

INFLUENCIA DEL TIPO DE ACONDICIONAMIENTO Y GRADO DE DESHIDRATACIÓN FINAL EN LAS CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS DE CÁSCARA DE NARANJA ESCURRIDA

CASTAÑEDA, Teresita; ISGLEAS, Verónica; JENKO, Carolina; LESA, Claudia;
MAFFIOLY, Rodolfo; OLIVA, Leticia; STECHINA, Damián
Facultad de Ciencias de la Alimentación – U.N.E.R. - Monseñor Tavella 1450
3200 Concordia – Entre Rios - Rep. Argentina - E-mail: castaneda_t@hotmail.com

Resumen

Para la formulación de cáscara de naranja escurrida mediante el empleo de deshidratación osmótica se emplearon en el acondicionamiento dos soluciones salinas (grupo 1: 13% de ClNa y grupo 2: 8% de ClNa adicionada de 500 ppm de $S_2O_5Na_2$), durante 10 días. Cada grupo se fraccionó en dos categorías y se trató por inmersión en jarabes de azúcares (relación de sólidos: 60% de sacarosa y 40% de dextrosa) durante 4 días a diferentes concentraciones. Una categoría de cada grupo a 40 °Brix durante todo el tiempo y la otra 1 día a 40 °Brix y 3 días a 70 °Brix; a fin de evaluar la influencia de los parámetros de deshidratación sobre la a_w , color y textura de los productos obtenidos. Las determinaciones de actividad acuosa, de frutas y jarabes, se concretaron empleando un equipo digital Aqua Lab. La textura se determinó analíticamente midiendo firmeza y elasticidad en un texturómetro Stable Micro System TA-XT2, y el color fue definido por los parámetros L, a y b, mediante un colorímetro Minolta CR-300. El tipo de acondicionamiento empleado y el grado de deshidratación final mostraron influencia sobre la textura, obteniendo una firmeza de 70 grf con cáscara acondicionada con salmuera al 13%, y de 50 grf la tratada con salmuera al 8% adicionada de $S_2O_5Na_2$. Las muestras sumergidas en jarabes de 70 °Brix alcanzaron una firmeza de 170 grf superior a los restantes que lograron 95 grf. Con respecto al color, no se observó influencia significativa del tipo de acondicionamiento ($L \sim 55$, $a \sim 0.5$, y $b \sim 40$). Respecto al grado de deshidratación final, el mismo mostró diferencias en los parámetros L y a, en el producto parcialmente deshidratado ($L \sim 40$, $a \sim 5$, $b \sim 10$), respecto al producto de mayor grado de deshidratación ($L \sim 35$, $a \sim 7$, $b \sim 9$).

El a_w de las muestras de fruta tratados con jarabe a 70 °Brix alcanzó valores cercanos a 0,8; en tanto para los otros el a_w fue de 0,93.

Una formulación adecuada debe contemplar estas variables, debido a la influencia que ejercen sobre la aceptabilidad del producto final, por parte del consumidor.

Palabras claves: Deshidratación osmótica, naranjas escurridas, formulación.

Introducción.

La deshidratación es una de las técnicas más antiguas de conservación de los alimentos. Su principal objetivo es extender la vida útil de los mismos mediante una disminución del contenido de humedad, reduciendo la a_w , inhibiéndose con esto el crecimiento microbiano y la actividad enzimática, factores que provocan el deterioro de los alimentos.

La deshidratación osmótica es un proceso por el cual se puede extraer agua de un producto, debido a la presión osmótica que aparece en la interface entre dicho producto y la solución con la cual entra en contacto, a través de una membrana semipermeable empleando, para ello, una solución concentrada (solución osmótica). En dicho proceso el agua difunde a través de la membrana, de la solución más diluida a la más concentrada hasta alcanzar el equilibrio. El proceso permite reducir hasta el 80% del agua original del alimento, protegiendo, e incluso mejorando, características como el color y sabor de los productos.

