

Fortificación de Mitades de Duraznos con Calcio por Medio de la Deshidratación Osmótica a Vacío

G. Landaeta¹, A. Espinoza², J. Mendez²

¹Universidad de Oriente, Escuela de Zootecnia, Programa de Tecnología de Alimentos, *Campus* Los Guaritos Avenida Universidad, Maturín Universidad de Oriente y ²Postrado en Agricultura Tropical, *Campus* Juanico, Urb. Juanico, Maturín, 6201, edo. Monagas, Venezuela
ajespinozae@cantv.net, jmenendezn@cantv.net

Resumen

*El objetivo fue evaluar el efecto de la fortificación con diferentes concentraciones de CaCl₂ mediante la deshidratación osmótica a vacío sobre las propiedades físicas, químicas y sensoriales de mitades de duraznos (*Prunus persica* (L.) Batsch). Las mitades se sumergieron en tres soluciones osmóticas que contenían 68 % de sacarosa, 0,2 % de ácido ascórbico, y 1, 3 y 5 % de CaCl₂. Se colocaron las muestras a una presión de vacío de 23 pulg. Hg por 5 min. cada 30 min. por las primeras 8 horas a temperatura ambiente, prosiguiendo el resto de la operación a presión atmosférica hasta 48 horas. Se compararon las variables físico-químicas a las concentraciones de 1, 3 y 5 % de CaCl₂. La Aw, porcentaje de humedad, porcentaje de cenizas, contenido de calcio (mg/100g.), porcentaje de sólidos solubles y textura, fueron diferentes ($p \leq 0,05$) excepto la acidez titulable (g/l), que presentó valores similares ($p > 0,05$). El pH del tratamiento con 5 % de CaCl₂, fue diferente a los otros dos tratamientos (1 y 3% de CaCl₂) ($p \leq 0,05$), siendo estos dos similares ($p > 0,05$). Las variables físico-químicas de las mitades de duraznos sin tratamiento fueron diferentes a las variables de las mitades sometidos a las diferentes concentraciones. Se evaluaron atributos sensoriales (color, sabor, y textura) mediante un panel semi-entrenado. Los panelistas no percibieron diferencias en cuanto al color, pero notaron que la textura (dureza) y el sabor amargo fue diferente ($p \leq 0,05$) en los tratamientos aumentando proporcionalmente a medida que aumentaba la concentración de CaCl₂ en las soluciones osmóticas.*

Palabras Claves: *Prunus persica*, alimento funcional, CaCl₂.

Abstract

*The aim was to evaluate the effect of fortification with different concentrations of CaCl₂ using vacuum osmotic dehydration on physical, chemical and sensorial properties of peach halves (*Prunus persica* (L.) Batsch). The halves were placed in three osmotic solutions containing 68 % sucrose, 0.02 % ascorbic acid, and 1, 3, 5 % CaCl₂ respectively. The samples were then dehydrated applying a vacuum pressure of 23 in. Hg for the first eight hours every five minutes at atmospheric conditions, continuing the procedure for forty eight hours until the halves reached the osmotic equilibrium. Physic-chemicals variables were analyzed for all the treatments. The Aw, humidity loss percentage, ash percentage, calcium content (mg/100g), soluble solid percentage, and texture, were different ($p \leq 0.05$) for each treatment except the tirtratable acidity (g/l), which resulted with similar value ($p > 0.05$). pH for the 5 % CaCl₂ treatment was different to the others two (1 and 3 % CaCl₂) ($p \leq 0.05$), being the latest two with similar values ($p > 0.05$). The physic-chemical results for the control were different to the experimental treatments. Sensory attributes (color, bitter taste and texture) were evaluated by semi-trained judges. The judges did not perceived color differences ($p > 0.05$) but they noticed differences related to texture (hardness) and to the bitterness. The judges noticed that as the concentration of CaCl₂ increased in the samples so did the bitter taste.*

Keywords: *Prunus persica*, functional food, CaCl₂.

1. Introducción

En la actualidad se desarrollan proyectos de investigación con la finalidad de utilizar matrices sólidas de frutas de consumo popular como vehículo de los compuestos fisiológicamente activos (vitaminas y minerales), a fin de facilitar y promover su consumo e incrementar en la dieta el consumo de estos nutrimentos cuyas deficiencias son causas de enfermedades. Una de las técnicas utilizadas como instrumento para incorporar éstos componentes fisiológicamente en frutas es la deshidratación osmótica a vacío (DOV) [2, 3, 17, 20, 24,26].

