

## ESTUDIO COMPARATIVO DEL USO DE ATMÓSFERAS PASIVAS Y ACTIVAS EN LA CONSERVACIÓN DE PAPAYA MARADOL MÍNIMAMENTE PROCESADA

Reyes Chavarria A. T\*, Trejo Márquez Ma. A, Lira Vargas A. A, Pascual Bustamante, S. Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Laboratorio de Postcosecha de Productos Vegetales, Centro de Asimilación Tecnológica, Jiménez Cantú s/n, San Juan Atlamica, C.P. 54729, Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México.\* [andreatrejo@unam](mailto:andreatrejo@unam)

### RESUMEN

El objetivo del presente trabajo fue asegurar la calidad de papaya 'Maradol' mínimamente procesada mediante la aplicación de atmósfera modificada activa y pasiva para el aumento de su vida útil. Para su cumplimiento, se seleccionó papaya amarillo-naranja, se hizo el procedimiento de un producto mínimamente procesado, donde se desinfectó con radiación UV-C, y se aplicó un recubrimiento a base de alginato como atmósfera activa y un envase con film de baja permeabilidad al oxígeno como atmósfera pasiva; evaluándose firmeza, liberación de líquido, sólidos solubles totales, composición atmosférica y presencia de microorganismos coliformes y mesófilos; de acuerdo a los resultados obtenidos en la comparación de la atmósfera modificada resultó ser la atmósfera activa la que preservara por más tiempo los parámetros de calidad de la papaya presentando una mayor firmeza, sólidos solubles totales y menor liberación de líquido que la atmósfera pasiva. Se concluyó que el recubrimiento a base de alginato más cloruro de calcio (atmósfera activa) son una buena alternativa para alargar la vida de anaquel y preservar los parámetros de calidad de la papaya.

### ABSTRACT

The aim of this work was to ensure the quality of papaya 'Maradol' minimally processed by applying active and passive for increased life modified atmosphere. For compliance, papaya yellow-orange was selected proceedings of a minimally processed product, which was disinfected with UV-C radiation is made, and a coating based on alginate as active atmosphere and a container of film applied low oxygen permeability and passive atmosphere; evaluated firmness, releasing fluid, total soluble solids, atmospheric composition and presence of coliform and mesophilic microorganisms; according to the results of the comparison of the modified atmosphere turned out to be that the active atmosphere longer preserve the quality parameters of the papaya presenting a greater firmness, and lower total solids liquid release passive atmosphere. It was concluded that alginate based coating over calcium chloride (active atmosphere) are a good alternative to extend shelf life and preserve quality parameters of papaya.

**Palabras clave:** Atmósfera modificada, papaya 'Maradol'.

Área: Frutas y Hortalizas.

### INTRODUCCIÓN

La papaya se considera fuente de antioxidantes (carotenos, vitamina C y flavonoides), vitamina B (ácido fólico, ácido pantoténico), minerales (potasio, magnesio, entre otros) y fibra. Adicionalmente, es fuente de papaína (enzima

digestiva) que es utilizada en las industrias: alimentos, farmacéutica, productos de belleza y cosmética (SAGARPA, 2009).

Según datos de Institute of Food and Agriculture Science de Florida, la papaya se produce en más de 60 países y su producción se concentra en naciones en vías de desarrollo. En 2010 la producción de papaya se estimó en 11.22 millones de toneladas y la tasa de crecimiento anual de su producción a nivel mundial fue del 4.35% (IFAS, 2010).

En los principales métodos de conservación de la papaya, así como de otros frutos se encuentra el empleo de atmósferas controladas y modificadas, el uso de aditivos y recubrimientos, la utilización de radiaciones ionizantes y no ionizantes, bajas y altas temperaturas; la combinación de algunos de estos métodos ha derivado en la obtención de productos con una mínima intervención los cuales se conocen como frescos cortados o mínimamente procesados (Rosales, 2009).

Por otro lado, los cambios en los estilos de vida y un incremento en la necesidad por reducir el tiempo para preparar los alimentos, así como las nuevas costumbres de alimentación, han ocasionado un incremento en el consumo de alimentos listos para comer, en especial vegetales frescos mínimamente procesados (García, 2006).

Los productos mínimamente procesados se definen como los preparados mediante una única o varias operaciones unitarias apropiadas tales como pelado, cortado en rodajas, fragmentación, obtención de zumos, etc., asociado a un parcial tratamiento de conservación o radiación y envasado (Wiley, 1997).