La deshidratación osmótica consiste en la inmersión del alimento sólido, ya sea entero o en piezas, en soluciones acuosas de alta concentración en solutos (azúcar y sal fundamentalmente). Dicha técnica provoca al menos dos flujos principales simultáneos y en contracorriente: un importante flujo de agua del alimento hacia la solución y una transferencia de soluto desde la solución hacia el alimento.

Estos flujos se deben a la existencia de gradientes de agua y soluto respectivamente a ambos lados de la membrana que forman el tejido parenquimático del producto (Torreggiani, 1993).

La velocidad a la que sale el agua del alimento hacia la solución concentrada, es mayor que la de los sólidos solubles hacia el interior de la pieza (Karel, 1973; Lenart y Lewicki, 1990; Vial y col., 1990). Dichas transferencias de masas van acompañadas de una salida de sustancias hidrosolubles a través de la membrana que, cuantitativamente son despreciables pero pueden ser esenciales en lo que a calidad organoléptica y nutricional se refieren.

Estudios llevados a cabo por Levi y col. (1983) y Heng y col. (1990) sugieren que después de un cierto tiempo de tratamiento osmótico, la permeabilidad selectiva de la membrana es destruida y el soluto puede entonces penetrar por difusión.

La solución osmótica que se usa para deshidratar el producto deberá ser rica en solutos que depriman la a_w de la misma, y que por lo tanto crean una diferencia de presión osmótica entre el producto a deshidratar y la solución. Los solutos comúnmente utilizados son mono y disacáridos (glucosa, fructosa, sacarosa,...), sales (cloruro de sodio,...), hidrolizados de productos ricos en almidón (hidrolizado de maíz,...). La depresión de la a_w es mayor cuanto menor es la masa molecular del soluto, pero en algunos casos interesa utilizar solutos de elevado peso molecular especialmente cuando se pretende evitar que haya migración de solutos hacia el interior del producto.

La velocidad de deshidratación depende de las características de la materia prima empleada, de las condiciones de operación y del agente osmótico utilizado. El incremento de la temperatura de proceso provoca un aumento de la velocidad de transferencia de materia, tanto en lo que se refiere a la salida de agua como a la entrada de sólidos solubles. Por otro lado, al elevar la temperatura, se acelera el intercambio iónico debido a la consecuente disminución de la viscosidad del jarabe, con lo que se facilita la acción capilar.

La concentración de la solución osmótica afecta en el sentido de definir la fuerza impulsora en cuanto a la transferencia de materia se refiere, así como a la viscosidad de la solución, y de la fase líquida del alimento que va aumentando su viscosidad a medida que se concentra, hasta alcanzar la de la solución osmótica en el equilibrio. Concentraciones muy elevadas de solución osmótica pueden provocar el fenómeno conocido como encostramiento (formación de una capa superficial en el alimento), que supone una barrera a la transferencia de materia entre el producto y la solución osmótica.

En cuanto a la naturaleza del agente osmótico (electrolito o no electrolito) se va a observar un comportamiento diferencial ya que la interacción de los solutos con el agua y la matriz sólida del alimento, será distinta. El tamaño de la molécula de soluto en cuestión va a suponer una mayor o menor facilidad para atravesar la red tridimensional constituida por los distintos componentes que conforman la estructura del alimento.

La agitación periódica aumenta la velocidad de deshidratación, ya que de modo contrario la fruta se ve rodeada del agua extraída de la misma, lo que dificulta la deshidratación. Con una adecuada agitación, se retira el exceso de agua sobre la

superficie, la fruta está en continuo contacto con el jarabe, con lo cual se agiliza el proceso difusivo. A su vez, la agitación constante dificulta el pasaje de soluto, debido al flujo de agua que se remueve de la superficie en contracorriente a éste.

