

POSTCOSECHA

ARTÍCULO ORIGINAL

Deshidratación osmótica de rodajas de fruta bomba (*Carica Papaya L*) cultivar Maradol roja en tres agentes edulcorantes

Osmotic dehydration of papaya (Carica papaya L) Cv. Maradol Slices in three osmotic agents

M.Sc. Mirna Morgado Martínez, Dr.C. Guillermo Armando Pérez García, M.Sc. Damaris Pérez Luna,
M.Sc. Maita Eulalia Ávila Espinosa

Universidad Ciego de Ávila, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Básicas y Específicas,
Ciego de Ávila, Cuba.

RESUMEN. Se evaluó el efecto de la osmodeshidratación de la fruta bomba cultivar Maradol roja en tres edulcorantes; Crema de miel 75° Brix, Jarabe de miel 30° Brix y Jarabe de sacarosa 30° Brix, con el objetivo de evaluar la factibilidad de utilizar estos tratamientos en la obtención de fruta bomba mínimamente procesada por métodos sostenibles. Se caracterizó la cinética de los procesos en rodajas de fruta bomba, para lo que se evaluó la pérdida de agua y la ganancia de soluto, tanto del edulcorante como de las rodajas, durante el proceso de osmodeshidratación, se determinó el porcentaje de pérdida de masa de la fruta. El edulcorante Crema de miel 75° Brix produjo efectos cinéticos que favorecen la deshidratación osmótica de las rodajas de fruta bomba, alcanzando el 62% de pérdida de agua a las 16 h de iniciado el proceso.

Palabras clave: Carica papaya, osmodeshidratación, agentes edulcorantes.

ABSTRACT. It was evaluated the effect of osmodehydration in the papaya, cultivar red Maradol, taking into account three osmotic agents; Honey cream 75° Brix, Honey syrup 30° Brix and Sucrose syrup 30° Brix, in order to evaluate the feasibility to use these treatments to obtain minimally processed papaya by sustainable methods. The kinetics of the processes in papaya slices were characterized, whereby, the loss of water and the solute gain, not only of the osmotic agents but also the slices, during the osmodehydration and the percentage of mass loss of the fruit they were evaluated. The Honey cream 75° Brix produced kinetic effects that favour the osmotic dehydration of papaya slices, reaching 62% of loss of water after 16 h of initiating the process.

Keywords: Carica papaya, osmodehydration, osmotic agents.

INTRODUCCIÓN

La deshidratación osmótica es una técnica que, aplicada a productos frutales y hortícolas, permite reducir su contenido de humedad hasta un 50-60% e incrementar el contenido de sólidos solubles. Si bien el producto obtenido no es estable para su conservación, su composición química permite obtener, después de un secado con aire caliente o temperatura fría, un producto final de buena calidad organoléptica. Mediante esta técnica, la fruta es puesta en contacto con una solución concentrada de sales ó azúcares, estableciéndose una doble transferencia: agua desde el producto hacia la solución, junto con sustancias naturales (azúcares, vitaminas, pigmentos) y

en sentido opuesto, solutos de la solución hacia la fruta. En consecuencia el producto pierde agua y gana sólidos solubles (Spiazzi *et al.*, 2001). Algunos factores como la naturaleza del alimento a deshidratar, tamaño del alimento, solución osmótica utilizada, condiciones de operación, tratamiento previo al proceso de deshidratación (escaldado), pueden influir en el tiempo necesario para que el producto alcance el equilibrio osmótico con la solución osmoactiva (Espinosa *et al.*, 2006). Esta investigación tiene como objetivo evaluar diferentes tipos de edulcorantes en el proceso de deshidratación de la fruta bomba, cultivar Maradol roja, madura.

MÉTODOS

Ubicación de la investigación

La investigación se realizó en el Laboratorio de Microbiología de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad “Máximo Gómez Báez” de Ciego de Ávila. Se evaluaron frutos de fruta bomba (*Carica papaya* (L), cultivar Maradol roja, seleccionados según características de óptima calidad externa y con 8° Brix.

Operaciones preliminares al proceso de deshidratación (preparación del material vegetal)

Se tomaron ocho frutos que fueron lavados externamente con detergente comercial y enjuagados con agua potable, se sometieron a escaldado en vapor de aire caliente por un minuto a temperatura de 98° C.