En dichos productos, se han aplicado tecnologías emergentes, tales como la ozonización, ultrasonicación y la radiación ultravioleta, para la conservación de este tipo de frutas y verduras, así como también el uso de atmósferas modificadas.

Con respecto a los materiales de envasado suelen emplearse polímeros con propiedades de barrera, el envasado activo y pasivo tiene como finalidad incrementar el tiempo de conservación y preservar sus propiedades.

## **MATERIALES Y MÉTODOS**

**Material biológico.** Se utilizaron frutos de papaya variedad "Maradol" de buena apariencia (aspecto sano), en estado de madurez amarillo-naranja, adquiridas en la central de la Ciudad de México.

**Obtención de mínimamente procesados.** La elaboración del producto mínimamente procesado se llevó a cabo mediante las operaciones unitarias de recepción, lavado (agua y jabón), pelado, troceado (cubos de 2x2 cm), desinfección (radiación UV-C) y envasado (atmósfera activa y pasiva). La atmósfera activa se realizó a base de un recubrimiento de alginato al 0.5% más cloruro de calcio al 1% y para generar la atmósfera pasiva se utilizó un envase y un film con baja permeabilidad al oxígeno, donado por la empresa de Phoenix.

### **Evaluación de parámetros de calidad.**

La firmeza se determinó con un penetrómetro manual (Tr, FT327) expresando los resultados en Kg/cm<sup>2</sup> (NMX-FF-014-SCFI, 1982). Liberación de líquido se realizó mediante el método gravimétrico, los resultados fueron expresados en % de jugo

desprendido (Brasil y Gomez, 2012). Los sólidos solubles totales se determinaron con un refractómetro digital (Atago, 211). Los resultados se expresaron en °Brix (NMX-F-103, 1982). La composición atmosférica en el espacio de cabeza se determinaron utilizando un analizador de gases (QualTrack 902D) con el cual se midió el porcentaje de CO<sub>2</sub> y O<sub>2</sub> retenido en el espacio de cabeza de cada empaque.

**Análisis microbiológico.** Se realizaron pruebas microbiológicas de coliformes y mesófilos aerobios por medio del método siembra directa y conteo en placa expresadas en unidades formadores de colonias por gramo (UFC/g), (NOM-111-SSA1, 1994) y (NOM-113-SSA, 1994).

**Análisis estadístico.** Se realizó un diseño completamente al azar y pruebas de rango múltiple (Tukey) con nivel de significancia de 0.05 mediante un paquete estadístico SPSS.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La firmeza de los cubos de papaya presentó diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) a lo largo del almacenamiento, al inicio del almacenamiento los trozos de papaya en atmósfera activa presentaron 52.7% menor firmeza con respecto a los conservados en atmósfera pasiva que mostraron una firmeza de 5.5N, y al final de estudio, los trozos de papaya en atmósfera activa presentaron una firmeza 46.4% mayor respecto a los almacenados en atmósfera pasiva (Figura 1). El resultado de que la atmósfera activa haya sido mayor, se pudo deber a que los recubrimientos al estar en contacto con los cubos de papaya tuvieron inactivación de enzimas de degradación de pared celular (Oms-Oliu *et al.*, 2008).

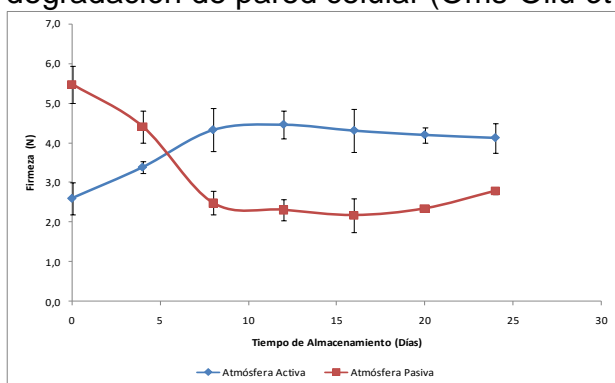
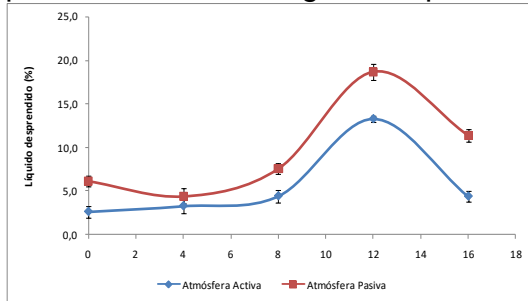


Figura 1. Cambios en la firmeza de papaya mínimamente procesada conservada en atmósfera modificada (activa y pasiva) a 5°C. Las barras verticales representan  $\pm$  la desviación estándar.

