

COBERTURAS DE QUITOSANA CON ACEITE ESENCIAL DE CANELA AMERICANA (*OCOTEA QUIXOS*) EN LA CONSERVACIÓN DE PAPAYA MÍNIMAMENTE PROCESADA

Flor Marina Fon-Fay¹, Mario A. García², Yolaine Fajardo², Daliannis Rodríguez², Jorge A. Pino³ y Alicia Casariego²*

¹*Universidad Técnica Estatal de Quevedo, Campus Manuel Haz Álvarez. Ave. Quito km 1,5 vía Santo Domingo de los Tsáchilas, EC.120301, Quevedo, Ecuador.*

²*Instituto de Farmacia y Alimentos, Universidad de La Habana. Calle 222 No. 2317, CP 13600, La Habana, Cuba.*

³*Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. La Habana, Cuba.*

E-mail: alicia@ifal.uh.cu

RESUMEN

Se evaluó la influencia de coberturas de quitosana con aceite esencial de canela americana (*Ocotea quixos*) en la conservación de papaya (*Carica papaya* L.) var. Maradol Roja mínimamente procesada durante su almacenamiento entre 2 y 4 °C. La aplicación de las coberturas con aceite esencial no influyó en los indicadores físicos y químicos de las papayas durante su almacenamiento, aunque de forma general, las muestras tratadas con recubrimientos presentaron una menor distancia de penetración asociada con una mayor firmeza de los productos y una estabilidad sensorial durante 10 d de almacenamiento, tiempo en el que las muestras del lote control fueron rechazadas. La cobertura de quitosana al 2,0 % m/v con adición de 0,3 % v/v de aceite esencial resultó la más efectiva en el retardo del deterioro por desarrollo fúngico visible en los productos.

Palabras clave: papaya, coberturas de quitosana, aceite esencial, canela americana.

ABSTRACT

Chitosan coatings with American cinnamon (*Ocotea quixos*) essential oil in the preservation of minimally processed papaya

The influence of chitosan coating with American cinnamon essential oil (*Ocotea quixos*) in the preservation of papaya (*Carica papaya* L.) var. Maradol Roja minimally processed during storage between 2 and 4 °C. The application of the coating with essential oil did not influence the physical and chemical indicators of the papayas during their storage, although in general, the samples treated with coatings presented a smaller penetration distance associated with a greater firmness of the products and a sensory stability during 10 d of storage, time in which the samples of the control lot were rejected. Chitosan coating at 2.0 % m/v with the addition of 0.3 % v/v of essential oil was the most effective in delaying the deterioration due to visible fungal development in the products.

Keywords: papaya, chitosan coating, essential oil, American cinnamon.

INTRODUCCIÓN

Las investigaciones en el campo de la nutrición y su relación con la salud y la calidad de vida han evidenciado una necesidad de aumentar el consumo de frutas y hortalizas para prevenir enfermedades no transmisibles, cuya prevalencia se encuentra asociada a los cambios producidos en los estilos modernos de vida, que junto con un incremento en la necesidad de reducir el tiempo para preparar los alimentos, así como las nuevas costumbres de alimentación, han ocasionado un

**Flor Marina Fon Fay Vásquez: Ingeniera Química (Universidad de Guayaquil, 1987). Master en Investigación para el Desarrollo Educativo (Universidad Técnica Estatal de Quevedo, 2015). Su principal línea de investigación es sobre actividad antimicrobiana de aceites esenciales.*

incremento en el consumo de alimentos listos para comer, en especial frutas y hortalizas mínimamente procesadas (1). Sin embargo, los daños causados durante el pelado y cortado dan origen a reacciones que provocan el deterioro sensorial, físico, químico y microbiológico.

