



*Impacto del recubrimiento de quitosano en la calidad fisicoquímica poscosecha del banano (*Musa x paradisiaca*) en Los Ríos, Ecuador*

*Impact of chitosan coating on the postharvest physicochemical quality of banana (*Musa x paradisiaca*) in Los Ríos, Ecuador*

*Impacto do revestimento de quitosana na qualidade físico-química pós-colheita da banana (*Musa x paradisiaca*) em Los Ríos, Equador*

Andrea Cristina Cortez-Espinoza <sup>I</sup>

[acortez@uteq.edu.ec](mailto:acortez@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0009-0008-3241-6824>

Víctor Eduardo Gutiérrez-Lara <sup>II</sup>

[vgutierrez@uteq.edu.ec](mailto:vgutierrez@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0001-7448-7593>

Johnny Enrique Novillo-Celleri <sup>III</sup>

[jnovillo@uteq.edu.ec](mailto:jnovillo@uteq.edu.ec)

<https://orcid.org/0000-0002-0314-3336>

Reina Milena Arana-Castro <sup>IV</sup>

[reina.arana2929@gmail.com](mailto:reina.arana2929@gmail.com)

<https://orcid.org/0009-0004-5114-2372>

**Correspondencia:** [acortez@uteq.edu.ec](mailto:acortez@uteq.edu.ec)

Ciencias Técnicas y Aplicadas  
Artículo de Investigación

\* **Recibido:** 12 de mayo de 2024 \* **Aceptado:** 07 de junio de 2024 \* **Publicado:** 02 de julio de 2024

- 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. Ecofuner S.A, Buena Fe, Los Ríos, Ecuador.

## Resumen

La investigación tuvo como objetivo evaluar el impacto del quitosano en la calidad fisicoquímica poscosecha del banano proveniente de la Provincia de Los Ríos, Ecuador, aplicándolo como recubrimiento con distintos porcentajes de quitosano (0,5 %, 1,00 %, 1,50 % p/v) en su composición más un control sin tratamiento. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar en bloques (DBCA), con tres tratamientos y cinco repeticiones, usando como factor de bloqueo los días almacenamiento que correspondieron al día cero, día cinco, día diez y día 15 de almacenamiento, las variables respuesta fueron: pH, sólidos solubles totales (°Brix) y firmeza (N). Los bananos mostraron disminución en el pH, destacando menor pérdida en el contenido de sólidos solubles en las que fueron recubiertas con quitosano, dado que el contenido de sólidos totales es indicativo en el índice de madurez del banano; el tratamiento con 1,50 % de quitosano en el recubrimiento reportó mejor firmeza frente a los testigos sin quitosano.

**Palabras clave:** Recubrimiento; Quitosano; Banano.

## Abstract

The objective of the research was to evaluate the impact of chitosan on the post-harvest physicochemical quality of bananas from the Province of Los Ríos, Ecuador, applying it as a coating with different percentages of chitosan (0.5%, 1.00%, 1.50% w/v) in its composition plus a control without treatment. A completely randomized experimental design was applied in blocks (DBCA), with three treatments and five repetitions, using as a blocking factor the storage days that corresponded to day zero, day five, day ten and day 15 of storage, the response variables were : pH, total soluble solids (°Brix) and firmness (N). The bananas showed a decrease in pH, highlighting less loss in the content of soluble solids in those that were coated with chitosan, since the content of total solids is indicative of the maturity index of the banana; The treatment with 1.50% chitosan in the coating reported better firmness compared to the controls without chitosan.

