCA) con arreglo bifactorial A*B, el factor A (almidón de yuca) tuvo niveles de 2% y 3% p/v, mientras que el factor B (aceite esencial de canela) se evaluó en dosis de 0,10% 0,20% y 0,30% v/v (Tabla 1). Se realizaron tres réplicas para cada tratamiento obteniendo 18 unidades experimentales.

Tabla 1. Composición de tratamientos con diferentes concentraciones de almidón de yuca y aceite esencial de canela.

<i>Tratamientos</i>	<i>Niveles</i>	<i>% p/v de almidón de yuca</i>	<i>% v/v de aceite esencial de canela</i>
T1	a1b1	2	0,10
T2	a1b2	2	0,20
T3	a1b3	2	0,30
T4	a2b1	3	0,10
T5	a2b2	3	0,20
T6	a2b3	3	0,30

Caracterización fisicoquímica: En la tabla 2, se detallan los métodos utilizados para los análisis físico-químicos de los diferentes tratamientos. Estos análisis fueron realizados al inicio de la aplicación del recubrimiento (día 0) y al final de aplicación del recubrimiento (día 15).

Tabla 2. Métodos empleados en la caracterización físico-química de los diferentes tratamientos.

<i>N°</i>	<i>Determinación</i>	<i>Método</i>
1	Pérdida de peso	AOAC 925.45
2	°Brix	AOAC 932.12
3	pH	AOAC 981.12
4	Acidez titulable	AOAC 942.15
5	Humedad	AOAC 930.15
6	Textura	AOAC 974.10

Determinación de vida útil: Para determinar la vida útil del producto se aplicó un método predictivo de acuerdo con la ecuación de Labuza, donde el parámetro a evaluar fue el crecimiento microbiano en función del conteo de mohos y levaduras en los días 0, 7 y 15 de su almacenamiento, a una temperatura de 4°C. Se utilizó una muestra de 150g por cada tratamiento, la ecuación se detalla a continuación:

$$\ln A = \ln A_0 + kt \quad (1)$$

Donde:

A = número de microorganismos al tiempo t

A0 = número de microorganismos al tiempo cero (límite máximo de mohos y levadura igual a 105 UFC/g a través del tiempo según Saza y Jiménez (2020).

K = Constante de velocidad de reacción

t = tiempo de vida útil

Análisis microbiológicos: Se realizaron al tratamiento con la menor pérdida de peso. Los análisis de coliformes totales, aerobios mesófilos, mohos y levaduras se determinaron bajo la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-6(1990) para el control microbiológico de los alimentos.

Análisis estadístico: Las variables físico-químicas fueron analizadas estadísticamente mediante análisis de varianza y prueba de Tukey con nivel de significancia ($p < 0,05$), previa comprobación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza utilizando el paquete estadístico SPSS, versión 37. Para la evaluación de vida útil se utilizaron los gráficos de regresión lineal de Excel.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características físico-químicas

En la tabla 3 se evidencia la significancia estadística para cada una de las variables físico-químicas en función a los factores en estudio en los días 0 y 15.

Tabla 3. Análisis estadístico ANOVA de las características fisicoquímicas de piña IV gama recubierta con diferentes concentraciones de almidón de yuca y aceite esencial de canela durante el almacenamiento (Día 0 y 15)

Fuente de Variación	P_valor					
	Pérdida de peso	Grados Brix	pH	Acidez	Humedad	Textura
<i>Día 0</i>						
Factor A: Porcentaje de almidón de yuca	0,001	0,169	0,576	0,063	0,403	0,065
Factor B: Porcentaje de aceite esencial de canela	0,001	0,374	0,441	0,030	0,671	0,330
Factor A*B: Porcentaje de almidón de yuca*Porcentaje de aceite esencial de canela	<0,001	<0,001	0,000	0,000	0,0000	0,542
<i>Día 15</i>						
Factor A: Porcentaje de almidón de yuca	0,979	0,899	0,707	0,756	0,100	0,756

<i>Factor B</i> : Porcentaje de aceite esencial de canela	0,103	0,052	0,398	0,906	0,272	0,256
<i>Factor A*B</i> : Porcentaje de almidón de yuca*Porcentaje de aceite esencial de canela	0,003	<0,001	0,000	0,007	0,000	0,587

