

EFFECTO DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE FORMULADO CON MUCÍLAGO DEL CACTUS (*Opuntia elatior* Mill.) SOBRE LA CALIDAD DE FRUTOS DE PIÑA MÍNIMAMENTE PROCESADOS

Judith Zambrano¹, Anne Valera¹, Miguel Maffei¹, Willian Materano¹,
Ibis Quintero¹ y Karen Graterol¹

RESUMEN

Los recubrimientos comestibles (RC) constituyen una estrategia potencial para reducir los efectos perjudiciales que provoca el procesado mínimo en los frutos frescos cortados. El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de RC sobre algunos parámetros fisicoquímicos y sensoriales de frutos de piña cortados. Como RC se utilizó mucílago de cladodios del cactus al 10 y 20 % p/v. Los frutos, previamente tratados con hipoclorito de sodio, se cortaron en rodajas de 1 cm de espesor, se sumergieron en soluciones del mucílago durante 1 min y se almacenaron a 6 ± 1 °C durante 7 días. Se utilizó un grupo control que fue sumergido en agua destilada. Se analizaron cinco repeticiones por tratamiento luego de 3, 5 y 7 días de almacenamiento. Se evaluó la pérdida de peso, firmeza, pH, acidez total titulable (ATT), sólidos solubles totales (SST), ácido ascórbico y porcentaje de materia seca. Adicionalmente, se realizó una evaluación sensorial al séptimo día de almacenamiento. Los datos se compararon mediante análisis de varianza y prueba de Duncan, mientras que la evaluación sensorial se analizó mediante prueba no paramétrica de Friedman. Las muestras con recubrimiento difirieron significativamente ($P \leq 0,05$) del control en la ATT, SST y ácido ascórbico. El recubrimiento fue eficaz en retrasar la pérdida de peso y la firmeza. El análisis sensorial reveló preferencia por las muestras recubiertas en los atributos de sabor, color, textura y apariencia. Se concluye que el recubrimiento con mucílago de cactus ayudó a reducir los efectos perjudiciales del procesamiento mínimo en la piña fresca cortada.

Palabras clave adicionales: Ácido ascórbico, análisis sensorial, *Ananas comosus*, postcosecha

ABSTRACT

Effect of an edible coating prepared with cactus mucilage (*Opuntia elatior* Mill.) on quality of minimally processed pineapple
Edible coatings constitute a potential strategy to reduce the harmful effects caused by minimal processing on sliced fresh fruits. The aim of this study was to evaluate the effect of cactus mucilage as edible coatings on some physico-chemical and sensory parameters of cut pineapple fruit. The edible coating was prepared with mucilage at 10 and 20 % (w/v). The fruits were treated with sodium hypochlorite, cut into 1 cm thick slices, immersed in solutions of mucilage for 1 min, and stored at 6 ± 1 °C for 7 days. A control group immersed in distilled water was used. Five replications per treatment were analyzed after 3, 5 and 7 days storage. The parameters evaluated were loss weight, firmness, pH, total titratable acidity (TTA), total soluble solids (TSS), ascorbic acid and dry matter percentage. Sensory evaluation was performed at 7th day of storage. The data were analyzed using ANOVA and Duncan test, while Friedman nonparametric test was used to analyze the sensory evaluation. The coated samples differed significantly ($P \leq 0.05$) in the ATT, SST, and ascorbic acid. Further, the coating showed to be effective in retarding the weight loss and firmness. Sensory analysis revealed that the judges had preference for coated samples at the end of storage for taste, color, texture and appearance attributes. It is concluded that coating with cactus mucilage helped to reduce the detrimental effects caused by minimal processing on fresh cut pineapple.

Additional key words: *Ananas comosus*, ascorbic acid, postharvest, sensory analysis

INTRODUCCIÓN

La piña es un fruto tropical no climatérico que se deteriora aceleradamente en condiciones no refrigeradas tanto en estado fresco como cortado (Kader, 2002); se caracteriza por tener altos

porcentajes de vitaminas (C, B₁, B₂), carbohidratos, fibra, sales minerales y otros compuestos entre los que el ácido cítrico es el ácido orgánico predominante (FAO, 2006). Estos frutos se caracterizan por su alto contenido en agua, y al trocearlos, quedan expuestos al ataque microbiano

Recibido: Mayo 12, 2016

Aceptado: Diciembre 12, 2016

¹ Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Grupo de Fisiología de Poscosecha, Trujillo, Venezuela. e-mail: judith.zambrano.v@gmail.com

y pérdida de calidad. Los frutos tropicales mínimamente procesados son muy susceptibles a perder su calidad comercial (Robles-Sánchez et al. 2007); sin embargo, el uso de recubrimientos comestibles (RC) representa una opción que permitiría incrementar la vida útil de estos frutos, preservando sus características sensoriales y minimizando su deterioro.

