

(S8-P77)

ÍNDICES DE MADURACIÓN Y COSECHA DE PAPAYA MARADOL**FELIPE SANTAMARÍA BASULTO⁽¹⁾, ENRIQUE SAURI DUCH⁽²⁾, FRANCISCO ESPADAS Y GIL⁽¹⁾, RAÚL DÍAZ PLAZA⁽³⁾, ALFONSO LARQUÉ SAAVEDRA⁽¹⁾ y JORGE SANTAMARÍA FERNÁNDEZ⁽¹⁾**⁽¹⁾CICY, Calle 43 No. 130, Col. Chuburná de Hidalgo. CP 97200, Mérida, Yucatán, Méxicofelipesb@cicy.mx.⁽²⁾Instituto Tecnológico de Mérida⁽³⁾INIFAP.**Palabras clave:** poscosecha - maradol**RESUMEN**

El incremento en la producción de papaya Maradol en México crea la necesidad de generar conocimientos para mejorar su manejo poscosecha, un aspecto importante es el momento oportuno para realizar la cosecha para asegurar que los frutos maduren adecuadamente y alcancen sus atributos de calidad característicos. Los objetivos fueron conocer los cambios de los componentes de los atributos de calidad que ocurren en el proceso de maduración, conocer si estos componentes se mantienen cuando cambian las condiciones de manejo tecnológico de la parcela y determinar estados tempranos de maduración para usarlos como índices de cosecha. Se usaron frutos de dos parcelas comerciales, la parcela 1 emplea tecnología intermedia y destina su producto a mercado local, la parcela 2 se utiliza tecnología alta y destina su producto a mercado de exportación. Los frutos se recolectaron en estado inmaduro y en madurez fisiológica, se almacenaron a 23 °C hasta que llegaron a estados intermedios y madurez de consumo. Se determinaron azúcares totales, azúcares reductores, sólidos solubles totales, color y firmeza. Los azúcares y los sólidos solubles totales fueron más altos en la localidad 2 alcanzando más del 12 % de Brix en los estados de madurez de consumo. Los valores de firmeza de la pulpa fueron muy semejantes en los frutos de las dos localidades y permite diferenciar a los cuatro últimos estados de maduración. Todos los componente del color en la pulpa (L^* , a^* , b^*) marcan notoriamente el inicio de la maduración pero tienen la desventaja de requerir un muestreo destructivo. La escala b^* permite diferenciar el inicio de la maduración en la cáscara cuando adquiere valores cercanos a 32. Los estados 1, 2 y 3 pueden ser utilizados como índices para el momento de la cosecha tanto para fines comerciales como para fines de investigación.

MATURITY AND HARVEST INDICES IN PAPAYA MARADOL**Keywords:** postharvest-maradol**ABSTRACT**

The increase in papaya Maradol production in Mexico creates the necessity to generate knowledge to improve postharvest handling systems. An important aspect is the determination of the exact moment to harvest in order to assure that the fruits mature properly and reach their typical attributes of quality. The objectives of the present work were to define the changes in quality attributes that occur in the process of maturation, to know if these

components stay when the handling conditions change from one plantation to another and to determine early stages of maturation to use them as harvest indices. Fruits of two commercial plantations were used, plantation 1 where intermediate handling technology was used oriented to local market, plantation 2 where high handling technology was used oriented to export markets. The fruits were collected in immature and physiological maturity stages, they were stored at 23 °C until they reach the stage of intermediate consumption maturity. Total sugars, reducing sugars, total soluble solutes, color and firmness were determined. Sugars and total soluble solutes were higher at plantation 2, reaching values of 12% Brix at the stage of consumption maturity. The values of firmness of the flesh were very similar in the fruits of the two plantations and data allow the clear differentiation of four stages of maturation. All the component of the color in the flesh (L^* , a^* , b^*) allow the confirmation of well-known marks of the beginning of maturation but they have the disadvantage to require a destructive sampling. The scale b^* measured in the skin allows to differentiate the beginning of maturation when it reaches values around 32. Stages 1, 2 and 3 can be used as harvest indices for commercial aims as well as for research purposes.

INTRODUCCION

El incremento en la producción y comercialización de papaya Maradol en México crean la necesidad de generar conocimientos para mejorar su manejo poscosecha. Uno de los primeros aspectos que hay que determinar es el conocimiento del momento oportuno para realizar la cosecha para que los frutos maduren adecuadamente y alcancen los atributos de calidad característicos de su variedad.

