

Deshidratación de pelones (*Prunus persica* var. *nectarina*) por métodos combinados

Dehydration of nectarines (*Prunus persica* var. *nectarina*) by combined methods

Rodríguez MM (1,2), Mascheroni RH (3), Pagano AM (1,4)

(1) Programa Institucional Alimentos UNICEN

(2) CONICET, UNLP-UNICEN

(3) CIDCA (CONICET La Plata - UNLP) y MODIAL, Calle 47 y 116. La Plata, Argentina

(4) TECSE, Depto. de Ingeniería Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires (UNICEN), Av. del Valle 5737 (7400) Olavarría, Argentina.

Email: apagano@fio.unicen.edu.ar.

RESUMEN

La deshidratación se presenta como una alternativa para la conservación de frutos estacionales como las frutas de carozo, que permite proveer el producto durante todo el año, para el consumo directo como fruta seca o como ingrediente de otros productos alimenticios. Durante el desarrollo de este trabajo se deshidrataron pelones de la variedad Caldesi por métodos combinados de deshidratación osmótica (DO) y secado por aire caliente (SAC) bajo diferentes condiciones. En una primera etapa, mediante la inmersión de las frutas en soluciones concentradas de azúcares, se logró la reducción de su contenido de humedad y el incremento del contenido de sólidos solubles, obteniéndose un producto poco estable para su conservación; a posteriori, la segunda etapa de secado con aire caliente permitió obtener un producto final estable de buena calidad organoléptica. Los pelones se seleccionaron y se lavaron con agua a temperatura ambiente, luego se pelaron y se cortaron manualmente en porciones de $\frac{1}{16}$ (~3,2 g). En la DO las muestras se sumergieron en soluciones hipertónicas de distintos agentes osmóticos (AO) tales como jarabe de glucosa y sorbitol en concentraciones del 40% p/p durante 2 h a temperaturas (TDO) de 25 y 40 °C \pm 0,5°C. La deshidratación se llevó adelante mediante agitación continua a 331 rpm y utilizando relaciones de fruta a agente osmótico (FR-AO) de 1:4 y 1:10. Los pelones osmodeshidratados se secaron por aire caliente a distintas temperaturas (TSAC) de 60, 70 y 80 °C \pm 0,5°C durante 5 h en una estufa de convección forzada. Durante la deshidratación osmótica y el secado por aire caliente, a intervalos regulares las muestras fueron evaluadas en peso (balanza analítica, precisión \pm 0,0001 g), contenido de humedad (M) y contenido de sólidos solubles (SS). Mediante un análisis de varianza (ANDEVA) con un 95% de confianza se evaluó el efecto de las distintas variables del proceso sobre la pérdida de agua (WL), la ganancia de sólidos solubles (SG), la razón de humedad (MR= M/M₀) y la razón de sólidos solubles (SR= SS/SS₀) para la DO, y sobre la razón de humedad para el SAC. En la DO, la interacción (AO*FR-AO) presentó diferencias significativas para todas las variables estudiadas. El tiempo de tratamiento (TPO) sólo fue significativo para MR y SR. Las variables WL y SG fueron influenciadas significativamente por el (AO), la relación (FR-AO), la (TDO) y sus combinaciones. En el secado por aire caliente, la variable MR fue significativamente influenciada por el tiempo de tratamiento (TPO), el (AO), la relación (FR-AO), la (TSAC) y las interacciones (TPO*TSAC), (AO*FR-AO), (AO*TSAC) y (TDO*TSAC).