Los RC aplicados a frutos enteros o troceados con el fin de mantener sus atributos de calidad poscosecha han sido estudiados por diversos investigadores (Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2003; Rojas-Grau, et al. 2007; Zambrano et al., 2011). Esta forma de recubrimiento está ganando importancia como una alternativa para reducir los efectos perjudiciales generados por el procesamiento mínimo de las frutas frescas cortadas. Los RC pueden actuar favorablemente sobre algunas características como la pérdida de peso, degradación del color, la textura, el sabor y la disminución de la tasa respiratoria, además de servir como vehículo para incorporar otros aditivos alimentarios que mejoren la calidad del producto que recubren.

El desarrollo de RC se ha orientado sobre aquellos que contienen principalmente polisacáridos, lípidos y proteínas (Park et al., 1996), adicionadas de agentes plastificantes como el glicerol, sorbitol, polietilenglicol y propilenglicol. También pueden emplearse como transportadores de aditivos alimentarios tales como agentes antimicrobianos (Baldwin et al., 1995; Park, 1999; Olivas y Barbosa-Canovas, 2005). Por ejemplo, el mucílago o gel proveniente de la planta de sábila (*Aloe vera*) puede prolongar la conservación de productos frescos (Serrano et al., 2006). Del Valle et al. (2005) desarrollaron un recubrimiento comestible a partir de mucílago de cactus (*Opuntia ficus indica*) con el fin de extender la vida útil de fresas y observaron que el recubrimiento no afectó la calidad sensorial de las frutas recubiertas las cuales mantuvieron su color y firmeza original durante el almacenamiento.

El mucílago puede retener grandes cantidades de agua, lo cual le confiere propiedades que lo hace un buen candidato para considerarse base de la formulación de una solución formadora de RC. Además, es importante señalar que resulta muy atractiva la elección del mucílago de cactus como recubrimiento por su bajo costo, ya que siendo un recurso natural significativo es muy poco

utilizado. El presente trabajo tuvo como objetivo evaluar la efectividad de un recubrimiento comestible a partir de mucílago de cactus en los parámetros físico-químicos y sensoriales de frutos de piña troceadas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Frutos de piña variedad Valera amarilla fueron obtenidos de un productor de la localidad Montañas de Peraza, municipio Pampán del estado Trujillo, Venezuela. Los frutos fueron cuidadosamente seleccionados tomando como criterio la apariencia externa, ausencia de daños mecánicos y libres de enfermedad para asegurar una buena uniformidad en la madurez, tamaño y color. Los frutos fueron tratados con hipoclorito de sodio a $0,2 \text{ mL}\cdot\text{L}^{-1}$ por un lapso de 2 min, se secaron a temperatura ambiente por un período de 10 min y se almacenaron en refrigeración a $15 \text{ }^\circ\text{C}$ por 24 h. Los cladodios del cactus fueron obtenidos de una plantación ubicada en el Núcleo Universitario Rafael Rangel en la ciudad de Trujillo.

Los cladodios del cactus fueron cosechados en horas de la mañana, se lavaron con agua potable y se cepillaron para eliminar las espinas y facilitar su manejo. Luego se pelaron manualmente con cuchillo de acero inoxidable tratando de eliminar la menor cantidad de pulpa, se cortaron en cubos (1 cm^3) y se procedió a la molienda en licuadora mezclando con agua destilada. El producto molido se sometió a escaldado a $80 \text{ }^\circ\text{C}$ durante 5 min. La suspensión se centrifugó durante 10 min a 4.500 rpm y el sobrenadante obtenido se diluyó en agua para formular los recubrimientos experimentales en concentraciones peso/volumen de 10 % (M1) y 20 % (M2). Se utilizó glicerol al 5 % como plastificante, ácido cítrico al 0,75 % como preservativo y Tween 80 al 0,5 % como surfactante.