Los frutos se pelaron y trocearon en rodajas de 1,5 cm de grosor en forma de media luna con un cuchillo de acero inoxidable esterilizado. Después de este procedimiento el material se sometió a un segundo escalde por inmersión de las rodajas en agua en ebullición durante dos minutos.

Caracterización bromatológica de la materia prima

Se tomó una muestra de 100 g de rodajas de la parte superior, central y basal de la fruta madura proporcionalmente, homogenizándola en una licuadora comercial, durante tres minutos. Se tomaron tres muestras y se procedió a la determinación de los sólidos solubles por refractometría, mediante un refractómetro Abbe, según Norma Técnica Cubana 77-22-4 (1982). El contenido de vitamina C (mg/100 g de masa fresca) por titulación con NaOH 0.1N con indicador fenolftaleína según Norma Técnica Cubana 77-22-16 (1982). El porcentaje de humedad y la acidez de la fruta se determinaron según Dávila (1999).

Preparación de los edulcorantes

- Jarabe de sacarosa: Se diluyeron 200 g de azúcar comercial en agua destilada hasta alcanzar 30° Brix. El pH final 6,0.
- Jarabe de miel: Se diluyeron 200 g de miel de abejas en agua destilada hasta alcanzar 30° Brix. El pH final 4,0.
- Crema de miel: Extraída del panal en su estado natural con 75° Brix y pH 4,5.

La temperatura existente durante la preparación de los edulcorantes fue de 23° C.

Deshidratación osmótica

Se sumergieron las rodajas en los tres agentes edulcorantes en una relación jarabe/fruta 2:1 (volumen: peso) en recipientes de vidrio, durante 24 h a temperatura ambiente. Para cada tratamiento se utilizaron cuatro muestras de la fruta, que constituyeron las réplicas. Cada dos horas se determinaron los sólidos solubles totales (grado Brix) tanto en los edulcorantes, como en las frutas, así como la masa inicial y final de la misma. Se determinó el porcentaje de pérdida de masa de la fruta y

ganancia de solutos según Ríos *et al.* (2005).

$$PP = [(Mi - Mf) / Mi] \cdot 100, \%$$

donde:

PP - porcentaje de pérdida de masa de la fruta, %;
Mi - masa inicial de fruta bomba variedad Maradol, g;
Mf - masa final de fruta bomba variedad Maradol, g.

$$\text{Ganancia de solutos de la fruta} = C2F - C1F$$

donde:

C1F - concentración inicial de la fruta, grado Brix;
C2F - concentración final de la fruta, grado Brix.

$$\text{Ganancia de solutos del edulcorante} = C2E - C1E$$

donde:

C1E - Concentración inicial del edulcorante, grado Brix;
C2E - Concentración final del edulcorante, grado Brix.

En el procesamiento de los datos estadísticos se emplearon las pruebas estadísticas de Kolmogorov-Smirnov y Prueba de Levene para comprobar supuestos de distribución normal y homogeneidad de varianzas, respectivamente. Al cumplirse estos supuestos, se aplicó la prueba de análisis de varianzas (ANOVA), aplicándose la prueba de comparaciones múltiples DHS de Tukey. Se utilizó como procesador estadístico el Statistical Package for Social Sciences SPSS, (2002) versión 11.5 sobre Windows Copyright © SPSS Inc., 1998-2002.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La fruta bomba, cultivar Maradol roja, utilizada para el desarrollo del experimento, presentó las características bromatológicas cualitativas que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Características bromatológicas de la materia prima de la fruta bomba, cultivar Maradol roja, en estado fresco

Características	Valores
Sólidos solubles (grado Brix)	8,0
Humedad (%)	92
Acidez del fruto (%)	0,1
Vitamina C (10 mg/g)	22,9

Respecto a la concentración de sólidos solubles totales, el material utilizado presentó 8° Brix. Leyva (2002), indica valores entre 9,4 y 9,6 al evaluar esta característica en fruta bomba hawaiana. La acidez presentó valores muy bajos y altos contenido de vitamina C.

El material posee una humedad muy alta, aspecto que indica Ceballos, (2005), al señalar que los frutos de esta especie presentan una humedad entre el 85,9 y 92,6%.