## Liberación de líquido

La liberación de líquido que se presentó en ambas atmósferas al inicio del estudio presentó un valor menor al 7%; sin embargo, los trozos de papaya conservados en atmósfera activa mostraron tener a lo largo del almacenamiento menor liberación de líquido en 42.1% presentando diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) con la liberación de líquido de los almacenados en atmósfera activa. Al doceavo día en ambas atmósferas se presentó un desprendimiento de jugo mayor en 200% con respecto al octavo día, y al final del almacenamiento, se presentó que los trozos de papaya en atmósfera pasiva mostraron 159.1% mayor liberación de líquido que los

conservados en atmósfera activa (Figura 2). El efecto que se tuvo en la atmósfera pasiva ayudó a reducir la pérdida de jugo debido a la barrera creada por los polímeros usados según lo reportado por Brasil y Gomez, (2012).

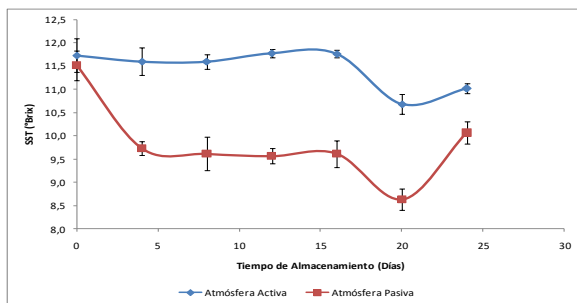


**Figura 2. Variación de la liberación de líquido en papaya mínimamente procesada en atmósfera modificada (activa y pasiva) a 5°C.**

### Sólidos solubles totales (SST)

El contenido de sólidos solubles totales mostró claramente una tendencia a disminuir en 12.2% por parte de los trozos de papaya en atmósfera pasiva del inicio al final del estudio, por otra parte los conservados en atmósfera pasiva mantuvieron sus °Brix hasta el día 16. En ambos productos se mostró una disminución de dicho parámetro, mostrando diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) en los sólidos solubles totales, durante todo el almacenamiento (Figura 3).

El comportamiento observado se debe a que durante el almacenamiento el contenido de sólidos solubles totales se explica mediante la solubilización y síntesis de hidratos de carbono ya que los sólidos solubles están estrechamente ligados con la maduración de la fruta (Waghmare, 2013).



**Figura 3. Cambios en sólidos solubles totales (SST) de papaya mínimamente procesada en atmósfera modificada (activa y pasiva) a 5°C**

### Composición atmosférica

Los cambios observados de las concentraciones de  $O_2$  y  $CO_2$  de las muestras almacenadas a 5°C decrecieron presentando un comportamiento similar en los trozos de papayas de ambas atmósferas, al inicio del almacenamiento se alcanzó una concentración de  $CO_2$  de 38.3% menor de los trozos de papaya conservados en atmósfera pasiva con respecto a las muestras de atmósfera activa, caso contrario se presentó en la concentración de  $O_2$  en las muestras de atmósfera pasiva, la cual fue 10 veces mayor con respecto a la atmósfera activa (Figura 4). Durante el estudio se observó diferencia significativa ( $p \leq 0.05$ ) entre las concentraciones de  $CO_2$  y  $O_2$ .

