



## Artículo

# Sales de calcio mejoran vida de anaquel y aceptabilidad general de papaya (*Carica papaya* L. var. Maradol) fresca cortada

Calcium salts improve shelf-life and overall acceptability of fresh-cut papaya  
(*Carica papaya* L. var. Maradol)

Nayely **Leyva López**<sup>1</sup>, J. Basilio **Heredia**<sup>1\*</sup>, Laura Aracely **Contreras Angulo**<sup>1</sup>,  
María Dolores **Muy Rangel**<sup>1</sup>, Juan Pedro **Campos Saucedo**<sup>2</sup>, Irma **González Lizarraga**<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. (CIAD, A. C.), Coordinación Culiacán, Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Carretera a El Dorado, km 5.5, Colonia Campo El Diez, Culiacán, Sinaloa, C. P. 80110, México.

<sup>2</sup>Instituto Tecnológico de Culiacán, Departamento de Ingeniería Bioquímica. Juan de Dios Bátiz, s/n, Colonia Guadalupe, Culiacán, Sinaloa. C. P. 80220. México.

\*Autor para correspondencia: jbheredia@ciad.edu.mx

Aceptado 20-Marzo-2011

## Resumen

Las tendencias actuales de los consumidores por alimentos sanos y de conveniencia promueven un mayor consumo de frutas y hortalizas, donde destacan productos frescos cortados. Sin embargo, por su naturaleza estos productos pueden ser muy susceptibles a diferentes alteraciones que afectan su calidad. El uso de aditivos como sales de calcio representa una alternativa tecnológica para mantener, o incluso mejorar, la calidad durante su vida de anaquel. Por lo anterior el objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de sales de calcio en papaya fresca cortada sobre la calidad física, química, microbiológica, nutracéutica y sensorial. Cubos de papaya, variedad Maradol (2 cm de arista) fueron tratados con lactato y cloruro de calcio al 1,0 y 3,0 %, bajo condiciones de inmersión por 2 min a 40 °C. Las muestras tratadas fueron colocadas en vasos de polietileno tereftalato (PET) de 500 mL con

tapa, y almacenadas por 8 días a 5 °C. En comparación con los frutos testigo, los tratamientos a base de calcio demostraron mejorar la firmeza (~ 8 N), principalmente los frutos tratados con cloruro de calcio al 3,0 %. Por otra parte, la calidad nutracéutica (fenólicos totales) no se vio afectada por el uso de sales de calcio, mientras que las evaluaciones microbiológicas demuestran condiciones de inocuidad conforme a normatividad. Se sugiere el uso de cloruro de calcio para fines de comercializar papaya fresca cortada.

**Palabras claves:** *Carica papaya*, cloruro, lactato, calidad, sensorial.

### Abstract

Consumer's new trends for healthy and convenient foods increase fruit and vegetable demand, mostly for fresh-cut products. However, these products may be very perishable due to several adverse conditions that affect their quality. The use of additives such as calcium salts represents a technological approach to keep, or even to improve, shelf-life quality of fresh-cut products. The aim of this study was to evaluate the effect of calcium salts on fresh-cut papaya through physical, chemical, microbiological, nutraceutical and sensory analysis. Fresh-cut papaya cubes (2 cm edge) were treated with 1,0 and 3,0 % calcium chloride and calcium lactate. Samples were immersed 2 min at 40 °C, and then stored 8 d at 5 °C using 500 mL polyethylene terephthalate (PET) containers with lids. As compared to control samples, fresh-cut papaya treated with calcium salts showed the best firmness (~ 8 N) through storage. The best calcium salt treatment was 3,0 % calcium chloride. Nutraceutical quality (total phenolics) was not affected. All samples were microbiologically safe to eat, based on federal food regulations. The use of calcium chloride is suggested for future commercialization of fresh-cut papaya products.

**Key words:** *Carica papaya*, chloride, lactate, quality, sensory.

## INTRODUCCIÓN

La papaya (*Carica papaya* L.) representa hoy en día uno de los productos con mayor demanda en los mercados mundiales, lo cual se ve reflejado en su producción, extendiéndose a la mayor parte de los países tropicales y subtropicales del mundo (Ibar, 1983; Jagtiani *et al.*, 1988). En México su producción alcanzó las 707.346,52 toneladas durante el 2009 (SAGARPA-SIAP, 2010). La papaya se comercializa principalmente en estado fresco, destacando dos variedades: 'Hawaiana' y 'Maradol', esta última llamada también 'Mexicana' en el contexto internacional. El fruto de la papaya aporta carbohidratos, fibra, minerales y vitaminas como ácido ascórbico y retinol, principalmente

(Muñoz de Chávez *et al.*, 1996). También posee compuestos reconocidos como antioxidantes y que proporcionan importante protección contra el cáncer y otros trastornos comunes del cuerpo (Lee *et al.*, 2005; Moret *et al.*, 2010), por lo que su consumo diario resulta benéfico para la salud (Rotondo *et al.*, 2008).

Comúnmente, en una familia mexicana la dieta saludable está asociada en gran parte al rol de la mujer. Sin embargo, en la actualidad la mujer está formando parte más activa en el mercado laboral, lo que reduce el tiempo de preparación de frutas y hortalizas para las comidas, pero aumenta la preocupación por brindar a sus familias alimentos más nutritivos y completos. En función a estas nuevas tendencias de consumo se origina el mercado de frutas y hortalizas frescas cortadas. Estos

productos son promovidos como alimentos listos para consumo o listos para preparar, donde tanto la calidad sensorial como microbiológica son factores que garantizan el éxito de mercado ante el consumidor final (de Oliveira-Silva *et al.*, 2005). Sin embargo los productos frescos cortados son susceptibles a alteraciones, como oscurecimiento y ablandamiento, debido a la pérdida de su protección natural. Es por esto que se han buscado tecnologías que permitan mantener sus características de calidad, dentro de las que se encuentran el uso de sales de calcio.

Las sales de calcio, principalmente lactato y cloruro de calcio, se han utilizado en productos frescos cortados de melón, manzana, durazno, mango, entre otros, con resultados positivos en el mantenimiento de la firmeza y en la reducción de cambios de color (Gorny *et al.*, 1999; Chantanawarangoon, 2000; Luna-Guzmán y Barret, 2000; Alandes *et al.*, 2006). No obstante, esos estudios carecen de la evaluación de los compuestos antioxidantes (nutracéuticos) que presentan propiedades beneficiosas para la salud, incluyendo prevención y tratamiento de enfermedades crónicas. Algunos ejemplos de estos componentes con propiedades nutracéuticas son carotenoides, vitaminas y compuestos fenólicos (Cano *et al.*, 2005).