Valdés (2008), señala que la relación producto fresco/ producto final es de 14/1 y la define como un producto bueno para realizar el proceso de deshidratación osmótica en una escala desde excelente a malo, dado por sus características óptimas al final del proceso de secado.

La Figura 1 muestra los porcentajes de pérdida de masa de las rodajas según el tiempo del proceso.

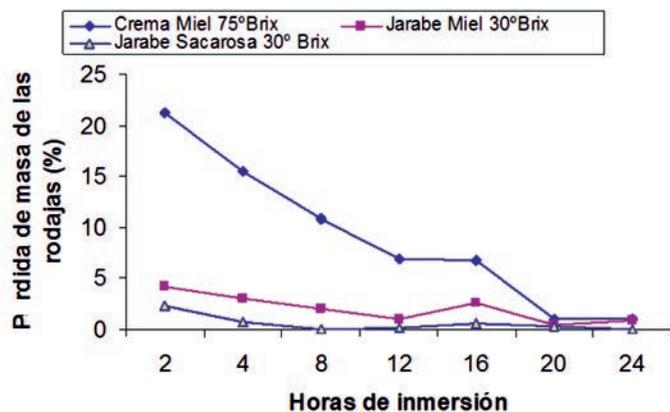


FIGURA 1. Cinética de la pérdida de masa de las rodajas de fruta bomba cultivar, Maradol roja, bajo el efecto de tres agentes osmodeshidratadores.

La crema de miel 75° Brix resultó el agente deshidratante de mayor efectividad, pues ya a las 2 h del proceso había logrado hacer la mayor extracción de agua de la fruta al compararse con los otros dos edulcorantes que poseían concentración de 30° Brix. El proceso de pérdida de masa de la fruta continuó con las extracciones mayores en el edulcorante crema de miel hasta las 8 h y disminuyó hasta hacerse estable después de las 16 h. Este análisis muestra que un aumento en la eliminación de agua de las rodajas de la fruta bomba, cultivar Maradol roja, ocurre con una alta velocidad de deshidratación en la crema de miel en las primeras 2 h y continua muy activamente hasta las 8 h. Resultados similares obtuvieron Barbosa y Vega (2002), los que concluyeron que la mayor pérdida de agua por los alimentos en un proceso de secado osmótico se produce en las primeras 6 h, constituyendo las 2 iniciales las de mayor velocidad de eliminación de agua.

De igual forma coinciden en lo informado por Rastogi *et al.* (2004), quienes plantean que en el proceso de osmodeshidratación se presenta una fase inicial con una velocidad alta de transferencia, que corresponde a la salida de agua desde las células superficiales que se encuentran en contacto con la solución osmótica.

Nowakunda *et al.* (2004), señalan esta misma tendencia cinética cuando realizaron osmodeshidratación en rodajas de banano. Estos autores afirman que las condiciones óptimas de deshidratación se producen en las soluciones osmóticas de 55 a 65° Brix.

En la Figura 2 se expone la interacción de la concentración (grado Brix) del edulcorante crema de miel, que mostró mayor poder osmodeshidratante como se señala en la Figura 2 y el porcentaje acumulativo de la pérdida de masa de agua de las rodajas de fruta bomba, cultivar Maradol roja.

En el análisis cinético de esta interacción pone de manifiesto

que las primeras cuatro horas son en las que se produce la mayor deshidratación de la fruta, con un porcentaje acumulado de pérdida de masa de 36,72%, no obstante al concluir las ocho horas se alcanza el 47,56%. Este es el período de mayor transferencia de agua desde la fruta hacia el edulcorante, la concentración de éste, expresada en grado Brix fue disminuyendo con el tiempo debido al incremento del agua cedida por la fruta. Esta disminución fue progresiva hasta alcanzar un equilibrio desde las 16 horas.