El agua es uno de los componentes primordiales en la mayoría de los productos alimenticios. Su importancia radica en que sirve de vehículo para sustancias reaccionantes como los sistemas enzima-sustrato, además de ser clave en el desarrollo de microorganismos, principales agentes de deterioro de los alimentos. La disminución del agua presente en un alimento ha sido una estrategia utilizada desde la antigüedad para conservar la calidad durante los períodos de almacenamiento. En el proceso de deshidratación se disminuye la actividad acuosa (A_w), la cual es una medida de la disponibilidad del agua para las reacciones químicas y bioquímicas y para el desarrollo de microorganismos [29]. La deshidratación osmótica a temperatura suave, puede ser una tecnología adecuada para el procesamiento de frutas, como el mango, ya que ayuda a mantener el flavor y otras propiedades sensoriales en el producto [15], esto también es aplicable al durazno (*Prunus persica* (L.) Batsch).

La DOV es una técnica que consiste en sumergir el alimento en una solución concentrada de soluto, disminuyendo la presión de trabajo por un determinado tiempo, el cual reduce la actividad de agua (A_w) del alimento entre 0,65 y 0,85 lo cual trae como consecuencia la extensión de su vida útil [6, 7, 8]. Esta técnica permite incorporar los componentes fisiológicamente activos (vitaminas y minerales) en las matrices sólidas de frutas, obteniéndose productos enriquecidos o fortificados con algún nutriente en específico (Vitamina C, Ca, Mg, Fe, entre otros), lo cual da origen a Alimentos Funcionales [5, 21]. Estos alimentos se han relacionado con la prevención o tratamientos de dolencias que incluyen defectos de los conductores neurales, artritis, osteoporosis [18]. Esta última (la osteoporosis), según datos de estudios epidemiológicos recientes, ha alcanzado proporciones epidémicas en todo el mundo [4]. Su incidencia y prevalencia en Venezuela no ha sido estimada estadísticamente, sin embargo, ha sido en muchos casos la primera causa de consulta médica especial [19].

Datos aportados por el Departamento de Reumatología en el Hospital Manuel Núñez Tovar, Maturín, estado Monagas, Venezuela para el año

2002, en más del 50 % de los casos evaluados, los pacientes presentaron la enfermedad o síntomas que conllevan a la osteoporosis (relacionadas con deficiencia de calcio). Por esta razón y con el fin de presentar alternativas novedosas de alimentos, se fortificaron mitades de duraznos (*Prunus persica*), utilizando el Cloruro de Calcio (CaCl_2) como fuente iónica de calcio por medio de DOV. Se espera que en el futuro los consumidores aumenten el consumo de productos funcionales, como fuentes alternativas naturales, apetecibles y económicas del calcio iónico y además que le permita incrementar la dosis de calcio diaria recomendada para evitar y prevenir las enfermedades relacionadas con su deficiencia en la dieta.

2. Materiales y Métodos

La investigación se realizó en el laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Universidad de Oriente Núcleo Monagas, campus los Guaritos. Los duraznos utilizados en el experimento fueron cultivados en el Jarillo Estado Miranda y fueron obtenidos en un supermercado de la localidad. Para la preparación de las soluciones osmóticas se utilizó azúcar refinada marca Montalban, producida por Central EL Palmar, S.A, San Mateo, estado Aragua, Venezuela. Como fuente de calcio se empleó CaCl_2 , producido por Riedel-de Haën, Alemania y Ácido Ascórbico (Fischer Chem Alert Guide, Estados Unidos), que se utilizó como inhibidor para reducir las posibles alteraciones enzimáticas de los duraznos.

Se seleccionaron y pesaron muestras representativas de duraznos, estos fueron lavados, pelados (pelado químico sumergiendo los duraznos en solución de NaOH al 5 % en ebullición por 1 minuto), cortados en mitades, pesados con el fin de calcular el rendimiento, el cual fue 75 %. A las muestras se les aplicó, escaldado, sumergiéndolas en agua a temperatura de ebullición (100 °C) por un minuto, con el fin de inactivar las enzimas que puedan alterar el color y el aroma de los frutos durante la deshidratación, ablandar tejidos, eliminar oxígeno de los tejidos, resaltar el color y reducir la carga microbiana. Se prepararon tres tipos de soluciones osmóticas con sacarosa al 68 % (soluto osmótico), ácido ascórbico al 0,2 %, y tres diferentes niveles de CaCl_2 (1, 3, y 5 %).

Para la experimentación se sumergieron 10 lotes (5 para análisis físico-químicos y 5 para análisis sensoriales) de 15 mitades cada uno, para un total de 150 mitades de duraznos por cada una de las soluciones osmóticas. Las soluciones, en cantidad suficiente de manera que las mitades fueron cubiertas completamente, fueron colocadas en desecadores de vidrio de 10 litros de capacidad y fueron conectados a una bomba de vacío SIEMENS tipo 1RF3052-4YF31 con una capacidad máxima de 30 pulg. Hg a una

presión de 23 pulg. Hg, la cual se aplicó durante 5 minutos cada 30 min. por las primeras 8 horas del experimento a temperatura ambiente, prosiguiendo el resto de la operación a presión atmosférica hasta 48 h. Los desecadores fueron colocados sobre agitadores magnéticos modelo SP4625, utilizando su máxima capacidad de operación (10 unidades de velocidad) con el fin de lograr que las soluciones mantuvieran agitación constante y las muestras estuvieran en contacto con toda la solución osmótica.