Por lo anterior, en este trabajo se evaluó el efecto de lactato y de cloruro de calcio sobre la calidad física, química, nutracéutica, microbiológica y sensorial de frutos de papaya var. Maradol almacenados durante 8 días a 5 °C.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Material vegetal y tratamientos

Se obtuvieron frutos de papaya var. Maradol del Mercado de Abastos de Culiacán, Sinaloa, México. Se adquirió un lote de 20 papayas y se seleccionaron aquellas que presentaron estado de madurez 5, según

Santamaría-Basulto *et al.* (2009). Los frutos fueron procesados en el laboratorio de calidad del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo (CIAD) en Culiacán, iniciando el lavado de papaya entera, mediante inmersión en solución clorada 200 mg/L, dejando secar a temperatura ambiente. Posteriormente se seleccionó por uniformidad de color, tamaño y textura, descartando cualquier fruta que presentara alguna alteración o enfermedad. La papaya se cortó en cubos uniformes de 2 cm de arista. Las soluciones de lactato y cloruro de calcio fueron preparadas en concentraciones de 1,0 % y 3,0 % para cada sal. Los cubos de papaya fueron sumergidos en las soluciones salinas durante 2 min a 40 °C. Simultáneamente, para el tratamiento testigo los cubos de papaya fueron sumergidos en agua purificada durante 2 min a 40 °C. Al testigo absoluto no se le aplicó ningún tratamiento. Para cada tratamiento se utilizaron tres réplicas. Después del tratamiento, los cubos de papaya fueron depositados en envases de polietileno tereftalato (PET) de 500 mL, tapados y almacenados en un cuarto de refrigeración a 5 °C durante 8 días. Se realizaron muestreos cada 2 días para evaluar las características físicas, químicas, nutracéuticas y microbiológicas. La evaluación sensorial se llevó a cabo al día final del almacenamiento.

### Análisis físicos

Se llevaron a cabo evaluaciones de color y firmeza, en equipos integrados a programas de computadora, para facilitar el manejo de datos y análisis de información. Ambas pruebas se llevaron a cabo los días 0, 2, 4, 6 y 8 de almacenamiento a 5 °C.

### Color

Esta prueba se llevó a cabo mediante un espectrofotómetro Konica Minolta, modelo CM-2600d, con software On Color™ Match (Konica Minolta Sensing Americas, Inc., New

Jersey, USA) que proporciona valores de coordenadas rectangulares de luminosidad ( $L^*$ ),  $a^*$ ,  $b^*$  (espacio de color CIE- $L^*a^*b^*$ ) y polares de cromaticidad ( $C^*$ ), ángulo de matiz ( $h^\circ$ ) del espacio cromático cilíndrico  $L^*C^*h^\circ$ . La lectura de color se realizó en la superficie de tres cubos (tomando dos mediciones para cada cubo) de cada réplica, tres réplicas por tratamiento.

### **Firmeza**

Se utilizó un Texturómetro BROOKFIELD, QTS Controller (Brookfield Engineering Laboratories, Inc., Massachusetts, USA) equipado con un punzón de 6 mm de diámetro, el cual registró la fuerza necesaria para romper el tejido. Esta fuerza fue expresada en Newton (N), de acuerdo a la metodología descrita por Bourne (1980). Dicha punción fue aplicada en tres cubos de cada réplica por tratamiento con 10 mm de inserción.

### **Análisis químicos**

Para evaluar la calidad química se utilizaron las técnicas definidas por la AOAC (1998) con ciertas modificaciones. Estas pruebas se realizaron a partir del mismo extracto. Utilizando una balanza METTLER TOLEDO, PR802 (Mettler-Toledo International, Inc., Ohio, USA) se pesó por triplicado 5 g de papaya. Se adicionaron 50 mL de agua destilada neutralizada y se homogenizó en una licuadora Osterizer®. La mezcla fue separada por filtración mediante el uso de embudos y telas de organza. El sobrenadante fue empleado para los análisis de pH, acidez titulable y sólidos solubles totales. Estas pruebas se llevaron a cabo los días 0, 2, 4, 6 y 8 de almacenamiento.

### **Potencial de hidrógeno (pH) y acidez titulable**

Se tomó una alícuota de 40 mL de extracto y se colocó en un titulador automático

METTLER TOLEDO, DL50 (Mettler-Toledo International, Inc., Ohio, USA), el cual registró los datos de pH y acidez. El pH se midió con un electrodo DGi111-SC (Mettler-Toledo International, Inc., Ohio, USA), después de agitar la muestra por 1 minuto. Se adicionó una solución de NaOH 0,2 N hasta la neutralización. Los valores de acidez titulable se expresaron como porcentaje de ácido cítrico.

### **Sólidos solubles totales**

Se colocó una gota del extracto en un Refractómetro METTLER TOLEDO, RE40D (Mettler-Toledo International, Inc., Ohio, USA) para medir su contenido de sólidos solubles totales. Los resultados se expresaron como grados Brix ( $^\circ\text{Bx}$ ).

### **Compuestos fenólicos**

Se pesó 2,5 g de papaya por triplicado y se adicionó 10 mL de etanol. Se homogenizó utilizando un instrumento de dispersión ULTRA-TURRAX®, T 25 digital (IKA® Works, North Carolina, USA). Los tubos fueron almacenados a 4 °C durante 24 horas. Concluido este tiempo, se centrifugó a 10000 g por 15 min a 4 °C en una centrífuga Thermo Scientific, 120 (Thermo Fisher Scientific, Inc., Waltham, MA, USA). Del sobrenadante obtenido se tomó la alícuota (Swain y Hillis, 1959). Utilizando microplacas Costar® de 96 pozos (Cole-Parmer®, Illinois, USA), se tomó una alícuota de 15  $\mu\text{L}$ , la cual fue diluida con 240  $\mu\text{L}$  de agua destilada. Se le adicionó 15  $\mu\text{L}$  del reactivo Folin-Ciocalteu y se dejó reposar por 3 min. Se añadió 30  $\mu\text{L}$  de carbonato de sodio ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ) 4 N y se incubó a 20 °C por 2 horas en la oscuridad. Se leyó la absorbancia a una longitud de onda de 725 nm en el lector de microplacas BioTek®, Synergy (BioTek® Instruments, Inc., Vermont, USA). La concentración de fenoles de cada muestra se determinó mediante el uso de una curva estándar desarrollada con ácido clorogénico

(C<sub>16</sub>H<sub>18</sub>O<sub>9</sub>) (Número del producto C44206, Sigma-Aldrich®, Inc., Wisconsin, USA).

### **Análisis microbiológicos**

#### **Cuantificación de bacterias aerobias mesófilas**

Se determinó por duplicado con el método de película seca rehidratable (Petrifilm) 997.02 (AOAC, 1998). En las placas se utilizó agar para métodos estándar como nutriente, un indicador de fosfato, un agente gelificante soluble en agua fría y un tinte indicador que facilitó el recuento de las colonias. Se pesó 25 g de muestra de papaya fresca cortada en una bolsa estéril y se añadió 225 mL de buffer de fosfatos. Se homogenizó la mezcla en un agitador. Se inoculó 1 mL de muestra en el centro de la cuadrícula inferior de una placa Petrifilm™ (3M™, Minnesota, USA) usando una pipeta de forma perpendicular y se dejó solidificar. Las placas se colocaron de manera invertida a 37 °C durante 2 días. Los resultados se expresaron en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g), contando las colonias de color rosa fucsia.

