

CARACTERÍSTICAS DE CALIDAD DE FRUTOS DE PAPAYA MARADOL EN LA MADUREZ DE CONSUMO*

QUALITY CHARACTERISTICS IN MARADOL PAPAYA FRUITS AT THE COMSUMPTION RIPENESS STAGE

Felipe Santamaría Basulto^{1§}, Raúl Díaz Plaza¹, Enrique Sauri Duch², Francisco Espadas y Gil³, Jorge Manuel Santamaría Fernández³ y Alfonso Larqué Saavedra³

¹Campo Experimental Mocochá, INIFAP, km. 24 carretera antigua Mérida-Motul, Mocochá, Yucatán. (diaz.raul@inifap.gob.mx). Tel. 01 991 9 16 22 15. ² Instituto Tecnológico de Mérida. Km 5 carretera Mérida-Progreso, A. P. 9-11 Mérida, Yucatán, México, C. P. 97118. (esauri@labna.itmerida.mx). Tel. y Fax (99) 44 84 79. ³ Centro de Investigación Científica de Yucatán. Calle 43 Núm. 130 Colonia Chuburná de Hidalgo. C. P. 97200 Mérida, Yucatán, México. (jorgesm@cucy.mx), (larque@cicy.mx). Tel. 01 999 9 42 83 30 Ext. 215 y 260. [§]Autor para correspondencia: santamaria.felipe@inifap.gob.mx.

RESUMEN

El color de la cáscara es la característica más utilizada para evaluar la maduración de los frutos de papaya; las recomendaciones para la cosecha, comercialización y consumo se basan en la aparición de porcentajes de color verde, amarillo y naranja. Esas escalas subjetivas son ambiguas y crean dificultades en la interpretación del observador. Por lo anterior, el objetivo fue evaluar los principales cambios de apariencia, firmeza y sólidos solubles totales de papaya ‘maradol’ durante su maduración poscosecha para proponer índices objetivos que describan el estado de madurez de consumo. En noviembre de 2005 se definieron seis estados de maduración en frutos obtenidos en Yucatán y se evaluó el color del fruto, contenido de clorofillas y carotenoides, firmeza de la pulpa, azúcares y contenido de sólidos solubles totales. En marzo de 2006 se obtuvieron las características de los frutos en la madurez de consumo en dos localidades y se compararon con los resultados anteriores. La madurez de consumo de papaya maradol se alcanza entre los 13 y 15 días después de la cosecha en condiciones de almacenamiento de $23 \pm 1^\circ\text{C}$ y 75% de humedad relativa. El ángulo del tono de la cáscara entre 70 y 80°, el contenido de sólidos solubles totales entre 10 y 11.5 °Brix, y la firmeza de la pulpa de 4.7 a 6.9 newtons permitieron diferenciar dos estados de madurez de consumo.

Palabras clave: *Carica papaya* L., color CIELAB, índices de madurez, papaya maradol.

ABSTRACT

Skin fruit color is the main characteristic to evaluate papaya fruit ripening; recommendations for harvest, commercialization and consumption, are based in green, yellow and orange color percentages. These subjective scales are difficult for interpretation. The purpose of the present work was to evaluate the main changes in appearance, firmness and total soluble solids occurring during postharvest ripening of maradol papaya fruits in order to define fruit characteristics that can be suggested as quality standards for consumption maturity. In November 2005, six maturity stages were identified and parameters such as fruit color, skin chlorophyll and carotenoids content, pulp firmness, sugars and total soluble solids were measured along them. In March 2006, fruit characteristics in consumption maturity of fruits harvested from two locations were obtained and compared with previous results. It was found that the consumption maturity stage is reached between 13 and 15 days after harvest when fruits were stored at $23 \pm 1^\circ\text{C}$ and

* Recibido: Enero, 2009
Aceptado: Septiembre, 2009

75% of relative humidity. Skin°HUE values between 70 and 80, total soluble solids content between 10 and 11.5 °Brix and pulp firmness between 4.7 to 6.9 newtons allowed the differentiation of two consumption maturity stages.

