

## Evaluación de la calidad de la fruta bomba (*Carica papaya L.*) variedad Maradol roja deshidratada utilizando el método de deshidratación osmótica (DO)

### *Evaluation the quality of variety Maradol roja after be dehydrated by means of Osmotic dehydration (DO)*

Sahylin Muñiz Becerá<sup>1</sup>; Annia García Pereira<sup>2</sup>; Andrés Calderín García<sup>3</sup>; Antihus Hernández Gómez<sup>2</sup>

**RESUMEN.** La deshidratación es uno de los métodos más utilizados para la conservación de frutas y vegetales, mediante su uso se logra extender los periodos de almacenamiento preservando siempre la calidad de los productos. El presente trabajo tiene como objetivo evaluar la calidad de la fruta bomba (*Carica papaya L.*) variedad *Maradol roja* como fruta fresca y después de ser sometida a un proceso de deshidratación osmótica (DO). Durante el análisis se determinó a las frutas frescas: masa, firmeza, talla, pH y contenido de sólidos solubles (SSC), posteriormente las frutas fueron troceadas en piezas de  $1 \times 5 \pm 2$  cm para ser sometidas a un tratamiento de DO a  $60^\circ\text{C}$  durante un tiempo de 4 horas. Además, se determinaron los valores de masa y firmeza de las piezas de frutas antes y después de deshidratadas para determinar la pérdida de peso y la variación de la firmeza durante el proceso. Como principales resultados se obtuvo que el producto deshidratado por DO experimenta una pérdida de peso y una variación de firmeza de 65,6% y 82,09% respectivamente. Los indicadores económicos refieren que el proceso de DO asciende al monto de 15.21 pesos para una masa total de 439,3 g, un nivel de aceptación de 98% y un periodo de conservación de 90 días.

**Palabras clave:** deshidratación, deshidratación osmótica, calidad y fruta bomba.

**ABSTRACT.** Dehydration is one of the methods most used during fruit and vegetables conservation, through it use products storage periods can be extended preserving good quality indexes. The present work is focused in: To evaluate papaya fruit (*Carica papaya L.*) variety *Maradol roja* as fresh fruit and after be dehydrated by means of Osmotic dehydration (DO). During the analysis fruit quality properties such as: mass; size; SSC; pH and Firmness were determined for the fresh entire fruit and pieces ( $1 \times 5 \pm 2$  cm) prior dehydration process (DO,  $60^\circ\text{C}$  during 4 hours and AC). Besides, fruit pieces mass and firmness were measured once completed each process to determine weight lost and firmness variation. As principal results were obtained that weight lost by means of DO was 65,6% and the firmness variation was 82,09%. The economic indicators refer that the process of DO ascends to the mount of 15.21 Cuban peso for a total mass of 439,3 g, a level of acceptance of 98% and a period of conservation of 90 days.

**Keywords:** dehydration, osmotic dehydration, quality and papaya.

## INTRODUCCIÓN

Los métodos de conservación surgieron desde la antigüedad. Estos fueron en su inicio técnicas sencillas (salado, desecado, ahumado, etcétera) sin embargo, su evolución paulatina los ha convertido a raíz de los avances científico-tecnológicos que se vienen sucediendo en el mundo actual, en técnicas más

depuradas como son: la congelación, la refrigeración, el secado y la deshidratación (Vega y Lemus, 2006).

La deshidratación es uno de los procesos más utilizados en la preservación de alimentos y tiene como objetivo reducir el contenido de humedad del producto para lograr periodos de almacenamiento más largos. Existen diferentes métodos de deshidratación como son: el tradicional secado al sol utilizan-

**Recibido** 04/09/09, aprobado 12/11/10, trabajo 10/11, investigación

<sup>1</sup> Ing. Prof., Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Apartado Postal 18-19, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba, E-✉: sbecera@isch.edu.cu

<sup>2</sup> Dr. C., Prof., Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, Mayabeque, Cuba

<sup>3</sup> MSc., Prof., Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Agronomía, Mayabeque, Cuba

do secadores solares, por flujo de aire caliente, microondas, liofilización, atomización, deshidratación osmótica, secado al vacío, por congelación al vacío, entre otros, los cuales han sido aplicados a granos, a frutas y a vegetales; sin embargo uno de los más empleados es el método de deshidratación osmótica por la efectividad en su aplicación (Zapata, 1998; Riva, 2005).