#### **Cuantificación de mohos y levaduras**

Se procedió de la misma manera que el caso anterior, con algunas diferencias. La placa contenía, nutrientes de “Sabhi”, dos antibióticos (clorotetraciclina y cloramfenicol), un indicador de fosfatos (5-bromo-4-cloro-3-indolil fosfato, BCIP), un agente gelificante soluble en agua fría y un tinte indicador que facilitó el recuento de las colonias (3M, 2010). Las placas fueron incubadas a 25 °C durante 3 días. Para el conteo de mohos se tomó en cuenta colonias grandes, usualmente de color azul pero éste pudo variar en tonos blancos, amarillos o beige y para el caso de levaduras colonias pequeñas fibrosas y de color azul verde o blanquecino. Los resultados se declararon en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g).

#### **Determinación de coliformes fecales**

Se determinaron por duplicado usando el método de extensión en placa (APHA, 2001). Se pesó 25 g de muestra de papaya fresca cortada en una bolsa estéril, se añadió 225 mL de buffer de fosfatos y se homogenizó la mezcla en un agitador. Se utilizaron cajas de Petri con medio de cultivo VRBGA (‘Violet Red Bile Glucose Agar’). Se agregó 0,1 mL de la dilución sobre el agar en la caja, distribuyéndolo homogéneamente. Las cajas fueron colocadas en una incubadora de manera invertida a una temperatura de 35 ± 5 °C de 22 a 24 horas. Las colonias que se contabilizaron fueron las de color rojo. Los resultados se expresaron en unidades formadoras de colonias por gramo (UFC/g).

#### **Análisis sensorial**

Para conocer la aceptabilidad general de papaya fresca cortada se realizó un análisis sensorial a los 8 días de almacenamiento. Este análisis se llevó a cabo con seis panelistas no entrenados, seleccionados en base a preferencias por consumo habitual de papaya. Se utilizó una escala hedónica no estructurada de 10 puntos, donde 0 = no aceptable y 10 = aceptable.

#### **Análisis estadísticos**

Para los análisis físicos, químicos y nutracéuticos el diseño experimental fue de dos factores totalmente al azar, donde los factores fueron tratamiento con seis niveles (testigo, testigo absoluto, cloruro de calcio 1,0 % y 3,0 % y lactato de calcio 1,0 % y 3,0 %), y tiempo con cinco niveles (0, 2, 4, 6, 8 días). La unidad experimental fue un cubo de papaya. Mientras que para el análisis sensorial se llevó a cabo un diseño unifactorial (tratamiento). En ambos diseños se realizó Análisis de Varianza (ANDEVA) y la prueba de comparación de medias de Tukey con un nivel de significancia

del 95 % para determinar diferencias significativas utilizando el software estadístico Minitab® Statistical Software, versión 15 (Minitab Inc., State College, PA, USA).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Color

Desde el inicio del experimento se observó el efecto de los diferentes tratamientos sobre el ángulo de matiz, siendo éste más notorio a partir del día 2 de almacenamiento y para el efecto de los tratamientos lactato de calcio 3,0 % y cloruro de calcio 3,0 % (Fig. 1A). Sin embargo, dichos efectos fueron diferentes respecto al testigo absoluto sólo el día 2 ( $p < 0,05$ ). Por otro lado, el tratamiento con lactato de calcio 1,0 % presentó los valores más bajos de ángulo de matiz durante el experimento, siendo además el único que presentó diferencias respecto al testigo absoluto en el día 8 de almacenamiento ( $p < 0,05$ ). Al final del experimento los tratamientos con cloruro de calcio 1,0 y 3,0 % fueron los que mantuvieron los valores de ángulo de matiz más elevados, respectivamente, comparados con el testigo absoluto. El testigo absoluto presentó diferencias significativas entre el día inicial y el día 2 del experimento ( $p < 0,05$ ), sin embargo a partir de ahí este tratamiento no presentó cambios en este parámetro. El testigo absoluto y el testigo agua no presentaron diferencias significativas entre sí durante el almacenamiento ( $p > 0,05$ ).

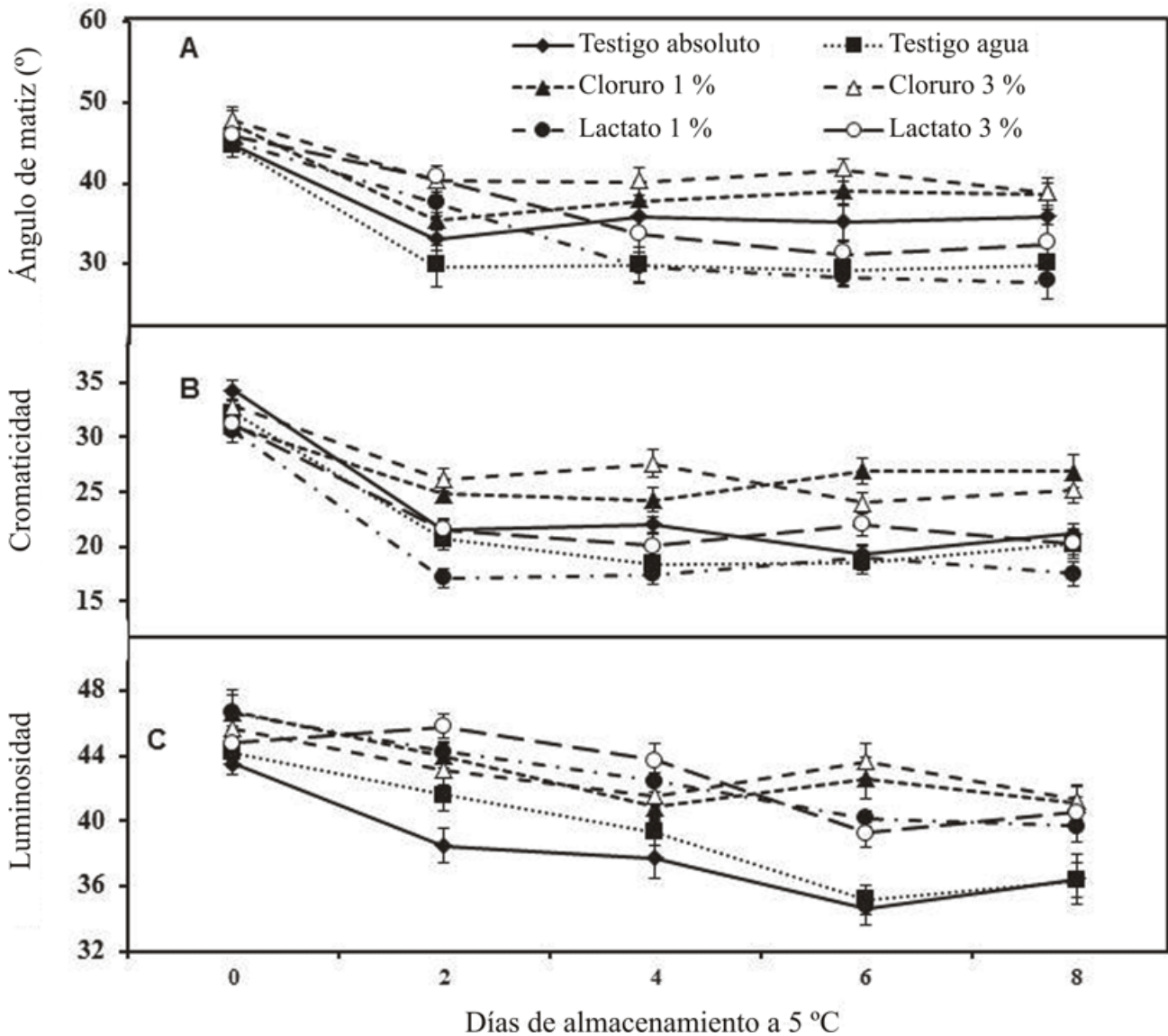
Se ha mencionado que la aplicación por inmersión de la fruta fresca cortada en antioxidantes y cloruro de calcio, es un proceso eficiente para la estabilización del color de manzanas frescas cortadas, ya que se reducen los cambios del color de la superficie del producto (Soliva-Fortuny *et al.*, 2002). Eso concuerda con los resultados de nuestra investigación, ya que los cubos de papaya tratados con cloruro de calcio (1,0 y 3,0 %) son los que mantuvieron los mejores valores de

ángulo de matiz.

