



DOI: <https://doi.org/10.46296/yc.v7i13.0353>

INFLUENCIA DEL RECUBRIMIENTO CON QUITOSANO EN LA CALIDAD FÍSICA DEL BANANO EN POSCOSECHA

INFLUENCE OF CHITOSAN COATING ON THE PHYSICAL QUALITY OF BANANA IN POSTHARVEST

Uscocovich-Álvarez Ángel Alberto ¹; Zambrano-Nevarez Eddie Manuel ²; Proaño-Molina Marcia Yomara ³; Díaz-Camposano Edison Geovanny ^{3*}; Bosquez-Mestanza Angelita Leonor ³; Travez-Proaño Freddy Francisco ⁴

¹ Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López. Calceta, Ecuador.

² Universidad de Guayaquil. Guayaquil, Ecuador.

³ Universidad Técnica Estatal de Quevedo. Quevedo, Ecuador.

⁴ Unidad Educativa Primero de Abril. Latacunga, Ecuador.

*Correo: ediazc2@uteq.edu.ec.

Resumen

Este estudio tuvo como finalidad evaluar el efecto de diferentes porcentajes de quitosano en la calidad física del banano en poscosecha, elaborando un recubrimiento con distintos porcentajes de quitosano (0.75 %, 1.00 %, 1.25 %, 1.50 % p/v) en su composición más un control. Se aplicó un diseño experimental de bloque completamente al azar (DBCA), con cinco tratamientos y cinco bloques, siendo el factor de bloqueo los días de evaluación, que corresponden al día 0, día 5, día 10, día 15 y día 20 de almacenamiento. Las variables respuesta fueron: porcentaje de pérdida de peso (%), sólidos solubles totales (°Brix), firmeza (N). Los bananos mostraron pérdida permanente de peso, destacando la menor pérdida el tratamiento 1.25 % de quitosano. Las muestras que reportaron menor contenido de sólidos solubles (13.65 °Brix) fueron las recubiertas con 1.50 % quitosano, dado que el contenido de sólidos totales es indicativo en el índice de madurez del banano. Además, el tratamiento de 1.50 % de quitosano en el recubrimiento reportó una mejor firmeza (16.47).

Palabras claves: quitosano, recubrimiento, banano, poscosecha.

Abstract

The purpose of this study was to evaluate the effect of different percentages of chitosan on the physical quality of banana in postharvest, preparing a coating with different percentages of chitosan (0.75 %, 1.00 %, 1.25 %, 1.50 % w/v) in its composition plus a control. An experimental design of completely randomized block (DBCA) was applied, with five treatments and five blocks, the blocking factor being the days of evaluation, corresponding to day 0, day 5, day 10, day 15 and day 20 of storage. The response variables were: percent weight loss (%), total soluble solids (°Brix), firmness (N). The bananas showed permanent weight loss, with the lowest loss in the 1.25% chitosan treatment. The samples that reported the lowest soluble solids content (13.65 °Brix) were those coated with 1.50 % chitosan, since total solids content is indicative of the maturity index of bananas. In addition, the 1.50 % chitosan treatment in the coating reported better firmness (16.47).

Keywords: chitosan, coating, banana, postharvest.

Información del manuscrito:

Fecha de recepción: 02 de marzo de 2023.

Fecha de aceptación: 04 de abril de 2023.

Fecha de publicación: 10 de julio de 2023.





1. Introducción

En el Ecuador, el sector banano y plátano se forjó como el segundo sector de exportación con el 24.64 % de participación en las exportaciones no petroleras (Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones, 2019). En su producción convencional son requeridos la utilización de agroquímicos contaminantes como herbicidas, plaguicidas y fungicidas, que inciden en el suelo (García et al., 2022), al producto (Ugarte et al., 2022) y a las personas que se encuentran relacionadas con su producción y su consumo (Rengel & Cárdenas, 2022), provocando que los países demandantes de esta fruta, elijan la compra de banano orgánico certificado por sobre la compra de banano convencional (Candelario, 2021).

Cabe recalcar que de los principales problemas que presenta la producción de bananos, son enfermedades producidas por microorganismos en la fase de poscosecha, siendo promovidas por las condiciones ambientales en la maduración que ocasiona la pudrición de la corona en distinto

grado, reduciendo la calidad del banano (Vargas et al., 2022).

Las alteraciones microbianas disminuyen la vida útil de la planta (Mesa, 2020); además, desatando una cadena de procesos, físicos y bioquímicos que pueden degradar considerablemente características indeseadas en la fruta como sabor, aroma, color, entre otras (Benites, 2022).

