

Comparación del efecto osmodeshidratante de distintos solutos en pulpa de membrillo.

Bermejo D. (1); Calvo G. A. (1); Maldonado V. N.(1); Moreno S. M. (1);
Bracco Sánchez C. I.(1)

Osmotic effect comparison of different solutes in quince pulp.

Abstract

Osmotic dehydration (OD) is the immersion of a food in a solution of water activity (a_w) less than yours, which establishes a flow of water from the food to the solution and solute flow in the opposite direction. The aim of this study was to investigate the various effects of solutes, glucose, sucrose syrup, high fructose corn (HFCS) in the osmotic dehydration in Quince (*Cydonia vulgaris*). To this end we analyzed comparatively the evolution of the composition, mass and volume of the samples during the process and the kinetics involved in it. Multifactorial design was used a categorical with 864 runs.

The variance analysis indicates that the time and osmotic solution concentration (CSO) have significant effect on all responses by 95% confidence level for the three solutes tested, but not for the temperature with $p\text{-value} > 0.05$ for all the answers.

Best result was obtained in osmotic dehydration using as SO Glucose, Sucrose and HFCS that. It has been observed that the loss of fruit weight was higher in glucose treated having an average value of 6,26 percent, higher weight loss osmotic solution (SO) Sucrose and HFCS, as well as glucose-treated fruit had a greater increase concentration of 19,709 ° Brix (average) indicating greater loss of weight.

Key words: Quince - Dehydration, Solute, Osmosis

Resumen

La deshidratación osmótica (DO) consiste en la inmersión de un alimento en una solución hipertónica de actividad de agua (a_w) inferior a la del mismo (Genina, 2002), lo que establece un flujo de agua desde el alimento a la solución y un flujo de soluto en sentido contrario. El objetivo del presente trabajo fue investigar los diferentes efectos de los solutos, glucosa, sacarosa y jarabe de maíz de alta fructosa (JMAF) en la deshidratación osmótica de membrillo (*Cydonia Vulgaris*).

Para ello se analizó comparativamente la evolución de la concentración de sólidos solubles de la fruta, el peso de la fruta y la concentración de la solución osmótica con respecto a tiempo y temperatura del proceso y cambio en la concentración de la solución osmótica. Se planteó un Diseño Multifactorial Categórico con 864 ensayos.

El análisis de varianza indica que el tiempo y la Concentración de Solución Osmótica tienen efecto significativo en las repuestas en un 95% de nivel de confianza para los tres solutos ensayados, no así para la temperatura con $p > 0.05$ para todas las respuestas. Se obtuvo mejor resultado en la DO utilizando Glucosa. Se ha observado que la pérdida de peso de la fruta fue mayor en la tratada con Glucosa teniendo un valor medio de 6,27 %, superior en pérdida de peso a la solución osmótica (SO) de Sacarosa y JMAF, además la fruta tratada con glucosa tuvo un mayor aumento en la concentración de la fruta llegando a 19.71°Brix (valor medio) indicando mayor pérdida de peso que con sacarosa y JMAF.

Palabras clave: Membrillo, Deshidratación, Solutos, Osmosis

(1) , Universidad Nacional de La Rioja - Instituto de Tecnología Agroindustrial, Av. M. de La Fuente S/N – La Rioja – Argentina. ita@unlar.edu.ar

Introducción

El membrillo es un arbusto de la familia de las rosáceas, *Cydonia vulgaris*, cuyo fruto comestible contiene en promedio 80,5 % de agua, 18,4 % de hidratos de carbono, 1,7 % de fibra cruda, 0,4 % de cenizas, 0,4 % de proteínas y 0,2 % de grasa. (FAO – 2002, Badui Dergal 2010). Se lo utiliza para la elaboración de dulces, jaleas y mermeladas, entre otros, alimentos calóricos con baja actividad de agua y bajo pH, que son productos estables que fueron preparados desde épocas remotas con simples tecnologías por el hombre, no siendo fácilmente contaminados por microorganismos alterantes o patógenos y manteniendo sus propiedades sensoriales inalterados por tiempo prolongado.