Una vez transcurrida las 48 horas, se retiraron las muestras de cada desecador, se les eliminó el exceso de jarabe superficial empleando papel absorbente, se empacaron al vacío (empacadora de VACMASTER modelo SVP-18 con un vacío máximo de 30 pulg. Hg) en bolsas de polietileno, y fueron almacenados en una nevera a temperatura de 4 ° C para su posterior análisis físico-químico y sensorial.

Análisis físico-químicos: Contenido de humedad (%): COVENIN (1553-80) [13], contenido de cenizas (%): COVENIN (1783-81) [10], contenido de calcio (mg): COVENIN (1158-82) [11], pH: COVENIN (1315-79) [9], acidez titulable (g/l): COVENIN (924-83) [12], Contenido de sólidos solubles (° Brix) [1], actividad de agua: AQUALAB Decagon y textura (N): Lloyd 500. Los análisis físico-químicos se aplicaron tanto a las muestras frescas (control) como a las muestras deshidratadas osmóticamente con la finalidad de determinar el efecto de la deshidratación, evaluar las características de las mitades de duraznos antes y después y establecer comparaciones entre ellas.

Análisis Sensorial: La evaluación sensorial se llevó a cabo en tres fases, la primera fase consistió en la selección de los panelistas mediante la selección por Análisis secuencial de Wald [22]. Se escogieron 60 panelistas para ser evaluados mediante pruebas básicas de sensibilidad (vista, olfato, sabor, textura), de los cuales se seleccionaron 25. Los 25 panelistas fueron sometidos a pruebas de entrenamiento (fase II), mediante ejercitación de pruebas de diferencias aplicando pruebas de DUO-TRIO y entrenados y familiarizados con las pruebas de ordenamiento de intensidades. Finalmente la tercera fase consistió en aplicarle a los panelistas las pruebas finales para evaluar los atributos sabor (amargo) y textura (dureza).

Se aplicaron dos pruebas sensoriales orientadas al producto, comparación múltiple, para comparar el sabor (amargo) y color (amarillamiento) de las mitades de duraznos sometidas a DOV con el tratamiento control (duraznos frescos) con valores de 1 (menos amargo y menos amarillo) hasta 7 (más amargo y más amarillo) y la prueba de ordenamiento de intensidades (dureza y amargura). Las muestras fueron ordenadas de 1 al 3 concediéndoles el valor 3 a

las pruebas más duras y amargas y el menor valor 1 a las de menor dureza y amargo.

Diseño Experimental: Se utilizó un diseño experimental de bloques al azar con cuatro tratamientos y cinco repeticiones.

Tratamientos:

T₀: control (duraznos frescos)

T₁: 68% sacarosa, 0,2% ácido ascórbico, y 1% CaCl₂

T₂: 68% sacarosa, 0,2% ácido ascórbico, y 3% CaCl₂

T₃: 68% sacarosa, 0,2% ácido ascórbico, y 5% CaCl₂

Las variables dependientes (actividad de agua, contenido de humedad, contenido de cenizas, contenido de sólidos solubles, pH, textura, contenido de calcio, y acidez titulable) fueron analizadas a través de un análisis de varianza. Cuando existieron diferencias entre los tratamientos se aplicó la prueba de la mínima diferencia significativa. Para el análisis de los resultados de la evaluación sensorial se utilizó un análisis de varianza no-paramétrico de una vía de Kruskal-Wallis, para las diferentes variables. Cuando existieron resultados significativos, la separación de rangos se realizó mediante la prueba de promedios de rangos. El nivel de significación fue 5 % para todos los análisis. Se aplicó un análisis de correlación lineal entre las variables físico-químicas, utilizando la prueba del coeficiente de correlación de Pearson y las correlaciones entre las variables sensoriales a través de la prueba de rango de Spearman. El nivel de significación fue 1 y 5 % para todos los análisis de correlación.

3. Resultados y Discusión

Los resultados de los análisis físico-químicos (Aw, contenido de humedad, contenido de cenizas, contenido de sólidos solubles (%), textura, contenido de Ca y acidez titulable) de las mitades de duraznos frescos (control) y las mitades deshidratadas osmóticamente para los cuatro tratamientos, se muestran en el cuadro 1.

