



Acta Agronómica

ISSN: 0120-2812

actaagronomica@palmira.unal.edu.co

Universidad Nacional de Colombia  
Colombia

González Loaiza, Diana Isabel; Ordóñez Santos, Luis Eduardo; Vanegas Mahecha, Pedro; Vásquez Amariles, Herney Darío

Cambios en las propiedades fisicoquímicas de frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) cosechados en tres grados de madurez

Acta Agronómica, vol. 63, núm. 1, 2014, pp. 1-9

Universidad Nacional de Colombia  
Palmira, Colombia

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=169930903003>

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

redalyc.org

Sistema de Información Científica

Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal  
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

# **Cambios en las propiedades fisicoquímicas de frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) cosechados en tres grados de madurez**

**Changes in physicochemical properties of the fruit of lulo (*Solanum quitoense* Lam.) harvested at three degrees of maturity**

Diana Isabel González Loaiza<sup>1</sup>, Luis Eduardo Ordóñez Santos<sup>1</sup>,

Pedro Vanegas Mahecha<sup>1</sup> y Herney Darío Vásquez Amariles<sup>2\*</sup>

<sup>1</sup> Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Facultad de Ingeniería y Administración. <sup>2</sup> Universidad Nacional de Colombia sede Palmira, Facultad de Ciencias Agropecuarias. Autor para correspondencia: hdvasqueza@unal.edu.co

Rec.:08.08.2012 Acep.:12.21.2013

## **Resumen**

En la investigación se evaluaron los cambios en las propiedades fisicoquímicas de frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) en tres grados de madurez. Se utilizaron 300 frutos por grado de madurez y se determinaron las características físicas (peso, volumen, densidad, diámetro equivalente, índice de esfericidad, rendimiento de pulpa y cáscara) y químicas (pH, acidez, sólidos solubles, índice de madurez (IM) y contenido de vitamina C. Los resultados mostraron que la madurez no afecta significativamente las variables físicas, pero sí las propiedades químicas de los frutos ( $P < 0.01$ ), de la forma siguiente: el pH (2.89 - 2.94), los sólidos solubles (6.58 - 9.04 °brix), el IM (1.83 - 2.84) y el contenido de vitamina C (ascórbico) (4.17 - 11.95 mg/100 g de pulpa fresca); por el contrario, la acidez (cítrico) disminuyó de 3.78 para 3.21 g/100 g de pulpa fresca ( $P < 0.01$ ).

**Palabras clave:** Fruta tropical, índice de madurez, propiedades fisicoquímicas del fruto, sólidos solubles, vitamina C.

## **Abstract**

The changes in the physicochemical properties of Lulo (*Solanum quitoense* Lam) were evaluated in the present research at three degrees of maturity. 300 fruits were used for maturity degree and it was determined the physical characteristics (weight, volume, density, equivalent diameter, sphericity index, performance of pulp and peel) and chemical characteristics (pH, acidity, soluble solids, Maturity Index (MI) and content of vitamin C). The results indicate that maturity does not significantly affect the physical variables, but if done with the chemical properties of fruits. The pH, soluble solids, IM and content of vitamin C was statistically increased (from 2.89 to 2.94,  $P < 0.01$ ) (6.58 to 9.04 °Brix,  $P < 0.001$ ), (1.83 - 2.84,  $P < 0.001$ ), (4.17 and 11.95 mg ascorbic acid/100 g of fresh pulp,  $P < 0.001$ ) with maturity changes, respectively, in contrast the acidity decreased (3.78 to 3.21 g citric acid / 100 g of fresh pulp,  $p < 0.001$ ).

**Key words:** Maturity index, soluble solids, Tropical fruit, vitamin C.

## Introducción

El lulo (*Solanum quitoense* Lam.) es un fruta nativa de los Andes, cultivada y consumida principalmente en Ecuador, Colombia y América Central (Acosta et al., 2009). Esta fruta es una fuente importante de vitaminas, proteínas y minerales que tienen un potencial nutritivo considerable (Gancel et al., 2008). El fruto es una baya de color amarillo dorado, de 2 a 6 cm. de diámetro, con cubierta pilosa urticante, pulpa jugosa de color verde, normalmente utilizada en jugos, néctares, helados, dulces, mermeladas, jaleas, aderezos, sorbetes y salsas (Díaz y Manzano, 2002; Gancel et al., 2008). El creciente interés en los mercados ha incentivado en los últimos años la producción de esta fruta andina promisoria.

