



Efecto del recubrimiento comestible de almidón de yuca sobre propiedades físicas y sensoriales en fresas

Effect of edible cassava starch coating on physical and sensory properties of strawberries

Efeito do revestimento comestível de fécula de mandioca nas propriedades físicas e sensoriais dos morangos

Edison Geovanny Díaz-Camposano ^I
ediazc2@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-3639-4040>

Angie Lisbeth Hinojosa-Moyano ^{II}
ahinojosam@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0009-0004-1415-3224>

Robert William Moreira-Macías ^{III}
rmoreira@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0001-6455-9012>

Azucena Elizabeth Bernal-Gutiérrez ^{IV}
abernal@uteq.edu.ec
<https://orcid.org/0000-0003-2917-6408>

Correspondencia: ediazc2@uteq.edu.ec

Ciencias Técnicas y Aplicadas
Artículo de Investigación

* **Recibido:** 10 de enero de 2025 * **Aceptado:** 20 de febrero de 2025 * **Publicado:** 12 de marzo de 2025

- I. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- II. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- III. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.
- IV. Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Quevedo, Los Ríos, Ecuador.

Resumen

Este estudio tuvo como finalidad analizar el impacto de la concentración de almidón de yuca (*Manihot esculenta T.*) como recubrimiento en la calidad de la fresa (*Fragaria chiloensis L.*), con el objetivo de prolongar su vida útil. Se empleó un diseño AxB, con seis tratamientos y sus grupos control, cada uno con tres repeticiones. Se evaluaron dos niveles de concentración de almidón (2 % y 2,5 %) y tres periodos de almacenamiento (1, 5 y 10 días). Las variables de respuesta incluyeron sólidos solubles (°Brix), pérdida de peso (%) y atributos sensoriales como aceptabilidad, textura y apariencia. Los resultados mostraron que el recubrimiento afectó las propiedades físicas, observándose un incremento en los sólidos solubles con el tiempo y una reducción en la pérdida de peso a concentraciones más altas. En cuanto a los parámetros sensoriales, la concentración del 2 % obtuvo las mejores valoraciones por parte de los evaluadores.

Palabras clave: Recubrimiento; almidón; yuca; fresa.

Abstract

The purpose of this study was to analyze the impact of cassava (*Manihot esculenta T.*) starch concentrations as a coating on the quality of strawberries (*Fragaria chiloensis L.*) with the goal of extending their shelf life. An AxB design was used, with six treatments and their control groups, each with three replicates. Two starch concentration levels (2% and 2.5%) and three storage periods (1, 5, and 10 days) were evaluated. Response variables included soluble solids (°Brix), weight loss (%), and sensory attributes such as acceptability, texture, and appearance. The results showed that the coating affected physical properties, with an increase in soluble solids over time and a reduction in weight loss at higher concentrations. Regarding sensory parameters, the 2% concentration obtained the highest ratings from the evaluators.

Keywords: Coating; starch; cassava; strawberry.

Resumo

O objetivo deste estudo foi analisar o impacto da concentração de amido de mandioca (*Manihot esculenta T.*) como revestimento na qualidade de morangos (*Fragaria chiloensis L.*), com o objetivo de prolongar a sua vida útil. Foi utilizado um desenho AxB, com seis tratamentos e os seus grupos controlo, cada um com três repetições. Foram avaliados dois níveis de concentração de amido (2%

e 2,5%) e três períodos de armazenamento (1, 5 e 10 dias). As variáveis de resposta incluíram sólidos solúveis (°Brix), perda de peso (%) e atributos sensoriais, como aceitabilidade, textura e aparência. Os resultados mostraram que o revestimento afetou as propriedades físicas, com um aumento de sólidos solúveis ao longo do tempo e uma redução da perda de peso em concentrações mais elevadas. Em relação aos parâmetros sensoriais, a concentração de 2% recebeu as avaliações mais elevadas por parte dos avaliadores.

Palavras-chave: Revestimento; amido; mandioca; morango.

Introducción

Los frutos climatéricos tienen la capacidad de madurar tanto mientras están unidos a la planta como después de ser cosechados, si se recolectan en la fase preclimática (Kou et al., 2021). Su proceso de senescencia ocurre con mayor rapidez debido a un incremento en la producción de etileno, hormona que regula y sincroniza la maduración y como resultado, estos frutos presentan un alto riesgo de deterioro en la etapa poscosecha, lo que puede generar pérdidas significativas (Martínez et al., 2017); algunos ejemplos de estos frutos incluyen el tomate (*Solanum lycopersicum*) (Chen et al., 2022), banano (*Musa spp.*) (Gang et al., 2024) o fresas (*Fragaria chiloensis L.*) (Li et al., 2022).

