

Efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad postcosecha del fruto de caimito

Storing temperature effect on the post-harvest quality of star apple

M. Arizaleta, A. Bolívar, M. Pérez y J. Parés

Departamento de Fitotecnia. Decanato de Agronomía. Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”. Tarabana, estado Lara.

Resumen

Se determinó el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad de los frutos de caimito. En cada fruto se evaluó masa de fruto, piel, pulpa y semillas, además de los sólidos solubles totales (SST), pH y acidez titulable (AT). Los tipos de fruto, verde-claro y morado-purpureo, se sometieron a dos temperaturas de almacenamiento (10 ± 2 y $15\pm 2^\circ\text{C}$) bajo un diseño de experimento completamente aleatorizado dispuesto en arreglo factorial 2×2 , con medidas repetidas en el tiempo. La temperatura de $10\pm 2^\circ\text{C}$ resultó ser la mejor alternativa para el almacenamiento de los frutos de caimito. No obstante, los frutos de piel morada mostraron ser más perecederos que los de coloración verde.

Palabras clave: *Chrysophyllum cainito*, refrigeración, maduración.

Abstract

The effect of the storage temperature on the quality star apple fruits was studied. Fruit, skin, pulp and seeds weight, as well as, total soluble solid, pH and acidity was determined in each fruit. The types of fruit, pale-green and dark-purple, were submitted to two storage temperatures (10 ± 2 and $15\pm 2^\circ\text{C}$) split plot randomized design 2×2 , with replications in the time. The temperature of $10\pm 2^\circ\text{C}$ appeared to be the best storage alternative of star apple fruits. However, purple skin fruits proved to be more perishable than green.

Key words: *Chrysophyllum cainito*, refrigeration, ripeness.

Introducción

El caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) es cultivado, por sus frutos, en todas las regiones tropicales de

Introduction

Star Apple (*Chrysophyllum cainito* L.) is cropped using its fruits in all the tropical regions of America

Recibido el 22-11-2012 • Aceptado el 30-6-2014

Autor de correspondencia e-mail: jorgepares@ucla.edu.ve

América (Parker *et al.*, 2010). Habitualmente es consumido como fruta fresca y su comercialización presenta grandes posibilidades en el mercado de exportación (Hernández Sánchez, *et al.*, 2009). El fruto es una baya globosa, qué según el color de su piel se divide en dos razas: morada y verde, ambos tienen la pulpa suave, blanca dulce y lechosa (León 1987). Según su tasa de respiración se clasifica como un fruto no climatérico (Pratt y Mendoza, 1980), por lo que se debe cosechar cuando tenga la coloración total del epicarpio, que es el índice de cosecha (Alia-Tejacal *et al.*, 2004).

En Venezuela, la cosecha y postcosecha de los frutos de caimito se realiza mediante métodos tradicionales muy deficientes y se desconoce la respuesta del cultivo a prácticas culturales, técnicas y/o normativas de muestreo comúnmente utilizado en otros países. En este sentido, se deben establecer los procedimientos de manejo hortícola y de cosecha que conduzcan al dominio efectivo de la maduración y calidad de los frutos y que permitan su ingreso exitoso a cualquier mercado competitivo.

Por ser un fruto de excelentes cualidades nutritivas y con grandes potencialidades para la comercialización se deben estudiar aspectos que permitan alargar su vida útil y mantener así su calidad como producto fresco. En este sentido, y en vista del importante papel de la refrigeración en la conservación de los frutos (Knee, 2001) surgió la necesidad de evaluar el efecto de la temperatura de almacenamiento sobre la calidad de fruto del caimito.

(Parker *et al.*, 2010). It is normally consumed as a fresh fruit and its commercialization indicates huge possibilities in the exporting market (Hernández Sánchez *et al.*, 2009). The fruit is a rounded, and according to its skin color is divided as: purples and green, both fruits have a soft, white, sweat and milky pulp (León, 1987). According to its breathing rate, it is classified as a non climacteric fruit (Pratt and Mendoza, 1980), thus, this fruit must be cropped when total coloring of the epicarp appears, and that is the crop indicator (Alia-Tejacal *et al.*, 2004).

