

## Deshidratación osmótica de manzana (Grany Smith) con diferentes soluciones osmóticas

*Edmundo Mercado -Silva<sup>1</sup> y Daniel Vidal-Brotons<sup>2</sup>*

**RESUMEN.** Se estudió el proceso de deshidratación osmótica de anillos de manzana sometidos a 40°, 50° y 60° C y a la acción de dos agentes osmóticos (sacarosa e hidrolizados de maíz) idénticos en grados Brix actividad de agua y viscosidad pero diferentes en su composición (contenido de polisacáridos). Los parámetros de pérdida de peso, contenido de agua, ganancia de sólidos y grados Brix; indicaron diferencias entre los medios estudiados, se perdió más agua y se ganaron menos sólidos con los hidrolizados de maíz en comparación con la sacarosa. Los polisacáridos que permanecen en los jarabes de maíz influyen en el proceso, limitando la entrada de solutos y facilitando la salida de agua.

**SUMMARY.** Osmotic dehydration of apple (Grany Smith) with diferents osmotic solutions. The process of osmotic dehydration in apple rings at 40°, 50° and 60° C in two osmotic agents were studied. The agents were similar in concentration, water activity and viscosity but differed in composition. The weigth loss, water content, solids uptake and Brix showed diferences in the medius studied. In syrup corn medium, the weight loss was higher and the solids uptake was lower than syrup sucrose. The polysacharides from the syrup corn lowered solutes uptake and the water out was facilitated.

### INTRODUCCION

En la deshidratación osmótica de manzana, existen varios factores que controlan el proceso; la temperatura, la concentración, el tamaño de la muestra y la agitación del medio, son importantes (1) y (2). También se han evaluado diferentes agentes osmóticos y se ha indicado que la lactosa y la maltodextrina pueden reemplazar a la sacarosa, (3). Otros investigadores (4) estudiaron el empleo de jarabes obtenidos de la hidrólisis del almidón de maíz, y encontraron que un aumento de 42% al 50% en el contenido de sólidos del jarabe no mostró diferencias significativas en los productos. Otros autores han comparado los efectos de la reconcentración de jarabes de sacarosa y de alta fructosa y encontraron que la penetración del soluto en las capas externas de la fruta es similar para los dos jarabes mientras que en las internas, el jarabe de alta fructosa penetró hasta un 70% más que la

sacarosa (5). Se ha encontrado que la pérdida de agua y la actividad del agua del producto se ven afectadas por la ganancia de sólidos de la muestra y que esta ganancia depende de la composición química de los jarabes y de la forma de las muestras. En jarabes de almidón hidrolizado la ganancia de sólidos es menor lo cual se atribuye a la presencia de polisacáridos y a que la cantidad de agua eliminada fue máxima para la forma de anillos y menor en la forma de cubos(6). Sin embargo, en dicho trabajos las soluciones osmóticas no tenían la misma actividad de agua inicial (7). Hasta el momento no se han realizado estudios que comparen diferentes agentes osmóticos bajo criterios de similitud en grados Brix, actividad de agua y viscosidad. Este trabajo tiene como objetivo comparar dos agentes osmóticos similares en esos parámetros pero diferentes en su composición.

### MATERIAL Y METODOS

Se trabajó con manzana «Grany Smith» procedente de la zona de Lerida España, recolectada en la cosecha de 1987 y 1988, con una fecha de corte única, de madurez uniforme de categoría I y de calibre 20. La manzana se almacenó a 3° C hasta que fue requerida para realizar las experiencias.

Como medios osmóticos se utilizaron una disolución de sacarosa de 65 grados Brix y una disolución acuosa obtenida

1 Facultad de Química, Universidad Autónoma de Querétaro. Centro Universitario Cerro de las Campanas s/n. Querétaro, Qro. CP 76010.

2 Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Camino de Vera s/n. 22014. Valencia, España.

con la mezcla de dos jarabes de almidón de maíz de distinto grado de hidrólisis (96 DE y 65 DE) cuyas marcas comerciales son Meliose 710B y Flolys E6576S respectivamente. En la Tabla 1 se muestra la composición de los jarabes utilizados. Con ellos se probaron distintas mezclas hasta encontrar aquella que mostrara las mismas características de concentración en grados Brix, actividad de agua y viscosidad que el jarabe de sacarosa. La mezcla que reunió las características de similitud con el jarabe de sacarosa fue aquella que tenía la proporción de 4.5:1.5:1 de jarabe Flolys: jarabe Meliose: agua respectivamente.