El estudio de las características físicas y químicas del membrillo, así como las bases de los procesos tecnológicos aplicados a sus productos, constituye una contribución fundamental en el área de tecnología alimentaria y más específicamente en la de dulces y confituras.

El proceso de deshidratación osmótica es frecuentemente aplicado para conservar la calidad y estabilidad de frutas y hortalizas, evitando pérdidas considerables en compuestos aromáticos; (Genina Soto P., 2002), además puede ser utilizado como una operación previa en el secado y la liofilización, reduciéndose así los costos energéticos. La deshidratación osmótica de alimentos involucra dos tipos de transferencia de masa: la difusión de agua desde el alimento hacia la solución y la difusión de solutos desde la solución hacia el alimento. En el primer tipo, la fuerza conductora de la transferencia de masa es la diferencia de presión osmótica, mientras en la segunda es la diferencia de concentraciones (Barbosa-Canovas, 2000). Es un tratamiento de eliminación parcial de agua, donde se sumerge la materia prima en una solución hipertónica que tiene una alta presión osmótica y baja actividad de agua, siendo la fuerza impulsora para que el agua del alimento se difunda en el medio, originándose así una transferencia de masa desde la región de mayor concentración hacia la de menor concentración (Kaymak y Sultanoglu, 2000).

El proceso promueve la liberación de agua del material inmerso en la solución concentrada, mientras ocurre un ingreso simultáneo del soluto externo. Los mecanismos envueltos en los procesos de osmodeshidratación del tejido dependen de las estructuras tisulares. Las células externas pueden ser fácilmente impregnadas por la solución externa y la difusión del flujo en masa de agua y soluto ocurre también en los espacios intercelulares. El flujo en masa es promovido por la presión capilar en los procesos que ocurren a presión atmosférica (Chiralt y Fito 2003).

Dado que en la actualidad no se han estudiado los fenómenos de transferencia de masa en membrillo y de acuerdo a que la bibliografía consultada no aporta datos al respecto es que cobra importancia desarrollar y modelar el fenómeno de transferencia de masa en la deshidratación osmótica en membrillo.

El presente trabajo tiene como objeto comparar el efecto osmodeshidratante de distintos solutos utilizados comúnmente en la industria alimenticia y analizar la influencia de las variables de proceso para la deshidratación osmótica de membrillo.

Materiales y métodos

Como materia prima se utilizó membrillo, de donde se extrajeron muestras cilíndricas de 10 mm de diámetro y 10 mm de longitud, extraídas con sacabocado de acero inoxidable, bisturí y calibre vernier, en dirección paralela al eje del fruto, evitando la zona cercana a las semillas por la concentración de células pétreas. Se utilizaron soluciones osmóticas (SO) de glucosa, sacarosa y Jarabe de Maíz de Alta Fructosa (JMAF) de grado alimentario, con la misma aw (0.96), (Atarés L., Gonzalez-Martinez C., Chiralt A. 2002) a 35°, 45°, 55° y 65°Brix respectivamente. Las muestras de membrillo se sumergieron en la SO correspondiente a una proporción másica de solución a pulpa de (20:1), a presión atmosférica, (Gómez E., y Corzo O. 2002). Los ensayos se llevaron a cabo a temperatura de 20°, 30° y 40°C controlada ($\pm 1^\circ\text{C}$). Se tomaron muestras cada 15, 30, 60, 90, 120, 180, 240 y 300 minutos. Se realizó un seguimiento del peso de la pulpa por gravimetría y tanto la concentración de sólidos en la fruta como la concentración de la solución osmótica se midieron por refractometría.

Se prepararon las soluciones hipertónicas, las cuales se estabilizaron hasta concentración (concentración de la solución osmótica inicial CSOinicial). Una vez seleccionada la fruta, libre de picaduras y mal estado, se midió la concentración de la fruta por refractometría (concentración inicial de la fruta CFinicial). Se pesaron los cilindros extraídos (peso inicial de la fruta PFinicial), las muestras arrojaron un peso promedio de $0,6504 \pm 0,063$ gramos.