Las piñas se pelaron, descorazonaron, cortaron en rodajas de 1 cm de espesor y cada una se seccionó en dos partes de aproximadamente 30 g. Todo el lote de rodajas obtenido fue dividido al azar en tres grupos de aproximadamente 4800 g cada uno. Dos grupos fueron sumergidos en M1 y M2 durante 1 min luego de lo cual se drenó el exceso de mucílago. El tercer grupo correspondió al grupo control, el cual fue sumergido en agua destilada. Los trozos de piña fueron secados

mediante ventilación a temperatura ambiente durante 30 min. Aproximadamente 160 g de cada tratamiento se colocaron en envases de tereftalato de polietileno (PET) de 19 x 16 x 6,8 cm con tapa (15 envases por tratamiento para un total de 45 envases) y se almacenaron a 6 ± 1 °C durante siete días. Las cinco repeticiones por tratamiento fueron analizadas a los 3, 5 y 7 días de almacenamiento y se evaluaron los parámetros fisicoquímicos. A los 7 días se realizó la evaluación sensorial.

Análisis físicos

- Pérdida de peso. Los envases PET que contenían aproximadamente 140 g de trozos de piña cada uno, sometidos a cada tratamiento, se pesaron el día 0 y los días del muestreo utilizando una balanza de precisión. Los resultados se expresan como el porcentaje de pérdida de peso con respecto al peso inicial.

- Firmeza. Se determinó usando un penetrómetro manual Effegi mod. FT327, introduciendo un cilindro metálico de 1/4" sobre los trozos de piña hasta la penetración del puntal.

Análisis químicos

- pH y acidez titulable. Trozos de piña fueron homogeneizados en un mini procesador Black and Decker, y en 10 g de la pulpa resultante diluida con 50 mL de agua destilada se midió el pH usando un pH-meter Orion mod. 701. La acidez titulable se determinó por titulación con NaOH 0,1 N hasta alcanzar un pH de 8,2, expresándose en porcentaje de ácido cítrico (AOAC, 2005).

- Sólidos solubles totales. Se determinaron a 20 °C mediante un refractómetro digital marca Abbe Mark II con rango de 0 a 60 % en el sobrenadante de la muestra de pulpa sometida a centrifugación a 4500 rpm durante 15 min (COVENIN, 1984).

- Materia seca (MS). Se determinó luego del secado en estufa de ventilación forzada a 90 °C hasta peso constante de las muestras. Los resultados se expresaron en porcentaje del peso fresco (AOAC, 2005).

- Ácido ascórbico. Se determinó en 5 g de la muestra homogeneizada de acuerdo al método de la AOAC (2005). A la muestra se le añadió 20 mL de solución extractora con ácido tricloroacético al 2 %, ácido oxálico al 1% y sulfato sódico anhidro al 1 % (Manglano et al., 2003), se trituró, maceró durante 3 min y se filtró a través de papel Whatman N° 4 aplicando vacío. Posteriormente 5 mL de filtrado se colocaron en una fiola de

250 mL y se titularon con 2,6-diclorofenol-indofenol hasta la aparición de color rosado que se mantuvo por al menos 5 segundos. El resultado se expresó en función del peso fresco mediante una curva de calibración.

Análisis sensorial

Al finalizar el almacenamiento se realizó la evaluación de los atributos sensoriales con la ayuda de 25 jurados no entrenados, a quienes se les presentaron en un salón las muestras de cada uno de los tratamientos en platos blancos codificados al azar con tres dígitos para evaluar el sabor (dulzor, ácido, fermentado), olor, color, textura y apariencia general por medio de una escala hedónica del uno al cinco que representaban lo siguiente: me gusta mucho (5), me gusta moderadamente (4), no me gusta ni me disgusta (3), me disgusta moderadamente (2) y no me gusta (1). Para considerar el producto aceptable se tuvo en cuenta una nota promedio mayor o igual a 3,0. Para las pruebas se estableció que los evaluadores no hubiesen ingerido alimento por lo menos 30 min antes de las mismas. Se redactaron los formularios para las pruebas con instrucciones precisas que no indujeran al error (Anzaldúa, 1994).