Key words: *Carica papaya* L., CIELAB color, maradol papaya, maturity index.

El color de la cáscara es la característica más utilizada para evaluar el estado de maduración de los frutos de papaya. Las recomendaciones para la cosecha se basan en el cambio del color verde oscuro a verde claro y la aparición de tonos amarillos en el extremo distal (Kader, 2004). La comercialización se realiza desde el estado de rompimiento del color verde a $\frac{1}{4}$, $\frac{1}{2}$ y $\frac{3}{4}$ de madurez, mientras que el consumo se recomienda cuando la cáscara de los frutos presenta 75% o más de color amarillo (Zhou *et al.*, 2004).

Las escalas subjetivas se continúan usando en papaya como en los cultivares Tainung (Rocha *et al.*, 2005), Caliman (De Morais *et al.*, 2007) y en la descripción de nuevos híbridos derivados de maradol (Alonso *et al.*, 2008). Se reportan también mediciones objetivas del color del fruto de papaya Golden en valores L^* , a^* , b^* (De Oliveira *et al.*, 2002) y el ángulo del tono de la cáscara (Bron y Jacomino, 2006). Con las mediciones objetivas de color se evitan subjetividades, ya que el número de franjas amarillas y los porcentajes de coloración en la cáscara puede crear dificultades en la interpretación del observador. Por otra parte, el patrón de coloración en papaya no está restringido a las franjas amarillas y pueden aparecer sitios de color amarillo en casi cualquier parte de la cáscara del fruto (Peleg y Gómez-Brito, 1975).

En México, la principal variedad de papaya cultivada es maradol. La norma mexicana NMX-FF-041-SCFI-2007, describe el color externo de esta variedad con base en la designación de rayas y porcentajes de color verde, amarillo o naranja, de acuerdo con siete grados de maduración que incluyen a los frutos en madurez fisiológica y en madurez de consumo. Los trabajos que describen las características del fruto con variables objetivas están enfocados al efecto de la antracnosis (Acosta *et al.*, 2001), o describen los cambios de color en las etapas iniciales o finales de la maduración (Pérez-Carrillo y Yahia, 2004; Hernández *et al.*, 2007). Dado lo anterior, el objetivo del presente trabajo fue evaluar los principales cambios de apariencia

y sólidos solubles totales de papaya maradol durante su maduración poscosecha para proponer índices objetivos que describan el estado de madurez de consumo.

En noviembre de 2005 se obtuvieron frutos en una parcela comercial ubicada en la localidad de Techoh, municipio de Tixkokob, Yucatán, los frutos se cosecharon cuando presentaron el cambio de color verde intenso a verde claro con una franja amarilla (Gobierno del estado de Yucatán, 1997) y frutos inmaduros que presentaron la cáscara de color verde intenso sin ninguna coloración amarilla. Al día siguiente de la cosecha los frutos se lavaron y se trajeron con inmersión en la solución del fungicida azoxystrobin (1 mL L⁻¹ agua) por 1.5 min. Los frutos se almacenaron a 23 ± 1 °C y 75% de humedad relativa por 15 días, tiempo en el cual alcanzaron la madurez de consumo. Durante este tiempo se definieron seis estados de maduración tomando muestras de 3 frutos después de 1, 4, 7, 11, 13 y 15 días de realizada la cosecha. Se evaluó el contenido de clorofillas y carotenoides totales en la cáscara del fruto, la firmeza de la pulpa, contenido de sólidos solubles totales, azúcares totales, azúcares reductores y color de cáscara y pulpa.

En el segundo experimento, los frutos se cosecharon en dos plantaciones comerciales, en marzo de 2006 en la parcela Casa Blanca ubicada en el municipio de Ucú, y en abril de 2006 en la plantación San Pedro ubicada en el municipio de Sucilá. Los valores de color de cáscara se presentan en el Cuadro 1. Los frutos fueron tratados y almacenados en las mismas condiciones descritas en el experimento anterior.