Los parámetros que se usan para determinar el momento oportuno de cosecha de los frutos pueden estar basados en criterios simples como tamaño, forma, color, textura, aroma, dulzura y acidez, o mediciones más complejas como el tiempo desde la floración a la cosecha, unidades de calor, índice de refracción, proporción azúcar/ácido y tasa de respiración (FAO, 1993). Debido a que hay diferentes formas para determinar la madurez de los frutos se han desarrollado varios índices de madurez o de cosecha, sin embargo, para que sean útiles deben ser objetivos, fáciles de interpretar, no ser ambiguos, deben tener generalidad para que los datos obtenidos puedan ser comparados entre parcelas, regiones y años y de ser posible el índice debe ser no destructivo (Reid, 2002; Hewett, 2006).

La papaya es un fruto climatérico ya que presenta un pico de producción de etileno durante su maduración (Harris, 1988; Azevedo *et al.*, 2006). Los frutos de la variedad Maradol pesan entre 1.5 y 2.6 kilogramos, presentan una epidermis gruesa de color amarillónaranja cuando madura, la pulpa es de color rojo salmón y tienen aproximadamente 12 grados Brix (Semillas del Caribe, 2003).

El criterio más generalizado para determinar el momento para la cosecha de papaya Maradol es la aparición de una o más franjas de color amarillo bien definidas en la cáscara. Este criterio es relativamente subjetivo y dado que la diferencia en el grado de maduración puede no detectarse a simple vista existe el riesgo de mezclar frutos con diferentes estados de maduración, además si se cosecha en un estado avanzado de maduración la vida de anaquel puede no ser suficiente para cubrir el transporte a largas distancias, por otra parte la información que relaciona estos cambios de color con la calidad y vida útil de la papaya Maradol son escasos.

Los objetivos del trabajo fueron conocer los cambios de los componentes de los atributos de calidad que ocurren en el proceso de maduración, conocer si estos componentes se mantienen cuando cambian las condiciones de manejo tecnológico de la parcela y determinar estados tempranos de maduración para usarlos como índices de cosecha. Con lo anterior se pueden fijar los valores de los mejores parámetros que definan los índices de maduración para no caer en ambigüedades sobre todo porque hemos observado que el fruto de

papaya Maradol no siempre comienza a madurar en franjas o rayas bien definidas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Procedencia de los frutos

Los frutos se obtuvieron de dos parcelas comerciales con diferente manejo tecnológico. La localidad 1 corresponde a la parcela San Luis ubicada en el municipio de Ucú, en esta parcela se usa una tecnología de producción intermedia y su producto se destina a mercado local. La localidad 2 corresponde al rancho San Pedro ubicado en el municipio de Sucilá, en esta parcela se utiliza una tecnología de producción alta y su producto se destina al mercado nacional y de exportación. En ambas localidades se utilizó semilla de papaya de la variedad Maradol (Carisem).

Definición de los estados de maduración

En trabajos previos se uniformizó el criterio del momento de la cosecha, en la empacadora comercial de Sucilá se tomaron muestras de frutos que mostraban una franja amarilla bien definida, tomando a estos frutos como referencia, en las plantaciones se ubicaron frutos menos maduros y frutos verdes. Los frutos verdes no presentaron tonos amarillos en la cáscara, la pulpa fue blanca con semillas de color blanco, los frutos que se cosecharon en este estado de desarrollo no tuvieron la capacidad de madurar. Los frutos del grupo 1 mostraron un cambio de color verde y una pequeña área de color amarillo en la cáscara, la pulpa mostró tonos anaranjados ligeros, los frutos que se cosecharon en este estado tuvieron la capacidad de madurar adecuadamente.

Considerando estos trabajos previos se cosecharon frutos con tres estados de desarrollo determinados en función del color de la cáscara de la fruta y de su posición en la planta. Los primeros 3 estados de desarrollo (V, 1 y 2) se cosecharon el 3 de abril en la localidad 1 y el 11 de abril en la localidad 2. Anteriormente se realizaron tres cosechas semanales de frutos en estado 2 (del 17 al 31 de marzo de 2006 en la localidad 1 y del 23 de marzo al 6 de abril en la localidad 2), los cuales se almacenaron para madurarlos. Al día siguiente de la cosecha de los frutos de los estados de desarrollo V, 1 y 2 de cada localidad se tomaron muestras de los frutos cosechados con anterioridad y se seleccionaron los estados de maduración 3, 4, 5 y 6 con base en cambio del color de la cáscara. Se utilizaron 4 frutos de cada estado de maduración para hacer su descripción visual y se evaluó el color, firmeza, azúcares y sólidos solubles totales.

Tratamiento de los frutos

Los frutos se lavaron y se trataron con inmersión por 1 minuto en fungicida azoxystrobin (nombre comercial Bankit) en dosis de 1 ml/litro de agua, se empacaron y se almacenaron a 23 °C hasta el momento que fueron procesados.

Color

Se determinó con un colorímetro de triestímulo por reflectancia Minolta CR-200, en cada fruto se hicieron 6 lecturas, los datos se reportan en valores L^* , a^* , b^* .

