

Deshidratación osmótica de rodajas de fruta bomba (*Carica papaya* L.) cultivar maradol en tres agentes edulcorantes

Osmotic dehydration of maradol cultivar (*Carica papaya* L.) in three sweetening agents

Mirna Morgado Martínez*, Guillermo Armando Pérez García**, Damarys Pérez Luna***, Maita Eulalia Ávila Espinosa**** y Rosa María Cepero Olivera*****

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, 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 y 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 horas de iniciado el proceso.

Palabras clave: *Carica papaya, osmodeshidratación, agentes edulcorantes*

* Departamento de Ciencias Básicas y Específicas, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Ciego de Ávila, «Máximo Gómez Báez», Cuba. Correo electrónico: morgado@agronomia.unica.cu

** Departamento de Producción Agropecuaria, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Ciego de Ávila, «Máximo Gómez Báez», Cuba.

*** Auxiliar técnico. Docente de la Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Ciego de Ávila «Máximo Gómez Báez», Cuba.

**** Profesor auxiliar, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Ciego de Ávila «Máximo Gómez Báez», Cuba.

***** Profesor asistente, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Ciego de Ávila «Máximo Gómez Báez», Cuba.

Summary

The osmotic effect of three sweeteners Honey Cream 75 °Brix, Honey Syrup 30 °Brix and sucrose syrup 30 °Brix over dehydration of papaya cultivar red Maradol were evaluated to determine the feasibility of using these treatments to obtain minimally processed papaya by sustainable methods. We have characterized the kinetics of processes in slices of papaya, which was tested by water loss and solute gain both in sweeteners and slices; also, during osmotic dehydration process we determined the mass loss rate of fruits. Honey Cream Sweetener 75 °Brix produced effects which promote kinetic osmotic dehydration of papaya slices, reaching 62 % of water loss at 16 hours in the process.

Key words: Carica papaya, osmotic dehydration, sweetening agents

Introducción

Los procesos de deshidratación más utilizados comprenden la exposición del producto alimenticio a una corriente de aire caliente, el cual suministra el calor latente de vaporización del agua y sirve como agente para transportar el vapor de agua generado. Este método y otros similares, tienen el inconveniente de someter el alimento a altas temperaturas que pueden afectar sus propiedades organolépticas y nutricionales (Zapata, 2002).

La deshidratación osmótica toma auge como un método de procesamiento mínimo, por el ahorro de energía y para mejor control de las pérdidas de sabor y daños en los tejidos, aunado a una mejor retención del color y de los nutrimentos (Khin *et al.*, 2005).

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 o 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).

La deshidratación osmótica se ha utilizado entre otras especies en papaya hawaiana (Ríos *et al.*, 2005), mango (Araújo *et al.*, 2007), melón (Falade *et al.*, 2007), cebolla (Mota *et al.*, 2010) y banano (Fernando *et al.*, 2011).

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). La miel de abejas posee una concentración natural (pura) de 75 % °Brix y es una importante fuente antioxidante.

Dado lo anterior, el objetivo de esta investigación fue evaluar diferentes tipos de edulcorantes en el proceso de deshidratación de la fruta bomba, cultivar maradol roja, madura.

Materiales y 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, homogeneizándola 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 determinó según Dávila (1999).

Preparación de los edulcorantes

- Jarabe de sacarosa: Se diluyeron 200 gramos de azúcar comercial en agua destilada hasta alcanzar 30° Brix. El pH final fue de 6,0.
- Jarabe de miel: Se diluyeron 200 gramos de miel de abejas en agua destilada hasta alcanzar 30° Brix. El pH final fue de 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 horas 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 (°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).

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

Mi = Masa inicial de fruta bomba variedad maradol (g)

Mf = Masa final de fruta bomba variedad maradol (g)

%PP = Porcentaje de pérdida de masa de la fruta

Ganancia de solutos de la fruta = C2F - C1F

C1F = Concentración inicial de la fruta (°Brix)

C2F = Concentración final de la fruta (°Brix)

Ganancia de solutos del edulcorante = C2E - C1E

C1E = Concentración inicial del edulcorante (°Brix)

C2E = Concentración final del edulcorante (°Brix)

Análisis estadísticos

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®, © 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. Valor promedio de ocho frutos.

Características	Valores	Error estándar
Sólidos solubles (°Brix)	8,0	0,24
Humedad (%)	92,0	2,05
Acidez del fruto (%)	0,1	0,01
Vitamina C (10mg/g)	22,9	0,18

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 alto 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 %.

