

CienciaUAT

ISSN: 2007-7521

cienciauat@uat.edu.mx

Universidad Autónoma de Tamaulipas

México

López-Vázquez, Tito; González-Corté, Nicolás; Jiménez-Vera, Román; Guzmán-Ceferino, Juan; May-Gutiérrez, Martha Esther

COMPORTAMIENTO DE LOS FRUTOS DE NONI (MORINDA CITRIFOLIA L.) A
DIFERENTES TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO POSCOSECHA

CienciaUAT, vol. 7, núm. 2, enero-junio, 2013, pp. 37-41

Universidad Autónoma de Tamaulipas

Ciudad Victoria, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=441942929006>

- ▶ Cómo citar el artículo
- ▶ Número completo
- ▶ Más información del artículo
- ▶ Página de la revista en redalyc.org

COMPORTAMIENTO DE LOS FRUTOS DE NONI (*MORINDA CITRIFOLIA L.*) A DIFERENTES TEMPERATURAS DE ALMACENAMIENTO POSCOSECHA

*BEHAVIOR OF NONI FRUIT (*MORINDA CITRIFOLIA L.*) AT DIFFERENT TEMPERATURES OF POSTHARVEST STORAGE*

Tito López-Vázquez, Nicolás González-Cortés*, Román Jiménez-Vera, Juan Guzmán-Ceferino y Martha Esther May-Gutiérrez.

División Académica Multidisciplinaria de los Ríos, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco.
Carretera Tenosique- Cascadas de Reforma frente a la Col. Solidaridad, Tenosique, Tabasco, México, C.P. 86901.

*Autor para correspondencia: nicolas.gonzalez@ujat.mx

Fecha Recepción: 5 de febrero de 2013.

Fecha Aceptación: 5 de marzo de 2013.

RESUMEN

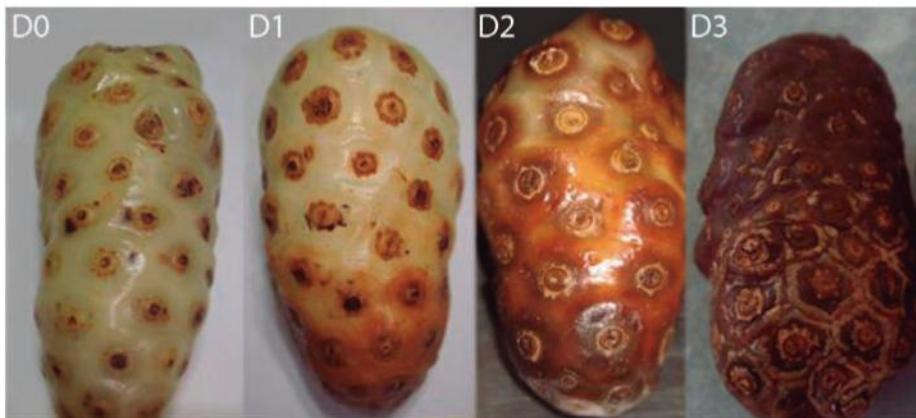
El noni es un fruto tropical climatérico con vida poscosecha muy reducida. El objetivo de esta investigación fue evaluar el comportamiento de los frutos de noni, almacenados a 0, 5, 15 y 28 + 2 °C (testigo). Para el experimento se utilizaron frutos libres de plagas y enfermedades, sin defectos físicos, grado de madurez 2 (GM2) (frutos con el 50 % del área de color verde), peso promedio de 122 g, pH de 4.82 y °Brix 7.0. Los resultados indicaron que los frutos almacenados a 0 y 5 °C sufrieron daños severos por frío. Mientras que a 15 °C, se incrementó la vida poscosecha hasta 12 días; y los frutos presentaron los siguientes cambios: 13.40 % de pérdida de peso, pH 5.19,

°Brix 10.0 y GM3 (frutos con más del 50 % del área de color perla). En comparación con los frutos almacenados a temperatura ambiente (28 + 2 °C), al tercer día después el experimento, los frutos presentaron las siguientes características: 2.73 % de pérdida de peso (0.23), pH 8.13, °Brix 10 y GM4 (frutos totalmente maduros color pardo oscuro). Se concluye que al almacenar los frutos a una temperatura moderada (15 °C), se mantienen hasta 12 días en buenas condiciones fisicoquímicas, incrementándose la vida poscosecha, para ofrecer frutos frescos en buenas condiciones organolépticas para mercados exigentes y distantes, reduciendo las pérdidas de comercialización.