Las muestras se colocaron en vasos de precipitados de 30 mililitros y se agregó la solución hipertónica cubriendo perfectamente el cilindro de la muestra, quedando este sumergido. Se controló el tiempo con cronómetro digital y se llevaron los vasos a incubadora de 20°C o estufa con control de temperatura fijándose a 30° y 40°C. Las bocas de los vasos de precipitados se cubrieron con una película plástica a los efectos de evitar su evaporación.

Una vez concluido el tiempo de ensayo, se retiró la muestra, se la secó suavemente con papel absorbente y se la pesó con balanza analítica de 0,0001 gramos de precisión (peso final de la fruta, PFinal), se midió nuevamente la concentración de sólidos solubles (concentración final de la fruta, CFinal) y posteriormente se midieron los cambios en la solución hipertónica (concentración de la solución osmótica final CSOfinal).

Se calcularon las respuestas a partir de los datos obtenidos para el análisis estadístico de la siguiente manera:

Diferencia de peso de la fruta:

$$DPF = (PF \text{ final} - PF \text{ inicial})$$

Diferencia de concentración de la fruta:

$$DCF = (CF \text{ final} - CF \text{ inicial})$$

Diferencia de concentración de la solución osmótica:

$$DCSO = (CSO_{\text{inicial}} - CSO_{\text{final}})$$

Resultados y discusión.

Se planteó un Diseño Multifactorial Categórico con 96 ensayos para Glucosa, 96 ensayos para Sacarosa y 96 ensayos para JMAF, con tres réplicas constituyendo un total de 864 ensayos.

Se analizaron los efectos de los distintos factores (soluto, tiempo, concentración de la solución osmótica y temperatura) para las respuestas concentración de la solución osmótica final (CSOfinal), concentración de la fruta final (CFfinal) y peso de la fruta final (PFfinal) con software estadístico. Los resultados de DCF, DPF% y DCSO para cada soluto se muestran en los Gráficos N°1, N°2 y N°3.

El análisis de varianza indica que el tiempo y la Concentración de Solución Osmótica (CSO), tiene efecto significativo en todas las repuestas en un 95% de nivel de confianza para los tres solutos ensayados.

Se realizó un análisis multifactorial de la varianza para cada uno de los factores (Soluto, Tiempo, Temperatura y CSO) para identificar cual tiene un efecto significativo en cada una de las respuestas DCF, DCSO y DPF%. También se analizaron las interacciones significativas entre los factores.

Se utilizó el valor del estadístico para identificar qué efecto es estadísticamente significativo en un 95% de nivel de confianza.

Para DCF, todos los factores arrojaron un valor $p < 0,05$ indicando que tienen un efecto significativo al igual que todas las interacciones, excepto soluto-temperatura que tiene un valor $p = 0,74$. Los valores medios de DCF para cada soluto se muestran en el Gráfico N°1. La prueba estadística de contraste de rangos múltiples (Método de Fisher) indica que hay un 5% de riesgo de considerar a cada par de medias entre los tres solutos como significativamente diferentes cuando la diferencia real es igual a cero.

Medias y 95,0 Porcentajes Intervalos LSD

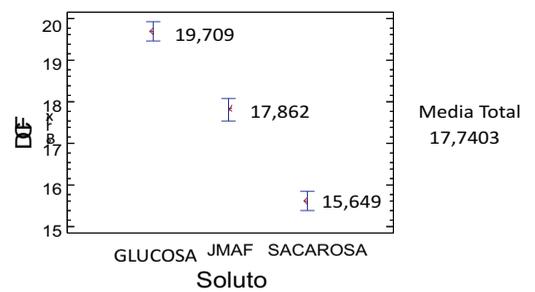


Gráfico N°1: Diferencia de concentración de la fruta vs. solutos.