La deshidratación osmótica (DO) es una técnica de remoción de agua que consiste en sumergir frutas u hortalizas, troceadas o enteras, en una solución hipertónica compuesta por solutos capaces de generar una presión osmótica alta, ocurriendo una doble transferencia de sustancias: sustancias de la fruta a la solución y solutos de la solución a la fruta. Este método permite aumentar la vida útil del producto así como mejorar las características sensoriales del mismo (Molano, 1996; Ayala, 2001).

En Cuba los tratamientos de secado y deshidratación son principalmente conocidos para el secado de granos, no existiendo una cultura de consumo de frutas o vegetales de forma deshidratada y es por esta razón que el presente trabajo tiene como objetivo evaluar la calidad de la fruta bomba (*Carica papaya L.*), variedad *Maradol roja* como fruta fresca y después de ser sometida a un proceso de deshidratación osmótica.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Diseño experimental

#### Caracterización del material de investigación

Las frutas de fruta bomba (*Maradol roja*) fueron obtenidas en la finca "La Asunción", situada en el municipio San José de las Lajas, provincia La Habana y se recolectaron de modo que no presentaran daños físicos o mecánicos en su exterior y en el estado de madurez entre 3 y 4 (pintona o rayona) para lo cual se utilizó un panel de expertos y se tomó como referencia la norma mexicana NMX-FF-041-SCFI-2007 que establece los estados de maduración de la fruta bomba para la variedad *Maradol roja* a través de una carta de colores. Los valores medios de masa y talla de las frutas fueron de aproximadamente 800 g y 9,2 cm.

#### Caracterización de las condiciones experimentales

La investigación fue realizada en el laboratorio de calidad y de química de las facultades de mecanización agropecuaria y de agronomía respectivamente. Durante el experimento los laboratorios se encontraban abiertos con circulación de aire existiendo en los mismos una humedad relativa (HR) de 79,5% y una temperatura promedio de 25,7°C.

#### Metodología para la determinación de las principales propiedades de calidad de la fruta bomba (*Carica papaya L.*) variedad *Maradol roja* en su estado fresco

Se determinó las siguientes propiedades que definen calidad en las frutas frescas:

- masa (balanza electrónica modelo LG-1001a)

- firmeza mediante la resistencia al pinchazo de las frutas enteras con cáscara y troceadas (penetrómetro digital modelo CEMA-C08)
- pH (peachímetro digital modelo PHSJ-4A)
- SSC (refractómetro manual modelo CARLZEISS DDR 000247).

Las frutas fueron peladas y cortadas en piezas (trozos) de 1 x 5±0,2 cm utilizando un total de 80 piezas para ser sometidas al tratamiento de deshidratación osmótica, trozos de igual talla, seleccionados al azar fueron utilizados para la determinación de la firmeza (tres pinchazos por pieza en las caras laterales ubicados a puntos equidistantes, dos en cara A y uno en cara B; los mismos trozos fueron licuados (licuadora modelo Duole DL-768, China) individualmente para obtener el valor de pH y SSC.