PALABRAS CLAVE: Morinda, poscosecha, organolépticas, refrigeración.

ABSTRACT

Noni is a tropical climacteric fruit with very limited postharvest life. The objective of this research was to evaluate the behavior of the noni fruit, stored at 0, 5, 15 and 28 + 2 °C (control). For the experiment we used pest and disease free fruit, with no physical defects, degree of maturity (GM2) (fruit with 50% green area), mean weight of 122 g, pH 4.82 and 7.0 ° Brix. The results indicated that the fruit stored at 0 to 5 °C were severely damaged by cold. At 15 °C, postharvest life was increased to 12 days, and the fruits showed the following changes: 13.40 % weight loss, pH 5.19, ° Brix 10.0 and GM3 (fruits with more than 50% of the bead area colored). Compared to fruit stored at room temperature (28 + 2 °C), the third day after the experiment, the fruits showed the following characteristics: 2.73% weight loss, pH 8.13, °Brix 10 and GM4 (fully mature fruits were dark

**Figura 1.**

Determinación de escalas de daño por frío en frutas de noní, de acuerdo a color de su epidermis.

Figure 1. Determining chilling injury scales in noni fruit, according to the color of their scarfskin.

Figura 2.

Clasificación del grado de madurez de los frutos de noní de acuerdo al color de la epidermis.
Figure 2. Classification of the degree of maturity of the fruits of noní according to the color of scarfskin.

**Figura 3.**

Efectos de la temperatura ambiente $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ en la vida poscosecha de la fruta de noní.
Figure 3. Effects of temperature $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ in the postharvest life of the noni fruit.



brown). We conclude that by storing the fruit at a moderate temperature (15°C), it is kept up to 12 days in good physicochemical conditions, increasing its postharvest life, to offer fresh fruit in good organoleptic condition for demanding and distant markets, reducing commercialization loss.

KEYWORDS: Morinda, postharvest, organoleptic, cooling.

INTRODUCCIÓN

El deterioro poscosecha de frutas y hortalizas es un problema que afecta gravemente a la economía de los productores, comercializadores y consumidores (Ramírez y col., 2005; Morrelli y Adel, 2012). En países desarrollados se estima que las pérdidas poscosecha alcanzan de 5 al 25 %, mientras que en los países en vías de desarrollo alcanzan de 20 al 50 %;

Tabla 1.

Comportamiento de frutos de noni (*Morinda citrifolia* L.) sometidos a diferentes grados de temperatura para determinar su mejor vida poscosecha.

Table 1. Behavior of noni fruit (*Morinda citrifolia* L.) under different temperatures to determine their best postharvest life.

TEMPERATURA	DAÑO POR FRÍO	PÉRDIDA DE PESO PROMEDIO		PH		°BRIX		VIDA POS-COSECHA (DÍAS)	GRADO DE MADUREZ
		g	%	INICIAL	FINAL	INICIAL	FINAL		
0 °C	D3	3.54 (+ 0.37)	2.96	4.82	5.10 (+ 0.08)	7	7.3 (+ 0.11)	2	--
5 °C	D2	12.84 (+ 1.07)	11.13	4.82	5.3 (+ 0.17)	7	7.7 (+ 0.23)	2	--
15 °C	D0	17.37 (+ 0.3)	13.4	4.82	5.19 (+ 0.06)	7	10.0 (+ 0.06)	12	GM3
28 °C	D0	3.38 (+ 0.23)	2.73	4.82	8.13 (+ 0.07)	7	10.0 (+ 0.09)	3	GM4

