

Efecto del medio osmótico sobre la deshidratación de cubos de papaya (*Carica papaya*) variedad maradol¹

The effect of osmotic means on papaya cubes dehydration (*Carica papaya*) maradol variety

Rafael Humberto Villamizar*

* Ing. Químico, Esp. en salud ocupacional, Mg. en Química.
Docente Universidad La Gran Colombia – Armenia.

Resumen

La papaya es una fruta tropical que posee cualidades terapéuticas, nutricionales y cosméticas. Las características fisicoquímicas de la papaya influyen en el grado de aceptación de los consumidores. Una manera de conservar la fruta es la deshidratación; Se plantean diferentes concentraciones de soluciones osmóticas (glucosa – cloruro de calcio) para realizar la deshidratación de cubos de papaya variedad maradol, evaluando los cambios de las características fisicoquímicas de la papaya (grados Brix, actividad de agua, color, fuerza de corte), en diferentes intervalos de tiempo hasta completar 1080 minutos, mediante un análisis de varianza de donde se identificó y tomó el producto con el mejor resultado en las condiciones de trabajo propuestas, para realizar análisis de calcio antes y después del proceso de deshidratación y se sometió a un panel sensorial para determinar el nivel de aceptación. Encontrándose que las mejores características fisicoquímicas de los cubos de papaya se presentaron al tratarlos con una solución de 65 grados Brix con tiempo de inmersión de 300 minutos, presentando ganancias significativas en el contenido calcio y alto grado de aceptación por el panel sensorial.

Palabras clave: calcio, color, sensorial, solución osmótica, textura.

Abstract

Papaya is a tropical fruit that contains therapeutic, nutrition and cosmetic attributes. Papaya physic-chemical characteristics impact acceptance degree by consumers. One method of conserving this fruit is dehydration; various concentrations of osmotic solutions are proposed (glucose – calcium chloride) to dehydrate maradol variety papaya cubes, by evaluating changes of papaya physic-chemical characteristics (Brix degrees, water activity, color cutting force), at various intervals of time up to completing 1080 minutes, through an analysis of variance where the product was identified and taken from with the best outcome under proposed working conditions, in order to realize an analysis of calcium, both previously and after dehydration process, and it was subject to a sensor panel to establish acceptance level. It was found that the best physic-chemical characteristics of papaya cubes were achieved by treating them with a solution of 65 degrees Brix, and 300 minutes immersion time, which resulted in meaningful benefits in calcium contents and high degree of acceptance by the sensor panel.

Keywords: Calcium, color, sensor, solution, osmotic, texture.

Recibido: 11/07/2014
Revisado: 25/09/2014
Aceptado: 01/12/2014

Correspondencia de autor:

rafahu3@hotmail.com

© 2014 Universidad La Gran Colombia. Este es un artículo de acceso abierto, distribuido bajo los términos de la licencia *Creative Commons Attribution License*, que permite el uso ilimitado, distribución y reproducción en cualquier medio, siempre que el autor original y la fuente se acrediten.

Cómo citar:

Villamizar, R. (2014). Efecto del medio osmótico sobre la deshidratación de cubos de papaya (*Carica papaya*) variedad maradol. *UGCiencia* 20. 39-47

1. Artículo derivado del proyecto de investigación denominado: estudio del efecto de medio osmótico (soluciones de glucosa y cloruro de calcio) sobre la deshidratación de la papaya (carica papaya), variedad maradol, a diferentes concentraciones y tiempos de inmersión, tesis concluida.

Introducción

Las calidades que se encuentran de papaya (*Carica papaya*) en la producción colombiana son: el 76% selecta, el 14,2% jugosa, el 9% fruta industrial y el 0.8% es fruta calificada como no comerciable, ya que presenta daños mecánicos, golpe de sol, sobre maduración, daños por plagas y enfermedades por lo tanto es descartada, de esta papaya rechazada el 0.6% se desperdicia, colocándose arrumes que al descomponerse ocasionan problemas ambientales tales como focos de infección, al no ser manejados ni aprovechados adecuadamente y solo el 0.2% restante de la papaya no comerciable se logra vender. El transformar este tipo de fruta en productos deshidratados tiene grandes ventajas porque se reducen los costos de transporte, distribución y almacenaje debido a la pérdida de peso y volumen del producto en fresco, posibilitando su comercialización; Adicionalmente, muchos alimentos deshidratados sirven de base para el desarrollo y formulación de nuevos productos, ya que estos son fuente de proteínas, vitaminas, minerales, fibra dietaria, antioxidantes, etc., Por esta razón, son considerados como componentes o ingredientes de alimentos funcionales, debido a su fácil incorporación en productos como lácteos (leches, postres, yogures, helados etc), galletas, pasteles, sopas instantáneas y en platos preparados.