#### Metodología para la deshidratación osmótica de la fruta bomba (*Carica papaya L.*) variedad *Maradol roja*

Una vez obtenidos los 80 trozos o piezas a utilizar en el proceso de DO se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

- Inmersión de las piezas de fruta en agua caliente a 70 °C por 2 min.
- Inmersión en leche de cal o hidróxido de calcio (1,5 g/L) a 50 °C por 15 minutos a fin de mejorar la textura de la fruta (relación fruta: hidróxido de 1:1).
- Inmersión en ácido cítrico al 2% (relación 1:1) para ajustar el pH y contribuir a un mejoramiento del sabor final del producto.
- Colocar en un recipiente las piezas de fruta para ser deshidratadas osmóticamente (60 °C de temperatura, tiempo 4 horas). Como solución osmótica se utiliza un jarabe de azúcar de 70 °Brix (relación fruta: almíbar de 1:4). La elaboración del jarabe se realiza teniendo en cuenta las *Normas de Calidad para las conservas vegetales* (B.O.E. 30-11-84 y 3-12-84) (Norma B.O.E., 1984).
- Completado el proceso de osmosis, se enjuagan las piezas de frutas en agua a 70 °C por 3 segundos para remover el exceso de jarabe,
- Inmersión en una mezcla de jarabe a 70 °Brix con bisulfito de sodio (relación 1:1), por 15 minutos.
- Colocación las piezas de fruta en una bandeja metálica para ser sometidas a un proceso de secado por aire caliente a temperatura y tiempo de 60°C y 3 horas respectivamente (estufa digital modelo Venticell).

Concluido el proceso de deshidratación osmótica un panel de expertos realizó el análisis del producto deshidratado en cuanto a: apariencia visual y sabor, en el caso de éste último la evaluación se realizó a través de una prueba de degustación donde participaron el panel antes mencionado y un grupo 30 compañeros con edades promedio entre 19-50 años, los cuales fueron encuestados para determinar la aceptación del producto tomando como indicadores las calificaciones de poco agradable, medianamente agradable y muy agradable. También se determinó la masa y firmeza al producto deshidratado siguiendo el mismo procedimiento que para la fruta fresca.

Luego, se determina la variación de masa que experimentan las piezas de frutas durante el proceso, lo que como propiedad se denomina pérdida de peso (Pp):

$$Pp = \frac{\sum_{l=n} m_i - \sum_{l=n} m_f}{\sum_{l=n} m_i} \quad (1)$$

donde:

Pp-pérdida de peso;

$m_i$ -masa inicial de fruta antes de ser deshidratada osmóticamente;

$m_f$ -masa de la fruta luego de ser deshidratada osmóticamente.

Concluido todo el tratamiento, el producto deshidratado se guarda en bolsas de polietileno de mediana densidad 15 X 15 cm), estas bolsas se sellan al vacío y se almacenan a temperatura ambiente para monitorearlas en el tiempo hasta determinar los períodos óptimos de almacenamiento del producto deshidratado.

### Metodología para la determinación de los indicadores económicos

Para la determinación de los indicadores económicos utilizamos la Norma Cubana 3438-2003 modificada, donde fueron establecidos:

1- gastos directos.

$$Gd = S + A + R + C + O \quad (2)$$

donde:

S-salario del obrero o técnico de laboratorio encargado de realizar y controlar el proceso, peso;

A-gastos de renovación (amortización), peso;

R-gastos por mantenimiento técnico de los equipos, peso;

C-gastos por consumo de energía eléctrica, peso;

O-gastos en insumos y materiales auxiliares, peso.

2- gastos de salario del obrero o técnico de laboratorio encargado de realizar y controlar el proceso.

$$S = \frac{1}{W_{07}} \cdot \sum_{j=1}^K H_j \cdot P_j \quad (3)$$

donde:

Hj-cantidad de obreros o técnicos de servicio;

Pj-pago del personal de servicio según la tarifa salarial por jornada laboral;

$W_{07}$ -el valor de productividad, para estos procesos se considera igual a uno porque se establece en función de la cantidad de bandejas obtenidas con productos elaborados en una jornada laboral.

3- gastos de renovación (amortización) de los equipos

$$A = \frac{B \cdot a}{100 \cdot W_{07} \cdot Cza} \quad (4)$$

donde:

A-gastos de renovación (amortización), peso;

B-precio del equipo nuevo, peso;

a-coeficiente de descuento para la renovación (amortización)

Cza-carga zonal anual.