En relación a los valores de Aw se observa el efecto del nivel de CaCl₂ sobre la Aw de las mitades de duraznos sometidas a las condiciones experimentales, evidenciándose valores de Aw más bajos (0,85) con la solución de mayor concentración de CaCl₂. Estos resultados coinciden con los reportados por Tapiero y Salamanca [28], quienes detectaron a mayor concentración en la solución osmótica, una mayor pérdida de agua por parte del alimento, demostrando experimentalmente, que la actividad de agua (Aw) de las soluciones osmóticas iba disminuyó a medida que se aumentó la concentración de CaCl₂.

Se observó también que el contenido de humedad disminuyó a medida que aumentó la concentración de CaCl₂ en las soluciones osmóticas. El menor valor de humedad (52,38 %) correspondió a

Cuadro 1. Efecto del nivel de CaCl₂ sobre las variables físico-químicas en mitades de duraznos (*Prunus persica* (L.) Batsch) deshidratadas osmóticamente a vacío.

Variables Físico-Químicas	T ₀ (control)	Contenido de CaCl ₂ (%)			MDS	CV (%)	Error Estándar
		1 (T ₁)	3 (T ₂)	5 (T ₃)			
Aw	0,990 ^a *	0,857 ^b	0,854 ^c	0,851 ^d	0,0031	0,25	0,0014
Humedad (%)	83,35 ^a	34,33 ^b	33,18 ^c	32,38 ^d	0,1979	0,31	0,0908
Cenizas (%)	0,428 ^d	0,536 ^c	1,014 ^b	1,900 ^a	0,0549	4,11	0,0252
Sólidos solubles (%)	15,65 ^d	62,36 ^a	60,80 ^b	59,44 ^c	0,6274	0,92	0,2880
pH	3,60 ^a	3,25 ^c	3,23 ^c	3,33 ^b	0,0438	0,95	0,0201
Textura (N)	11,923 ^d	16,148 ^c	20,370 ^b	24,677 ^a	1,8466	7,33	0,8475
Contenido de calcio (mg/100g)	13,798 ^d	85,160 ^c	188,00 ^b	330,04 ^a	5,261	2,48	2,4145
Acidez titulable (g/l)	0,6460 ^a	0,2420 ^b	0,2680 ^b	0,2620 ^b	0,0271	5,55	0,0124

* Medias con letras diferentes dentro de las columnas difieren estadísticamente ($P \leq 0,05$)

MDS = Prueba de la Mínima Diferencia Significativa

las mitades sometidas al tratamiento T₃, y el mayor porcentaje de 54,33 % en las muestras sumergidas en la solución osmótica al 1 % de CaCl₂. Al comparar estos valores con el valor de contenido de humedad de las muestras controles, se observa que ocurrió una disminución del 35 % para T₁, 36 % para T₂ y 37 % para T₃, aumentando la pérdida de humedad a medida que aumentó la concentración de CaCl₂.

El porcentaje de cenizas aumentó a medida aumentó la concentración de CaCl₂ en las soluciones osmóticas, se obtuvo un mayor porcentaje de ceniza en las mitades de duraznos tratadas, esto se explica debido al ingreso de CaCl₂ a los poros de la fruta. El mayor porcentaje de ceniza se encontró en los duraznos provenientes del tratamiento T₃, con un valor de 1,90 %, seguido de T₂ con un valor de 1,01 % y por último el tratamiento T₁, con un contenido de ceniza de 0,54 %.

Para el contenido de sólidos solubles (SS), se observa el efecto de las diferentes soluciones osmóticas sobre las mitades de duraznos, donde se muestra ganancia de SS, lo cual varió con respecto a la media de las mitades control. Por otro lado se observó un efecto inverso en relación al aumento de la concentración de CaCl₂. Schwartz [27], reportó que la adición de sales de calcio a la solución osmótica, contribuye a disminuir la entrada de soluto de alto peso molecular como la sacarosa. Este efecto se atribuye a una asociación del calcio que penetra al producto con pectinas de las paredes celulares, el cual atenúa la difusión del soluto osmótico (sacarosa) hacia el alimento por la formación de redes tridimensionales de calcio. En este trabajo se demostró que a medida que aumentó la concentración de CaCl₂ en las soluciones osmóticas, disminuyó la cantidad de SS en las mitades, y esto se explica por el impedimento que ejercieron las redes tridimensionales formadas por el calcio sobre el paso de las moléculas de sacarosa al

interior de la fruta. Se observó que el menor valor de SS (59,44 %) se obtuvo en las mitades sumergidas en la solución osmótica al 5 % CaCl₂ (T₃), y el mayor 62,36 % de SS, se obtuvo en las mitades de la solución osmótica al 1 % CaCl₂ (T₁).