Una de las formas de realizar esta transformación puede ser la deshidratación osmótica (DO) que es una técnica de conservación de alimentos, la cual consiste en eliminar agua basada en un gradiente de agua y actividad del agua de solubilidad a través de la membrana semipermeable de una célula. La deshidratación osmótica con recirculación de jarabe osmótico requiere dos a tres veces menos energía que el secado convectivo. A temperaturas de proceso relativamente bajas (hasta 50°C), se mejora el color del producto y la retención del sabor. La velocidad de pérdida de agua en la DO depende de la concentración de la solución osmótica, el tiempo del contacto, la temperatura del proceso, la relación de solución osmótica con materiales alimenticios, así como el área superficial expuesta.

En la deshidratación osmótica (DO) se producen dos efectos principales como son: el flujo de agua desde el producto hacia la solución hipertónica y flujo de solutos hacia el interior del alimento. En algunos casos se puede presentar la salida de solutos como son los ácidos orgánicos. Este fenómeno, aunque es poco importante por el bajo flujo de sólidos perdidos, puede modificar algunas propiedades del fruto como son las organolépticas (Matusek & Meresz 2002).

En diferentes trabajos de investigación (Vega, Palacios, Boggio, Pássaro, Jeréz, & Lemus 2007). Se ha encontrado que la deshidratación osmótica permite modificar la composición del producto y, como consecuencia, mejorar sus propiedades sensoriales y funcionales. Su aplicación aumenta la estabilidad durante el almacenamiento e incluso modifica el contenido de sólidos al final del proceso de deshidratación osmótica; usando soluciones de sacarosa, glucosa y sal como soluciones osmóticas, se puede incrementar el nivel de deshidratación. En un proceso de DO realizado en dos etapas, se ha demostrado que la inclusión de azúcares protege la pigmentación de los vegetales, por los que su aplicación podría eliminar la necesidad de inactivar enzimas, proceso comúnmente aplicado para eliminar los problemas de oscurecimiento de vegetales (Genina, 2002). La remoción de agua por deshidratación osmótica en materiales biológicos incluyendo frutas y vegetales ha hecho incrementar su interés como alternativa potencial y operación complementaria de los procesos convencionales de secado, congelación, entre otros, esto porque el proceso puede ser llevado a cabo a bajas temperaturas sin cambio de fase, resultando en productos de alta calidad y bajos costos de operación (Yao & Le Maguer, 1996). Los productos deshidratados obtenidos mediante esta técnica pueden tener diferentes características según el grado de estabilidad que presenten. Este grado de estabilidad dependerá del nivel de deshidratación alcanzado durante la inmersión en el jarabe o por la aplicación de técnicas complementarias de conservación (Zapata & Castro, 1998 ; Riva, Campolongoa, Avitabile, Maestrellib, & Torreggiani 2005).

La adición de sales de calcio a la solución osmótica aumenta ligeramente la pérdida de agua en el alimento y disminuye la ganancia de soluto. Este efecto se atribuye a una asociación de calcio (que penetra en la fruta) con pectinas de las paredes celulares, con lo que se fortalece la textura de la fruta y se crea un enlace tipo *unión cruzada* capaz de atenuar la difusión de azúcares hacia la fruta debido a un aumento de la tortuosidad y de la viscosidad local (Schwartz, 1999). Se ha comprobado que la adición de sustancias de bajo peso molecular tales como cloruro sódico, ácido málico, ácido clorhídrico, y cloruro de calcio en concentraciones de 1 a 5% a soluciones de azúcar mejora el proceso de deshidratación osmótica. Se adiciona cloruro de calcio a soluciones de sacarosa para mejorar la textura de las frutas tratadas por ósmosis (Casp & Abril, 1999), y además se incorporan los iones de calcio a la fruta, aumentando su concentración en la misma, por lo tanto podría ser utilizada como una fuente de calcio (Espinoza, Landaeta, Méndez & Núñez, 2006).

El objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto del medio osmótico (soluciones de glucosa y cloruro de calcio), sobre la deshidratación de la papaya (*Carica papaya*), variedad Maradol, a diferentes concentraciones y tiempos de inmersión.

Materiales y métodos

Materia prima

Se trabajó con papaya (*Carica papaya*) variedad Maradol, proveniente del municipio de La Unión (Valle del Cauca). Localizada en la subregión del norte del Alto Cauca a 975 msnm con temperatura promedio de 24 °C a la sombra. Las papayas se encontraban en el último grado de maduración y presentaban daños mecánicos, defectos físicos mayores a los permitidos en las categorías I y II de la NTC-1270. La papaya fue lavada, pelada y partida en dos para eliminar las semillas del interior. Las muestras se cortaron en cubos de 10 mm de lado y se pesaron porciones de 10 gramos aproximadamente.