ABSTRACT

Dehydration is an alternative for the preservation of seasonal stone fruits, because allows providing the product for direct consumption along the year and supplies dried fruit as an ingredient in other foodstuffs. In this work, nectarines of the Caldesi variety were dehydrated by combined methods based on osmotic dehydration (DO) and hot-air drying (SAC) under different conditions. In a first step, by immersing the fruit in concentrated sugar solutions, their moisture content was reduced and their content of soluble solids increased, yielding a poorly stable product for preservation; after then, the second stage of hot-air drying allows to obtain a very stable end-product with good organoleptic quality. The nectarines were selected and washed in water at room temperature; then, were manually peeled and cut into pieces of $\frac{1}{16}$ (~3,2 g). During DO, samples were immersed in hypertonic

solutions of different osmotic agents (AO) such as glucose syrup and sorbitol in concentrations of about 40% w/w for 2 hours at different temperatures (TDO) of 25 and 40°C ± 0.5°C. Dehydration was carried out at continuous agitation of 331 rpm and using relationships between fruit and osmotic agent (FR-AO) of 1:4 and 1:10. The osmodehydrated nectarines were dried by hot air at different temperatures (TSAC) of 60, 70 and 80°C ± 0,5°C for 5 h in a forced convection oven. During osmotic dehydration and hot-air drying, at regular intervals, samples were evaluated in weight (analytical balance, precision ± 0,0001 g), moisture content (M) and total soluble solids (SS). An analysis of variance (ANOVA) with 95% of confidence was used to analyze the effect of different process variables on water loss (WL), soluble solids gain (SG), moisture ratio (MR = M/M₀) and the ratio of soluble solids (SR = SS/SS₀) for DO, and on the moisture ratio for SAC. In the osmodehydration process, the interaction (FR-AO*AO) demonstrated significant differences for all variables studied. The treatment time (TPO) was only significant for MR and SR. The variables WL and SG were significantly influenced by the (AO), the ratio (FR-AO), the (TDO) and their combinations. In hot-air drying, the variable MR was significantly influenced by treatment time (TPO), the (AO), the ratio (FR-AO), the (TSAC) and the interactions (TPO*TSAC), (AO*FR-AO), (AO*TSAC) and (TDO*TSAC).

PALABRAS CLAVE: *Métodos combinados, deshidratación osmótica, secado por aire caliente, pelones.*

KEYWORDS: *Combined methods, osmotic dehydration, hot air drying, nectarines.*

INTRODUCCIÓN

Los cambios físicos y químicos que acontecen durante el proceso de secado tradicional con aire caliente mejoran ciertas características del producto final, pero en muchos casos, se da una pérdida de nutrientes y de propiedades organolépticas. Por tal motivo, es necesario un manejo adecuado de estas reacciones y cambios físicos para asegurar que el producto tenga un alto valor nutritivo, así como una vida media significativamente prolongada. Los pretratamientos con métodos combinados pueden mejorar las propiedades de textura y reducir las reacciones de degradación (Barbosa-Cánovas y Vega-Mercado 2000, Spiazzi y Mascheroni 2001).

La deshidratación osmótica (DO) es un proceso ampliamente estudiado en los últimos años, utilizado principalmente como pre-tratamiento previo al proceso de liofilización, secado con aire, secado solar y deshidratación al vacío (Maldonado *et al* 2008).

Durante la deshidratación osmótica se produce un intercambio de flujos entre el producto y la solución osmótica, donde gran parte del agua y algunos componentes minoritarios (tales como pigmentos, ácidos, minerales y vitaminas) son transferidos desde el fruto a la solución osmótica, y por otra parte en contracorriente, los sólidos de la solución osmótica son transferidos hacia la fruta. El aumento del contenido de sólidos solubles en el fruto permite disminuir la actividad enzimática, por lo tanto, reducir la susceptibilidad de la fruta al pardeamiento enzimático (Khoji y Hesari 2007).

La velocidad de pérdida de agua del producto y los cambios en su composición química dependen del tipo y la concentración de la solución osmótica, del tipo, forma y tamaño del producto a deshidratar, de la relación fruta-agente osmótico, de la temperatura y del tiempo de deshidratación. Generalmente la velocidad de la DO es máxima al principio del proceso como resultado de las diferencias de presión osmótica y la menor resistencia a la transferencia de masa en esta etapa del proceso (Maldonado *et al* 2008). Las pérdidas de agua por parte del alimento durante el tratamiento osmótico, en general se pueden dividir en dos períodos: (1) un período inicial de alrededor de 2 horas, con una alta velocidad de eliminación de agua, y (2) un período final de entre 2 y 6 horas (puede ser mucho mayor, aunque no tenga sentido práctico), con una velocidad decreciente de eliminación de agua (Barbosa-Cánovas y Vega-Mercado 2000).