La fresa (*Fragaria chiloensis L.*) es una fruta muy apreciada por su sabor, aroma y alto valor nutricional (Villaruel & Albornoz, 2024). No obstante, su carácter altamente perecedero plantea importantes desafíos para su conservación (Abril et al., 2023) y durante el almacenamiento o transporte, puede experimentar una rápida degradación, lo que impacta negativamente su apariencia, sabor, seguridad alimentaria y la rentabilidad para los productores (González et al., 2022). Por ello, resulta fundamental desarrollar estrategias efectivas que prolonguen su vida útil y preserven su calidad.

Los alimentos, por su composición y características intrínsecas, presentan una alta susceptibilidad al deterioro, lo que hace imprescindible el cumplimiento de condiciones óptimas para su manejo, almacenamiento y procesamiento (Pitt, 2022). La degradación de estos productos se debe, en gran medida, a la acción de microorganismos como bacterias, levaduras y mohos, los cuales aceleran su descomposición (Shahi et al., 2021). Esta problemática no solo compromete la calidad y seguridad de los alimentos, sino que también genera pérdidas económicas significativas para los productores, dado que tanto la materia prima como los productos elaborados pueden sufrir alteraciones antes de

su comercialización, afectando su aceptación y posicionamiento en el mercado (Delgado et al., 2021).

La demanda de alimentos que conserven sus características sensoriales, físicas y químicas ha ido en aumento, lo que ha motivado el desarrollo y optimización de métodos naturales en la industria alimentaria para garantizar su conservación sin comprometer su vida útil (Díaz et al., 2024; Moreira et al., 2023). En este contexto, se han intensificado las investigaciones sobre el uso de recubrimientos naturales en frutas climatéricas (Uscocovich et al., 2024), debido a su capacidad para formar una barrera protectora de material comestible que, al aplicarse sobre la superficie del alimento, contribuye a prolongar su estabilidad y frescura (Palacios et al., 2024).

Uno de los biopolímeros más utilizados en frutas y hortalizas es el almidón, un recubrimiento obtenido de carbohidratos complejos como papa o yuca, con buenas propiedades mecánicas y de barrera contra compuestos de baja polaridad, aunque tienen deficientes propiedades de barrera contra la humedad (Loaiza, 2023).

Por lo expuesto anteriormente, el objetivo de esta investigación fue prolongar la vida útil de la fresa (*Fragaria chiloensis* L.) al analizar el impacto de la concentración de almidón de yuca (*Manihot esculenta* T.) como recubrimiento. Aplicando diversos porcentajes de almidón de yuca en un recubrimiento aplicado a fresas monitoreando sus propiedades poscosecha al largo de diez días.

Metodología

Los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de Bromatología de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, en el Campus "La María," situado en el Km 7.5 de la vía Quevedo-El Empalme, Cantón Mocache, Provincia de Los Ríos.

En esta investigación se utilizó un Diseño AxB, considerando dos niveles de concentración de almidón (2 % y 2.5 %) y tres periodos de almacenamiento (1, 5 y 10 días), con seis tratamientos y su grupo de control en cada día de almacenamiento, todo con tres repeticiones. Las variables evaluadas fueron sólidos solubles (°Brix), pérdida de peso (%) y atributos sensoriales como aceptabilidad, textura y apariencia. Se utilizó la prueba de significancia de Tukey para determinar las diferencias entre los promedios. Para el análisis sensorial se aplicó la prueba de Friedman.

En la Tabla 1 se muestran los factores y niveles propuestos en la investigación y en la tabla 2 los tratamientos con sus interacciones.

Tabla 1. Factores de estudio

Factor	Descripción
Porcentaje de almidón de yuca (Factor A)	2 %
	2,5 %
Días de almacenamiento (Factor B)	1
	5
	10

Tabla 2. Tratamientos

Tratamiento	Descripción
T01	Testigo 0 %+ Día 1
T02	Testigo 0 %+ Día 5
T03	Testigo 0 %+ Día 10
T1	Porcentaje de almidón de yuca 2.0 % + Día 1
T2	Porcentaje de almidón de yuca 2.0 % + Día 5
T3	Porcentaje de almidón de yuca 2.0 % + Día 10
T4	Porcentaje de almidón de yuca 2.5 % + Día 1
T5	Porcentaje de almidón de yuca 2.5 % + Día 5
T6	Porcentaje de almidón de yuca 2.5 % + Día 10

