

EMPLEO DE COBERTURAS DE SALES ÁCIDAS DE QUITOSANA EN LA CONSERVACIÓN DE PIÑA MÍNIMAMENTE PROCESADA

Mario A. García^{1*}, Yulieth P. García², Lorena Calderín¹ y Nilia de la Paz³

¹Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana, Calle 222 No. 2317, CP 13600, La Habana, Cuba.

²Facultad de Ingenierías y Arquitectura, Universidad de Pamplona, km 1 Vía Bucaramanga, Pamplona, Norte de Santander, Colombia.

³Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos, Ave. 26 No. 1605, La Habana, Cuba.

E-mail: marioifal@gmail.com

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación, por inmersión, de coberturas al 1,5 % (m/v) de acetato de quitosana y lactato de quitosana en trozos de piña (*Ananas comosus* L.) mínimamente procesados durante 15 días de almacenamiento entre 4 y 6 °C. Los recubrimientos de los trozos de piña mínimamente procesados no influyeron significativamente en la variación de los atributos físico-químicos de calidad. Los trozos de piña recubiertos con lactato de quitosana mostraron mayor estabilidad sensorial relacionada con el mantenimiento del sabor característico a piña. Los recubrimientos de sales ácidas de quitosana inhibieron el desarrollo fúngico en la piña mínimamente procesada durante su almacenamiento.

Palabras clave: *Ananas comosus*, piña mínimamente procesada, acetato de quitosana, lactato de quitosana.

ABSTRACT

Use of coatings of chitosan acid salts in the preservation of minimally processed pineapple

The aim of the present work was to evaluate the effect of the application, by immersion, of coatings at 1.5% (w/v) of chitosan acetate and chitosan lactate in minimally processed pineapple pieces (*Ananas comosus* L.) during 15 days of storage between 4 and 6 °C. The coatings of minimally processed pineapple pieces did not influence significantly in the variation of the quality physicochemical attributes. Pineapple pieces coated with chitosan lactate showed higher sensory stability related with the maintenance of the characteristic pineapple taste. Coatings of chitosan acid salts inhibited the fungal growth in minimally processed pineapple during its storage.

Keywords: *Ananas comosus*, minimally processed pineapple, chitosan acetate, chitosan lactate.

INTRODUCCIÓN

Los cambios en los estilos de vida y la necesidad de reducir el tiempo de preparación de los alimentos, así como las nuevas tendencias en la alimentación, han conducido al incremento del consumo de alimentos listos para comer, en especial de frutas y hortalizas mínimamente procesadas (1), considerados como aquellos que han sido seleccionados, pelados, cortados y envasados para ofrecer a los consumidores un producto conveniente y con características de sabor, frescura y propiedades nutricionales similares a las del producto fresco (2).

***Mario A. García Pérez:** Licenciado en Ciencias Alimentarias (2006). Master en Ciencia y Tecnología de Alimentos (2009). Se desempeña como profesor de Principios de Ingeniería de Alimentos, Conservación de Alimentos y Ciencia y Tecnología de Frutas y Hortalizas en el Instituto de Farmacia y Alimentos de la Universidad de La Habana. Su área de investigación está relacionada con el empleo de polímeros naturales en la industria alimentaria.

No obstante, el procesamiento mínimo de frutas y hortalizas puede afectar el contenido, actividad y biodisponibilidad de los antioxidantes (3), además de incrementar su tasa de respiración y producción de etileno y, por tanto, reduce su vida útil en comparación con los productos enteros, aun cuando las temperaturas de almacenamiento sean las óptimas (4).

Para minimizar los cambios en la calidad de los productos hortofrutícolas se aplican recubrimientos comestibles que proporcionan una capa protectora y originan una atmósfera modificada en el vegetal (5), sin afectar sus características sensoriales. Estos recubrimientos forman una membrana en la superficie del producto controlando la respiración, pérdida de humedad, entre otros factores, que determinan la calidad y seguridad del producto (6).