Medias y 95,0 Porcentajes Intervalos LSD

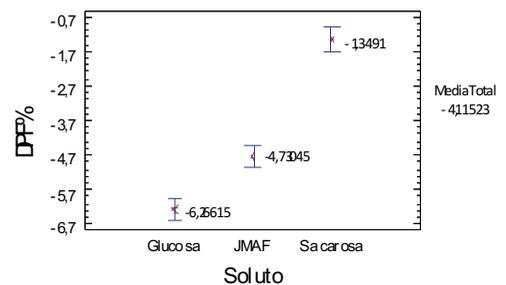


Gráfico N°2: Diferencia de peso de la fruta porcentual vs. soluto.

Medias y 95,0 Porcentajes Intervalos LSD

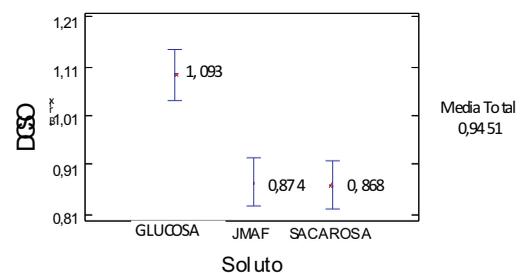


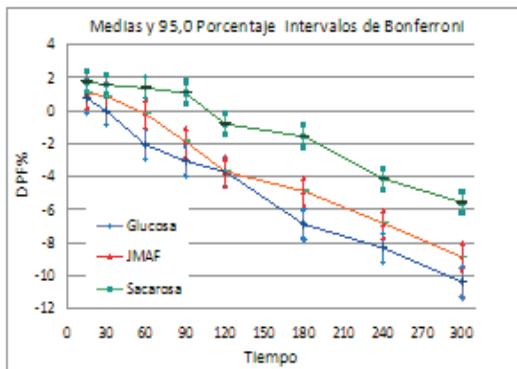
Gráfico N°3: Diferencia de concentración de la solución Osmótica vs Soluto.

Para DPF la temperatura arroja un valor de estadístico $p > 0,05$, indicando que no tiene efecto significativo en un 95% de nivel de confianza. Las interacciones entre Soluto-Temperatura, Soluto-CSO y Temperatura-CSO no son significativas. El peso promedio de las muestras es de 0,6594 gramos. Los valores medios de DPF en % de disminución de peso para cada soluto se muestran en el Gráfico N°2. La prueba de contraste de rangos múltiples indica que el grupo de datos para los tres solutos no son homogéneos y significativamente diferentes.

Para DCSO todos los efectos principales de los factores son estadísticamente significativos como así también las interacciones excepto la de Soluto-Temperatura. Los valores medios para cada soluto se muestran en el Gráfico N°3. La prueba estadística de contraste de rangos múltiples (Método de Fisher) indica que el grupo de datos para JMAF y Sacarosa son homogéneos y ambos significativamente diferentes a la Glucosa.

Los resultados de los valores medios y los intervalos de confianza de 95% para DPF en función del tiempo, temperatura y CSO para los tres solutos glucosa, sacarosa y JMAF se muestran en los Gráficos N°4, N°5, y N°6, respectivamente.

Con respecto al tiempo, para los tres solutos se observa un aumento de peso de la fruta hasta los 60 minutos y a partir de los 90 minutos de proceso se manifiesta la disminución franca de peso. Gráfico N°4. Además se observó que a tiempos menores a 60 minutos, la fruta disminuye su concentración de sólidos hasta 8°Brix para los tres solutos, muy por debajo del valor promedio de 15°Brix de la fruta inicial, aumentando la concentración de la fruta (CF) luego de 60 minutos por sobre el valor medio mencionado (gráfico N°7). En apariencia la fruta absorbe agua, debido probablemente a los heteropolisacáridos solubles que posee la pulpa, tales como las pectinas de alto metoxilo propias del fruto del membrillo.



Gráfico

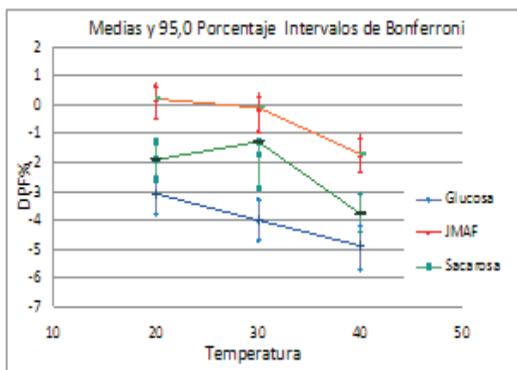


Gráfico N° 5.