TABLA 1  
COMPOSICION DE LOS JARABES DE ALMIDON  
HIDROLIZADO DE MAIZ CON LOS CUALES SE  
PREPARO EL JARABE UTILIZADO PARA LOS  
EXPERIMENTOS DE DESHIDRATAACION OSMOTICA

Parámetro	Meliose	Flolys
Dextrosa	50-54 <sup>a</sup>	28-32 <sup>a</sup>
Fructosa	41-44 <sup>a</sup>	10 máx. <sup>a</sup>
Otros sacáridos	5-7 <sup>a</sup>	—
Maltosa	—	26 - 32 <sup>a</sup>
Polisacáridos	diferencia <sup>a</sup>	diferencia <sup>f</sup>
Grados Brix	69.4 - 70.4	76.5 - 77.5
Actividad de agua	0.72	0.91
Viscosidad a 45° C	45 cp	150 cp

<sup>a</sup> Los valores se expresan como % de la materia seca del jarabe.

La actividad de agua a 25° C que tenían los medios osmóticos antes de aplicarlos fue de 0.85; en tanto que la viscosidad a 40° C fue de 4.0 mP<sup>s</sup>-1.

La deshidratación osmótica se llevó a cabo sobre anillos de manzana de 7 mm de espesor, 16 mm de diámetro interno y 65 mm de diámetro externo. Cada anillo fue pesado, medido su espesor y marcado individualmente. Los anillos fueron tratados con una disolución de ácido cítrico y ácido ascórbico al 1 y 0.2% respectivamente durante 10 minutos, después de este tiempo, las muestras fueron nuevamente pesadas y medidas en su espesor, colocadas en una malla de acero inoxidable de tal forma que se evitara el contacto por la superficie plana de las muestras.

Los jarabes se prepararon con agua destilada en una cantidad que permitió una proporción de jarabe a fruta de 20:1. Las experiencias de deshidratación osmótica se llevaron a cabo en un recipiente de acero inoxidable aislado térmicamente; ensayándose temperaturas de 40°, 50° y 60° C, que se mantenían mediante una bomba con termoregulador que también hacía recircular la disolución a un caudal de 3.52 l/min. Para permitir una mejor circulación del jarabe a través de los anillos, se empleó un agitador con impulsor plano de 65 mm de largo y 50 mm de ancho que giraba a 850 RPM.

Durante cada experiencia se extrajeron muestras por duplicado (dos anillos por muestra) cada quince minutos en la primera hora, cada treinta en la siguiente hora, cada hora durante las siguientes tres horas y finalmente otra muestra a las nueve horas de proceso. A cada tiempo, las muestras fueron escurridas y secadas superficialmente con papel absorbente, pesadas y medidas en su espesor. Posteriormente, las muestras fueron disgregadas para tomar diferentes submuestras para cada análisis considerado.

La humedad y los sólidos totales se determinaron siguiendo el método gravimétrico 20.013 (AOAC) (8) para muestras ricas en azúcar, se aplicó una temperatura de 75° C, bajo un vacío menor de 10mm de Hg durante un período de 8 horas. Los grados Brix se determinaron pesando una porción de muestra y homogenizándola con un peso conocido de agua en un pesasustancias, una gota del sobrenadante fue puesta en un refractómetro Carl Zeiss a 20° C calculándose posteriormente los sólidos solubles totales de la muestra original. La acidez titulable fue determinada por titulación con una disolución de hidróxido de sodio de normalidad conocida en una muestra disgregada en un volumen conocido de agua; expresando los resultados como ácido málico. La base de cálculo fue la materia seca inicial.

La pérdida de peso se calculó por diferencia de peso con las muestras antes del tratamiento, los resultados se expresaron en porcentaje. El contenido de agua, se calculó con la siguiente expresión:

$$CA = (\text{Pht}) (\% \text{Ht}) / (\text{Msi})$$

Donde CA es el contenido de agua, en g de agua/g de Msi, Pht es el peso húmedo al tiempo t, %Ht es el porcentaje de humedad al tiempo t y Msi es el contenido de materia seca inicial. La ganancia de sólidos se calculó mediante la siguiente expresión:

$$GS = (\text{Pst} - \text{Pso}) / (\text{Msi})$$

En esta expresión GS es la ganancia de sólidos, en g/g Msi, Pst es el peso de sólidos al tiempo t y Pso es el peso de sólidos iniciales. El contenido de sólidos solubles totales se calculó con la siguiente expresión:

$$CSST = (\text{Pht}) (0.01^\circ \text{B}) / (\text{Msi})$$

Donde °B son los grados Brix en cada momento.