**Keywords:** Coating; Chitosan; Banana.

## Resumo

O objetivo da pesquisa foi avaliar o impacto da quitosana na qualidade físico-química pós-colheita de bananas da província de Los Ríos, Equador, aplicando-a como revestimento com diferentes

porcentagens de quitosana (0,5%, 1,00%, 1,50% w /v) em sua composição mais um controle sem tratamento. Foi aplicado delineamento experimental inteiramente casualizado em blocos (DBCA), com três tratamentos e cinco repetições, utilizando como fator de bloqueio os dias de armazenamento que corresponderam ao dia zero, dia cinco, dia dez e dia 15 de armazenamento, as variáveis respostas foram: pH, sólidos solúveis totais (°Brix) e firmeza (N). As bananas apresentaram diminuição do pH, destacando-se menor perda no teor de sólidos solúveis naquelas que foram revestidas com quitosana, já que o teor de sólidos totais é indicativo do índice de maturidade da banana; O tratamento com 1,50% de quitosana no revestimento apresentou melhor firmeza em comparação aos controles sem quitosana.

**Palavras-chave:** Revestimento; Quitosana; Banana.

## Introducción

El banano se cultiva en todas las regiones tropicales y es de vital importancia para las economías de muchos países en desarrollo, en términos de valor bruto de producción, el banano es el cuarto cultivo alimentario más relevante a nivel mundial, después del arroz, el trigo y el maíz, siendo tanto un alimento básico como un producto de exportación (Burgo y Gaitán, 2021).

Esta fruta se considera un producto con altos volúmenes de exportación, ocupando así Ecuador el lugar como su mayor productor y a pesar de la disminución de la producción debido a fenómenos naturales y plagas, el banano sigue manteniendo características singulares y altos estándares de calidad, siendo aún en varios países una de las frutas de gran consumo y dieta diaria (Chamba y Montoya, 2021).

Los frutos climatéricos son aquellos que pueden madurar tanto adheridos a la planta como después de la cosecha, cuando son cortados en la etapa preclimática, ejemplos de estos frutos incluyen el tomate (*Solanum lycopersicum*), la manzana (*Malus domestica*) y el plátano (*Musa spp.*). Estos frutos alcanzan la senescencia más rápidamente, ya que su respiración está acompañada por un aumento en los niveles de etileno, lo que coordina y sincroniza el proceso de maduración, por lo que generan pérdidas considerables en la poscosecha (Martínez et al., 2017).

Actualmente, hay una creciente demanda de alimentos que mantengan sus propiedades sensoriales, físicas y químicas, lo que ha impulsado una mejora continua de los procedimientos naturales en el campo alimentario, con el objetivo de asegurar su conservación sin comprometer su vida útil (Díaz et al., 2024; Moreira et al., 2023). Esto ha impulsado numerosas investigaciones de recubrimientos

naturales en frutas climatéricas como el banano (Uscocovich et al., 2024), debido a que forman una capa protectora elaborada con material comestible que se aplica sobre los alimentos para prolongar su vida útil (León et al., 2021).

Estudios recientes han demostrado que las películas hechas de carbohidratos son ampliamente utilizadas por sus buenas propiedades mecánicas y de barrera contra compuestos de baja polaridad, aunque tienen deficientes propiedades de barrera contra la humedad (Loaiza, 2023). En cambio, las películas comestibles a base de proteínas son excelentes barreras contra el oxígeno y algunos compuestos aromáticos (Uscocovich et al., 2023).

Uno de los biopolímeros más utilizados en frutas y hortalizas es el quitosano, un recubrimiento obtenido de la quitina mediante desacetilación, con cualidades de nula toxicidad, buena maleabilidad, biocompatibilidad y carácter antimicrobiano y antifúngico. Además, trabajos han demostrado que este biopolímero tiene una excelente actividad antifúngica contra patógenos que afectan a las frutas durante el periodo postcosecha (Rodríguez et al., 2019).

Por lo expuesto anteriormente, el objetivo de esta investigación fue evaluar el impacto del quitosano en la calidad fisicoquímica poscosecha del banano proveniente de la Provincia de Los Ríos. Aplicando diversos porcentajes de quitosano en un recubrimiento dosificado a los bananos con la finalidad de prolongar sus propiedades en poscosecha.

