

LA DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA COMO PRETRATAMIENTO EN LA CONSERVACIÓN DE MORA (*Rubus glaucus*) Y UCHUVA (*Physalis peruviana* L.)

PRETREATMENT IN THE CONSERVATION OF BLACKBERRY (*Rubus glaucus*) AND
UCHUVA (*Physalis peruviana* L.) WITH OSMOTIC DEHYDRATION

Germán A. GIRALDO G.^{1*}, Alba L. DUQUE C.¹ y Clara M. MEJÍA D.¹

RESUMEN

Este estudio se desarrolla en geometrías semiesféricas (mitades) sometidas a deshidratación osmótica en disoluciones de sacarosa a 25, 35, 45, 55 y 65°Brix a temperatura ambiente. Los procesos se llevan a cabo a presión atmosférica, con y sin aplicación de pulso a vacío (117 mm Hg durante 10 minutos al inicio del proceso). La cinética se determina en tiempos cortos (300 min), mientras que el equilibrado se realiza en tiempos largos (720 horas). En ambos casos se analiza la ganancia de azúcar, pérdida de agua, variación de masa y volumen de las muestras. La cinética de la mora muestra la mejor respuesta en el tratamiento con disolución de sacarosa a 65°Brix y con pulso a vacío, y el equilibrio se alcanza entre 72 y 144 horas, mientras que la cinética de deshidratación en la uchuva presenta una buena respuesta en disoluciones a 65 y 55°Brix y presión atmosférica, y el equilibrio es alcanzado a las 72 horas.

Palabras clave: fruta, cinética de deshidratación, equilibrio.

ABSTRACT

This study is performed on blackberry and uchuva pieces of hemispheric geometry undergoing osmotic dehydration in sucrose solutions of 25, 35, 45, 55 and 65°Brix, at room temperature. These processes are carried out at atmospheric pressure with or without a vacuum system. The determination of the kinetics is done in short times (300 min) while the equilibrium needs large times (720 h) to be determined. The sugar gain, the water loss and the mass and volume variation of the samples are analyzed in both cases.

The dehydration kinetics of the blackberry shows the best results during the treatment with sucrose solution of 65°Brix under vacuum conditions, reaching its equilibrium in a time between 72 and 144 h. On the other hand, the uchuva presents a dehydration kinetics with a good response for sucrose solutions of 65 and 55°Brix under atmospheric pressure, and an equilibrium time of 72 h.

Keywords: fruit, kinetics of dehydration, equilibrium.

1 Programa de Química. Facultad de Ciencias Básicas y Tecnologías. Universidad del Quindío. Calle 12 norte carrera 15 telefax 7460111 Armenia, Colombia.

* Autor a quien se debe dirigir la correspondencia: ggiraldo@uniquindio.edu.co

INTRODUCCIÓN

La uchuva y la mora son frutas de una alta aceptación; sin embargo, apenas son comercializadas a pesar de la calidad producida, debido a la alta perecibilidad y a las precarias condiciones de manejo poscosecha en las zonas productoras. Estas frutas son muy apreciadas en estado fresco y como ingrediente para helados o ensalada de frutas (1).

La deshidratación osmótica a baja temperatura (ambiente), puede ser una tecnología adecuada como pretratamiento de la mora y la uchuva, ayudando a mantener el sabor y otras propiedades sensoriales. Los tratamientos osmóticos con aplicación de pulso a vacío (DOPV), al inicio del proceso, pueden producir efectos benéficos en la cinética de deshidratación osmótica y en la calidad de las frutas (2).

La DOPV extrae de la fruta el gas de los poros y lo reemplaza por la disolución osmótica (3), retardando los procesos de oxidación enzimática por ausencia del oxígeno.

La concentración de la disolución osmótica afecta directamente la respuesta a la impregnación a vacío (IV) (4 y 5), modificando las características de la fruta. La sacarosa es uno de los azúcares predominantes en las frutas (6) y por eso su uso en deshidratación osmótica confiere unos cambios mínimos a las propiedades sensoriales del producto.

El proceso de equilibrio muestra el momento donde la fruta se iguala composicionalmente con la disolución. La deshidratación osmótica pasa por varios estados de equilibrio; uno de ellos se manifiesta en la mayor pérdida de agua desde el alimento hacia la disolución concentrada y la menor ganancia de sólidos solubles hacia el interior del alimento (7). Otro se alcanza cuando se iguala la actividad de agua (a_w) del alimento con la disolución osmótica (8 y 9).