Solución osmótica

Se prepararon soluciones osmóticas en diferentes concentraciones 45°Brix con 1,1g de CaCl₂/L de solución, 45°Brix 1,5g de CaCl₂/L de solución, 55°Brix con 1,1g de CaCl₂/L de solución, 55°Brix con 1,5g de CaCl₂/L de solución, 65°Brix con 1,1g de CaCl₂/L de solución, 65°Brix con 1,5g de CaCl₂/L de solución. Para obtener estos jarabes se disolvió glucosa en agua y se sometió a calentamiento hasta que el jarabe se tornara totalmente transparente, se midieron los °Brix y se agregó agua o glucosa hasta obtener los °Brix planteados y, siempre teniendo en cuenta que la disolución debía tornarse totalmente cristalina, siendo este el indicativo de la disolución completa de glucosa. Una vez obtenidas las concentraciones de glucosa deseadas en el jarabe, se agregó el cloruro de calcio en las concentraciones planteadas para cada una de las disoluciones y se sometió a un proceso de agitación hasta su disolución.

Deshidratación osmótica

Para llevar a cabo el proceso de deshidratación, se tomó una muestra testigo de cubos de papaya colocados en una bolsa de malla plástica y depositada en un vaso desechable de 200 ml previamente rotulado, para estimar los grados °Brix y la actividad del agua antes de la deshidratación osmótica. Después se agregó a cada vaso 150 mililitros de jarabe de modo que, los 10 g de cubos de fruta queden totalmente sumergidos, en cada periodo de tiempo 15 min, 30 min, 45

min, 60 min, 90 min, 120 min, 150 min, 180 min, 240 min, 300 min, 840 min y 1080 min. Se retiró la fruta libre en el vaso con el medio osmótico, se secó con papel secante y se tomó el peso. Además, fue tomada una muestra de la bolsa de anejo dentro del vaso, se secó con el papel secante y depositó en un recipiente hermético previamente rotulado para llevarla al desecador. Posteriormente fueron medidos los grados °Brix y actividad de agua. Cada tratamiento se realizó por quintuplicado y el valor medio fue tomado para los respectivos cálculos. La deshidratación osmótica se realizó bajo los parámetros de Sharma (2003).

Métodos analíticos

La actividad de agua se determinó empleando un higrómetro de punto de rocío (*Aqualab lite*, modelo *Series 3te*) marca *Decagon*.

La determinación de los sólidos solubles totales, expresados como grados °Brix, se realizó en un refractómetro marca Atago ABBE.

Los parámetros osmóticos para describir los aspectos cinéticos del proceso de deshidratación fueron: reducción total de peso WR, ganancia de sólidos SG y pérdida de agua WL (ecuación 1, 2,3).

$$WR = \frac{(w_0 - w)}{s_0} \quad (1); \quad SG = \frac{(s - s_0)}{s_0} \quad (2); \quad WL = \frac{w_0 x_0 - w x}{s_0} \quad (3).$$

Dónde:

W₀ = peso inicial del material en el tiempo cero (g),

W = peso del material en al tiempo t (g),

S₀ = peso inicial de la materia seca en el material al tiempo cero (g),

S = peso de la materia seca en el material al tiempo t (g),

X₀ = fracción de peso inicial del agua en el material al tiempo cero,

X = W*(1 - x).

Los resultados obtenidos de los aspectos cinéticos del proceso de deshidratación osmótica se sometieron a análisis de varianza para obtener estadísticamente las mejores condiciones de trabajo respecto a WR, GS, WL y aw.

Se determinó la fuerza de corte con un texturómetro – TA. XT. PLUS tanto para la fruta fresca, como para el mejor tratamiento con respecto a: WR, GS, WL, aw.

La prueba de color se realizó a los trozos de frutas frescas y a los frutos con las mejores condiciones de trabajo, se determinó con un colorímetro marca Minolta, midiendo las coordenadas del sistema Cie–Lab: L*: luminosidad; a*: enrojecimiento y b*: amarillamiento. A cada cubo de papaya se le efectuaron 3 mediciones de color en la superficie (superior e inferior), la prueba fue realizada por quintuplicado y los datos fueron utilizados para determinar el cambio de color (ΔE), que se determinó mediante la Ecuación 4:

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta a^2 + \Delta b^2 + \Delta L^2)} \quad (4)$$

El tratamiento con la mejor condición de trabajo, se repitió y se determinó el contenido de calcio tanto de la fruta fresca como la fruta sometida al tratamiento mediante espectrofotometría de absorción atómica.

