

CARACTERIZACIÓN DE CUBOS DE GUAYABA (*Psidium guajava* L.) OSMODESHIDRATADOS PARA LA INDUSTRIA DE ALIMENTOS

(Characterization of cubes of guava (*Psidium guajava* L.) osmodehydrated for the Food Industry)

¹Quintero Andreina, ¹Sanabria Neida, ²Pérez Liz

¹Universidad Simón Bolívar, Departamento de Tecnología de Procesos Biológicos y Bioquímicos. Edif. Aulas. Piso 3. Oficina 317A. Valle de Sartenejas, Baruta, Edo. Miranda. Caracas-Venezuela. ²Devenalsa CA, Santa Teresa del Tuy, Edo. Miranda, Venezuela. Email:nsanabria@usb.ve

Recibido: 12-02-2019

Aceptado: 30-04-2019

RESUMEN

Se caracterizaron cubos de guayaba (*Psidium guajava* L.) obtenidos por proceso combinado de deshidratación osmótica y secado por convección como alternativa de producto que preserve características similares al fruto sin tratamiento. Las guayabas seleccionadas fueron lavadas, peladas, cortadas en cubos y sometidas a un proceso de impregnación en solución de sacarosa de 60°Brix bajo una relación fruta:jarabe de 1:2,5 y luego deshidratadas en bandeja a 55°C. La fruta antes y después del proceso de osmodehidratación se caracterizó en parámetros físicos, químicos, y microbiológicos. Los resultados reflejaron un producto osmodehidratado inocuo y de textura firme, con resistencia a daños mecánicos externos, alta capacidad de rehidratación, bajo contenido de humedad ($15,19 \pm 0,05\text{g}/100\text{g}$ de guayaba), alto contenido de azúcares totales, baja acidez ($\text{pH} = 3,85 \pm 0,03$ y $0,42 \pm 0,01\text{g}$ de ácido cítrico/100g de guayaba), y con preservación de color respecto a la fruta fresca en sus tonalidades a y b. Los cubos de guayaba así obtenidos tienen un potencial de uso diverso en la industria alimentaria, bien como aporte nutricional de consumo directo tipo snack, como ingrediente de mezcla o rehidratado para diversas matrices de alimentos.

Palabras clave: *Deshidratación, guayaba, color, textura, rehidratación.*

ABSTRACT

Guava cubes (*Psidium guajava* L.) obtained by combined process of osmotic dehydration and drying by convection were characterized as an alternative product that preserves similar characteristics to the fruit without treatment. The selected guavas were washed, peeled, cut into cubes and subjected to a process of impregnation in sucrose solution of 60 ° Brix under a fruit: syrup ratio of 1: 2.5 and then dehydrated in tray at 55 ° C. The fruit before and after the osmodehydration process was characterized in physical, chemical, and microbiological parameters. The results reflected an innocuous and firm textured osmodehydrate product, with resistance to external mechanical damage, high rehydration capacity, low moisture content ($15.19 \pm 0.05\text{g} / 100\text{g}$ guava), high total sugar content, low acidity ($\text{pH} = 3.85 \pm 0.03$ and $0.42 \pm 0.01\text{g}$ of citric acid / 100g of guava), and with preservation of color with respect to fresh fruit in its tones a and b. The cubes of guava thus obtained have a potential for diverse use in the food industry, as well as a nutritional contribution of direct consumption as a snack, as a mixed ingredient or rehydrated for various food matrices.

Key words: *Dehydration, guava, color, texture, rehydration.*

INTRODUCCIÓN

La aplicación de métodos combinados que emplea deshidratación osmótica y posterior secado por convección es una técnica que permite la obtención de alimentos de humedad intermedia con excelente calidad sensorial y estabilidad de los productos terminados. La elaboración de frutas osmodeshidratados para ser incorporados en diversas aplicaciones alimenticias como postres, lácteos y cereales, abre una amplia posibilidad en el aprovechamiento, preservación, valor agregado y posibilidad de exportación de frutos tropicales (Ayala *et al.*, 2010; Souza de Castro *et al.*, 2016; Vilela *et al.*, 2016). El tratamiento osmótico se lleva a cabo para eliminar parte del agua presente en los alimentos, por inmersión de los mismos en una solución hipertónica altamente concentrada (de sal o azúcar), donde el diferencial de potencial entre la presión osmótica del alimento y la solución circundante proporciona una fuerza impulsora para eliminar el agua de las células.