In Venezuela, the harvest and post-harvest of star fruits are carried out using very deficient traditional methods and the response of the crop to cultural, technical and/or sampling norms commonly used in other countries are unknown. On this sense, handling and harvest horticultural procedures must be established, that would carry to the effective ripening and the fruits quality that would allow a successful income to any competitive market.

The aspects to extend the useful life of the fruit to keep its quality as fresh fruit must be studied, since star Apple is a fruit with excellent nutritive qualities and huge potentialities for commercializing it. On this sense, and due to the important refrigeration role in the preservation of fruits (Knee, 2001), there was the need to evaluate the storing temperature effect on the fruit quality of star apple.

Materials and methods

Fruits, manually harvested in the morning, came from healthy eight-

Materiales y métodos

Los frutos, cosechados manualmente en horas de la mañana, provenían de árboles sanos de ocho años de edad. Los mismos están ubicados en el huerto frutal del Decanato de Agronomía de la Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, Tarabana, estado Lara, Venezuela. Se colectaron frutos con epicarpio de color morado-purpureo, y de color verde-claro.

Una vez recolectados y lavados los frutos, se seleccionaron 50 unidades para cada una de las temperaturas de almacenamiento sometidas a estudio (10 ± 2 y $15\pm 2^\circ\text{C}$); con condiciones promedio de humedad relativa del $90\pm 2\%$. Se hicieron 5 repeticiones por tratamiento con 10 frutos cada una. Se utilizaron 200 frutos, 100 por cada tipo, según la coloración del epicarpio. Se realizó una evaluación semanal.

Se evaluó la masa del fruto, piel, pulpa y semillas con ayuda de una balanza electrónica de precisión. Adicionalmente, se determinó la evolución de los SST ($^\circ\text{Brix}$) con un refractómetro digital marca ATAGO modelo PR-101, así como la del pH, medido con un potenciómetro marca Orión modelo 420-A, y la AT de la pulpa. Para esta última, se pesaron 10 mg de pulpa por muestra y se colocaron en un vaso de precipitado de 100 mL donde se agregaron adicionalmente 50 mL de agua destilada para su posterior valoración con NaOH 0,1 mol.L⁻¹ hasta el punto final de pH 8,1, indicado por el potenciómetro.

Se empleó un diseño experimental completamente aleatorizado, dispuesto en arreglo factorial 2x2. Los

year-old trees. These were located on the fruit orchard of the Agronomy Dean office of Universidad Centroccidental “Lisandro Alvarado”, Tarabana, Lara state, Venezuela. Fruits with purple-purplish and green-light green were collected.

Once recollected and washed the fruits, 50 pieces were selected for each of the storing temperatures to be studied (10 ± 2 and $15\pm 2^\circ\text{C}$); with average relative humidity of $90\pm 2\%$. 5 replications per treatment were performed with 10 fruits each. 200 fruits were used, 100 for each type according to the epicarp coloring; and weekly evaluations were done.

The mass, skin, pulp and seeds were evaluated using an accurate electronic scale. Additionally, the TSS ($^\circ\text{Brix}$) evolution was determined with a digital refractometer ATAGO brand, model PR-101, as well as the pH, measured with a potentiometer, Orion brand, model 420-A and the AT of the pulp. For the AT, 10 mg of the pulp per sample were weighted and put on a 100 mL precipitated glass, where 50 mL of distilled water were added for its posterior valuation with NaOH 0.1 mol.L⁻¹ until the final point pH 8.1, indicated by the potentiometer.