Aún después de su cosecha y posterior almacenamiento, las frutas climatéricas como el banano (Toconás et al., 2022) continúan respirando, produciendo etileno, desprendiendo dióxido de carbono y continuando su proceso de maduración en poscosecha (Reynoso, 2019). El manejo deficiente durante la poscosecha de la fruta, posibilita las condiciones para la degradación, la pérdida de peso y a su vez la descomposición (Suárez, 2021).

Según Esyanti et al. (2019) la utilización de recubrimientos de polisacáridos sobre frutos, crean una barrera que reemplaza a la capa cerosa de protección y genera una película selectiva de los gases, modificando la atmósfera interna que



retarda el deterioro. El trabajo de Wang et al. (2018) fundamenta que materiales poliméricos de base biológica como quitosano generan grandes potenciales en el área de los recubrimientos alimenticios, brindando una alternativa de sustituir los recubrimientos a base de petróleo.

Actualmente los recubrimientos biológicos siguen innovando, dado que minimizan las alteraciones en características como la pérdida de peso, color de los frutos frescos, pardeamiento, reducción de la actividad enzimática e incluso incrementando la vida útil de las frutas (León et al., 2021; Ojeda et al., 2019).

El presente trabajo buscó como objetivo determinar diferentes porcentajes de quitosano en un recubrimiento aplicado en la calidad física del banano en poscosecha, procurando prolongar la vida útil de la fruta.

2. Metodología

Los bananos fueron obtenidos de la productora de banano Hacienda

“Michelle” del cantón Bolívar y el recubrimiento preparado en los laboratorios de Bromatología, Microbiología y Química de la Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí ESPAM MFL en el sitio “El Limón”, parroquia Calceta, cantón Bolívar, provincia de Manabí, Ecuador.

Se utilizó un diseño factorial completamente al azar, en donde la variable independiente fue el porcentaje de quitosano con cuatro niveles (0.75; 1; 1.25 y 1.5 %) más un control sin tratamiento y cinco bloques correspondientes al día inicial 0, día 5, día 10, día 15 y día 20 de almacenamiento; con tres réplicas, dando cuatro tratamientos y 12 unidades experimentales. Se evaluaron estadísticamente por el análisis de varianza (ADEVA), la prueba de Dunnett en caso que no se cumplan los supuestos del ADEVA, con el fin de analizar el comportamiento de los datos y poder comparar las concentraciones utilizadas; además de la prueba HDS de Tukey. En tabla 1 se aprecian los tratamientos propuestos.

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

Tratamientos	Niveles	Porcentaje quitosano
1	a1	0.75
2	a2	1.00
3	a3	1.25
4	a4	1.50
	Control	0

Las variables dependientes fueron el porcentaje de pérdida de peso, sólidos solubles totales y color de la cáscara durante la maduración. Los análisis fueron efectuados en el Laboratorio de Investigación de Ciencias de Alimentos de la Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí, Manta, Ecuador.

2.1. Elaboración del recubrimiento

Mezcla 1: Fueron mezclados 990 ml de agua destilada con una conductividad de 0.05 a 1.0 mS/cm con 10 ml de ácido acético glacial (v/v 1 %).

Mezcla 2: Con temperatura ambiente (26 ± 2 °C) se añadieron las concentraciones de quitosano con grado de desacetilación 95 % acorde a cada tratamiento (0.75 %, 1.00 %, 1.25 %, 1.50 %) con ácido acético glacial (1 %). Luego se procedió a la

mezcla peso - volumen con una bala magnética en una plancha de calentamiento, marca CORNING a 400 rpm durante 20 minutos hasta disolver los grumos del quitosano al 95 % de desacetilación.

Envasado: Cada uno de los tratamientos fueron almacenados en recipientes de un litro de material plástico y rotulado.

Almacenamiento 1: Añadiendo la emulsión en cada recipiente de acuerdo a los tratamientos para ser sumergidos los frutos de banano.

2.2. Aplicación en banano

Selección: Los frutos se lavaron con agua a 0.8 ppm de hipoclorito de sodio y seleccionándose los bananos con similares apariencias físicas como color, forma y peso.

Demora: Los bananos seleccionados se sumergieron en un



tanque con agua potable por el lapso de 20 minutos para que cada fruto expulse el látex contenido en la fruta.

Lavado: Se aplicó agua potable, con la finalidad de retirar impurezas como polvo, hojas, ramas.