Cuadro 1. Color de la cáscara al momento de la cosecha de los frutos de dos localidades

Parámetro	Ucú	Sucilá
L^* (luminosidad)	43.12 ± 0.68	46.26 ± 0.89
a^*	-18.40 ± 0.39	-19.30 ± 0.10
b^*	30.00 ± 0.74	31.87 ± 0.78
Ángulo de tono	121.93 ± 1.11	122.11 ± 0.85

Se definieron dos estados de madurez de consumo excluyendo los frutos que presentaron resina al ser cortados y los frutos con alteraciones del aspecto, aroma o pudriciones. Los frutos del primer estado de madurez de consumo (MC1) presentaron toda la cáscara y pulpa de color anaranjado característico de la variedad maradol, y la pulpa presenta una consistencia adecuada para su consumo. En el segundo

estado de madurez de consumo (MC2) los frutos son de condiciones similares al estado MC1, pero con mayor intensidad en el color de la cáscara y pulpa, aunque la pulpa es más suave todavía es adecuada para su consumo.

El contenido de clorofila y carotenoides se determinó de acuerdo con Wellburn (1994), para ello se extrajo una muestra de aproximadamente 1 g de la cáscara y se maceró en un mortero con 1 mL de acetona al 80%. El extracto se transfirió a un tubo Eppendorf de 1.5 mL y se centrifugó a 13 400 x g por 10 min. Posteriormente el extracto se aforó a 5 mL. Se midió la absorbancia de esta dilución en un espectrofotómetro Beckman Coulter modelo DU 650 a tres longitudes de onda: 470, 633 y 645 nm.

El color se midió con un colorímetro Minolta modelo CR-200, los datos se reportan en valores L^* , a^* , b^* de la escala CIELAB (McGuire, 1992). En cada fruto se hicieron 6 lecturas en la cáscara que corresponden al área cercana al pedúnculo, al centro y al área cercana al ápice en los dos lados opuestos del fruto. Cada fruto se cortó en dos y se midió el color de la pulpa en la parte media entre la cáscara y la cavidad de las semillas, los valores a^* y b^* se usaron para calcular el ángulo de tono ($H = \arctan(b^*/a^*)$).

Para la determinación de la firmeza, se tomaron seis muestras de pulpa en los mismo lugares donde se midió el color, se eliminó la cáscara y las semillas y se sacó una muestra cuadrangular de aproximadamente 4.5 cm por lado. La firmeza de la pulpa se evaluó con una prensa Instron 4442 con un punzón de acero inoxidable de 8 mm de diámetro y punta plana, la cual penetró 15 mm a una velocidad de 25 mm s⁻¹. Los resultados se reportan en newtons (N).

La determinación de azúcares se realizó por espectrofotometría visible utilizando un espectrofotómetro Beckman Coulter modelo DU 650, los azúcares totales se determinaron por el método fenol-sulfúrico midiendo la absorbancia a 490 nm (Dubois *et al.*, 1956), los azúcares reductores se determinaron por el método DNS midiendo la absorbancia a 550 nm (Miller, 1959). Los sólidos solubles totales (SST) se midieron con un refractómetro digital Palette PR-101α.

Los resultados se graficaron calculando la media y la desviación estándar. A los resultados se les realizó un análisis de varianza (diseño completamente al azar) y las medias se compararon con la prueba de Tukey ($p \leq 0.05$)

usando el programa Statgraphics Plus 4.1 (Statistical Graphics Corp.), en cada estado de maduración se tomaron tres frutos y cada fruto se consideró una repetición.

Los resultados del primer experimento mostraron que la concentración de carotenoides totales presentó un incremento constante, al día 1 después de la cosecha los frutos tuvieron un contenido de 13.1 $\mu\text{g g}^{-1}$ de cáscara y se fue incrementando paulatinamente hasta 67 $\mu\text{g g}^{-1}$ de cáscara a los 13 y 15 días (Figura 1). Para el caso de la clorofila, los frutos presentaron un decremento constante de 290 $\mu\text{g g}^{-1}$ al inicio de la maduración hasta 6.5 $\mu\text{g g}^{-1}$ de cáscara en los estados de madurez de consumo.