Entre los polímeros capaces de formar películas y recubrimientos comestibles se encuentran polisacáridos como la quitosana (5), forma desacetilada de la quitina, inocua, biodegradable, biocompatible y de bajo costo (7). Además, ofrece otras ventajas debido a sus propiedades antioxidantes (8) y antimicrobianas (9).

Teniendo en cuenta las potencialidades de los recubrimientos de quitosana y sus derivados como método alternativo para la conservación de productos hortofrutícolas, el objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de coberturas de sales ácidas de quitosana en piña mínimamente procesada durante su almacenamiento refrigerado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se prepararon disoluciones formadoras de cobertura (DFC) al 1,5 % (m/v) de acetato de quitosana y lactato de quitosana con una composición de 30 % (m/m) de

quitosana de masa molecular 275 kDa y grado de desacetilación de 75 %, producida en el Centro de Investigación y Desarrollo de Medicamentos, por N-desacetilación de la quitina de langosta común (*Panulirus argus*).

Las sales ácidas de quitosana se obtuvieron mediante el secado por aspersión de dos disoluciones de quitosana al 4 % (m/v), una en ácido acético y otra en ácido láctico, ambas al 10 % (v/v), a temperaturas de entrada/salida de 160/100 °C en un secador por aspersión a escala de laboratorio (Mini Spray Dryer Büchi B-191, Suiza).

Las piñas (*Ananas comosus* L.) seleccionadas por su tamaño y estado de madurez uniformes y ausencia de magulladuras o deterioro, se lavaron con agua de acueducto, se higienizaron con disolución de hipoclorito de sodio (80 mg/L) y se secaron a temperatura y humedad relativa ambientales.

Las piñas se pelaron, descorazonaron y cortaron en rodajas de 10 mm paralelas a la zona ecuatorial, las que a su vez se cortaron en cuartos que se dividieron en lotes antes de aplicar las coberturas, según los tratamientos realizados (Tabla 1).

La aplicación de las coberturas se realizó por inmersión de los trozos de piña en las DFC durante un minuto, seguido de un escurrimiento y secado en parrillas de acero inoxidable sometidas a un flujo de aire forzado a temperatura y humedad relativa ambientales.

Se utilizaron 60 trozos de piña para cada tratamiento que se envasaron en bandejas de poliestireno cubiertas con estirables de polietileno de baja densidad de 10 µm de espesor. Además se mantuvo un lote control sin la aplicación de coberturas para comparar las variaciones

Tabla 1. Tratamientos aplicados a los trozos de piña

Tratamiento	Disolución formadora de cobertura		
	Lactato de quitosana (% m/v)	Acetato de quitosana (% m/v)	Tween 80 (% v/v)
PC	0,0	0,0	0,0
PLQ	1,5	0,0	0,1
PAQ	0,0	1,5	0,1

PC: tratamiento control; PAQ: tratamiento con acetato de quitosana; PLQ: tratamiento con lactato de quitosana.

de los atributos físico-químicos de calidad durante 15 días de almacenamiento entre 4 y 6 °C. Las determinaciones se realizaron por triplicado.

Las evaluaciones de los atributos de calidad del producto se realizaron al inicio y transcurridos 2, 5, 8, 10 y 15 días de almacenamiento. Los análisis físico-químicos incluyeron sólidos solubles (10), humedad (11), acidez valorable (12) y valor de pH (13). Además, se realizó la evaluación sensorial mediante sesiones de grupo (14) en las que participaron siete jueces (15), que consideraron la apariencia y tipicidad del sabor y olor de los productos envasados durante su almacenamiento.