Análisis estadísticos

Se utilizó un diseño experimental aleatorizado con los dos recubrimientos comestibles (M1 y M2) más el control, con cinco repeticiones. Los resultados para todas las evaluaciones físico-químicas fueron analizadas estadísticamente mediante análisis de varianza y prueba de Duncan utilizando el paquete estadístico SAS versión 9.0 (Cary, NC, USA) previa comprobación de los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza. Para la evaluación sensorial se procedió a establecer la prueba no paramétrica de Friedman.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El recubrimiento con mucílago del cactus retardó la pérdida de peso de los frutos de piña troceados (Figura 1 A). Después de siete días de almacenamiento la pérdida de peso del control fue 7,95 % comparado con 5,1 y 3,85 % de los tratamientos M1 y M2, respectivamente, lo cual representó diferencias significativas ($P \leq 0,05$) de M1 y M2 respecto al control. La menor pérdida de peso en los frutos recubiertos se puede atribuir

principalmente a la barrera a la pérdida de humedad que proporciona el RC al tejido. Varios autores han reportado el efecto de los RC para impedir la pérdida de peso en diferentes frutos (Chien et al., 2007; Baldwin et al., 1995; Pérez-Gago et al., 2005). En frutas y vegetales mínimamente procesados, la pérdida de peso es resultado de la pérdida de agua y la degradación del producto durante el período de almacenamiento (Chiumarelli, et al., 2010).

La Figura 1 B muestra la evolución de la firmeza de las rodajas de piña durante el almacenamiento. Se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) entre las formulaciones del RC y el control a los 3, 5 y 7 días de almacenamiento. Se puede visualizar degradación de la firmeza durante los siete días de almacenamiento, reflejando valores de 1,37 para M1 y 0,97 $\text{kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$ para M2, mientras que en las rodajas de piña del control la firmeza decreció 2,05 $\text{kgf}\cdot\text{cm}^{-2}$. En general durante el almacenamiento ocurre degradación de la textura de los frutos debido a la pérdida de turgencia y degradación celular y la consiguiente pérdida de agua de los tejidos lo cual se traduce en ablandamiento. Estos resultados son similares a los reportados por Del Valle et al. (2005) quienes utilizaron mucílago de cactus en frutos de fresas y reportaron mayor firmeza en los frutos recubiertos durante el almacenamiento. Por otra parte, González-Aguilar et al. (2000) encontraron disminución de la firmeza en frutos de mango cortados durante almacenamiento a 5 °C, debido a la liberación de agua y otros compuestos como consecuencia del proceso de corte.

El pH inicial de 3,34 tendió a incrementar ligeramente a los 7 días en todos los tratamientos y alcanzó valores de 3,38, 3,36 y 3,35 para el control, M1 y M2, respectivamente (Cuadro 1). Los recubrimientos incidieron en los tratamientos dando lugar a menores valores de pH a los 7 días de almacenamiento ($P \leq 0,05$) para los tratamientos M1 y M2 comparados con el control. Considerando la estabilidad de los alimentos, los valores finales de pH son adecuados por ser inferiores a 4,0 (Azeredo, 2004).

En el Cuadro 1 se observa descenso de la acidez titulable tanto en el control como en los tratamientos con recubrimiento, apreciándose diferencias significativas entre los frutos tratados y el control ($P \leq 0,05$) a los 5 días de

almacenamiento. La disminución de la acidez fue menor en las muestras recubiertas lo que permite inferir que el RC incide en la degradación de los ácidos orgánicos. Similares resultados fueron mostrados por Plotto et al. (2004) en frutos de mango cortados recubiertos con polisacáridos almacenados a 5 y 10 °C. Por otro lado, Álvarez-Arenas et al. (2013) al evaluar el efecto de la aplicación de un RC con base en gelatina sobre melones cortados encontraron poca variación en el porcentaje de acidez en las muestras recubiertas, de lo cual dedujeron que el RC lentifica la degradación de los ácidos orgánicos generando poca variación en el porcentaje de acidez.