Elaboración y aplicación del biorecubrimiento

El almidón de yuca se incorporó gradualmente en pequeñas cantidades dentro de un vaso de precipitación. Durante el proceso de mezcla, se utilizó un agitador-calentador Thermo Scientific Cimarec, equipado con una bala magnética para favorecer la formación de una solución con textura homogénea y espesa. El equipo operó a una temperatura de 200 °C y una velocidad de agitación de 400 revoluciones por minuto (RPM). Una vez que la mezcla alcanzó los 90 °C, se redujo progresivamente la temperatura, manteniendo la agitación hasta alcanzar los 45 °C. En este punto, se adicionó glicerol en una concentración del 0,5 %, permitiendo que la solución reposara durante unos minutos hasta obtener el recubrimiento final.

El recubrimiento preparado se transfirió a bandejas previamente esterilizadas. Posteriormente, las frutillas, previamente lavadas y secadas, fueron sumergidas en la solución, asegurando una cobertura uniforme. Para este procedimiento, se siguió la metodología descrita por Uscocovich et al. (2024), en la que las frutas fueron sometidas a un proceso de inmersión durante un minuto en las concentraciones establecidas.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

Sólidos solubles: Por maceración de la fruta con mortero, determinándose por refractómetro digital marca Kruss (AOAC, 1990).

Pérdida de Peso: Los frutos fueron pesados cada cinco días en una balanza analítica Marca Sartorius (modelo AZ214). Se determinó la pérdida de peso según método propuesto por González et al. (2009).

Sensoriales: Las pruebas sensoriales se realizaron en las instalaciones de la Universidad Técnica Estatal de Quevedo, ubicada en la ciudad de Quevedo, provincia de Los Ríos, Ecuador. En el estudio participaron 25 evaluadores semientrenados, de ambos sexos, con edades comprendidas entre los 18 y 35 años. Cada catador recibió de manera aleatoria una muestra que contenía una fresa recubierta, junto con un vaso de agua (30 gramos) para enjuagar el paladar y minimizar la influencia de los sabores residuales entre evaluaciones. Para registrar sus apreciaciones, se les proporcionó una hoja de evaluación, en la que consignaron sus puntuaciones (1 la menos valorada y 5 la mejor puntuada), comentarios y sugerencias de acuerdo con el código asignado a cada muestra (Díaz, 2020).

Resultados

De acuerdo con la Tabla 3, en las variables físicas existió significancia ($p < 0,05$) en las fresas recubiertas con diferentes porcentajes de almidón de yuca. Asimismo, los resultados mostraron una variación altamente significativa ($p < 0,05$) en los días de almacenamiento como su interacción.

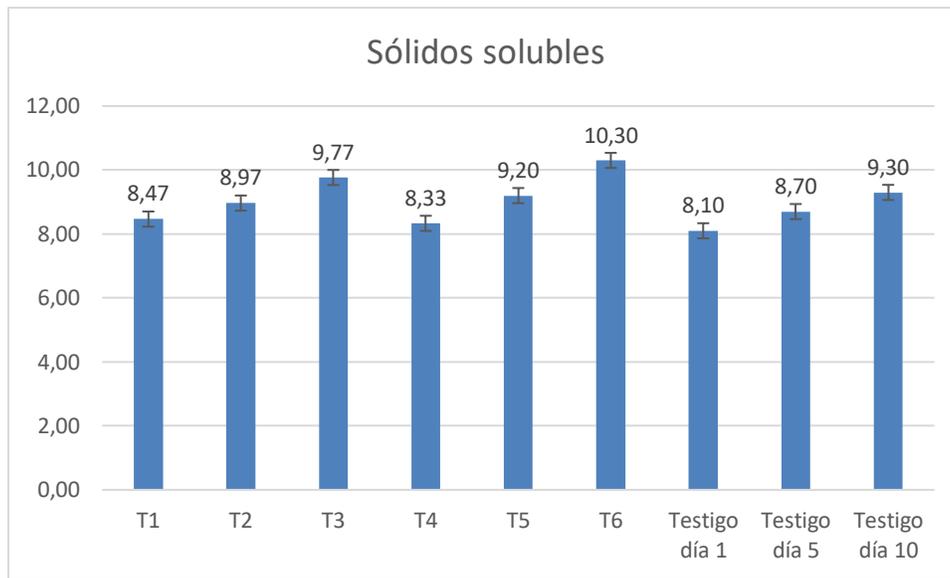
Tabla 2. ANOVA de variables físicas

Parámetro	Porcentaje almidón	Días de almacenamiento	Interacción porcentaje*días de almacenamiento
Sólidos solubles	<0,001*	<0,001*	0,005*
Pérdida de peso	<0,001*	<0,001*	<0,001*

