

## Efecto del recubrimiento a base de almidón de *Manihot esculenta* en la conservación post-cosecha de *Carica papaya*

### Effect of *Manihot esculenta* starch-based coating on postharvest preservation of *Carica papaya*

Rosel QUISPE HERRERA, Luis Ángel VARGAS OROS, Isaac Edward MORA RIOS, Palmer Vicente PULLA HUILLCA, Yolanda PAREDES VALVERDE

Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios, Puerto Maldonado, Perú.

Recibido: 30/septiembre/2024. Aceptado: 13/noviembre/2024.

#### RESUMEN

**Introducción.** La papaya (*Carica papaya* L.) enfrenta desafíos en la cadena de suministro debido a su rápida maduración y susceptibilidad a patógenos, como *Colletotrichum gloeosporioides*, lo que genera pérdidas postcosecha de hasta el 40%. Una estrategia efectiva para extender su vida útil es el uso de recubrimientos comestibles, elaborados con polímeros naturales como el almidón de yuca.

**Objetivo.** Evaluar el efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca variedad Cevallos (*Manihot esculenta*) en la conservación post-cosecha de papaya variedad Intenza (*Carica papaya*).

**Materiales y métodos.** Las frutas de papaya en la variedad Intenza fueron muestreadas del centro poblado "Tahuantinsuyo", Madre de Dios - Perú. La yuca de variedad Cevallos fueron extraídas del centro poblado "Bajo Madre de Dios". Las concentraciones de recubrimientos elaboradas a partir de almidón de 2% (P/V) y 4% (P/V), se utilizó como plastificante la glicerina al 2% (P/V) y como conservante al sorbato de potasio 0.1% (P/V), para luego proceder a un secado a temperatura ambiental de 28°C, se determinó el efecto del revestimiento hecho con fécula de yuca en la preservación postcosecha en un anaquel durante 12 días.

**Resultados.** El revestimiento elaborado hecho con fécula de yuca ha justificado que es un procedimiento alternativo y efectivo que mejora la post-cosecha de la papaya variedad Intenza.

**Conclusiones.** Las papayas recubiertas con sorbato de potasio, mostraron una mejor conservación post-cosecha en el porcentaje de pérdida de peso (7.6%), color (32.12L\*), firmeza (2.33N) y porcentaje de ácido cítrico (1.38%) durante el almacenamiento a 28°C en comparación con los frutos con y sin recubrimiento. Estos resultados sugieren que el revestimiento realizado con fécula de yuca presenta efecto positivo y se puede usar de modo positivo para alargar la durabilidad de la papaya.

#### PALABRAS CLAVES

Almidón de yuca, conservación post-cosecha, papaya, recubrimiento.

#### ABSTRACT

**Introduction.** Papaya (*Carica papaya* L.) faces challenges in the supply chain due to its rapid ripening and susceptibility to pathogens, such as *Colletotrichum gloeosporioides*, which generates postharvest losses of up to 40%. An effective strategy to extend its shelf life is the use of edible coatings, made from natural polymers such as cassava starch.

**Objective.** To evaluate the effect of a coating based on cassava starch variety Cevallos (*Manihot esculenta*) on the postharvest preservation of papaya variety Intenza (*Carica papaya*).

#### Correspondencia:

Rosel Quispe Herrera  
rherrera@unamad.edu.pe

**Materials and methods.** Papaya fruits of the Intenza variety were sampled from the town of "Tahuantinsuyo", Madre de Dios - Peru. The cassava of the Cevallos variety were extracted from the "Bajo Madre de Dios" population center. The concentrations of coatings made from starch were 2% (W/V) and 4% (W/V), glycerin 2% (W/V) was used as a plasticizer and potassium sorbate 0.1% (W/V) as a preservative, and then dried at room temperature of 28°C. The effect of the coating made with cassava starch on post-harvest preservation on a shelf for 12 days was determined.

**Results.** The coating made with cassava starch has been shown to be an effective alternative procedure that improves postharvest preservation of the Intenza variety of papaya.