Comparada con el secado sólo por aire o con la liofilización, la deshidratación osmótica es más rápida, ya que la eliminación de agua ocurre sin cambio de fase. También puede mejorar las características sensoriales del producto final (Barbosa-Cánovas y Vega-Mercado 2000). La DO empleada como pre-tratamiento antes de alguna de las técnicas mencionadas con anterioridad, se presenta como una tecnología simple y de bajo costo, que permite reducir el tiempo de procesado (no el tiempo total) y el consumo energético (Maldonado *et al* 2008).

Las industrias de alimentos trabajan permanentemente en la búsqueda de metodologías que permitan prolongar la vida útil de los productos, disminuir las pérdidas postcosecha y obtener productos fuera de estación, en la cantidad y calidad requerida, de manera tal que los alimentos lleguen a la mesa de los consumidores preservando los atributos de calidad desde el punto de vista físico, químico, microbiológico y sensorial. La calidad de los productos tratados mediante deshidratación osmótica seguida de otra técnica de deshidratación sugiere que las futuras plantas de procesamiento de alimentos deberán tener en cuenta la posibilidad de llevar a cabo propuestas de deshidratación combinada (Barbosa-Cánovas y Vega-Mercado 2000).

Las frutas deshidratadas se comercializan para su consumo directo como frutas secas o como materia prima en la elaboración de otros productos. En el mercado se pueden obtener diversos alimentos elaborados con frutas deshidratadas (golosinas, postres, yogurts, mermeladas, barras de cereal, gelatinas, flanes, budines, panes dulces, productos de confitería, bocadillos, alimentos para bebés, cereales para desayuno) o rehidratadas (jugos) (García Martínez *et al* 2008).

Para las industrias representa un beneficio económico que permite dar valor agregado a los productos y obtener así un mayor precio en el mercado y disminuir costos de transporte debido a la reducción de peso y volumen del producto deshidratado (Barbosa-Cánovas y Vega-Mercado 2000).

Durante el desarrollo del presente trabajo experimental se deshidratan pelones mediante el empleo de dos técnicas sucesivas de conservación. En una etapa inicial, se somete al producto a una deshidratación por ósmosis directa durante 2 horas, aprovechando el período de alta velocidad de eliminación de agua, evaluándose la influencia de distintas variables del proceso, a fin de determinar la condición más favorable para la conservación del fruto. Luego, el proceso de deshidratación termina con una etapa final de secado por aire caliente a distintas temperaturas, que permite alcanzar la humedad de seguridad del producto deshidratado.

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación y caracterización de las muestras

Para el desarrollo del diseño experimental se trabajó con pelones (*Prunus persica var. nectarina*) frescos de la variedad Caldesi, cosechados en noviembre del 2008, en la provincia de Mendoza.

El contenido de humedad –expresado sobre un porcentaje de base húmeda (b.h.)- se determinó usando el método estándar (AOAC 1980) por secado en estufa a 70 ± 2 °C hasta peso constante (9 h), por duplicado. El contenido de humedad inicial (M_0) se determinó en el fruto sin piel, presentando un valor $82,14 \pm 0,6\%$ b.h.

La determinación de sólidos solubles (SS) se realizó con refractómetro Abbe (precisión $\pm 0,01$) (AOAC 1980) por duplicado. El contenido de sólidos solubles inicial (SS_0) fue de 14,50 °Brix y el índice de refracción 1,3550. El peso promedio por fruto fue de 103,19 g.

Los pelones se guardaron refrigerados a 5 °C. Previo a los ensayos, las muestras seleccionadas por tamaño y calidad se lavaron y secaron con papel absorbente, y finalmente se descaroaron y cortaron en porciones de $1/16$ (peso promedio 3,2 g).