La variable pérdida de peso presentó significancia estadística ($p_{\text{valor}} < 0,05$) al ser evaluada al instante en el que se aplicó el recubrimiento comestible (día 0) para los factores A, B y combinación de ambos. Al ser evaluada la misma variable 15 días después de la aplicación del recubrimiento, sólo se presentó diferencia estadística en la combinación de los factores de % de almidón de yuca y % de aceite esencial de canela. Para las variables grados brix, pH, acidez y humedad, los factores en estudio no presentaron diferencias estadísticas significativas por sí solos ($p_{\text{valor}} > 0,05$), pero al combinarlos arrojaron una influencia estadísticamente significativa en los días 0 y 15.

La variable textura no presentó diferencias estadísticamente significativas en función a las características físico-químicas. En este sentido, se muestra que los niveles de almidón de yuca y de aceite esencial de canela sólo muestran variación en la textura al ser combinados en diferentes porcentajes durante un periodo de tiempo de 15 días. Rosero et al. (2020) mencionan que los aceites esenciales al ser usados en recubrimientos comestibles presentan cambios en las texturas dependiendo del tipo de aceite que se use y la cantidad que se incorpore en el recubrimiento. Así mismo Paredes et al. (2024) especifican que el almidón aporta características físico-químicas óptimas (sobre todo en textura) durante 24 días de almacenamiento en frutos recubiertos con porcentajes de almidón de yuca del 7%.

En la tabla 4 se muestran los resultados del análisis de Tukey para las características físico-químicas, comparando los diferentes porcentajes de almidón de yuca y aceite esencial de canela a los 0 y 15 días.

Tabla 4. Test de comparación de medias de Tukey para las características fisicoquímicas de piña IV gama con recubrimiento de almidón de yuca y aceite esencial de canela durante el almacenamiento (Día 0 y 15).

<i>Factor</i>	<i>Pérdida de peso (%)</i>	<i>Grados Brix (°)</i>	<i>pH</i>	<i>Acidez Titulable (%)</i>	<i>Humedad (%)</i>	<i>Textura (N)</i>
<i>0 días</i>						
<i>A1 (2% almidón de yuca)</i>	87,500a	11,250a	4,500a	0,713a	85,059a	2,000a
<i>A2 (3% almidón de yuca)</i>	81,050a	9,750b	4,500a	0,703a	88,990a	2,500a

<i>B1 (0,10 aceite esencial de canela)</i>	87,100a	9,300a	4,465 a	0,705a b	90,904a	1,949a
<i>B2 (0,20 aceite esencial de canela)</i>	102,100 b	10,350a	4,467 a	0,760a	87,580a	2,654b
<i>B3 (0,30 aceite esencial de canela)</i>	87,050a	10,450a	4,505 a	0,066a	87,285a	1,914a
<i>Sig.</i>	1,000	0,4010	0,477 0	0,191	0,111	0,991
<i>15 días</i>						
<i>A1 (2% almidón de yuca)</i>	20,500a	11,090a	4,600 a	0,715a	89,005a	1,501a
<i>A2 (3% almidón de yuca)</i>	29,300a	11,000a	4,600 a	0,718a	89,500a	1,560a
<i>B1 (0,10 aceite esencial de canela)</i>	18,370a	10,700a	4,540 a	0,680a	88,860a	1,447ab
<i>B2 (0,20 aceite esencial de canela)</i>	25,735a	10,950a	4,595 a	0,730a	89,100a	1,947b
<i>B3 (0,30 aceite esencial de canela)</i>	31,620a	12,300a	4,620 a	0,745a	87,215a	1,124a
<i>Sig.</i>	0,0960	0,055	0,387 0	0,906	0,287	0,261

El análisis de comparación de medias de Tukey (Tabla 3) evidenció diferentes comportamientos en las características fisicoquímicas evaluadas durante el almacenamiento de la piña IV gama. Al día 0, el tratamiento con 0,20% de aceite esencial de canela (B2) mostró un subconjunto homogéneo diferenciado en la variable pérdida de peso, mientras que para los grados Brix, el tratamiento con 3% de almidón de yuca (A2) presentó una agrupación distintiva. Con respecto al pH, se observó estabilidad en todos los tratamientos, manteniendo el mismo subconjunto homogéneo durante los días 0 y 15 de almacenamiento. La acidez titulable mostró que el tratamiento con 0,10% de aceite esencial de canela (B1) compartió agrupación en las mediciones del día 0.