Una de las principales ventajas de la deshidratación osmótica es que es efectiva a temperaturas no muy altas, e incluso a temperatura ambiente, con lo que el daño térmico que puede ocasionarse sobre el color y el aroma se ve minimizado (Ponting y col., 1966), y la alta concentración de azúcar circundante a las piezas de frutas y vegetales previene la decoloración (oscurecimiento), con lo cual se evita el agregado de aditivos químicos como los sulfitos (Ponting y col., 1966; Ponting, 1972). Por otro lado, la reducción de la acidez mejora el sabor, sobre todo, en productos como las frutas (Ponting y col., 1966). Finalmente, es un proceso relativamente económico, debido al bajo costo de inversión inicial, no requiere mano de obra calificada, no emplea energía eléctrica y los jarabes pueden ser reutilizados o empleados para otros fines.

Por otro lado, la deshidratación provoca en los alimentos una alteración en la textura (Fellow, 1988), además se produce una degradación de las proteínas y aminoácidos con la consecuente disminución del valor biológico y de la digestibilidad de esta fracción (Erbersdobler, 1986). Las frutas ácidas pueden perder su acidez y con ello su sabor ácido característico, provocando también problemas durante el almacenamiento (Ponting y col., 1966). Estudios realizados por Ponting y col. (1966) sugirieron que la oxidación de frutas puede aparecer en pocas semanas como consecuencia de la alta retención de aceites esenciales, deteriorando así el sabor del producto.

Mucho se ha publicado acerca de las características organolépticas de productos en donde se ha empleado la deshidratación osmótica como pretratamiento a diversos tipos de secado y elaboración de productos autoestables de humedad intermedia. Sin embargo, no se han reportado estudios acerca de las variaciones en los parámetros sensoriales de productos sometidos a diferentes acondicionamientos previos y elaborados mediante una deshidratación osmótica severa respecto a aquellos en los que se empleó una deshidratación osmótica parcial.

Este estudio tiene como objetivo evaluar la influencia del tipo de acondicionamiento inicial junto con el grado de deshidratación final, en las características organolépticas de cáscaras de naranjas escurridas.

Materiales y métodos

- **Materia Prima.** Las naranjas empleadas fueron obtenidas de un mercado local. La selección se basó en las características visuales de la cáscara de la fruta. Se tuvo en cuenta, uniformidad de color, ausencia de golpes, uniformidad de diámetro, etc.

- **Determinaciones analíticas.** A las muestras requeridas por el ensayo experimental se les determinó:

- Actividad acuosa. A trozos de fruta y jarabes, empleando un equipo digital Aqua Lab
- Sólidos solubles: A jarabes, por método refractométrico.
- Humedad: Método de deshidratación en equipo digital Boeco
- Textura: A trozos de fruta, midiendo firmeza y elasticidad en un texturómetro Stable Micro System TA-XT2
- Color: A trozos de fruta, midiendo los parámetros L, a y b, con un colorímetro Minolta CR-300.

- Equipo Experimental.

- Las actividades de acondicionamiento en salmuera se concretaron en recipientes de 5 Kg. con tapa y a temperatura ambiente.
- Las actividades de deshidratación osmótica con jarabe de azúcar se concretaron en un equipo SHAKING WATER BATCH 1027, Marca Foss Tecator, que dispone de 12 frascos de 550 ml cada uno sumergidos en agua y sistemas de termostatación y agitación.

- Actividad experimental

* **Preparación de la muestra.** La preparación de la fruta incluyó el lavado superficial de la cáscara empleando una esponja y agua, evitando dañar la superficie de la fruta. La finalidad de esta operación, además de la limpieza, fue retirar la capa de cera presente en la cáscara.

Seguidamente, la cáscara fue retirada manualmente y cortada en trozos de forma cuadrangular de no más de 5 mm de dimensión.

* **Acondicionamiento de la cáscara.** Inicialmente se procedió a la preparación de las soluciones acondicionadoras de ClNa al 8% las cuales fueron divididas en dos grupos de 3 kg cada una: uno de ellos contenía sólo esta solución (Gr. 1), mientras que al otro se le adicionó 500 ppm de $S_2O_5Na_2$ (Gr. 2).