La alta viscosidad de las disoluciones produce un menor grado de impregnación en el equilibrio, incrementándose con el uso de la IV, favoreciendo los cambios en la composición y variación de la masa (4).

Diferentes autores reportan resultados sobre el equilibrado osmótico en frutas; en mango el equilibrado con pulso a vacío, se alcanzó a las 72

horas (4), en piña a las 24 horas de tratamiento con pulso a vacío y 48 horas con presión atmosférica (10), en fresa entre las 72 y 96 horas, mientras que en kiwi se alcanzó entre 48 y 72 horas (11).

En este trabajo se analiza el efecto causado por las diferentes disoluciones en la deshidratación osmótica con y sin aplicación de pulso a vacío en uchuva y mora, y evalúa las variables composicionales (contenido de agua " X_w ", sólidos solubles " X_{ss} " y masa "M") y estructurales (volumen "V").

MATERIALES Y MÉTODOS

Preparación de la muestra.

La mora y la uchuva se adquieren en un mercado local de la ciudad de Armenia, con un grado de madurez predeterminado, se limpian y cortan en mitades. Las muestras son caracterizadas en su composición: humedad (X_w), sólidos solubles (X_{ss}), °Brix y actividad de agua (a_w).

Tratamientos

Cinética:

Las muestras por triplicado tratadas con disoluciones de sacarosa a 65, 55, 45, 35 y 25 °Brix y temperatura ambiente, se someten a dos tipos de tratamientos: deshidratación osmótica a presión atmosférica (DO) y deshidratación osmótica con pulso a vacío (DOPV). Se toman muestras de cada tratamiento a los 15, 30, 45, 60, 180 y 300 min y se les determina la masa (M), el volumen (V), la humedad (x_w) y los sólidos solubles (x_{ss}).

Equilibrado:

El estudio se realiza en recipientes de vidrio. En ellos se colocan disoluciones osmóticas de sacarosa a 65, 55, 45, 35 y 25°Brix a temperatura ambiente, se tratan muestras por triplicado, sometiéndolas a dos tipos de tratamientos (DO y DOPV). El muestreo se realiza a las 5, 24, 48, 72, 144, 240 y 720 horas, y se les determina la humedad, los sólidos solubles, así como, la masa y el volumen.

A partir de los resultados obtenidos se calculan las variaciones de masa (ΔM), humedad (ΔM_w), sólidos solubles (ΔM_s) y volumen (ΔV).

Determinaciones Analíticas.

El contenido de humedad se determina por secado a 60°C hasta masa constante, según método 20.013 A.O.A.C (12) y los sólidos solubles en un refractómetro. El volumen de las muestras se analiza por picnometría, usando como líquido de referencia la solución isotónica correspondiente. La actividad del agua se determina en un equipo de punto de rocío (Decagón) y la masa se establece en una balanza analítica de tres cifras significativas marca Ohaus.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los valores de humedad (X_w), sólidos solubles (X_{ss}), °Brix y actividad de agua (a_w) determinados en las muestras frescas se presentan en la Tabla 1.

Tabla 1. Caracterización de la mora y uchuva en estado fresco.

FRUTA	Xw	Xss	°Brix	aw
Mora	0.874	0.081	7.80	0.99
Uchuva	0.785	0.133	14.50	0.98

Los frutos de mora y uchuva en estado fresco presentan niveles de humedad muy elevados, originando una alta perecibilidad y permitiendo el ataque de microorganismos patógenos. Además, muestran un bajo nivel en sólidos solubles y azúcares, y una alta actividad de agua, facilitando la realización de tratamientos de deshidratación osmótica, que prolongan la vida útil de éstos.

Estudio Cinético

La variación de masa (ΔM), la variación de volumen (ΔV), La variación en la humedad (ΔM_w) y la variación de sólidos solubles (ΔM_s), se calculan empleando las ecuaciones 1, 2, 3 y 4 respectivamente han sido modelizadas, usando ecuaciones empíricas en términos de la raíz cuadrada del tiempo (7). De ellas se consideraron: la ordenada en el origen (k_0) y la pendiente (k) de cada recta, presentada en la Tabla 2. También se muestra el valor de la correlación (r^2) para cada ecuación lineal determinada. Los valores presentados de cada variable, son los obtenidos transcurridos 5 h de tratamiento.