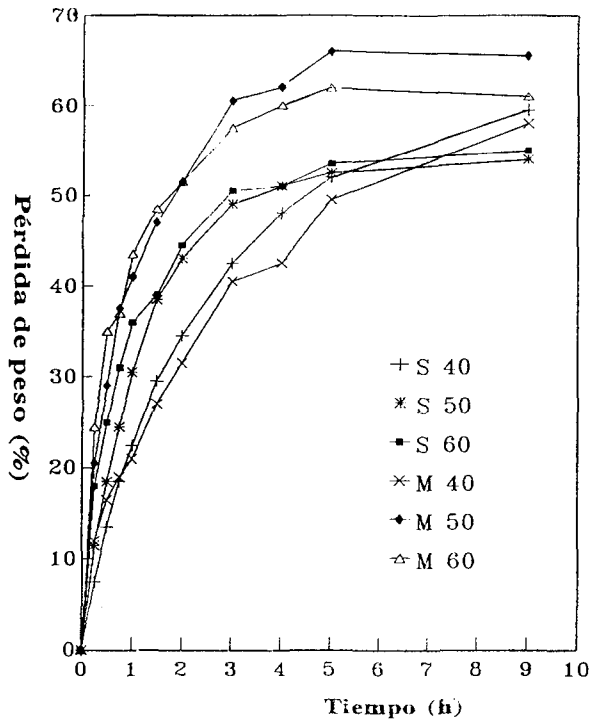
Los resultados de las evaluaciones fueron comparados estadísticamente a través de la linealización de los comportamientos, aplicando un test F de comparación de rectas y un posterior análisis de covarianza.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1, se muestran los comportamientos de la pérdida de peso para los dos jarabes a las distintas temperaturas estudiadas. El análisis estadístico de estas evoluciones indicó un efecto positivo de la temperatura al menos en las primeras etapas ya que también se observó que después de determinado tiempo los procesos tienden a invertirse. Este aspecto no ha sido reportado en la bibliografía. Este fenómeno puede ser debido a que las mayores temperaturas afectan la microestructura y facilitan la entrada de soluto. La comparación estadística entre los jarabes no mostró diferencias significativas a la temperatura de 40° C. A las temperaturas de 50° y 60° C se encontraron diferencias significativas entre los dos jarabes, perdiéndose más peso en las muestras tratadas con jarabes de maíz que las tratadas con jarabe de sacarosa. Este aspecto, también lo confirmó el parámetro de espesor el cual se redujo más en las muestras tratadas con los jarabes de hidrolizados de maíz.

FIGURA 1

Porciento de pérdida de peso de anillos de manzana en distintos jarabes a 40°, 50° y 60° C. (S es jarabe de sacarosa y M es jarabe de maíz)

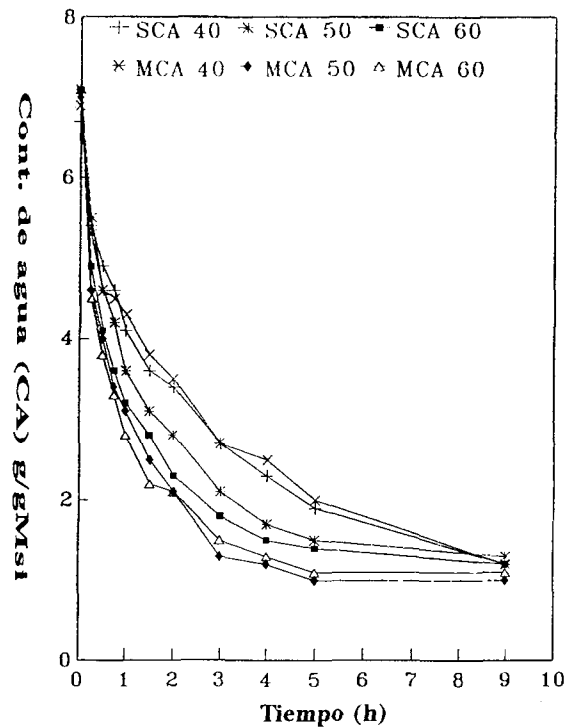


La Figura 2, muestra los comportamientos del contenido de agua; los análisis estadísticos indicaron, para el caso de la sacarosa, un efecto positivo de la temperatura. En el caso del jarabe de hidrolizados de maíz sólo se encontraron diferencias entre las temperaturas de 40° y 50° C pero no se hallaron diferencias entre las temperaturas de 50° y 60° C. La compa-

ración entre los jarabes no mostró diferencias entre las temperaturas de 40° C pero a las de 50° y 60° C las muestras tratadas con hidrolizados de maíz reducen más su contenido de agua que aquellas tratadas con sacarosa.