En cuanto a la humedad, los resultados indicaron un comportamiento estable, presentando un subconjunto homogéneo en la prueba de Tukey durante todo el período de evaluación (días 0 y 15). Finalmente, el análisis de textura reveló que el tratamiento B2 (0,20% de aceite esencial de canela) presentó una agrupación diferenciada, mientras que el tratamiento B1 (0,10% de aceite esencial de canela) mostró un comportamiento intermedio al compartir el grupo (ab) en el día 15."

Las principales variaciones de valores entre los días 0 y 15 se dieron para la variable pérdida de peso (figura 2). Es así que la menor variación de peso en relación a los días en estudio la tuvo

el tratamiento T3 con las concentraciones de 2% de almidón de yuca y 0,30% de aceite esencial de canela, es decir con el menor porcentaje de almidón y el mayor porcentaje de aceite esencial. La pérdida de peso en las muestras de fruta recubiertas se puede atribuir principalmente a deshidratación osmótica que proporciona el recubrimiento comestible al tejido de la piña (Pham et al., 2022).



Figura 2. Análisis radial de la pérdida de peso (%) en piña IV gama con recubrimiento comestible de almidón de yuca y aceite esencial de canela durante el almacenamiento (Día 0 y 15).

Las concentraciones de almidón (2%) y de aceite esencial (0.30%) crearon un desequilibrio osmótico que favoreció la pérdida de agua del producto en función al ambiente, en lugar de actuar como una barrera protectora. Este fenómeno es comparable al efecto de deshidratación-impregnación descrito por Gallo et al. (2015) donde la humedad está influenciada por los gradientes de sólidos entre el producto y su entorno

En la tabla 5 se muestran los resultados microbiológicos del tratamiento T3 (2% almidón de yuca y 0.30% aceite esencial de canela), en donde se puede evidenciar un crecimiento microbiano fuera de los límites permisibles en el día 15.

Tabla 5. Análisis microbiológico de piña IV gama con recubrimiento comestible de almidón de yuca (2%) y aceite esencial de canela (0.30%) durante el almacenamiento (Día 0 y 15).

ANÁLISIS	UNIDAD	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE	RESULTADOS	
				DÍA 0	DÍA 15
Coliformes	NMP/cm ³	<3	—		1.29 x10 ⁴ NMP/UFC

				0 NMP/UFC ACEPTABLE	NO ACEPTABLE
Recuento de levadura	UP/cm ³	<10	300	0 UP/cm ³ ACEPTABLE	8.6 x10 ³ UP/cm ³ NO ACEPTABLE
Recuento de mohos	UP/cm ³	<10	300	0 UP/cm ³ ACEPTABLE	2.3 x10 ³ UP/cm ³ NO ACEPTABLE
Aerobios mesófilos	UFC/cm ³	<10	10	0 UFC/cm ³ ACEPTABLE	1.1 x10 ⁵ UFC/cm ³ NO ACEPTABLE

Los análisis microbiológicos realizados al día 0 y día 15 de almacenamiento (Tabla 4) muestran un incremento significativo en todos los parámetros evaluados. La población de coliformes aumentó de 0 a 1.29×10^4 NMP/cm³, mientras que el recuento de levaduras y mohos pasó de niveles no detectables a 8.6×10^3 UP/cm³ y 2.3×10^3 UP/cm³ respectivamente, superando considerablemente el límite máximo permitido de 300 UP/cm³. De manera similar, los aerobios mesófilos alcanzaron valores de 1.1×10^5 UFC/cm³ al día 15, excediendo el límite establecido de 10 UFC/cm³. Estos resultados corroboran cuantitativamente la limitada efectividad antimicrobiana del recubrimiento con las concentraciones utilizadas (2% almidón de yuca y 0.30% aceite esencial de canela), respaldando la necesidad de incrementar las concentraciones de ambos componentes para lograr un mejor control del crecimiento microbiano.