A completely split plot randomized design organized as 2x2 was used. The data obtained was statistically analyzed using a variance analysis. The mean comparison test was applied in those cases where significant differences were obtained. For split plot designs, T tests were carried out for independent samples with a significant level of 5%, prior to the hypothesis verification that support the model. The variance

datos obtenidos se analizaron estadísticamente mediante un análisis de varianza. En los casos donde se obtuvieron diferencias significativas, se procedió a realizar pruebas de comparación de medias según Duncan. Para los efectos de los factores por separado se realizaron pruebas de T para muestras independientes, con un nivel de significancia del 5%, previa verificación de las hipótesis que sustentan al modelo. El análisis de varianza se realizó con medidas repetidas en el tiempo a través de procedimiento GLM, adicionalmente, se determinó si los datos, para cada variable estudiada, seguían tendencia lineal con el transcurrir del tiempo de almacenamiento.

Los análisis estadísticos se realizaron empleando el programa estadístico Statistical Package for the Social Science (SPSS). V 17.0 para Windows.

Resultados y discusión

La temperatura de almacenamiento no afectó significativamente la masa fresca del fruto y sus partes; piel, pulpa y semillas, independientemente del momento de evaluación (datos no mostrados). Sin embargo, entre los tipos de fruto, se detectaron diferencias en la masa total, piel, pulpa y semillas (cuadro 1), siendo significativamente mayor todos los componentes en los frutos de epicarpio verde-claro, tal como lo descrito por Álvarez-Vargas *et al.* (2006). No hubo efecto de interacción temperatura- tipo de fruto.

Los análisis de medidas repetidas en el tiempo permiten concluir que únicamente la masa de la piel y la pulpa de los frutos variaron en función

analysis was performed with replications in the time, using the GLM procedure, additionally, it was determined if the data for each of the studied variables, had a lineal tendency with the storing time.

The statistical analyses were done using the Statistical Package for the Social Science (SPSS). V 17.0 for Windows.

Results and discussion

The storing temperature did not affect the fresh mass of the fruit and its parts; skin, pulp and seeds, independently from the evaluation time (data not shown). However, differences were detected among the types of fruit in the total mass, pulp and seeds (table 1), being significantly higher all the components in the green-light green epicarp fruits, as described by Álvarez-Vargas *et al.* (2006). None significant effect was observed on the temperature interaction and type of fruit.

The analysis of replicated measures in the time allow to conclude that the mass of the skin and the pulp o fruits varied in function of the sampling dates, both variables showing a variation on the lineal tendency ($P \leq 0.001$) (table 2) with the storing time.

The fresh mass of the fruit's pulp of purple epicarp had a progressive descend with storing, compared to fruits with green skin. This big mass lost originated a more mark wilting of the skin disregarding the value of the general appearance of fruits. On this sense, Alia-Tejacal *et al.* (2004) mention that the most important changes experience by star apple fruits

Cuadro 1. Masa de fruto, piel, pulpa y semilla a diferentes días tras el almacenamiento.**Table 1. Mass of the fruit, skin, pulp and seed at different days after storing.**

Tipo de fruto	Días de almacenamiento		
	7	14	21
Masa del fruto (g)			
Verde	150,58	153,38	156,94
Morado	63,76	62,83	61,59
Significancia	**	**	**
Masa de la piel (g)			
Verde	55,45	57,70	67,58
Morado	22,63	24,95	28,46
Significancia	**	**	**
Masa de la pulpa (g)			
Verde	81,583	94,33	89,867
Morado	94,850	71,45	65,600
Significancia	**	**	**
Masa de la semilla (g)			
Verde	6,88	6,25	7,71
Morado	4,50	5,03	5,30
Significancia	**	*	*

*, **: Medias estadísticamente diferentes al nivel $P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$, respectivamente.

de las fechas de muestreo, manifestando ambas variables, con el avance del almacenamiento, una variación de tendencia lineal ($P \leq 0,001$) (cuadro 2).