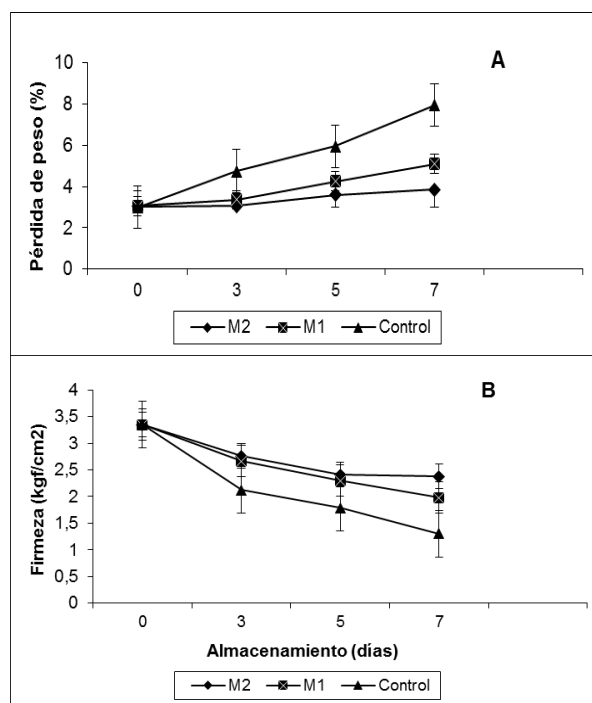


Figura 1. Cambios en pérdida de peso (A) y firmeza (B) en frutos de piña mínimamente procesados recubiertos con mucílago de cactus y almacenados durante siete días a 6 °C. Las barras verticales representan el error estándar de la media

El contenido de SST de los frutos con RC mostraron valores significativamente mayores que el control ($P \leq 0,05$) a los 3, 5 y 7 días de almacenamiento. Los valores de SST de los tratamientos M1 y M2 decrecieron ligeramente de 12,95 °Brix a 12,65 y 12,76, respectivamente. Se puede deducir que el RC crea una atmósfera modificada que hace más lentas las

reacciones metabólicas como las propias de la respiración, ya que los RC actúan como una barrera al intercambio gaseoso. Contrariamente Dussán-Sarria et al (2014) observaron disminución considerable de los valores de SST en frutos de piña Manzana mínimamente

procesada, recubierta con almidón de yuca y cera carnauba almacenada durante 24 días a 5 °C. No obstante, Chien et al. (2007) en frutos de mango en rodajas recubiertas con quitosano detectaron mayor contenido de SST en las rodajas recubiertas comparadas con el control.

Cuadro 1. Evolución del pH, acidez titulable y contenido de sólidos solubles totales (°Brix), en frutos de piña cortados sin recubrir (control) y recubiertos con mucílago de cactus, almacenados durante siete días a 6 °C

Tiempo (días)	Control	M1	M2
pH			
0	3,34 ± 0,04 y	3,34 ± 0,04 y	3,34 ± 0,04 x
3	3,35 ± 0,03 a y	3,33 ± 0,03 a y	3,32 ± 0,03 a x
5	3,34 ± 0,04 a y	3,35 ± 0,03 a y	3,34 ± 0,03 a x
7	3,38 ± 0,04 a x	3,36 ± 0,04 b y	3,35 ± 0,03 b x
Acidez titulable (%)			
0	1,313 ± 0,04 x	1,313 ± 0,03 x	1,313 ± 0,03 x
3	1,145 ± 0,02 a y	1,215 ± 0,03 a y	1,165 ± 0,03 a y
5	0,995 ± 0,03 b y	1,115 ± 0,02 a z	1,118 ± 0,03 a y
7	0,992 ± 0,02 a y	1,016 ± 0,03 a w	1,110 ± 0,02 a y
Sólidos solubles totales (°Brix)			
0	12,95 ± 0,33 x	12,95 ± 0,33 x	12,95 ± 0,31 x
3	12,75 ± 0,34 b y	12,89 ± 0,32 a x	12,87 ± 0,33 a x
5	12,60 ± 0,32 b yz	12,76 ± 0,33 a y	12,78 ± 0,32 a y
7	12,47 ± 0,34 b z	12,65 ± 0,34 a y	12,76 ± 0,33 a y

Tiempo= tiempo de almacenamiento; M1= recubrimiento experimental al 10 % p/v; M2= recubrimiento experimental al 20 % p/v. Los valores con la misma letra, (a, b) en la fila y (x, y, z) en la columna, son iguales entre sí según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