$$\Delta M = \frac{M^t - M^0}{M^0} \tag{1}$$

$$\Delta V = \frac{V^t - V^0}{V^0} \tag{2}$$

$$\Delta M_w = \frac{(M^t x_w^t) - (M^0 x_w^0)}{M^0} \tag{3}$$

$$\Delta M_s = \frac{(M^t x_{ss}^t) - (M^0 x_{ss}^0)}{M^0} \tag{4}$$

M^t = Masa en un tiempo t

M^0 = Masa inicial

V^t = Volumen en un tiempo t

V^0 = Volumen inicial

X_{ss}^t = Sólidos solubles en tiempo t

X_{ss}^0 = Sólidos solubles iniciales

Tabla 2. Parámetros cinéticos de las variaciones de masa (ΔM) y volumen (ΔV) en función de la raíz cuadrada del tiempo, para los frutos de mora sometidos a deshidratación osmótica con y sin pulso a vacío.

	y_s	k_M^0	$k_M^{0.5}$ (s ^{-0.5})	R^2	ΔM (5 h)	k_V^0	$k_V^{0.5}$ (s ^{-0.5})	R^2	ΔV (5 h)
DO	0.65	0	-0.001	0.787	-0.156	-0.063	-0.001	0.482	-0.137
	0.55	0	-0.001	0.843	-0.163	0.130	-0.003	0.884	-0.316
	0.45	0	-0.001	0.946	-0.141	0.643	-0.003	0.995	0.224
	0.35	0	-0.001	0.847	-0.106	0.071	-0.003	0.832	-0.452
	0.25	0	-0.001	0.926	-0.064	0.011	-0.001	0.542	-0.075
DOPV	0.65	-0.002	-0.001	0.916	-0.175	0.018	-0.002	0.802	-0.271
	0.55	0	-0.001	0.838	-0.119	0.066	-0.003	0.911	-0.342
	0.45	0.051	-0.001	0.958	-0.069	0.685	-0.003	0.959	0.250
	0.35	-0.016	0	0.861	-0.069	-0.167	-0.001	0.786	-0.327
	0.25	-0.015	0	0.718	-0.062	0.097	-0.003	0.944	-0.262

El tratamiento que presenta la mayor variación de masa (ΔM) y volumen (ΔV) es 65 °Brix con pulso a vacío.

Los tratamientos DO y DOPV muestran poca variabilidad en la pendiente (k) y la correlación (r^2) en la mayoría de los tratamientos, tanto en la variación composicional (ΔM) como estructural (ΔV), es buena, como se puede observar en la Tabla 3. Este comportamiento es similar al reportado

por Shi, Fito y Chiralt en fresa (13), donde el uso del vacío permite mejorar la cinética de la transferencia de masa, incrementando la variación en la pérdida de agua y masa, y la ganancia de sólidos.

Tabla 3. Parámetros cinéticos de las variaciones de masa (ΔM) y volumen (ΔV) en función de la raíz cuadrada del tiempo, para los frutos de uchuva sometidos a deshidratación osmótica con y sin pulso a vacío.

	y_s	k_M^o	k_M^o ($s^{-0.5}$)	R^2	ΔM (5 h)	k_V^o	k_V^o ($s^{-0.5}$)	R^2	ΔV (5 h)
DO	0.65	0	-0.002	0.983	-0.222	0.323	-0.004	0.862	-0.224
	0.55	0	-0.001	0.877	-0.159	0	-0.001	0.887	-0.125
	0.45	-0.018	-0.001	0.841	-0.132	0.164	-0.001	0.677	0.112
	0.35	0	-0.001	0.784	-0.088	0.020	-0.002	0.649	-0.209
	0.25	-0.023	0	0.823	-0.042	-0.247	-0.006	0.767	-0.425
DOPV	0.65	-0.097	-0.001	0.861	-0.221	-0.127	-0.001	0.651	-0.235
	0.55	-0.051	-0.001	0.875	-0.153	-0.132	-0.003	0.690	-0.404
	0.45	-0.038	-0.001	0.811	-0.113	-0.075	-0.002	0.868	-0.258
	0.35	-0.027	0	0.973	-0.076	-0.091	-0.001	0.844	0.093
	0.25	0.004	-0.001	0.881	-0.045	-0.062	-0.001	0.686	-0.022

Los tratamientos DO y DOPV, a diferentes concentraciones, muestran poca variabilidad en la pendiente de la masa, mientras que la variación del volumen presenta algunos valores mucho más representativos. Los coeficientes de correlación son aceptables en la mayoría de los tratamientos.