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

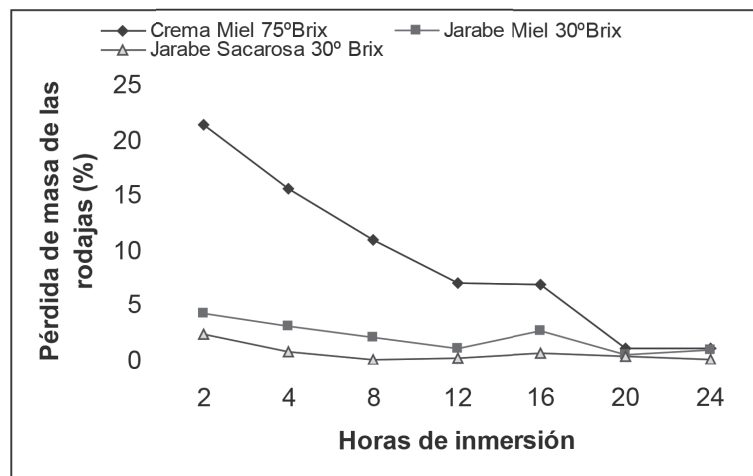


Figura 1. Cinética de la pérdida de masa de las rodajas de fruta bomba, cultivar maradol roja, bajo el efecto de tres agentes osmódeshidratadores.

La crema de miel 75° Brix resultó el agente deshidratante de mayor efectividad, pues ya a las dos horas 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 ocho horas y disminuyó hasta hacerse estable después de las dieciséis horas. 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 dos horas y continúa muy activamente hasta las ocho horas. Resultados similares obtuvieron Barbosa y Vega (2002), quienes concluyeron que la mayor pérdida de agua por los alimentos en un proceso de secado osmótico se produce en las primeras seis horas, constituyendo las dos 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), señalaron 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 (grados 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.

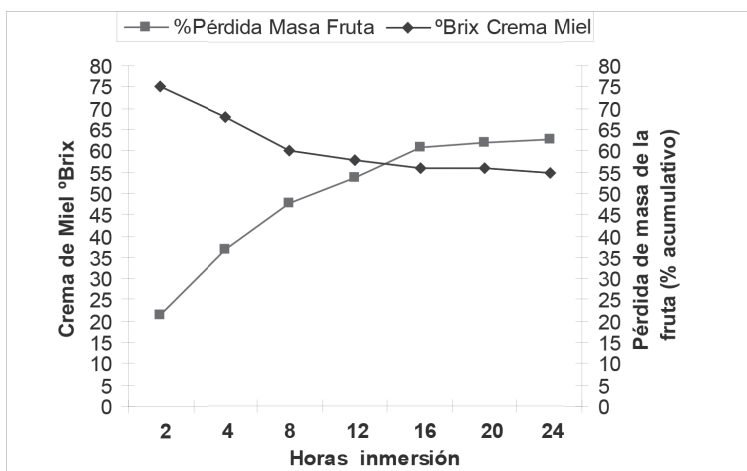


Figura 2. Comportamiento de la concentración (grados Brix) del edulcorante crema de miel y la masa de las rodajas de fruta bomba, cultivar maradol roja.

En el análisis cinético de esta interacción se 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 este, expresada en grados 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.

En trabajo realizado por Ríos *et al.* (2005) en osmodeshidratación de papaya hawaiana, se encontró que el edulcorante de mayor poder osmodeshidratante fue la crema de miel y de menor poder la sacarosa; dicho trabajo señala una disminución en los sólidos solubles (grados 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 horas de iniciado el proceso.

En la tabla 2 se muestran las transformaciones que se produjeron en los sólidos solubles (grados Brix) de las soluciones edulcorantes, debidas

fundamentalmente a la ganancia de agua en los mismos. Los tres edulcorantes muestran diferencias significativas al final del proceso de osmodeshidratación (24 horas). 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 (grados Brix) en los edulcorantes y las rodajas en respuesta a la osmodeshidratación.

Grado Brix final	EDULCORANTES			
	Jarabe sacarosa	Jarabe de miel	Crema de miel	Error estándar
En edulcorantes	24,16b	23,16c	55,00a	0,13
En rodajas	27,00a	26,00b	25,00c	0,096

Medias con letras desiguales en las filas muestran diferencias estadísticas 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 de 55°.

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 crema de miel, aunque en todos se encontró un incremento con respecto al Brix inicial. Este incremento se debe a la ganancia de solutos (tabla 2).