Análisis estadístico

Para identificar el mejor tratamiento de deshidratación osmótica en cubos de papaya (*Carica papaya*), variedad Maradol, aplicado en los diferentes ensayos, se realizó un arreglo factorial de tipo B*C (3*2), reflejado en 6 tratamientos y replicados por cinco veces cada tratamiento, obteniendo así 30 ensayos. Los resultados obtenidos fueron organizados y sometidos a análisis de varianza (Anava), y prueba comparativa de Tukey, longitudinal en el tiempo hasta los 1080 minutos con nivel de significación α 0,05 con intervalo de confianza del 95%. Para este análisis estadístico se empleó el *software statgraphics plus 5.1*, prueba de correlación entre variables. Posteriormente al tratamiento con mayor significancia, se repitió y se sometió a prueba fisicoquímica y sensorial.

Análisis sensorial

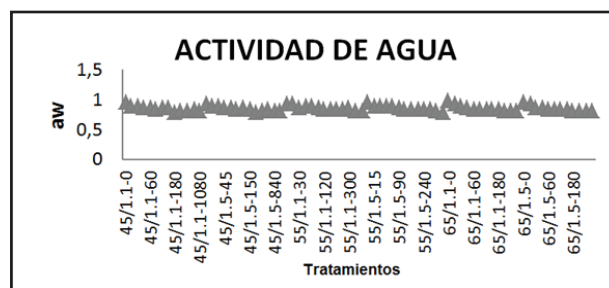
Los cubos de papaya fresca y los del tratamiento con las mejores condiciones de trabajo, fueron sometidos a un panel sensorial, donde se determinaron los atributos de calidad organoléptica del producto (analizado por nueve jueces no entrenados), evaluando la apariencia física, color, aroma, textura y sabor de cubos de papaya fresca, cubos de papaya sometida al tratamiento osmótico y cubos de papaya

sometidas al tratamiento después de haber pasado por un proceso de secado al aire. Para el análisis de aceptación de los atributos de calidad organoléptica, se aplicó la prueba estadística no paramétrica de Kruskal– Wallis.

Resultados y discusión

En la figura 1 se muestra el comportamiento de la actividad de agua de la fruta sometida a los diferentes tratamientos a través del tiempo. Los índices más bajos de actividad presentada por los trozos de fruta sometida a los diferentes tratamientos fueron: 0,7775 del tratamiento de 45/1.5 a los 180 min, 0,7793 del tratamiento de 55/1.5 a los 1080 min, 0,7852 del tratamiento de 65/1.5 a los 300 min, 0,7892 del tratamiento de 65/1.1 a los 300 min, 0.8031 del tratamiento de 55/1.1 a los 1080 min.

Figura 1. Actividad de agua de los cubos de papaya.



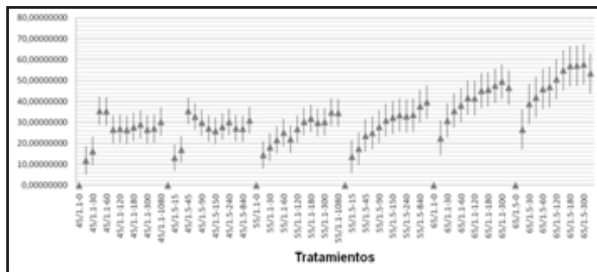
Fuente: Vivas, 2012

En general los índices de actividad de agua no presentaron diferencia significativa, observando que el tiempo de inmersión al que se alcanza esta actividad difiere con los °Brix, empezando por la concentración de 45 °Brix, seguida de 65 °Brix y finalmente la de 55 °Brix. La actividad del agua es un parámetro muy importante en el campo de la conservación de alimentos ya que es un indicador del crecimiento microbiano en los alimentos y de la velocidad de deterioro. Cuando la actividad del agua está entre el intervalo de 0,60 – 0,85, las bacterias ya no pueden desarrollarse; la figura 1 muestra como en los diferentes tratamientos se encuentra la actividad de agua dentro del intervalo, lo que hace viable este tipo de tratamiento de conservación de alimentos para el producto tratado en esta investigación. Estos resultados muestran un mejor comportamiento comparado con los resultados obtenidos por (Valera, Zambrano y Materano, 2005) ya que el nivel más bajo para el mango fue una aw de 0,963 con una concentración de 70 °Brix de glucosa, esto se puede atribuir al uso del cloruro de calcio de acuerdo con la investigación realizada por (Espinoza, *et al*, 2006) que

observó el descenso de la actividad del agua en las mitades de duraznos sometidas a los tres niveles de CaCl_2 (1, 3, y 5 %) encontrando que las mitades presentaron comportamientos similares durante las 48 horas de deshidratación, en las primeras 8 horas se observó el descenso lineal de la aw con un valor aproximado de 0,92 para los tres tratamientos, disminuyendo la aw de las mitades a un valor de aproximadamente 0,85 a las 48 horas hasta el equilibrio osmótico.