**Conclusions.** Papayas coated with potassium sorbate showed better post-harvest conservation in weight loss percentage (7.6%), color (32.12L\*), firmness (2.33N) and citric acid percentage (1.38%) during storage at 28°C compared to coated and uncoated fruits. These results suggest that the cassava starch coating has a positive effect and can be used positively to extend the shelf life of papaya.

## KEY WORDS

Cassava starch, coating, papaya, postharvest preservation.

## INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya* L.), pertenece a la familia de las Caricaceae, es un vegetal muy estudiado, por su valor nutricional y propiedades medicinales<sup>1</sup>, el uso en la medicina se debe al contenido de fitoquímicos como licopeno, carotenoides, alcaloides, monoterpénoides, flavonoides, minerales, vitaminas, la enzima papaína<sup>2</sup>, taninos, esteroides, saponinas, fenoles, con propiedades antioxidantes y reductoras, proantocianidinas, antraquinonas y glucósidos cardíacos<sup>3</sup>. A pesar de su alta demanda a nivel mundial, el cultivo y la exportación de papaya enfrentan desafíos significativos debido a microorganismos fitopatógenos, lo que resulta en pérdidas postcosecha que alcanzan el 25 a 40% a lo largo de la cadena de suministro, especialmente durante el transporte y acopio, asociado a un manejo inadecuado<sup>4</sup>.

La papaya es un fruto de maduración rápida y vida útil corta Principio del formulario<sup>5</sup>, debido a su alta actividad metabólica, pérdida de agua y susceptibilidad a patógenos<sup>6</sup>, la pérdida de agua debilita la pared celular y es propensa a descomponerse por acción de microorganismos durante el almacenamiento y el transporte lo que genera grandes pérdidas económicas<sup>7</sup>. Para aumentar la durabilidad de los alimentos, se emplean capas comestibles elaborados con polisacáridos, lípidos, proteínas, aditivos y moléculas activas demostrando que preservan en las frutas sus particularidades anheladas por compradores como, aspecto fresco, consistencia, brillo, color, calidad y valor de mer-

cado<sup>8</sup>, además permite mejorar el lustre y la superficie de la corteza, disminuir el daño del atributo físico-químico y sensorial, la pérdida de agua y el canje de gases<sup>4</sup>. La tendencia global que facilita la conservación de estas características son los recubrimientos comestibles, como los que se hacen con féculas de yuca<sup>9</sup>, el almidón o comúnmente conocido como fécula es una macromolécula idónea para la producción de envases biodegradables o recubrimientos de alimentos<sup>10</sup>.

Los revestimientos alimenticios son capas delgadas que cubren a los vegetales u otro material como una cobertura preservante y extienden su calidad. El almidón es un carbohidrato empleado para recubrir diferentes frutas y verduras, ya que no altera su sabor y es económico<sup>11</sup>.

La descomposición de la papaya esta atribuida a la infección de un hongo *Colletotrichum gloeosporioides* generando la antracnosis de los frutos<sup>12</sup>. Durante varios años, los fungicidas sintéticos eran de uso común para eliminar los hongos patógenos en las frutas, sin embargo, los residuos de estos productos fueron causantes de peligros significativos a los humanos y ecosistemas<sup>13</sup>. Por ello, la investigación se ha orientado hacia el desarrollo de inhibidores de hongos que sean seguros y ecológicos. El sorbato de potasio (SP) es reconocido en diferentes países como seguro para su uso, y por lo tanto puede aplicarse como conservante en varios alimentos<sup>14</sup>, empleado para inhibir la levadura, el moho y las bacterias en los alimentos sin afectar la apariencia ni el aroma de los alimentos<sup>15</sup>. En la actualidad, el SP se ha aplicado a la preservación de la fruta kiwi y en productos como el pastel de chocolate, los cuales son susceptibles a la actividad fúngica del *Botrytis cinerea* y *Penicillium citrinum*<sup>16</sup>, otro estudio que detalla la efectividad del SP en la conservación post-cosecha es observada en las frutas de frambuesas, arándanos y moras<sup>17</sup>. Sin embargo, hasta la fecha, se reportan escasas investigaciones en relación a los efectos del sorbato de potasio sobre el efecto en la conservación post-cosecha y los hongos patogénicos que afectan a la papaya.