Selección y clasificación: Fueron seleccionados 75 dedos del fruto de banano uniformes, escogiendo tres dedos de banano para cada tratamiento más la réplica. Posteriormente, fueron distribuidos y rotulados en bolsas de polietileno de baja densidad de acuerdo a cada tratamiento.

Inmersión: Cada fruto correspondiente a cada tratamiento más sus réplicas se sumergieron durante un minuto, formando una película delgada sobre la superficie de la fruta (Djioua et al. 2010).

Almacenamiento e inspección: Cada tratamiento y control se almacenaron en cajas de cartón rotuladas a temperatura ambiente. Efectuando inspecciones con análisis de diferencia en porcentaje de pérdida de peso, sólidos solubles y colorimetría cada cinco días.

En la figura 1 se observa todo el diagrama de procesos del estudio.

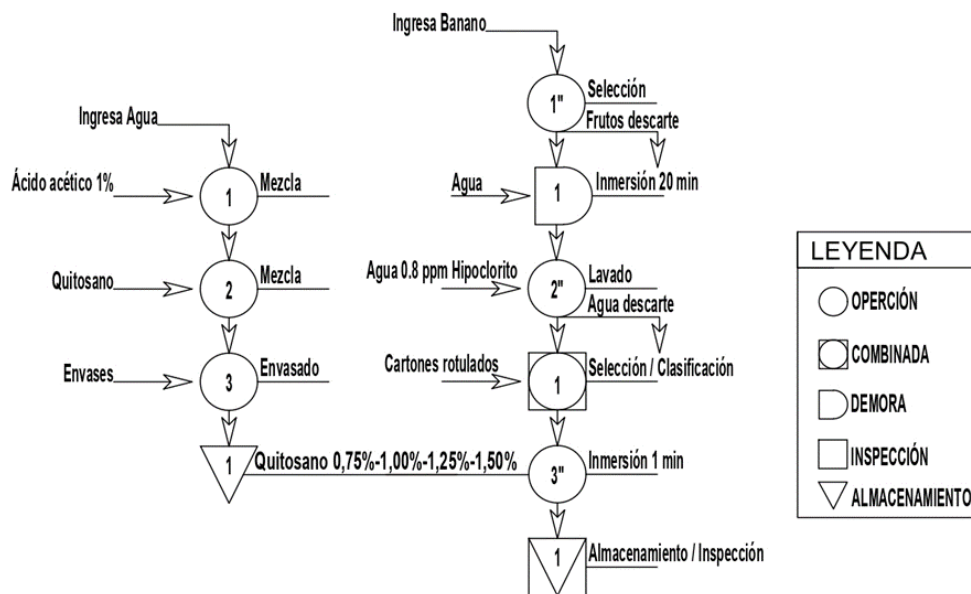


Figura 1. Diagrama de flujo de preparación de recubrimiento y aplicación en banano



2.3. Métodos de evaluación

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).

Sólidos solubles: La fruta fue macerada utilizando un mortero y se analizó por refractómetro digital marca Kruss de acuerdo al método AOAC (1990).

Análisis de firmeza: Se usó un texturómetro marca Shimadzu (Modelo EZ-LX) con una sonda de acero inoxidable de 3 mm de diámetro y 8 cm de longitud. La

sonda fue insertada 15 mm en la fruta a una velocidad de 10 mm/s y se registró la fuerza de penetración en newton (N) (Santacruz et al., 2017).

3. Resultados y discusión

3.1. Porcentaje de pérdida de peso

Según la tabla 2 el tratamiento de control presenta relación altamente significativa ($p < 0.05$) en contraste a los bananos recubiertos con los diferentes porcentajes de quitosano. De igual forma los resultados demostraron variación altamente significativa ($p < 0.05$) en los días de almacenamiento.

Tabla 2. ANOVA de porcentaje de pérdida de peso

Origen	gl	Tipo III de suma de cuadrados	Media cuadrática	Sig.
Total corregido	24	328.190		
Días	4	142.153	35.538	0.002**
Tratamientos	4	101.126	25.282	0.010**
Error	16	84.911	5.307	

*Significativo, ** altamente significativo, NS no significativo

En base a lo observado en la tabla 3, los tratamientos T2, T3 y T4

perdieron menos peso con relación al control.