La masa fresca de la pulpa de los frutos de epicarpio morado presentó un descenso progresivo con el almacenamiento, en comparación a los fru-

during post-harvest, are strongly related to dehydration. However, since both types of fruits are under the same environment relative humidity condition of storing ($90 \pm 2\%$), it is thought that besides the highest susceptibility of purple fruits to dryness, the breathing rate of these

Cuadro 2. Tendencia lineal de las variables masa de fruto, piel, pulpa y semillas con el avance del almacenamiento y la influencia del factor tiempo como medida repetida.

Table 2. Lineal tendency of the variables mass of the fruit, skin, pulp and seeds with storing and the influence of time as replicated measure.

	Masa			
	Fruto	Piel	Pulpa	Semillas
Tendencia lineal	ns	**	***	ns
Tiempo (MR)	ns	**	**	ns

ns, **, ***: no significativo y significativo al nivel $P \leq 0,01$ y $P \leq 0,001$, respectivamente.

MR: Medidas repetidas en el tiempo.

tos de piel verde. Esta mayor pérdida de masa originó un marchitamiento más acentuado de la piel, depreciando el valor de apariencia general de los frutos. En tal sentido, Alia-Tejacal *et al.* (2004) señalan que los cambios más importantes que experimentan los frutos de caimito durante su período postcosecha están altamente relacionados con la deshidratación. Sin embargo, ambos tipos de fruto al estar bajo la misma condición de humedad relativa del ambiente de almacenamiento ($90 \pm 2\%$) hace especular que, además de la mayor susceptibilidad de los frutos morados a la desecación, la tasa de respiración de estos fue eventualmente superior a los de epicarpio verde, ocasionando mayor pérdida de peso (Guadarrama y Peña 2013).

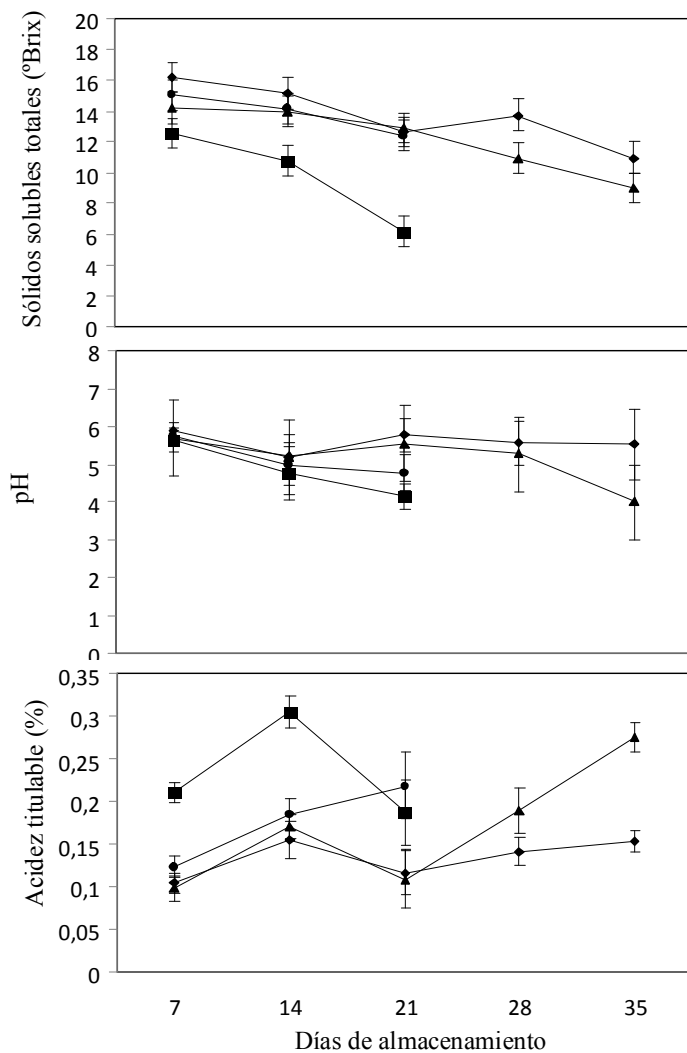
Los SST y el pH mostraron una tendencia descendente con el transcurrir del tiempo de almacenamiento, excepto la AT que tendió a incrementar (figura 1). En efecto, los análisis de medidas repetidas en el tiempo permitieron concluir que las variables químicas

was higher than those with green epicarp, casing more weight loss (Guadarrama and Peña 2013).