Debido a la suavidad del exocarpio de la papaya, es difícil que la solución de sorbato de potasio por si sola se adhiera de manera uniforme a la piel de la fruta, lo que limita su aplicación en la preservación de papaya. Las características reológicas del revestimiento hecho de fécula de yuca pueden permitir que el SP se adhiera de manera uniforme al exocarpio de la fruta de papaya, generando una mayor inhibición en el desarrollo de microorganismos nocivos.

Teniendo en conocimiento del efecto positivo del recubrimiento de la fécula de yuca en el mantenimiento del buen estado de la fruta y la actividad antimicrobiana del SP, la formulación de este recubrimiento con estos insumos tendría un efecto prometedor en el almacenamiento post-cosecha de los frutos de la papaya.

## OBJETIVO

Evaluar el efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca variedad Cevallos (*Manihot esculenta*) en la conservación post-cosecha de papaya variedad Intenza (*Carica papaya*).

## MATERIALES Y MÉTODOS

Se seleccionaron frutos maduros y en buen estado de papaya Intenza en la comunidad Tahuantinsuyo, Madre de Dios, mediante muestreo no aleatorio. Los frutos se eligieron por tamaño, forma, peso y estado fitosanitario, luego fueron lavados, desinfectados y almacenados para la experimentación. Las Buenas Prácticas de Manufactura incluyeron la limpieza de equipos y áreas de trabajo con hipoclorito de sodio para garantizar la inocuidad de la fécula de yuca producida<sup>18</sup>.

### Obtención de la fécula de yuca

La producción de la fécula de yuca comienza con la recepción y limpieza de los tubérculos, desinfectados en hipoclorito de sodio. Se cortan y licúan para formar una pasta semilíquida, que se mezcla y homogeniza con agua, se filtra y, por sedimentación, se obtiene el almidón.

### Proceso de recubrimiento por inmersión

El proceso de recubrimiento de la papaya comienza con la preparación de soluciones de almidón de yuca al 2% y 4%, mezcladas con agua y calentadas a 80°C por 15 minutos. Luego, se añade glicerol y sorbato de potasio a 40°C. Las frutas se sumergen en esta mezcla a 40°C durante 3 minutos. Después, las papayas recubiertas se secan en anaqueles a temperatura ambiental (aproximadamente 28°C) y se evalúan durante 12 días.

### Técnicas de análisis

Según Pinzón, Fischer y Corredor (2007) las etapas de madurez se evalúan basándose de las propiedades físicas como el peso, tamaño, densidad, firmeza, color y químicas como sólidos solubles totales [SST], acidez total titulable [ATT] y pH.

En la determinación del **color** se usó el método dado por Gennadios et al., (1996) y en relación a la NTP 011.009:1973, haciendo uso de un colorímetro (Soonda modelo WR-10), para el registro de los valores numéricos de los ejes luminosidad (L\*), verde (-a\*), amarillo (a\*) y verde (-b\*) y amarillo (b\*) de la zona de color CIE-L\*a\*b\*, representando la iluminación del día (iluminante D-65)<sup>20</sup>.

El **pH** se determinó por los métodos descritos por Latimer, George W (2023), utilizando un pH-metro (Isolab modelo IP-57), una unidad de medida que describe lo ácido o básico que es una solución, cuya escala es de 0 a 14.

La **firmeza** se determinó haciendo uso del equipo denominado penetrómetro, Shahe modelo AGY-15, en kilogramo - fuerza (kg-f/cm<sup>2</sup>) propuesta por<sup>22</sup>.

Los **sólidos solubles** se determinaron haciendo uso del equipo denominado refractómetro digital portátil, Comecta modelo NR-151, en grados brix (°Bx) basada en la reflectometría<sup>22</sup>.