Firmeza

Se utilizó una Prensa Instron Modelo 4442 serie IX con un punzón de 8 mm de diámetro con el extremo plano el cual penetró porciones de pulpa hasta una profundidad de 15 mm y una velocidad constante de 25 mm/min (modificación del método reportado por Sañudo *et al.*, 2001) Las porciones de pulpa tuvieron un aproximado de 4.5 cm x 4.5 cm a las cuales se les eliminó la cáscara, los resultados se reportan como la carga máxima en kg fuerza.

Azúcares y sólidos solubles totales

En cada sitio de lectura de las variables anteriores se tomaron 20g de pulpa y se realizó una dilución al 10 % en P/V. 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 se midieron con un refractómetro digital Palette PR-101 α utilizando una gota de la dilución de la pulpa al 10 % previamente filtrada.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Características visuales de los estados de maduración.

Las características de los estados de desarrollo de los frutos se presentan en la figura 1 y se describen a continuación:

Frutos verdes (V). Corresponde a los frutos que se localizan en la planta justo antes de los frutos que presentan los primeros signos de maduración, la pulpa de los frutos es de color blanco, las semillas están bien formadas y pueden ser blancas o ligeramente oscuras.

Estado de maduración 1. Los frutos muestran un cambio de color o una pequeña área amarilla en la cáscara, a simple vista puede ser difícil definir a este estado de maduración pero al cortar el fruto la pulpa presenta tonos naranja y las semillas son de color negro. Presenta gran cantidad de resina y la pulpa es muy dura.

Estado de maduración 2. La cáscara de los frutos muestran el cambio definido de color o veta amarilla bien definida, la pulpa muestra mayor área de color anaranjado pero también hay áreas de color blanco-verde. Presenta gran cantidad de resina y la pulpa es bastante dura.

Estado de maduración 3. En la cáscara de los frutos se presenta una marcada franja de color anaranjado, casi toda la pulpa es de color naranja excepto por la porción adjunta a la cáscara. Presenta gran cantidad de resina y la pulpa es dura.

Estado de maduración 4. Los frutos tienen un marcado color naranja en la cáscara y algunas áreas de color verde, en la pulpa solamente cerca del pedúnculo se nota el borde verde, se observa poca resina al cortar el fruto y la pulpa es de consistencia todavía dura para su consumo.

Estado de maduración 5. Los frutos presentan toda la cáscara y pulpa de color anaranjado característico de la variedad Maradol, la pulpa tiene consistencia adecuada para su consumo y no se observa resina por lo que se considera un estado de madurez de consumo.

Estado de maduración 6. Los frutos son de condiciones similares al estado 5 pero con mayor intensidad en el color de la cáscara y pulpa, la pulpa es más suave pero todavía es adecuada para su consumo, por lo que se considera como otro estado de madurez de consumo.

Color

La luminosidad de la cáscara fue incrementándose durante el proceso de maduración, el valor de L* en los frutos verdes fue de aproximadamente 41 y llegó a 58,5 en el estado 4, posteriormente mostró un ligero descenso. Contrariamente, la pulpa fue perdiendo luminosidad durante la maduración, inició con valores cercanos a 70 y bajó hasta valores cercanos a 49 en los estados 5 y 6 que corresponden a la madurez de consumo (figura 2 A y 2 B).

Los valores de a* en la cáscara son negativos desde los frutos inmaduros hasta el

estado 4 lo cual los ubica dentro del color verde, a partir del estado 5 la cáscara alcanza valores positivos con lo cual se ubica dentro del tono rojo. En la pulpa la coloración roja aparece desde el estado 1, lo que muestra claramente que los frutos inician el proceso de maduración, a partir de este estado el color rojo se incrementa hasta alcanzar valores superiores a 20 (figura 2 C y 2 D)

El valor a^* de la cáscara permite ubicar los últimos estados de maduración pero no es adecuado para detectar el inicio de maduración ya que los valores desde frutos verdes hasta el estado 2 son muy cercanos. En cambio el valor a^* de la pulpa permite ubicar fácilmente al estado de madurez 1 al alcanzar valores positivos.

El valor b^* de la cáscara resultó ser bastante indicativo para detectar el inicio de madurez (valores de 27,1 en promedio en frutos verdes a promedios de 30,8 y 35,3 en los estados 1 y 2). En el caso de la pulpa, los valores de b^* presentaron también esta tendencia pero con valores inferiores (figura 2 E y 2 F)

Firmeza de pulpa

La pulpa de los frutos verdes presentaron valores cercanos a 14 Kg fuerza, conforme avanza el proceso de maduración los valores fueron bajando ligeramente desde el estado de maduración 1 hasta el estado 3, después la pérdida de firmeza es muy rápida y baja de aproximadamente 12 kg fuerza a cerca de 1,5 kg fuerza en el estado 4. En los estados de madurez de consumo la firmeza de la pulpa presenta valores menores a 1,0 kg fuerza (figura 3)

Los valores fueron muy semejantes en las dos localidades, es un buen indicador de los últimos tres estados de maduración, especialmente el paso del estado 3 al estado 4 y en los estados de madurez de consumo.