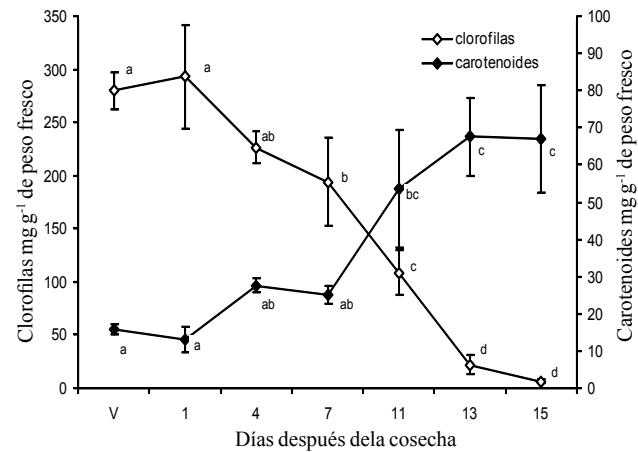


Figura 1. Contenido de clorofilas y carotenoides en la cáscara de frutos de papaya maradol durante su maduración poscosecha. Cada punto es el promedio de tres frutos \pm desviación estándar. Para cada variable las medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

En cuanto al color, la luminosidad de la cáscara se incrementó durante la maduración, los frutos verdes tuvieron un valor promedio de L^* de 42.5 y se incrementó a 57 y 58 en la madurez de consumo (Figura 2A). En contraste, los valores de L^* en la pulpa decrecieron desde un promedio de 70 en los frutos verdes a valores cercanos a 51 al final de la maduración. De todos los componentes del color, el componente a^* mostró los cambios más notables, en la cáscara presentó valores negativos en los frutos verdes y hasta 11 días después de la cosecha, después alcanzó valores positivos a los 13 y 15 días después de la cosecha (Figura 2B). En la pulpa, los valores fueron positivos desde el primer día, después los valores se incrementaron hasta alcanzar promedios mayores de +23 en la madurez de consumo.