Tabla 3. Comparaciones múltiples porcentaje de pérdida de peso

Tratamientos	(J) tratamientos	Desv. Error	Sig.
T1	Control	0.06566	0.069 ^{NS}
T2	Control	0.06566	0.001*
T3	Control	0.06566	0.001*
T4	Control	0.06566	0.030*

*Significativo, NS no significativo

Lo expuesto en la tabla 4 indica que la HSD al 5 % de probabilidad de error puso al día cero en la primera categoría estadística al no presentar ningún cambio en el porcentaje de pérdida de peso del banano, exponiendo un valor de 0 %, sin embargo al día cinco y día diez se los

ubicó en la segunda categoría estadística presentando un porcentaje de pérdida de peso de 1.12 % y 1.29 %, respectivamente, mientras que en el día 15 con un valor de 1.50 % y día 20 con un valor de 1.67 % se ubican en la tercera categoría estadística.

Tabla 4. Prueba de Subconjuntos homogéneo Tukey porcentaje de pérdida de peso

Días	N	HSD Tukey		
		Subconjunto		
		1	2	3
Día 0	5	0		
Día 5	5		1.1204	
Día 10	5		1.2870	
Día 15	5			1.5003
Día 20	5			1.6737
Sig.		1.000	0.131	0.109

Números iguales según Tukey no difieren estadísticamente

Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05.

Con lo observado en la figura 2, es posible señalar que el tratamiento T1, logró 1.85 % de pérdida de peso mientras que las muestras de control presentaron un 2 % de pérdida de peso, ubicándose por encima de todos los tratamientos con

porcentaje de quitosano. El tratamiento T3 mostró menor variabilidad y a partir de 1.25 % de quitosano fue favorable para disminuir la pérdida de peso en la fruta luego de 20 días de almacenamiento.

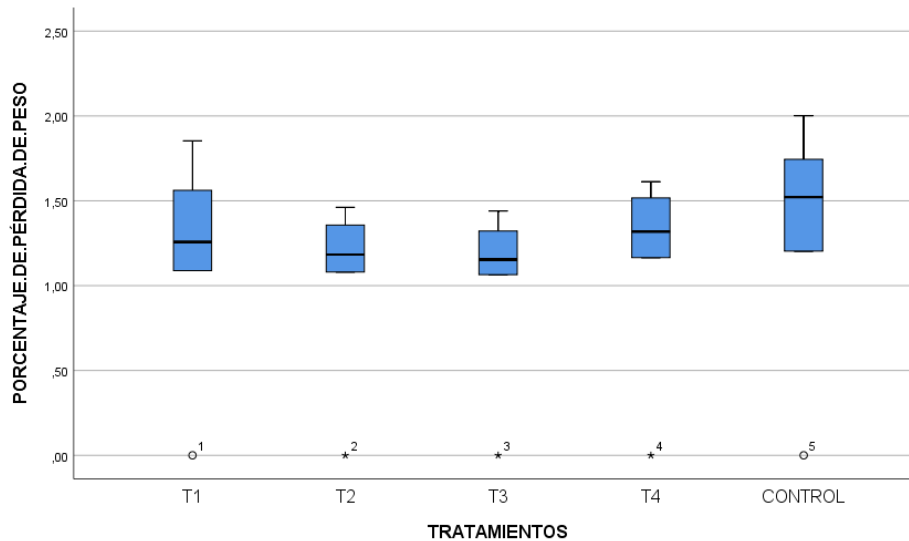


Figura 2. Diagrama de cajas y bigotes del porcentaje de pérdida de peso

3.2. Sólidos solubles

Como se muestra en la tabla 5 existe variación significativa ($p < 0.05$) del control en comparación con los

tratamientos de quitosano, se observó variación altamente significativa ($p < 0.05$) en la variable de bloqueo días de almacenamiento.

Tabla 5. ANOVA para sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix)

Origen	gl	Tipo III de suma de cuadrados	Media cuadrática	Sig.
Total corregido	24	400.473		
Días	4	350.317	87.579	0.000**
Tratamientos	4	28.360	7.090	0.007**
Error	16	21.796	1.362	

*Significativo, ** altamente significativo, NS no significativo

De manera similar en la tabla 6 los tratamientos T1 y T4 tuvieron un contenido de sólidos solubles ($^{\circ}$ Brix)

inferior en comparación a los tratamientos con el control.