lo que impide el alcance a mercados hortofrutícolas exigentes y lejanos (Wills y Glasson, 1984; Dáger y col., 2007). Las frutas climatéricas son un grupo que después de la cosecha sufren numerosos cambios fisicoquímicos (Beattie y Wade, 1997) que determinan la calidad nutricional y organoléptica (Wills y Glasson, 1984). Después de la cosecha, las frutas siguen respirando, consumen sus reservas de carbohidratos para producir CO₂, agua, energía y otros componentes, y durante este proceso hay pérdida de peso, cambios de sabor y deterioro del fruto (Dekker, 1996). El noni es una fruta tropical climatérica (Sang y col., 2002; Acosta, 2006). Kamiya y col. (2004) y Chan y col. (2006) han reportado importantes usos del noni como: alimentarios (Jiménez, 2003), funcionales (González y González, 2003) nutracéuticos (Heinicke, 2003), y medicinal (Ulloa y col., 2012). Entre las sustancias identificadas se encuentran las proxeroninas y xeroninas (Elkins, 1997), antraquinonas (Dixon y col., 1999; Wang y Su, 2001), damancantal (Hiramatsu y col., 1993), componentes antioxidantes (Mohd y col., 2001; Yang y col., 2010) de efecto contra el cáncer (Hirazumi y col., 1994; Ahmad y col., 2012). Sin embargo, esta fruta es altamente perecedera, su vida de anaquel es de solo 3 a 4 días; después adquiere una textura suave, color pardo y comienza a descomponerse rápidamente, lo que dificulta su comercialización (Chan y col., 2006). La refrigeración permite prolongar la vida de anaquel de productos hortofrutícolas, esta es una forma de reducir la tasa de respiración del producto, y ofrecer

productos frescos a mercados distantes y reducir pérdidas durante la comercialización (Bosquez, 1992; Arévalo, 2005). El objetivo del trabajo es evaluar el efecto de temperaturas de refrigeración sobre cambios fisicoquímicos en el fruto de noni que ocurren durante la poscosecha, con la finalidad de incrementar la vida poscosecha y con la perspectiva de reducir pérdidas durante su comercialización, así como de ofrecer frutos frescos en buenas condiciones organolépticas para mercados exigentes y distantes.

MATERIAL Y MÉTODOS

Este trabajo se realizó en el taller de frutas y hortalizas de la División Académica Multidisciplinaria de los Ríos (DAMR) de la Universidad Juárez Autónoma de Tabasco (UJAT), ubicada en Tenosique, Tabasco, México, durante los meses de noviembre y diciembre de 2011.

Selección de materia prima

Los frutos fueron recolectados en la parcela agroforestal de la DAMR. Para el estudio se seleccionaron frutos libres de plagas, enfermedades, defectos físicos, GM2 (Figura 1), peso promedio de 122 g, pH de 4.82 y °Brix de 7.0.

Proceso de desinfección

Se seleccionaron de manera aleatoria 12 frutos, se pesaron individualmente, después se etiquetaron con un marcador indeleble, colocando el número de tratamiento y repetición para un mejor control en la toma de datos.

Posteriormente, se colocaron en un recipiente que contenía 200 ppm de hipoclorito de sodio en agua esterilizada, se dejaron reposar por 15 min, después se secaron a temperatura ambiente por 20 min (Cruz y col., 2007). Finalmente, los frutos se colocaron en embalajes de cartón de 12 cavidades.

Diseño experimental

Se empleó un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y 12 repeticiones. Los tratamientos que se evaluaron fueron 0, 5, 15 °C y 28 + 2 °C (temperatura ambiente para los meses de noviembre y diciembre) como testigo, con una humedad relativa del 80 %. Para el desarrollo del proyecto se utilizaron cámaras de refrigeración. Cada unidad experimental consistió en un fruto de noni con peso aproximado a 122 g, con un grado de madurez inicial tipo GM2.

Variables a medir

En función a las temperaturas (0, 5, 15 y 28 + 2 °C) se analizaron las siguientes variables: antes, durante y después de que la mitad del número de frutos + 1 presenten daños por frío (Figura 1) o GM3 (Figura 2). Los análisis se realizaron por triplicado.

Daños por frío

Como se indica en la Figura 1, la determinación de daños por frío (*Chilling injury*) se realizó mediante una escala visual propuesta en esta investigación con los siguientes valores: D0 sin daño, indica 0 % daños; D1 daño moderado, indica menos del 50 % del área del fruto con epidermis color pardo oscuro; D2 daño mayor, indica

más del 50 % del área del fruto con la epidermis de color pardo oscuro, y D3 daño crítico, indica 100 % de pulpa y epidermis color pardo oscuro.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Efectos de temperaturas de 0 °C

La temperatura de 0 °C tuvo un efecto negativo a las 28 h de exposición, los frutos presentaron daños por frío en la escala D3; es decir, el 100 % de la pulpa y epidermis dañada. Hubo una pérdida de peso de 3.54 g que corresponde a 2.96 % (± 0.37), con un ligero incremento del pH, pasando de 4.82 a 5.10 (± 0.08) y °Brix de 7.0 a 7.3 (± 0.11) (Tabla 1). La FAO (2000) describe que la mayoría de las frutas tropicales experimentan daño por frío a temperatura de refrigeración, por lo que tienen una temperatura óptima de almacenamiento. De acuerdo con Arthey y Ashurst (1997), la congelación causa el colapso de los tejidos y el deterioro total de los productos frescos, sobre todo en frutas tropicales; el frío, aún por encima del punto de congelación, produce alteraciones fisiológicas que destruyen la calidad (temperatura crítica), tal es el caso del banano, la piña y el mango.