En 2011 en Colombia este cultivo ocupó un área de 6748 ha con una producción de 57,070 t (Agronet, 2011), siendo septentrionale y quitoense las variedades botánicas de lulo más importantes en el país; la primera se caracteriza por la presencia de espinas en el tallo y en las hojas, mientras la segunda no presenta espinas y el fruto es generalmente menos ácido que en la primera (Casierra-Posada et al., 2004).

El conocimiento de las propiedades fisicoquímicas del fruto es importante para productores, comercializadores y procesadores para programar y planificar las labores de cosecha, manejo poscosecha, selección de las operaciones unitarias de procesamiento y el diseño de empaques. Caicedo (1999) encontró que durante el proceso de maduración la epidermis del fruto cambia de verde oscuro a verde claro, posteriormente adquiere tonalidades amarillas en los costados hasta llegar al color amarillo característico de los frutos maduros de la variedad. Casierra-Posada et al. (2004) encontraron que durante los procesos de maduración ocurre un incremento en los sólidos solubles y una reducción del grosor de la textura de los frutos. Gancel et al. (2008) y Acosta et al. (2009) evaluaron algunas propiedades fisicoquímicas en frutos maduros de lulo cultivados en Ecuador y Costa Rica, y Giraldo-Gómez et al. (2010) determinaron las propiedades termofísicas del jugo concentrado de lulo. No obstante en la literatura científica son escasos los estudios sobre evaluaciones de las propiedades fisicoquímicas del fruto del lulo durante la maduración. El objetivo en esta investigación fue evaluar los cambios de las propiedades fisicoquímicas en el fruto de lulo cosechado en tres grados de madurez.

## Materiales y métodos

**Origen de los frutos.** Los frutos de lulo utilizados en el estudio fueron obtenidos en un cultivo comercial localizado al occidente del departamento del Valle del Cauca, a 1640 m.s.n.m., 3° 50' 53" N y 76° 34' 36.4" O, con una temperatura promedio de 18° C y una precipitación de 2000 mm. Los frutos fueron cosechados 110 días después del inicio de la floración en tres grados de madurez, dependiendo de los cambios de coloración de la cáscara. El grado 1 (M1) corresponde

a verde entre 75 y 100%, el grado 2 (M2) a 50% verde y el grado 3 (M3) entre 0 y 15% verde. En el cultivo se identificaron tres lotes uniformes en los cuales se recolectaron aleatoriamente muestras de 20 frutos en cada uno de ellos por grado de madurez, para un total de 60 frutos en cada muestreo y 300 frutos en cinco muestreos. Los frutos recolectados fueron trasladados para análisis en el laboratorio de Tecnología de Frutas y Hortalizas de la Universidad Nacional de Colombia, sede Palmira.

**Análisis fisicoquímicos.** En una submuestra de 20 frutos se midieron el peso (g), el volumen ( $\text{cm}^3$ ), la densidad (g/cm), el diámetro equivalente (cm) y el rendimiento en pulpa y cáscara (%) de la fruta de acuerdo con la metodología propuesta por Salazar et al. (2007). El índice de esfericidad (%) se estimó según Aydin y Özcan (2002). Las características químicas fueron determinadas en la pulpa de cada una de las submuestras, el pH, la acidez total y los sólidos solubles se determinaron de acuerdo con las Normas Técnicas Colombianas NTC 4592 (1999a), NTC 4623 (1999b) y NTC 4624 (1999c) y los resultados fueron expresados en gramos de ácido cítrico/100 g de pulpa fresca y grados Brix, respectivamente. El índice de madurez (IM) se evaluó por la relación entre el contenido de sólidos solubles y la acidez total. El contenido de vitamina C en las muestras se determinó de acuerdo con el protocolo propuesto por Oboh (2006), mezclando 5 g de pulpa con 100 ml de agua destilada y tomando 10 ml de esta mezcla para agregarle 25 ml de ácido acético glacial al 20% para titulación con 2,6-diclorofenol-indofenol. Los resultados se expresaron en mg de ácido ascórbico/100 g de pulpa fresca, a partir de una concentración estándar de ácido ascórbico. Todas las determinaciones se realizaron por duplicado.