4- carga zonal anual.

$$Cza = D \cdot t \quad (5)$$

donde:

D-cantidad de días de trabajo del equipo;

t-cantidad de horas de trabajo del equipo en un día.

5- gastos por consumo de energía eléctrica.

$$Co = \sum_{i=1}^n Ce \cdot x \cdot t \quad (6)$$

donde:

Co-consumo energético total de la actividad, kW;

Ce-consumo de energía del equipo, kW/h;

t-tiempo de trabajo de un equipo, h.

6- costo por consumo de energía eléctrica.

$$C = Co \cdot Val \quad C = Co \cdot Val \quad (7)$$

donde:

Val-precio actual del kW, peso/kW;

7- gastos en insumos y materiales auxiliares.

$$O = \sum_{i=1}^n Cp \cdot x \cdot Pp \quad (8)$$

donde:

Cp-cantidad de producto utilizado;

Pp- precio del producto, peso.

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Después de procesados los datos y obtenidos los gráficos mediante el uso del programa Microsoft office Excel 2007 se obtuvieron los siguientes resultados:

La Tabla 1, muestra las propiedades de calidad de la fruta fresca, que en el caso de las enteras los valores medios de masa y talla fueron de 1026,3 g y 12,26 cm respectivamente mientras que para las piezas de fruta (trozos), estos fueron de 14,66 g y 1 x 5±0,2 cm respectivamente. Los datos de pH y SSC son similares en ambos casos (frutas enteras y piezas) presentando valores de 6,26 y 7,96% respectivamente. Los valores de firmeza fueron de 3,73 kgf/cm<sup>2</sup> para la fruta entera y de 0,96 kgf/cm<sup>2</sup> para la fruta cortada apreciándose una disminución sustancial en los valores de las piezas (trozos) de fruta con respecto a la fruta entera, lo que se justifica ya que en el caso primer caso (cortada) las mediciones se realizaron sin cáscara y en el segundo caso (entera) con cáscara.

**TABLA 1. Propiedades de calidad de las frutas enteras**

Fruta	Masa (g)	Talla (cm)	SSC (%)	pH	Firmeza (kgf/cm <sup>2</sup> )
entera	1 026,6	12,26	7,96	6,26	<b>3,73</b>
piezas	14,66	1 x 5±0,2	-	-	<b>0,96</b>

**Resultados del proceso de deshidratación osmótica de la fruta bomba (*Carica papaya L.*) variedad Maradol roja**

Las Figuras 1 y 2, muestran el comportamiento de la masa y la firmeza durante el proceso de deshidratación osmótica de la fruta bomba. En el caso de la masa esta disminuye de 439,9 a 151,2 g, debido a la pérdida de agua que experimentan las piezas de fruta durante la deshidratación, fenómeno que caracteriza a este tipo de proceso; lo que significa que el 65,6% de la masa inicial fue perdida durante la obtención del producto deshidratado. La literatura reporta que en investigaciones realizadas puede esperarse una merma de la masa desde 62 a 67%, (Ayala, 2001; Chavarro *et al.*, 2006).

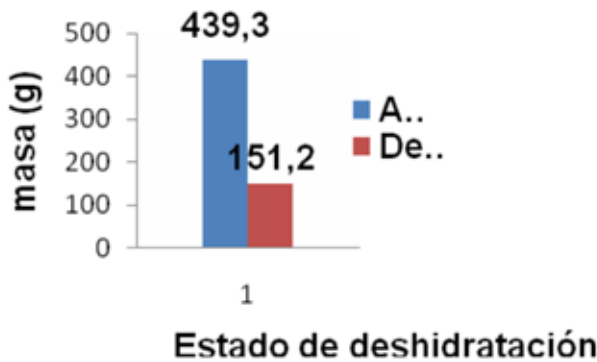


FIGURA 1. Comportamiento de masa durante el proceso de deshidratación osmótica de fruta bomba (*Carica papaya L.*), variedad *Maradol roja*.