Efectos de temperatura de 5 °C

A las 48 h de exposición a esta temperatura, se observaron daños por frío en la escala D2; es decir, más del 50 % de la pulpa y epidermis dañada. A los 15 días los frutos perdieron un peso de 12.84 g que correspondió al 11.13 % (± 1.07), y un ligero cambio en el pH, de 4.82 a 5.30 (± 0.17), y °Brix 7.0 a 7.7 (± 0.23) (Tabla 1). Cruz y col. (2007), reportaron que la papaya cv. maradol extendió la vida de anaquel hasta 11 días (264 h) cuando esta se almacenó a 6 °C. Sin embargo, a 5 °C los frutos de noni sufrieron quemaduras por frío. Las bajas temperaturas causaron rompimiento celular y oscurecimiento de la pulpa y epidermis. De igual manera se modificaron el sabor, el color, la textura, el aroma, que son los principales factores de calidad (FAO, 2000). La susceptibilidad al daño por frío varía dependiendo del tipo de fruta (Kader y Arpaia, 2012).

Efectos de temperatura de 15 °C

La exposición de las frutas de noni a 15 °C tuvo un efecto benéfico en cuanto a la prolongación de la vida poscosecha, la cual se incrementó 12 días más en comparación con el testigo. Los fru-

tos perdieron 17.37 g de peso que correspondió al 13.40 % (± 0.30), cambio de pH de 4.82 a 5.19 (± 0.06) y cambio de °Brix de 7.0 a 10.0 (± 0.06) (Tabla 1). Esta temperatura de almacenamiento es muy similar para el plátano, con rango de 12 a 15 °C; si se almacena a menos de 12 °C hay alteraciones como epidermis opaca, líneas pardas en la piel, placenta endurecida y sabor desagradable. Mientras que para el mango es de 10 a 12 °C, a temperaturas menores a estas hay desórdenes metabólicos, ennegrecimiento de la pulpa y epidermis, madurez no homogénea y sabor desagradable (FAO, 2000). Dekker (1996) encontró que la temperatura óptima de almacenamiento del banano es de 15 °C, donde se redujo la respiración y producción de etileno. El manejo óptimo de temperaturas de refrigeración es la herramienta más efectiva para extender la vida útil y mejorar la calidad de los frutos (Umaña, 2007). Al disminuir la temperatura, sin sobrepasar la temperatura crítica, se bajan los procesos de respiración, transpiración, producción de etileno y sensibilidad al mismo. Además se retardan también los procesos de maduración y senescencia, se disminuye la pérdida de peso, la actividad microbiana y se mitiga el efecto de daños mecánicos (Kader, 2012).

Efectos de temperatura de 28 ± 2 °C

En la Figura 3, se muestra que a los cuatro días después de la cosecha, más de la mitad de los frutos almacenados a temperatura ambiente, presentaron índices de madurez 3. Otros cambios presentes en dos frutos incluyeron pérdida de peso del 3.38 g que correspondió al 2.73 % (± 0.23), incremento significativo del pH, pasando de 4.82 a 8.14 (± 0.07), y de los °Brix, pasando de 7.0 a 10.0 (± 0.09). El rápido deterioro indica una tasa de respiración alta, así como de producción de etileno; factores que aceleran aún más el deterioro.

En la Tabla 1 se muestran valores promedios y desviación estándar (DS) del efecto de las temperaturas (0, 5, 15 y 28 ± 2 °C) sobre daño por frío, pérdida de peso, pH, °Brix, incremento de vida poscosecha y GM. Se indica que a medida que se disminuye la temperatura, los daños por frío se incrementan, y en contraste el pH y °Brix aumentan ligeramente. De acuerdo a lo anterior, en este estudio se detectó que la temperatura de 15 °C es la más adecuada para el almacenamiento de la fruta de noni durante 12 días, más que a

condiciones ambientales. Morrelli y Adel (2012) encontraron que para el plátano, la temperatura de almacenamiento depende de la variedad, y estas son: 'Petite' y 'Yangambi': 11 °C por 7 días, 'Macabu Rojo' ('Red Macabu'): 10 °C por 7 días, y 'Petite' y otros cultivares: 12.5-14 °C por más de 7 días. Kader y Arpaia (2012) reportaron que la temperatura de 15 °C y 90-95 % de humedad relativa, es la óptima para almacenar aguacates verde-maduros (con madurez fisiológica o de cosecha). Por tanto, los frutos climatéricos tropicales como: el plátano, mango, papaya, higo, guayaba, maracuyá, tienen un comportamiento similar cuando se almacenan a 15 °C.