Tabla 6. Comparaciones múltiples sólidos solubles (°Brix)

Tratamientos	(J) tratamientos	Desv. Error	Sig.
T1	Control	0.73817	0.010*
T2	Control	0.73817	0.052 ^{NS}
T3	Control	0.73817	0.255 ^{NS}
T4	Control	0.73817	0*

*Significativo, NS no significativo

La HSD al 5 % de probabilidad de error indicó que la primera categoría estaba en el día cero, mostrando un contenido de sólidos solubles 2.5347 (°Brix), seguido del día cinco en la segunda categoría. Mientras el día

10 y 15 están en la tercera categoría sin mayor variación, el día 20 queda en la cuarta categoría estadística con 13.6547 °Brix como se aprecia en la tabla 7.

Tabla 7. Prueba de Subconjuntos homogéneo Tukey de sólidos solubles (°Brix)

Días	N	HSD Tukey			
		Subconjunto			
		1	2	3	4
Día 0	5	2.5347			
Día 5	5		5.6440		
Día 10	5			8.0727	
Día 15	5			9.6440	
Día 20	5				13.6547
Sig.		1.000	1.000	0.256	1.000

Números iguales según Tukey no difieren estadísticamente

Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05.

Todos los tratamientos están por debajo del control como se aprecia en la figura 3. El tratamiento 1 tiene un menor rango estadístico y una menor variabilidad en el 50 % de sus datos, así como también tratamiento

4 con una media con menor contenido de sólidos solubles, menor rango estadístico y una asimetría negativa en la representación de sus datos.

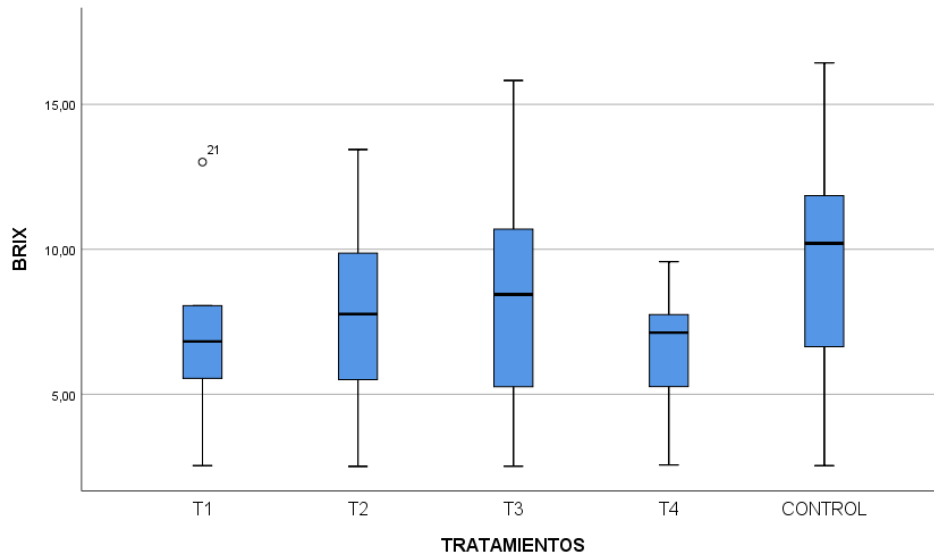


Figura 3. Diagrama de cajas y bigotes de contenido de sólidos solubles

3.3. Firmeza

En la tabla 8 se aprecia la significancia ($p < 0.05$) entre los tratamientos y el control. De la

misma manera existe diferencia altamente significativa ($p < 0.05$) para la variable de bloqueo días de almacenamiento.

Tabla 8. ANOVA para para firmeza

Origen	gl	Tipo III de suma de cuadrados	Media cuadrática	Sig.
Total corregido	24	292.061		
Días	4	253.059	63.265	0.000*
Tratamientos	4	28.906	7.227	0.000*
Error	16	10.096	0.631	

*Significativo, NS no significativo.

Todos los tratamientos poseen mejores resultados en comparación

al control, según lo que se muestra en la tabla 9.



Tabla 9. Comparaciones múltiples de firmeza

Tratamientos	(J) tratamientos	Desv. Error	Sig.
T1	Control	0.50239	0.001*
T2	Control	0.50239	0.023*
T3	Control	0.50239	0.031*
T4	Control	0.50239	0.000*

*Significativo, NS no significativo

En la tabla 10 se observa que la HSD sitúa en la primera categoría estadística a los días 15 y 20 debido a que presentaron una menor firmeza, al día 10 en la segunda

categoría, seguido del día 5 en la tercera categoría estadística y por último el día 0 se ubicó en la cuarta categoría estadística con la mayor firmeza de 16.4720 N.