Los cambios más notorios en cromaticidad ocurrieron durante los primeros 2 días de almacenamiento (Fig. 1B). Al final del experimento los cubos de papaya que presentaron valores más altos con respecto al testigo absoluto fueron los tratados con cloruro de calcio 1,0 y 3,0 % ( $p < 0,05$ ). Los tratados con lactato de calcio 3,0 % y agua mostraron valores más cercanos al testigo absoluto. La papaya fresca cortada que presentó los valores más bajos en este parámetro al final del almacenamiento fue la tratada con lactato de calcio 1,0 %.

Rivera-López *et al.* (2004) demostraron que cubos de papaya var. Maradol almacenados a 5 °C se vieron afectados por el tiempo de almacenamiento, ya que el color de éstos se volvió menos vívido conforme el tiempo avanzó. Esto tiene similitud con lo encontrado en nuestro estudio donde el valor de cromaticidad de los cubos de papaya disminuyó, es decir, el color de éstos se volvió menos intenso. Por su parte, Chantanawarangoon (2000) evaluó una solución de cloruro de calcio 1,0 % sobre cubos de mango, y después de almacenarlos a 5 °C, encontró que los cubos tratados tuvieron una calidad visual significativamente más alta que los frutos testigo. Esto se relaciona con lo demostrado en este estudio donde los cubos de papaya tratados con cloruro de calcio 1,0 y 3,0 % presentaron una menor disminución en la pureza del color durante su almacenamiento a 8 °C.

Los valores de luminosidad disminuyeron para todos los casos, donde los cambios más drásticos ocurrieron los primeros dos días de almacenamiento (Fig. 1C). A partir del día 2 la papaya fresca cortada tratada con cloruro de calcio 1,0 y 3,0 % y lactato de calcio 1,0 y 3,0 % presentó diferencias con respecto al testigo absoluto ( $p < 0,05$ ). Al final los cubos de papaya tratados con cloruro de calcio 1,0 y 3,0 % presentaron un menor oscurecimiento, seguidos por los tratados con lactato de calcio 1,0 y 3,0 %. En un estudio con rebanadas de durazno tratadas con cloruro de calcio

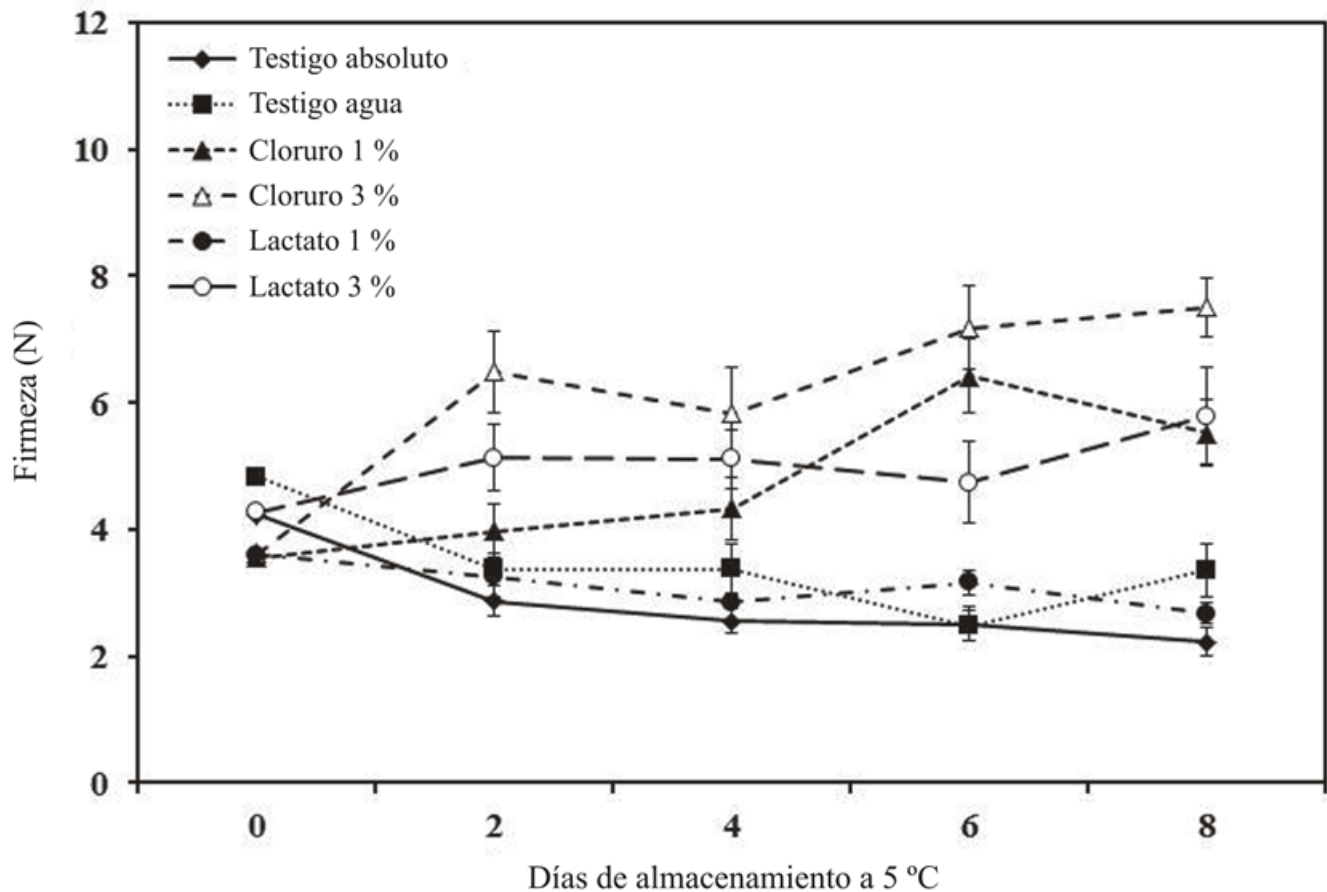


**Figura 1.-** Valores de ángulo de matiz (A), cromaticidad (B) y luminosidad (C) en productos frescos cortados de papaya 'Maradol' almacenados a 5 °C durante 8 días. Las barras indican el error estándar ( $n = 9$ ).