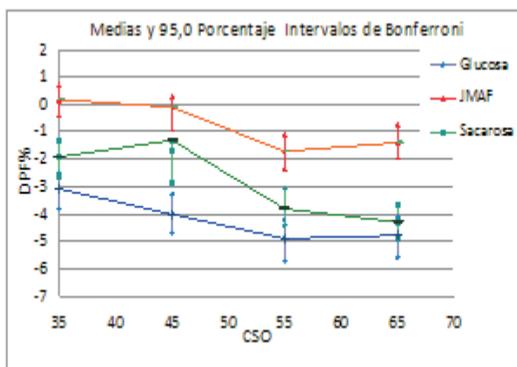


Gráfico N° 6.

La mayor pérdida de peso se registra a una CSO de 55°Brix para glucosa y sacarosa a 65°Brix para JMAF (Gráfico N°7).

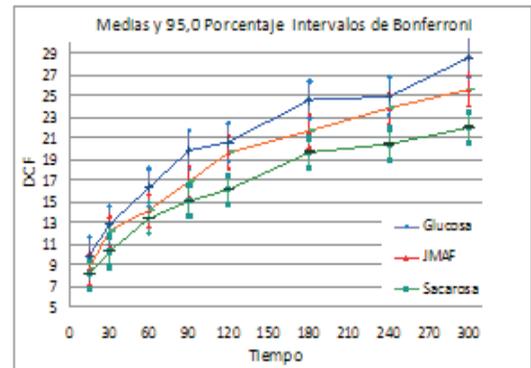


Gráfico N°7.

La temperatura de 40°C rinde mayor pérdida de peso para la glucosa y JMAF (Gráfico N°7), en cambio, para la sacarosa la mayor diferencia de peso tiene un valor medio de 1,5% a 20°C. Con la sacarosa se obtiene el mejor rendimiento en la deshidratación a temperatura ambiente, probablemente debido a la solubilidad de este soluto comparada con los otros dos.

La glucosa se presenta como el mejor soluto osmodeshidratante, logrando un valor promedio de DCF de 19,7 °Brix. La disminución de peso de la fruta para la glucosa es de 6,27%.

Tomando en cuenta los resultados del análisis multifactorial de varianza, se realizó el modelado de las respuestas DPF porcentual y DCF para glucosa, ajustando los datos de los ensayos con una regresión multifactorial.

Los modelos encontrados en función de los factores significativos que mejor explican los datos se detallan a continuación:

$$(I) DCF(t, T, CSO) = -29.6893 + 0.57375 CSO + 0.000804254 \cdot t + 3.92308 \log(t)$$

$$R^2=82,7$$

$$(II) DPF(t, T, CSO) = 5.26829 - 0.401387 \log(t) - 0.0612083 CSO - 0.00118829 \cdot t \cdot T$$

$$R^2=61,64$$

En los gráficos se representan los modelos, N°8 para DCF (modelo I) y N°9 para DPF porcentual (modelo II) en función del tiempo, eligiendo como CSO 65°Brix, concentración de la solución hipertónica a la que se obtuvieron las mayores diferencias en las respuestas estudiadas.

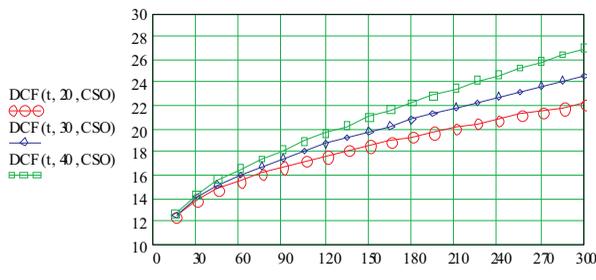


Gráfico N°8: Modelo de Diferencia de Concentración de la Fruta (DCF °Brix) vs. Tiempo (min). Para la mayor concentración CSO=65°Brix, se grafica para tres temperaturas 20, 30 y 40°C.