Para la determinación de la vida útil se empleó una regresión lineal de primer orden (figuras 2 y 3) y la ecuación de Labuza, teniendo en consideración el límite máximo establecido por la norma INEN 1836 para piña respecto a mohos y levaduras (300 UFC), determinando un tiempo de vida útil de 2 días para mohos y medio día para levaduras. Estos resultados evidencian que la formulación del recubrimiento con 2% de almidón de yuca y 0.30% de aceite esencial de canela alcanzó una vida útil por debajo de los parámetros deseables para aplicaciones comerciales (0.5 -2 días), indicando la necesidad de una reformulación sustancial del recubrimiento.

La baja concentración de almidón (2%) y aceite esencial (0.30%) no logró crear una barrera efectiva contra los procesos metabólicos de la piña mínimamente procesada, influyendo directamente el rápido crecimiento microbiano y consecuente deterioro del producto. De los Santos et al., (2022) señalan que los recubrimientos comestibles forman barreras semipermeables para gases como CO₂ y O₂, cuando se utilizan concentraciones adecuadas de almidón.

El estudio establecido por Castro (2017) demuestra que la concentración de almidón (1-5%) interviene directamente en la estructura del recubrimiento, afectando la formación de la matriz

polimérica y consecuentemente disminuyendo la protección microbiológica de la fruta. Por otra parte, el aceite esencial de canela demuestra que tiene propiedades antimicrobianas adecuadas según el estudio respaldado por Dublán et al. (2024) al ser un aceite esencial y contener cinamaldehído, presenta efectividad bactericida en concentraciones similares a las utilizadas en la presente investigación (0.20% y 1%).

En función a los hallazgos mencionados, es importante fundamentar el incremento de la concentración de almidón y de aceite esencial de canela. Ambos incrementos mejorarían la formación de una matriz polimérica que proporcionaría una mejor barrera contra la transferencia de humedad y gases, inhibiendo el crecimiento microbiano en frutas mínimamente procesadas.

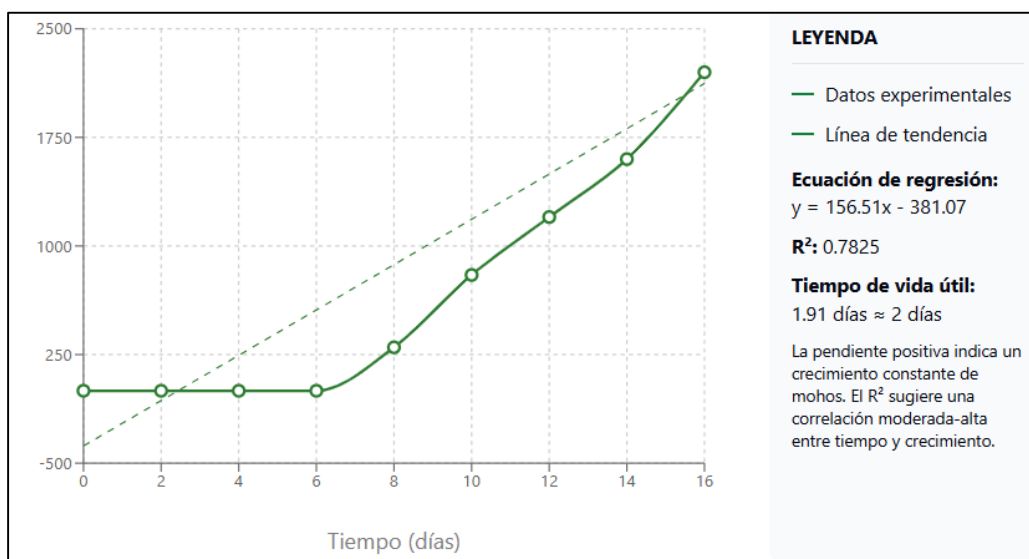


Figura 3. Análisis de vida útil mediante regresión lineal del crecimiento de mohos en piña IV gama con recubrimiento comestible de almidón de yuca y aceite esencial de canela.