**Significativo, NS no significativo*

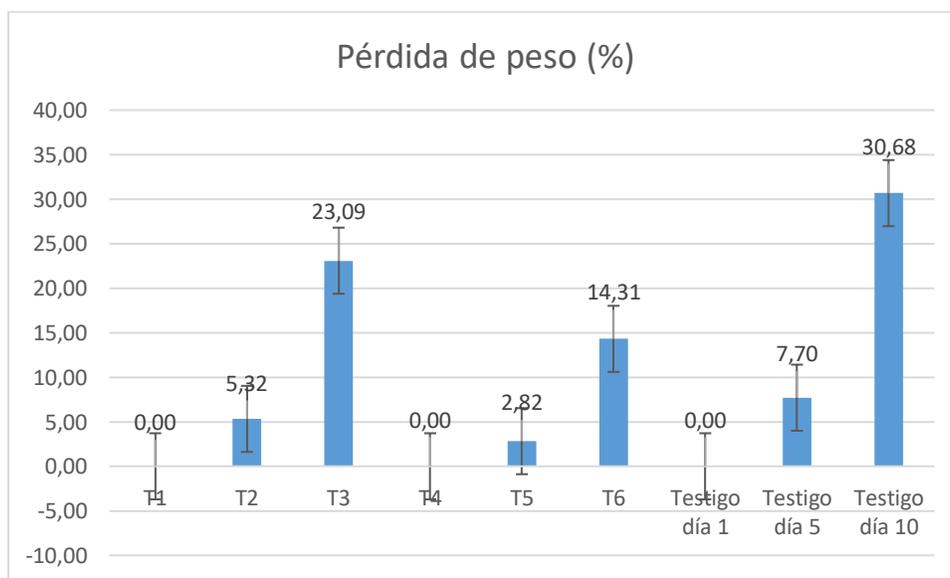
Como se aprecia en la Figura 1 están detallados los valores según la prueba de Tukey para la variable sólidos solubles, al incrementarse la concentración del recubrimiento y los días almacenados, se elevaron los sólidos solubles.

Figura 1. Prueba de Tukey para sólidos según los tratamientos



En la figura 2 es claro que, la pérdida de peso tendió a disminuir a medida que se incrementaba el porcentaje del recubrimiento, así mismo se incrementaba con los días de almacenamiento. Claramente la pérdida de peso se redujo con la aplicación de los tratamientos, frente a sus testigos sin recubrir.

Figura 2. Prueba de Tukey para pérdida de peso según los días evaluados



Como lo expone la Tabla 4 existió una variación significativa ($p < 0,05$) del control en comparación con los tratamientos propuestos en las variables sensoriales.

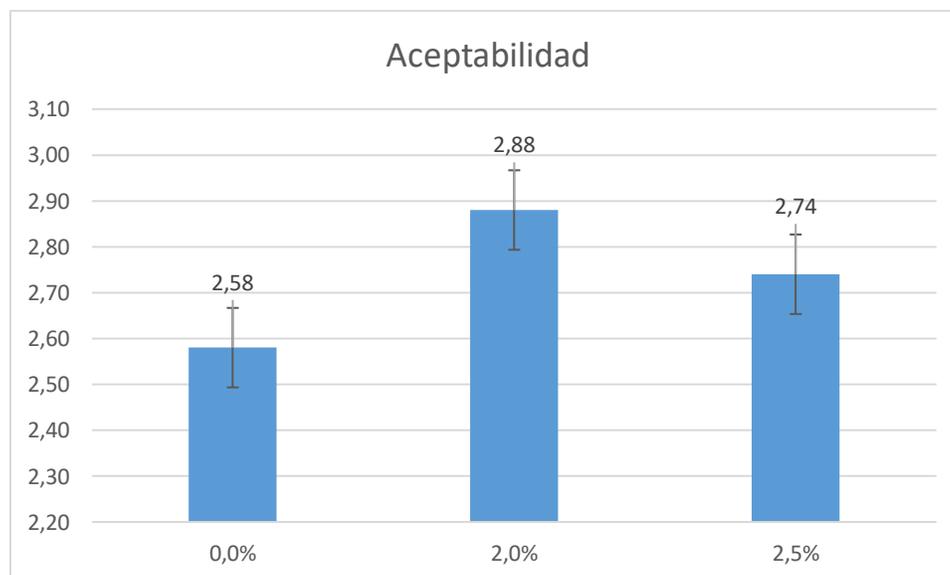
Tabla 4. Prueba Friedman parámetros sensoriales