Deshidratación osmótica

Durante la deshidratación osmótica las muestras se sumergieron en soluciones hipertónicas de jarabe de glucosa (40% p/p) o sorbitol (40% p/p) durante 2 h a temperatura constante de 25 ó 40 °C, manteniendo una relación fruta-agente osmótico de 1:4 y 1:10. La deshidratación osmótica se realizó con agitación constante de 331 rpm, por duplicado para todas las condiciones.

A intervalos regulares las muestras fueron evaluadas en peso (balanza analítica, precisión $\pm 0,0001$ g), contenido de humedad (M) y contenido de sólidos solubles (SS), por duplicado. A efectos de comparar sobre una misma base, se trabajó con el contenido de humedad ($MR=M/M_0$) y el contenido de sólidos solubles ($SR=SS/SS_0$).

Para determinar la pérdida de agua (WL) y ganancia de sólidos (SG) durante la DO de las muestras, se utilizaron las siguientes ecuaciones:

$$WL = [(1 - TS_0/100) - (1 - TS_{DO}/100) (1 - WR_{DO}/100)] 100 \quad (\text{Ec. 1})$$

$$SG = [(1 - WR_{DO}/100) TS_{DO}/100 - TS_0/100] 100 \quad (\text{Ec. 2})$$

donde: TS_0 son los sólidos totales iniciales de la muestra, TS_{DO} son los sólidos totales presentes en la muestra a tiempo "t" durante la DO y WR_{DO} es la diferencia de masa de muestra respecto de la masa de muestra inicial expresada en porcentaje.

Secado por aire caliente

Los pelones osmodeshidratados se secaron por aire caliente durante 5 h en una estufa de convección forzada. Se trabajó a tres temperaturas diferentes de 60, 70 y 80 °C ± 0,5 °C, en dos replicaciones. A intervalos regulares las muestras fueron evaluadas en peso y contenido de humedad.

Análisis estadístico

Los resultados experimentales de la deshidratación de pelones por métodos combinados fueron analizados estadísticamente mediante un ANDEVA (Análisis de Varianza), con un nivel de confianza del 95%, utilizando el software Systat (Wilkinson 1990).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Deshidratación osmótica

Las muestras deshidratadas en jarabe de glucosa al 40% p/p, bajo diferentes condiciones operativas, presentaron una humedad final (M_f) comprendida en el rango 74,49 - 78,29% b.h. y un contenido final de sólidos solubles (SS_f) entre 21,50 y 24%. Mientras que cuando se utilizó sorbitol como agente osmótico, la M_f alcanzada estuvo en el rango 71,86 - 75,26 % b.h. y los SS_f alcanzaron valores en el orden de 21,50 - 25,25%.

A modo de ejemplo, en la **Figura 1** se muestra la disminución del contenido de humedad y el aumento del contenido de sólidos solubles en las muestras deshidratadas durante 120 minutos en solución de sorbitol al 40% p/p, a 25 °C y con una relación fruta-agente osmótico de 1:10. En esta condición se alcanzó la mayor reducción del contenido de humedad y aumento del contenido de sólidos solubles, alcanzando una M_f de 71,86% b.h. y SS_f de 25,25%.

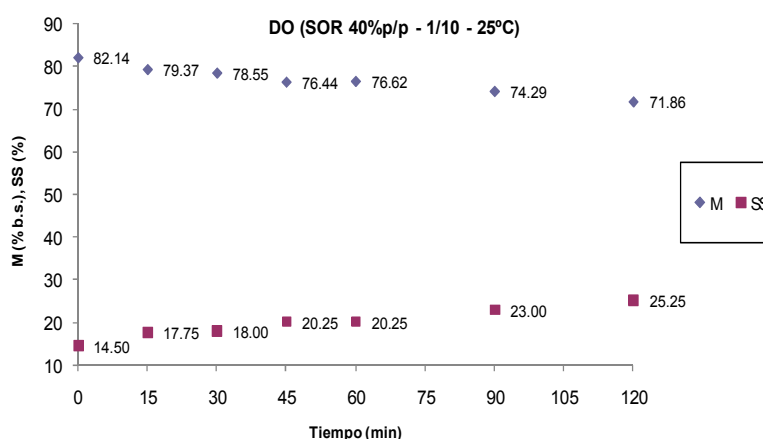


Figura 1. Contenido de humedad (M) y contenido de sólidos solubles (SS) en muestras deshidratadas en sorbitol (SOR) 40% p/p, a 25 °C y empleando una relación fruta-agente osmótico 1:10.