El porcentaje (%) de merma del peso se halló por el método propuesto por (Palacín, 2012).

Para determinar la **acidez** titulable se usó la volumetría ácido base, propuesta por (Palacín, 2012) y de ácido cítrico propuesta por<sup>24</sup>.

### Análisis de datos

Para el análisis estadístico de los resultados se utilizó el Software SPSS versión 25, (IBM, 2020).

## RESULTADOS

Como los resultados del ANOVA (tabla 1) reporta que los sólidos totales presentan una diferencia significativa en los tratamientos, se aplicó la prueba Tukey y los valores nos indican que entre el testigo y el recubrimiento con almidón 4% con sorbato presentan una diferencia significativa.

**Tabla 1.** Valor-p en el ANOVA para los diferentes parámetros evaluados en los tratamientos

Parámetro	Valor-p*	Conclusión
Peso	0.1748	no hay evidencia suficiente para afirmar que los diferentes tratamientos afectan significativamente el peso
Firmeza	0.1508	no hay diferencias significativas en la firmeza entre los tratamientos
pH	0.6292	no hay evidencia suficiente para afirmar que los diferentes tratamientos de pH afectan significativamente
Sólidos solubles	0.03651	hay diferencias significativas en la variable "sólidos" entre al menos algunos de los tratamientos.

\* medida estadística que indica la probabilidad de obtener los resultados observados, valor que se compara con 0.05 que es el nivel de significancia.

La variación de color se evalúa en función de la zona de coloración CIE-L\*a\*b\* (CIE Lab), que es un modelo tridimensional utilizado para describir el color de manera más perceptual. En la figura 1 se observa la virada del color en la papaya en relación al tiempo, la medición de Color se realizó utilizando un espectrofotómetro obteniendo los valores L\*, a\*, y

b\* de las muestras (tabla 2) y esto se cuantifica utilizando la fórmula de distancia de color, expresado como:

$$\Delta E^* = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2}$$

$$\Delta L^* = L^* \text{ muestra1} - L^* \text{ muestra 2.}$$

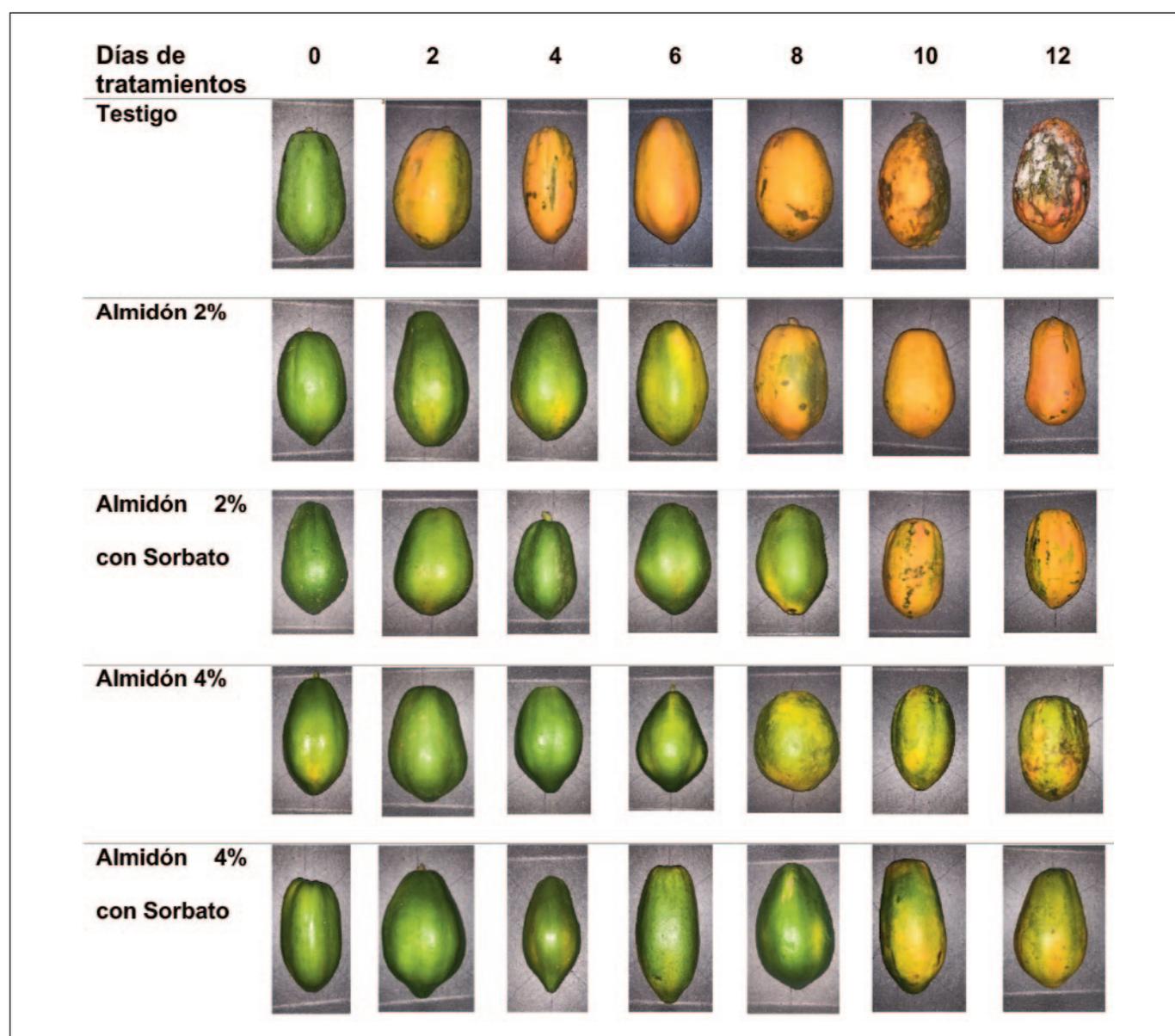
$$\Delta a^* = a^* \text{ muestra1} - a^* \text{ muestra 2.}$$

$$\Delta b^* = b^* \text{ muestra1} - b^* \text{ muestra 2.}$$

Calculado  $\Delta E^*$  para todas las combinaciones, los tratamientos con sorbato tienden a mostrar diferencias de color más sutiles en comparación con las muestras de "Almidón 2%" y

"Almidón 4%". Esto puede indicar que la adición de sorbato afecta la percepción del color de manera que se asemejan más al testigo, así mismo, los tratamientos con mayor concentración de almidón (4%) tienden a mostrar diferencias significativas en comparación con los tratamientos de menor concentración (2%). Esto sugiere que la concentración de almidón influye en el color.

Los cálculos de  $\Delta E^*$  indican que hay diferencias de color significativas entre varios tratamientos, especialmente entre los tratamientos de "Testigo" y "Almidón". Las muestras que contienen sorbato presentan diferencias menos pronunciadas, lo que sugiere que este aditivo puede contener la variación del color.



**Figura 1.** Variación de color en la papaya (Carica papaya) en 12 días de almacenamiento

**Tabla 2.** Valores L\*, a\*, y b\* de las muestras

Tratamiento	L*	a*	b*
Testigo	28.21	-8.1	29.98
Testigo	29.72	14.53	48.59
Testigo	37.64	18.69	56.25
Testigo	42.18	19.82	60.3
Testigo	50.2	21.99	66.3
Testigo	50.59	22.81	68.09
Testigo	50.8	26.33	73.63
Almidón 2%	28.35	-8.38	28.6
Almidón 2%	30.98	-4.48	29.32
Almidón 2%	31.9	-3.84	30.55
Almidón 2%	33.33	-2.2	35.32
Almidón 2%	38.14	18.6	46.27
Almidón 2%	44.14	19.39	66.62
Almidón 2%	45.48	24.81	65.42
Almidón 2% con Sorbato	29.38	-8.46	27.29
Almidón 2% con Sorbato	30.38	-5.19	28.58
Almidón 2% con Sorbato	30.96	-4.43	29.85