Los valores de los indicadores medidos se sometieron a análisis de varianza factorial mediante el programa STATISTICA (versión 7, 2004, StatSoft. Inc., Tulsa, EE.UU.). La prueba de rangos múltiples de Duncan ($p \leq 0,05$) se usó para determinar la diferencia estadística entre las muestras.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de los parámetros químico-físicos de la piña evaluados al inicio del almacenamiento resultaron similares a los reportados (16) y las diferencias entre estos pudo deberse a las variaciones genotípicas propias de las variedades utilizadas en cada caso, así como a las condiciones agrológicas durante su pre y poscosecha y estado de madurez al momento de la cosecha. Así, para rodajas de piña completamente maduras, se observó un mayor aumento en el contenido de sólidos solubles que en rodajas de piña al 80 % de madurez hasta el décimo día de almacenamiento; de forma similar ocurrió con el pH (17).

Los sólidos solubles de los trozos de piña variaron entre 13,0 y 15,5 °Brix durante su almacenamiento (Tabla 2). Se observó que no existieron diferencias desde el punto de vista práctico entre los tratamientos durante su almacenamiento, lo cual está en correspondencia con la naturaleza no climatérica de esta fruta, que una vez cosechada no muestra variaciones apreciables en su contenido de sólidos solubles, aunque existió una tendencia a su disminución.

Los valores de pH variaron entre 3,6 y 3,9 con una tendencia a aumentar durante el almacenamiento (Fig. 1).

Las diferencias entre las muestras de los tratamientos, pueden atribuirse a la variabilidad de las frutas y no al tratamiento en sí, puesto que no se observaron tendencias claras asociadas al tipo de recubrimiento.

La Fig. 2 muestra el comportamiento de la acidez valorable de los trozos de piña mínimamente procesados durante su almacenamiento. A partir del quinto día de almacenamiento se observó una disminución en los valores de acidez desde alrededor de 0,4 % (m/m) en los primeros días, hasta 0,26 % (m/m) al final del almacenamiento. En el octavo día se observó un descenso significativo ($p \leq 0,05$) de la acidez para todos los tratamientos, aunque menos marcado para el tratamiento PLQ.

No existieron diferencias significativas ($p \leq 0,05$) en el contenido de humedad entre los tratamientos (Tabla 3), lo cual puede estar relacionado con las condiciones de humedad relativa durante el almacenamiento. Las diferencias entre los valores se deben a la variabilidad intrínseca de las frutas y no al tratamiento.

Tabla 2. Comportamiento del contenido de sólidos solubles (°Brix) en la piña mínimamente procesada

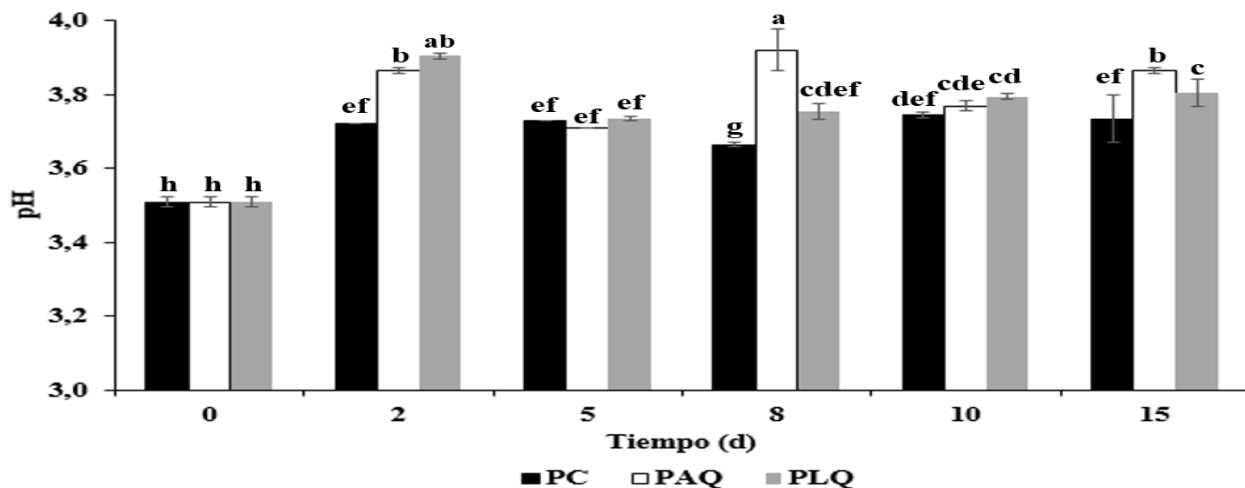
Tiempo (días)	Tratamiento		
	PC	PAQ	PLQ
0	14,8 (0,2) b	14,8 (0,2) b	14,8 (0,2) b
2	15,5 (0,0) a	14,0 (0,0) de	14,5 (0,0) bcd
5	14,5 (0,0) bcd	13,8 (0,3) e	15,0 (0,0) b
8	14,5 (0,0) bcd	14,2 (0,3) cd	15,0 (0,0) b
10	14,8 (0,3) bc	14,0 (0,0) de	13,0 (0,0) f
15	13,8 (0,3) e	14,8 (0,3) bc	13,5 (0,0) e