**Análisis estadístico.** La evaluación de los cambios en las propiedades fisicoquímicas de los frutos de lulo en los tres grados de madurez se realizó a través de un diseño de bloques al azar. La significancia entre muestras se determinó mediante Anova y las diferencias significativas se determinaron mediante la prueba de Tukey ( $P < 0.01$ ) utilizando el software estadístico SPSS 18 para Windows.

## Resultados y discusión

### Propiedades físicas

En el Cuadro 1 se observa que las propiedades físicas de los frutos no variaron por efecto del grado de madurez ( $P > 0.01$ ). Este comportamiento es debido, principalmente, al estado de los frutos en el momento de cosecha, donde los cambios físicos son imperceptibles ya que en esta etapa ocurren modificaciones químicas que afectan algunas propiedades organolépticas como el color externo, el sabor, el aroma y la textura.

Los pesos de los frutos en los tres grados de madurez fueron más altos que los encontrados por Gancel et al. (2008). El volumen varió entre 119.59 y 123.04  $\text{cm}^3$  y la densidad entre 0.92 y 0.93 g/ $\text{cm}^3$ , siendo los primeros valores mayores que los hallados por Alvarado et al. (2007) y los segundos similares a los encontrados por estos mismos investigadores. El intervalo de

diámetro equivalente de los frutos (4.6 a 4.69 cm) se encuentra dentro de los valores hallados por Díaz y Manzano (2002). El índice de esfericidad entre 95.71 y 95.86% confirma que el fruto de lulo tiene forma esférica, una variable importante en el diseño de los sistemas de clasificación, encerado, empaque y refrigeración. En los tres grados de madurez el rendimiento en pulpa varió entre 62.52 y 64.50% y en cáscara entre 35.06 y 35.71%, valores similares a los encontrados por Salazar et al. (2007).

### **Propiedades químicas**

El pH aumentó de 2.89 para 2.94 a medida que el grado de madurez aumentó; por el contrario, la acidez se redujo de 3.78 para 3.21 ( $P < 0.01$ ) (Cuadro 1 y Figura 1). En los trabajos de Caicedo e Higuera (2007), Salazar et al. (2007), Ospina-Monsalve et al. (2007) y Mejía et al. (2012), se encontraron valores más altos de pH que los encontrados en este estudio. Por otro lado, la acidez total fue similar a la encontrada por Caicedo e Higuera (2007) y superior a la obtenida por Salazar et al. (2007) y Mejía et al. (2012) trabajando con frutos de lulo.

La reducción en el grado de acidez de los frutos durante la maduración ha sido corroborada por Casierra-Posada et al. (2004) en lulo, Guadarrama (1983) en semeruco (*Malpighia punifolia* L.), Shwartz et al. (2009) en granada (*Punica granatum*), Schweiggert et al. (2011) en papaya (*Carica papaya* L.), Jiménez et al. (2011) en gulupa (*Passiflora edulis* S.) y Palafox-Carlos et al. (2012) en mango (*Mangifera indica* L.). Esta reducción también puede ser una consecuencia de la degradación de los ácidos orgánicos durante los procesos de respiración, mecanismo vital que ocurre durante la etapa de maduración del fruto.

Los sólidos solubles aumentaron ( $P < 0.01$ ) en la medida que el fruto alcanzó el mayor grado de madurez (Cuadro 1 y Figura 2), resultados que concuerdan con los hallazgos de Mustaffa et al. (1998) en banano (*Musa cavendishii* L.), Gómez et al. (2002) y Schweiggert et al. (2011) en papaya, Bashir et al. (2003) en guayaba (*Psidium guajava*), Usenik et al. (2008) en ciruela (*Prunus domestica* L.), Jiménez et al. (2011) en gulupa, Mejía et al. (2012) en lulo y Palafox-Carlos et al. (2012) en mango. El contenido de sólidos solubles fue similar a los encontrados por Díaz y Manzano (2002), Caicedo e Higuera (2007), Ospina-Monsalve et al. (2007) y Mejía et al. (2012). Según Gómez et al. (2002) y Fisk et al. (2006) el aumento de sólidos solubles durante la maduración de los frutos climatéricos es el resultado de la actividad de la enzima sacarosa fosfato sintasa (SPS), la cual es responsable de hidrolizar los gránulos de almidón; por otro lado, las protopectinas en las paredes celulares se hidrolizan a pectinas solubles que contribuyen al aumento de la concentración de los sólidos solubles durante el proceso de maduración (Prasanna et al., 2007).