Parámetro	N	GI	Significancia asintótica
Aceptabilidad	25	3	0,003*
Textura	25	3	0,034*
Apariencia	25	3	<0,001*

*Significativo, ** altamente significativo, NS no significativo

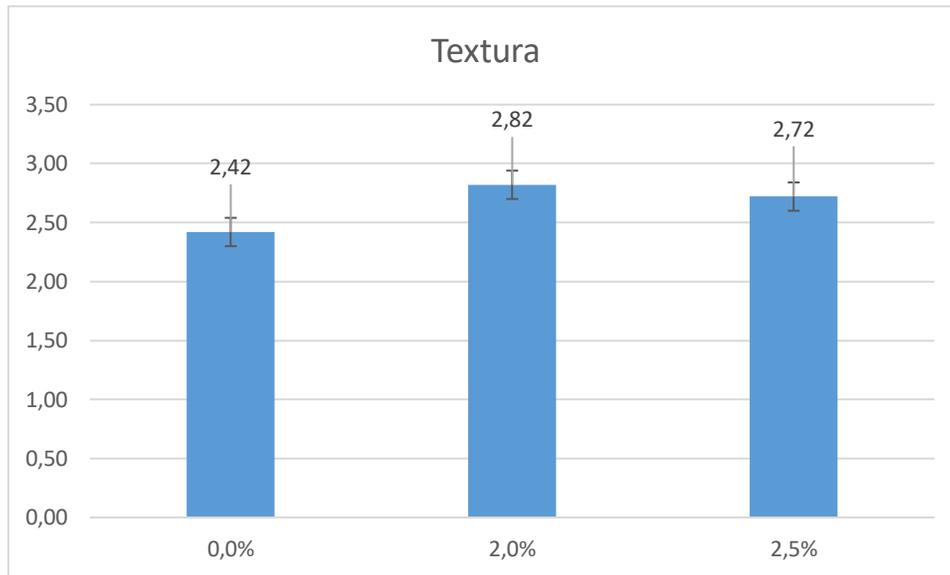
De acuerdo con los resultados obtenidos de la Figura 3, se observó diferencia significativa en la aceptabilidad de los tratamientos aplicados. El testigo con una media de 2.58 se agrupa como un conjunto independiente, lo que indica que fue el menos aceptado en comparación de los otros tratamientos, en cambio los tratamientos 2 % y 2,5 %, formando parte del segundo subconjunto homogéneo. La concentración de 2 % se considera el tratamiento mejor aceptado por los evaluadores, este equivale a que los catadores prefirieron las frutillas que tuvieron esta concentración.

Figura 3. Prueba de subconjuntos por Friedman para aceptabilidad



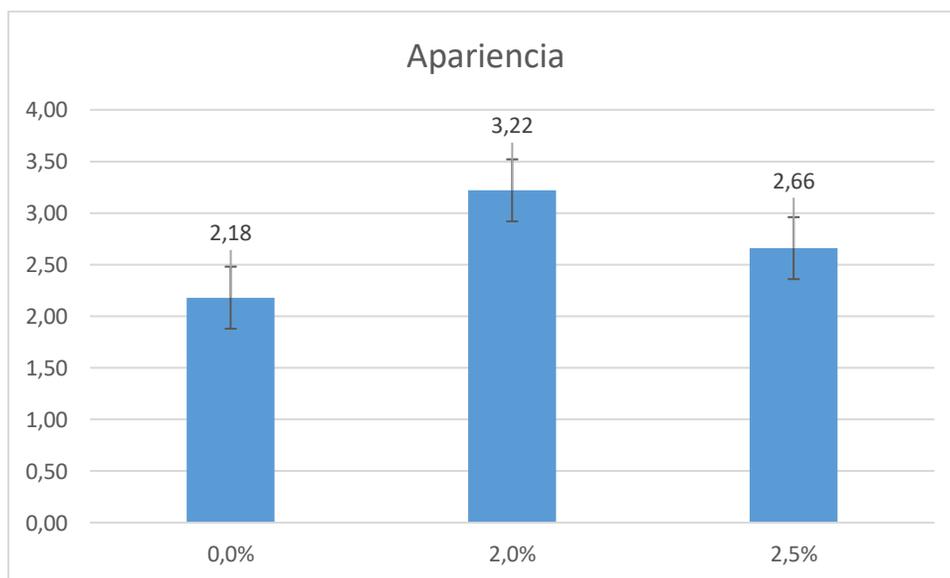
En la figura 4 se observa que el tratamiento mejor valorado fue el de fresas recubiertas con un 2 % de almidón de yuca, seguido de la concentración de 2,5 %. El menos puntuado fueron las fresas sin recubrir.