Media (desviación estándar); n = 3.

Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0,05$).

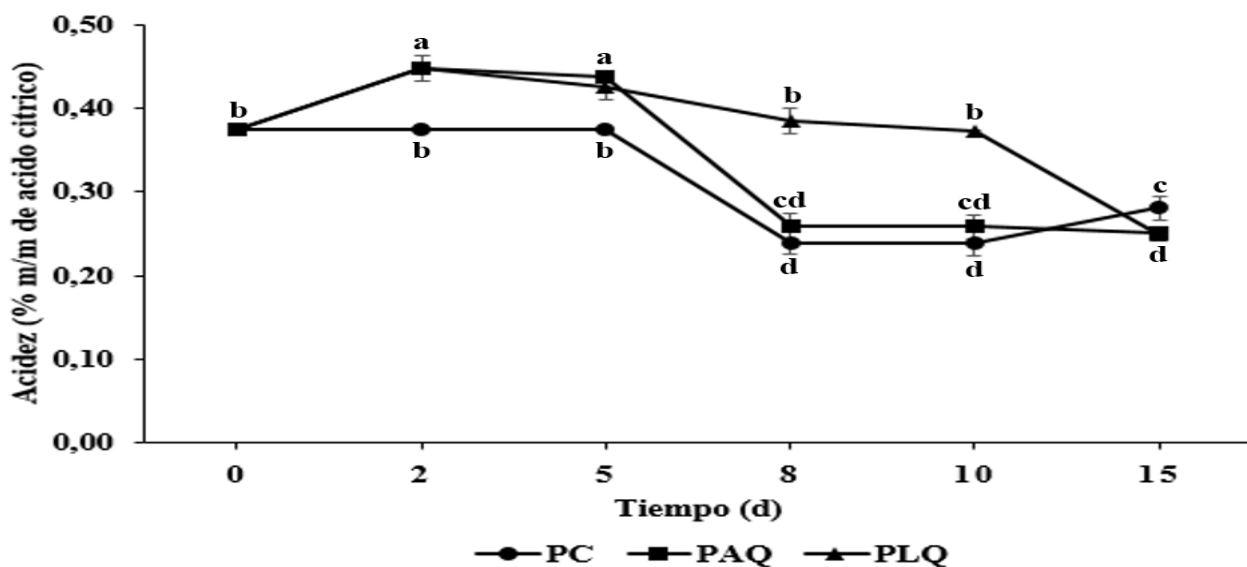
PC: tratamiento control; PAQ: tratamiento con acetato de quitosana;

PLQ: tratamiento con lactato de quitosana.



Letras distintas indican diferencia significativa ($p \leq 0,05$). PC: tratamiento control, PAQ: tratamiento con acetato de quitosana, PLQ: tratamiento con lactato de quitosana.

Fig. 1. Comportamiento del pH en piña mínimamente procesada durante su almacenamiento.



Letras distintas indican diferencia significativa ($p \leq 0,05$). PC: tratamiento control, PAQ: tratamiento con acetato de quitosana, PLQ: tratamiento con lactato de quitosana.