La figura 2 presenta el comportamiento de la pérdida de peso de la papaya durante el proceso de deshidratación osmótica para cada uno de los diferentes tratamientos. En los tratamientos de 45/1.1 y 45/1.5 se presentó un comportamiento singular, en la primera hora del tratamiento se obtuvo la máxima reducción de peso de 35.4% para ambos, siendo el más rápido de pérdida de peso comparado con los otros tratamientos, y partir de esta fase se produjo una ganancia de peso que mantuvo un constante altibajo de pequeños porcentajes, hasta llegar al máximo tiempo del experimento con 30.3% de reducción de peso en el tratamiento de 45/1.1 al tiempo de 1080 minutos y 31% reducción de peso en el tratamiento de 45/1.5, al tiempo de 1080 minutos.

Figura 2. Reducción de peso de los cubos de papaya.



Fuente: Vivas, 2012

Por otro lado, los tratamientos de mayor reducción de peso fueron los siguientes: el de 55/1.5, reducción de peso máxima de 39.7% a los 1080 min, el de 65/1.1 llegó a 49.5% a los 300 min y el de 65/1.5 llegó a 57.7 a los 300 min siendo este último el tratamiento con mejores resultados. En esta investigación se puede decir que la máxima reducción de peso fue para los tratamientos de mayor concentración de glucosa en los tiempos de 300 minutos.

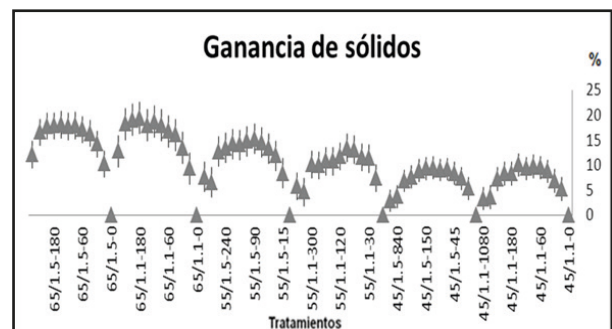
De acuerdo con De la Rocca & Mascheroni (2011), en la deshidratación osmótica de papas se analizó cómo se relaciona la variación de la pérdida de peso con el tiempo para distintas concentraciones de sacarosa, manteniendo la con-

centración de sal en 10 % a 40°C (cubos de 1 cm de lado), encontrando que los resultados de mayor reducción de peso se presentan en las mayores concentraciones de °Brix de la sacarosa o sea en las soluciones de 50% y 40%, indicando que a menor concentración de la solución, el flujo de agua desde el alimento hacia la solución es menor y por lo tanto el flujo de soluto que circula en contracorriente desde la solución puede tener menor impedimento para poder ingresar a la papa y entonces la ganancia de sólidos es superior ya que la pérdida de peso no se mantiene constante luego de las 2 h sino que comienza a disminuir para las soluciones de concentración en sacarosa inferiores. La mayor pérdida de peso se presenta luego de transcurridos entre 1,5 a 2 h aproximadamente para las distintas concentraciones de sacarosa en la solución. Para las soluciones de concentración inferiores (30%, 20% y 10%) la pérdida comienza a disminuir luego de las 2 h. Transcurridas 2 h de deshidratación osmótica se tiene la mayor pérdida de peso la que se corresponde con una mayor pérdida de agua y por lo tanto una concentración de sólidos solubles en la solución menor. A medida que trascurre el tiempo la pérdida de agua disminuye y por consiguiente la concentración de sólidos solubles en la solución aumenta hasta hacerse constante.

La presente investigación coincide con de la realizada con la papa en cuanto a mayor concentración de los solutos, mayor pérdida de peso del producto sometido al tratamiento de deshidratación. Además, se presenta una mayor velocidad de pérdida de peso en la primera hora. El descenso de la pérdida de peso se empieza a presentar en todos los tratamientos en tiempo diferentes, empezando dicho descenso entre 90 y 180 minutos.

La ganancia de sólidos de la fruta sometida a los diferentes tratamientos a través del tiempo se muestra en la figura 3.

Figura 3. Ganancia de sólidos de los cubos de papaya.