## **Metodología**

Los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de Microbiología 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 de Bloques Completamente al Azar (DBCA), considerando un único factor: tres niveles de quitosano (0,5 %, 1,0 %, y 1,5 %). Las variables de firmeza, sólidos solubles y firmeza fueron evaluadas en bananos recubiertos con 3 tratamientos y un control, replicándose cinco veces para un total de 20 unidades experimentales. Se utilizó la prueba de significancia de Tukey para determinar las diferencias entre los promedios.

**Tabla 1:** Tratamientos de aplicación de quitosano en banano

Tratamientos	Niveles	Porcentaje quitosano (%)
1	a1	0,5
2	a2	1,0
3	a3	1,5
Control	a0	0

Para el recubrimiento de bananos con las soluciones de quitosano, se empleó la metodología expuesta por Uscocovich et al. (2024) por inmersión de las frutas durante un minuto en el quitosano en sus concentraciones establecidas.

Las variables evaluadas fueron las siguientes:

**pH:** Fue efectuada con el electrodo de vidrio combinado del equipo potenciómetro marca Hanna (Modelo HI98130) por medición directa en la bebida (Inen, 2013).

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

**Firmeza:** Se utilizó el texturómetro marca Shimadzu (Modelo EZ-LX) provista de una sonda de acero inoxidable de 3 mm de diámetro y 8 cm de longitud. Insertándola en la fruta a una velocidad de 10 mm/s y registrándose la fuerza de penetración en newton (N) (Uscocovich et al., 2023).

## Resultados

De acuerdo con la Tabla 2, existió significancia ( $p < 0,05$ ) en los bananos recubiertos con diferentes porcentajes de quitosano. Asimismo, los resultados mostraron una variación altamente significativa ( $p < 0,05$ ) en los días de almacenamiento.

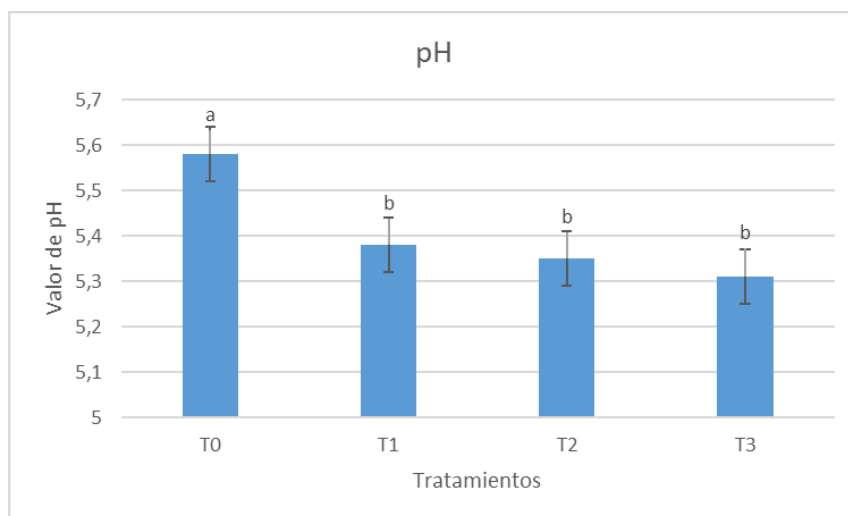
**Tabla 2:** ANOVA de pH

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	2,74	10	0,27	15,60	<0,0001
<b>DIA</b>	1,86	3	0,62	35,36	<0,0001
<b>TRATAMIENTO</b>	0,87	3	0,29	16,60	<0,0001
<b>REPETICIONES</b>	2,3E-3	4	5,8E-4	0,03	0,9979
<b>Error</b>	1,21	69	0,22		
<b>Total</b>	3,95	79			