Fig. 2. Comportamiento de la acidez valorable en piña mínimamente procesada durante su almacenamiento.

El atributo sensorial de los trozos de piña, recubiertos o no, que más se afectó durante su almacenamiento fue el color. A partir del décimo día se observó un oscurecimiento superficial de los trozos de piña sin que se percibieran diferencias entre los tratamientos, lo que pudo estar relacionado con el pardeamiento enzimático favorecido por las operaciones de pelado y cortado de las

frutas. La intensidad del pardeamiento que sufren las frutas y hortalizas frescas cortadas depende del estado de madurez, concentración y tipo de compuestos fenólicos, actividad de la enzima polifenoloxidas, presencia de oxígeno y compartimentación de las enzimas y sustratos (18).

Tabla 3. Comportamiento del contenido de humedad (% m/m) en piña mínimamente procesada durante su almacenamiento

Tiempo (días)	Tratamiento		
	PC	PAQ	PLQ
0	81,9 (0,3)	81,9 (0,3)	81,9 (0,3)
2	78,7 (1,7)	79,8 (0,0)	82,4 (1,4)
5	77,8 (0,4)	82,2 (0,9)	80,8 (0,0)
8	81,0 (0,3)	79,8 (1,8)	79,9 (3,2)
10	82,4 (2,0)	81,3 (0,4)	75,1 (0,6)
15	80,8 (0,2)	80,4 (0,8)	80,6 (0,4)

Media (desviación estándar); n = 3.

PC: tratamiento control; PAQ: tratamiento con acetato de quitosana.

PLQ: tratamiento con lactato de quitosana.

Los recubrimientos no alteraron el sabor característico de los trozos de piña tal como se ha reportado para otros productos mínimamente procesados como mango (19), pitaya roja (20), zanahoria (21) y lichi (22) durante su almacenamiento refrigerado. A partir del séptimo día de almacenamiento ocurrió una pérdida progresiva del sabor característico en los trozos de piña de los tratamientos PC y PAQ, aunque las muestras del tratamiento PC resultaron las más dulces, lo cual pudo deberse a la conversión del almidón y pectina en azúcares durante el almacenamiento. Por su parte, los trozos del tratamiento PAQ presentaron la mayor jugosidad y acidez. En ninguno de los casos se percibieron olores extraños en los productos. De forma general, el tratamiento PLQ resultó el más efectivo en el mantenimiento de las características sensoriales de los trozos de piña durante su almacenamiento refrigerado.

Durante la inspección visual de los productos se detectó la presencia de colonias fúngicas en las muestras sin recubrimiento (tratamiento PC), lo que evidencia la efectividad de los recubrimientos aplicados en cuanto a la inhibición del desarrollo microbiano durante el almacenamiento, lo que se corresponde con lo reportado para recubrimientos de quitosana/metilcelulosa con y sin la incorporación de vainillina en melón y piñas frescas cortados almacenados a 10 °C durante 8 días (16).

En este sentido, también se ha informado sobre la efectividad de recubrimientos de quitosana en mango fresco cortado almacenado durante siete días a 6 °C (19) y papayas frescas cortadas (23) en las que se redujo el recuento de microorganismos aerobios mesófilos des-

de 2,8 ufc/g al inicio hasta niveles indetectables después de 14 días a 5 °C, además, se inhibió el crecimiento de mohos y levaduras con la aplicación de los recubrimientos.

CONCLUSIONES

Los recubrimientos de los trozos de piña mínimamente procesados no influyeron significativamente en la variación de los atributos físico-químicos de calidad durante su almacenamiento refrigerado. Los trozos de piña recubiertos con lactato de quitosana mostraron mayor estabilidad sensorial relacionada con el mantenimiento del sabor característico a piña. Los recubrimientos de sales ácidas de quitosana inhibieron el desarrollo fúngico en la piña mínimamente procesada durante su almacenamiento.