Un método alternativo para extender la vida útil de estos productos es la aplicación de coberturas comestibles. Entre los biopolímeros para la elaboración de coberturas, figuran diversos polisacáridos como la quitosana, con ventajas adicionales como sus actividades antioxidantes y antimicrobianas. La naturaleza hidrofílica de los recubrimientos de quitosana, impide que funcione adecuadamente como una barrera contra la transferencia de humedad. No obstante, la biocompatibilidad de la quitosana con diversos compuestos, es utilizada para incorporar compuestos hidrofóbicos (2), como los aceites esenciales que además posean actividades antioxidantes y antimicrobianas (3).

Considerando la producción de papaya, como rubro de importancia por su gran demanda en el consumo diario y rendir mayores y más sustanciales servicios a la economía, unidos a los nuevos estilos de vida y las posibilidades de utilización que ofrecen la quitosana y los aceites esenciales en la aplicación de recubrimientos como método alternativo para la conservación de productos hortofrutícolas, el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la influencia de coberturas de quitosana con aceite esencial de canela americana (*Ocotea quixos* [Lam.] Kosterm.) en la conservación de papaya mínimamente procesada.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los experimentos se realizaron a escala de laboratorio con 10 kg de papayas (*Carica papaya* L.) var. Maradol Roja frescas, de una misma plantación, seleccionadas por su tamaño y estado de madurez uniformes y ausencia de magulladuras y deterioro. Todas las frutas

se lavaron con agua potable, se higienizaron con disolución de hipoclorito de sodio (80 mg/L) y se secaron a temperatura y humedad relativa ambientales.

Se utilizó una quitosana de 275 kDa de masa molecular 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*) (4). Para preparar las disoluciones formadoras de coberturas (DFC) se emplearon, además, Tween 80 (Acros Organics, Bélgica), ácido láctico al 90 % m/m (Merck, Alemania), aceite esencial de canela americana (*O. quixos*) suministrado por la Fundación Chankuap (Macas, Ecuador) y agua destilada.

Se realizó la caracterización de las papayas, para lo cual se determinaron el contenido de humedad (5), sólidos solubles refractométricos (6), acidez valorable (7) y pH (8). El grado de penetración se determinó mediante un penetrómetro de cono de ángulo 30° (A.H. Thomas, Co. EE. UU.) de 150 g, que se le aplicó a los trozos de papaya durante 5 s en caída libre. Todas las determinaciones se realizaron por triplicado. Las papayas se pelaron y cortaron en cubos de forma homogénea.

Los trozos de fruta se dividieron al azar según los tratamientos a realizar (Tabla 1). Para la aplicación de las coberturas se prepararon DFC de quitosana al 1,5 y 2 % m/v en disolución de ácido láctico al 1 % v/v con un agitador magnético durante 2 h a temperatura ambiente. Posteriormente, se adicionó Tween 80 al 0,1 % v/v y aceite esencial de canela americana al 0,3 % v/v. La mezcla así obtenida, se emulsionó a 12 000 min⁻¹ durante 5 min en un homogenizador UltraTurrax.

La aplicación de las coberturas se realizó por inmersión de los trozos de fruta en las DFC durante un minuto, seguido de un escurrimiento y secado en parrillas de

Tabla 1. Tratamientos aplicados a los trozos de papaya

Tratamiento	Quitosana (% m/m)	Tween 80 (% v/v)	Aceite esencial (% v/v)
Q1	1,5	0,1	0,0
Q2	2,0	0,1	0,0
Q1C	1,5	0,1	0,3
Q2C	2,0	0,1	0,3

acero inoxidable sometidas a un flujo de aire forzado a temperatura y humedad relativa ambientales (27 °C y ~ 80 % de HR). Una vez concluido el proceso de secado, los trozos de papaya se envasaron en recipientes de polipropileno con tapa y se almacenaron entre 2 y 4 °C durante 13 días. Se mantuvo un lote control (sin cobertura) bajo las mismas condiciones para comparar las variaciones de los indicadores físicos, químicos y sensoriales, además del deterioro fúngico visible durante el almacenamiento.