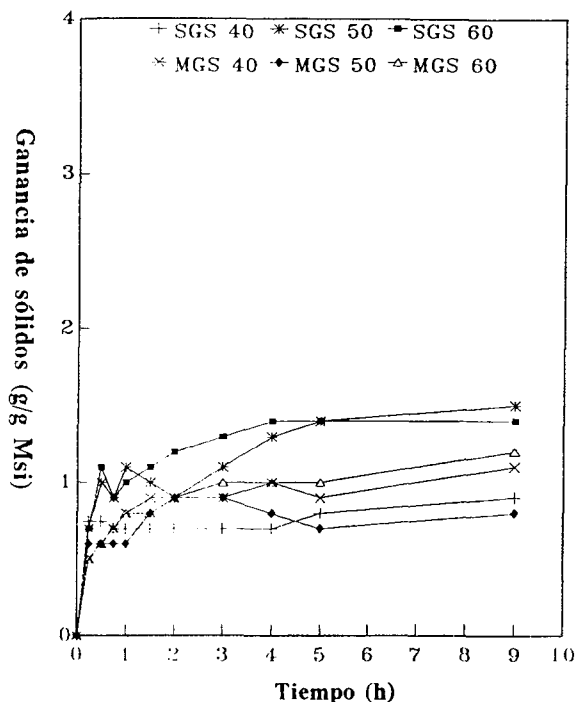
FIGURA 2

Variación del contenido de agua de anillos de manzana en jarabe de sacarosa (S) y jarabe de maíz a 40°, 50° y 60° C



La Figura 3 muestra los comportamientos de ganancia de sólidos. Debido al comportamiento particular de este parámetro, no fue posible linealizarlo y en su lugar se aplicó una prueba t de Student a cada tiempo de muestreo comparándose, dos a dos, los datos de cada tratamiento; asociándose las parejas de tal forma que permitía analizar el efecto de la temperatura para cada jarabe y el tipo de jarabe para cada temperatura. Los resultados del análisis indicaron que a las 0.25 h no se observa ninguna diferencia entre los tratamientos, a partir de las 0.5 h las muestras tratadas a 40° C ganan menos sólidos que las muestras tratadas a 50° y 60° C. Para las muestras tratadas con jarabe de hidrolizados de maíz no se detectaron efectos significativos de la temperatura a excepción del tiempo final en que se encuentra menor ganancia de sólidos a la temperatura de 50° C. La comparación entre los jarabes indicó que a 40° C la ganancia de sólidos es igual para los dos jarabes. Para las temperaturas de 50° y 60° C, el jarabe de hidrolizados de maíz muestra una menor ganancia de sólidos que las muestras tratadas con sacarosa.

FIGURA 3  
Ganancia de sólido de anillos de manzana en distintos jarabes a 40°, 50° y 60° C (S es sacarosa y M es maíz)



El comportamiento de la evolución de los grados Brix en las muestras tratadas con jarabe de sacarosa mostró las mismas observaciones respecto de la temperatura; de igual forma se corroboraron los resultados para el caso del jarabe de maíz en el sentido de no haber diferencia entre las temperaturas de 50° y 60° C. La comparación entre los dos jarabes no mostró ninguna diferencia entre los mismos. El CSST muestra un comportamiento similar a la ganancia de sólidos.

Asociando las observaciones de las evoluciones de la ganancia de sólidos, del CSST, de los Brix y del contenido de agua parece claro que en la deshidratación osmótica de la manzana ocurre un fenómeno de concentración, en donde predomina el mecanismo de ósmosis sobre la difusión simple.

La ganancia de sólidos es mayor en las muestras tratadas con sacarosa. Esto indica que, a pesar de ser similar en los dos jarabes la evolución de los grados Brix, el mecanismo como transcurre es diferente. Las muestras tratadas con jarabe de maíz logran alcanzar los grados Brix mediante una mayor salida de agua (mayor concentración); las muestras tratadas con jarabe de sacarosa lo hacen además por una pequeña entrada de soluto, ya que la ganancia de sólidos es mayor en estas muestras.