Tabla 10. Subconjunto homogéneo firmeza

Días	N	HSD Tukey			
		Subconjunto			
		1	2	3	4
Día 0	5	8.1380			
Día 5	5	8.1380			
Día 10	5		10.5860		
Día 15	5			13.1320	
Día 20	5				16.4720
Sig.		1.000	1.000	1.000	1.000

Números iguales según Tukey no difieren estadísticamente

Los subconjuntos homogéneos se basan en significancias asintóticas. El nivel de significancia es 0.05.

En la figura 4 se aprecia que todos los tratamientos mantuvieron una mayor firmeza. Los tratamientos T3 (1.25 %) y T4 (1.50 %) mantuvieron mayor firmeza en relación a los

demás tratamientos en comparación al control, sin embargo, el tratamiento 4 reportó una media de mayor firmeza.

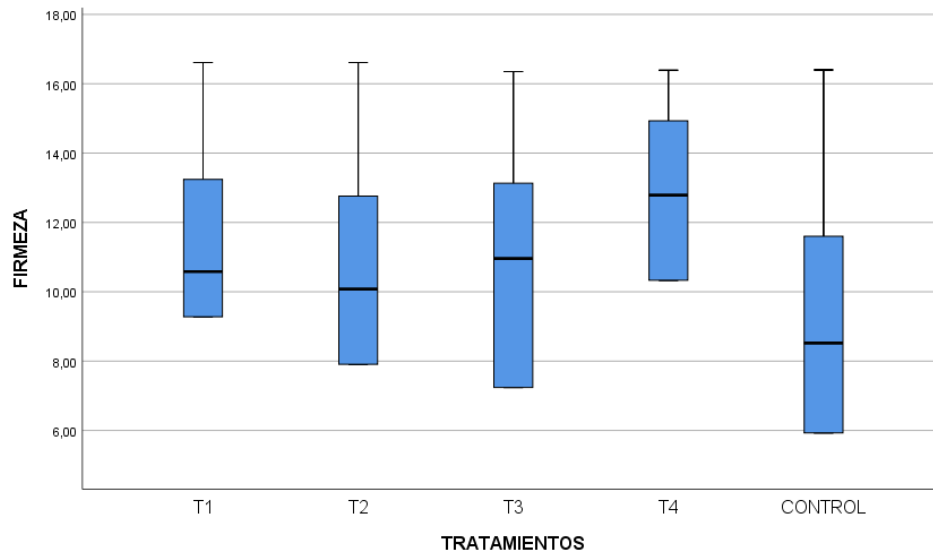


Figura 4. Diagrama de cajas y bigotes para firmeza

3.4. Discusión

La variable pérdida de peso se ve influenciada por la eliminación de agua en los procesos metabólicos de respiración durante el almacenamiento (Izumi et al., 1996). Adicionalmente, la pérdida de peso en los alimentos hortofrutícolas es proporcional a la tasa de transpiración relacionada a la difusión del agua y sustancias volátiles, que se da en la epidermis de las frutas (Fias et al., 2003). Procesos que pueden ser retrasados con la aplicación de recubrimientos, como lo demuestra la investigación realizada por Castro et al. (2014) con trozos de papaya recubiertos con mezclas compuestas por quitosano, que presentaron menores pérdidas

de peso que el control al final del día 12 de almacenamiento, y Castro et al. (2017) que logró registrar menor pérdida de peso en peras con el tratamiento con quitosano superior al 1.50 %. Los porcentajes de quitosano a partir de 1.00% mostraron efectividad en mantener el peso del banano, estos resultados resaltan el tratamiento T3 (1.25%), afianzando que es ideal mantener un porcentaje de pérdida de peso con menor variabilidad. De la misma manera se atribuyó a la capacidad del quitosano para formar una barrera invariable en la superficie de la fruta, que a mayores concentraciones son más densas (González et al., 2009).



El seguimiento de los sólidos solubles totales es de importancia para la calidad del banano almacenado en poscosecha, debido que durante su maduración el contenido tiende a aumentar (Cruz et al., 2021); este suceso ocurre por disociación del almidón en azúcares más simples por acción del metabolismo primario para distribuir el sustrato respiratorio para las actividades biológicas de la fruta, con el posterior aumento de sólidos solubles (Passos et al., 2016), por lo consiguiente, serán deseados menor contenido de sólidos solubles totales. También, el incremento en sólidos solubles totales se debe a la concentración provocada por la pérdida de agua en el banano (Castro et al., 2018). Castro et al. (2014) indicó la incidencia de pérdida de agua en papaya y su relación con el incremento en el contenido total de sólidos solubles totales.