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 (grados 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, pues ya a las dos horas 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 bibliográficas

- Araújo de S., Kelvina. (2007). *Otimização do processo de desidratação osmótica de manga* (*Mangifera indica L*) *variedade espada*. (Tesis de maestría). Universidad de Pernambuco. Recife. pp. 1- 60.
- Azuaran. E., Gutiérrez L. G. F. y Beristain G. C. I. (2003). Mass transfer description of the osmotic dehydration of apple slabs. En: Welti-Chanes, J.; Vélez-Ruiz, J. J. y Barbosa, C. G. V. *Transport phenomena in food processing* (pp. 95-107). Boca Ratón: CRC.
- Barbosa, G. y Vega, H. (2002). *Deshidratación de alimentos*. Zaragoza: Acribia.
- Ceballos C. G. (2005). *Estudios de papaya mínimamente procesada por deshidratación osmótica*. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Valencia. Valencia.
- Dávila, L. A. (1999). *Cinética de la deshidratación osmótica a vacío y atmosférica de la piña* (*Ananascomosus L. Merr*). (Tesis de maestría). Escuela de Postgrado. Especialidad Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima.
- Espinoza, E. A., Landaeta, C. G., Méndez, N. J. R. y Núñez, C. A. (2006). Efecto del cloruro de calcio sobre la deshidratación osmótica a vacío en mitades de duraznos (*Prunuspersica*) en soluciones de sacarosa. *Revista Científica UDO Agrícola*, 6 (1), 121-127.
- Falade, K. O., Igbeka, J. C. y Ayanwuyi, F. A. (2007). Kinetics of mass transfer and colour changes during osmotic dehydration of watermelon. *Journal of Food Engineering*, 80, 979-985.
- Fernando, W., Low, H. C. y Ahmad, A. L. (2011). Dependence of the effective diffusion coefficient of convective drying of sliced materials. A study on slices of banana, cassava and pumpkin. *Journal of Food Engineering*, 102, 310–316.
- Gutiérrez, M. G., Rodríguez, M. A. y Vit, P. (2008). Miel de abejas, una fuente de antioxidantes. *Fuerza Farmacéutica*, 1, 39-44.
- Hernández, C., Ossa, S., Ramírez, L. y Herrera, W. (2011). Influencia del espesor y la temperatura en el secado de carambola (*Averrhoa carambola L.*) *Ingenierías & Amazonia*, 4(2), 131-142.
- Khin, M.M., W. Zhou and Perera C. (2005). Development in the combined treatment of coating and osmotic dehydration of food. A Review. *International Journal of Food Engineering*, 1(1), article 4. Recuperado de <http://bepress.com/ijfe/vol1/iss1/art4>.
- Leyva, M. (2002). *Utilización de películas hidrofóbicas de quitosano en la deshidratación osmótica de papaya y su efecto en la vida de anaquel*. (Tesis de licenciatura). Universidad de las Américas. Puebla.
- Mota, C. L., Luciano, C., Dias, A., Barroca, M. J., Hernández, M. S. y Barrera, J. A. (2010). Bases Técnicas Guiné, RPF. 2010. Convective drying of onion: Kinetics and nutritional evaluation. *Bioproducts Processing*, 88, 115–123.
- Cuba. Oficina Nacional de Normalización. Norma Técnica Cubana 77-22-16. 1982.
- Cuba. Oficina Nacional de Normalización. Norma Técnica Cubana 77-22-4. 1982.
- Nowakunda, K., Andrés, A. y Fito, P. (2004). Osmotic dehydration of banana slices as a pretreatment for drying processes. En *14th. International Drying Symposium*. São Paulo, Brasil.
- Rastogi, N. K., y Raghavarao, K. S. M. S. (2004). Mass transfer during osmotic dehydration of pineapple: Considering Fickian diffusion in cubical configuration. *Lebensmittel-Wissenschaft und -Technologie*, 37, 43–47.
- Ríos P., M. M., Márquez C., C. J. y Ciro V., H. J. (2005). Deshidratación osmótica de frutos de papaya hawaiana (*Carica papaya L*) en cuatro agentes edulcorantes. *Revista Facultad Nacional de Agronomía (Medellín)*, 58 (2), 2989-3002.
- Spiazzi, E. A. y Mascheroni, R. H. (2001). Modelo de deshidratación osmótica de frutas y vegetales. *Mat. Serie A*, 4, 23-32. <http://www.itacab.org/redes>.

Valera, A., Zambrano, J., Materano, W. y Quintero, I. (2005). Efectos de la concentración de soluto y la relación fruta/jarabe sobre la deshidratación osmótica de mango en cilindros. *Agronomía Tropical*, 55 (1), 117-132.

Zapata, J., Carvajal, L. y Ospina, N. (2002). Efectos de la concentración de solutos y la relación jarabe/fruta sobre la cinética de deshidratación osmótica de papaya en láminas. *Interciencia*, 27 (5), 1-14.