

ISOTERMAS DE SORCIÓN DE RODAJAS LIOFILIZADAS DE NONI (*Morinda citrifolia* L.) DESHIDRATADA OSMÓTICAMENTE.

SORPTION ISOTHERMS OF FREEZE-DRIED SLICES OF NONI (*Morinda citrifolia* L.) OSMOTICALLY DEHYDRATED.

Rangel-Marrón, M.*, Córdova-Quiroz, A.V., Cerón-Bretón, J.G. y Puch-Barrera, G.Y.¹

Fecha de recepción 14 de octubre del 2010

Fecha de aceptación 10 de diciembre del 2010

RESUMEN

Con el objetivo de proveer alimentos sanos y de buena calidad a la población, es importante utilizar tecnologías que permitan la conservación de alimentos, sobre todo para aquellas frutas de temporada que son sensibles a la temperatura de almacenamiento como es el caso de *Morinda citrifolia* L. comúnmente conocido como Noni. El fruto es de color blanco amarillento, suave y fétido cuando madura, además de tener una vida de anaquel corta. Dentro de las nuevas tecnologías no térmicas para la conservación de alimentos se encuentran: la deshidratación osmótica y la liofilización, las cuales fueron utilizadas para ampliar la vida de anaquel de la pulpa de noni. Se determinaron isothermas de sorción de rodajas liofilizadas de noni (*Morinda citrifolia* L.) sometido a dos procesos de deshidratación osmótica a 40 y 50°Bx a 25°C. Las isothermas de sorción se determinaron utilizando el método Gravimétrico de soluciones saturadas de sal en el intervalo de humedad relativa del 11 al 89%, almacenadas a 15, 35 y 34°C, obteniéndose isothermas de sorción del Tipo I.

Palabras clave: Deshidratación osmótica, propiedades higroscópicas, *Morinda citrifolia* L.

ABSTRACT

With the goal of providing healthy food, and good quality people is important to use technologies for food preservation, especially for those seasonal fruits that are sensitive to storage temperature as in the case of *Morinda citrifolia* L. commonly known as Noni. The fruit is yellowish white, soft and smelling ugly when ripe, besides having a short shelf life. Among the non-thermal technologies for food preservation include: osmotic dehydration and freeze-drying, which will be used to extend the shelf life pulp of fruit. We determined sorption isotherms of freeze-dried slices of noni (*Morinda citrifolia* L.) subjected to two osmotic dehydration processes 40 and 50°Bx at 25°C. The sorption isotherms were determined using the gravimetric method of saturated salt solutions in the range of relative humidity from 11 to 89%, stored at 15, 35 y 45°C, obtaining sorption isotherms of type I.

¹Universidad Autónoma del Carmen. Facultad de Química. Av. 56 No. 4 esquina Av. Concordia. Col. Benito Juarez. C.P. 24180. Ciudad del Carmen, Campeche, México

*Autor para correspondencia: mrangel@pampano.unacar.mx

Key words: Osmotic dehydration, Hygroscopic Properties, *Morinda citrifolia* L.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, conservar alimentos se ha convertido en una práctica rutinaria que conlleva fines económicos y para ello se aplican diferentes métodos y/o técnicas para poder aprovechar todos aquellos excedentes de producción, transformarlos, conservarlos y disponerlos en épocas de escasez. Una de las tendencias más importantes de los consumidores en el siglo XXI es hacia la imagen fresca y natural de los productos (Sloan, 2001), es decir, alimentos que conserven al máximo sus características y atributos sensoriales y nutricionales.

El noni (*Morinda citrifolia*) es una planta arbórea de la familia de las rubiáceas, es un fruto de color blanco amarillento, carnoso, de 5-10 cm de largo, de 3-4 cm de diámetro, suave y fétido cuando madura (Nelson S.C. 2006). El fruto puede crecer en tamaño hasta 12 cm o más y tiene una superficie cubierta por aterronado poligonal en forma de secciones. Las semillas, son de forma triangular y de color marrón rojizo, posee una bolsa de aire adjunta en un extremo. (Wang MY, 2002).

Desde la antigüedad se ha reconocido que los alimentos con mayor contenido de humedad como es el caso del noni son los más perecederos, de tal manera que el control de su contenido de humedad es una herramienta para su conservación.