Las evaluaciones de los atributos de calidad del producto se realizaron al inicio y transcurridos 7 y 10 días de almacenamiento. Los análisis físicos y químicos incluyeron sólidos solubles (6), humedad (5), acidez valorable (7), pH (8) y grado de penetración por la metodología descrita anteriormente.

Para evaluar el deterioro fúngico visual durante el almacenamiento, se tuvieron en cuenta seis niveles de deterioro: D1, ausencia de desarrollo fúngico visible; D2, hasta 5 % del producto con desarrollo fúngico visible; D3, entre 6 y 10 % del producto con desarrollo fúngico visible; D4, hasta 11 y 30 % del producto con desarrollo fúngico visible; D5, entre 31 y 40 % del producto con desarrollo fúngico visible; D6, a partir de 41 % del producto con desarrollo fúngico visible. Los productos que mostraron un nivel de deterioro D3, se consideraron seriamente deteriorados. Los resultados se expresaron como porcentaje de productos deteriorados.

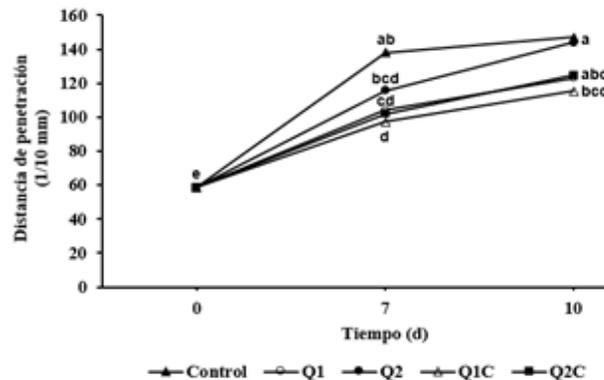
La evaluación sensorial se realizó mediante sesiones de grupo en las que participaron siete catadores (9) adiestrados en este tipo de productos. El proceso de generación de descriptores se realizó, mediante el método de asociación controlada (10). La eliminación de los términos se realizó en discusión abierta con los catadores siguiendo los criterios reportados (11). Los descriptores sensoriales de los productos se evaluaron en una escala estructurada de 10 cm acotada en ambos extremos con intensidad creciente del descriptor de izquierda a derecha tal como indica el método de análisis descriptivo cuantitativo (12).

Se realizó un análisis de varianza doble con el programa Statistics (ver. 7, 2004, StatSoft. Inc; Tulsa, EE. UU.) y la prueba de los rangos múltiples de Duncan para comparar las diferencias entre las muestras. El nivel de significación utilizado fue de $p \leq 0,05$.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de los parámetros químicos y físicos de la papaya evaluados al inicio del almacenamiento resultaron similares a los sólidos solubles, acidez, pH y humedad reportados (13). La diferencia entre estos valores pudo deberse a que los segmentos de papaya no fueron completamente homogéneos al presentar diferencias en el estado de madurez, intrínseca de la fruta.

La Fig. 1 demuestra que la firmeza disminuyó durante el almacenamiento, de forma similar para cada uno de los tratamientos, pero con diferencias en la intensidad de



Q1: cobertura de quitosana al 1,5 % m/v; Q2: cobertura de quitosana al 2,0 % m/v; Q1C: cobertura de quitosana al 1,5 % m/v y 0,3 % v/v de aceite esencial de canela americana; Q2C: cobertura de quitosana al 2,0 % m/v y 0,3 % v/v de aceite esencial de canela americana. Letras diferentes indican diferencia significativa ($p \leq 0,05$).

Fig. 1. Comportamiento de la distancia de penetración en papaya mínimamente procesada durante su almacenamiento entre 2 y 4 °C.

los cambios. Se observa que existió, de forma general, una tendencia a que las muestras del lote control presentaran una mayor distancia de penetración durante el almacenamiento con respecto a los tratamientos con coberturas, evidenciando la efectividad de la aplicación de estos recubrimientos en los trozos de papaya.