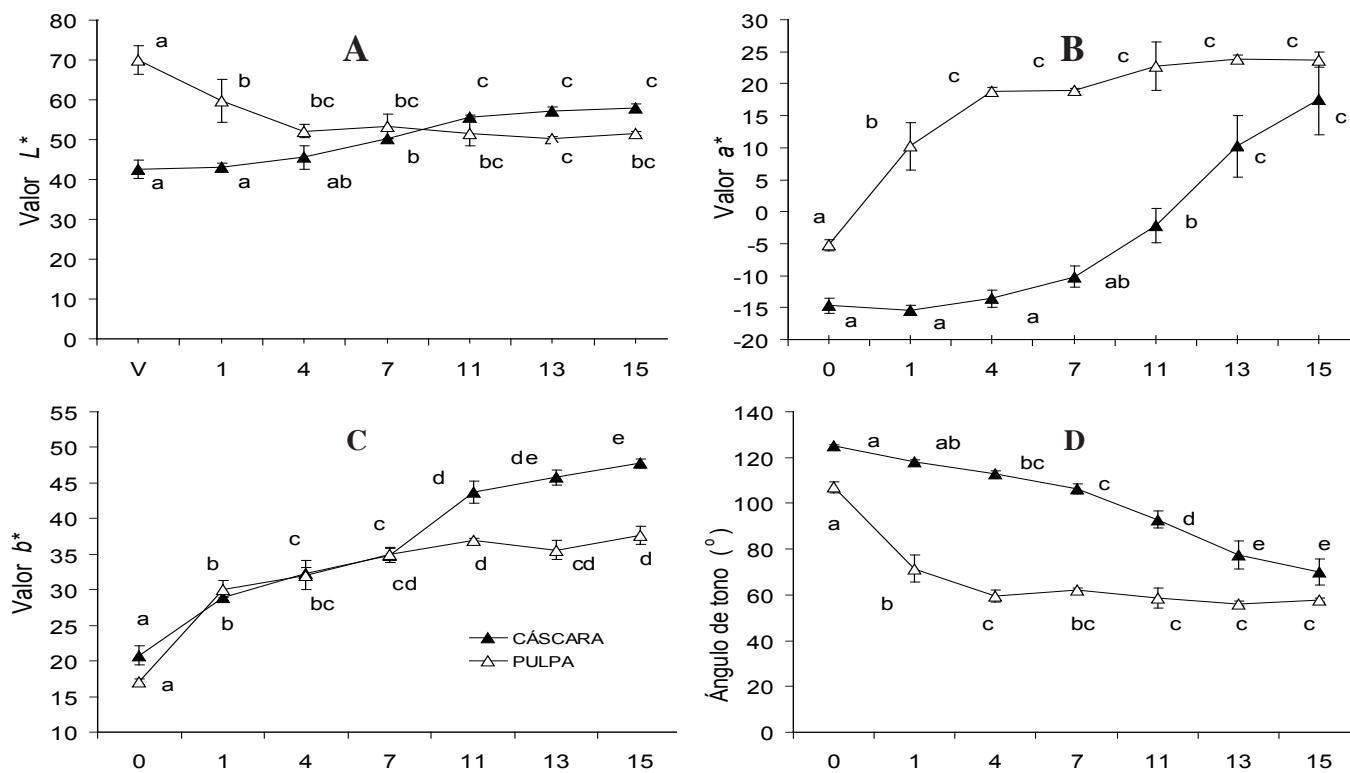


Figura 2. Componentes del color de cáscara y pulpa durante la maduración de frutos de papaya maradol. Valores L^* (A), a^* (B), b^* (C) y ángulo de tono (D). Cada punto es el promedio de tres frutos \pm desviación estándar. Para cada variable las medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

Los valores de b^* fueron similares en la cáscara y en la pulpa, los frutos verdes presentaron promedios de +20.7 y +17 en la cáscara y pulpa respectivamente y en los frutos evaluados a los siete días después de la cosecha el promedio se incrementó a +35, luego los valores de la cáscara se incrementan hasta cerca de +46 en la madurez de consumo, en la pulpa los valores fueron ligeramente menores alcanzando promedios cercanos a +36 (Figura 2C).

El tono del color de la cáscara y pulpa mostró que los frutos fueron inicialmente verde amarillento y cambian hacia el anaranjado-amarillo. El color amarillo se presentó en la cáscara a los 11 días después de la cosecha, cuando los frutos alcanzaron valores cercanos a 90° (Figura 2D), en cambio la pulpa fue amarilla desde el primer día y desarrolló un color amarillo anaranjado desde los cuatro días después de la cosecha al alcanzar valores cercanos a 60°.

Los datos de L^* y a^* son similares a los reportados por Pérez-Carrillo y Yahia (2004) en la cáscara y por Hernández *et al.* (2007) en la pulpa de frutos maduros de papaya maradol.

En la mayoría de los frutos, el proceso de maduración involucra la pérdida de clorofila y la síntesis de nuevos pigmentos como carotenoides y el desenmascaramiento de otros pigmentos que se han formado durante el desarrollo del fruto (Aked, 2000; Ferrer *et al.*, 2005). Los datos sugieren que en papaya maradol los primeros cambios del color se dan como resultado de un incremento del color amarillo y no por la pérdida de color verde, ya que el valor negativo de a^* y el contenido de clorofilas de los frutos verdes es similar a los frutos al día siguiente de la cosecha. Los frutos de papaya maradol inicialmente son verde amarillento y cambian al anaranjado-amarillo en los estados de madurez de consumo.

Los frutos verdes presentaron una firmeza de pulpa de 150 N, la cual fue disminuyendo paulatinamente a 117 N a los siete días después de la cosecha, del día 7 al día 11 se observa una disminución drástica al bajar a 9.8 N, posteriormente la firmeza alcanza a 6.7 N en la madurez de consumo (Figura 3A).