La deshidratación osmótica (DO) es una técnica valiosa que puede ser aplicada separadamente o como una etapa importante dentro de diferentes esquemas de deshidratación (Azua, 1990). Consiste en la concentración de productos alimenticios ya sea enteros o en piezas por la inmersión en un solución hipertónica conteniendo azúcar, sal, sorbitol o glicerol (Barbosa – Cánovas y Vega Mercado 2000). Consiste en un movimiento molecular de ciertos componentes de una solución a través de una membrana semipermeable hacia otra solución de menor concentración de cierto tipo de particular de moléculas (Raoult-Wack *et al.*, 1989; Rodríguez-Arce y Vega Mercado, 1990).

La liofilización es un método de conservación de alimentos que son sensibles al calor, consiste en la eliminación del agua de un alimento congelado, aplicándole vacío y exponiéndolo a una temperatura inferior a -30° C. De este procedimiento se consigue extraer el agua de una sustancia congelada sin pasar, previamente, por un estado líquido. Después de una rehidratación, su valor nutritivo y sus cualidades organolépticas son prácticamente las mismas que las del alimento fresco. El alimento liofilizado solo tiene un 2 % de agua (Vértice, 2006; Mc Cabe, *et al*; 2006).

El proceso de liofilización detiene el crecimiento de microorganismos (hongos, bacterias, etc.), inhiben la degradación por reacciones químicas (oxidación, descomposición, deterioro de las propiedades organolépticas) al llevarse a cabo con temperaturas tan bajas no altera los productos termolábiles, se conservan gran cantidad de aromas y se mantiene el volumen inicial del sólido, originando con ello una gran porosidad y fácil

solubilidad de los productos finales (Bello G., 2000; Costa L., *et al.*, 2002; Pacheco-Aguilar, *et al.*, 2001; V V. A. A., 2004).

Un aspecto importante en la conservación de alimentos es saber cómo se encuentra ligada el agua en el alimento. Las isotermas de sorción en los alimentos muestran la interrelación entre el contenido de humedad en el alimentos y la actividad del agua (a_w) en el equilibrio a temperatura y presión constantes (Labuza, 1984). El presente trabajo tiene el objetivo estudiar la cinética de Deshidratación Osmótica y su efecto en el proceso de liofilización sobre la ganancia del contenido de humedad final del producto seco.

MATERIALES Y MÉTODOS

MATERIA PRIMA

Los frutos de noni son provenientes del ejido de Atasta, en Ciudad del Carmen Campeche. La selección de la fruta fue de acuerdo al grado de pH de 3 - 4.

MÉTODOS

Acondicionamiento del fruto: Se lavó y desinfectó el fruto de noni para cortar rebanadas de 3 a 5 cm de diámetro y 5mm de espesor haciendo uso de un Vernier.

CARACTERIZACIÓN DE LA FRUTA:

- **Sólidos solubles:** A partir de un homogeneizado de la muestra se utilizó un refractómetro (ATAGO HSR-500) .(AOAC, 1995)
- **Humedad:** Se determinó por el método Gravimétrico de diferencia de pesos secando en una estufa a 110°C a presión atmosférica por 24 hrs de acuerdo al método de la AOAC 1995.

- **pH.** Se determinó con un potenciómetro digital Orion mediante inmersión directa del electrodo en la muestra.

- **Acidez.** Se utilizó una muestra de 5 g diluida en 25 mL de agua destilada y adicionando 4 gotas de fenolftaleína. La mezcla se tituló con NaOH valorado hasta alcanzar el vire del indicador. El % de acidez se expresa como porcentaje de ácido cítrico. (AOAC , 1995)

- **Cenizas.** Se realizó el método 31.012 de la AOAC 1995 basado en la aplicación de altas temperaturas para causar la evaporación de agua y materia orgánica.

- **Fibra Cruda.** El método se basa en la obtención de un residuo orgánico después de tratar la muestra con soluciones ácidas o alcalinas, obteniendo finalmente celulosa, lignina y otros minerales. (AOAC, 1995).

Los análisis fisicoquímicos de la pulpa de noni, se realizaron por triplicado.

DESHIDRATACIÓN OSMÓTICA.