Durante los primeros siete días de almacenamiento entre 2 y 4 °C de las papayas mínimamente procesadas se observó un incremento ($p \leq 0,05$) normal del contenido de sólidos solubles relacionado con el proceso de maduración (Tabla 2). Estos resultados fueron similares a los informados (14) para dados de papaya var. Maradol con coberturas de quitosana a distintas concentraciones.

Con respecto al contenido de humedad se aprecia que, aunque existieron diferencias significativas, desde el punto de vista práctico, estas variaciones carecen de importancia para la conservación de las papayas mínimamente procesadas, mientras que no se observan variaciones en los valores de acidez valorable en cada uno de los tratamientos, lo cual pudo deberse a que los trozos de fruta no presentaron nunca un estado de madurez avanzado que necesitara movilizar las reservas de ácidos orgánicos para el metabolismo.

En la variación del pH durante el almacenamiento se observó un comportamiento similar en todos los tratamientos, incluyendo al lote control (Tabla 2) y existió una tendencia a la disminución de los valores de este indicador una vez transcurridos 10 días de almacenamiento, lo que se correspondió con un descenso normal propio del metabolismo (15). Resultados similares fueron reportados (16) al procesar mínimamente papayas y recubrirlas con quitosana al 1,5 % m/v; con la diferencia que a los 10 d de su almacenamiento no existían diferencias significativas entre las muestras de sus tratamientos, pero ya a los 15 d todos sus tratamientos presentaron diferencias significativas.

Los resultados de la evaluación del color se correspondieron con una variación del color de las muestras de papaya desde el naranja hasta un color rojo, lo cual puede asociarse con la maduración de la fruta y coincidió, de manera general, con los resultados para los indicadores físicos y químicos de las muestras de cada uno de los tratamientos, de manera similar, ocurrió con la evaluación de los descriptores olor típico, sabor sobremaduro, firmeza al tacto y firmeza al morder, de forma significativa ($p \leq 0,05$) en las muestras del lote control, lo cual repercutió negativamente en la puntuación asignada por los jueces a la calidad global

Tabla 2. Comportamiento de los indicadores físicos y químicos de las muestras de papaya durante el almacenamiento entre 2 y 4 °C

Tratamiento	Tiempo (d)	Sólidos solubles (°Brix)	Humedad (% m/m)	Acidez (% m/m de ácido cítrico)	pH
Control	0	3,6 (0,5) d	90 (1) a	0,13 (0,0) c	5,30 (0,04) bc
	7	5,6 (0,4) abc	90 (0,6) a	0,12 (0,0) c	5,18 (0,07) d
	10	5,3 (0,1) bc	89 (1) a	0,12 (0,0) c	4,87 (0,05) f
Q1	0	3,6 (0,5) d	90 (1) a	0,13 (0,0) c	5,30 (0,04) bc
	7	5,0 (0,0) c	88,3 (0,6) ab	0,12 (0,0) c	5,31 (0,06) bc
	10	5,2 (0,2) bc	86,7 (0,9) b	0,13 (0,01) bc	4,95 (0,04) ef
Q2	0	3,6 (0,5) d	90 (1) a	0,13 (0,00) c	5,30 (0,04) bc
	7	5,5 (0,1) abc	89,5 (0,7) a	0,14 (0,01) ab	5,22 (0,02) cd
	10	5,7 (0,1) ab	88,2 (0,3) ab	0,12 (0,0) c	4,98 (0,03) e
Q1C	0	3,6 (0,5) d	90 (1) a	0,13 (0,0) c	5,30 (0,04) bc
	7	5,7 (0,1) ab	89 (1) a	0,16 (0,0) a	5,32 (0,02) b
	10	6,1 (0,1) a	89 (1) a	0,14 (0,01) bc	5,17 (0,04) d
Q2C	0	3,6 (0,5) d	90 (1) a	0,13 (0,0) c	5,30 (0,04) bc
	7	5,6 (0,05) abc	89,7 (0,4) a	0,12 (0,0) c	5,41 (0,06) a
	10	5,8 (0,0) ab	90,2 (0,2) a	0,12 (0,0) c	5,29 (0,07) bc

Media (desviación estándar); n = 3. Letras diferentes indican diferencias significativas ($p \leq 0,05$).

de estas muestras y que indicaron el final de su vida de anaquel a los 10 d de almacenamiento, tiempo en el que el resto de los tratamientos presentaron una calidad global entre 8 y 9,5; lo que sugiere la efectividad de los recubrimientos empleados en la conservación de la papaya mínimamente procesada.