El IM aumentó ( $P < 0.01$ ) con el mayor grado de madurez de los frutos (Cuadro 1), lo que concuerda con los hallazgos de Casierra-Posada et al. (2004) y Caicedo e Higuera (2007). Este comportamiento es consecuencia de la reducción de la acidez y el aumento de los sólidos solubles durante la maduración de los frutos de lulo (Figuras 1 y 2).

La concentración de vitamina C incrementó ( $P < 0.01$ ) en la medida en que los frutos alcanzaron un mayor grado de madurez (Cuadro1). Estas concentraciones son similares a las encontrados por Acosta et al. (2009) en frutos de lulo maduros y mayores que los encontrados por Contreras-Calderón et al. (2011) en varios frutos tropicales. El aumento de este compuesto bioactivo durante la madurez en otros frutos climatéricos fue descrito previamente por Bulk et al. (1996) quienes encontraron incrementos de 300% en la concentración de ácido ascórbico en cinco cultivares de guayaba cuando estos alcanzaron el mayor grado de madurez; Mustaffa et al. (1998) registraron cambios significativo de ácido ascórbico en banano con alto grado de madurez y Yahia et al. (2001) encontraron un incremento de este antioxidante en tomate durante el proceso de maduración. El incremento de la concentración de vitamina C y en sólidos solubles en los frutos de lulo en este estudio es un indicativo de que este antioxidante es producido durante el proceso de maduración.

Yahia et al. (2001), sugieren que la baja actividad enzimática de la enzima ácido ascórbico oxidasa en los frutos permite alcanzar mayores concentraciones de vitamina C, ya que ésta es la responsable de la degradación oxidativa del ácido ascórbico en los tejidos vegetales durante los procesos de maduración (Arellano-Gómez et al., 2005; Matarazzo et al., 2013), lo que explica los hallazgos en este sentido en el presente estudio.

## Conclusiones

- Las propiedades físicas del fruto de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) (peso, volumen, densidad, diámetro equivalente, índice de esfericidad, rendimiento de pulpa y cascara) no fueron afectadas por el grado de madurez; por el contrario, las propiedades químicas (pH, sólidos solubles, índice de madurez y Vitamina C) aumentaron; mientras que la acidez disminuyó.
- Las altas concentraciones de sólidos solubles y vitamina C y el bajo nivel de acidez en los frutos de lulo con grado 3 de madurez muestran su alto potencial agroindustrial en la obtención de pulpa, jugos, néctares y concentrados, ya que altos valores de estos atributos químicos están relacionadas con la calidad organoléptica y nutritiva de los derivados de esta fruta tropical.

## Referencias

- Acosta, O.; Pérez, A. M.; y Vaillant, F. 2009. Chemical characterization, antioxidant properties, and volátil constituents of naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) cultivated in Costa Rica. Arch. Latinoam. Nutr. 59(1):88 - 94.
- Alvarado, J.; Muñoz, S.; Medina, S.; y Alvarado, J. D. 2007. Propiedades físicas del fruto, pulpa y jugo de la naranjilla Iriap-Palora (*solanum quitoense x solanum sessiliflorum*). Ambato Ecuador. VI Congreso Iberoamericano de Ingeniería en Alimentos CIBIA.
- Agronet. Producción de lulo en Colombia-1992 - 2011. Disponible en :[http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/ReportesAjax/parametros/reporte16\\_2011.aspx?cod=16](http://www.agronet.gov.co/www/htm3b/ReportesAjax/parametros/reporte16_2011.aspx?cod=16), 04-11-2013