*\*Significativo, \*\* altamente significativo, NS no significativo*

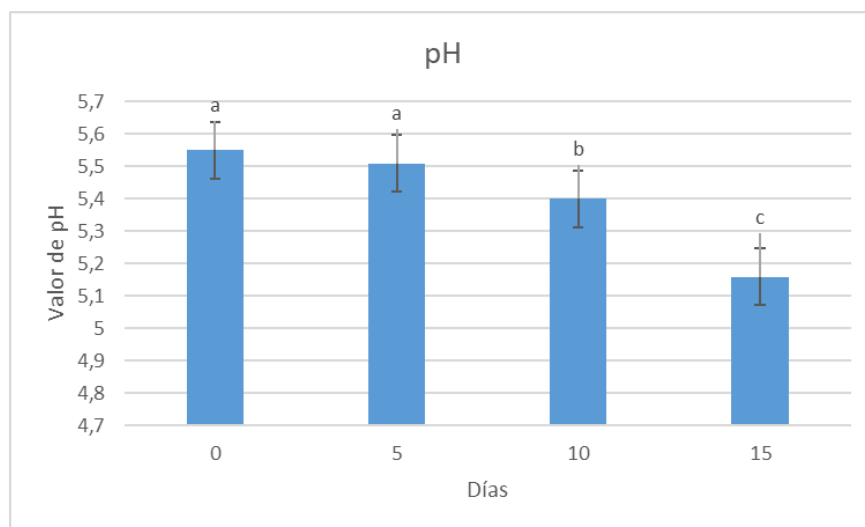
Como se aprecia en la Figura 1 están detallados los valores según la prueba de Tukey para la variable pH, el control claramente tubo valores promedios superiores (5,58) respecto los tratamientos 1 (5,38), tratamiento 2 (5,35) y tratamiento 3 (5,31), precisamente este último mostró el pH más adecuado.

**Figura 1:** Prueba de Tukey para pH según los tratamientos



En la figura 2 es claro que, en base a los días evaluados, el pH tendió a la disminución.

**Figura 2:** Prueba de Tukey para pH según los días evaluados



Como lo expone la Tabla 3 existió una variación significativa ( $p < 0,05$ ) del control en comparación con los tratamientos propuestos, se vislumbró variación muy significativa ( $p < 0,05$ ) en la variable de bloqueo días de almacenamiento.

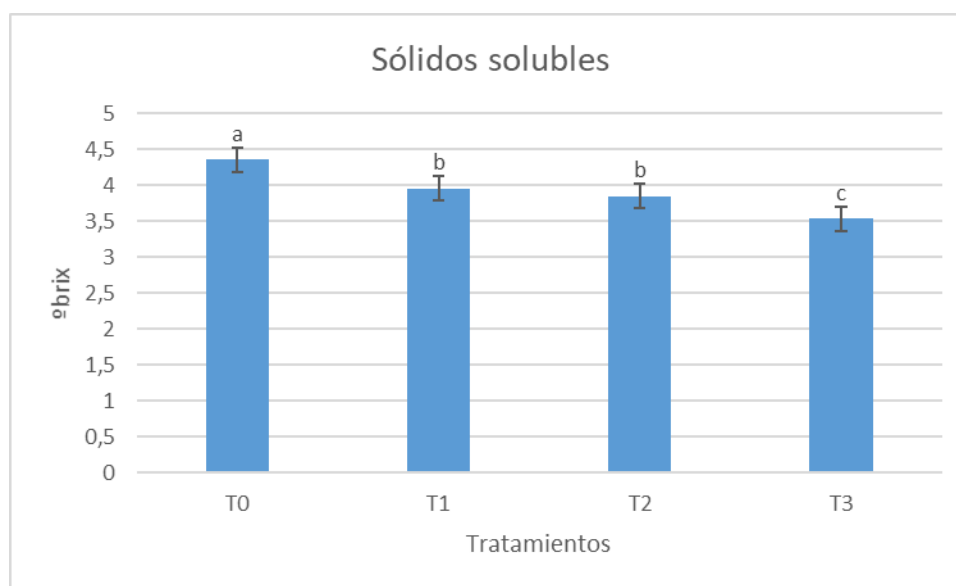
**Tabla 3:** ANOVA de sólidos solubles

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
<b>Modelo</b>	17,97	10	1,80	7,27	<0,0001
<b>DIA</b>	10,95	3	3,65	14,76	<0,0001
<b>TRATAMIENTO</b>	6,90	3	2,30	9,30	<0,0001
<b>REPETICIONES</b>	0,13	4	0,03	0,13	0,9704
<b>Error</b>	17,06	69	0,25		
<b>Total</b>	35,03	79			