Debe señalarse que, en ninguno de los casos, los catadores refirieron olores y sabores extraños, así como olor herbal relacionado con la adición del aceite esencial de canela americana en la formulación de las disoluciones formadoras de cobertura, aunque informaron la presencia de regusto en las muestras recubiertas con estas disoluciones, y que, al parecer, disminuyó su intensidad con el incremento en el estado de madurez de las frutas durante el almacenamiento.

El recuento de microorganismos en un alimento es de vital importancia ya que tiene como objetivo determinar la eficiencia de cualquier tipo de tratamiento aplicado para mejorar su calidad y así mantenga su inocuidad para los consumidores. Las frutas y hortalizas mínimamente procesadas han sido catalogadas como posibles vehículos de algunos microorganismos patógenos, así como el desarrollo

de bacterias Gram-negativas, ácidas lácticas y levaduras. Al mismo tiempo, estos alimentos son almacenados a temperaturas de refrigeración, por lo que son susceptibles a contaminación con microorganismos psicrótrofos si no existe un buen control de temperatura.

La Tabla 3 muestra las pérdidas por deterioro fúngico visible de los productos mínimamente procesados durante su almacenamiento entre 2 y 4 °C. Se observa un efecto beneficioso de los recubrimientos aplicados en cuanto a retardar el desarrollo de mohos y levaduras, siendo más efectivos los tratamientos con disoluciones formadoras de coberturas en las que se adicionó el aceite esencial de canela americana, lo cual pudiera estar relacionado con su actividad antimicrobiana, asociada con su composición en terpenoides y compuestos fenólicos (17). El mecanismo de acción antimicrobiano se asocia con la capacidad de interactuar con el citoplasma del patógeno y su modo de acción está estrechamente relacionado con la solubilidad de cada compuesto. La hidrofobicidad de los aceites esenciales les permite incorporarse a los lípidos de la membrana celular, ocasionando trastornos en su estructura y permeabilidad, dando lugar a la fuga de iones y otros compuestos (18).

Tabla 3. Pérdidas por deterioro fúngico visible, expresadas en porcentaje, durante el almacenamiento

Tratamiento	Tiempo (d)	Nivel de deterioro					
		D1	D2	D3	D4	D5	D6
Control	7	100	-	-	-	-	-
	10	-	-	-	-	-	100
Q1	7	100	-	-	-	-	-
	10	100	-	-	-	-	-
	13	-	12,5	-	-	-	87,5
Q2	7	100	-	-	-	-	-
	10	100	-	-	-	-	-
	13	-	12,5	25	-	-	62,5
Q1C	7	100	-	-	-	-	-
	10	100	-	-	-	-	-
	13	-	62,5	25	12,5	-	-
Q2C	7	100	-	-	-	-	-
	10	100	-	-	-	-	-
	13	-	50	50	-	-	-

D1: ausencia de desarrollo fúngico visible; D2: hasta un 5 % del producto con desarrollo fúngico visible; D3: entre 6 y 10 % del producto con desarrollo fúngico visible; D4: hasta 11 y 30 % del producto con desarrollo fúngico visible; D5: entre 31 y 40 % del producto con desarrollo fúngico visible; D6: a partir de 41 % del producto con desarrollo fúngico visible.