Martínez & Bermúdez (2016) indican que la firmeza es una variable a medir en relación a los posibles daños mecánicos, debido a que son uno de los principales factores que conllevan al deterioro poscosecha de los bananos; en donde las frutas padecen cambios en la textura bajo

condiciones normales de almacenamiento a medida que maduran, pasando de una fruta dura y verde, a transformarse en un banano amarillo con la pulpa suave en la etapa de madurez, y se convierte más blanda a medida que progresa la senescencia (Giraldo et al., 2014). Los recubrimientos en alimentos pueden disminuir los daños mecánicos al retardar la maduración de las frutas (Anaya et al., 2020) como lo demostró Pauta (2018), este último estudio observó una mejoría en la preservación de la firmeza aplicando recubrimientos de almidón y goma de gelano en manzanas; además, Castro et al. (2017) redujo la pérdida de firmeza con un recubrimiento a base de quitosano en peras.

4. Conclusiones

Los diferentes porcentajes de quitosano postergaron la maduración del banano, teniendo una incidencia positiva con mayores porcentajes de quitosano. Por lo consiguiente, las características físicas fueron influenciadas favorablemente a partir de 1 % de quitosano, el mejor tratamiento fue el 4 (1.50 %) que reportó menores porcentajes de pérdida de peso,



reducida elevación de sólidos solubles totales y una firmeza de la fruta deseable.

Bibliografía

- Anaya-Esparza, L. M., Pérez-Larios, A., Ruvalcaba-Gómez, J. M., Sánchez-Burgos, J. A., Romero-Toledo, R., & Montalvo-González, E. (2020). Funcionalización de los recubrimientos a base de quitosano para la conservación postcosecha de frutas y hortalizas. *TIP. Revista especializada en ciencias químico-biológicas*, 23. <https://doi.org/10.22201/fesz.23958723e.2020.0.241>
- AOAC. (1990). Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 15th ed. Washington DC: Association of Official Analytical Chemists.
- Benites Vegas, J. A. (2022). Validación del sistema con ozono durante la etapa de lavado del banano orgánico con fines de evaluar los parámetros de calidad de la fruta en la cooperativa APPBOSA, Sullana-Piura (Bachelor's thesis, Universidad Privada Antenor Orrego). Archivo digital. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/9237>
- Candelario Sánchez, L. E. (2021). Estudio de la producción de banano orgánico en el Ecuador con énfasis en la exportación (Bachelor's thesis, Universidad Técnica de Babahoyo). Archivo digital. <http://dspace.utb.edu.ec/handle/49000/9375>
- 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*, 42-53.
- Castro, M., Rivadeneira, C., Mantuano, I., Santacruz S. y Ziani, K. (2014). Aplicación de recubrimientos Comestibles a Base de quitosano y aloe vera sobre Papaya (*Caríea Papaya* ev. "Maradol") cortada. *Revista de la Facultad de ciencia e Ingeniería en Alimentos de la Universidad Técnica de Ambato*, 22(2), 05-12.
- Castro, M., Rivadeneira, C. & 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.