Fuente: Vivas, 2012

En todos los tratamientos se presentó un comportamiento similar: cuando se llega a la máxima ganancia de sólidos, empieza un descenso de manera gradual hasta llegar al máximo tiempo del experimento, observando en los resultados máximos de ganancia de sólidos mucho más significativos en los tratamientos de mayor concentración de grados °Brix, así: 19,45% en el tratamiento de 65/1.1 a los 180 minutos, 18.14% en el tratamiento de 65/1.5 a los 150 minutos, 15.24% en el tratamiento de 55/1.5 a los 90 minutos, 13.5% en el tratamiento de 55/1.1 a los 90 minutos, 9,5% en el tratamiento de 45/1.5 a los 120 minutos y 10.0% en el tratamiento de 45/1.1 a los 150 minutos. Se puede afirmar que un incremento en la concentración de sacarosa aumenta significativamente el ingreso de sólidos en los productos (Bianchi, Guarnaschelli & Mascheroni, 1999; Borneo, Nassetta & Passalacqua, 2009).

La pérdida de agua en los cubos de papaya para cada uno de los tratamientos, presentó velocidades y porcentajes de pérdida de agua más altos en los tratamientos con mayor concentración de glucosa y en los primeros tiempos de haber sometido los trozos de fruta al proceso. Se obtuvieron las mayores velocidades de pérdida de agua (WL) así: 25,34% en el tratamiento de 65/1.1 a los 180 minutos; 23.65% en el tratamiento de 65/1.5 a los 150 minutos; 20.41% en el tratamiento de 55/1.5 a los 180 minutos; 17.55% en el tratamiento de 55/1.1 a los 90 minutos; 13,09% en el tratamiento de 45/1.1 a los 150 minutos. 12.32% en el tratamiento de 45/1.5 a los 120 minutos; en los tratamientos donde se presentó mayor pérdida de agua, fueron los de mayor concentración en tiempos no mayores de 180 minutos. Se puede afirmar que esto es debido a una mayor fuerza osmótica de deshidratación existente entre el alimento y la solución hipertónica al inicio del proceso (Bianchi, *et al* 2000).

En la tabla 1. se presenta el resultado de la determinación de las características de textura, color y contenido de calcio para la papaya fresca y la papaya deshidratada.

Tabla 1. Características fisicoquímicas de los cubos de papaya.

| Característica | Papaya fresca | Papaya deshidratada |
|-----------------------------|---------------|---------------------|
| Fuerza de rotura kgf | | |
| L* | 47,61± 1,5659 | 48,89± 1,0096 |
| a* | 9,02± 1,1079 | 10,61± 0,7076 |
| b* | 18,35± 1,1759 | 21,63± 1,2843 |
| ∅E | 0 | 3,86±0,42 |
| Calcio (mg/g) | 0,190±0,0018 | 0,567±0,0179 |

La textura indica, que los cubos de fruta tratada presentan mayor resistencia al corte, ya que aumenta la fuerza de ruptura, pues el tratamiento al cual fue sometido dio un 46,9% más de resistencia. Resultado interesante, con ello se demostró que se puede mejorar la firmeza de los frutos, mejorando así sus características físicas. Efecto atribuible a una asociación de calcio (que penetra en la fruta) con pectinas de las paredes celulares, con lo cual se fortalece la textura de la fruta y se crea un enlace tipo “unión cruzada” capaz de atenuar la difusión de azúcares hacia la fruta debido a un aumento de la tortuosidad y de la viscosidad local (Schwartz, 1999; Espinoza, *et al* 2006; Leyva, Heredia, Contreras & Rangel, 2011).

Las medidas de color tanto de la fruta fresca como la tratada, se encuentran localizadas en los valores positivos de a* indicando matices amarillosos y b* indicando matices rojizos, pero con mayor intensidad para los trozos de papaya tratada alrededor del rojo, considerando que su luminosidad permanece. Se puede afirmar que el cambio en el color no es muy significativo de acuerdo con el valor del ΔE, por lo tanto se puede considerar este proceso eficiente para la estabilización del color de la fruta, ya que se reducen los cambios del color de la superficie del producto (Soliva, Oms & Martín 2002).