The TSS and pH showed a descend tendency with the storing time, except the TA, which tended to increase (figure 1). The analysis of replicated measures in the time allowed concluding that the studied chemical variables varied during the five seasons evaluated, following a significant statistical lineal tendency (table 3).

The type of fruit and the storing temperature had an effect on the concentration of TSS, pH and TA of fruits. However, statistically the differences started to show up with the storing time. There was not any interaction effect among the evaluated treatments on the studied variables (data not shown).

Fruits stored at $15 \pm 2^\circ\text{C}$, independently the color of the epicarp presented a lower concentration of TSS, compared to those treated at $10 \pm 2^\circ\text{C}$, and even though the tendency



◆ Frut. Ver 10 °C ● Frut. Ver 15 °C ▲ Frut. Mord 10 °C ■ Frut. Ver 15 °C

Figura 1. Evolución de los sólidos solubles totales, pH y acidez titulable de los frutos de caimito sometidos a dos temperaturas de almacenamiento.

Figure 1. Evolution of total soluble solids, pH and titratable acidity in star Apple fruits submitted to two storing temperatures.

estudiadas variaron en los cinco momentos temporales evaluados, siguiendo una tendencia lineal estadísticamente significativa (cuadro 3).

Tanto el tipo de fruto como la temperatura de almacenamiento causaron efecto sobre la concentración de los SST, pH y AT de los frutos. Sin embargo, estadísticamente las diferencias comenzaron a observarse con el transcurrir del tiempo de almacenamiento. No hubo efecto de interacción entre los tratamientos evaluados sobre las variables estudiadas (datos no mostrados).

Los frutos almacenados a $15\pm 2^{\circ}\text{C}$, independientemente del color del epicarpio, presentaron menor concentración de SST, en comparación con los tratados a $10\pm 2^{\circ}\text{C}$, y aunque la tendencia fue a disminuir con el transcurrir del tiempo de almacenamiento, en el material morado el descenso fue más evidente (figura 1). El pH, mostró un comportamiento similar al de los SST. La disminución paulatina de los SST con el transcurrir del tiempo sugiere que hubo consumo de azúcares como sustratos respiratorios (Mahajan y

was to reduce with the storing time, on the purple material the descend was even more evident (figure 1). The pH showed a similar behavior than the one observed in TSS. The gradual descend of TSS with the time suggests that there was consumption of sugar as breathing substrates (Mahajan and Goswami, 2004), being more mark the consumption on the highest temperature condition by its effect in the increment of the metabolic activity (Rivera-López *et al.*, 2004).

The TA, different to TSS and the pH, tended to increase during storing, response which is attributed to the formation of organic acids by the degradation process of the cellular wall during this time (García *et al.*, 2007). The increment of the TA simultaneously to the reduction of the pH might be due to the higher metabolic activity (Pinto *et al.*, 2006).

Conclusion

The temperature of $10\pm 2^{\circ}\text{C}$ resulted to be the best alternative for

Cuadro 3. Tendencia lineal de las variables químicas evaluadas en frutos de caimito con el avance del almacenamiento y la influencia del factor tiempo como medida repetida.

Table 3. Lineal tendency of the chemical variables evaluated on star Apple fruits with the storing time and the influence of the time as replicated measure.

	Sólidos solubles totales	pH	Acidez titulable
Tendencia lineal	***	***	*
Tiempo (MR)	***	***	**

ns, **, ***: no significativo y significativo al nivel $P\leq 0,01$ y $P\leq 0,001$, respectivamente.
MR: Medidas repetidas en el tiempo.