En el caso de la firmeza ocurre un incremento desde 0,96 hasta 5,36 kgf/cm<sup>2</sup> lo que es una consecuencia de la pérdida de agua, el aumento del contenido de masa seca y el endurecimiento exterior de los trozos deshidratados debido a la cristalización del azúcar contenida en el jarabe que se utilizó como solución osmótica, por lo que ocurre una variación de firmeza de 82,09%. Estos resultados, coinciden con los obtenidos por, Ayala y Adolfo, 2001 y Pérez *et al.*, 2005.

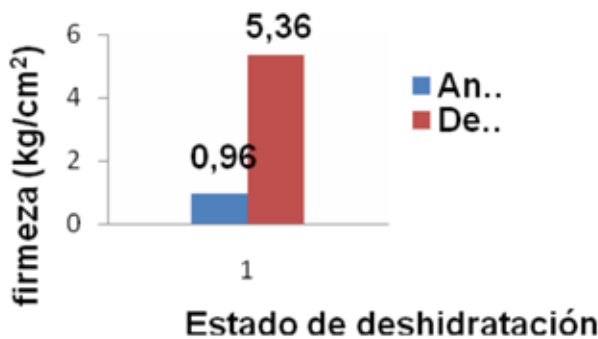


FIGURA 2. Comportamiento de la firmeza durante el proceso de deshidratación osmótica fruta bomba (*Carica papaya L.*), variedad *Maradol roja*.

Como criterio general del panel de expertos (7 especialistas) y el resto de los 30 encuestados se puede resumir como que: el producto deshidratado osmóticamente fue calificado de poseer una apariencia agradable (100%) y en cuanto al sabor muy agradable (98%), el 1,5% lo calificó de medianamente agradable y el 0,5% como poco agradable, además a los 90 días la fruta bomba deshidratada osmóticamente aun conservaba todas sus propiedades.

**Resultados de los indicadores económicos obtenidos por el método de deshidratación osmótica**

La Figura 3 muestra los gastos en que se incurren durante el proceso de deshidratación osmótica: los gastos por consumo de energía eléctrica representan el 7,23%, los gastos de salario el 69,03%, los gastos en materiales y sustancias químicas (preservantes) utilizadas el 16% y los gastos de amortización (depreciación) de los equipos empleados el 7,74%, ascendiendo el valor de los gastos totales al monto de 15.21 pesos para una masa de 439,9 gramos, aproximadamente 8 frutas.

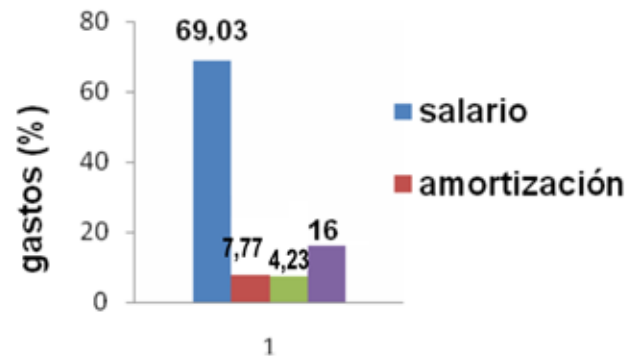


FIGURA 3. Gastos en porcentaje del proceso de deshidratación osmótica de la fruta bomba.

**CONCLUSIONES**

- La fruta bomba (papaya) fresca presenta como principales propiedades de calidad: una resistencia a la penetración (firmeza) de 3,73 kgf/cm<sup>2</sup>; SSC de 7,96% y pH de 6,26 para la fruta entera; la firmeza una vez cortada la fruta en trozos fue de 0,96 kgf/cm<sup>2</sup> (sin cáscara).
- Las piezas de fruta experimentaron una pérdida de peso (variación de masa) de 65,6% y una variación de firmeza de 82,09%.
- La fruta deshidratada osmóticamente tuvo una aceptación de 98% (según criterio del panel de expertos y compañeros encuestados).
- El método de deshidratación osmótica de la fruta bomba, pueden considerarse como económicamente viable, ya que