Tratamiento	L*	a*	b*
Almidón 2% con Sorbato	32.17	-3.13	31.01
Almidón 2% con Sorbato	35.52	9.09	42.48
Almidón 2% con Sorbato	38.69	16.43	56.36
Almidón 2% con Sorbato	43.89	22.76	61.17
Almidón 4%	29.24	-8	26.45
Almidón 4%	29.57	-6.41	27.97
Almidón 4%	30.27	-4.88	29.37
Almidón 4%	31.59	-3.5	30.05
Almidón 4%	33.43	7.02	34.66
Almidón 4%	35.61	14.59	44.02
Almidón 4%	39.98	22.14	59.22
Almidón 4% con Sorbato	28.87	-7.98	26.73
Almidón 4% con Sorbato	29.53	-6.92	27.51
Almidón 4% con Sorbato	30.04	-5.15	28.64
Almidón 4% con Sorbato	31.53	-4.01	29.31
Almidón 4% con Sorbato	32.12	1.58	33.35
Almidón 4% con Sorbato	32.26	7.58	42.88
Almidón 4% con Sorbato	36.52	19.63	53.88

Nota: En espectrofotometría y colorimetría, los valores L\*, a\*, b\* son componentes del espacio de color CIELab, un sistema diseñado para describir el color de manera perceptual, lo que lo hace útil para medir y cuantificar colores tal como los percibe el ojo humano.

Donde:

L\*: Representa la luminosidad o la claridad del color, con un rango que va de 0 a 100.

L\* = 0: Negro (color completamente oscuro).

L\* = 100: Blanco (color completamente brillante).

a\*: Indica la posición del color en el eje verde-rojo.

Valores negativos de a\* representan colores que tienden hacia el verde.

Valores positivos de a\* representan colores que tienden hacia el rojo.

b\*: Indica la posición del color en el eje azul-amarillo.

Valores negativos de b\* representan colores que tienden hacia el azul.

Valores positivos de b\* representan colores que tienden hacia el amarillo.

## DISCUSIÓN

La papaya (*Carica papaya* L.) es un fruto de mucha calidad nutricional y medicinal, pero su producción enfrenta desafíos significativos debido a la acción de fitopatógenos, como el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, que causa antracnosis y puede resultar en pérdidas postcosecha de hasta el 40%<sup>4,12</sup>. Esto resalta la importancia de desarrollar

técnicas efectivas para prolongar la vida útil de la papaya, especialmente considerando su rápida maduración y alta actividad metabólica<sup>5,7</sup>.

Los recubrimientos comestibles, como los elaborados con almidón de yuca, han confirmado ser positivos en la conservación de frutas, manteniendo su calidad sensorial y nutricional (8). En este estudio, se evaluó el resultado del recu-

brimiento con de almidón de yuca y sorbato de potasio en la conservación postcosecha de papaya. La elección del sorbato de potasio se fundamenta en su capacidad para inhabilitar el desarrollo de hongos y bacterias sin afectar la calidad del producto<sup>14,15</sup>.

Los resultados del ANOVA (Tabla 1) indicaron diferencias significativas en los sólidos solubles entre los tratamientos, lo que sugiere que la aplicación de recubrimientos con almidón puede influir en la retención de compuestos solubles que afectan el sabor y la calidad de la fruta. Este hallazgo coincide con estudios previos que reportan que los recubrimientos comestibles pueden ayudar a mantener la calidad sensorial de las frutas al reducir la pérdida de agua y el canje de gases<sup>9,8</sup>.

La evaluación de la variación de color a través del espacio de color CIE-Lab\* reveló que los tratamientos con sorbato tienden a mostrar diferencias de color menos pronunciadas en comparación con los tratamientos de almidón (Figura 1 y Tabla 2). Esto sugiere que la adición de sorbato puede ayudar a mantener la apariencia visual de la fruta, un aspecto crucial para la aprobación del consumidor<sup>3</sup>. La influencia de la concentración de almidón en la variación del color también es notable; los tratamientos con mayor concentración de almidón (4%) mostraron diferencias significativas en comparación con los de menor concentración (2%), lo que indica que la cantidad de almidón utilizada puede afectar no solo la textura y firmeza, sino también la percepción del color de la fruta<sup>10</sup>.