CONCLUSIONES

En los cuatro tratamientos hubo pérdida de peso e incremento de pH y °Brix. Sin embargo, los resultados obtenidos en este trabajo indican que la mejor temperatura de almacenamiento es de 15 °C, incrementándose 12 días más de vida poscosecha con respecto al testigo (temperatura ambiente 28 ± 2 °C). Mientras que a bajas temperaturas, los frutos sufren daños por frío. Por tanto, la refrigeración moderada tuvo un efecto importante en el incremento de la vida poscosecha del fruto del noni (*Morinda citrifolia L.*). //

REFERENCIAS

- Acosta, M. (2006). Manejo agroecológico de noni (*Morinda citrifolia L.*). FIAGRO. [En línea]. Disponible en: <http://webmail.radiomaranon.org.pe>. Fecha de consulta: 20 de octubre de 2012.
- Ahmad, M. D., Sultan, A., Sheeba, A. y Rai-Kanchan, B. (2012). Cancer preventive Effect of *Morinda citrifolia* (Noni) fruit juice against the AflatoxinB₁-induced genotoxicity in human peripheral lymphocytes in vitro. *IOSR Journal of Pharmacy*. 2(2):228-234.
- Arévalo, G. M. (2005). Proceso de maduración y almacenamiento en refrigeración de frutos de chicozapote (*Amanilkara sapota L. Var. Royen tipo fino*). *Revista Iberoamericana de tecnología poscosecha*. 7(001):7-13.