\*Significativo, \*\* altamente significativo, NS no significativo

Todos los tratamientos estaban por debajo del testigo (4,36 °Brix) como se aprecia en la figura 3. El tratamiento 3 (3,54 °Brix) tiene un menor rango estadístico de sus datos considerándolo como el mejor para esta variable, destacan también el tratamiento 2 (3,85 °Brix) y el tratamiento 1 (3,96 °Brix).

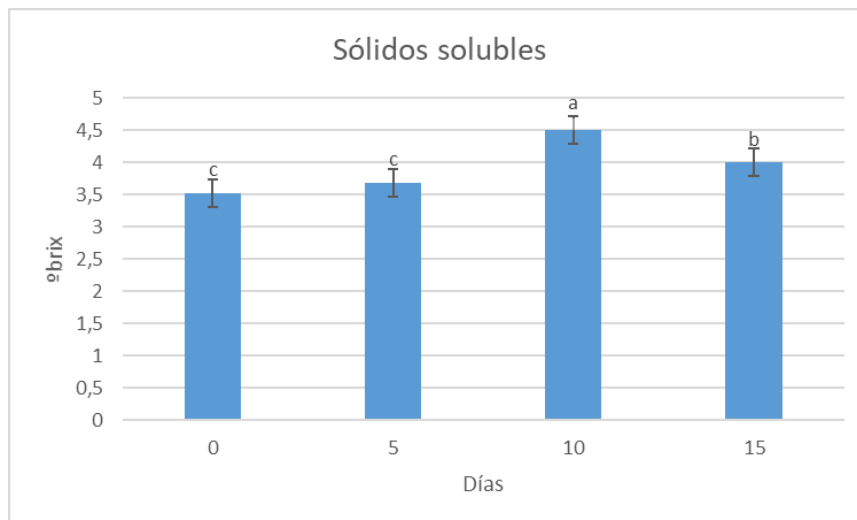
**Figura 3:** Prueba de Tukey para sólidos solubles según los tratamientos





En la figura 4 se observa que la tendencia fue al incremento de los sólidos solubles a lo largo de la evolución de los días en el experimento.

**Figura 4:** Prueba de Tukey para sólidos solubles según los días evaluados



En la Tabla 4 se aprecia una elevada significancia ( $p < 0,05$ ) entre los tratamientos y el testigo. De la misma manera existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) para la variable de bloqueo de días de almacenamiento.

**Tabla:** ANOVA de firmeza

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
<b>Modelo</b>	315,19	10	31,52	24,93	<0,0001
<b>DIA</b>	210,60	3	70,20	55,54	<0,0001
<b>TRATAMIENTO</b>	101,98	3	33,99	26,89	<0,0001
<b>REPETICIONES</b>	2,60	4	0,65	0,51	0,7253
<b>Error</b>	87,22	69	1,26		
<b>Total</b>	402,41	79			