Los resultados revelan que el porcentaje de MS se mantuvo estable durante el transcurso del almacenamiento, tanto en los frutos recubiertos como en el control, siendo estadísticamente similares sus valores, excepto en la evaluación del séptimo día de almacenamiento donde se observaron diferencias significativas ($P \leq 0,05$) de los tratamientos de recubrimiento con relación al control. (Cuadro 2). A medida que el contenido de MS disminuye en el tejido por efecto de la respiración, aumenta su contenido relativo de agua, por lo que el tejido se ablanda de forma considerable. En general, dado que la materia seca consiste principalmente de carbohidratos, como criterio de calidad su contenido se relaciona con las características organolépticas de los frutos. Harker et al. (2009) encontraron que el contenido de MS en kiwi estaba relacionado con el sabor del fruto, de modo que frutas con mayor sabor tienen alto contenido de MS y viceversa. Baloch et al. (2013) observaron mínima pérdida de MS en

frutos de mango recubiertos con mantequilla clarificada almacenados a diferentes temperaturas.

Se puede observar que el contenido de ácido ascórbico disminuyó drásticamente durante el período de almacenamiento en los tratamientos y en el control (Cuadro 2); en M1 y M2 se observan valores significativamente diferentes ($P \leq 0,05$) con respecto al control. A su vez la concentración del mucílago al 20 % fue más efectiva en la retención de este compuesto bioactivo. Como se ha descrito en la literatura, la disminución del contenido de esta vitamina es más acelerada en productos recién cortados en comparación con frutas enteras (Allong et al., 2000; Lee y Kader, 2000). Bierhals et al. (2011) encontraron una reducción significativa de ácido ascórbico en rodajas de piña cv. Perola recubiertas con almidón de yuca, almacenadas a 5 °C, los autores atribuyen esta reducción a la tensión o estrés que ocasionan las operaciones involucradas en el proceso.

En el análisis sensorial los panelistas

mostraron preferencia por los frutos recubiertos comparados con el control ($P \leq 0,05$) en cuanto al dulzor y al ácido (Cuadro 3), y entre ellos el M2 superó al M1. En los atributos de fermentado y olor no se detectaron diferencias significativas ($P > 0,05$). En función de la escala hedónica, el M2 tuvo aceptación plena, el M1 escasamente aceptable, y el control no aceptable para dulzor y ácido. Pero hubo aceptación en cualquiera de los tratamientos (incluido el control) para el resto de los atributos evaluados. En la evaluación del

color, la textura y la apariencia el panel mostró preferencia por los frutos recubiertos ($P \leq 0,05$). Estos tres atributos son utilizados como indicadores de frescura y calidad de los productos frescos mínimamente procesados, y se tienen como criterio muy importante para determinar su aceptabilidad por parte del consumidor. Al evaluar cubiertas comestibles a base de quitosano, Materano et al. (2014) y Chien et al. (2007) encontraron efectos positivos con relación al control en piña y mango, respectivamente.

Cuadro 2. Evolución del contenido de materia seca y ácido ascórbico en frutos de piña cortados sin recubrir (control) y recubiertos con mucílago de cactus, almacenados durante siete días a 6 °C

Tiempo (días)	Control	M1	M2
Materia seca (%)			
0	13,64 ± 0,32 x	13,64 ± 0,32 x	13,64 ± 0,32 x
3	13,45 ± 0,15 a y	13,49 ± 0,12 a y	13,47 ± 0,15 a y
5	13,42 ± 0,12 a y	13,48 ± 0,15 a y	13,46 ± 0,18 a y
7	13,35 ± 0,16 b y	13,47 ± 0,15 a y	13,51 ± 0,12 a y
Ácido Ascórbico (mg·g ⁻¹ pf*)			
0	40,89 ± 0,92 w	40,89 ± 0,92 w	40,89 ± 0,92 w
3	29,85 ± 0,95 b x	34,22 ± 0,85 a x	36,62 ± 0,98 a x
5	18,22 ± 0,55 c y	20,75 ± 1,05 b y	24,24 ± 0,91 a y
7	9,95 ± 0,75 b z	11,98 ± 0,88 a z	12,35 ± 0,94 a z

*pf = peso fresco; tiempo= tiempo de almacenamiento; M1= recubrimiento experimental al 10 % p/v; M2= recubrimiento experimental al 20 % p/v. Los valores con la misma letra, (a, b) en la fila y (x, y, z) en la columna, son iguales entre sí según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$)