Figura 4. Prueba de subconjuntos por Friedman para textura



En la Figura 5 se aprecia nuevamente que la concentración del 2 % destaca como el mejor valorado entre los tratamientos y el testigo.

Figura 5. Prueba de subconjuntos por Friedman para apariencia



Discusión

El incremento en los sólidos solubles totales observado en la frutilla durante el almacenamiento se atribuyó a la interacción entre la concentración del recubrimiento aplicado y los procesos fisiológicos asociados a la maduración, razón por la que Figueroa et al. (2013) concluyeron que su incremento puede ser causado por la conversión del almidón presente en el fruto, como resultado de los cambios fisiológicos durante el almacenamiento. Este comportamiento también se explica por la composición química de la frutilla, que experimenta la síntesis y acumulación de azúcares y otros compuestos solubles a medida que avanza su maduración (Passos et al., 2016).

Los resultados obtenidos coinciden con la literatura científica, que indica que el contenido de sólidos solubles tiende a incrementarse con el tiempo debido a la conversión de almidones en azúcares simples a lo largo del proceso de maduración. Este fenómeno puede verse acelerado o modificado en función del tipo de recubrimiento aplicado, el cual influye en la tasa de respiración y transpiración del fruto, afectando así su evolución poscosecha (Uscocovich et al., 2023).

En este sentido, el estudio de Castro (2018) con mango recubierto con almidón de yuca reportó un aumento progresivo en los sólidos solubles a lo largo de 12 días, con valores que oscilaron entre 7,85 y 8,80 °Brix, lo que sugiere que la maduración contribuyó significativamente a esta variación. Estos hallazgos refuerzan la idea de que el tiempo de almacenamiento y el tipo de recubrimiento influye de manera significativa en la concentración de sólidos solubles, lo que puede estar vinculado con la actividad metabólica del fruto durante su maduración y el inicio de su deterioro. La pérdida de peso en productos hortofrutícolas está determinada principalmente por la eliminación de agua durante los procesos metabólicos de respiración a lo largo del almacenamiento (Izumi et al., 1996). Además, esta variable está estrechamente relacionada con la tasa de transpiración, la cual depende de la difusión de agua y compuestos volátiles a través de la epidermis de la fruta (Fias, et al., 2003). La aplicación de recubrimientos ha demostrado ser una estrategia efectiva para retrasar estos procesos fisiológicos. Un ejemplo de ello es el estudio realizado por Castro et al. (2017), en el que peras recubiertas con almidón de yuca presentaron una menor pérdida de peso (2,20 %) en comparación con el grupo de control (12,30 %) al finalizar el día 20 de almacenamiento. Estos resultados resaltan la importancia del uso de recubrimientos comestibles como una alternativa viable para reducir la deshidratación y prolongar la calidad poscosecha de los frutos.

Diversas investigaciones han analizado la aceptabilidad, textura y apariencia de los recubrimientos a base de almidón de yuca, Mota & Colivet (2019) evaluaron el impacto de estos recubrimientos en cascos de guayaba, evidenciando una mejora significativa en la aceptación sensorial, especialmente en atributos como el sabor y la textura, lo que sugiere que un aumento en la concentración del recubrimiento podría optimizar la percepción del consumidor.

Por otro lado, Tosne Zulma (2014) exploró una formulación que combinaba almidón de yuca modificado con cera de abejas en chontaduros, demostrando que esta mezcla no solo extendió la vida útil del fruto, sino que también preservó su aceptación sensorial, con panelistas que destacaron positivamente su textura y sabor. Ambos estudios enfatizan la relevancia del diseño de recubrimientos comestibles, señalando que factores como la concentración de almidón y la inclusión de otros compuestos desempeñan un papel fundamental en la mejora de la calidad sensorial y la aceptación de frutas en el mercado.

Conclusiones

Los distintos porcentajes de almidón de yuca como recubrimiento mejoraron las propiedades de sólidos solubles y pérdida de peso, con una mayor influencia positiva a mayores concentraciones de almidón. El tratamiento más efectivo fue el 2,50 %, que mostró una mejor conservación de la fresa.

El análisis sensorial reveló que la formulación con una concentración de almidón de yuca al 2 % presentó una alta aceptabilidad, textura y apariencia ya que permitió mantener características sensoriales favorables en las frutillas. Estos resultados coinciden con estudios previos que han demostrado que concentraciones moderadas de almidón de yuca pueden contribuir a mejorar la calidad sensorial de los productos alimenticios, sin alterar significativamente el perfil sensorial de las frutas o afectar su aceptación por parte del consumidor.