El pH de las mitades de duraznos sumergidas a las diferentes soluciones osmóticas, disminuyó, con respecto al valor de las mitades frescas (control). Esto se debió posiblemente a la presencia de ácido ascórbico en las soluciones preparadas, por lo cual una cantidad del ácido penetró los poros de las mitades, disminuyendo su pH inicial. La comparación entre las medias de los tratamientos experimentales, reveló que existían diferencias de pH en las mitades de duraznos provenientes del tratamiento T₃ (3,33) y el pH de las mitades de duraznos provenientes de los tratamientos T₂ y T₁, con valores promedios de 3,23 y 3,25, respectivamente, demostrando que por la formación de redes tridimensionales por parte del calcio con las pectinas de los duraznos, atenúa la difusión de las moléculas de ácido ascórbico hacia el interior de los frutos, y en consecuencia el pH de las mitades de duraznos fue mayor para aquellas sometidas al nivel de 5 % de CaCl₂.

Los valores de textura para las mitades de duraznos sometidas a las diferentes concentraciones de CaCl₂, evidenció que a mayor concentración de CaCl₂, hubo mayor valor de textura. El mayor valor (24,68 N) se obtuvo en las mitades sometidas al tratamiento de 5 % de CaCl₂ (T₃). Esto se debió a la penetración del CaCl₂ a las matrices de las mitades, en donde el ión Ca⁺⁺ forma enlaces (redes tridimensionales) con las pectinas de la fruta, aumentando la dureza. Estos resultados coinciden con lo que reportó Schwartz [27] y Fennema [14], quienes indican que la adición de sales de calcio a la solución osmótica fortalece la textura de las frutas por la formación de enlaces cruzados, aumentando la cantidad de pectato y pectina

cálcica relativamente insoluble. Por otra parte, Pereira *et al.* [23] compararon el uso de CaCl_2 y lactato de calcio sobre la deshidratación osmótica de guayabas y encontraron que las sales de calcio tuvieron una fuerte influencia sobre la textura y microestructura de las guayabas procesadas, las cuales produjeron el mantenimiento de los tejidos cuando se aplicó el lactato de calcio.

Para los valores de contenido de calcio en las mitades sometidas a los diferentes tratamientos, se observó que a medida que aumentaba el nivel de CaCl_2 en las soluciones osmóticas, también aumentó el contenido de calcio de las mitades de duraznos, obteniéndose el mayor contenido de calcio residual en mg de calcio/100 gr. de alimento en aquellas sometidas al tratamiento T_3 , con una media de 330,04 mg calcio. Bajo la influencia de la presión osmótica ejercida por la solución y la condición de trabajo (presión a vacío), los iones de Ca^{++} penetraron las matrices de las mitades y se unieron a las pectinas intercelulares [2, 1827]. También se observó el efecto de las diferentes soluciones osmóticas con CaCl_2 al comparar con las muestras frescos (tratamiento control). Estos reportan un valor de media de 13,80 mg de calcio, el cual es altamente significativa la diferencia con respecto a las medias de los tratamientos T_1 , T_2 y T_3 .

Los valores de acidez titulable para las mitades sometidas a los diferentes tratamientos, muestra el efecto de las soluciones osmótica al comparar con aquellas de durazno frescos (tratamiento control). Se observó una media de 0,646 g/l, el cual varió significativamente con respecto a las medias de los tratamientos experimentales. Esta diferencia explica que hubo una migración de sustancias ácidas desde las mitades de duraznos hacia las soluciones osmóticas. Estos resultados coinciden con lo que reporta Barbosa [5] quien indicó que en un proceso de deshidratación osmótica existe un flujo de ácidos orgánicos, vitaminas y minerales que sale del producto hacia el medio osmótico. En el cuadro 1 también se observa que la acidez titulable de las mitades de

duraznos sometidas a los tratamientos experimentales (T_1 , T_2 y T_3) fueron similares, es decir, la variación de las concentraciones de CaCl_2 en cada una de las soluciones osmóticas, no afectaron la cantidad de sustancias ácidas que migró desde las mitades de duraznos hacia las soluciones osmóticas.

En el cuadro 2 se observa que no hubo diferencias entre los tratamientos con CaCl_2 ni tampoco con el control para el color (amarillamiento) de los duraznos.

En el cuadro 2, se presentan las medias obtenidas mediante la prueba de comparación múltiple para el atributo sabor, en las mitades sometidas a los diferentes tratamientos. Se observó que los valores de los rangos de las mitades sometidas a los tratamientos T_2 y T_3 , fueron significativamente similares, lo que revela que los panelistas no encontraron diferencias en el sabor amargo de estas muestras. Se observa que el mayor valor se obtuvo para las mitades sometidas al tratamiento T_3 , indicando la tendencia de los panelistas a percibir a las mitades de duraznos con mayor sabor amargo, los que contenían mayor concentración de CaCl_2 (5%). Resultados similares fueron indicados por Pereira *et al.* [23] al comparar CaCl_2 y lactato de calcio sobre la deshidratación osmótica de guayabas, las guayabas tratadas con lactato de calcio mostraron una buena aceptación sensorial pero el tratamiento con CaCl_2 fue aceptable solamente a bajas concentraciones, mientras que Rodrigues *et al.* [25] deshidrataron osmóticamente pedazos de lechosa en soluciones de sacarosa a 50 ° Brix conteniendo lactato de calcio (0,05 M) y ácido láctico (0,02 M) como aditivos y encontraron que la utilización de lactato de calcio fue efectiva en mantener la dureza del fruto durante el almacenamiento refrigerado. Al respecto, Gran *et al.* [16] indicaron que la firmeza y la resistencia a suavizarse inducida por los iones de calcio divalentes fueron atribuidos a la formación de pectatos o pectinatos de calcio atados a las cadenas de pectatos metilesterasa-dimetilxilato, las cuales incrementan la rigidez de la lamela media y la pared celular.