Cuadro 3. Evaluación sensorial para diferentes atributos en frutos de piña mínimamente procesada recubiertos con mucílago de cactus (M1:10 % y M2: 20 %) almacenados durante siete días a 6 °C. Letras distintas denotan diferencias significativas ($P \leq 0,05$) según la prueba de Friedman

Tratamiento	Dulzor	Acido	Fermentado	Olor	Color	Textura	Apariencia
M1	4,15 a	4,10 a	3,05 a	3,63 a	4,05 a	3,79 a	4,05 a
M2	3,05 b	3,05 b	3,05 a	3,63 a	3,68 a	3,79 a	3,63 a
Control	2,40 c	2,47 c	2,84 a	3,68 a	2,98 b	2,98 b	2,53 b

M1= recubrimiento experimental al 10 % p/v; M2= recubrimiento experimental al 20 % p/v. Los valores con la misma letra, (a, b) en la fila y (x, y, z) en la columna, son iguales entre sí según la prueba de Friedman ($P \leq 0,05$)

CONCLUSIONES

Los resultados mostraron el efecto protector del mucílago del cactus en la evaluación de la pérdida de peso y firmeza en los frutos de piña mínimamente procesados, en los que se reflejó la menor pérdida de peso y mayor firmeza al final del período de almacenamiento. Los frutos de piña cortados mostraron mejor calidad en términos de SST, ATT y contenido de ácido ascórbico con la aplicación del mucílago del cactus como recubrimiento comestible.

El análisis sensorial evidenció que los panelistas mostraron preferencia por los frutos recubiertos al final del almacenamiento en cuanto a los atributos dulzor y ácido que conforman el sabor, así como en cuanto a color, textura y apariencia.

AGRADECIMIENTO

Al CDCHT de la Universidad de los Andes y al FONACIT por el financiamiento otorgado a través de los proyectos NURR-C-580-14-01AA Y

2015000046, respectivamente.

LITERATURA CITADA

- Allong, R., L. Wickham y M. Mohammed. 2000. The effect of cultivar, fruit ripeness, storage temperature and duration on quality of fresh-cut mango. *Acta Horticulturae* 509: 487-494.
- Álvarez-Arenas, C., N. Fermín, J. García, E. Peña y A. Martínez. 2013. Evaluación del efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible en melones (*Cucumis melo* L. var. Cantaloupe) cortados y almacenados en refrigeración. *Saber* 25(2): 218-226.
- Anzaldúa-Morales, A. 1994. La Evaluación Sensorial de los Alimentos en la Teoría y la Práctica. Editorial Acribia. Zaragoza, España. 220 p.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemists). 2005. Acidity titratable of fruit products. Official Method of Analysis 942.15. Washington DC. Cap. 37.
- Azeredo, H.M. 2004. Fundamentos de estabilidad de alimentos. EMBRAPA. Fortaleza, Brasil. 195 p.
- Baldwin, E.A., M.O. Nisperos-Carriedo y R.A. Baker. 1995. Use of edible coatings to preserve the quality of lightly (and slightly) processed products. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition* 35: 509-524.
- Baloch, M.K., F. Bibi y M.S. Jilani. 2013. Effect of coatings over the quality and shelf life of mango (*Mangifera indica* L.) fruit. *Journal of Food Processing and Preservation* 37: 66-73.
- Bierhals, V.S., M. Chiumarelli y M.D. Hubinger. 2011. Effect of cassava starch coating on quality and shelf life of fresh cut pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill cv. Perola). *Journal of Food Science* 76(1): 62-72.
- Chien, P.J., F. Sheu y F.H. Yang. 2007. Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit. *Journal of Food Engineering* 78(1): 225-229.
- Chiumarelli M., L.M. Pereira, C.C. Ferrari, C.I. Sarantópoulos y M.D. Hubinger. 2010. Cassava starch coating and citric acid to preserve quality parameters of fresh-cut 'Tommy Atkins' mango. *J. Food Sci.* 75(5): 297-304.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1984. Frutas y productos derivados. Determinación de sólidos solubles por refractometría. N° 924-83. Caracas. 21 p.
- Del Valle, V., M.P. Hernández, A. Guarda y M.J. Galotto. 2005. Development of a cactus mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *J. Food Chemistry* 91: 751-756.
- Dussán-Sarria, S., P. Reyes-Calvache y P. Hleap-Zapata. 2014. Efecto de un recubrimiento comestible y diferentes tipos de empaque en los atributos físico-químicos y sensoriales de piña 'Manzana' mínimamente procesada. *Información Tecnológica* 25(5): 41-46.
- FAO. 2006. Manejo poscosecha da la piña. http://www.fao.org/inpho_archive/content/ (consulta del 30/11/2016).
- González-Aguilar, G.A., C.Y. Wang y J.G. Buta. 2000. Maintaining quality of fresh-cut mangoes using antibrowning agents and modified atmosphere packaging. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 48: 4204-4208.
- Harker, F.R., B.T. Carr, M. Lenjo, E.A. MacRae, W.V. Wismer, K.B. Marsh et al. 2009. Consumer liking for kiwi fruit flavour: a meta-analysis of five studies on fruit quality. *Food Quality and Preference* 20: 30-41.
- Kader, A.A. 2002. Post-harvest technology of horticultural Crops. University of California, Division of Agriculture and Natural Resources. Oakland, CA. Publication 3311. 535 p.
- Lee, S. y A. Kader. 2000. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biol. Technology* 20: 207-220.
- Manglano, P., R.F. Rovira, A. Frigola y M.J. Lagarda. 2003. Optimización de la determinación por polarografía diferencial de impulsos de ácido ascórbico en fórmulas para lactantes. *Ars Pharmaceutica* 44(3): 271-279.
- Materano, W., J. Zambrano, A. Valera, C. Torres, M. Maffei e I. Quintero. 2014. Efecto de la aplicación de quitosano como