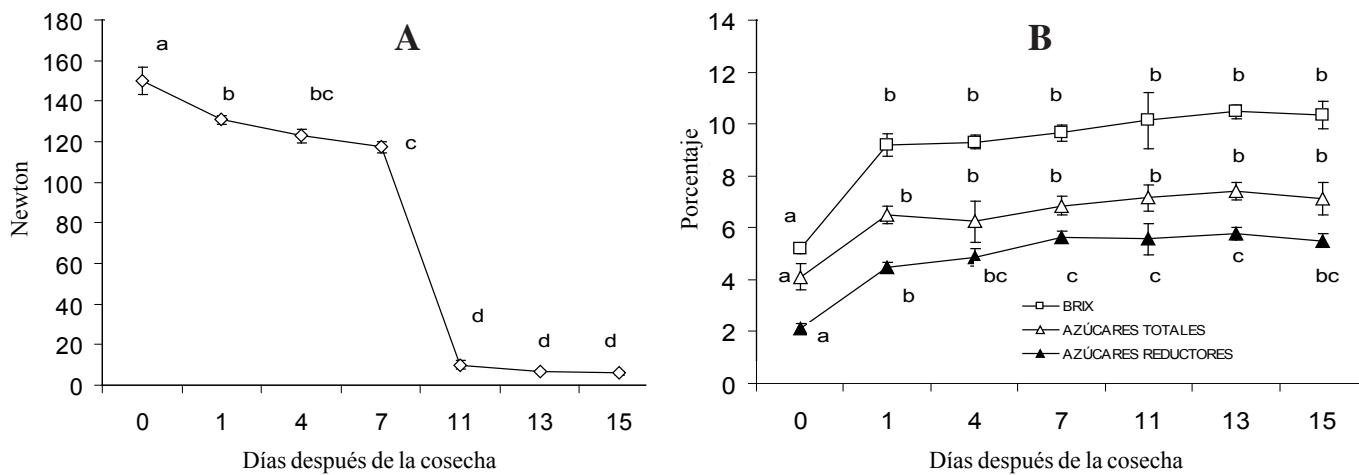


Figura 3. Firmeza de la pulpa (A) y contenido de azúcares y sólidos solubles totales (B) de frutos de papaya maradol durante su maduración poscosecha. Cada punto es el promedio de tres frutos ± desviación estándar. Las medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

El contenido de SST de los frutos verdes fue de 5.8 °Brix; los frutos que se cosecharon cuando la cáscara mostró el cambio de color verde intenso a verde claro con una franja amarilla, tuvieron 9.8 °Brix al día siguiente de la cosecha y luego se observó un incremento gradual hasta alcanzar más de 10 °Brix en la madurez de consumo (Figura 3B). El contenido de azúcares totales y azúcares reductores siguió una tendencia similar a SST, los valores de estos azúcares totales representan aproximadamente 70% de los SST y los azúcares reductores representan más de 50%. La predominancia de azúcares reductores en papaya también fue observada por Santana *et al.* (2003) quienes encontraron que la mayoría de los azúcares de la pulpa de cinco genotipos del banco de germoplasma de Empresa Brasileña de Pesquisa Agrícola (EMBRAPA) corresponden a azúcares reductores. También se observó diferencia entre el contenido de azúcares totales y SST, en los estados de madurez de consumo esta diferencia fue de 3%. Algo similar fue reportado por Torija *et al.* (1998) en frutos de papaya hermafrodita de la variedad Sunrise; estos autores reportan que el contenido de sólidos solubles totales fue de 13.2 °Brix mientras que el contenido de los azúcares totales fue de 5.2%.

Las características obtenidas en los frutos maduros del primer experimento se compararon con los valores de las características obtenidas de los frutos procedentes de las localidades Ucú y Sucilá cuando llegaron a la madurez de consumo (Cuadro 2). Se observó que en la cáscara los valores

de L^* y b^* fueron similares en los dos estados de madurez de las tres localidades. En el valor a^* hubieron diferencias entre los estados de maduración de cada localidad, los frutos de la madurez de consumo 1 (MC1) tuvieron valores menores que los frutos de la madurez de consumo 2 (MC2) de cada localidad. Esta diferencia también se refleja en el ángulo del tono de la cáscara, aunque todos los frutos son de color amarillo-anaranjado, los frutos de Techoh están más cercanos al rojo que al amarillo. En la pulpa, los componentes del color fueron similares en los dos estados de madurez de las tres localidades, a excepción del ángulo el tono, donde se encontraron diferencias significativas. En los frutos procedentes de Ucú y de Sucilá el estado de MC2 tuvo menor valor que el estado MC1, lo que significa que MC2 es más rojo que MC1.