1,0 % + ácido ascórbico 2,0 %, al día 2 de almacenamiento se observó una mayor luminosidad comparadas con el testigo (Gorny *et al.*, 1999). Similarmente, en el presente estudio se observó que los cubos de papaya tratados con calcio presentaron un menor oscurecimiento que el testigo absoluto.

#### Firmeza

Los valores iniciales de firmeza no presentaron diferencias significativas entre los tratamientos ( $p \geq 0,05$ ) (Fig. 2). Conforme el tiempo de almacenamiento avanzó, se observaron cambios en este parámetro. La papaya fresca cortada tratada con cloruro de calcio al 3,0 % presentó diferencias con respecto al testigo absoluto a partir del día 2 de almacenamiento ( $p < 0,05$ ), siendo al final la



**Figura 2.-** Firmeza en papaya ‘Maradol’ fresca cortada, tratada con cloruro y lactato de calcio (1,0 y 3,0 %), y almacenada a 5 °C durante 8 días. Las barras indican el error estándar ( $n = 9$ ).

que presentó los valores más altos, incrementando su firmeza en un 107,0 % de su valor inicial. La papaya tratada con lactato de calcio 3,0 % presentó diferencias respecto al testigo absoluto a partir del día 4 ( $p < 0,05$ ), y la tratada con cloruro de calcio 1,0 % lo hizo a partir del día 6 ( $p < 0,05$ ). Al final del experimento estos tratamientos aumentaron la firmeza de los cubos en un 35,0 % y 55,0 %, respectivamente, con referencia a su valor inicial. El resto de los tratamientos no fueron significativamente diferentes entre sí a lo largo de todo el período de almacenamiento.

El efecto del calcio sobre la firmeza de los tejidos, puede ser explicado debido a los complejos que este ión forma con el ácido

péctico en la pared celular generando pectato de calcio, un compuesto útil que ayuda a mantener la estructura de la fruta (Al Eryani *et al.*, 2008). En un estudio realizado por Luna-Guzmán y Barret (2000), se encontró que la aplicación de cloruro de calcio y lactato de calcio al 2,5 % incrementó la firmeza de cilindros de melón almacenados a 5 °C durante 12 días, similar a lo encontrado en este estudio. Se observó que la aplicación de cloruro de calcio 1,0 y 3,0 %, y lactato de calcio 3,0 % logró incrementar la firmeza inicial de cubos de papaya almacenados a 5 °C durante 8 días. Chantanawarangoon (2000) encontró que la firmeza de cubos de mango almacenados a 5 °C y tratados con cloruro de calcio 1,0 % fue significativamente



mayor a la de aquellos inmersos en cloruro de calcio 0,5 %. Lo anterior muestra similitud con este experimento, en el que la papaya fresca cortada tratada con cloruro de calcio al 3,0 % presentó valores de firmeza más altos por encima del resto de los tratamientos.

### **Potencial de hidrógeno (pH), acidez titulable y sólidos solubles totales**

Los cambios en pH (Cuadro 1) no presentaron diferencias entre tratamientos ni durante el tiempo de almacenamiento ( $p \geq 0,05$ ). Estos valores se incrementaron para todos los casos. Al final del experimento los cubos de papaya que mostraron un mayor valor de pH fueron los tratados con cloruro de calcio 1,0 % y lactato de calcio 3,0 %. Los cubos tratados con agua y cloruro de calcio 3,0 % mostraron los valores más bajos de pH. Para el caso del porcentaje de acidez titulable no se presentaron diferencias entre tratamientos ni durante el tiempo de almacenamiento ( $p \geq 0,05$ ). En el Cuadro 1 se observa una disminución en los valores de acidez titulable para todos los casos, siendo los cubos de papaya que mostraron valores más altos al final del experimento los tratados con agua, con lactato de calcio 1,0 % y el testigo absoluto, seguidos de aquellos tratados con cloruro de calcio 3,0 %. Los cubos tratados con cloruro de calcio 1,0 % y lactato de calcio 3,0 % presentaron los valores de acidez más bajos.

Se observó una relación entre el aumento en los valores de pH a lo largo del periodo de almacenamiento y el descenso en el porcentaje de acidez titulable. Esto puede ser atribuido a la degradación de los ácidos orgánicos del fruto durante su almacenamiento, utilizados como reservas de energías durante el metabolismo primario. Resultados similares fueron obtenidos por Mahmud *et al.* (2008), quienes encontraron que los valores de pH en papaya tratada con cloruro de calcio se incrementaron durante 21 días de almacenamiento, y que los valores de acidez

disminuyeron por efecto del descenso de ácido cítrico, pero en menor grado que la no tratada.

La concentración de sólidos solubles totales (SST), expresada como °Bx (Cuadro 1), no se vio afectada por los tratamientos ni por el tiempo de almacenamiento ( $p \geq 0,05$ ). Al final del experimento los cubos de papaya que presentaron mayor concentración de SST fueron los tratados con cloruro de calcio 1,0 % y el testigo en agua, y la menor concentración se encontró en los cubos tratados con cloruro de calcio 3,0 % y lactato de calcio 1,0 y 3,0 %. El único tratamiento que ayudó a mantener los SST fue el testigo absoluto. Sañudo-Barajas *et al.* (2009), mencionan que no existe acumulación de azúcares en papaya ‘Maradol’ durante su maduración, inclusive bajo el efecto de tratamientos que la inducen, lo que presenta similitud con lo encontrado en este trabajo, en el que los cubos de papaya para el testigo absoluto presentaron una concentración constante de SST.

### **Compuestos fenólicos**

Los resultados de compuestos antioxidantes expresados como fenólicos totales no presentaron diferencias significativas de los tratamientos con calcio con respecto a los tratamientos testigo ( $p \geq 0,05$ ), aunque si se vieron afectados por el tiempo de almacenamiento (Fig. 3). Al final del almacenamiento todos los cubos de papaya presentaron un incremento en la concentración de compuestos fenólicos, a excepción del testigo agua. Así, los cubos de papaya que finalizaron con una mayor concentración de fenólicos fueron el testigo absoluto y los tratados con cloruro de calcio 1,0 % y lactato de calcio 1,0 %. Los tratados con cloruro de calcio y lactato de calcio al 3,0 % presentaron valores similares entre sí. El incremento en el contenido de fenólicos totales en los cubos de papaya pudo ser ocasionado por el estrés al que fue sometido el fruto mediante las operaciones de pelado y corte, como lo encontrado por Heredia