El proceso de deshidratación osmótica se llevo a cabo a presión atmosférica en recipientes cilíndricos de plástico seleccionados para este propósito, siendo pesados después de su identificación. Se prepararon soluciones osmóticas de sacarosa por triplicado a 40 y 50°BX de la siguiente manera: 1.600 Kg de azúcar - 2. 400 Lt de agua y 2. 000 Kg de azúcar - 2. 000 Lt de agua respectivamente en una relación de 4:1 jarabe – fruta. Después de preparar los tratamientos osmóticos se almacenaron en una incubadora (incubator 818) a 25°C. La transferencia de masa toma lugar en las primeras dos horas del proceso, para conseguir la transferencia deseada se realizó la agitación manual de los sistemas cada 10 min, registrando la ganancia y/ pér-

didada de sólidos del jarabe y fruta en un intervalo de 20 min. Llegado al término el proceso de deshidratación, se registra el peso del jarabe y de la fruta.

DETERMINACIÓN DE LAS ISOTERMAS DE SORCIÓN.

Para la determinación de las isothermas de sorción a 15°C se utilizó un refrigerador (IEM, México); a 35°C una estufa Oven Series 9000 (DUBUQUE, IOWA, USA) y a 45°C un horno Dadttec Francia). Se registró el peso de los pesafiltros con muestra cada cuatro días utilizando una balanza analítica de precisión 0,0001g (OAHUS, USA). El método se basa en la medida del incremento de peso de una muestra de aproximadamente un gramo colocada en un pesafiltro y dentro de un sistema de humedad relativa conocida como lo describe (Argaíz y López – Ma lo, 1994). Las soluciones salinas utilizadas fueron grado reactivo, sus valores de actividad de agua y el método de preparación fue el mismo que se adoptó en el COST 90 (Spiess y Wolf, 1987).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1, se muestran los resultados obtenidos de los análisis bromatológicos de la fruta de noni.

Tabla 1. Caracterización de la Fruta de Noni.

°Bx Pulpa	7±0.1
pH	3.81±0.50
Acidez (% ác. Cítrico)	5.48%±0.074
Humedad (g agua/g sólido seco)	7.088±0.021
Cenizas	1.7468±0.45
Fibra	0.4595±0.04

Los resultados obtenidos de 3.81 unidades de pH, 7°Bx, son similares al trabajo realizado por Valdés H *et al.*, 2008 para la concentración osmótica de jugo de noni

En la figura 1 se muestra la ganancia de sólidos con respecto al tiempo para pulpa de noni deshidratada osmóticamente a 40 y 50°Bx.

La pulpa de noni tiene un contenido inicial de 7°Bx para ambos tratamientos, se observa que la ganancia de sólidos de la fruta a 40°Bx se realiza de manera gradual y estacionaria durante los primeros 20 min. Se observó que la mayor pérdida del agua ocurrió dentro de los primeros 40 minutos de proceso, hasta alcanzar el equilibrio en 60min de tratamiento obteniendo una concentración de sólidos de 33.06° BX. A diferencia del tratamiento a 50°Bx donde la pérdida de agua se realiza en un tiempo de 60 min de tratamiento alcanzando un equilibrio de 36.66°Bx para la fruta y jarabe. Los resultados obtenidos de la deshidratación son similares a los reportados por otros autores (Maldonado S, Santapola J.E., Singh J., Torrez M., Garay A.) en la Cinética de la transferencia de masa durante la deshidratación osmótica de yacón (*Smallanthus sonchifolius*).

En las Figuras 2, 3 y 4 se presentan las isothermas de sorción de pulpa de noni liofilizada y deshidratada osmóticamente de acuerdo a los tratamientos osmóticos a 40 y 50°Bx, a las tres temperaturas de almacenamiento.