Cuadro 2. Efecto del nivel de CaCl_2 sobre los atributos sabor, color y textura en mitades de duraznos (*Prunus persica* (L.) Batsch) deshidratadas osmóticamente a vacío.

Tratamientos	Color		Sabor		Intensidad de sabor		Intensidad de dureza	
	Rango †	Original	Rango	Original	Rango	Original	Rango	Original
T_1 (1% CaCl_2)	27,9	6,10 ‡	18,4 ^a	5,1 ‡	11,5 ^a	1,05 §	11,5 ^a	1,05 §
T_2 (3% CaCl_2)	34,9	6,45	32,0 ^b	6,0	29,5 ^b	1,95	32,5 ^b	2,10
T_3 (5% CaCl_2)	28,7	6,15	41,1 ^a	6,5	50,5 ^c	3,00	47,5 ^c	2,85
Valor	2,24 ns		18,69 *		56,20 *		48,23 *	

* : Significativo ($p \leq 0,05$) ns : No significativo ($p > 0,05$) para la prueba de Kruskal-Wallis

† Prueba de rangos (Valor = 13,22). Letras diferentes indican rangos estadísticamente diferentes ($p \leq 0,05$).

‡ 1 Mitades de duraznos con menor sabor amargo y 7 mitades de duraznos con mayor sabor amargo

§ 1 Mitades de duraznos más duros y amargos, 2 mitades con dureza y amargura intermedia y 1 mitades de duraznos menos duros y amargos.

En el cuadro 2, se presentan los rangos que indica que la intensidad del sabor amargo en mitades de duraznos para la prueba de ordenamiento para evaluación de intensidades. Se evidenció que los panelistas percibieron a aquellas sometidas al tratamiento T₃ como los más amargos (3,00), seguido por las sometidas al tratamiento T₂ con sabor amargo intermedio (1,95) y aquellas del tratamiento T₁ con sabor menos amargo (1,05). Se evidencia que la presencia del CaCl₂, impartió un sabor amargo y que este aumento al aumentar la concentración.

En el cuadro 2, se presentan los rangos que indican la intensidad de la dureza en las mitades de duraznos para la prueba de ordenamiento para evaluación de intensidades. Se evidenció que los panelistas percibieron aquellas sometidas al tratamiento T₃ como los más duros (2,85), seguido por las sometidas al tratamiento T₂ con dureza intermedia (2,10), y aquellas sometidas al tratamiento T₁ con menos dureza (1,05). Estos valores están directamente relacionados con aquellos obtenidos en las pruebas objetivas físicas instrumentales de textura Lloyd 500, en donde igualmente la textura aumentó a medida que aumentó la concentración de CaCl₂, lo cual además implica una buena absorción y migración del calcio a través de la matriz de durazno.

En el cuadro 3 se muestran las asociaciones entre pares de atributos tanto para los análisis fisico-químicos como sensoriales. En general, el contenido de calcio estuvo asociado negativamente con la actividad de agua, contenido de humedad, acidez titulable y pH y positivamente con el contenido de cenizas, sólidos solubles y la textura. Esto indica que aumentos del contenido de calcio en el fruto se correlacionaron con incrementos de la dureza y ambos atributos se incrementaron con las

concentraciones de calcio. No se encontró una correlación significativa entre los atributos sensoriales, es decir, el sabor no estuvo asociado a un mayor o menor color de las mitades de duraznos.

4. Conclusiones

- Las matrices de durazno, las condiciones de presión, temperatura y tiempo de exposición establecidas utilizadas fueron adecuadas para la realización del experimento ya que se pudo detectar buena absorción de calcio.
- Los valores de actividad de agua, contenido de humedad y contenido de sólidos solubles de las mitades de duraznos, disminuyeron a medida que aumentaba la concentración de CaCl₂ en las soluciones.
- Los valores de contenido de cenizas y textura, incrementaron a medida que aumentó la concentración de CaCl₂.
- La absorción de CaCl₂ en las mitades de duraznos, fue proporcional a la concentración de CaCl₂ de las soluciones.
- Los panelistas consideraron que el color de las mitades de duraznos eran similares para los tres tratamientos, percibieron las mitades de duraznos más amargos y más duros los que contenían más CaCl₂ y como los menos amargos y duros los que contenían menos CaCl₂.
- Las mitades de duraznos fortificadas mediante el proceso de deshidratación osmótica a vacío sumergidos en la soluciones de 3 y 5 % de CaCl₂, pueden formar parte de la dieta diaria, además pueden sustituir los suplementos de calcio, debido a que se presentan como una opción agradable de suplir las necesidades diarias de calcio.