El análisis muestra como la papaya sometida al tratamiento obtuvo una ganancia significativa de cloruro de calcio, lo que indica que sí se cumplió el proceso de impregnación de calcio en los cubos de papaya, arrojando los resultados esperados (ver tabla 1). Esto concuerda con los resultados de Leyva, *et al* (2011) donde se demuestra que el uso de aditivos (solutos) como sales de calcio representa una alternativa tecnológica para mantener, o incluso mejorar, la calidad durante su vida de anaquel, generando efectos sobre la calidad física, química, microbiológica, nutracéutica y sensorial en cubos de papaya, variedad Maradol, tratados con lactato y cloruro de calcio al 1.0 y 3.0 %, bajo condiciones de inmersión por 2 min a 40°C. No sobra resaltar la importancia que tiene el calcio sobre el cuerpo humano, ya que es necesario para llevar a cabo muchas funciones del cuerpo como la coagulación, en la correcta permeabilidad de las membranas y a su vez adquiere fundamental importancia como regulador nervioso y neuromuscular, modulando la contracción muscular (incluida la frecuencia cardíaca), la absorción y secreción intestinal y la liberación de hormonas.

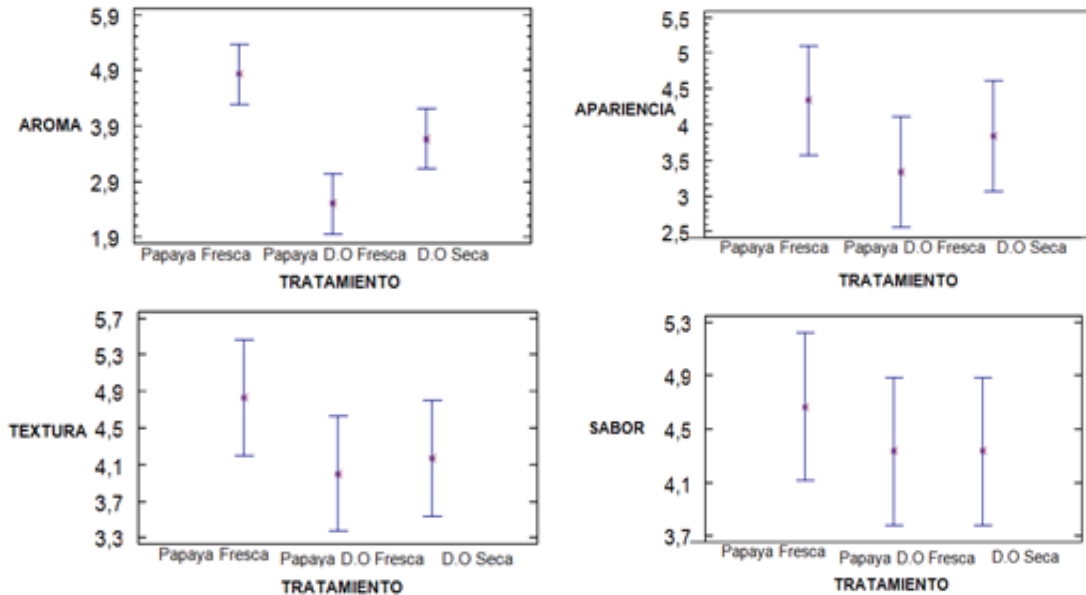
En la figura 4 se presentan los resultados del análisis sensorial, mostrando que solo se presenta una diferencia significativa en la aceptación del atributo de calidad aroma, por

parte de los panelistas evaluadores de la papaya fresca y la papaya sometida al tratamiento, ya sea secada al aire o fresca, siendo la de mayor aceptación la papaya fresca.

Se pudo apreciar que en el resto de atributos de calidad,

7 puntos, generando un producto con características adecuadas para su presentación y consumo. Frente a los parámetros texturales, los frutos de papaya tratados con glucosa y cloruro de calcio, presenta mayor resistencia al corte, esto puede ser debido a la asociación del calcio con la pectina

Figura 4. Características sensoriales de los cubos de papaya



Fuente: Vivas, 2012

aparición física, textura y sabor, no hay diferencias significativas en la aceptación por parte de los panelistas evaluadores, mostrando que la deshidratación osmótica conserva las características organolépticas como el color, aroma y sabor, (León, A. 2007).

Conclusiones

Las soluciones de glucosa y cloruro de calcio como medio osmótico afecta positivamente la deshidratación de los cubos de papaya, obteniéndose un producto con niveles de actividad de agua de alrededor de 0.789 y un contenido de humedad intermedia, favoreciendo la vida de anaquel y evitando el desarrollo de microorganismos.

Las altas concentraciones de glucosa junto con la adición de cloruro de calcio (65/1.5, 65/1.1), ejercen un efecto positivo en cuanto a reducción de peso, ganancia de sólidos, pérdida de agua, color y textura, además, se obtuvo una ganancia significativa de calcio y una muy buena aceptación por el panel evaluador de acuerdo con la escala hedónica de

de las paredes celulares de la fruta, lo cual es el causante de fortalecer la textura de la fruta.

Agradecimientos

Laboratorio de nuevos productos y laboratorio de análisis instrumental del programa de química de la Universidad del Quindío. A la ingeniera Francy Verónica Vivas Millán.