Los resultados experimentales, expresados como razón de humedad (MR), razón de sólidos solubles (SR), pérdida de agua (WL) y ganancia de sólidos (SG) fueron analizados estadísticamente mediante ANDEVA (Análisis de Varianza), para determinar el efecto de las variables: tiempo (TPO), agente osmótico (AO), relación fruta-agente osmótico (FR-AO), temperatura (TDO), y de sus interacciones.

En la **Tabla 1** se muestran los resultados del análisis estadístico, utilizando el software Systat (Wilkinson 1990). Se observa que la interacción (AO*FR-AO) presentó diferencias significativas ($p \leq 0,05$) para todas las variables estudiadas. El tiempo de tratamiento (TPO) sólo fue significativo para MR y SR. Las variables MR, WL y SG fueron influenciadas significativamente por el (AO) y la relación (FR-AO). La temperatura del baño osmótico (TDO) y las interacciones (AO*TDO) y (FR-AO*TDO) afectaron significativamente a WL y SG.

Tabla 1. Análisis de varianza (ANDEVA) del efecto de las variables del proceso sobre la humedad adimensional, el contenido de sólidos solubles adimensional, la pérdida de agua y la ganancia de sólidos en la DO.

Variable dependiente	Variable independiente	Gl	F	p
MR	TPO	6	15,916	0,000
	AO	1	30,581	0,000
	FR-AO	1	4,641	0,041
	TDO	1	0,830	0,371
	TPO*AO	6	1,458	0,233
	TPO*FR-AO	6	1,295	0,296
	TPO*TDO	6	0,394	0,876
	AO*FR-AO	1	6,616	0,016
	AO*TDO	1	0,001	0,973
	FR-AO*TDO	1	0,917	0,348
	Error	25		
SR	TPO	6	22,255	0,000
	AO	1	3,943	0,058
	FR-AO	1	2,143	0,156
	TDO	1	0,145	0,707
	TPO*AO	6	0,838	0,552
	TPO*FR-AO	6	1,298	0,294
	TPO*TDO	6	0,503	0,800
	AO*FR-AO	1	7,114	0,013
	AO*TDO	1	0,551	0,465
	FR-AO*TDO	1	0,338	0,566
	Error	25		
WL	TPO	6	0,639	0,906
	AO	1	21,327	0,003
	FR-AO	1	21,178	0,001
	TDO	1	13,572	0,001
	TPO*AO	6	0,351	0,903
	TPO*FR-AO	6	0,445	0,842
	TPO*TDO	6	0,424	0,856
	AO*FR-AO	1	11,178	0,003
	AO*TDO	1	14,080	0,001
	FR-AO*TDO	1	12,981	0,001
	Error	25		
SG	TPO	6	1,091	0,368
	AO	1	18,024	0,019
	FR-AO	1	18,073	0,002
	TDO	1	11,791	0,002
	TPO*AO	6	0,371	0,890
	TPO*FR-AO	6	0,565	0,754
	TPO*TDO	6	0,559	0,759
	AO*FR-AO	1	8,040	0,009
	AO*TDO	1	13,223	0,001
	FR-AO*TDO	1	11,121	0,003
	Error	25		

Secado por aire caliente

Las muestras de pelones osmodeshidratadas mediante distintas condiciones operativas fueron secadas por aire caliente a distintas temperaturas. Las muestras secadas por aire caliente a 60 °C, previamente deshidratadas en jarabe de glucosa alcanzaron una M_f entre 16,38 - 21,08% b.h. y para aquellas muestras deshidratadas en sorbitol y luego secadas a la misma temperatura, la M_f alcanzada fue entre 13,97 - 25,30% b.h.