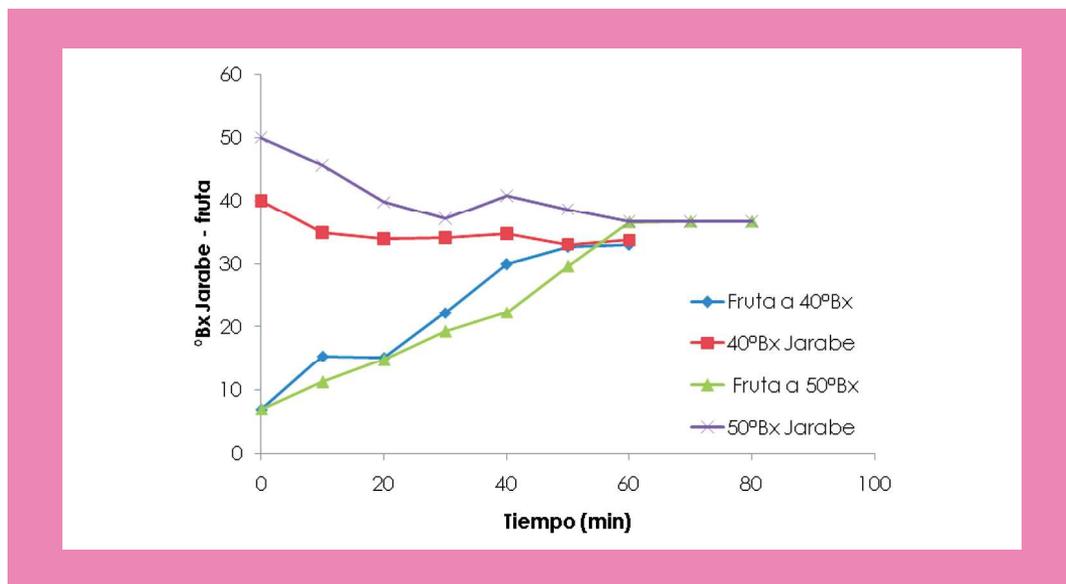


Figura 1. Pérdida de agua de noni deshidratado osmóticamente en solución de sacarosa a 40 y 50°Bx con respecto al tiempo.

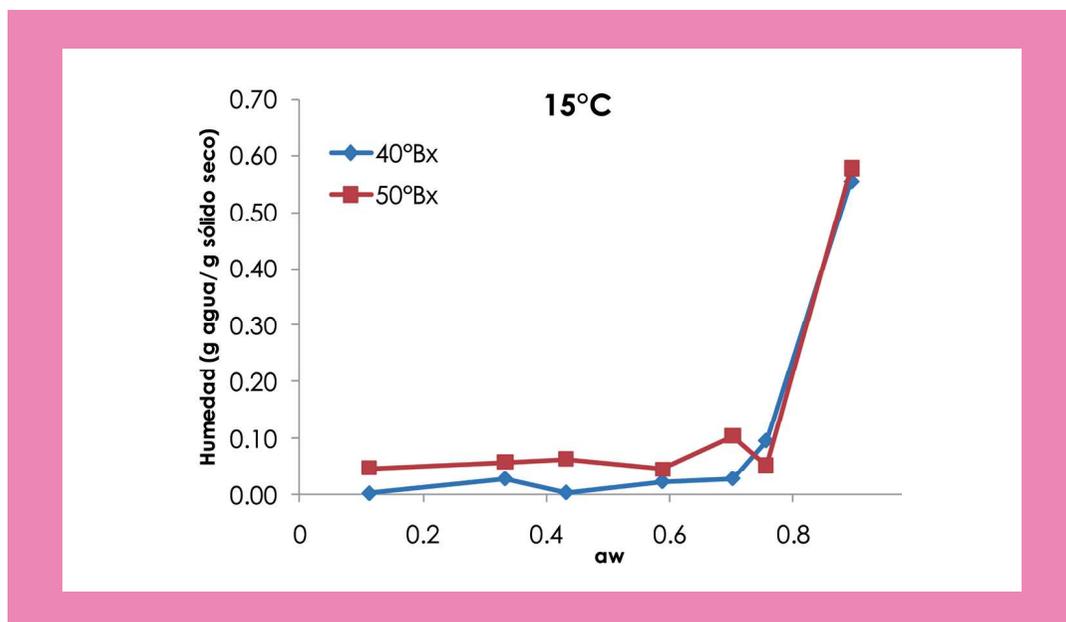


Figura 2. Isotherma de Sorción de pulpa de noni liofilizada y deshidratada osmóticamente, almacenada a 15°C.