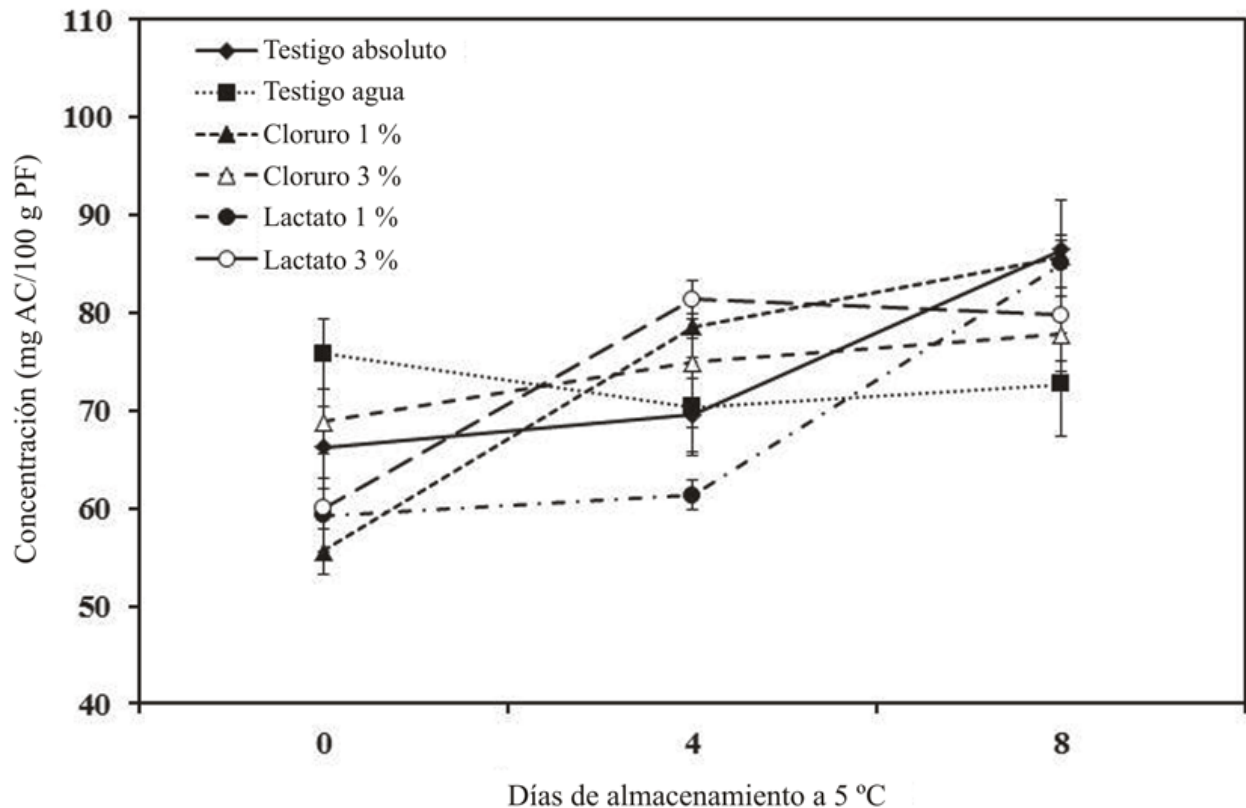
**Cuadro 1.-** Cambios de pH, acidez titulable y sólidos solubles totales en papaya ‘Maradol’ fresca cortada, tratada con cloruro y lactato de calcio (1,0 y 3,0 %), y almacenada a 5 °C durante 8 días.\*

Tratamiento	pH		Acidez titulable (%)		Sólidos solubles totales (°Bx)	
	Día 0	Día 8	Día 0	Día 8	Día 0	Día 8
Testigo absoluto	5,39 <sup>a</sup>	5,68 <sup>a</sup>	0,1164 <sup>a</sup>	0,0753 <sup>a</sup>	8,1 <sup>a</sup>	8,1 <sup>a</sup>
Testigo agua	5,48 <sup>a</sup>	5,65 <sup>a</sup>	0,0795 <sup>a</sup>	0,0787 <sup>a</sup>	7,3 <sup>a</sup>	8,8 <sup>a</sup>
Lactato de calcio al 1,0 %	5,43 <sup>a</sup>	5,69 <sup>a</sup>	0,0999 <sup>a</sup>	0,0759 <sup>a</sup>	7,0 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>
Lactato de calcio al 3,0 %	5,55 <sup>a</sup>	5,92 <sup>a</sup>	0,1082 <sup>a</sup>	0,0610 <sup>a</sup>	7,3 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>
Cloruro de calcio al 1,0 %	5,51 <sup>a</sup>	5,91 <sup>a</sup>	0,0891 <sup>a</sup>	0,0620 <sup>a</sup>	7,3 <sup>a</sup>	8,8 <sup>a</sup>
Cloruro de calcio al 3,0 %	5,41 <sup>a</sup>	5,59 <sup>a</sup>	0,0740 <sup>a</sup>	0,0658 <sup>a</sup>	7,0 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>

*n* = 3.

% expresado como ácido cítrico.

\* Medias con la misma letra en superíndices, dentro de columnas, no son significativamente diferentes de acuerdo con la prueba de Tukey a  $p \leq 0,05$ .



**Figura 3.-** Fenólicos totales en papaya ‘Maradol’ fresca cortada, tratada con cloruro y lactato de calcio (1,0 y 3,0 %), y almacenada a 5 °C durante 8 días. AC = ácido clorogénico. PF = peso fresco. Las barras indican el error estándar (*n* = 3).

y Cisneros-Zevallos (2002), quienes mencionan que el estrés ocasionado por daño mecánico incrementó el contenido de fenólicos totales y actividad antioxidante en zanahorias rebanadas.

### **Cuantificación de mohos, levaduras, bacterias aerobias mesófilas y coliformes fecales**

La cuenta microbiana se redujo para los cubos tratados con cloruro y lactato de calcio al 1,0 y 3,0 %, evitando la proliferación de microorganismos (Cuadro 2). Los cubos tratados con agua y el testigo absoluto incrementaron el número inicial de UFC de mohos y levaduras, respectivamente; aún así estos no representan un peligro para la salud del consumidor, ya que esos números se encuentran por debajo del límite permitido de 100 UFC/g, referido a rellenos de frutas (RTCA, 2008). La Norma Oficial Mexicana para la preparación de alimentos NOM-093-SSA1-1994 (NOM, 1995), establece un límite de 150000 UFC/g para cuenta total bacteriana de mesofílicos aerobios y para coliformes fecales 100 UFC/g. En este caso refiriéndose a alimentos enteros (ensaladas verdes, crudas o de frutas), debido a

que aún no existen normas que establezcan los límites permitidos para alimentos frescos cortados.

La aplicación de sales de calcio puede evitar el incremento en la población de mohos y levaduras. Luna-Guzmán y Barret (2000), demostraron que cilindros de melón cv. Cantaloupe tratados con cloruro de calcio y lactato de calcio al 2,5 % presentaron 100 UFC/g al día 0, manteniéndose así hasta el día 8 de almacenamiento. En ese estudio se demostró que tanto los tratamientos con lactato de calcio como los de cloruro de calcio fueron capaces de disminuir el valor inicial de colonias de microorganismos en por lo menos 1 ciclo logarítmico, asegurando la inocuidad del producto. Por otro lado, Rivera-López *et al.* (2004) mencionan que la vida útil de productos frescos cortados de papaya var. Maradol almacenada de 5 a 10 °C fue de 6 días aproximadamente, manteniendo los nutrientes y características de calidad. En el presente estudio se logró incrementar a 8 días la vida de anaquel de cubos de papaya var. Maradol tratados con cloruro y lactato de calcio al 1,0 y 3,0 %, bajo condiciones de almacenamiento a 5 °C.

**Cuadro 2.-** Recuento microbiano en papaya ‘Maradol’ fresca cortada tratada con cloruro y lactato de calcio (1,0 y 3,0 %), y almacenada a 5 °C durante 8 días.