- Arellano-Gómez, L. A.; Saucedo-Veloz, C.; y Arévalo-Galarza, L. 2005. Cambios bioquímicos y fisiológicos durante la maduración de frutos de zapote negro (*diaspros digyn* Jacq.). *Agrociencia* 39:173 - 181.
- Aydin, C. y Özcan, M. 2002. Some physico-mechanic properties of terebinth (*Pistacia terebinthus* L.) fruits. *J. Food Engin.* 53:97 - 101.
- Bashir, H. A. y Abu-Goukh, A. B. 2003. Compositional changes during guava fruit ripening. *Food Chem.* 80(4):557 - 563.
- Bulk, R. E.; Babiker, F. E.; y El Tinay, A. H. 1996. Changes in sugar, ash and minerals in four guava cultivars during ripening. *Plant Foods for Human Nutrition* 49(2):147 - 154.
- Caicedo, D. 1999. Cosecha y poscosecha. En: Gómez, C. et al. (eds.). *Manejo integrado del cultivo del lulo. Convenio Corpoca-Planete-Sena. Ibagué. Tecnimpresos.* p. 85 - 96.
- Caicedo, O. O. e Higuera, B. L. 2007. Inducción de polifenoloxidasa en frutos de lulo (*solanum quitoense*) como respuesta a la infección con *colletotrichum acutatum*. *Acta Biol. Col.* 12(1):41 - 54.
- Casierra-Posada, F.; García E. J.; y Ludders, P. 2004. Determinación del punto óptimo de cosecha en el lulo (*Solanum quitoense* Lam.) Var. *quitoense* y *septentrionale*. *Agron. Col.* 2(1):32 - 39.
- Contreras-Calderón, J.; Calderón-Jaimes, L.; Guerra-Hernández, E.; y García-Villanova, B. 2011. Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia. *Food Res. Intern.* 44:2047 - 2053.
- Díaz, J. G. y Manzano, J. E. 2002. Calidad en lulo (*Solanum quitoense* L.) Almacenados a diferentes temperaturas. *Interam. Soc. Trop. Hort.* 46:27 - 28.
- Fisk, C. L.; McDaniel, M. R.; Strik, B. C.; y Zhao, Y. 2006. Physicochemical, sensory, and nutritive qualities of hardy kiwifruit (*Actinidia arguta*) 'Ananasnaya' as affected by harvest maturity and storage. *J. Food Sci.* 71(3):S204 - S210.
- Gancel, A. L.; Alter, P.; Dhuique-Mayer, C.; Ruales, J.; y Vaillant, F. 2008. Identifying carotenoids and phenolic compounds in naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) var. Puyo hybrid, an andean fruit. *J. Agric. Food Chem.* 56(24):11892 - 11899.
- Gómez, M.; Lajolo, F.; y Cordenunsi, B. 2002. Evolution of soluble sugars during ripening of papaya fruit and its relation to sweet taste. *J. Food Sci.* 67(1):442 - 447.
- Giraldo-Gómez, G. I.; Gabas, A. L.; Telis, V. R. y Telis-Romero, J. 2010. Propiedades termofísicas del jugo concentrado de lulo a temperaturas por encima del punto de congelación. *Ciencia y Tecnología de Alimentos.* 30 (Suppl. 1):90 - 95.
- Guadarrama, A. 1983. Algunos cambios químicos durante la maduración de frutos de semeruco (*Malpighia puncticifolia* L.). *Rev. Facultad de Agronomía* 12(1 - 4):111 - 128.
- NTC 4592 1999a. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Productos de Frutas y Verduras. Determinación del pH. Bogotá. Icontec. 4 p.
- NTC 4623 1999b. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Productos de Frutas y Verduras. Determinación de la acidez titulable. Bogotá. Icontec. 6 p.
- NTC 4624 1999c. Instituto Colombiano de Normas Técnicas. Jugos de Frutas y Hortalizas. Determinación del contenido de sólidos solubles. Método refractométrico. Bogotá. Icontec. 9 p.
- Jiménez, A. M.; Sierra, C. A.; Rodríguez-Pulido, F. J.; González-Miret, M. L.; Heredia, F. J; y Osorio, C. 2011. Physicochemical characterisation of gulupa (*Passiflora edulis* Sims. foedulis) fruit from Colombia during the ripening. *Food Res. Intern.* 44:1912 - 1918.
- Matarazzo, P. H.; De Siqueira, D. L.; Salomao, L. C.; Da Silva, D. F.; y Cecon, P. R. 2013. Desenvolvimento dos frutos de lulo (*Solanum quitoense* Lam.) em Viçosa-MG. *Rev. Bras. Frutic.* 35(1):131 - 142.
- Mustaffa, R.; Osman, A.; Yusof, S.; y Mohamed, S. 1998. Physico-chemical changes in cavendish banana (*Musa cavendishii* L var Montel) at different positions within a bunch during development and maturation. *J. Sci. Food Agric.* 78 (2):201 - 207.
- Mejía, C. M.; Gaviria, D. A.; Duque A. L.; Rengifo R. M.; Aguilar, E. F.; y Hernán, A. A. 2012. Physicochemical characterization of the lulo (*Solanum quitoense* Lam.) castilla variety in six ripening stages. *Vitae* 19(2):157 - 165.
- Oboh, G. 2006. Antioxidant properties of some commonly consumed and underutilized tropical legumes. *European Food Res. Techno.* 224:61 -65.
- Ospina-Monsalve, D. M.; Ciro Velásquez, H. J.; y Aristizabal Torres, I. D. 2007. Determinación de la fuerza de la fractura superficial y fuerza de firmeza en frutas de lulo (*solanum quitoense* x *solanum hirtum*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía* 60(2):4163 - 4178.
- Palafox-Carlos, H.; Yahia, E.; Islas-Osuna, M. A.; Gutierrez-Martinez, P.; Robles-Sánchez, M.; y González-Aguilar, G. A. 2012. Effect of ripeness stage of mango fruit (*Mangifera indica* L.) cv. Ataulfo on physiological parameters and antioxidant activity. *Sci. Hortic.* 135:7 - 13.
- Prasanna, V.; Prabha, T. N.; y Tharanathan, R. N. 2007. Fruit ripening phenomena-an overview. *Critical Rev. Food Sci. Nutr.* 47 (1):1 - 19.
- Salazar, R.; Piedra D.; y Escarabay, P. 2007. Propiedades fisico-químicas de cinco frutas de la zona sur del Ecuador para su industrialización. *Alimentos, Ciencia e Ingeniería* 16 (2):20 - 24.