Las muestras de pelones osmodeshidratadas en jarabe de glucosa y sorbitol, cuando fueron secadas por aire caliente a 70 °C, presentaron una M_f comprendida entre 17,13 - 19,85 y 18,06 -20,42% b.h., respectivamente. Cuando se trabajó a 80 °C, la M_f disminuyó a valores comprendidos entre 16,45 -

18,77% para las muestras sumergidas en jarabe de glucosa y entre 16,48 - 24,19% b.h. para las deshidratadas en sorbitol.

Si se analiza únicamente la etapa de secado por aire caliente, se puede observar en la **Figura 2** la disminución del contenido de humedad de las muestras deshidratadas en jarabe de glucosa 40% p/p, a 25 °C y con una relación fruta-agente osmótico 1:10 que fueron secadas por aire caliente a 80 °C. En este ejemplo la M_f alcanzada fue de 17,38% b.h., siendo la condición del SAC en la que se produjo la mayor reducción del contenido de humedad.

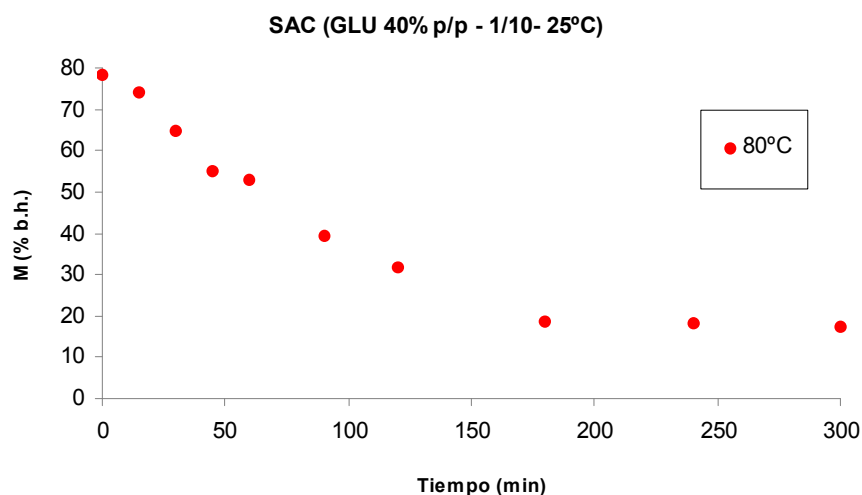


Figura 2. Contenido de humedad (M) en muestras secadas por aire caliente (SAC) a 80 °C, previamente deshidratadas en glucosa (GLU) 40% p/p, a 25 °C y empleando una relación fruta-agente osmótico 1:10.

En la **Tabla 2** se presentan los resultados obtenidos en el análisis de varianza del efecto de los tratamientos sobre la humedad adimensional (MR), incorporándose la temperatura del secado por aire caliente (TSAC) al conjunto de variables independientes analizadas previamente en la DO y empleándose el mismo nivel de significación del 95%. Según el ANDEVA, MR fue significativamente ($p \leq 0,05$) influenciada por el tiempo de tratamiento (TPO), la temperatura del secado con aire caliente (TSAC), la relación (FR-AO) y el tipo de agente osmótico (AO), y por las interacciones (AO*TSAC), (AO*FR-AO), (TDO-TSAC) y (TPO*TSAC).

Tabla 2. Análisis de varianza (ANDEVA) del efecto de las variables del proceso sobre la humedad adimensional en el SAC.