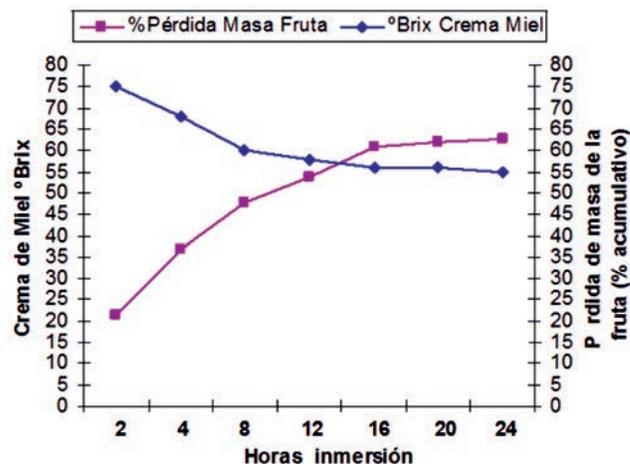


FIGURA 2. Comportamiento de la concentración (grado Brix) del edulcorante crema de miel y la masa de las rodajas de frutabomba, cultivar Maradol roja.

En trabajo realizado por Ríos *et al.* (2005), en osmodeshidratación de papaya hawaiana, encontraron que el edulcorante de mayor poder osmodeshidratante fue la crema de miel y de menor poder la sacarosa; señalan una disminución en los sólidos solubles (grado Brix) del edulcorante en las primeras cinco horas, y por tanto, un incremento en la eliminación de agua, alcanzando el equilibrio a partir de las 15 h de iniciado el proceso.

En la Tabla 2. Se muestran las transformaciones que se produjeron en los sólidos solubles (grado Brix) de las soluciones edulcorantes debidos fundamentalmente a la ganancia de agua en los mismos. Los tres edulcorantes muestran diferencias significativas al final del proceso de osmodeshidratación (24 h). La crema de miel presentó el mayor valor e igualmente la mayor diferencia con la concentración inicial. Esto confirma la mayor capacidad de la crema de miel y la incapacidad de los Jarabes de miel y sacarosa a 30° Brix de concentración para realizar una mayor incorporación de agua y por tanto un porcentaje de pérdida de masa en las rodajas de fruta bomba, cultivar Maradol roja, dentro del edulcorante.

TABLA 2. Variación de la concentración de sólidos solubles (°Brix) en los tres edulcorantes en respuesta a la osmodeshidratación

Grado Brix	Edulcorantes			Error standart
	Jarabe sacarosa 30° Brix	Jarabe de miel 30° Brix	Crema de miel 75° Brix	
Grado Brix Final	24,16b	23,16c	55a	0,13

Medias con letras desiguales muestran diferencias significativas según Prueba de Rangos Múltiples (Tukey $p \leq 0,05$).

Los resultados obtenidos en el presente trabajo para la crema de miel, donde se alcanza un Brix final de 55° a partir de 75° coinciden con los criterios de Ríos *et al.* (2005), quienes obtuvieron para este edulcorante en papaya hawaiana con 78° Brix inicial uno final.

Al analizar la variación de la concentración de sólidos solubles en las rodajas existen diferencias significativas entre los tres edulcorantes, observándose el menor valor en la cre-

ma de miel, aunque en todos se encontró un incremento con respecto al Brix Inicial. Este incremento se debe a la ganancia de solutos (Tabla 3).

TABLA 3. Variación de la concentración de sólidos solubles (grado Brix) en las rodajas en respuesta a la deshidratación osmótica

Grado Brix	Edulcorantes			Error standart
	Jarabe sacarosa 30° Brix	Jarabe de miel 30° Brix	Crema de miel 75° Brix	
Grado Brix final de las rodajas	27a	26b	25c	0,096

Medias con letras desiguales muestran diferencias significativas según Prueba de Rangos Múltiples (Tukey $p < 0,05$).

Según criterios de Azuara *et al.* (2003), la cantidad de agua eliminada durante el proceso es proporcional a la cantidad de sólidos que penetran a la fruta, lo cual está en dependencia del tipo de agente osmoregulador. También Valera *et al.* (2005), plantean que el contenido de sólidos solubles (grado Brix) aumenta en cilindros de mango en solución osmodeshidratante utilizada.