El tratamiento que presenta mayor variación en masa (ΔM) es 65°Brix tanto en DO como en DOPV y en volumen (ΔV) es 45 y 65°Brix en DOPV. Caso contrario ocurre con el kiwi, donde la baja concentración de las disoluciones osmóticas y el pulso a vacío favorecen la ganancia hidrodinámica de la disolución osmótica en el tejido poroso, alcanzándose una concentración determinada en la muestra con pequeñas pérdidas de agua (14).

La variación en la humedad (ΔMw) y en los sólidos solubles (ΔMs), se calculan empleando las ecuaciones 3 y 4 respectivamente

Los valores obtenidos se presentan en la figura 1, mostrando las variaciones de humedad (ΔMw) y sólidos solubles (ΔMs) en mora tratada a presión atmosférica (a y c) y con pulso a vacío (b y d)

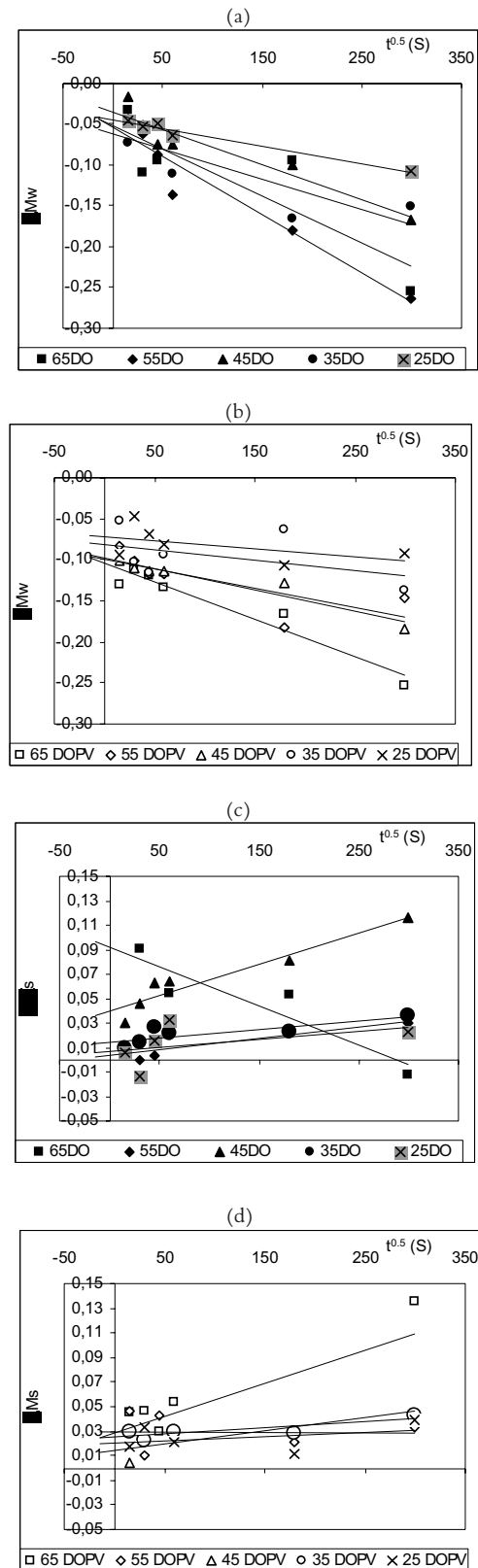


Figura 1. Variación de la humedad (a, b) y los sólidos solubles (c, d) en mora tratada a presión atmosférica y con pulso a vacío.