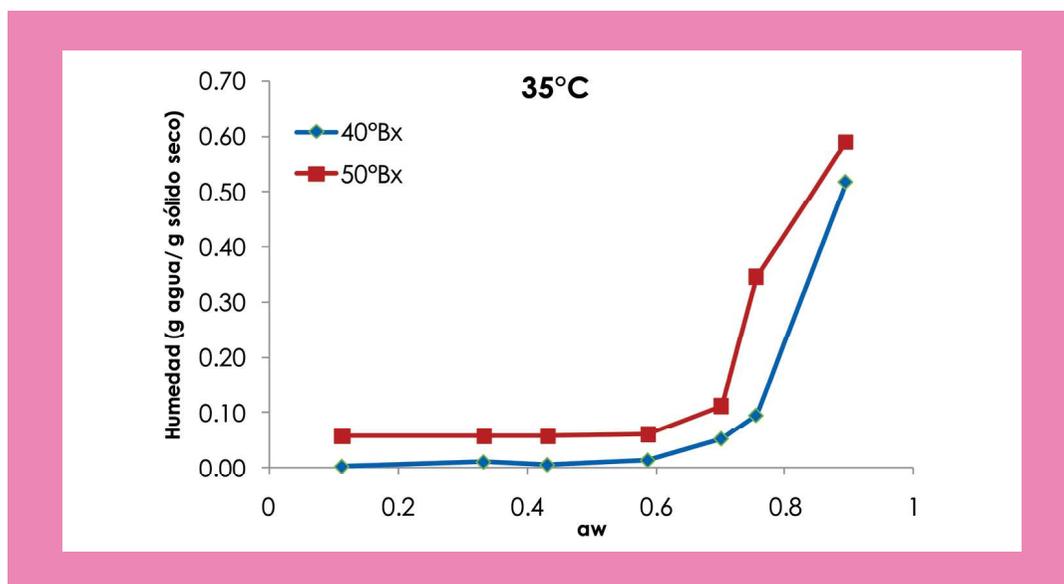


Figura 3. Isoterma de Sorción de pulpa de noni liofilizada y deshidratada osmóticamente, almacenada a 35°C.

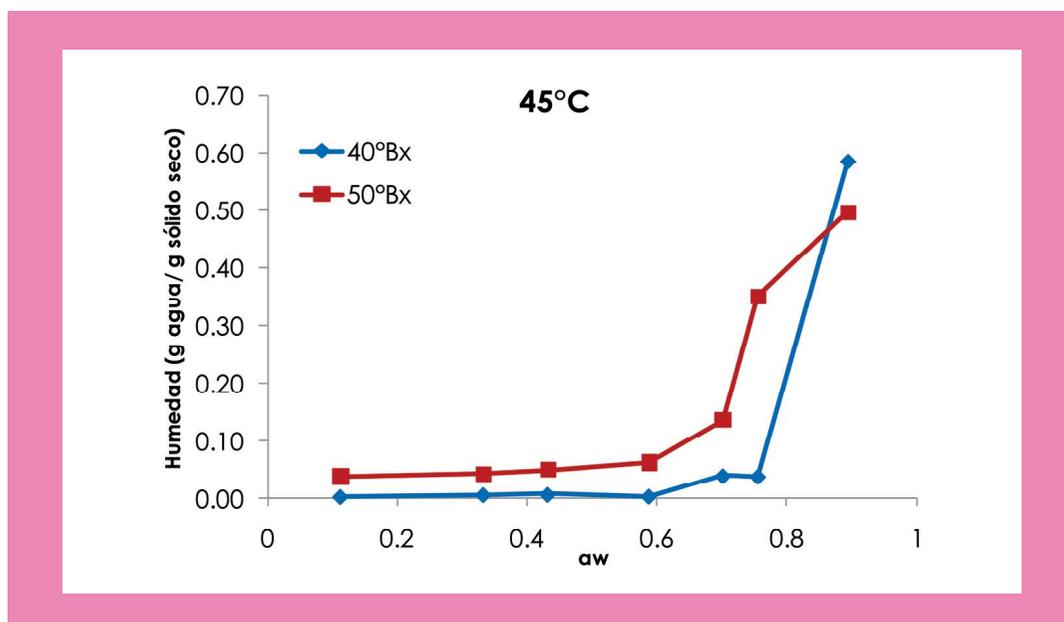


Figura 4. Isoterma de Sorción de pulpa de noni liofilizada y deshidratada osmóticamente, almacenada a 45°C.

Los experimentos se llevaron a cabo con un contenido de humedad inicial de 0.0135 y 0.0737 g agua/ g sólido seco para 40 y 50°Bx respectivamente, después del proceso de osmótico y liofilización. Se identificó que las isotermas de sorción obtenidas corresponden al tipo I de acuerdo a Labuza, 1984, en donde la ganancia de humedad es mínima hasta alcanzar valores de actividad de agua (a_w) superiores a 0.7, en donde la absorción de agua se ve afectada por la interacción del hidrógeno con los grupos OH- presentes en la superficie de cristal del azúcar, conforme incrementa el valor de actividad de agua (a_w), el agua absorbida disuelve el cristal ocasionando la disociación de las interacciones de azúcar-azúcar ocasionando una solución, lo que ocasiona un aumento del contenido de humedad del alimento. Las humedades en equilibrio oscilaron entre 0.002 – 0.584 y 0.04 – 0.59 (g agua/ g sólido seco) para 40 y 50°Bx respectivamente, observándose que el tratamiento a 50°Bx, la ganancia de humedad es mayor a las tres temperaturas de almacenamiento.