Acondicionamiento y Concentración de Jarabes	Gr. 1. 13% de ClNa	Gr. 2. 8% de ClNa + 500 ppm de $S_2O_5Na_2$
Cat. 1. 70 °Brix	Gr. 1 – Cat. 1	Gr. 2 – Cat. 1
Cat. 2. 40 °Brix	Gr. 1 – Cat. 2	Gr. 2 – Cate. 2

Tabla 1. Detalle de preparación de las muestras.

A cada solución se le adicionó trozos de cáscaras en una proporción equivalente a 8,3 gr. de solución por gr. de cáscara de naranja y al grupo 2 se les ajustó el pH a 3 empleando ácido cítrico.

Durante los diez días que se mantuvo en acondicionamiento se llevaron a cabo sucesivos incrementos de concentración en el recipiente del grupo 1. Dichos incrementos se realizaron a los tres días con un aumento de concentración al 10% de salmuera, y a los seis días llevándola al 13%.

* **Procedimientos posteriores al acondicionamiento.** Finalizada la etapa de acondicionamiento, se procedió a la extracción de los trozos, por grupo, de las soluciones. Los mismos fueron enjuagados con agua potable, sobre un tamiz, y se concretó un muestreo de cada grupo para determinar actividad acuosa (a_w), los parámetros de color (L, a y b) y textura (firmeza y elasticidad)

A continuación, se llevó a cabo la cocción por inmersión en agua a 100 °C durante 10 minutos, e inmediatamente enfriados en agua fría.

* **Preparación de los jarabes e inmersión de las muestras.** En principio, se empleó un solo jarabe de 40 °Bx, el cual estaba compuesto por una relación de sólidos de 60% de sacarosa y 40% de glucosa. Con la finalidad de solubilizar los azúcares, se realizó el calentamiento de la mezcla, enfriándola posteriormente hasta 30 °C. Para cada grupo de cáscara acondicionada se usaron seis frascos, colocando 500 ml del jarabe en cada uno y adicionando trozos de cáscaras en una proporción equivalente a 2 gr. de jarabe por gr. de cáscara.

Los recipientes se sometieron a agitación constante de 30 °C, durante 24 horas.

Transcurrido dicho período, se retiraron del equipo, extrayéndose muestras para determinaciones analíticas y se fraccionó cada grupo en dos categorías, cada una de las cuales contenía ambos tipo de

acondicionamiento. A partir de allí, una de dichas categorías (cat. 1) fue concentrada hasta valores de aproximadamente 70 °Bx, mientras que la otra (cat. 2) se mantuvo en la misma concentración de jarabe de 40 °Bx. Realizada esta operación, se incorporaron las muestras restantes a sus frascos correspondientes conteniendo los nuevos jarabes, colocándolos nuevamente en el equipo, por un período de 24 hs.

Al tercer día se repitió la extracción de muestras para análisis y se ajustó el valor de concentración de jarabes y las muestras fueron devueltas al equipo por el mismo lapso de tiempo.

*** Ecurrido y envasado de las muestras.**

Transcurrido el tiempo de tratamiento, se extrajeron muestras para determinaciones analíticas. Seguidamente, se procedió al escurrido de la fruta, para lo cual los trozos fueron retirados de las soluciones correspondientes, volcando los mismos sobre una criba metálica.

Una vez que la superficie de la fruta se encontraba libre de exceso de jarabe, se retiraron diez trozos de cada uno de los lotes para la determinación de textura, color y humedad residual.

Resultados y Discusión.

- Influencia del tipo de acondicionamiento y grado de deshidratación final en el color del producto final.

El color de la fruta acondicionada con salmuera al 13% respecto de aquellas en las cuales se empleó salmuera combinada con bisulfito de sodio, no presentaron variaciones estadísticamente significativas ($P < 0.05$) en los parámetros L, a y b al final del acondicionamiento (Fig.1).