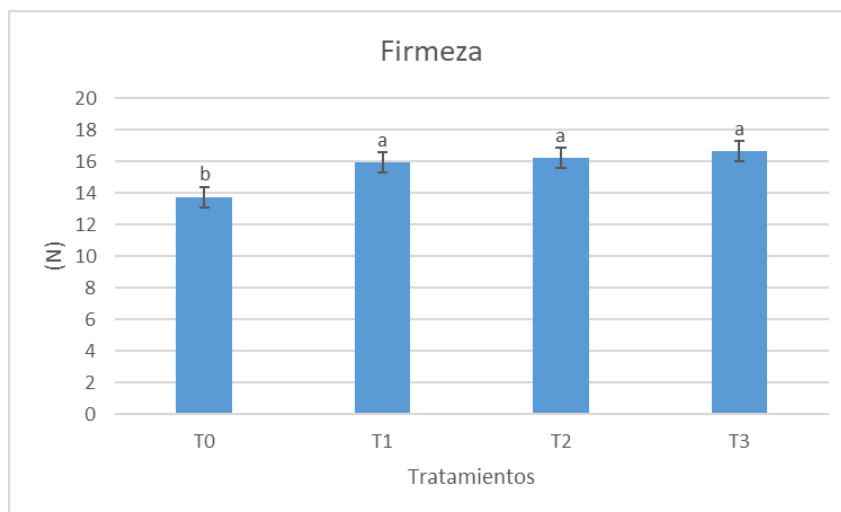
\*Significativo, \*\* altamente significativo, NS no significativo

Todos los tratamientos mantuvieron una mayor firmeza en contraste con el testigo (13,76 N) de menor valor promedio. Los tratamientos T3 (16,68 N), T2 (16,24 N) y T1 (15,95 N) demostraron



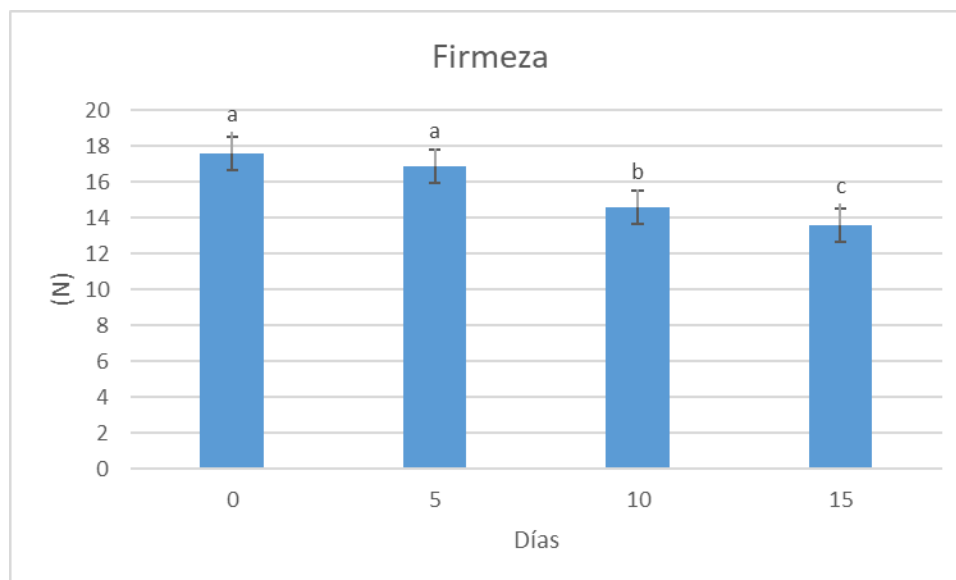
una firmeza superior al aplicar quitosano. La variable de firmeza presentó una relación directamente proporcional a la concentración de quitosano, por esta razón el mejor tratamiento fue el de 2 % que preservó esta variable en mayor proporción (Figura 5).

**Figura 5:** Prueba de Tukey para firmeza según los tratamientos



La figura 6 muestra que a medida que transcurren los días, la firmeza en los bananos disminuyó estadísticamente, algo propio de las frutas climatéricas

**Figura 6:** Prueba de Tukey para firmeza según los días evaluados



## Discusión

Durante la etapa del climaterio, ocurren reacciones similares a las de la maduración y la senescencia acelerada, lo que provoca la liberación de ácidos orgánicos en el fruto, estas reacciones pueden disminuir el pH (Castrini, 2009). Castro et al. (2018) atribuyen este comportamiento a la atmósfera modificada creada por los recubrimientos, la cual ralentiza el proceso metabólico en los frutos, esto retrasa la degradación enzimática del ácido cítrico o su conversión en azúcar durante la maduración. Indican que el aumento del pH en las frutas probablemente se debe a la reducción de la actividad metabólica.