Referencias

1. Abril Carvajal , L. M. ., Rodríguez Cruz, V. J. . ., Ramos Jaramillo , M. F. ., & Moyano Sánchez , R. A. . (2023). Caracterización sensorial y físico química de la fresa (*Fragaria vesca*) deshidratada osmóticamente en microondas. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 5(4), 58–69. <https://doi.org/10.59169/pentaciencias.v5i4.646>

2. AOAC. (1990). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
3. Castro M, Espinoza V, López M, Molina R, García Y, Lavayen E. (2017). Recubrimiento comestible de quitosano, almidón de yuca y aceite esencial de canela para conservar pera (*Pyrus communis* L. cv. "Bosc"). *La Técnica: Revista de las Agrociencias*. ISSN 2477-8982, 42-53
4. Castro, M, Rivadeneira, C. y Santacruz, S. (2018). Recubrimientos comestibles a base de almidón de yuca, ácido salicílico y aceites esenciales para la conservación de mango cortado. *Revista de la Universidad del Zulia*, 7(18), 55-68.
5. Chen, H., Bai, S., Kusano, M., Ezura, H., & Wang, N. (2022). Increased ACS Enzyme Dosage Causes Initiation of Climacteric Ethylene Production in Tomato. *International Journal of Molecular Sciences*, 23(18), 10788. <https://doi.org/10.3390/ijms231810788>
6. Delgado, L., Schuster, M., & Torero, M. (2021). Quantity and quality food losses across the value chain: a comparative analysis. *Food Policy*, 98, 101958. <https://doi.org/10.1016/j.foodpol.2020.101958>
7. Díaz-Campozano, E. G. (2020). Influencia de la pitahaya roja (*Hylocereus undatus*) liofilizada y lactosuero en las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes y sensoriales de una bebida fermentada (Master's thesis, ESPAM MFL). Archivo digital. <https://repositorio.espam.edu.ec/handle/42000/1354>
8. Díaz Campozano, E. G., Nájera Campos, D. A., Proaño Molina, M. Y., Erazo Solórzano, C. Y., Coello León, E. C., & Vera Chang, J. F. (2024). Comparación de las gomas xantana y guar en las propiedades de una bebida de naranjilla. *Dominio De Las Ciencias*, 10(2), 849–863. <https://doi.org/10.23857/dc.v10i2.3834>
9. Fias, W., Lammertyn, J., Reynvoet, B., Dupont, P., & Orban, A. (2003). Parietal representation of symbolic and nonsymbolic magnitude. *Journal of cognitive neuroscience*, 15(1), 47-56. <https://doi.org/10.1162/089892903321107819>
10. Figueroa, J., Salcedo, J., & Narváez, G. (2013). Efecto de recubrimientos comestibles a base de almidón nativo y oxidado de yuca sobre la calidad de mango (Tommy Atkins). *Temas agrarios*, 18(2), 94-105. <https://doi.org/10.21897/rta.v18i2.719>
11. Gang, F., Xu, M., Zhang, S., Zhang, C., He, J., Xiao, Y., ... & Zhang, J. (2024). Biodegradable active composite hydrogel packaging for postharvest climacteric bananas