El uso de recubrimientos a base de féculas, como el de yuca, representa una alternativa viable a los fungicidas sintéticos, que han sido cuestionados por su adversidad en el bienestar humano y el ambiente<sup>13</sup>. La implementación de soluciones más seguras y ecológicas, como el sorbato de potasio, en combinación con recubrimientos naturales, puede ofrecer una estrategia efectiva para la conservación postcosecha de la papaya, alineándose con las tendencias actuales hacia prácticas más sostenibles en la industria alimentaria<sup>16,17</sup>.

## CONCLUSIÓN

Los resultados de este estudio indican que el recubrimiento de almidón de yuca, combinado con sorbato de potasio, logra ser un buen método para optimizar la conservación postcosecha de la papaya, prolongando su vida útil y manteniendo su calidad. Este enfoque no solo tiene implicaciones prácticas para la industria agrícola, sino que también contribuye a un manejo más sostenible de los recursos alimentarios. Se recomienda realizar investigaciones adicionales para evaluar la efectividad de estos recubrimientos en diferentes condiciones de almacenamiento y con otros tipos de frutas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Dotto JM, Abihudi SA. Nutraceutical value of *Carica papaya*: A review. *Sci African* [Internet]. 2021;13:e00933. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2021.e00933>
- Ashish B, Wadekar, Minakshee G, Nimbawar, Wrushali A, Panchale, Bhushan R, Gudalwar, Jagdish V, Manwar, Ravindra L, Bakal. Morphology, phytochemistry and pharmacological aspects of *Carica papaya*, an review. *GSC Biol Pharm Sci*. 2021;14(03): 234–48.
- Ugbogu EA, Dike ED, Uche ME, Etumnu LR, Okoro BC, Ugbogu OC, et al. Ethnomedicinal uses, nutritional composition, phytochemistry and potential health benefits of *Carica papaya*. *Pharmacol Res - Mod Chinese Med* [Internet]. 2023;7(May):100266. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.prmcm.2023.100266>
- Castillo-Silva DA, Salazar-Anaconda K, Mosquera-Sánchez SA, Rengifo-Canizales E. Efecto de recubrimientos de almidón modificado de yuca, proteína aislada de soya y aceite esencial de orégano aplicados a la papaya. *Rev UDCA Actual Divulg Científica*. 2018;21(1):71–80.
- García-Mateos M del R, Corrales-García J, Cornejo-Vivar T, Hernández-Ramos L. Recubrimiento biodegradable antifúngico a base de quitosano y aceite esencial de cítricos para la conservación de papaya (*Carica papaya* L.) en poscosecha. *CienciaUAT*. 2022;17(2):165–80.
- Nayak SL, Sethi S, Sharma RR, Prajapati U. Polymers for Agri-Food Applications. *Polym Agri-Food Appl*. 2019;417–32.
- Zhou Y, Hu L, Chen Y, Liao L, Li R, Wang H, et al. The combined effect of ascorbic acid and chitosan coating on postharvest quality and cell wall metabolism of papaya fruits. *Lwt* [Internet]. 2022;171(November):114134. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2022.114134>
- Fernández-Valdés D, Bautista-Baños S, Fernández-Valdés D, Ocampo-Ramírez A, García-Pereira A, Falcón-Rodríguez A. Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas Eatable films and coverings: a favorable alternative in the postharvest conservation of fruits and vegetables. *Rev Ciencias Técnicas Agropecu*. 2015;24(3):52–7.
- Cañizares AE, Amaiz-Mota SJ, Colivet J. Efecto de recubrimiento comestible a base de almidón de yuca sobre los parámetros químicos y sensoriales de cascotes de guayaba. *Cumbres*. 2019; 5(1):137–54.
- Thathsaranee V, Thuppahige W, Moghaddam L, Welsh ZG, Wang T, Xiao HW, et al. Extraction and characterisation of starch from cassava (*Manihot esculenta*) agro-industrial wastes. *LWT-Food Sci Technol* [Internet]. 2023 [cited 2024 Jan 18];182:114787. Available from: <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>
- Ramos M de L, Romero C, Bautista S. Almidón modificado: Propiedades y usos como recubrimientos comestibles para la conservación de frutas y hortalizas frescas. *Rev Iberoam Tecnol Postcosecha* [Internet]. 2018;19:30–44. Available from: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81355612003>
- Tan GH, Ali A, Siddiqui Y. Major fungal postharvest diseases of papaya: Current and prospective diagnosis methods. *Crop Prot* [Internet]. 2023;174(March):106399. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.cpro.2023.106399>