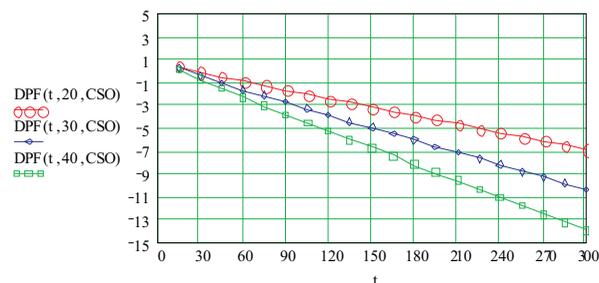


Gráfico N°9: Modelo para Diferencia de Peso de la Fruta Porcentual. (DPF %) Tiempo (min) Para la mayor concentración CSO=65°Brix, se grafica para tres temperaturas 20, 30 y 40°C.

Conclusiones.

El Diseño Multifactorial Categórico con 864 ensayos es adecuado para comparar el efecto osmodeshidratante de los tres solutos estudiados, glucosa, sacarosa y Jarabe de maíz de alta fructosa en la deshidratación del membrillo, en función del tiempo, la temperatura de proceso y la concentración de la solución hipertónica. El análisis de varianza indica que el tiempo y la Concentración de Solución Osmótica (CSO) tienen efectos significativos en todas las repuestas en un 95% de nivel de confianza para los tres solutos ensayados, no así para la temperatura con valor $p > 0.05$ para todas las repuestas.

La glucosa se presenta como el mejor soluto osmodeshidratante, logrando un valor promedio de diferencia de concentración de la fruta (DCF) de 19,71°Brix. La disminución de peso de la fruta utilizando glucosa es de 6,27 %, indicando mayor pérdida de agua, en comparación con la sacarosa donde DPF=4,73% y el JMAF DPF=1,34%. Los modelos propuestos para la glucosa nos permiten explicar el fenómeno de deshidratación osmótica en el membrillo.

Referencias.

Atares, L.; González, M. y Chiralt, A. 2002. Influencia del soluto en la deshidratación osmótica de manzanas. II Congreso Español de Ingeniería de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. España. Documento en línea. <http://cesia.udl.es/tc/TE-22.pdf>. Fecha de Consulta: 02 de febrero de 2005

Barbosa-Canovas, G. (2000) Deshidratación Osmótica de Alimentos. Acribia, España.

Badui Dergal 2010. Química de Los Alimentos Acribia

Chiralt A., Fito P.,(2003). Transport mechanism in osmotic dehydration: The role of structure. Food Science and Technology International. Vol.9 179-186.

FAO – 2002 - Tabla de Composición de Alimentos de América Latina - Documento en línea <http://www.rlc.fao.org/es/bases/alimento/default.htm>

Fito P., Chiralt A., Betoret N., Gras M., Cháfer M., Martínez-Monzó J., Andrés A., Vidal D. (2001). Vacuum impregnation and osmotic dehydration in matrix engineering Application in functional fresh food development. Journal of Food Engineering. Vol.49 175-183.

Genina Soto, P. (2002) Deshidratación osmótica: alternativa para conservación de frutas tropicales. Avance y Perspectiva Vol. 21 321-324

Gómez E., y Corzo O. (2002) Deshidratación Osmótica óptima del melón cortado en forma cilíndrica. Anales, Universidad Metropolitana de Venezuela Vol. 2, N°2 75-89.

Kaymak-Ertekin, F. Sultanoglu, M.(2000). Modelling of mass transfer during osmotic dehydration of apples Journal of Food Engineering Vol.46 243-250.

Martínez-Monzó J., Brat J.M., González-Martínez C., Chiralt A., Fito P. (2000). Changes in thermal properties of apple due to vacuum impregnation. Journal of Food Engineering. Vol.43 213-218.