La guayaba (*Psidium guajava* L.) es una fruta tropical altamente perecedera, susceptible a daños mecánicos y por el frío (Pascual-Pineda *et al.*, 2010). Como fruta es consumida en su estado natural, y también procesada en forma de pulpas, jugos, mermeladas y conservas de gran aceptación en Venezuela, agradable sabor y aroma. La guayaba tiene grandes cualidades nutritivas como ser fuente de vitamina C y sustancias antioxidantes, entre las que destaca el β -caroteno como precursor de la vitamina A, que destaca en rangos entre 102 – 2669

$\mu\text{g}/100\text{g}$ de fruta (De La Rosa *et al.*, 2010), así como poseer un bajo contenido de carbohidratos, grasas, proteínas y alto contenido de humedad.

La obtención de productos derivados de la guayaba como alternativa de conservación mediante la aplicación de métodos combinados agregaría valor a éste fruto perecedero en el país, cuyo potencial se revalorizaría hoy día, donde el esquema de importaciones constituyen altos costos industriales. Bajo esta premisa se enmarca el presente estudio, que tuvo como objetivo principal caracterizar cubos de guayaba obtenido por métodos combinados de deshidratación osmótica y secada en bandeja, en sus características físicas y de textura, química y microbiológica, como un producto que podría complementar requerimientos nutricionales en combinación con otras matrices de alimentos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Selección de la muestra. La guayaba rosada (*Psidium guajava* L.) fue adquirida en el mercado de Quinta Crespo, Distrito Capital y se seleccionaron de acuerdo a su tamaño, estado de madurez, firmeza, ausencia de magulladuras o deterioro. Se empleó un lote de 30 kg de guayaba. Los requisitos de calidad de la materia prima fueron evaluados mediante lo establecido en el Codex Stan 215 1999. Para caracterizar el estado de madurez se empleó una carta de colores acorde a la empleada por Suárez *et al.*, (2009), en función de la cual se seleccionaron frutos que presentaron un estado de madurez intermedio denominado “pintón” (50% amarillas: 50% verdes).

Tratamiento de la guayaba. Las frutas seleccionadas fueron lavadas y sumergidas en una solución de agua clorada a 5mg/L por 15min, para su desinfección. Posteriormente fueron escurridas y secados con papel absorbente. Para la obtención de cubos de guayaba se procedió al pelado manual, se les extrajo la semilla y se cortó el mesocarpio en cubos de grosor de un 1cm, usando una cortadora Modelo Anliker XL, Marca Brummer.

Deshidratación Osmótica. Los cubos de guayaba fueron sumergidos completamente en un sistema constituido por jarabe de sacarosa a 60°Brix a una temperatura de 55°C, acoplado en un baño con agitación constante, al cual se aplicó presión de vacío -400mbar por un tiempo de 2 horas. La proporción fruta/jarabe fue de 1:2,5. Luego del deshidratado osmótico, las guayabas fueron escurridas y secadas con papel.

Deshidratación por Convección. El secado por convección de aire forzado se desarrolló con un deshidratador de bandejas perforadas, marca Havets Saver modelo R-5A, empleando aire caliente a 55°C durante las primeras tres horas y luego a 46°C durante la hora y media restante, efectuándose la transferencia de calor por convección de aire forzado. La velocidad de secado para el proceso fue constante, y se midió en 12,5 m/s, obtenida mediante un anemómetro marca Fisher Scientific.

Análisis físicos y químicos.