CONCLUSIONES

- El edulcorante crema de miel 75° Brix produjo efectos cinéticos que favorecen la deshidratación osmótica de las rodajas de fruta bomba cultivar Maradol roja, alcanzando el 62% de pérdida de agua a las 16 horas de iniciado el proceso.
- La crema de miel 75° Brix resultó el agente deshidratante de mayor efectividad de los evaluados, pues ya a las 2 h del proceso había logrado hacer la mayor extracción de agua de la fruta al compararse con los otros dos edulcorantes que poseían concentración de 30° Brix.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- AZUARA, N. E., F. GUTIÉRREZ & I. BERISTAIN: *Mass transfer description of the osmotic dehydration of apple slabs*, pp. 95-107, En: Weltichanes, J.; Velez-Ruiz, J. J. and Barbosa, C. G. V. *Transport phenomena in food processing*, CRS, Press., USA, 2003.
- BARBOSA, G; H.VEGA: *Deshidratación de alimentos*, 325pp., Editorial Acribia S.A., Zaragoza, España, 2002.
- CEBALLOS, C.G.: *Estudios de papaya mínimamente procesada por deshidratación osmótica*, Tesis Doctoral, Universidad de Valencia, España, 2005.
- DÁVILA, S. L., y L. R. LÓPEZ: "Transferencia de masa en la deshidratación osmótica al vacío de rodajas de *Ananas comosus* L. Merr Piña", *Rev. Facultad de Ingeniería Industrial*, 8(1):7-12, 2005.
- DÁVILA, L.A.: *Cinética de la Deshidratación Osmótica a Vacío y Atmosférica de la Piña (Ananas comosus L. Merr)*, 101pp., Tesis de Magister, Escuela de Post Grado, Especialidad Tecnología de Alimentos, Universidad Nacional Agraria La Molina, Lima, Perú, 1999.
- ESPINOZA, E. A.; G. LANDAETA; R. MÉNDEZ; A. NÚÑEZ: "Efecto del cloruro de calcio sobre la deshidratación osmótica a vacío en mitades de duraznos (*Prunus persica*) en soluciones de sacarosa", *Revista Científica UDO Agrícola*, 6(1): 121-127, 2006.
- LEYVA, M.: *Utilización de películas hidrofóbicas de quitosano en la deshidratación osmótica de papaya y su efecto en la vida de anaquel*, Tesis de licenciatura, UDLA, Panamá, 2002.
- NC 77-22-16-81.: *Determinación de Vitamina C*, Vig. 1982.
- NC 77-22-4-81: *Determinación de Sólidos Solubles*, Vig. 1982.
- NOWAKUNDA, K., ANA ANDRÉS, & P. FITO: Osmotic dehydration of banana slices as a pretreatment for drying processes. *In: The international drying symposium*, 14., 2004: 2077-2083 São Paulo, Brazil, 2004.
- RASTOGI, K. & K. RAGHAVARAO: "Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple: considering Fickian diffusion in cubical configuration", *Rev. Lebensm.-Wiss. und-Technol.*, 37(1): 43-47, 2004.
- DEHYDRATION OF PINEAPPLE: "Considering Fickian diffusion in cubical configuration", *Lebensm.-Wiss.u.-Technol*, 37: 43-47, 2005.
- RÍOS, M., C. MÁRQUEZ, V. CIRO: "Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*Carica papaya* L.) en cuatro agentes edulcorantes". *Rev. Fac. Nac. Agr.*, 58(2): 2989-3002, 2005.
- SPIAZZI, E. A. Y R. H. MASCHERONI: "Modelo de deshidratación osmótica de frutas y vegetales", [en línea], CIDCA (Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos). *Mat. Serie A.4: 23-32, 2001, Disponible en http // www.itacab.org./redes [Consulta: 10 de septiembre 2011].*
- VALDÉS, M.: *Manual de deshidratación 1. Frutas y Hortalizas [en línea], 2008 Disponible; http://www.manualdeshidratación1.blogspot.com [Consulta: 10 de septiembre 2011].*
- VALERA A., J. ZAMBRANO., W. MATERANO., I. QUINTERO: "Efectos de la concentración de soluto y la relación fruta/jarabe sobre la deshidratación osmótica de mango en cilindros". *Rev. Agronomía Tropical*. 55(1): 117-132, 2005.

Recibido: 10 de febrero de 2012.

Aprobado: 27 de diciembre de 2013.

Mirna Morgado Martínez, Prof. Asistente, Universidad Ciego de Avila, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Departamento de Ciencias Básicas y Específicas, Ciego de Ávila, Cuba, Correo electrónico: morgado@agronomia.unica.cu