CONCLUSIONES

La aplicación de coberturas de quitosana y aceite esencial de canela americana (*O. quixos*) no influyó en los indicadores físicos y químicos de las papayas mínimamente procesadas durante su almacenamiento entre 2 y 4 °C, aunque de forma general, las muestras tratadas con recubrimientos presentaron una mayor firmeza y estabilidad sensorial durante 10 d de almacenamiento. La cobertura de quitosana al 2,0 % m/v con la adición de 0,3 % v/v de aceite esencial de canela americana (*O. quixos*) resultó la más efectiva en el retardo del deterioro por desarrollo fúngico visible.

REFERENCIAS

1. Buck JW, Walcott RR, Beuchat LR. Recent trends in microbiological safety of fruits and vegetables. *Plant Health Progress*; 2003. doi:10.1094/PHP-2003-0121-01-RV.
2. Lin D, Zhao Y. Innovations in the development and application of edible coatings for fresh and minimally processed fruit and vegetables. *Comp Rev Food Sci Food Safety* 2007; 6:60-75.
3. Fon-Fay FM, Casariego A, Falco AS, Pino JA. Actividad antimicrobiana de aceites esenciales de *Ocotea quixos* (Lam.) Kosterm, *Bursera graveolens* (Kunth) Triana y Planch, *Cymbopogon citratus* (DC) Stapf. y *Curcuma longa* (L.) sobre microorganismos contaminantes de alimentos. *Cienc Tecnol Alim* 2017; 27(3):17-21.
4. De la Paz N, Fernández M, López O, Nogueira A, García C, Pérez D, Tobella J, Montes de Oca Y, Díaz D. Optimización del proceso de obtención de quitosana derivada de la quitina de langosta. *Rev Iberoam Polím* 2012; 13(3):103-16.
5. NC-77-22-8. Conservas de frutas y vegetales. Métodos de ensayo. Determinación de la humedad. Cuba; 1982.
6. NC-ISO 2173. Productos de frutas y vegetales. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico. Cuba; 2001.
7. NC-ISO 750. Productos de frutas y vegetales. Determinación de la acidez valorable. Cuba; 2001.
8. NC-ISO 1842. Productos de Frutas y vegetales. Determinación de pH. Cuba; 2001.
9. ISO-8586. General guidelines for the selection, training and monitoring of selected assessors and expert sensory assessors. 2012.
10. Damasio MH, y Costell E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. *Rev Agroquím Tecnol Alim* 1991; 31(2):165-77.
11. NC-ISO 11035. Análisis sensorial identificación y selección de descriptores para el establecimiento de un perfil sensorial mediante un enfoque multidimensional. Cuba; 2015.
12. Stone H, Sidel JL. Quantitative descriptive analysis: developments, applications, and the future. *Food Technol.* 1998; 52(8):48-52.
13. Chavarro-Castrillón L, Ochoa C, Ayala-Aponte A. Efecto de la madurez, geometría y presión sobre la cinética de transferencia de masa en la deshidratación osmótica de papaya (*Carica papaya* L., var. Maradol). *Cienc Tecnol Aliment* 2006; 26(3):596-603.
14. Martínez-Romero D, Albuquerque N, Valverde JM, Guillén F, Castillo S, Valero D, Serranom. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: a new edible coating. *Postharvest Biol Technol* 2006; 39:93-100.
15. Vargas M, Albors A, Chiralt A, González C. Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan-oleic acid edible coatings. *Post-harvest Biol Technol* 2006; 41(2):164-71.
16. Díaz R, Casariego A, Rodríguez J, Martínez AL, García MA. Coberturas de quitosana como método de envasado activo en vegetales enteros y cortados. *Cienc Tecnol Aliment* 2010; 20(2):31-6.
17. Burt S. Essential oils: their antibacterial properties and potential applications in foods – a review. *Int J Food Microbiol* 2004; 94:223-253.
18. Ramos M, Vélez G, Patiño E, Vargas M. Compuestos Antimicrobianos Adicionados en Recubrimientos Comestibles para Uso en Productos Hortofrutícolas. *Rev Mex Fitopatol* 2010; 44(28):44-57.