Hajji et al. (2018) argumentaron cambios menores en el pH en fresas aplicadas con recubrimiento de quitosano al 2,4 % de concentración frente a sus versiones sin tratamiento; Jiao et al. (2019) experimentaron con duraznos al aplicarles quitosano con retraso de la senescencia y del pH, manteniéndolos adecuados para el consumo por 8 días.

Los sólidos solubles totales son cruciales para la calidad del banano almacenado en poscosecha, ya que tienden a aumentar durante la maduración (Cruz et al., 2021), este fenómeno ocurre debido a la disociación del almidón en azúcares más simples a través del metabolismo primario, proporcionando el sustrato respiratorio necesario para las actividades biológicas de la fruta, lo que resulta en un aumento de los sólidos solubles (Passos et al., 2016), por lo tanto son deseadas frutas con menores sólidos solubles. El aumento en sólidos solubles totales también se debe a la concentración causada por la pérdida de agua en el banano (Castro et al., 2018). Castro et al. (2014) señalaron la incidencia de la pérdida de agua en papaya y su relación con el incremento en el contenido total de sólidos solubles.

Uscocovich et al. (2023) logró retrasar el aumento de los sólidos solubles con una biopelícula de quitosano al 1,5 % en bananos; García et al. (2023) reportaron disminución de los sólidos solubles en papayas tratadas con el recubrimiento de quitosano y aceite esencial de cítricos.

Según Martínez y Bermúdez (2016), las muestras tratadas con películas comestibles forman una capa protectora que ralentiza la pérdida de agua y, con el tiempo, mantienen mayor firmeza en comparación con la muestra control, esto se debe a que los cambios acelerados son causados por daños en las células del tejido durante el corte. Además, confirman que en los días 0 y 5 de almacenamiento no hay diferencia significativa, en contraste del día 15, donde la firmeza disminuye drásticamente debido a que la firmeza varía con el tiempo.

Pauta (2018) demostró una mejora en la conservación de la firmeza al aplicar recubrimientos de almidón y goma de gelano en manzanas; por otra parte, Castro et al. (2017) redujeron la pérdida de firmeza utilizando un recubrimiento de quitosano en peras. Uscocovich et al. (2023) recubrieron bananos provenientes de la provincia de Manabí con quitosano y obtuvieron los mejores resultados con una concentración de 1,5 %, lo cual se asemejan de los hallazgos de esta investigación. Además, otros estudios observaron una pérdida gradual a lo largo de los días evaluados, como reporta Castro et al. (2018) en mangos recubiertos y recortados.

## Conclusiones

Los distintos porcentajes de quitosano retrasaron la senescencia en los bananos, con una mayor influencia positiva a mayores concentraciones de quitosano. Por lo tanto, las características fisicoquímicas se conservaron favorablemente con los tratamientos de recubrimiento de quitosano. El grupo de control (sin aplicación de quitosano) fue claramente inferior en cada una de las variables evaluadas. Por lo tanto, la aplicación de recubrimiento de quitosano en los bananos mejoró todas las propiedades analizadas bajo las condiciones deseadas.

El tratamiento más efectivo fue el 3 (1.50%), que mostró un pH más bajo, una menor elevación de sólidos solubles totales y una mejor conservación de la firmeza de la fruta.