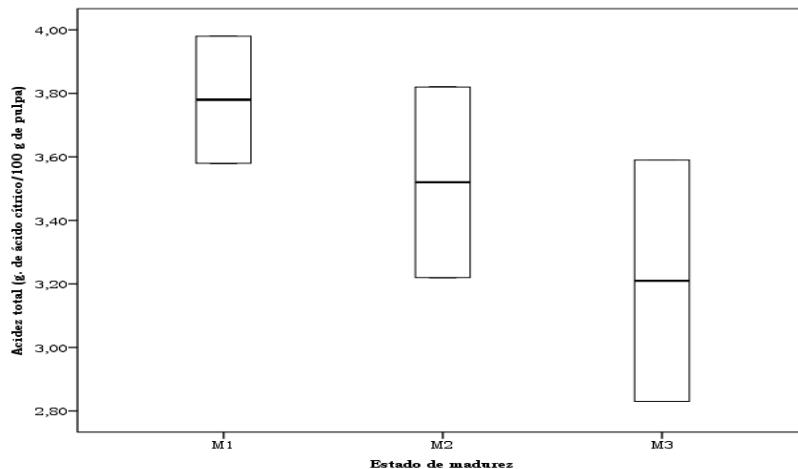
- Schweiggert, R. M.; Steingass, C. B.; Mora, E.; Esquivel, P.; y Carle, R. 2011. Carotenogenesis and physicochemical characteristics during maturation of red fleshed papaya fruit (*Carica papaya* L.). *Food Res. Intern.* 44:1373 – 1380.
- Shwartz, E.; Glazer, I.; Bar-Yaakov, I.; Matityahu, I.; Bar-Ilan I.; Holland, D.; y Amir, R. 2009. Changes in chemical constituents during the maturation and ripening of two commercially important pomegranate accession. *Food Chem.* 115:965 – 973.
- Usenik, V.; Kastelec, D.; Veberič, R.; y Štampar, F. 2008. Quality changes during ripening of plums (*Prunus domestica* L.). *Food Chemistry* 111(4):830 - 836.
- Yahia, E. M.; Contreras-Padilla, M.; y Gonzalez-Aguilar, G. 2001. Ascorbic acid content in relation to ascorbic acid oxidase activity and polyamine content in tomato and bell pepper fruits during development, maturation and senescence. *LWT-Food Sci. Techn.* 34(7):452 - 457.