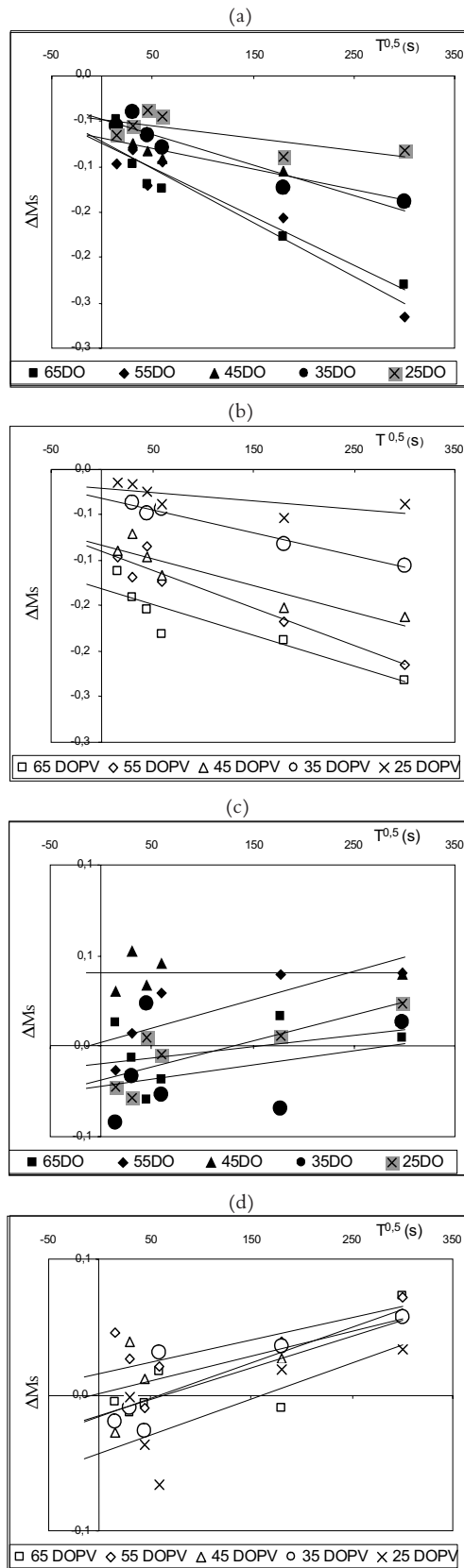


Figura 2. Variación de la humedad (a, b) y los sólidos solubles (c, d) en uchuva tratada a presión atmosférica y con pulso a vacío.

La mayor pérdida de humedad y la ganancia de sólidos solubles en mora se encuentran en el tratamiento con pulso a vacío, y dentro de éstos la muestra tratada con la disolución de 65 °Brix, presenta el mejor comportamiento. Esta misma respuesta la obtuvo Fito y Chiralt (7) en trabajos realizados con fresa.

Los valores obtenidos que se presentan en la Figura 2, muestran las variaciones de humedad (ΔM_w) y sólidos solubles (ΔM_s) en la uchuva tratada a presión atmosférica (a y c) y con pulso a vacío (b y d).

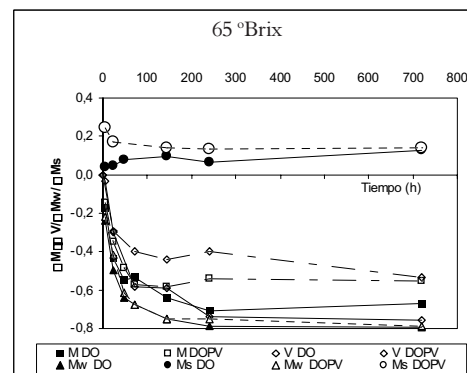
Las soluciones que generan las mayores pérdidas de humedad y ganancia de sólidos solubles en uchuva son 55 y 65°Brix respectivamente, tratadas a presión atmosférica. No hay diferencias significativas entre la mayoría de los tratamientos DO y DOPV.

Estudio de equilibrio.

El estudio del equilibrado se realiza en dos etapas: en la primera se analiza el equilibrio composicional, determinado por los contenidos de masa, de humedad y sólidos solubles. En la segunda etapa se evalúan los cambios estructurales ocurridos en las muestras durante la etapa de relajación de la matriz celular de la fruta, lo que genera la evolución del volumen de las muestras durante periodos de tiempo largo (30 días).

Equilibrio composicional.

La Figura 3 muestra las variaciones en masa (ΔM), volumen (ΔV), humedad (ΔM_w), y sólidos solubles (ΔM_s) en mora, valores obtenidos con las ecuaciones 1, 2, 3 y 4 utilizando los datos recolectados en las muestras a lo largo del tratamiento.



continua...