Cuadro 3. Coeficientes de correlación lineal de Pearson y coeficientes de correlación por rangos de Spearman entre pares de atributos en mitades de duraznos (*Prunus persica* (L.) Batsch) deshidratadas osmóticamente a vacío.

Coeficientes de correlación lineal de Pearson:							
	Aw	Humedad	Cenizas	Calcio	Acidez	SS	pH
Humedad	0,999**						
Cenizas	-0,568**	-0,563**					
Calcio	-0,709**	-0,704**	0,979**				
Acidez	0,991**	0,989**	-0,501*	-0,649**			
SS	-0,995**	-0,996**	0,493*	0,642**	-0,992**		
pH	0,935**	0,938**	-0,321ns	-0,492*	0,942**	-0,953**	
Textura	-0,775**	-0,773**	0,916**	0,964**	-0,725**	0,720**	-0,505**

N = 20.

** : Altamente Significativo ($p \leq 0,01$); Significativo ($p \leq 0,05$) ns : No significativo ($p > 0,05$).

Coeficiente de correlación por rangos de Spearman:		
	Color	Sabor
Sabor	-0,045 ns	
Textura	0,050 ns	- 0,239 ns

N = 60. ns : No significativo ($p > 0,05$).

5. Recomendaciones

- Realizar pruebas sensoriales de preferencia para conocer cuál de las mitades de duraznos fortificadas con calcio es más aceptable por los panelistas, evaluando perfiles de colores, sabores y textura.
- Al momento de comercializar el producto fortificado, es recomendable aplicar un secado por calentamiento, para disminuir la actividad de agua hasta llegar a un producto más estable.
- Continuar las investigaciones aplicando el proceso de deshidratación osmótica a vacío para fortificar o enriquecer otras frutas con calcio u otro mineral de interés fisiológico.
- Realizar un estudio de calidad de tiempo de almacenamiento durante un año para conocer el comportamiento de las mitades de duraznos fortificadas

6. Referencias

- [1] Alvarado, J. y Aguilera, J. "Método para medir las propiedades físicas en industrias de alimentos". Editorial Acribia. Zaragoza. España. p. 410. 2001.
- [2] Antón, L. y Romero, J. "Evaluación del efecto del tiempo del pulso de vacío y el tiempo de inmersión en la impregnación de calcio, hierro y vitamina C, en duraznos (*Prunus persica*)". Tesis para optar al título de Técnico Superior Universitario Mención Tecnología de alimentos. "Instituto Universitario de Tecnología Cumaná". Cumaná. Venezuela. p. 62. 2000.
- [3] Astorga Solari, E.; Welti-Chanes, J.; Palou, E. and López Malo, A. "Ascorbic acid incorporation in peach pieces throughout vacuum impregnation". Institute of Food Technologists (IFT) Annual Meeting. Anaheim. USA. 2002. Available at http://ift.confex.com/ift/2002/techprogram/paper_14177.htm Accessed 18 January 2004. 2002.
- [4] Astort, J. "Guía para la Mujer". Caracas. Venezuela. 2000.
- [5] Barbosa, G. Deshidratación de Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. España. p. 780. 2000.
- [6] Casp, A. y Abril, J. "Procesos y Conservación de Alimentos". Editorial Mundi Prensa. Zaragoza. España. p. 1200. 1999.
- [7] Chirife, J. "Deshidratación Osmótica de frutas". Anales de la Asociación Argentina de Tecnólogos de Alimentos 70:913. 1982.
- [8] Consentino, E.; Acosta, E.; Escriche, I. y Serra, J. "Experiencia de conservación de papaya deshidratadas osmóticamente a vacío". Anales del Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. España. p. 171-181. 1994.
- [9] COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Determinación de pH. 1315-79. FONDONORMA. Caracas. Venezuela. 1979.
- [10] COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Determinación de Cenizas. 1783-81. FONDONORMA. Caracas. Venezuela. 1981.
- [11] COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Determinación de Calcio. 1158-82. FONDONORMA. Caracas. Venezuela. 1982.
- [12] COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Determinación de Acidez. 924-83. FONDONORMA. Caracas. Venezuela. 1983.
- [13] COVENIN. Comisión Venezolana de Normas Industriales. Determinación de Humedad. 1553-80. FONDONORMA. Caracas. Venezuela. 1980.
- [14] Fennema, O. "Química de los Alimentos". Editorial Acribia. Zaragoza. España. p. 1258. 2000.
- [15] Giraldo G., G. A.; Chiralt B., A. y Fito M, P. "Deshidratación osmótica de mango (*Mangifera indica*). Aplicación al escarchado". Ingeniería y Competitividad 7 (1): 44-55. 2005.
- [16] Grant, G. T.; Morris, E. R.; Rees, D. A.; Smith, P. J. C. and Thom. D. "Biological interactions between polysaccharides and divalent cations: The egg-box model". FEBS Lett. 32: 195-198. 1973.
- [17] Maguiña, G.; Briceño, G.; Tapia, M.; Rodríguez, C.; Roa, V. and Welti Chanes, J. "Incorporation of *Bifidobacterium* spp by hydrodynamic mechanism in a porous fruit matrix." Institute of Food Technologists (IFT) Annual Meeting. Anaheim. USA. 2002. Available at http://ift.confex.com/ift/2002/techprogram/paper_14377.htm Accessed 18 January 2004. 2002.
- [18] Maldonado. Manual de Diagnóstico de Osteoporosis. Bogotá. Colombia. 2001.
- [19] Marcos, M. y Spinetti, M. "Epidemiología de la osteoporosis en el hospital Central de San Cristóbal". Disponible en <http://www.infomedonline.com.ve/reumatologia/reu9100art2.pdf> Leído el 15 noviembre 2003. 1995.
- [20] Mujica Paz, H.; Hernández Fuentes, P.; López Malo, A.; Palou, E.; Valdez Frago, A. and Welti Chanes, J. "Incorporation of minerals to apples slabs through vacuum impregnation and osmotic dehydration". Institute of Food Technologists (IFT) Annual Meeting. Anaheim. USA. 2002. Available at http://ift.confex.com/ift/2002/techprogram/paper_12544.htm Accessed 18 January 2004. 2002.
- [21] Nuñez, M. "Predicción de la cinética en la deshidratación osmótica a vacío de filetes de sardinas (*Sardinilla aurita*)". Trabajo de Ascenso. Instituto Universitario de Tecnología "Jacinto Navarro Ballenilla". Carúpano. Estado Sucre. Venezuela. p. 156. 1999.
- [22] Pedro, M. "Introducción a la evaluación sensorial de los alimentos". Módulo Post-grado en Tecnología