Se caracterizó tanto la materia prima como el producto terminado, y los análisis se realizaron por triplicado, seleccionando muestras de forma aleatoria. El contenido de humedad se determinó

siguiendo el método 22.013-2005 de la AOAC. Los sólidos solubles se determinaron acorde al método 942.15 (AOAC, 2005) usando un refractómetro Kruss, modelo DR301-95 (A.Kruss Optronic, Hamburg, Alemania) a 25°C. El pH se obtuvo según lo establecido en el método 945.10 (AOAC, 2005). La acidez titulable se determinó por volumetría según la metodología descrita en 942.15 (AOAC, 2005). Los azúcares totales y reductores se evaluaron utilizando el método de Lane y Eynon, siguiendo la metodología descrita en la Norma COVENIN 3107-94. El contenido de cenizas totales se determinó a través del método directo 92.303-2005 de la AOAC. La determinación del color empleó un colorímetro Hunter Lab, modelo Mini Scan CX1819 (Hunter Associates Lab Inc., Reston, VA, USA), apreciación de L, a y b $\pm 0,01$, para el cual se empleó un ángulo de observación de 10 grados y un iluminante D65. Para evaluar la actividad de agua (a_w) se usó un analizador marca Decagon, modelo CX2 (Decagon Devices Inc., Pullman, USA), apreciación de $a_w \pm 0,001$ (AOAC, 2005).

Análisis de textura. La textura fue evaluada con un texturómetro TA. HD Plus (Surrey, United Kingdom), empleando la celda de Ottawa, usando una velocidad de prueba de 1,5 mm/s, un post-test de velocidad de 10 mm/s y una distancia de 40mm. Para analizar la muestra se procedió a llenar la celda con el alimento hasta el 50% de su capacidad, distribuyendo las piezas de manera uniforme. Se midió firmeza y fuerza de compresión.

Rehidratación. Se evaluó siguiendo la metodología de Doymaz (2014) modificado, que

consistió en sumergir 1 gramo de muestra en un volumen exacto de agua de 100mL durante 20 minutos, a temperatura ambiente (25°C). Una vez finalizado el tiempo de inmersión, se procedió a escurrir la muestra para determinar el contenido de humedad.

Análisis microbiológico. Se realizó el conteo en placa para determinar la presencia de aerobios mesófilos, coliformes totales, mohos y levaduras tanto en la materia prima como en los productos terminados, siguiendo las siguientes normas venezolanas: COVENIN 902-87, 3276-97 y 1337-90, respectivamente.

Tabla 1. Características físicas y químicas en cubos de guayaba sin tratamiento y cubos de guayaba osmodeshidratados.

Análisis	Guayaba sin tratamiento	Guayaba osmodeshidratada
Humedad (g/100g de guayaba)	85,86 ± 0,10 ^a	15,19 ± 0,05 ^b
Actividad de agua a 25,3°C	0,98 ± 0,01 ^a	0,71 ± 0,01 ^b
Sólidos solubles a 23°C (°Brix)	6,20 ± 0,17 ^a	8,03 ± 0,15 ^b
pH a 25°C	3,36 ± 0,02 ^a	3,85 ± 0,03 ^b
Acidez titulable (g de ácido cítrico/100 g de guayaba seca)	3,11 ± 0,13 ^a	0,49 ± 0,02 ^b
Índice de madurez (°Brix/acidez)	14,09	N/A
Azúcares Reductores	19,44 ± 0,04 ^a	2,14 ± 0,13 ^b

Letras diferentes indican diferencias significativas $p \leq 0,05$.

Análisis estadístico. El efecto de procesamiento se analizó a través de la aplicación de una prueba T, empleando el programa Statgraphics Plus 5.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se aprecia en la Tabla 1, la guayaba obtenida mediante la combinación de deshidratación osmótica y secado en bandeja registró una disminución del contenido de humedad en un 82% ($p < 0,05$), y un descenso en la a_w , resultados que

minimizan la degradación bioquímica y microbiológica en el producto (Badui, 2006). El contenido de sólidos solubles de los cubos de guayaba sin procesar registró un valor similar al rango reportado por Rojas y Narváez (2009), mientras que en la guayaba osmodeshidratada se observó que el proceso aplicado tuvo incidencia significativa en su contenido. La acidez obtenida del fruto es comparable a la de guayaba “Manzana”, reportada en el estudio realizado por Rojas y Narváez (2009), cuyo valor fue de $0,38 \pm 0,05$ g ácido cítrico/100g alimento, siendo inferior a la acidez determinada para la guayaba Roja cosechada en Brasil y estudiada por Corrêa *et al.* (2010), con un valor de 0,70g ácido cítrico/100g alimento.