- preservation. *Food Chemistry*, 442, 138494.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2024.138494>
12. González-Aguilar, A., Valenzuela-Soto, E., Lizardi-Mendoza, J., Goycoolea, F., Martínez-Téllez, M., Villegas-Ochoa, A. y Ayala-Zavala, F. (2009). Effect of chitosan coating in preventing deterioration and preserving the quality of fresh-cut papaya “Maradol”. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 89(1), 15-23. <https://doi.org/10.1002/jsfa.3405>
13. González-Cuello, R. E., Morón-Alcázar, L. B., & Pérez-Mendoza, J. (2022). Recubrimientos a base de goma gelana de bajo acilo conteniendo α -pineno y extracto de arándano para la conservación de la calidad postcosecha de fresas. *Información tecnológica*, 33(5), 93-102. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642022000500093>
14. Izumi, H., Watada, E., Ko, P. y Douglas, W. (1996). Controlled atmosphere storage of carrot slices, sticks and shreds. *Postharvest Biology and Technology*, 9(1), 65-172. [https://doi.org/10.1016/S0925-5214\(96\)00045-2](https://doi.org/10.1016/S0925-5214(96)00045-2)
15. Kou, X., Feng, Y., Yuan, S., Zhao, X., Wu, C., Wang, C., & Xue, Z. (2021). Different regulatory mechanisms of plant hormones in the ripening of climacteric and non-climacteric fruits: a review. *Plant Molecular Biology*, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s11103-021-01199-9>
16. Li, B. J., Grierson, D., Shi, Y., & Chen, K. S. (2022). Roles of abscisic acid in regulating ripening and quality of strawberry, a model non-climacteric fruit. *Horticulture Research*, 9, uhac089. <https://doi.org/10.1093/hr/uhac089>
17. Loaiza, Y. V. G. (2023). Desarrollo de una película activa basada en almidón modificado y alginato de sodio con aceite esencial de orégano (*lippia graveolens kunth*) aplicada en queso crema. <https://ri-ng.uaq.mx/bitstream/123456789/9437/1/fqmac-309125.pdf>
18. Martínez Hernández, C. M., & Bermúdez Camacho, T. D. L. C. (2016). Caracterización de algunas propiedades físico-mecánicas y químicas en el banano (*Musa spp.*). *Centro Agrícola*, 43(3), 46-55. <http://scielo.sld.cu/pdf/cag/v43n3/cag06316.pdf>
19. Moreira-Macías, R. W., Reinoso-Baque, I. M., Proaño-Molina, M. Y., Durazno-Delgado, L. A., Rosero-Rojas, J. A., & Díaz-Camposano, E. G. (2023). Influencia de la leche de soya, pasta de cacao y distintos edulcorantes en la evaluación sensorial de una bebida funcional. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 6(12), 164-176. <https://doi.org/10.46296/ig.v6i12.0109>

20. Mota, S. J. A., & Colivet, J. (2019). Efecto de recubrimiento comestible a base de almidón de Yuca sobre los parametros quimicos y sensoriales de cascos de Guayaba. *Cumbres*, 5(1), 137-154.
21. Palacios Bravo, E. R., Ortega Ante, D. A., Moreira Macías, R. W., & Díaz Campozano, E. G. (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>
22. Passos, Flavia; Mendes, Fabricia; Cunha, Mariana; Pigozzi, Mariana; Carvalho, André (2016). Propolis extract in postharvest conservation banana ‘prata’. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38(2), e-931. <https://doi.org/10.1590/0100-29452016931>
23. Pitt, J.I., Hocking, A.D. (2022). Ecology of Fungal Food Spoilage. In: *Fungi and Cham*: Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-030-85640-3_2
24. Shahi, S., Khorvash, R., Goli, M., Ranjbaran, S. M., Najarian, A., & Mohammadi Nafchi, A. (2021). Review of proposed different irradiation methods to inactivate food-processing viruses and microorganisms. *Food science & nutrition*, 9(10), 5883-5896. <https://doi.org/10.1002/fsn3.2539>
25. Tosne, L. (2014). Efecto de recubrimiento de almidón de yuca y cera de abejas sobre el chontaduro. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustria*, 12(2), 30-39.
26. Uscocovich-Álvarez, Á. A., Baquerizo-Figueroa, J. M., Rojas-Uribe, L. S., Santos-Fálconez, M. C., Reinoso-Baque, I. M., & Díaz-Campozano, E. G. (2024). Efecto del recubrimiento con quitosano en la reducción microbiológica y conservación del color del banano poscosecha. *Revista Científica INGENIAR: Ingeniería, Tecnología e Investigación*. ISSN: 2737-6249., 7(13), 227-240. <https://doi.org/10.46296/ig.v7i13.0163>
27. Uscocovich-Álvarez, Á. A., Zambrano-Nevarez, E. M., Proaño-Molina, M. Y., Díaz-Campozano, E. G., Bosquez-Mestanza, A. L., & Travez-Proaño, F. F. (2023). INFLUENCIA DEL RECUBRIMIENTO CON QUITOSANO EN LA CALIDAD FÍSICA DEL BANANO EN POSCOSECHA. *REVISTA CIENTÍFICA MULTIDISCIPLINARIA ARBITRADA YACHASUN*-ISSN: 2697-3456, 7(13), 40-56. <https://doi.org/10.46296/yc.v7i13.0353>

28. Villarroel, C., & Albornoz, K. (2024). Fisiología de la maduración y manejo en postcosecha de frutilla chilena (*Fragaria chiloensis*). *Chilean journal of agricultural & animal sciences*, 40(1), 198-212. <http://dx.doi.org/10.29393/chjaas40-19fmck20019>

© 2025 por los autores. Este artículo es de acceso abierto y distribuido según los términos y condiciones de la licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional (CC BY-NC-SA 4.0) (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>).