Referencias bibliográficas

- Bianchi, M., Guarnaschelli, P., y Mascheroni, R. (1999). Transferencia de masa en deshidratación osmótica de frutas. Determinación experimental. La Plata, Argentina. En: <http://www.fcailuncu.edu.ar/upload/51atc-bianchi-cidca.pdf>.
- Borneo, R., Nassetta, M., Passalacqua, N. (2009). *Estudio de la cinética de deshidratación osmótica de manzanas y del efecto sobre la calidad final del producto deshidratado*. Buenos Aires, Argentina.
- Casp, A. & Abril, J. (1999) *Procesos y conservación de alimentos*. Zaragoza- España.
- De la Rocca, P., Mascheroni, R. (2011). Deshidratación osmótica de papas. *Proyecciones*, Vol.9. No. 2., 11-26.
- Espinoza, A., Landaeta, G., Méndez, J., y Núñez C.A. (2006). Efecto del cloruro de calcio sobre la deshidratación osmótica a vacío en mitades de duraznos (*Prunus persica*) en soluciones de sacarosa. *Revista UDO Agrícola*. 6. (1), 121-127.
- Genina, P. (2002). Deshidratación Osmótica. Alternativas para Conservar Frutas y Hortalizas. *Avance y Perspectiva*. 21.
- León, A.L. (2007) Determinación de las mejores condiciones en la técnica de osmodeshidratación de zanahoria variedad *Royal chantenay* y remolacha variedad *Early Gonder*, cultivadas en la granja Tesorito de la Universidad de Caldas. *Vector*, 2, 85 – 102.
- Leyva, N., Heredia, B., Contreras, L. A., Rangel, M. D. (2011). Sales de calcio mejoran vida de anaquel y aceptabilidad general de papaya (*Carica papaya* L. var. Maradol) fresca cortada. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. (CIAD,), México: Instituto Tecnológico de Culiacán.
- Matusek, A. & Meresz, P. (2002) Modeling of sugar transfer during osmotic dehydration of carrots. *Periodica Polytechnica*. Serie Chemical Engineering. 46, (1-2); 83-92.
- Misayco, A., Matos, A. (2011). El cultivo de la yuca (*Manihot exculenta*) como un alimento snacks tipo chips, la fritura y la deshidratación osmótica en los alimentos. Primer congreso de investigación nacional. Universidad Peruana Unión. Lima.
- Vega-Gálvez, A., Palacios, M., Boglio, F., Pássaro, C., Jeréz, C., & Lemus-Mondaca, R. (2007). Deshidratación osmótica de la papaya chilena (*Vasconcellea pubescens*) e influencia de la temperatura y concentración de la solución sobre la cinética de transferencia de materia. *Food Science and Technology* (Campinas), 27(3), 470-477.
- Riva, M., Campolongo, S., Alexa Avitabile, A., Maestrellib, A., Torreggianib D. (2005). Structure-property relationships in osmo-air-dehydrated apri-cot cubes. *Food Research International*. 38, 533-542.
- Schwartz, M. (1999). Principios y aplicaciones de métodos de factores combinados en la transformación de frutas. II Congreso Venezolano de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Central de Venezuela. Caracas.120.
- Sharma, S. (2003). Ingeniería de alimentos. Operaciones Unitarias Prácticas de Laboratorio. liwey: Limusa. 2003, 225-235.
- Soliva-Fortuny, R.C.; Oms-Oliu, G. and Martín-Belloso, O. (2002). Effects of ripeness stage on the storage atmosphere, color, and textural properties or minimally processed apple slices. *Journal of Food Science*. 67(5), 1958-1963.
- Valera, A., Zambrano, J., Materano, W. (2005). Los efectos de la concentración y la relación fruta/jarabe sobre la deshidratación osmótica de mango en cilindros. *Agronomía Tropical*. 55 (1), 117-132.
- Vivas, F.V. (2012). Estudio del efecto de medio osmotico (soluciones de glucosa y cloruro de calcio) sobre la deshidratación de la papaya (*Carica papaya*), variedad maradol, a diferentes a diferentes concentraciones y tiempos de inmersión. (Tesis de pregrado) Universidad La Gran Colombia - Seccional Armenia.

- Yao, Z. & Le Maguer, M. (1996). Mathematical modeling and simulation of mass transfer in osmotic dehydration processes. Part 1: concepts and mathematical models. *Journal of Food Engineering*, 29, 349-360.
- Zapata, E. & Castro, G. (1999). Deshidratación osmótica de frutas y vegetales. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, Medellín. 52 (1), 451-466.