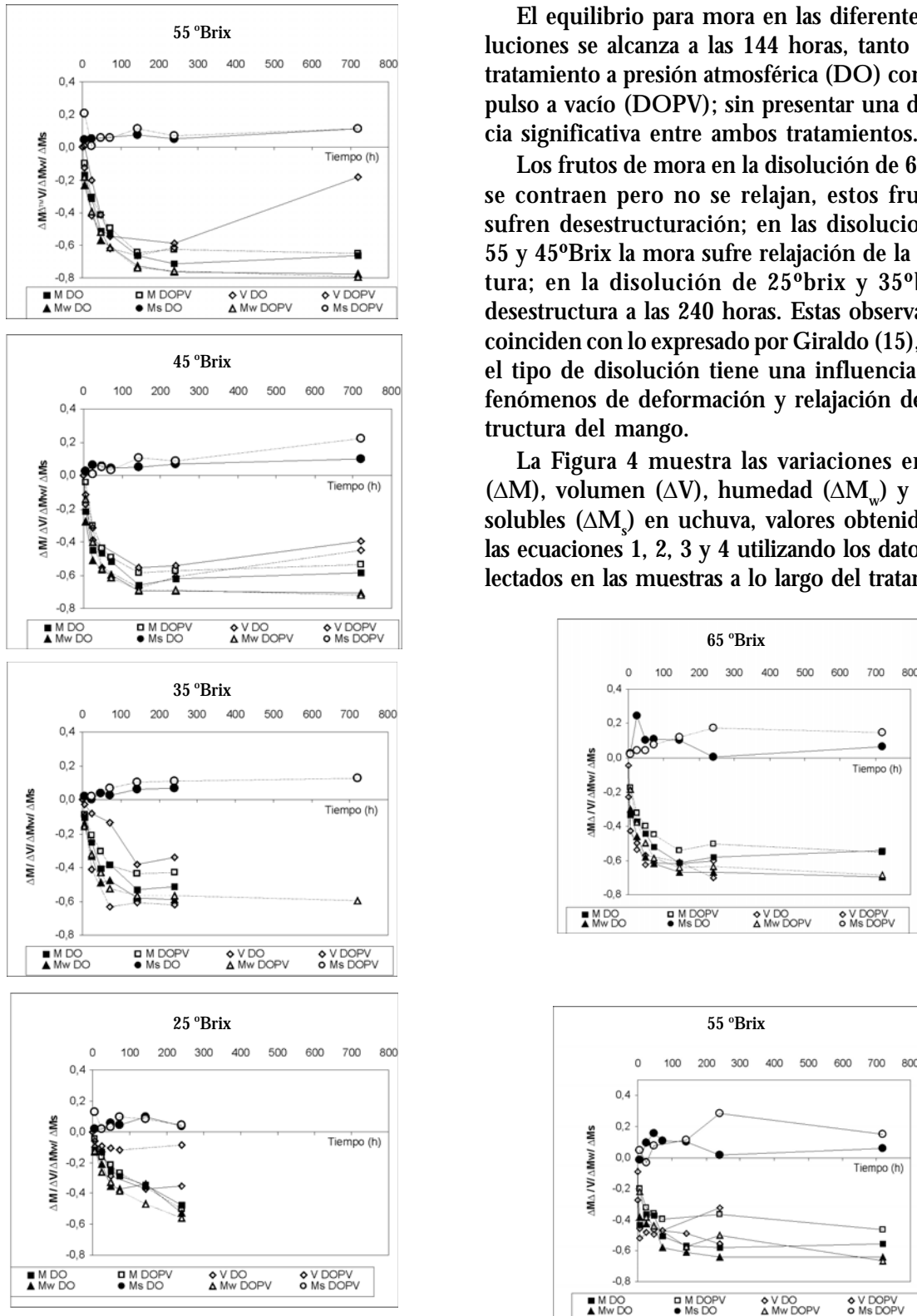


Figura 3. Variación de masa, volumen, humedad y sólidos solubles para Mora en las diferentes disoluciones en los tratamientos DO y DOPV.

El equilibrio para mora en las diferentes disoluciones se alcanza a las 144 horas, tanto para el tratamiento a presión atmosférica (DO) como con pulso a vacío (DOPV); sin presentar una diferencia significativa entre ambos tratamientos.

Los frutos de mora en la disolución de 65°Brix, se contraen pero no se relajan, estos frutos no sufren desestructuración; en las disoluciones de 55 y 45°Brix la mora sufre relajación de la estructura; en la disolución de 25°brix y 35°brix se desestructura a las 240 horas. Estas observaciones coinciden con lo expresado por Giraldo (15), donde el tipo de disolución tiene una influencia en los fenómenos de deformación y relajación de la estructura del mango.

La Figura 4 muestra las variaciones en masa (ΔM), volumen (ΔV), humedad (ΔM_w) y sólidos solubles (ΔM_s) en uchuva, valores obtenidos con las ecuaciones 1, 2, 3 y 4 utilizando los datos recolectados en las muestras a lo largo del tratamiento.

continua...