13. Liu Y, Liu Q, Li X, Hu T, Jatt AN, Zhang C, et al. Effects of postharvest chitosan and potassium sorbate coating on the storage quality and fungal community of fresh jujube. *Postharvest Biol Technol.* 2023 Nov 1;205:112503.
14. Dehghan P, Mohammadi A, Mohammadzadeh-Aghdash H, Ezzati Nazhad Dolatabadi J. Pharmacokinetic and toxicological aspects of potassium sorbate food additive and its constituents. *Trends Food Sci Technol* [Internet]. 2018;80:123–30. Available from: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2018.07.012>
15. Islam A, Acikalın R, Ozturk B, Aglar E, Kaiser C. Combined effects of Aloe vera gel and modified atmosphere packaging treatments on fruit quality traits and bioactive compounds of jujube (*Ziziphus jujuba* Mill.) fruit during cold storage and shelf life. *Postharvest Biol Technol.* 2022 May 1;187:111855.
16. Ge M, Zhang L, Ai J, Ji R, He L, Liu C. Effect of heat shock and potassium sorbate treatments on gray mold and postharvest quality of 'XuXiang' kiwifruit. *Food Chem.* 2020 Sep 15;324:126891.
17. Junqueira-Gonçalves MP, Alarcón E, Niranjana K. The efficacy of potassium sorbate-coated packaging to control postharvest gray mold in raspberries, blackberries and blueberries. *Postharvest Biol Technol.* 2016 Jan 1;111:205–8.
18. Moncayo D, Casas N, Cote S, Delgado C, Tocora G, Martínez J, et al. Manual práctico de BPM y procesamiento de frutas [Internet]. Fundación agraria de Colombia. Programa de Ingeniería de Alimentos. 2017. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/333673176>
19. Pinzón I, Fischer G, Corredor G. Determinación de los estados de madurez del fruto de la gulupa (*Passiflora edulis* Sims). *Agron Colomb.* 2007;25(1):83–95.
20. Chutichudet B, Chutichudet P. Effects of Chitosan or Calcium Chloride on External Postharvest Qualities and Shelf-Life of 'Holland' Papaya Fruit. *J Agric Sci.* 2014;6(11):160–77.
21. Latimer, George W J. *Official Methods of Analysis of AOAC International*, 22. 2023.
22. Manenoi A, Bayogan ER V, Thumdee S, Paull RE. Utility of 1-methylcyclopropene as a papaya postharvest treatment. *Postharvest Biol Technol.* 2007;44(1):55–62.
23. Palacín JR. Efectos de recubrimientos de almidón de yuca, ácido ascórbico, N-acetil-cisteína en la calidad del plátano. Universidad Nacional de Colombia; 2012.
24. Almeida-Castro A, Reis-Pimentel DJ, Santos-Souza D, Vieira de Oliveira T, da Costa Oliveira M. Estudio de la conservación de la papaya (*Carica papaya* L.) asociado a la aplicación de películas comestibles. *Rev Venez Cienc y Tecnol Aliment* [Internet]. 2011;2(1):49–060. Available from: <http://www.rvcta.org>