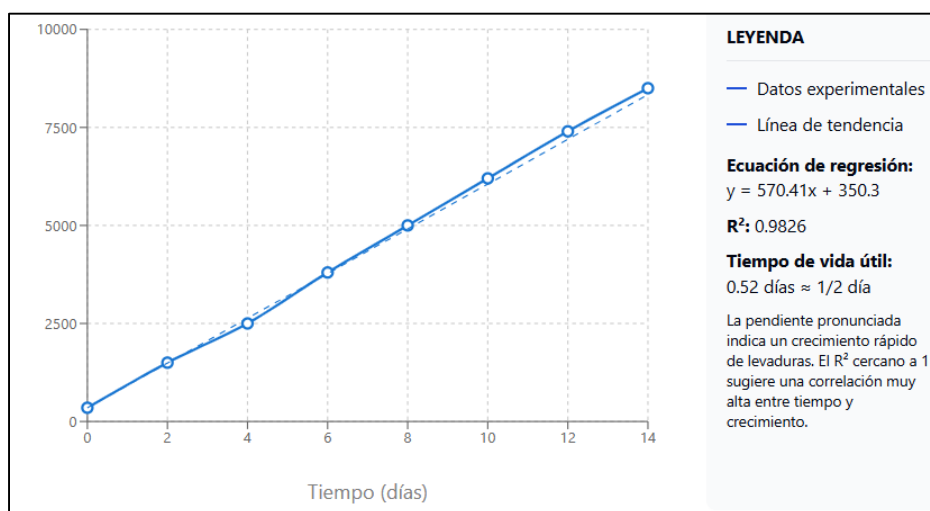


Figura 3. Análisis de vida útil mediante regresión lineal del crecimiento de levaduras en piña IV gama con recubrimiento comestible de almidón de yuca y aceite esencial de canela

CONCLUSIONES

Los análisis físico-químicos demostraron que el recubrimiento comestible de almidón de yuca (2-3%) y aceite esencial de canela (0.10-0.30%) fue efectivo en mantener las características fisicoquímicas de la piña IV gama, especialmente en la reducción de pérdida de peso y la estabilización de parámetros como grados Brix, pH y acidez durante el almacenamiento. Si bien la vida útil microbiológica no alcanzó el umbral esperado de 7 días, estos hallazgos proporcionan una base para futuras investigaciones. Se sugiere explorar concentraciones más altas de ambos componentes o su combinación con otras tecnologías de conservación para optimizar su efectividad antimicrobiana.

REFERENCIAS

- Caiza, C. (2024). Avances y perspectivas en la tecnología de recubrimientos comestibles de alimentos: una revisión de su aplicación en la industria alimentaria. *Reciena Edición Especial*, 14(1), 15-26. <https://reciena.esPOCH.edu.ec/index.php/reciena/article/download/92/112/229>
- Castillo, D; Cuello, M; Blanco, Y; Cabrera, O Y Arroyo, E. (2023). Aplicación de revestimientos comestibles a la frutilla (*Fragaria Vesca L.*) para conservarla post cosecha. *Tecnología Química*, 43(2), 290-308. <http://scielo.sld.cu/pdf/rtq/v43n2/2224-6185-rtq-43-02-290.pdf>
- Castro, M; Espinoza, V; López, M y Molina, R. (2017). Recubrimiento comestible de quitosano, almidón de yuca y aceite esencial de canela para conservar pera (*Pyrus communis L. cv. "Bosc"*). *Revista la Técnica*, 43-53. https://www.researchgate.net/publication/332357884_Recubrimiento_comestible_de_quitosano_almidon_de_yuca_y_aceite_esencial_de_canela_para_conservar_pera_Pyrus_communis_L_cv_Bosc
- Cedeño, L; Armijos, G; Arias, D y Bravo, V. (2023). Efecto del glicerol como plastificante en películas de almidón de maíz modificado. *Journal of Science and Research*, 8(4), 186-204.
- Cevallos, J; Castro, M; Espinoza, V y Ávila, J. (2023). Estudio comparativo de dos recubrimientos comestibles a base de biopolímeros y cinamaldehído en la conservación de pepino *Cucumis sativus L.* *Revista colombiana de investigaciones agroindustriales*, 10(1), 65-79. https://www.researchgate.net/publication/370488726_Estudio_comparativo_de_dos_recubrimientos_comestibles_a_base_de_biopolimeros_y_cinamaldehido_en_la_conservacion_de_pepino_Cucumis_sativus_L
- Cortés, M. Villegas, C. Gil, J. Ortega, R. 2020. Effect of a multifunctional edible coating based on cassava starch on the shelf life of Andean blackberry. *Heliyon*. 6. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e03974>
- De los Santos, M; Balois, R; Jiménez, J y Bautista, P. (2022). Recubrimiento a base de almidón nativo aplicado en frutos de guanábana durante su almacenamiento postcosecha. *Nova Scientia*, 14(29), 1-11.