REFERENCIAS

1. Buck, J. W.; Walcott, R. R. y Beuchat, L. R. *Plant Health Progress*. 2:10-94, 2003.
2. International Fresh Produce Association (IFPA). *Fresh-cut Produce: Get the Facts* [en línea]. Consultado febrero 2005 en www.fresh-cuts.org
3. De Ancos, B.; Sánchez-Moreno, C.; Plaza, L. y Cano, M. P. *Nutritional and Health Aspects of Fresh-Cut Vegetables, en Advances in Fresh-Cut Fruits and Vegetables Processing*, Martín-Belloso, O. y Soliva-Fortuny, R., ed., Boca Ratón, FL., CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011, pp. 145-184.
4. Baldwin, E. A. y Bai, J. *Physiology of Fresh-Cut Fruits and Vegetables, en Advances in Fresh-Cut Fruits and Vegetables Processing*, Martín-Belloso, O. y Soliva-Fortuny, R., ed., Boca Ratón, FL., CRC Press, Taylor & Francis Group, 2011, pp. 87-114.
5. García, M. *Cienc. Tecnol. Aliment.* 18(1):71-76, 2008.
6. Thompson, A. K. Postharvest treatments, en *Fruit and vegetables*. Iowa, Blackwell Publishing Ltd, 2003, pp. 47-52.
7. Sirinivasa, P. C.; Ramesh, M. N.; Kumar, K. R. y Tharanathan, R. N. *J. Food Eng.* 63:79-85, 2004.
8. Schreiber, S. B.; Bozell, J. J.; Hayes, D. G. y Zivanovic, S. *Food Hydrocolloid.* 33:207-214, 2013.
9. Kong, M.; Chen, G. X.; Xing, K. y Park, J. H. *Int. J. Food Microbiol.* 144:51-63, 2010.
10. NC-ISO 2173. Productos de frutas y vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico. Cuba. 2001.
11. NC 77-22-8. Conservas de frutas y vegetales. Métodos de ensayo. Determinación de la humedad. Cuba. 1982.
12. NC-ISO 750. Productos de frutas y vegetales. Determinación de la acidez valorable. Cuba. 2001.
13. NC-ISO 1842. Productos de frutas y vegetales. Determinación del pH. Cuba. 2001.
14. Powell, R. A.; Single, H. M. y Lloyd, K. R. *Int. J. Social Psychol.* 42(3):193-206, 1996.
15. Rodríguez, I. *Introducción a la Evaluación Sensorial de Alimentos*. La Habana, Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia, 2002, pp. 131.
16. Sangsuwan, J.; Rattanapanone, N. y Rachtanapun, P. *Postharvest Biol. Tec.* 49:403-410, 2008.
17. Hernández Y.; González M. y Lobo, G. *Importancia del grado de madurez en el procesado mínimo de frutas*, en [CDROM] V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones, Comunidad Autónoma de Canarias, España, 2007.
18. Hernández, C. E. y Castillo, M. *Efectos de la polifenoloxidasas en alimentos*. Veracruz, Universidad Veracruzana, 2009, pp. 87.
19. Chien, P.-J.; Sheu, F. y Yang, F.-H. *J. Food Eng.* 78:225-229, 2007.
20. Chien, P.-J.; Sheu, F. y Lin, H.-R. *J. Food Eng.* 79:736-740, 2007.
21. Wójcik, W. y Zlotek, U. *Progress on Chemistry and Application of Chitin and its Derivates*. XIII:141-148, 2008.
22. Dong, H.; Cheng, L.; Tan, J.; Zheng, K. y Jiang, Y. *J. Food Eng.* 64:355-358, 2004.
23. González-Aguilar, G.A.; Ruíz-Cruz, S.; Soto-Valdez, H.; Vázquez-Ortiz, F.; Pacheco-Aguilar, R. y Wang, C. Y. *Int. J. Food Sci. Technol.* 40:377-383, 2005.