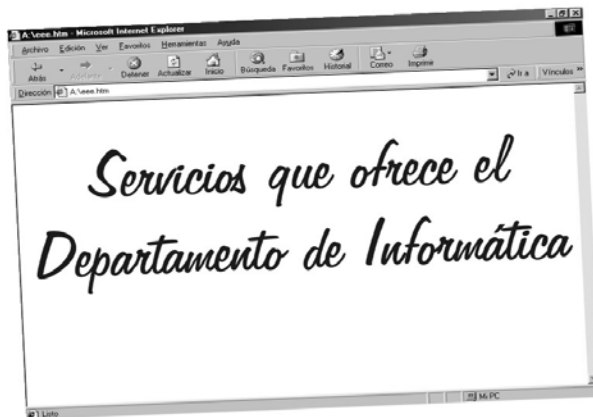
los insumos utilizados y los consumos energéticos involucrados son mínimos, ascendiendo el valor de los gastos totales del proceso a 15.21 peso para una masa de 439,9 gramos, aproximadamente 8 frutas.

- Durante el monitoreo de las propiedades del producto almacenado, hasta el momento, luego de 90 días de almacenamiento las frutas deshidratadas osmóticamente conservan la misma apariencia y sabor, que el día en que fueron empaquetadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AYALA, A.: *Aplicación de la deshidratación osmótica e impregnación a vacío en la crioprotección de mango*, Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias Agronómicas), Universidad Politécnica de Valencia, España, 2001.
- CHAVARRO, C., C. OCHOA-MARTÍNEZ y A. AYALA-APONTE: "Efecto de la madurez, geometría y presión sobre la cinética de transferencia de masa en la deshidratación osmótica de papaya (*Carica papaya L.*, var. Maradol)". *Ciencia y Tecnología de los Alimentos*, 26(3): 596-603, 2006.
- LEMUS, R. y A. VEGA: "La rehidratación de alimentos deshidratados". *Revista chilena*, 33(3): 10-15, 2006.
- MOLANO, L.: "Deshidratación de piña variedad Cayena Lisa por métodos combinados" *Cenicafé*, 47(3): 140-158, 1996.
- NORMA B.O.E.: *Normas de calidad para las conservas vegetales (B.O.E. 30-11-84 y 3-12-84)*, Madrid, España, Vig. 1984.
- NORMA ISO. *Una-en ISO 9000-1; 9001, 9002 y 9003., 1994.: Normas para la gestión y aseguramiento de la calidad*, Vig. 1994.
- NORMA NMX-FF-041-SCFI-2007: *Norma mexicana de estados de maduración de la fruta bomba para la variedad Maradol roja a través de la carta de colores*, Vig. 2007.
- PÉREZ, M., C. CARDOZO C. y H. CIRO.: *Deshidratación osmótica de frutos de papaya Hawaiiiana (Carica papaya L.) En cuatro agentes edulcorantes*, Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Medellín, Colombia, 2005.
- RIVA, M.: "Structure-property relationships in osmo-air-dehydrated apricotcubes", *Food Research International*, 38: 533-542, 2005.
- ZAPATA, M.: *Determinación de parámetros cinéticos del alcohol etílico como agente osmodeshidratante*, 99pp., Tesis (en opción al título de Especialista en Ciencia y Tecnología de Alimentos), Universidad Nacional de Colombia, Facultad de Ciencias Agropecuarias, Medellín, 1998.

# Universidad Agraria de La Habana



## Diseño y montaje de Proyectos de Redes

### Diseño y montaje de Proyectos de Informática Educativa

*Cursos*

- Diseño de Páginas WEB
- Programación bajo ambiente WEB
- Programación bajo ambiente Windows
- Sistema de información geográfica
- Diseño de multimedias
- Teleclases

*Para mayor información:* E\_mail: [dmedina@isch.edu.cu](mailto:dmedina@isch.edu.cu)