- Arias-Velázquez, C. J. y Toledo-Hevia, J. (2000). Manual de manejo poscosecha de frutas tropicales. Proyecto TCP/PER/6713(a). Técnicas mejoradas de poscosecha, procesamiento y comercialización de frutas. (FAO) Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Arthey, D. y Ashurst, P. R. (1997). *Procesado de frutas. Producción de frutas térmicamente procesados y de frutas congeladas*. España: Edit. Acribia. S. A. 172 y 173 Pp.
- Beattie, B. y Wade, L. (1997). *Procesado de frutas, almacenamiento, maduración y manipulación de las frutas*. España: Edit. Acribia, S. A. 43-45 Pp.
- Bosquez, M. E. (1992). Manual de prácticas de laboratorio de fisiología de poscosecha de frutas y hortalizas. Universidad Autónoma Metropolitana. Unidad Ixtapalapa. 25-68 Pp.
- Cruz, M. J., Ramírez, G. P., y Hugo, S. G. (2007). Estudio del efecto de la maduración acelerada y la refrigeración sobre la fisiología de la papaya maradol (*Carica papaya* L.). En memoria del V congreso iberoamericano de tecnología poscosecha y agroexportaciones. Instituto Tecnológico de Veracruz. Veracruz, Ver., México. 2-7 Pp.
- Chan, B. Y., Vaillantb, F., Perezb, A. M., Reynesc, M., Brillouetc, J. M., and Bratc, P. (2006). The noni fruit (*Morinda citrifolia* L.): A review of agricultural research, nutritional and therapeutic properties. *Journal of Food Composition and Analysis*. 19(2006):645-654.
- Dáger, B., Cornejo, P., Demerutis, C., y Palacios, R. (2007). Determinación del estado de madurez óptimo para cosecha y caracterización de Pouteria campechiana Kunth. *Tierra Tropical*. 3(1):109-116.
- Dekker, M. (1996). *Freezing effects on food quality. Almacenamiento de bananos en congelación, refrigeración y temperatura ambiente*. Estados Unidos de América. 520 Pp.
- Dixon, A., McMillen, H., and Etkin, N. (1999). Ferment this: Transformation of noni a traditional Polynesian medicine. *Economic Botany*. 53(1):51-68.
- Elkins, R.H., (1997). *Noni (*Morinda citrifolia* L.): La hierba preciada del pacífico del sur*. Woodland Publishing. Health Series. 31Pp.
- González, L. N. y González, L. J. (2003). *Morinda citrifolia Linn. Potencialidades para su utilización en la salud humana*. *Revista Cubana de Farmacia*. 37(3):1-12.
- Hiramatsu, T., Imoto, M., Koyano, T., and Umezawa, K., (1993). Induction of normal phenotypes in RAS transformed cells by damnacanthal from *Morinda citrifolia*. *Cancer Letters*. (73): 161-166.
- Hirazumi, A., Furusawa E., Chou, S. C., y Hokama, Y., (1994). Anti cancer activity of *Morinda citrifolia* on intraperitoneally implanted Lewis lung carcinoma in syngenic mice. *Proceedings of the Western Pharmacological Society*. 37:145-146.
- Heinicke, R. (2003). Ingrediente farmacológico activo del noni (*Morinda citrifolia* L.). Universidad de Hawai. [En línea]. Disponible en: <http://naturales.freeyellow.com/xeronina.htm>. Fecha de consulta: 12 de febrero de 2012.
- Kader, A. A. (2012). Papaya: recommendations for maintaining postharvest quality. Department of plant sciences, University of California, Davis, CA. [En línea]. Disponible en: <http://postharvest.ucdavis.edu/PFfruits/Papaya/>. Fecha de consulta: 22 de enero de 2013.
- Kader, A. A. and Arpaia, L. M. (2012). Avocado: recommendations for maintaining postharvest quality. [En línea]. Disponible en: <http://postharvest.ucdavis.edu/PFfruits/Avocado/>. Fecha de consulta: 18 de enero de 2013.
- Kamiya, K., Tanaka, Y., Endang, H., Umar, M., and Satake, T. (2004). Chemical constituents of *Morinda citrifolia* fruits inhibit copperinduced Low-Density Lipoprotein oxidation. *Journal of Agriculture and Food Chemistry*. 52:5843-5848.
- Jiménez, H. V. (2003). Elaboración de cuatro productos naturales a partir de noni (*Morinda citrifolia* L.). Tesis de licenciatura. Guácimo, Costa Rica: Earth. 5Pp.
- Mohd, Z., Abdul-Hamid, A., and Osman, A. (2001). Antioxidative activity extracts from Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) root, fruit and leaf. *Food Chemistry*. 78:227-231.
- Morrelli, K. L. and Adel, A. (2012). Banana: recommendations for maintaining postharvest quality. Department of Plant Sciences, University of California, Davis, CA. [En línea]. <http://postharvest.ucdavis.edu/PFfruits/Banana/>. Fecha de consulta: 12 de enero de 2013.
- Ramírez, J. M., Galvis, J. A., y Fischer, G. (2005). Maduración poscosecha de la feijoa (*Acca sellowiana* Berg) tratada con CaCl₂ en tres temperaturas de almacenamiento. *Agronomía Colombiana*. 23(1):117-127.
- Sang, S., Wang, M., He, K., Liu, G., Dong, Z., Badmaev, V., Zheng, Q. Y., Gay, G., Rosen, R. T. and Ho, C. T. (2002). *Chemical components in noni fruits and leaves (*Morinda citrifolia* L.)*. In: Ho, C. T., Zheng, Q. Y. (Eds.) Quality Management of Nutraceuticals. ASC Symposium Series 803, American Chemistry Society, Washington, DC. 134-150Pp.
- Ulloa, J. A., Rosas U. P., Ramírez, R. J. C., y Ulloa, R. B. E. (2012). El noni: propiedades, usos y aplicaciones potenciales. *Revista Fuente*. 4(10):44-49.
- Umaña, C. E. (2007). Conservación de alimentos por frío refrigeración/ congelamiento. *Fiagro*.
- Wang, M. y Su, C. (2001). Cancer preventive effect of *Morinda citrifolia* (Noni). *Annals of the New York Academy of Sciences*. 952(1):161-168.
- Wills, S. y Glasson, A. (1984). *Fisiología y manipulación de frutas y hortalizas post recolección*. Depto. fisiología y bioquímica. España: Edit. Acribia. 18-20 Pp.
- Yang, J., Gadi, R., Paulino, R., and Thomson, T. (2010). Total phenolics, ascorbic acid, and antioxidant capacity of noni (*Morinda citrifolia* L.) juice and powder as affected by illumination during storage. *Food Chemistry*. 122: 627-632.