En el producto osmodeshidratado se observó un incremento en el pH y un decaimiento en la acidez titulable, detectándose que el tratamiento aplicado tuvo efectos significativos sobre estas variables ($p < 0,05$) por efectos de aplicación de vacío, que incrementa el paso de ácidos hacia la solución por ósmosis, obteniéndose frutas tratadas al final del proceso con menores valores en acidez (Moreno *et al.*, 2010). Sin embargo, existe un incremento en la

alcalinidad de la fruta, efecto atribuible a la mayor concentración de azúcares absorbidos por el proceso, acorde a Souza de Castro *et al.* (2016). A pesar de esta variación en el pH, su valor final fue inferior a 4, lo que inhibirá el crecimiento de bacterias patógenas.

El contenido de azúcar, según lo expresado por Fennema (2000), varía en un intervalo muy amplio en frutas, las cuales contienen mayores cantidades de azúcares reductores que de sacarosa, lo cual explica el hecho de que el contenido de azúcares totales fue igual al contenido de azúcares reductores en los cubos de guayaba sin tratamiento. Se registró una disminución de los azúcares reductores en el fruto debido a la lixiviación generada en la deshidratación osmótica, desde la matriz del alimento hacia el jarabe (Zou *et al.*, 2013). En lo que respecta al contenido de azúcares totales, se observa un incremento como consecuencia del agregado de sacarosa a través de la solución hipertónica en la deshidratación osmótica, modificándose así su composición inicial. Al hacer mención al contenido de cenizas, se puede observar una disminución de este componente por efecto del procesamiento aplicado ($p < 0,05$), debiéndose posiblemente a pérdidas de cenizas solubles durante la deshidratación osmótica, también relacionadas con la degradación del contenido en vitamina C del fruto.

El índice de madurez se determinó en función de la acidez titulable y del contenido en sólidos solubles, siendo ligeramente inferior al reportado por Rojas y Narváez (2009), quienes determinaron el valor de 16 ± 2 °Brix/acidez para la guayaba

“Manzana”. La selección de este parámetro está relacionado al uso posterior del fruto, así, valores de índices de madurez superiores a 13 son deseados para el procesamiento de la guayaba rosada, ya que es indicativo de que la fruta ha alcanzado su madurez comercial.

Al evaluar la textura (Tabla 2) se pudo medir firmeza y fuerza de compresión de los cubos de guayaba sin tratamiento, siendo la cuantificación de éstos parámetros un aporte valioso para complementar el registro de caracterización en la calidad inicial de la materia prima, ya que la selección de guayabas para su procesado está relacionada con la firmeza al corte. Al contrastar con los cubos de guayaba osmodeshidratados se observó que ambos parámetros incrementaron sus valores significativamente ($p < 0,05$), aspecto que revela una mejora en la calidad final del producto obtenido al tener una firmeza y una resistencia que lo resguardan al daño mecánico por empaquetado y transporte respecto al fruto sin tratamiento, preservando sus características físicas de obtención. Este incremento es cónsono con la pérdida de agua de la fruta por evaporación, la cristalización debida al calentamiento de los azúcares impregnados durante la etapa de deshidratación osmótica y al aumento del contenido de masa seca, lo que provoca a su vez un endurecimiento de la corteza superficial de la misma (García *et al.*, 2013).

Al evaluar parámetros instrumentales *a*, *b* y *L* para definir color, se tiene que la muestra inicial no presentó diferencias significativas ($p > 0,05$) con

respecto al fruto osmodeshidratado en función de los parámetros *a* y *b*, revelando la preservación de tono rojo y amarillento del fruto por efecto de la ósmosis aplicada y inhibición efectiva de la enzima polifenoloxidasasa por efecto de la sacarosa (Zou *et al.*, 2013). Sin embargo, el tratamiento aplicado tuvo efectos sobre el parámetro de luminosidad *L* ($p < 0,05$), disminución relacionada al efecto del oscurecimiento por caramelización del azúcar al estar en contacto con la temperatura sobre la superficie del producto, como también a las posibles degradaciones que sufren los carotenoides del fruto (Castro *et al.*, 2008).