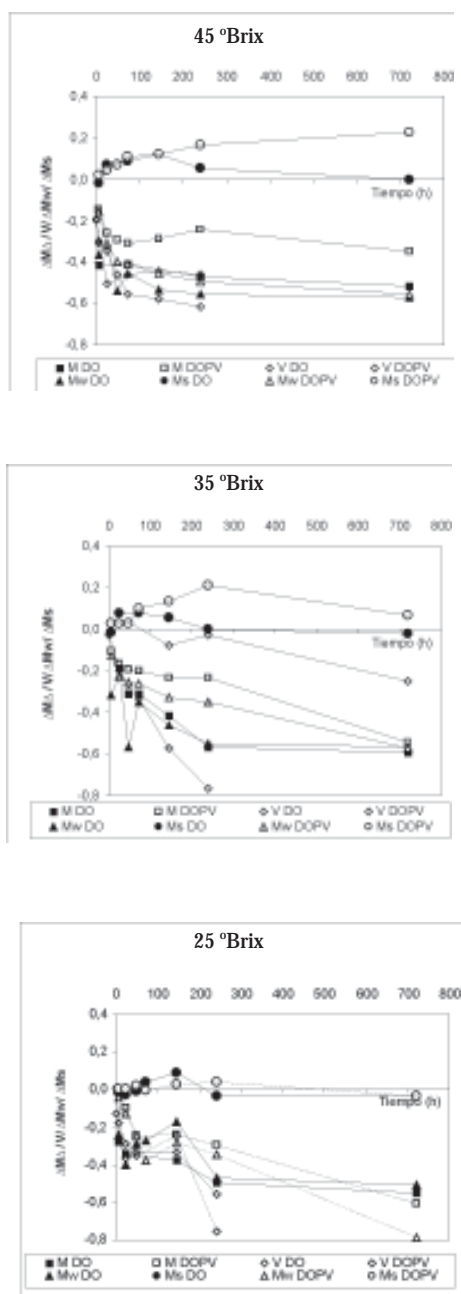


Figura 4. Variación de masa, volumen, humedad y sólidos solubles para uchuva en las diferentes disoluciones en los tratamientos DO y DOPV.

El equilibrio en uchuva para ambos tratamientos, DO y DOPV, en las diferentes disoluciones no presenta marcadas diferencias y se alcanza a las 72 horas.

Los frutos de uchuva en las disoluciones de 65, 55 y 45°Brix no presentan relajación; en las disoluciones de 35 y 25°Brix presentan desestructuración y deformación total.

Los cambios estructurales de las muestras de mora y uchuva son observados en los cambios del volumen durante los tratamientos osmóticos realizados hasta mucho después del equilibrado composicional (720 horas de tratamiento), con el propósito de analizar los fenómenos de relajación del volumen que se observan en los tejidos vegetales y donde se presenta una ganancia de masa a tiempos largos de tratamiento (5, 16 y 17).

CONCLUSIONES

La cinética en el proceso DOPV en mora presenta gran influencia, mostrando un mejor comportamiento en las muestras tratadas con la disolución de 65 °Brix, mientras que la uchuva no presenta diferencias significativas entre los procesos DO y DOPV, se observa un mejor comportamiento en los tratamientos con disoluciones de alta concentración.

El equilibrado en mora y uchuva se alcanza a las 144 y 72 horas respectivamente para ambos tratamientos (DO y DOPV), debido a los tiempos largos de tratamiento se inician los procesos fermentativos no deseables en la conservación de frutas.

Los frutos de mora sufren relajación estructural al someterlos a tratamientos con disoluciones de 55 y 45 °Brix, mientras que los frutos de uchuva no manifiestan cambios en la estructura a altas concentraciones y a bajas concentraciones se deforman y desestructuran.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