Los frutos de Techoh tuvieron menores valores que los frutos de las otras dos localidades, esto significa que aunque la pulpa de todos los frutos es de color amarillo-anaranjado, los frutos de Techoh están más cercanos al rojo que al amarillo y en las otras dos localidades, el tono fue más rojo conforme avanzó el estado de maduración. Como se esperaba, la firmeza de la pulpa de los frutos de MC2 son menores que los frutos de MC1, pero además se observa que los frutos procedentes de Sucilá tuvieron mayor firmeza y mayor contenido de SST que los frutos de las otras dos localidades. La mayor firmeza y el mayor contenido de grados Brix, que

se observó en los frutos de Sucilá probablemente sea el reflejo de las mejores condiciones de manejo agronómico, ya que la parcela de Sucilá corresponde a una muestra de

la producción destinada para el mercado de exportación mientras que las parcelas de Techoh y Ucú son unidades de producción que destinan su producto al mercado local.

Cuadro 2. Características de color, firmeza y contenido de sólidos solubles totales de frutos en dos estados de madurez de consumo (MC1 y MC2) procedentes de tres localidades.

		Techoh		Ucú		Sucilá	
		MC 1	MC 2	MC 1	MC 2	MC 1	MC 2
Color de cáscara	L*NS	57.21	58.02	58.47	56.09	56.06	55.39
	a*	10.25 ab	17.50 a	8.78 b	13.57 ab	6.52 b	14.52 ab
	b*NS	45.77	47.76	51.93	49.16	49.48	49.87
Color de pulpa	Tono (°)	77.38 ab	70.04 b	80.20 a	74.35 ab	82.48 a	73.43 ab
	L*NS	50.20	51.60	52.65	49.27	49.50	47.95
	a*NS	23.91	23.73	20.05	21.35	19.50	22.01
FIRMEZA	b*	35.60	37.65	40.39	37.28	39.30	38.83
	Tono (°)	56.09 b	57.78 b	63.68 a	60.22 ab	63.57 a	60.45 ab
SST	°Brix	10.47 b	10.35 b	10.65 b	11.0 ab	12.63 a	12.45 a
FIRMEZA	N	6.74 ab	5.91 ab	6.94 ab	4.69 b	7.75 a	5.79 ab

En cada variable, las medias con la misma letra son estadísticamente iguales (Tukey, 0.05).

Los resultados de esta investigación permiten concluir que la madurez de consumo de papaya maradol se alcanza entre los 13 y 15 días después de la cosecha en condiciones de almacenamiento de $23 \pm 1^{\circ}\text{C}$ y 75 % de humedad relativa. El ángulo del tono de la cáscara entre 70 y 80°, el contenido de SST entre 10 y 11.5 °Brix, y la firmeza de la pulpa de 4.7 a 6.9 N permitieron diferenciar dos estados de madurez de consumo. Estas características pueden ser propuestas como índices objetivos para describir la madurez de consumo de papaya maradol.

LITERATURA CITADA

Acosta, R. M.; Nieto-Ángel, D.; Domínguez-Álvarez, J. L. y Delgadillo-Sánchez, F. 2001. Calidad y tolerancia en frutos de papaya (*Carica papaya* L.) a la inoculación del hongo *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., en postcosecha. Revista Chapingo Serie Horticultura. 7:119-130.