Tratamiento	CTB (UFC/g)		CF (UFC/g)		M (UFC/g)		L (UFC/g)	
	Día 0	Día 8	Día 0	Día 8	Día 0	Día 8	Día 0	Día 8
Testigo Absoluto	7740	1012	24	19	0	0	5	9
Testigo Agua	2430	340	0	0	1	11	0	0
Cloruro de calcio 1,0 %	5490	230	6	2	0	0	1	0
Cloruro de calcio 3,0 %	2520	200	0	0	0	0	0	0
Lactato de calcio 1,0 %	2880	160	0	0	0	0	0	0
Lactato de calcio 3,0 %	3960	100	0	0	0	0	1	0

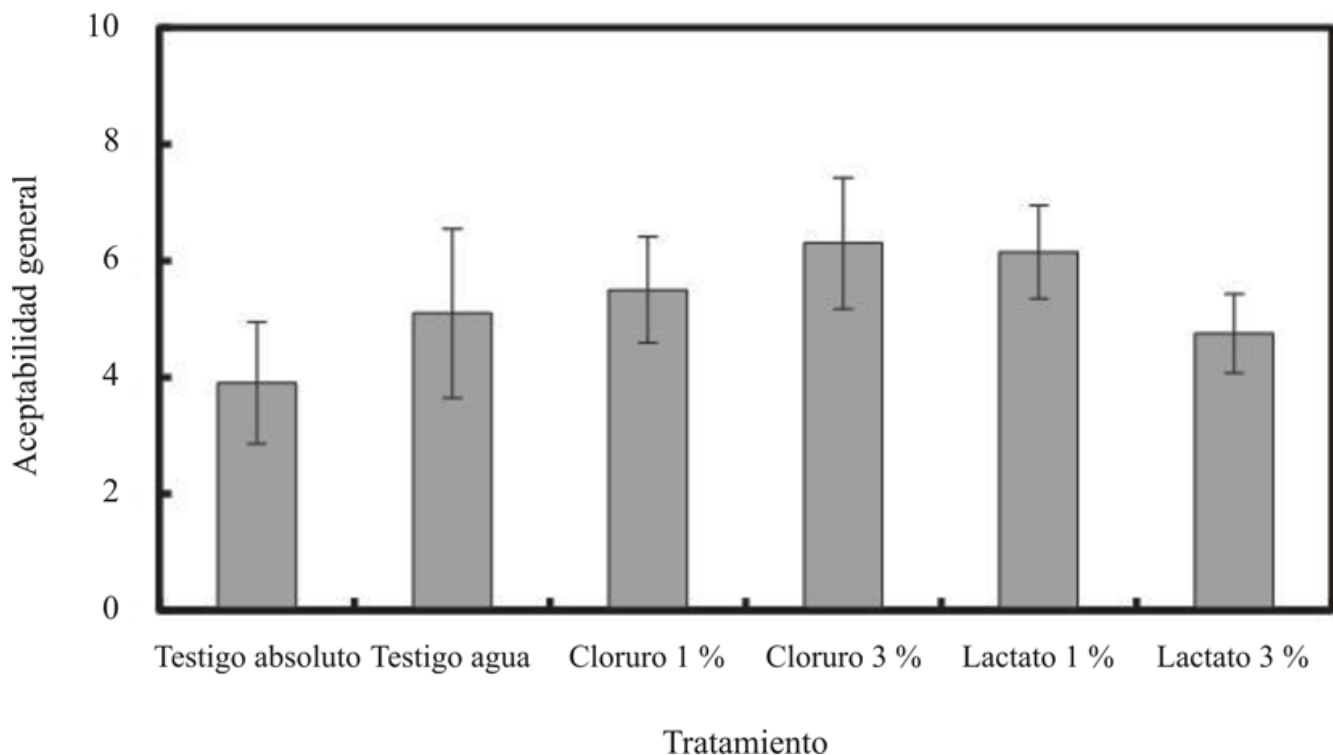
UFC/g: unidades formadoras de colonias por gramo de peso fresco.

CTB: cuenta total bacteriana. CF: coliformes fecales. M: mohos. L: levaduras.

### Evaluación sensorial

Los tratamientos aplicados no afectaron significativamente la aceptabilidad general de los productos frescos cortados ( $p \geq 0,05$ ) (Fig. 4). Sin embargo los tratados con cloruro de calcio 3,0 % presentaron los valores más altos de aceptabilidad con respecto a apariencia y textura, seguidos de los tratados con lactato de calcio 1,0 % y cloruro de calcio 1,0 %. Los panelistas definieron a los cubos de papaya tratados con cloruro de calcio 1,0 y 3,0 % como

los más firmes al morder, pero con un color menos intenso comparados con los tratados con lactato de calcio 3,0 %. El testigo agua y el testigo absoluto fueron los cubos que presentaron los valores más bajos en esta variable, encontrándose por debajo de la mediana general (4,90). Hernández *et al.* (2007) señalan que rebanadas de papaya var. Maradol almacenadas 6 días a 5 °C, fueron evaluadas por su aceptabilidad general con una escala hedónica de 0 a 10 (donde 0 = inaceptable y 10 = muy aceptable) y presentaron un valor de 2,0.



**Figura 4.-** Aceptabilidad general de papaya ‘Maradol’ fresca cortada, tratada con cloruro y lactato de calcio (1,0 y 3,0 %), y almacenada a 5 °C durante 8 días. Escala: 0 = no aceptable y 10 = aceptable. Las barras indican el error estándar ( $n = 6$ ).

### CONCLUSIONES

Los tratamientos con lactato y cloruro de calcio al 1,0 y 3,0 % no afectaron la calidad química ni sensorial de los productos frescos

cortados de papaya var. Maradol, sin embargo los tratamientos con cloruro de calcio 1,0 y 3,0 % fueron los que brindaron mayor firmeza y color durante el almacenamiento. En general ningún tratamiento aplicado influyó en la

calidad nutracéutica (por su contenido de fenólicos antioxidantes) de los productos frescos cortados de papaya. De igual forma, se mantuvo la inocuidad de dichos productos durante el almacenamiento por lo que resultaron ser seguros para la salud del consumidor. Por lo anterior, se concluye que el tratamiento con cloruro de calcio al 3,0 % podría ser el más adecuado para la comercialización de productos frescos cortados de papaya var. Maradol.

### REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 3M. 2010. 3M™ Petrifilm™ Yeast and Mold Count Plates. [http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en\\_US/Microbiology/Food Safety/product-information/product-catalog/?PC\\_7\\_RJH9U523003DC023S7P92O3O87\\_nid=3N7FH8F4D4be29BDXSBJ7Fg1](http://solutions.3m.com/wps/portal/3M/en_US/Microbiology/Food%20Safety/product-information/product-catalog/?PC_7_RJH9U523003DC023S7P92O3O87_nid=3N7FH8F4D4be29BDXSBJ7Fg1)
- Al Eryani, A.R.; Mahmud, T.M.M.; Syed-Omar, S.R. and Mohamed-Zaki, A.R. 2008. Effects of calcium infiltration and chitosan coating on storage life and quality characteristics during storage of Papaya (*Carica papaya* L.). *International Journal of Agricultural Research*. 3(4):296-306.
- Alandes, L.; Hernando, I.; Quiles, A.; Perez-Munuera, I. and Lluch, M.A. 2006. Cell wall stability of fresh-cut Fuji apples treated with calcium lactate. *Journal of Food Science*. 71(9):S615-S620.
- AOAC. 1998. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of Analysis*. (16ta. ed.). Washington, USA.
- APHA. 2001. American Public Health Association. *Compendium of methods for the microbiological examination of foods*. (4th. ed.). Washington D. C., USA.
- Bourne, M.C. 1980. Texture evaluation of horticultural crops. *HortScience*. 15(1):51-57.
- Cano, M.P.; Sánchez-Moreno, C.; de Pascual-Teresa, S. y de Ancos, B. 2005. Procesado mínimo y valor nutricional. En *Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados*. (pp. 127-135). Guadalajara, México: Logiprint Digital S. de R. L. de C. V.
- Jagtiani, J.; Chan, H.T. and Sakai, W.S. 1988. Papaya. In *Tropical fruit processing*. (pp. 105-145). USA: Academic Press, Inc.
- Chantanawarangoon, S. 2000. Quality maintenance of fresh-cut mango cubes. (pp. 125). Master Thesis. University of California, Davis, USA.
- de Oliveira-Silva, E.; Gutierrez-Carnelessi, M.A.; Jacomino, A.P.; Puschmann, R.; Ferreira-Soares, N.F.; Alves, R.E.; Luiz-Mosca, J.; Cunha-Filgueiras, H.A.; Rocha-Bastos, M.S.; Dussán-Sarria, S. y Yaguíu, P. 2005. Formas de presentación. (pp. 37-55). En *Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados*. Guadalajara, México: Logiprint Digital S. de R. L. de C. V.
- Gorny, J.R.; Hess-Pierce, B. and Kader, A.A. 1999. Quality changes in fresh-cut peach and nectarine slices as affected by cultivar, storage atmosphere and chemical treatments. *Journal of Food Science*. 64(3):429-432.
- Heredia, J.B. and Cisneros-Zevallos, L. 2002. Wounding stress on carrots increases the antioxidant capacity and the phenolics content. In *Abstracts IFT (Institute of Food Technologists) Annual Meeting & Food Expo*. June 15-19. (Session 76C-15). Anaheim, California, USA.
- Hernández, Yurena; González, Mónica y Lobo, M. Gloria. 2007. Efecto de la aplicación de recubrimientos comestibles sobre la calidad sensorial de papaya mínimamente procesada. En 'Simposio Avances tecnológicos en el procesado mínimo hortofrutícola. Aspectos nutricionales y sensoriales' del V Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha y Agroexportaciones. 29 Mayo-02 Junio. Cartagena, Murcia, España.

- ña. Proyecto CYTED XI.22. Desarrollo de tecnologías para la conservación de vegetales frescos cortados. (pp. 39-46). ISBN: 968-5862-11-7.
- Ibar, L. 1983. La papaya. En Cultivo del aguacate, chirimoyo, mango, papaya. (pp. 159-171). México: Editia Mexicana, S. A.
- Luna-Guzmán, Irene and Barrett, Diane M. 2000. Comparison of calcium chloride and calcium lactate effectiveness in maintaining shelf stability and quality of fresh-cut cantaloupes. *Postharvest Biology and Technology*. 19(1):61-72.
- Lee, Geum Ju; Chung, Hwan Wook; Lee, Ki Heon and Ahn, Hong Seok. 2005. Antioxidant vitamins and lipid peroxidation in patients with cervical intraepithelial neoplasia. *Journal of Korean Medical Science*. 20:267-72.
- Mahmud, T.M.M.; Al Eryani-Raqeeb, A.; Syed-Omar, S.R.; Mohamed-Zaki, A.R. and Al Eryani, Abdul Rahman. 2008. Effects of different concentrations and applications of calcium on storage life and physicochemical characteristics of papaya (*Carica papaya* L.). *American Journal of Agricultural and Biological Science*. 3(3):526-533.
- Moret, Yuli; López, Jeaneth y Sánchez Carlos. 2010. Quimiopreención de condiciones potencialmente malignas y cáncer bucal. *Acta Odontológica Venezolana*. 48(1):1-8.
- Muñoz de Chávez, M.; Chávez, V.A.; Roldán, A.; Ledesma, S.; Mendoza, M.E.; Pérez-Gil, R.F.; Hernández, C. y Chaparro, F. 1996. Papaya. En Tablas de valor nutritivo de los alimentos de mayor consumo en Latinoamérica. (pp. 136). México: Editorial Pax México.
- NOM. 1995. Norma Oficial Mexicana NOM-093-SSA1-1994. Bienes y servicios. Prácticas de higiene y sanidad en la preparación de alimentos que se ofrecen en establecimientos fijos. <http://bibliotecas.salud.gob.mx/gsd/collect/nomssa/index/assoc/HASH5b22.dir/doc.pdf>
- Rivera-López, J.; Vázquez-Ortiz, F.A.; Ayala-Zavala, J.F. y González-Aguilar, G.A. 2004. Efecto del corte y la temperatura de almacenamiento en la calidad de papaya fresca cortada (*Carica papaya* L. cv. "Maradol"). *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. 6(2):83-94.
- Rotondo, Rosana; Ferratto, Jorge Adrián y Firpo, Inés Teresa. 2008. Alimentos y salud. Hortalizas mínimamente procesadas o de IV gama. *Revista Agromensajes*. 26. <http://www.fcagr.unr.edu.ar/Extension/Agromensajes/26/3AM26.htm>
- RTCA. 2008. Reglamento Técnico Centroamericano. Alimentos. Criterios microbiológicos para la inocuidad de alimentos. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.04.50:08.
- SAGARPA-SIAP. 2010. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación-Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Cierre de la producción agrícola por cultivo. Anuario estadístico de la producción agrícola. [http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com\\_wrapper&view=wrapper&Itemid=350](http://www.siap.gob.mx/index.php?option=com_wrapper&view=wrapper&Itemid=350)
- Santamaría-Basulto, Felipe; Sauri-Duch, Enrique; Espadas y Gil, Francisco; Díaz-Plaza, Raúl; Larqué-Saavedra, Alfonso and Santamaría, Jorge M. 2009. Postharvest ripening and maturity indices for Maradol papaya. *Interciencia*. 34(8):583-588.
- Sañudo-Barajas, J. Adriana; Labavitch, John; Greve, Carl; Osuna-Enciso, Tomás; Mui-Rangel, Dolores and Siller-Cepeda, Jorge. 2009. Cell wall disassembly during papaya softening: role of ethylene in changes in composition, pectin-derived oligomers (PDOs) production and wall hydrolases. *Postharvest Biology and Technology*. 51(2):158-167.
- Soliva-Fortuny, R.C.; Oms-Oliu, G. and Martín-Belloso, O. 2002. Effects of ripeness stage on the storage atmosphere,

color, and textural properties of minimally processed apple slices. *Journal of Food Science*. 67(5):1958-1963.

Swain, T. and Hillis, W.E. 1959. The phenolics

constituents of *Prunus domestica*. I. The quantitative analysis of phenolics constituents. *Journal of the Science of Food and Agriculture*. 10(1):63-68.