Variable dependiente	Variable independiente	Gl	F	p
MR	TPO	9	600,552	0,000
	AO	1	7,243	0,008
	FR-AO	1	23,377	0,000
	TDO	1	0,829	0,364
	TSAC	2	13,658	0,000
	TPO*AO	9	0,188	0,995
	TPO*FR-AO	9	1,828	0,066
	TPO*TDO	9	0,678	0,728
	TPO*TSAC	18	2,356	0,002
	AO*FR-AO	1	6,056	0,015
	AO*TDO	1	0,233	0,630
	AO*TSAC	2	7,295	0,001
	FR-AO*TDO	1	3,270	0,072
	FR-AO*TSAC	2	2,575	0,079
	TDO*TSAC	2	4,206	0,016
	Error		171	

Métodos combinados

Para el proceso combinado, a modo de ejemplo en la **Figura 3** se muestra el seguimiento del contenido de humedad de las muestras deshidratadas por ósmosis directa en sorbitol al 40% p/p, a 25 °C y con una relación fruta-agente osmótico de 1:4, combinado con un secado final por aire caliente a 60 °C. En la **Tabla 3**, se observa que ésta fue la condición operativa que permitió alcanzar una mayor reducción del contenido de humedad, partiendo de una M_0 de la fruta fresca de 82,14% b.h., para alcanzar luego de la DO una M_f de 58,10% b.h., y finalmente al término del SAC una M_f de 13,97% b.h. Es decir, que se logró una reducción total de humedad de aproximadamente un 83%. Mientras que la menor reducción de humedad se evidenció en la combinación de DO con sorbitol al 40% p/p, a 40 °C y con una relación fruta-agente de 1:10, combinado con una etapa final de SAC a 60 °C, alcanzándose una reducción total de humedad del orden del 69% (**Tabla 3**).

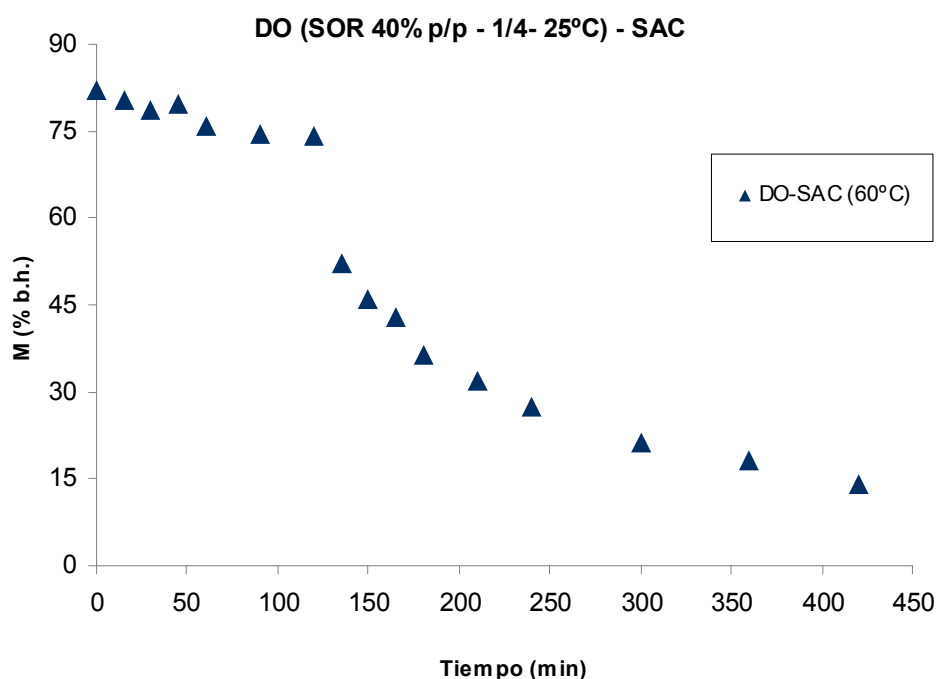


Figura 3. Contenido de humedad (M) en muestras secadas por aire caliente (SAC) a 60°C, previamente deshidratada en sorbitol (SOR) 40% p/p, a 25 °C y empleando una relación fruta-agente osmótico 1:4.

Tabla 3. Seguimiento de la humedad (% b.h.) de productos deshidratados por métodos combinados (DO+SAC) bajo diferentes condiciones.