Goswami, 2004), siendo más acentuado el gasto en la condición más alta de temperatura por su efecto en el incremento de la actividad metabólica (RIVERA-LÓPEZ *et al.*, 2004).

A diferencia de los SST y del pH, la AT tendió a incrementar durante el almacenamiento, respuesta atribuida a la formación de ácidos orgánicos por el proceso de degradación de la pared celular durante el referido período (García *et al.*, 2007). El aumento de la AT simultáneamente con la disminución del pH puede ser debida a la mayor actividad metabólica (Pinto *et al.*, 2006).

Conclusión

La temperatura de $10 \pm 2^\circ\text{C}$ resultó ser la mejor alternativa para el almacenamiento de los frutos de caimito, en comparación a la de $15 \pm 2^\circ\text{C}$.

Bajo las condiciones de este estudio los frutos de piel morada mostraron ser más perecederos en comparación a los de coloración verde.

Literatura citada

Alia-Tejalca, I., M. Colinas-León, R. Celis-Velazquez, V. López-Martínez, C. Acosta-Duran, D. Guillen-Sánchez y J. Hernández-Toledano. 2004. Almacenamiento de frutos de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) a bajas temperaturas. Investigación Agropecuaria. 2:7-13.

Álvarez-Vargas, J., I. Alia-Tejcal, V. López-Martínez, C. Acosta-Durán, M. Andrade-Rodríguez, M. Colinas-León, I. Delgado-Escobar y O. Villegas-Torres. 2006. Caracterización de frutos de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.), en el estado de Morelos. Revista Chapingo Serie Horticultura. 12(2): 217-221.

storing start apple fruits, compared to the one of $15 \pm 2^\circ\text{C}$.

Under the research conditions, the fruits with purple skin showed to last more compared to those with green coloring.

End of english version

García, T., L. Chaparro, L. Durán, E. Ávila y B. Barrios. 2007. Efecto del etefón (ethrel) y el tiempo de almacenamiento sobre la maduración del plátano (*Musa aab cv. harton*) bajo refrigeración. 19(2): 91-98.

Guadarrama, A. y Y. Peña. 2013. Actividad respiratoria vs variaciones físicas y químicas en la maduración de naranjita frutos de china (*Citrus x microcarpa* Bunge). Bioagro. 19(2): 57-63.

Hernández Sánchez M., A. Hernández Fuentes, P. Elorza Martínez, M. López Herrera y León, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. 2da Edición. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura. San José, Costa Rica. 445 p.

M. López Jiménez. 2009. Caracterización de frutos de caimito (*Chrysophyllum cainito* L.) en el estado de Veracruz, México. Revista UDO. Agrícola. 9(1):70-73.

Mahajan, P. And T. Bowami. 2004. Extended storage life of litchi fruit using controlled atmosphere and low temperature. Journal of Food Processing and Preservation. 28(5): 388-403.

Morton, J. 1987. Star Apple. p. 408-410. En: Morton, J. (Ed). Fruits of warm climates. First Edition. Miami, FL.

Parker, I., I. López, J. Petersen and N. Anaya. 2010. Domestication Syndrome in Caimito (*Chrysophyllum cainito* L.): Fruit and Seed Characteristics. Economic Botany. 64(2):161-175.

Pinto, L., M. Leal, E. de Resende, R. de Almeida, V. y Pereira, S. de Faria. 2006. Influência da atmosfera modificada por filmes plásticos sobre a qualidade do mamão armazenado sob refrigeração. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*. 26(4):744-748.

Rivera-López, J., F. Vázquez-Ortiz, J. Ayala-Zavala y G. González-Aguilar. 2004. Efecto del corte y la temperatura de almacenamiento en la calidad de papaya fresca cortada (*Carica papaya* L. cv. "maradol"). *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha*. 6(2):86-94.