Las diferencias encontradas entre los jarabes de hidrolizados de maíz y el jarabe de sacarosa, concuerdan con las observaciones de Moy et al (9), quien indicó que la ganancia de sólidos en mango es mayor para las frutas tratadas con sacarosa que aquellas tratadas con jarabe de maíz. Riba y Peri (10) señala-

ron que los azúcares de mayor peso molecular tienen menor penetración. Los resultados presentados también concuerdan con los de Abndreoti et al (11). De sus resultados, se deduce que el jarabe con polisacáridos limita la entrada de sólidos. No obstante en sus experiencias no controló la viscosidad ni la actividad de agua. También Leric et al (6 y 12) anotaron que un jarabe con mayor contenido de polisacáridos provoca mayor pérdida de agua y menor ganancia de sólidos. Lenart y Flink (13) observó en muestras de papa, que las disoluciones de sacarosa hacen perder más agua y ganar más sólidos que las soluciones de cloruro de sodio a pesar de que la actividad del agua en el primer caso era mayor que en la solución de cloruro.

Lewicki et al (14), al añadir almidón o pectina a la disolución osmótica, observan una mayor salida de agua y una menor ganancia de soluto; demostrando que la composición de los jarabes afecta la evolución del proceso. El hecho de que la ganancia de sólidos tenga lugar en un tiempo muy corto demuestra que este fenómeno está circunscrito a la superficie. Si es así, es importante hacer notar que las características geométricas de la muestra alteran las cinéticas de los comportamientos y también las condiciones de equilibrio de las frutas tratadas, esto apoya las observaciones de Leric et al (6) que observó que las menores pérdidas de agua se producen con la mínima relación área/espesor. Este hecho se atribuye a la reducción del coeficiente de difusión causado por una mayor ganancia de sólidos.

Las observaciones del presente trabajo permiten asegurar que la composición del jarabe y particularmente los polisacáridos influyen de una manera directa, disminuyendo la ganancia de sólidos en los productos.

## REFERENCIAS

1. Ponting J.D., Water R., Forrey r. % Stanley, W.L. Osmotic dehydration of fruits. *Food Technology* 20 (1):125-128. 1966.
2. Karel M. Technology and application of new intermediate moisture foods. En: *Intermediate Moisture Foods*. R. Davies, G.G. Birch and K.J. Parker (Eds.) London. Applied Sci. Pub. Ltd. p. 76. 1976.
3. Hawkes J. & Flink J.M. Osmotic concentration of fruit slices prior to freeze dehydration. *Journal Food Process and Preservation* 2(4): 265-284. 1978.
4. Contreras J.E. & Smyrl, T.G. An evaluation of osmotic concentration of apple rings using corn syrup solids solution. *Can Ins., Food Sci. Technol. Journal* 14(4):310-314. 1981.
5. Bolin H.R., Huxoll C.C., Jackson A. & Ng K.C. Effect of osmotic agents and concentration on fruit quality. *Journal of Food Sci*: 48, 202-205. 1983.
6. Leric C.r., Pinnavaia G., Dalla Rosa M. & Mastrocola D. Applicazione dell'osmosi diretta nella disidratazione della frutta. *Industrie Alimentari*. 184-190. Marzo 1983.
7. Leric C.R., Pinnavaia G., Dalla Rosa M. & Bartolucci. Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behaviour and product quality. *Journal of Food Sci*. 50:1217-1219 y 1226. 1985.

8. Assosiation of Official Analytical Chemist. Official Methods of Analysis AOAC, 13th. Washington D.C. 1980.
9. Moy J.H., Lau N.R.H. & Dollar A.H. Effects of sucrose and acids on osmotic-dehydration of tropical fruits. *Journal of Food Processing and Preservation*. 2(2), 131-135. (Original no consultado compendiado en *Food Sci. Technol. Abstr.* 12(2):J0119. 1980.
10. Riva M. & Peri. C. Osmotic dehydration of grapes. *Procc. of 6th Int. Congress of Food Sci. and Technol.* 1, 179-180. 1983.
11. Andreotti R., Tomasicchio M. & Macchiavelli L. Disidratazione parziale della frutta per osmosi. *Industria conserva* 58:90-95. 1983.
12. Lerici C.R., Mastrocola D., Sensidoni A. & Dalla Rosa M. Osmotic concentration in food processing. En: *Preconcentration and Drying of Food Material*. S.Bruin (Ed) Amsterdam NL. Elsevier Sci. Pub. B.V. 1988.
13. Lenart A. & Flink J.M. Osmotic concentration of potato II. Spacial distribution of osmotic effect. *Journal Food Technol.* 19:69-89. 1984.
14. Lewicki P.P., Lenart A. & Pakula W. Influence of artificial semipermeable membrane on the process of osmotic dehydration of apples. *Annals of Warsaw Agri. Univ. SGGW-AR. Food Technol.* 16:17-24. 1984 (Original no consultado; compendiado en *Food Sci Technol. Abstr.* 16(03), J0046. 1987.

Recibido: 21-02-1992

Aceptado: 23-02-1994