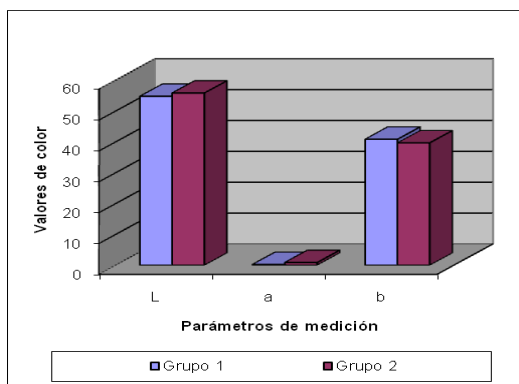


Figura 1. Variación de color de la fruta luego del acondicionamiento.

Si bien el bisulfito tiene acción blanqueadora (Fennema, 1993), de acuerdo a los datos obtenidos no hay evidencia que dicha acción influya sobre el color del producto luego del acondicionamiento.

Por otro lado, el grado de deshidratación final reveló tener influencia estadísticamente significativa ($P < 0,05$) en el color final de la fruta escurrida, específicamente en los parámetros L y a (Tabla 2). Las muestras con mayor grado de deshidratación (Cat.1) revelaron menores valores de L (luminosidad) que las muestras deshidratadas parcialmente. Por el contrario, dichas muestras presentan valores de a superiores a las parcialmente deshidratadas (Cat.2).

Muestras	L	A	b
Gr. 1-Cat. 1	35,095 ^a	7,605 ^b	9,73 ^a
Gr. 1-Cat. 2	40,644 ^b	4,899 ^a	11,064 ^a
Gr. 2-Cat. 1	36,051 ^a	6,61 ^b	9,581 ^a
Gr. 2-Cat.2	41,633 ^b	4,508 ^a	9,802 ^a

Tabla 2. Parámetros de color del producto final¹.

De la lectura de estos resultados se desprende que las muestras expuestas a un mayor grado de deshidratación presentaron una coloración más opaca y oscura que aquellas deshidratadas parcialmente.

A pesar de las leves diferencias entre los miembros de la misma categoría, no hay evidencia suficiente para relacionar los resultados obtenidos con el tipo de acondicionamiento recibido.

- Evolución de los parámetros físicos durante el proceso.

La evolución de la actividad acuosa de los jarabes y de las muestras de frutas, evidenció la transferencia de masa entre el producto y la solución osmótica que lo contenía (Tabla 3 y 4).

La actividad acuosa de la fruta y del jarabe a lo largo del proceso fue decreciendo estabilizándose luego en parámetros relativamente constantes, con fluctuaciones propias de los ensayos empíricos. En este momento el sistema arribó a un “pseudoequilibrio”, en el cual se dio por finalizado el proceso, considerando que tiempos de procesamiento superiores, no lograrían una variación considerable en las características del producto y priorizando la preservación de la

¹ Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$), según test LSD.

seguridad microbiológica de los productos obtenidos.

La concentración del jarabe fue monitoreada y corregida diariamente a partir de la medición de los °Bx. Debido a que la fuerza impulsora para la transferencia de masa entre la fruta y el jarabe se basa en la diferencia de potencial químico, se observó al inicio un descenso notable en la concentración del jarabe, lo cual requirió el aumento de la concentración de los mismos, con la finalidad de proveer una fuerza impulsora suficiente como para favorecer dicha transferencia.

Gr.	Cat.	Inicial	1° Día	2° Día	3° Día	4° Día
1	1-1	0,942	0,959	0,942	0,806	0,811
	1-2	0,942	0,951	0,946	0,941	0,945
2	2-1	0,942	0,959	0,944	0,871	0,804
	2-2	0,942	0,96	0,942	0,943	0,942

Tabla 3. Actividad acuosa de los jarabes

Gr.	Cat.	Inicial	1° Día	2° Día	3° Día	4° Día
1	1-1	0,956	0,946	0,94	0,858	0,805
	1-2	0,956	0,944	0,941	0,926	0,934
2	2-1	0,976	0,942	0,938	0,881	0,809
	2-2	0,976	0,946	0,938	0,932	0,938

Tabla 4. Actividad acuosa de la fruta

Los resultados obtenidos debido al tratamiento diferencial de las muestras (grado de deshidratación final), sugieren que el aumento de la concentración realizado a los lotes expuestos a una deshidratación más intensa, incorpora una fuerza impulsora adicional que resulta en una mayor dificultad para alcanzar el estado de equilibrio final, lo que requeriría tiempos de procesos muy prolongados.