- recubrimiento comestible sobre la conservación de la calidad de piña mínimamente procesada. Rev. Fac. Agron. (LUZ) Supl. 1: 730-741.
21. Olivas, G.I. y G.V. Barbosa-Cánovas. 2005. Edible coatings for fresh-cut fruits. Critical Review in Food Science and Nutrition 45: 657-670.
22. Park, H.J. 1999. Development of advanced edible coating for fruits. Trends in Food Science and Technology 10: 254-260.
23. Park, J., M. Testin, P. Vergara, H. Park y C. Weller. 1996. Application of laminated edible films to potato chip packaging. J. Food Sci. 61: 766-777.
24. Pérez-Gago, M.B., M. Serra, M. Alonso, M. Mateos y M.A. Del Río. 2005. Effect of whey protein-and hydroxypropyl methylcellulose-based edible composite coatings on color change of fresh-cut apples. Postharvest Biology and Technology 36(1): 77-85.
25. Plotto, A., K.L. Goodner, E. Baldwin, J. Bai y N. Rattanapanone. 2004. Effect of polysaccharide coatings on quality of fresh cut mangoes (*Mangifera indica*). Proc. Fla. State Hort. Soc. 117: 382-388.
26. Robles-Sánchez, M., S. Gorinstein, O. Martín-Belloso, H. Astiazaran-García, G. González-Aguilar y R. Cruz-Valenzuela. 2007. Frutos Tropicales mínimamente procesados: Potencial antioxidante y su impacto en la salud. Interciencia 32: 227-232.
27. Rojas-Grau M.A., M.S. Tapia y O. Martín-Belloso. 2007. Empleo de recubrimientos comestibles en frutas frescas cortadas: nuevo enfoque de conservación y desarrollo de productos. Alimentaria: Revista de tecnología e higiene de los alimentos. 382: 105-118.
28. Serrano, M., J.M. Valverde, F. Guillén, S. Castillo, D. Martínez-Romero y D. Valero. 2006. Use of *Aloe vera* gel coating preserves the functional properties of table grapes. J. Agric. Food Chem. 54: 3882-3886.
29. Soliva-Fortuny R.C. y O. Martín-Belloso. 2003. New advances in extending shelf-life of fresh-cut fruits: A review. Trends Food Sci. Technol. 14: 341-53.
30. Zambrano, J., M. Maffei, W. Materano, I. Quintero y A. Valera. 2011. Efecto de tres recubrimientos sobre algunos aspectos de calidad en mango 'Bocado' durante el almacenamiento. Rev. Fac. Agronomía 28(1): 636-645.