- Aked, J. 2000. Fruits and vegetables. In: Kilcast, D. y Subramaniam, P. (eds.) The stability and shelf-life of food. CRC Press. Woudhead Publishing Limited. p. 249-278.
- Alonso, E. M.; Tornet, Q. Y.; Ramos, R. R.; Farrés, A. E.; Aranguren, G. M. y Rodríguez, M. D. 2008. Caracterización y evaluación de dos híbridos de papaya en Cuba. Agric. Téc. Méx. 34:333-339.
- Bron, I. U. y Jacomino, A. P. 2006. Ripening and quality of 'Golden' papaya fruit harvested at different maturity stages. Braz. J. Plant Physiol. 18:389-396.
- De Moraes, P. L. D.; Da Silva, G. G.; Menezes, J. B.; Nogueira, M. F. E.; Dantas, D. J. y Sales, R. 2007. Pós-colheita de mamão híbrido UENF/CALIMAN 01 cultivado no rio grande do norte. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal 29:666-670.
- De Oliveira, M. A. B.; Vianni, R.; De Souza, G. y Araújo, T. M. R. 2002. Caracterização do estádio de maturação do papaia 'golden' em função da cor. Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal 24:559-561.

- Dubois, M.; Gilles, K. A.; Hamilton, J. K.; Rebers, P. A. and Smith, F. 1956. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28:350-356.
- Ferrer, A.; Remón, S.; Negueruela, A. and Oria, R. 2005. Changes during ripening of the very late season spanish peach cultivar calanda feasibility of using CIELAB coordinates as maturity indices. *Scientia Horticulturae* 105:435-446.
- Gobierno del estado de Yucatán. 1997. Experiencias obtenidas en el cultivo de papaya maradol en el estado. Secretaría de Desarrollo Rural. Editorial DAHEMONT, Mérida, Yucatán, 115 p.
- Hernández, Y.; Lobo, M. G. y González, M. 2007. Optimización del tipo de troceado de papaya mínimamente procesada y su efecto en la translucidez. In: grupo de postrecolección y refrigeración. UPCT (ed.) V Congreso Iberoamericano de Tecnología Poscosecha y Agroexportaciones. p. 751-759.
- Kader, A. A. 2004. Recommendations for maintaining postharvest quality. Papaya produce facts. postharvest technology research information center, department of pomology University of California. Davis. <http://rics.ucdavis.edu/postharvest2/Produce/ProduceFacts/Fruit/papaya.sht>.
- McGuire, R. G. 1992. Reporting of objective color measurements. *Hortscience*. 27:254:1255.
- Miller, G. L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. *Anal. Chem.* 31:426-428.
- NMX-FF-041-SCFI-2007. 2007. Productos alimenticios no industrializados para consumo humano fruta fresca - papaya (*Carica papaya* L.) - Especificaciones (Cancela a la NMX-FF-041-SCFI-2003).
- Peleg, M. y Gómez-Brito, L. 1975. The red component of the external color as a maturity index of papaya fruits. *Journal of Food Science* 40:1105-1106.
- Pérez-Carrillo, E. y Yahia, E. M. 2004. Effect of postharvest hot air and fungicide treatments on the quality of "maradol" papaya (*Carica papaya* L.). *J. Food Qual.* 27:127-139.
- Rocha, R. H. C.; De Carvalho, N. S. R.; Menezes, J. B.; De Souza, N. G. H. y De Oliveira, S. E. 2005. Qualidade pós-colheita do mamão formosa armazenado sob refrigeração. *Rev. Bras. Frutic., Jaboticabal* 27:386-389.
- Santana, R. R. L.; Matsuura, F. C. A. y Cardoso, U. R. L. 2003. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação tecnológica dos frutos na forma de sorvete. *Cien. Tecnol. Aliment.*, Campinas. 23:151-155.
- Torija, E.; Díez, C.; Matallana, C.; Camara, M.; Camacho, E. and Mazario, P. 1998. Influence of freezing process on free sugars content of papaya and banana fruits. *J. Sci. Food Agric.* 7:315-319.
- Wellburn, A. R. 1994. The spectra determination of chlorophyll a and b, as well as total carotenoids, using various solvents with spectrophotometers of different resolutions. *J. Plant Physiol.* 144:302-313.
- Zhou, L.; Paull, R. E. and Chen, N. J. 2004. Papaya. In: Gross, K. C.; Wang, Ch. Y. and Saltveit, M. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks agricultural. Agriculture Handbook. Number 66. USDA-ARS.