Por otro lado, los datos obtenidos en los lotes expuestos a deshidratación parcial, indican que la transferencia de masa disminuye considerablemente luego del segundo día de tratamiento con la solución osmótica, por lo cual no fueron necesarios ajustes de concentración posteriores. Los datos previamente analizados de actividad acuosa evidencian lo antedicho.

Comparando los resultados de las Tablas 3 y 4, puede observarse que las muestras parcialmente deshidratadas no presentan mayor variación de a_w luego del segundo día, al igual que los jarabes que las contenían.

Sumado a esto, las actividades acuosas finales de las frutas y los jarabes correspondientes son muy similares, lo que implicaría que los sistemas se encuentran cercanos al equilibrio.

Por el contrario, las muestras expuestas a un mayor grado de deshidratación evidencian una considerable reducción de la actividad acuosa de las frutas y de

los jarabes al siguiente día de incrementada su concentración a 70°Bx, lo que indica un aumento de transferencia de masa, debido al incremento de la fuerza impulsora, con lo cual las muestras finales no llegan al equilibrio en el tiempo estipulado, como se evidencia al comparar las actividades acuosas de las frutas y de los jarabes.

- Influencia del tipo de acondicionamiento y grado de deshidratación final en la textura del producto final.

En relación a la textura de la fruta en relación al tipo de acondicionamiento se observó variaciones en los parámetros medidos: firmeza y elasticidad.

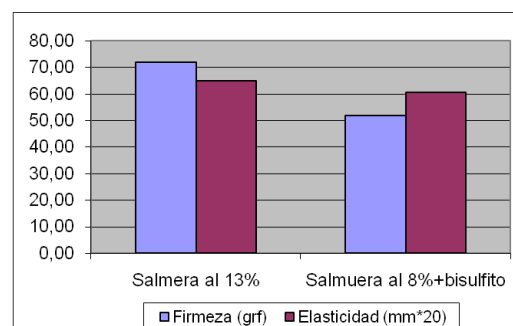


Fig. 2 Variación de la textura de la fruta luego del acondicionamiento.

En relación a la firmeza, se presentan diferencias estadísticamente significativas ($P < 0,05$) de acuerdo al tipo de acondicionamiento empleado (Fig. 2). Los datos fueron comparados resultando en valores superiores para las muestras tratadas con salmueras al 13%, respecto a aquellas sometidas a un pretratamiento con salmuera al 8% combinado con bisulfito de sodio. Del mismo modo, éstas últimas presentaron menor elasticidad que las primeras, aunque las diferencias no resultaron estadísticamente significativas.

Estos resultados estarían directamente ligados a la acción del bisulfito de sodio sobre la fruta.

Muestras	Firmeza(grf)	Elasticidad(mm)
Gr.1-Cat.1	163,2081 ^b	3,24 ^a
Gr.1-Cat.2	110,1967 ^a	3,05 ^a
Gr.2-Cat.1	178,1737 ^b	2,88 ^a
Gr.2-Cat.2	78,8551 ^a	2,98 ^a

Tabla 5. Parámetros de textura en el producto final².

² Letras distintas indican diferencias significativas ($P < 0,05$), según test LSD.

Al evaluar la influencia del grado de deshidratación respecto a las características de textura del producto final, se observó una mayor firmeza en las muestras con mayor grado de deshidratación (Gr.1-Cat 1 y Gr.2-Cat1), respecto a las parcialmente deshidratados. Adicionalmente, se visualizaron diferencias en firmeza entre ambas muestras, presentando el Gr. 2-Cat.1 un valor superior al primero. Dichas diferencias son igualmente perceptibles entre las muestras Gr.1-Cat 2 y Gr 2-Cat 1, sin embargo en éstas la primera presenta mayor valor de firmeza respecto a la segunda.