## Referencias

1. AOAC. (1990). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
2. Burgo Bencomo, O. B., & Gaitán Suazo, V. (2021). Comportamiento de indicadores de calidad en el cultivo del banano de la provincia El Oro, Ecuador. *Revista Metropolitana De Ciencias Aplicadas*, 4(Suplemento 1), 202-209. <https://doi.org/10.62452/bmyd7q32>
3. Castricini, A. (2009). Aplicação de Revestimentos comestíveis para conservação de mamões (*Carica papaya* L.) Golden [Bachelor's thesis, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro]. Archivo digital. <https://tede.ufrjr.br/jspui/handle/tede/555>
4. Castro, M., Rivadeneira, C., Mantuano, I., Santacruz S. y Ziani, K. (2014). Aplicación de recubrimientos Comestibles a Base de quitosano y áloe vera sobre Papaya (*Caríea Papayal*. ev. "Maradol") Cortada. *Revista de la Facultad de ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato*, 22(2), 05-12.

5. 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
6. 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.
7. Chamba, L. M. A., & Montoya, A. N. C. (2021). Evolución en las exportaciones de banano e impacto del desarrollo económico, provincia de El Oro 2011-2020, pre-pandemia, pandemia; aplicando series de tiempo. *Polo del Conocimiento: Revista científico-profesional*, 6(8), 257-277. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8042589>
8. Cruz-Ortiz, L., Escobar-Ventura, K., Flores-Méndez, M., Urbina-Reyes, M. E., & Vázquez-Ovando, A. (2021). Recubrimientos con cera de abeja, extractos de ajo y sauce para aumentar la vida postcosecha del banano Gran Enano. *Informador Técnico*, 85(2), 172-183. <https://doi.org/10.23850/22565035.3685>
9. 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>
10. García-Mateos, M. D. R., Corrales-García, J., Cornejo-Vivar, T., & Hernández-Ramos, L. (2023). Recubrimiento biodegradable antifúngico a base de quitosano y aceite esencial de cítricos para la conservación de papaya (*Carica papaya* L.) en poscosecha. *CienciaUAT*, 17(2), 165-180. <https://doi.org/10.29059/cienciauat.v17i2.1703>
11. Hajji, S., Younes, I., Affes, S., Boufi, S., & Nasri, M. (2018). Optimization of the formulation of chitosan edible coatings supplemented with carotenoproteins and their use for extending strawberries postharvest life. *Food Hydrocolloids*, 83, 375-392. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.05.013>
12. INEN (Servicio Ecuatoriano de Normalización). (2013a). Productos vegetales y de frutas. Determinación de pH. [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_iso\\_1842\\_extracto.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_iso_1842_extracto.pdf)

13. Jiao, W., Shu, C., Li, X., Cao, J., Fan, X. & Jiang, W. (2019). Preparation of a chitosan-chlorogenic acid conjugate and its application as edible coating in postharvest preservation of peach fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 154(1), 129-136. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.05.003>
14. León, E. G., Janampa, C., Cáceres, C., Giu, C., Ruiz, P., Chalco, M., ... & Malnati, M. (2021). Efecto de recubrimientos comestibles en la calidad del ají jalapeño (*Capsicum annuum*). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 22(2), 201-211. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81369610007>
15. 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>
16. 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>
17. Martínez, M., Balois, R., Alia, I., Cortes, M., Palomino, Y., & López, G. (2017). Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 4076-4087. <https://doi.org/10.29312/remexca.v0i19.674>
18. 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>
19. 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>
20. Pauta, D. (2018). Recubrimientos comestibles a base de almidón y goma de gelano para la conservación poscosecha de manzana [Master thesis, Universidad Politécnica de València, Valencia, España]. Archivo digital. <http://hdl.handle.net/10251/99194>
21. Rodríguez-Núñez, J. R., Madera-Santana, J. T., De Dios-Aguilar, M. A., Colín-Chávez, C., Mariscal-Amaro, L. A., Núñez-Colín, C. A., ... & Grijalva-Verdugo, C. P. (2019). Recubrimiento a base de quitosano y extracto acuoso de hoja de Moringa oleífera obtenido

- por UMAE y su efecto en las propiedades fisicoquímicas de fresa (*Fragaria x ananassa*). *Biotecnia*, 21(2), 155-163. <https://www.redalyc.org/pdf/6729/672971083019.pdf>
22. 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>
23. 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>

© 2024 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/>).