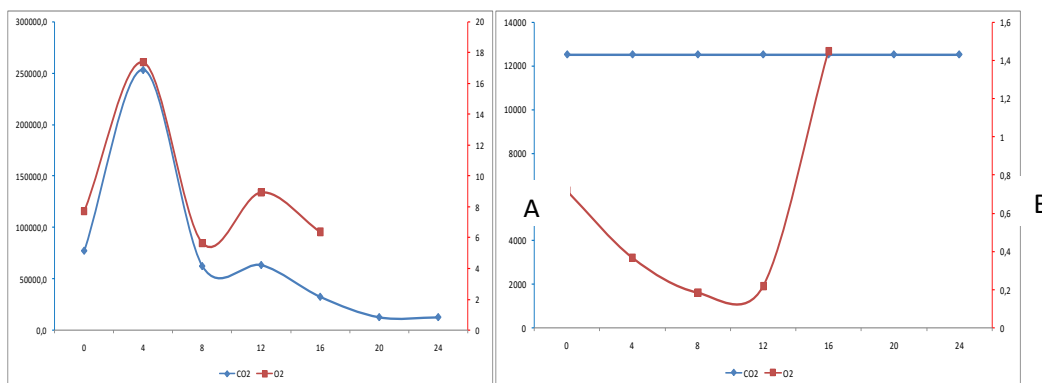


Figura 4. Cambios del contenidos de oxígeno y dióxido de carbono en papaya mínimamente procesada en atmósfera modificada. A) Atmósfera activa, B) Atmósfera pasiva.

Según Waghmare, 2013 explica que los productos frescos cortados en general tienen una mayor tasa de respiración que los productos intactos probablemente a la mayor área y superficie expuestas a la atmósfera para el aumento de la actividad de las células dañadas.

### Análisis microbiológico

El contenido de microorganismos en papaya mínimamente procesada no presentó diferencia significativa ( $p \geq 0.05$ ) entre los trozos de papaya debido a que durante el almacenamiento se presentaron  $< 100$  UFC/g de presencia de coliformes, mesófilos, mohos y levaduras incubadas a 35°C por 24 h, 32°C por 48h y 25°C por 3 días respectivamente; este comportamiento se mostro durante los 20 días de almacenamiento en las muestras de papaya en atmósfera pasiva, por el contrario las muestras con recubrimiento mostraron presencia de microorganismos mesófilos, mohos y levaduras a los 20 días siendo un valor estimado de 440 a 350 UFC/g para mesófilos 245 a 1510 UFC/g para mohos y levaduras en los días 20 y 24 de almacenamiento, teniendo resultados por de bajo de la regulación española (7 log UFC/g).

### CONCLUSIONES

La atmósfera modificada activa presentó una mayor preservación de la papaya durante más tiempo logrando mantener sus parámetros de calidad, y resulta ser más accesible económicamente ya que los envases con propiedades de baja permeabilidad generan un mayor costo a la industria alimentaria y por ende hacia el consumidor.

## AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo fue financiado por el proyecto PAPITT (IT201513): Desarrollo de envases activos para la conservación de frutos frescos y mínimamente procesados de la Dirección General de Asuntos del personal Académico de la UNAM.

## BIBLIOGRAFÍA

Brasil, I., Gomez C., Puerta A., Castell M., Moreira R. (2012). Polysaccharide-based multiyered antimicrobial edible coating enhances quality of fresh-cut papaya. *Food Science and Technology*, 47: 39-45.

García M., Ventosa M., Díaz R., Casariego A. (2006). "Efecto de coberturas de alginato de sodio enriquecidas con aloe vera en la calidad de zanahoria mínimamente procesada". *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 21(3): 62.67.

IFAS. (2010). *Institute of Food and Agriculture Sciences*. Recuperado el 23 de Octubre de 2010, Recuperado en: <http://edis.ifas.ufl.edu/fe917>

NORMAS: (NMX-F-103, 1982; NMX-FF-014-SCFI, 1982; NOM-111-SSA1, 1994; NOM-113-SSA, 1994). Recuperado el 12 de Octubre de 2013. Disponible en: <http://www.colpos.mx/bancodenormas/nmexicanas/NMX-F-103-1982.PDF>

<http://www.salud.gob.mx/unidades/cdi/nom/111ssa14.html>

Oms-Oliu. (2008). Using polysaccharide-based edible coatings to enhance. *Food Science and Technology* .41: 1862-1870.

Rosales, M. C. (2009). Mejora de la calidad de piña mínimamente procesada con tratamineto por irradiación UV-C. Tesis de Licenciatura: Universidad Nacional Autónoma de México. México.

SAGARPA. (2009). Recuperado el 2 de septiembre de 2013. Disponible en: [http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios\\_promercado/PAPA\\_YA2009](http://www.sagarpa.gob.mx/agronegocios/Documents/Estudios_promercado/PAPA_YA2009)

Wiley, R. C. (1997). "Frutas y Hortalizas Mínimamente Procesadas y Refrigeradas". España: Acribia.