Tabla 2. Características textura, color y capacidad de rehidratación en cubos de guayaba sin tratamiento y cubos de guayaba osmodeshidratados.

	Análisis	Guayaba sin tratamiento	Guayaba osmodeshidratada
Textura	Firmeza (Kg)	2,29 ± 0,32 ^a	18,46 ± 1,52 ^b
	Fuerza de compresión (N)	22,53 ± 3,14 ^a	181,05 ± 14,89 ^b
Color	<i>L</i> *	53,48 ± 3,07 ^a	41,86 ± 1,24 ^b
	<i>a</i> *	26,27 ± 4,93 ^a	23,71 ± 1,38 ^a
	<i>b</i> *	21,86 ± 1,55 ^a	19,02 ± 0,30 ^a

Letras diferentes indican diferencias significativas $p \leq 0,05$

Tabla 3. Características microbiológicas en cubos de guayaba sin tratamiento y cubos de guayaba osmodeshidratados.

Estado del alimento	Aerobios Mesófilos (ufc/g)	Coliformes Totales (ufc/g)	Mohos (ufc/g)	Levaduras (ufc/g)
Guayaba sin tratamiento	3,25 x 10 ⁴	3,65 x 10 ⁴	<10	2,95 x 10 ⁴
Guayaba osmodeshidratada	<10	<10	<10	<10

El comportamiento de los alimentos deshidratados en su rehidratación es un indicativo de su capacidad para absorber agua y adquirir un estado próximo al producto original. La rehidratación de los cubos de guayaba fue cuantificada al evaluar el contenido de humedad en los cubos rehidratados. Se cuantificó 76,75 ± 1,81 g/100g del alimento, que equivale a recuperar el 89% del agua pérdida por proceso combinado de secado. Los productos deshidratados osmóticamente tienen sus tejidos casi intactos, permitiendo así que sean elásticos por su poder de captación de agua, lo cual no ocurre en productos secos sin tratamiento osmótico previo. Este resultado revela que puede ampliarse el uso de los cubos de guayaba osmodeshidratado para aplicaciones donde la rehidratación de la fruta como ingrediente sea requerida para añadir valor a los productos alimenticios.

El estudio microbiológico en los cubos de guayaba señaló una disminución total de todos los grupos microbianos analizados (Tabla 3), reportándose en todos los casos recuentos menores a 10 (ufc/g alimento). Así se tiene que esta disminución permite verificar la incidencia del tratamiento sobre la reducción de la carga microbiológica inicial, logrando un producto estable e inocuo (Vegas y Lemus 2006).

CONCLUSIONES.

Los resultados evidencian la obtención de cubos de guayaba inocuos, que conservan la naturalidad en color respecto al producto sin tratamiento, con un aporte en azúcares que puede ser aprovechado como ingrediente de mezclas en diversos alimentos para el desayuno (yogurt, cereales), así como potencial ingrediente de alimentos cuya base requiera características del fruto rehidratado (helados, sorbetes). La rehidratación resultante en los cubos de guayaba obtenidos contribuye a revalorizar el potencial del producto en su aplicabilidad en la industria de alimentos. Se logró caracterizar parámetros texturales como la firmeza y la fuerza de compresión, valores que permiten complementar la adecuada selección de la fruta para su posterior procesamiento y añaden valor para efecto de manipulación y transporte del producto terminado, siendo éste uno de los principales aportes del presente estudio.