**Cuadro 1.** Propiedades fisicoquímicas en tres grados de madurez en frutos de lulo.

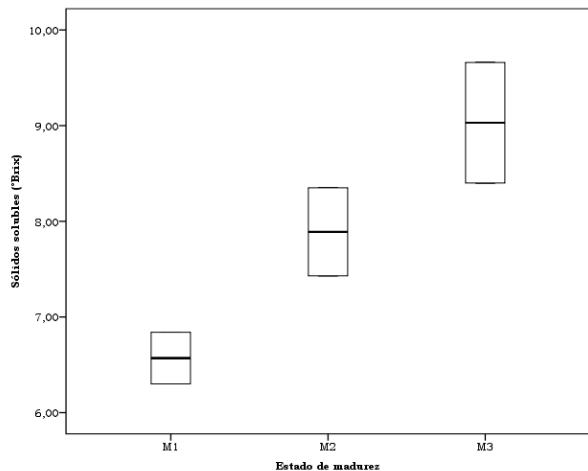
Propiedades	Grado de madurez <sup>a</sup>			Significancia
	M1	M2	M3	
<b>Físicas</b>				
Peso (g)	114.72±8.27	114.59±9.74	111.11±7.70	NS
Volumen (cm <sup>3</sup> )	123.04±8.46	122.68±10.15	119.59±7.92	NS
Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	0.93±0.10	0.93±0.01	0.92±0.01	NS
Diámetro equivalente (cm)	4.69±0.13	4.67±0.18	4.60±0.13	NS
Índice de esfericidad (%)	95.86±0.58	95.74±0.46	95.71±0.60	NS
Rendimiento de pulpa (%)	63.01±1.56	62.52±1.79	64.50±3.10	NS
Rendimiento de cascara (%)	35.19±1.36	35.71±1.71	35.06±2.27	NS
<b>Químicas</b>				
pH	2.89±0.03 b*	2.91±0.04 ab	2.94±0.03 a	P<0.01
Acidez total (g ácido cítrico/100 g de pulpa)	3.78±0.20	3.52±0.30	3.21±0.38	P<0.001
Sólidos solubles (°Brix)	6.57±0.27 c	7.89±0.46 b	9.03±0.63 a	P<0.001
Índice de madurez	1.83±0.32 c	2.26±0.26 b	2.84±0.38 a	P<0.001
Vitamina C (mg ácido ascórbico/100 g de pulpa)	4.16±1.49 c	7.36±1.02 b	11.95±2.78 a	P<0.001

a. Índice de madurez: grado M1 corresponde a verde entre 75 y 100%, el grado 2 (M2) a 50% verde y el grado 3 (M3) entre 0 y 15% verde.

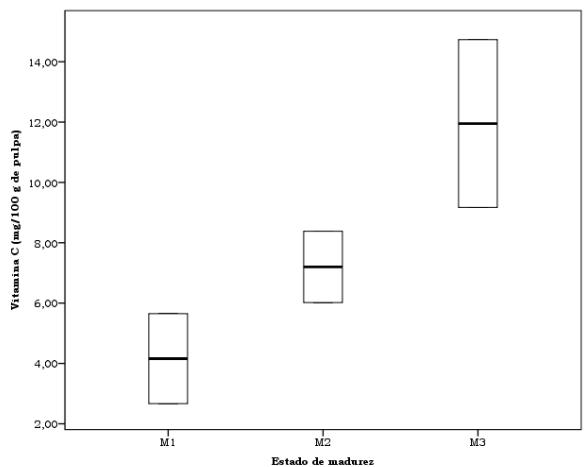
\* Valores en una misma hilera seguidos de letras diferentes, difieren en forma significativa ( $P < 0.01$ ), según la prueba de Tukey.



**Figura 1.** Acidez total en frutos de lulo en tres grados maduración



**Figura 2.** Sólidos solubles en frutos de lulo en tres grados maduración.



**Figura 3.** Concentración de vitamina C en frutos de lulo en tres grados maduración