Dublán, O; Saucedo, K; Morachis, A; Cira, L y Hernández, M. (2024). *Inhibitory Effect of an Edible Coating on Indicator Microorganisms (E. coli and S. aureus) and Strawberry Contaminants*. Colegio Mexicano de Ingenieros Bioquímicos. <https://cmibq.org.mx/jbbr/images/docs/jbbr-vol-8-proceedings-1.pdf>

Gallo, L; Tirado, D y Acevedo, D. (2015). Deshidratación Osmótica: una revisión. *Revista Recitela*, 15(1), 1-12. https://www.researchgate.net/publication/293942449_Articulo_de_Revisi%u00f3n_DESHIDRATACION_OSMOTICA_UNA_REVISION

Gómez, P. Figueroa, K. Hernández, J. Cortés, M. y Ortega, R. (2021). Effect of Different Essential Oils on the Properties of Edible Coatings Based on Yam (*Dioscorea rotundata* L.) Starch and Its Application in Strawberry (*Fragaria vesca* L.) Preservation. *Appl. Sci*, 11, 11057. <https://doi.org/10.3390/app1122110>

Google. (2019). Ubicación Geográfica de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Bolívar, Ecuador.

Hernández, G. Ortega, E. y Ortega, I. (2021). Composición nutricional y compuestos fitoquímicos de la piña (*Ananas comosus*) y su potencial emergente para el desarrollo de alimentos funcionales. *Boletín de Ciencias Agropecuarias del ICAP*, 7 (14), 24-28.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9212864.pdf>

Málaga, J y Velásquez, P. (2020). Obtención de fibra de rastrojo de la cosecha de piña (*Ananas comosus* L.) y su caracterización como alternativa para elaborar papel. *Investigación*, 28(1), 223-229. <https://revistas.unsch.edu.pe/index.php/investigacion/article/view/375/312>

Normativa Técnica Ecuatoriana INEN 1-529. (1990). *Control microbiológico de los alimentos. Determinación de coliformes fecales y E. coli*. <https://ia803007.us.archive.org/22/items/ec.nte.1529.8.1990/ec.nte.1529.8.1990.pdf>

NTE INEN. (1990). *Control microbiológico de los alimentos*.

Palacios, E; Ortega, D; Moreira, R y Díaz, E. (2024). Efecto antimicrobiano del recubrimiento de quitosano aplicado al banano poscosecha en Los Ríos, Ecuador. *Dominio de las Ciencias*, 10(3), 740-752. <https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/3951/8257>

Paredes, A; Caiza, J y Arboleda, L. (2024). El almidón, su uso y efecto como recubrimiento comestible en la conservación de frutas. *Ciencia Digital*, 8(2), 144-160. <https://cienciadigital.org/revistacienciadigital2/index.php/CienciaDigital/article/download/3001/7780/>

Pham, T. Nguyen, L. Baranyai, L. Nguyen, T. Trinh, K. (2022). Efecto del recubrimiento electrolizado de gelatina y almidón de yuca sobre las propiedades bioquímicas y la maduración de frutos de banano (*Musa acuminata* L.). *Revista polaca de ciencias de la alimentación y la nutrición*, 72(3), 263-272. <https://doi.org/10.31883/pjfn/152667>

Putri, S. Moh, F. y Jumeri, M. (2021). Alginate-Based Edible Coatings Enriched with Cinnamon Essential Oil Extend Storability and Maintain the Quality of Strawberries under Tropical Condition.