AGRADECIMIENTO

A la empresa Devenalsa S.A, por apoyo, financiamiento y seguimiento durante el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 18° ed. Washington D.C.
- Ayala A., Giraldo C. y Serna L. 2010. Cinéticas de deshidratación osmótica de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*). *Interciencia*. 35(7): 539-544.
- Badui D. 2006. Química de los Alimentos. Cuarta Edición. México: Editorial Pearson Educación. pp 736.
- Castro A., Rodríguez L., Vargas E. 2008. Secado de Uchuva (*Physalis peruviana* L.) por aire caliente con pretratamiento de osmodeshidratación. *Vitae. Rev Fac Quim*. 15 (2): 236-231.
- Codex Stan. 1999. Norma del Codex para la Guayaba N° 215. FAO-OMS, Roma.
- Corrêa J., Pereira L., Vieira G., Hubinger M. 2010. Mass transfer kinetics of pulsed vacuum osmotic dehydration of guavas. *J Food Eng*. 96 (4): 498-504.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1994. Azúcar. Determinación de azúcares reductores. (2da Revisión). N° 3107-94. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas. Venezuela. 11p.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1987. Alimentos. Método para el recuento de colonias de bacterias Aerobias en placa petri (2da Revisión). N° 902-87. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas. Venezuela. 8p.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1990. Alimentos. Método para el recuento de Mohos y Levaduras. N° 1337-

90. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas. Venezuela. 6p.
- COVENIN (Comisión Venezolana de Normas Industriales). 1997. Alimentos. Recuento de Coliformes y de *Escherichia coli*. Método en placa con películas secas rehidratables. Petrifilm. N° 3276-97. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Caracas. Venezuela.
- De La Rosa LA, Álvarez-Parrilla E, González-Aguilar GA. 2010. Fruit and Vegetable Phytochemicals: Chemistry, Nutritional value and Stability. A John Wiley & Sons, Inc., Publication. USA, pp 187-188.
- Doymaz Y. 2014. Drying Kinetics and Rehydration Characteristics of Convective Hot-Air Dried White Button Mushroom Slices. *J. Chemistry*. 14:1-8.
- Fennema O. 2000. Química de los Alimentos. España, Zaragoza: Editorial Acribia S.A.
- García A., Muñoz S., Hernández A., González L., Fernández D. 2013. Análisis comparativo de la cinética de deshidratación Osmótica y por Flujo de Aire Caliente de la Piña (*Ananas Comosus*) variedad Cayena lisa. *Rev Cie Téc Agr*. 22:62-69.
- Moreno A, León D, Giraldo G, Ríos, E. 2010. Estudio de la cinética fisicoquímica del mango (*Mangifera indica* L. Var. *Tommy atkins*) tratado por métodos combinados de secado. *Dyna* . 77 (162): 75-84.
- Rojas D., Narváez C. 2009. Determinación de vitamina C, compuestos fenólicos totales y actividad antioxidante de frutas de guayaba (*Psidium guajava* L.) cultivadas en Colombia. *Química Nova*, 32 (9): 2336-2340.
- Souza de Castro D., Farias Aires J.E., Aires K.L.C.A.F., da Silva Junior A.F., Pereira da Silva W., Palmeira Gomes J. 2016. Physical and chemical changes in guava raisin (*Psidium guajava* L.) produced by osmotic dehydration and drying convective. *Australian J. Crop Sciences*. 10 (10):1449-1454.
- Suárez J., Pérez M., Giménez A. 2009. Efecto de la temperatura y estado de madurez sobre la calidad poscosecha de la fruta de guayaba (*Psidium guajava* L.) procedente de MERCABAR, Estado Lara, Venezuela. *Revista UDO Agric* 9(1):60-69.
- Pascual-Pineda L.A., Azuara E., Díaz R., Silva E.R. 2010. Uso de la deshidratación osmótica por etapas para prolongar la vida pos-cosecha de guayaba. *CyTA - Journal of Food*. 8 (3): 217-228.
- Vegas A. Lemus R. 2006. Modelado de la cinética de secado de la papaya chilena (*Vasconcellea pubescens*). *Revista Información Tecnol*. 27 (3): 23-31.
- Vilela A., Sobreira C., Abraao A.S., Lemos A., Nunes F. 2016. Texture Quality of Candied Fruits as Influenced by Osmotic Dehydration Agents. *J. Texture Studies*. 47(3): 239-252.

Zou K., Teng J., Huang Dai X., Wei B. 2013. Effect of osmotic pretreatment on quality of mango

chips by explosion puffing drying. *Food Science and Techn.* 5: 253-259.