- de los Alimentos. Núcleo de Anzoátegui, Universidad de Oriente. Venezuela p. 48-53. 1996.
- [23] Pereira, L. M.; Guerreiro, S. C.; Cunha, R. L. and Hubinger, M. D. "Texture, microstructure and sensory acceptance of osmotically dehydrated guavas in sucrose solutions with calcium salts". In: 9th International Congress on Engineering and Food, Montpellier. International Association of Engineering and Food. 2004. Available at <http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.jsp?id=K4787395A6&tipo=completo> Accessed 14 December 2006. 2004.
- [24] Pérez López, I.; Welti Chanes, J.; López Malo, A.; Palou, E. and Ibarz, A. "Calcium incorporation by low temperature blanching". Institute of Food Technologists (IFT) Annual Meeting. Anaheim. USA. 2002. Available at http://ift.confex.com/ift/2002/techprogram/paper_13346.htm Accessed 18 January 2004. 2002.
- [25] Rodrigues, A. C. C.; Pereira, L. M.; Sarantópoulos, C. I. G. L.; Bolini, H. M. A.; Cunha, R. L.; Junqueira, V. C. A. and Hubinger, M. D. "Impact of modified atmosphere packaging on the osmodehydrated papaya stability". J. Food Process. Pres. 30 (5): 563-581. 2006.
- [26] Schulz, E.; Tapia, M. S.; Welti Chanes, J.; López-Malo, A. y Gómez, V. "Desarrollo de un alimento funcional incorporando calcio y zinc en melón (*Cucumis melo* L.)". II Congreso Panamericano de Calidad Sanitaria de Alimentos. 2002, Caracas, Venezuela. 2002.
- [27] Schwartz, M. "Principios y aplicaciones de métodos de factores combinados en la transformación de frutas". II Congreso Venezolano de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Abril 24- 28; Caracas, Venezuela. 120 p. 1999.
- [28] Tapiero, C. y Salamanca, G. "Propuestas para la deshidratación osmótica de papaya Hawaiana". Departamento de Química. Universidad de Tolima. Colombia. Disponible en <http://20021.45.2:84/investigación/seminario/GUILLERMO SALAMANCA.doc>. Leído el 28 noviembre 2006. 1997.
- [29] Valera, A.; Zambrano, J.; Materano, W. y Quintero, I. Efectos de la concentración de solud y la relación fruta/jarabe sobre la deshidratación osmótica de mango en cilindros. Agronomía Trop. 55 (1): 117-132. 2005.