Humedad de muestras frescas (% b.h.)	Humedad final de la DO (% b.h.) para cada tratamiento				Humedad final del SAC (% b.h.)			Reducción de humedad (%) (DO+SAC)		
	Relación fruta-agente	TDO (°C)	Agente osmótico	M_f	SAC (% b.h.)			Reducción (%)		
					60 °C	70 °C	80 °C	60 °C	70 °C	80 °C
82,14	1:4	25	Jarabe de glucosa	75,81	21,08	17,19	16,45	74,34	79,07	79,97
			Sorbitol	78,18	13,97	20,42	19,61	82,99	75,14	76,13
		40	Jarabe de glucosa	74,49	16,38	19,85	18,76	80,06	75,83	77,16
			Sorbitol	75,26	19,35	18,06	18,91	76,44	78,01	76,98
	1:10	25	Jarabe de glucosa	78,29	19,23	18,91	17,38	76,59	76,98	78,84
			Sorbitol	71,86	21,09	19,73	16,48	74,32	75,98	79,94
		40	Jarabe de glucosa	76,46	20,28	17,13	16,47	75,31	79,15	79,95
			Sorbitol	75,19	25,30	20,17	24,19	69,20	75,44	70,55

CONCLUSIONES

Para las muestras de pelones deshidratadas por ósmosis durante 120 minutos, el contenido de humedad disminuye y el contenido de sólidos solubles aumenta con el tiempo para todas las condiciones ensayadas. El contenido de humedad final de las muestras fue similar, independientemente del agente osmótico utilizado y de la relación fruta-jarabe empleada en la preparación de las soluciones osmóticas, observándose una mayor deshidratación cuando la temperatura del baño fue de 40 °C.

En el secado con aire caliente durante 300 minutos de las muestras previamente osmodeshidratadas se encontró que la mayor disminución del contenido de humedad se dio cuando se secó a 80 °C a aquellas muestras previamente deshidratadas en jarabe de glucosa 40% p/p, a 25 °C y con una relación fruta-agente osmótico 1:10.

En la deshidratación de pelones durante 420 minutos bajo el proceso combinando de deshidratación osmótica seguida de secado por aire caliente, se encontró que la condición que permite alcanzar una mayor reducción del contenido de humedad correspondió a las muestras deshidratadas por ósmosis en sorbitol al 40% p/p, a 25 °C con una relación fruta-agente 1:4, combinando con una etapa final de secado por aire caliente a 60 °C.

La deshidratación de pelones por métodos combinados mediante distintas condiciones operativas, utilizando agentes osmóticos en una concentración del 40% p/p y agitación constante de 331 rpm, permiten alcanzar al término de 7 h productos estables dado a su bajo contenido de humedad y su incorporación de sólidos solubles.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC. 1980. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis: 22.013, Moisture in dried fruits, 361.

AOAC. 1980. Association of Official Analytical Chemists. Official methods of analysis: 22.024, Soluble Solids by Refractometer, 363.

Barbosa-Cánovas GV, Vega-Mercado H. 2000. Deshidratación de alimentos. Zaragoza, España. Editorial ACRIBIA S.A., pag 296.

García Martínez E, Martínez Monzó J, Camacho MM, Martínezz-Navarrete N. 2002. Characterisation of reused osmotic solution as ingredient in new product formulation. Food Research International, vol. 35: 307-313.

Khoyi MR, Hesari J. 2007. Cinética de deshidratación osmótica de albaricoque utilizando solución de sacarosa. Journal of Food Engineering 78: 1355-1360.

Maldonado S, Santapaola JE, Singh J, Torrez M. 2008. Cinética de la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de yacón (*Smallanthus sonchifolius*). Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 28: 251-256.

Spiazzi EA, Mascheroni RH. 2001. Modelo de deshidratación osmótica de alimentos vegetales. Mat – Serie A, 4: 23-32.

Wilkinson L. 1990. SYSTAT: *The System for Statistics: Statistics*. Evanston: SYSTAT Inc.