Planta Tropika: *Jurnal Agrosains (Journal of Agro Science)*, 9 (1), 59-70. DOI: 10.18196/pt.v9i1.10368

Rosero, A; Espinoza, P y Fernández, L. (2020). Recubrimientos comestibles con materiales micro/nanoestructurados para la conservación de frutas y verduras: una revisión. *Infoanalítica*, 8(1), 149–178. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/8382702.pdf>

Santacruz S. 2021. Recubrimientos comestibles a base de almidón de yuca, ácido salicílico y aceites esenciales para la conservación de mango precortado. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*. 74(1). 9461-9469. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n1.83837>

Sarabia, D y Pico, J. (2023). Recubrimientos comestibles: una alternativa para la conservación de frutas. *Opuntia Brava*, 15(4), 313-327. https://www.researchgate.net/publication/377625828_Recubrimientos_comestibles_una_alternativa_para_la_conservacion_de_frutas

Saza, J y Jiménez, J. (2020). Determinación de condiciones ambientales para la conservación de granos de cacao (*Theobroma cacao* L) deshidratado durante el almacenamiento. *Revista Sistemas de Producción Agroecológicos*, 11(1), 2-32. https://www.researchgate.net/publication/354565387_Determinacion_de_condiciones_ambientales_para_la_conservacion_de_granos_de_cacao_Theobroma_cacao_L_deshidratado_durante_el_almacenamiento

Seguil, C; Mendoza, Z y Casimiro, E. (2020). Evaluación de las formulaciones de película comestible de *nostoc sphaericum* aplicadas a la conservación de fresas. *Alimentos, Ciencia e Ingeniería*, 27(2),79-93. <https://revistas.uta.edu.ec/erevista/index.php/aci/article/view/952>

Servicio Ecuatoriano de Normalización INEN. (2016). *Frutas frescas piña requisitos*

Silva, O. Galdioli, M. Friedrich, J. Pellá, M. Beneton, A. Faria, M. Colauto, G. Caetano, J. Simões, M. and Dragunski, D. 2021. Efectos de un recubrimiento comestible a base de almidón nativo de yuca, quitosano y gelatina sobre guayabas (*Psidium guajava* L.). *ACS Ciencia y tecnología de los alimentos*. 1(7). 1247-1253. 10.1021/acfoodscitech.1c00131

Souza, R; Pérez, M y Palou, L. (2024). *Recubrimientos comestibles antifúngicos formulados con extracto de hueso de aguacate para controlar la podredumbre marrón y mantener la calidad de ciruelas frigoconservadas*. Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición. https://post2024.com/wp-content/uploads/2024/07/POST2024_LIBRO_TRABAJOS_COMPLETOS.pdf

Vargas, C; González, V; Ochoa, C y Vélez, C. (2022). Conservación de piña mínimamente procesada: evaluación de parámetros fisicoquímicos. *Ingeniería*, 27(1), 1-18. <http://www.scielo.org.co/pdf/inge/v27n1/0121-750X-inge-27-01-e206.pdf>

Yue Zhou;Xuehui Wu;Jiahui Chen;Junhua He; (2021). Effects of cinnamon essential oil on the physical, mechanical, structural and thermal properties of cassava starch-based edible films. *International Journal of Biological Macromolecules*. doi:10.1016/j.ijbiomac.2021.06.067

SEMBLANZA DE LOS AUTORES



Angie Jamileth Valenzuela Loor: Egresada de la Carrera de Agroindustria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” (ESPAM MFL) Ecuador. Pasantía en Producción y Control de Calidad – Madero Tosagua (agosto - octubre 2024)



Dolores Angélica Lazz López: Egresada de la Carrera de Agroindustria, Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí “Manuel Félix López” (ESPAM MFL) Ecuador. Pasantía en el área de Procesos y elaboración de productos– Asociación de Mujeres Comunitarias del Cantón Tosagua AMUCOMT (agosto - octubre 2024)



Rosa Irina García Paredes: Ingeniera Agroindustrial. Magister en Procesos Agroindustriales. Docente – Investigadora en la carrera de Agroindustria de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López (ESPAM MFL). Artículos publicados: Sistema de calidad basado en el análisis de peligros y puntos críticos de control en ELACEP S.A. (Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos); Diagnóstico de la calidad higiénico sanitaria de la leche de los sistemas bovinos del Cantón El Carmen (Revista Ecuatoriana de Ciencia Animal); Caracterización técnica y productiva del sistema bovino lechero de las ganaderías asociadas del Cantón Bolívar de la provincia de Manabí-Ecuador (FAVE Sección Ciencias Veterinarias).