Estos resultados sugieren que el grado de deshidratación tiene incidencia significativa en la firmeza del producto, adquiriendo la misma mayores valores a mayor grado de deshidratación. Si bien se presentó una variación significativa en la firmeza luego del acondicionamiento, los resultados de comparar las muestras del producto final no evidencian dicha influencia, siendo predominante la incidencia del grado de deshidratación alcanzado.

Por otro lado, la elasticidad como parámetro de textura, no presentó diferencias significativas entre las muestras, no habiendo de este modo evidencias de que el acondicionamiento influya conjuntamente con la deshidratación, en la elasticidad del producto final.

Los tratamientos propuestos requieren de un estudio más profundo acerca de la evaluación de la estabilidad del producto final, lo cual requiere tener en cuenta los posibles cambios organolépticos consecuentes de los métodos de conservación aplicados adicionalmente al producto en caso de someterlo a una deshidratación parcial, así como también tener en cuenta los costos operacionales y tiempos de proceso requerido en cada caso.

Conclusión.

Tanto el acondicionamiento inicial de la fruta, así como el grado de deshidratación alcanzado, demostraron ejercer influencia en las características de color y textura, lo cual influye notablemente en las propiedades organolépticas del producto final. La formulación de fruta escurrida, tal como se llevó a cabo en los sucesivos ensayos, requiere tener en cuenta dichas influencias, ya que de éstas dependerá mayormente, la aceptabilidad del producto por parte del consumidor.

Agradecimiento.

Se agradece la colaboración del Departamento de Idiomas de la Facultad de Ciencias de la Alimentación (UNER).

Referencias.

- AA.VV. Deshidratación osmótica de frutas. Universidad Nacional de Colombia; 2002.
- Erbersdobler, H.F. (1986) Loss of nutritive value on drying. In Concentration and drying of food, (ed. MacCarthy, D.) El sevier Applied Science, London.
- Fellows, P. (1988). Food Processing Technology. Principles and Practice. Ed. Ellis Horwood, Chichester, UK.
- Fennema, R. Introducción a la ciencia de los alimentos. Ed. Reverté, 1993.
- Grosso, L.A. Teoría y práctica de la elaboración de fruta candida. Departamento técnico de refinerías de maíz; Gadola; Buenos Aires; 1996.
- Heng, K., Guilbert, S., Cuq, J.L. (1990). Osmotic dehydration of papaya: Influence of process variables on the product quality. Science des Aliments, 10(4): 831-848.
- Karel, M. (1973). Recent research and development in the field of low moisture and intermediate-moisture foods. CRC Critical Review Food. Technology, 3: 329-373.
- Lenart, A., Lewicki, P.P. (1990). Osmotic dehydration of apples at high temperature. En: Mujumdar, A.S. (ed.). Drying '89. Ed. Hemisphere. Publishing Corporation, pp. 7-14.
- Levi, A., Gagel, S., Juven, B. (1983). Intermediate moisture tropical fruit products for developing countries I. Technological data on papaya. Journal of Food Technology, 18(6): 667-685.
- Ponting, J.D., Watters, G., Jackson, R. (1972). Refrigerated apple slices. Preservative effects of ascorbic acid, calcium and sulfites. Journal of Food Science, 37(3): 434-436.
- Ponting, J.D., Watters, G.G., Forrey, R.R., Jackson, R., Stanley, W.L. (1966). Osmotic dehydration of fruits. Food Technology, 20(10): 125-128.
- Torreggiani, D. (1993). Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. Food Research International, 26(1): 59-68.
- Vial, C., Guilbert, S., Cuq, J.L. (1991). Osmotic dehydration of kiwi fruits: Influence of process variables on the color and ascorbic acid content. Sciences des Aliments, 11(1): 63-84.