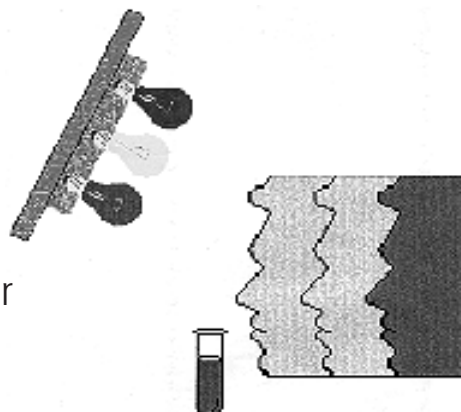
- (1). FAO (2000). Comité de problemas de productos básicos subgrupo sobre frutas tropicales. Primera reunión Pattaya, Tailandia, 25 - 28 de mayo de 1998. Home Page, <http://www.fao.org>
- (2). Fito, P., Chiralt, A. (2000). Vacuum impregnation of plant tissues. In: Design of minimal processing technologies for fruit and vegetables. Ed. S.M., Alzamora, M.S., Tapia, & A. López-Malo, Aspen Publishers, Inc. Maryland. (pp. 189-205).
- (3). Fito, P., Andrés A., Chiralt A., Pardo P. (1996). Coupling of hydrodynamic mechanism and deformation - Relaxation phenomena during vacuum treatments in solid porous food liquid systems. *Journal of Food Engineering*. 27 (3) 229 - 240.
- (4). Giraldo, G., Talens, P., Fito, P., Chiralt, A. (2003) Influence of sucrose solution concentration on kinetics and yield of mango osmotic dehydration. *Journal of Food Engineering* 58 33-43.
- (5). Barat, J.M., Fito, P., Chiralt, A. (2001a) Effect of osmotic solution concentration temperature and vacuum impregnation pretreatment on osmotic dehydration kinetics of apple slices. *Journal Food Science and Technology International*. 5 (7) 451- 456.

- (6). Gil, A. *et al.*, (2000). Study of the compositional changes of mango during ripening by use of nuclear magnetic resonance spectroscopy. *Journal Agric. Food Chem.* 48 (5) 1524-1536.
- (7). Fito, P., Chiralt, A., (1997). Osmotic dehydration. An approach of the modelling of solid food liquid operations. P. Fito, E. Ortega-Rodríguez, and G.V. Barbosa-Cánovas (ed.). In *Food Engineering 2000*, Ch 13 (pp. 231-252). Chapman and Hall, New York.
- (8). Argaiz, A., López-Malo A., Palou, E., Welti, J. (1994). Osmotic dehydration of papaya with corn syrup solids. *Drying Technology*. 12(7): 1709-1725.
- (9). Vial, C., Gulibert, S., Cuq, J.L. (1991). Osmotic dehydration of kiwi fruits: Influence of process variables on the colour and ascorbic acid content. *Sciences des Aliments*, (11): 63-64.
- (10). Barat, J.M., Fito, P., Chiralt, A. (2001b). Modelling of simultaneous mass transfer and structural changes in fruit tissues. *Journal of Food Engineering*, 49 (2-3), 77-85
- (11). Talens, P., (2002) Tratamientos osmóticos en la crioprotección de fresa y kiwi. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España.
- (12). A.O.A.C. (1980). Association of official Analytical Chemist Official Methods of Analysis. Washington. D.C.
- (13). Fito P, Andrés A, Chiralt A. & Pardo P (1996). Coupling of Hydrodynamic Mechanism and Deformation – Relaxation Phenomena during vacuum treatments in solid porous food liquid systems. *Journal of Food Engineering*. 27 (3) 229 – 240.
- (14). Talens P, (2002) Tratamientos osmóticos en la crioprotección de fresa y kiwi. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. España.
- (15). Giraldo, G. (2004) Conservación de frutas por método combinado. *Revista de Investigaciones. Universidad del Quindío* N° 14 (121-129).
- (16). Barat, J.M., Chiralt, A., Fito, P. (1998). Equilibrium in cellular food-osmotic systems: The role of the structure. *Journal Food Science*. 63 (5) 836-840.
- (17). Fito P, Betoret, N., Gras, M. L., Martínez-Monzó, J., Chiralt, A. (2001^a) Viability of vegetables matrices as support of physiological active components. *Proceedings of ICEF & Technomic Publishing co., Inc. Lancaster*, volumen II, 1366-1371.

Fecha de Recibo: Febrero 15 de 2005
 Fecha de Aceptación: Marzo 8 de 2005

LABORATORIO DE ANÁLISIS SENSORIAL DE ALIMENTOS UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Laboratorio en proceso de acreditación por
 la Superintendencia de Industria y Comercio
 por 5 años



Laboratorio especializado de análisis sensorial de alimentos.

Servicios que ofrece: Estudios de calidad sensorial con pruebas discriminativas y pruebas descriptivas, estudios de mercado con consumidores a través de pruebas afectivas, cursos de formación de jueces y asesorías.

Carrera 75 No. 65 - 87 Bloque 44 - 209

Teléfono: 425 92 33 Fax: 230 50 07

Medellín-Colombia

labsensorial@pijaos.udea.edu.co