- 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>
- Dirección de Inteligencia Comercial e Inversiones. (2019). Boletín de inteligencia de Mercados. Recuperado de: <https://www.proecuador.gob.ec/boletin-de-inteligencia-de-mercados-octubre-noviembre-2019/>
- Djioua, T., Charles, F., Freire Jr, M., Filgueiras, H., Ducamp-Collin, M., y Sallanon, H. (2010). Combined effects of postharvest heat treatment and chitosan coating on quality of fresh-cut mangoes (*Mangifera indica* L.). *International journal of food science & technology*, 45(4), 849-855. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2010.02209.x>
- Esyanti, R. R., Zaskia, H., & Amalia, A. (2019). *Chitosan nanoparticle-based coating as post-harvest technology in banana*. In *Journal of Physics: Conference Series*, 1204(1). <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1204/1/012109>
- 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>
- García, Y., Ponce, D. P., Mancero, D., & Pancho, T. (2022). Incidencia del manejo de plantaciones comerciales del cultivo de banano sobre la calidad del suelo, Balao, Guayas. *Polo del Conocimiento*, 7(10), 2011-2027. <http://dx.doi.org/10.23857/pc.v7i10.4827>
- Giraldo, J. L., Cuarán, J. C. C., García, L. V. A., & Pardo, L. M. F. (2014). Usos potenciales de la cáscara de banano: elaboración de un bioplástico. *Revista colombiana de investigaciones agroindustriales*, 1(1), 7-21. <https://doi.org/10.23850/24220582.109>
- González-Aguilar, A., Valenzuela-Soto, E., Lizardi-Mendoza, J., Goycoolea, F., Martínez-Téllez, M., Villegas-Ochoa, A., & 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>
- 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)
- León, E. G., Janampa, C., Cáceres, C., Giu, C., Ruiz, P., Challco, 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>
- 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>
- Mesa Reinaldo, J. R. (2020). Microorganismos eficientes y su empleo en la protección fitosanitaria de los cultivos. *Revista Científica Agroecosistemas*, 8(2), 102-109. Recuperado a partir de <https://aes.ucf.edu.cu/index.php/aes/article/view/407>
- Ojeda, G. A., Arias Gorman, A. M., & Sgroppo, S. C. (2019). Nanotecnología y su aplicación en alimentos. *Mundo nano. Revista interdisciplinaria en nanociencias y nanotecnología*, 12(23).
<https://doi.org/10.22201/ceiich.24485691e.2019.23.67747>
- Passos, F., Mendes, F., Cunha, M., Pigozzi, M., & Carvalho, A. (2016). Propolis extract in postharvest conservation banana 'prata'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38(2), e-931.
<https://doi.org/10.1590/0100-29452016931>
- Pauta, D. (2018). Recubrimientos comestibles a base de almidón y goma de gelano para la conservación postcosecha de manzana (Master thesis, Universidad Politécnica de Valencia, Valencia, España). Archivo digital.
<http://hdl.handle.net/10251/99194>
- Rengel, J. M., & Cárdenas, M. F. (2022). Evaluación de riesgos toxicológicos en las personas que laboran en bananeras de la Provincia El Oro. *Revista Científica Arbitrada Multidisciplinaria PENTACIENCIAS*, 4(5), 453-463.



- <https://editorialalema.org/index.php/pentaciencias/article/view/315>
- Reynoso Maguiña, M. B. (2019). Influencia del momento de cosecha en la calidad de banana (*Musa sp.*) variedad Gros Michel (Bachelor's thesis, Universidad Nacional Agraria La Molina). Archivo digital.
<https://hdl.handle.net/20.500.12996/4009>
- Santacruz, S., Castro, M., Mantuano, M. & Coloma, J. (2017). Utilization of Cassava starch edible films containing salicylic acid on papaya (*Carica papaya L.*) preservation. *Revista Politécnica*, 39(1), 7-12.
<http://scielo.senescyt.gob.ec/pdf/rpolit/v39n1/2477-8990-rpolit-39-01-00007.pdf>
- Suárez, D. B. (2021). Incidencia en la maduración de la fruta climatérica y no climatérica durante la poscosecha para su exportación y comercialización en el Ecuador. *Revista Caribeña de Ciencias Sociales*, 7630.
<https://www.eumed.net/uploads/articulos/0ba70e3445357b7ccc88df39293268d6.pdf>
- Toconás, N. M., Villalva, F. J., Sajama, J. N., Olivares La Madrid, A. P., Ramón, A. N., Alcocer, J. C., Goncalvez de Oliveira, E., & Armada, M. (2022). Harina de banana: producción, caracterización fisicoquímica, tecnológica y funcional: Producción de harina de banana. *Revista Española de Nutrición Humana y Dietética*, 27(1), 7–16.
<https://doi.org/10.14306/renh.yd.27.1.1732>
- Ugarte-Barco, F. A., Zhiñin-Huachun, I. A., & Hernández-Pérez, R. (2022). Influencia de bioestimulantes sobre caracteres morfológicos y agroquímicos del banano (*Musa AAA cv. Williams*). *Terra Latinoamericana*, 40.
<https://doi.org/10.28940/terra.v40i0.1456>
- Vargas Fernández, J. P., Wang Wong, A., & Muñoz Fonseca, M. (2022). Microorganismos asociados a la enfermedad conocida como pudrición suave del fruto de banano (*musa sp.*) y alternativas de control microbiológicas y químicas a nivel in vitro. *Agronomía Costarricense*, 46(2), 61-76.
<https://doi.org/10.15517/rac.v46i2.52046>
- Wang, H., Qian, J., & Ding, F. (2018). Emerging chitosan-based films for food packaging applications. *Journal of agricultural and food chemistry*, 66(2), 395-413.
<https://doi.org/10.1021/acs.jafc.7b04528>