CONCLUSIONES

- Se observó que la mayor ganancia de sólidos se presenta en la deshidratación osmótica a 50°Bx alcanzando un contenido de 36.66°Bx.
- Las isotermas de sorción obtenidas corresponden al tipo I para alimentos con altas concentraciones de azúcar.
- La mayor ganancia del contenido de humedad se presenta en el tratamiento a 50°Bx.

BIBLIOGRAFÍA

- Alzamora, S.M., Tapia, M. Y López – Malo, A. 2000. Minimally processed fruits and vegetables. Aspen Publishes Inc.
- Argaiz, A. J. 1988. Alternativas de proceso para frutos tropicales. Memoria de simposium nacional de Fisiología de Productos Hortícolas en México. Ed. Limusa (8-10) 12 pp. 153–163.
- Argaiz, A. y López-Malo A. 1994, Adaptación del método COST para determinación de isothermas de sorción en alimentos. Academia Mexicana de Investigación y Docencia en ingeniería química A.C. 4, 10-16.
- ARREOLA, Sandra I y ROSAS, Martha E. Aplicación de Vacío en la Deshidratación Osmótica de Higos (*ficus carica*). *Inf. tecnol.* [online], 2007, vol.18, n.2, pp. 43-48. ISSN 0718-0764.
- Azuara N. E. 1990. Deshidratación osmótica de Alimentos. México. (www.uv.mx)
- Barbosa Cánovas G.V y Vega Mercado H. 2000. Deshidratación de Alimentos. Ed. Acribia. Zaragoza. España.
- Bello G.J. 2000. Ciencia bromatológica: Principios generales de los alimentos. Fundamentos científicos. Edición Díaz de Santos.
- Labuza, T. P., 1984, Moisture Sorption: Practical aspects of isotherm measurement and use, pp 1-7. Editorial American Association of Cereal Chemists. St. Paul, MN.
- Maldonado S, Santapola J.E., Singh J., Torrez M., Garay A. 2008. Revista Cienc. Tecnol. Aliment. Campinas, 28(1): 251-256. Enero- marzo.
- McCabe, L. W. C. Smith, J. Harriot P. 2007. Operaciones unitarias en ingeniería química. Editoria Mc Graw Hill. Séptima Edición. México.
- Pacheco-Aguilar, R. Ocaña H, V. M. Maeda M.A. N. 2001. Los moluscos pectinidos de Ibero America: ciencia y acuicultura, manejo y procesado de pectinidos. Capitulo 21: 431-450. Hermosillo, Sonora México.
- Raoult-Wack, A.L., Lafont, F., Ríos, G., y Guilbert, S. 1989. Osmotic dehydration Study of mass transfer in terms of engineering properties, En Drying '89, editado por A.S. Mujumdar y M.Roques. Hemisphere Publishing, NY.
- Rodríguez-Arce, A.L y Vega Mercado, H. 1991. Osmotic drying Kinetics of pineapple and papaya. J. Agric. Univ. Puerto Rico. 75(4) 371-382.
- Sloan AE. 2001. Top 10 Trends to watch and work on. 3rd biannual report. Food Technol. 55(4): 38-58.
- Spieß, W.L y Wolf, W., 1987. Critical Evaluation of Methods to Determine Moisture Sorption Isotherms. En: Water Activity; Theory and Applications to Food, eds: L.B. Rockland y L.R. Beuchat. Marcel Dekker, New York.
- Valdés H., Romero J., Saavedra A., Plaza A., Bubnovich V.2008. Concentration of noni juice by means of osmotic distillation. Journal of Membrane Science.
- V. V. A. A. 2004. Manual de auxiliar de farmacia. Modulo II. Editorial MAD. S. L. Colección Temarios. Vértice Publicaciones. 2006. Dietética y manipulación de alimentos. Editorial Vértice.
- Wang, M. Y., West, B. J., Jensen, C. J., Nowicki, D., Su, C., Palu, A. K., (2002).
- Morinda citrifolia* (Noni): A literature review and recent advances in Noni research. Acta Pharmacologica Sinica, 23, 1127–1141.