Azúcares y SST

El contenido de sólidos solubles se fue incrementando durante el proceso de maduración en los frutos de las dos localidades (figura 4). En los frutos de la localidad 1 el primer incremento notorio se dio cuando los frutos pasaron del estado verde al estado de maduración 1, a partir de este estado el incremento es gradual hasta llegar a cerca de 11 °Brix en los estados 5 y 6 (madurez de consumo) Los azúcares totales y reductores siguen la misma tendencia, a partir del estado 1 los azúcares reductores forman la mayor parte de los azúcares totales y se observa que a partir del estado 3 los azúcares reductores representan más del 50 % de los sólidos solubles totales.

En los frutos de la localidad 2 se encontró la misma tendencia pero con valores más altos, en el caso de sólidos solubles totales el primer incremento marcado se dio cuando los frutos pasaron del estado verde al estado 1, el otro incremento se dio cuando los frutos pasaron del estado 3 al estado 4 y luego tiende a permanecer constante con valores cercanos a 12 °Brix.

Los componentes de sólidos solubles totales y azúcares presentaron variación entre los frutos de las dos localidades, en los estados de madurez de consumo en la localidad 2 se obtuvo más del 12 % de Brix lo que fue en promedio 1,5 °Brix menos que los frutos de la localidad 1. Esta variación sugiere que el manejo agronómico de las parcelas influye en el contenido de azúcares y coincide con datos previamente obtenidos, donde la firmeza y color no son tan cambiantes como los sólidos solubles al evaluar frutos de diferentes localidades (Santamaría *et al.*, 2006).

Respecto a los azúcares, se observó que la mayor cantidad de azúcares sobre todo en los últimos estados de maduración corresponde a azúcares reductores, esto coincide con los reportes de Santana *et al.*, (2003) quienes encontraron que la mayoría de azúcares de la pulpa

de cinco genotipos de papaya provenientes del banco de germoplasma de EMBRAPA corresponde a azúcares reductores.

En la cáscara, b^* es el único componente del color que permite diferenciar el inicio de la maduración, en los frutos de la localidad 2, el valor b^* de la cáscara se relaciona estrechamente con el valor a^* de pulpa con un coeficiente de correlación de $r = 0,94$. Puesto en otras palabras, el cambio en intensidad de amarillo de la cáscara está relacionado con el cambio de verde a rojo en la pulpa. Por lo tanto se puede asumir que cuando el valor de a^* en la cáscara alcanza un valor de entre +30 y +32 entonces en la pulpa aparece el tono rojo ya que puede alcanzar valores de 0 hasta +10 en la escala a^* . Es importante recalcar que a simple vista este estado no siempre se puede determinar con facilidad y que en el siguiente estado de maduración los frutos alcanzan valores arriba de 40 en la escala b^* , pero en este caso la maduración es muy notoria a simple vista. Los valores de b^* de la cáscara en el estado 1 son similares a los reportados por Vázquez y Ariza (2006) para madurez fisiológica, también hay coincidencia entre los valores de los estados de madurez de consumo para el caso de papaya Maradol de la región de las Huastecas en México.

CONCLUSIONES

El componente de color fue uniforme en los estados de maduración de las dos localidades, por lo tanto, puede ser elegido como un buen indicador de la madurez.

Los valores de L^* , a^* y b^* de la pulpa marcan notoriamente el inicio de la maduración de los frutos, pero requieren de un muestreo destructivo y no son adecuados para determinar a los estados de madurez avanzada. En la cáscara, b^* es el único componente del color que permite diferenciar el inicio de la maduración, cuando su valor alcanza entre +30 y +32 entonces en la pulpa aparece el tono rojo, tiene la ventaja de requerir un muestreo no destructivo.

El componente de firmeza de pulpa también fue uniforme en las dos localidades, aunque no permite diferenciar claramente el inicio de la maduración, es un buen indicador de los últimos tres estados de maduración.

La variación de los sólidos solubles totales y azúcares entre los frutos de las dos localidades sugiere que las condiciones de suelo y manejo agronómico de las parcelas pueden influir en el contenido de azúcares y modificar los atributos de calidad de los frutos de Maradol.

Los estados de maduración 1, 2 y 3 pueden ser utilizados como índices para el momento de la cosecha tanto para fines comerciales como para fines de investigación donde se requiera utilizar frutos en estados iniciales de maduración uniforme.

AGRADECIMIENTOS

Se extiende el agradecimiento: al Profr. Raúl Monforte Peniche (Grupo Agropecuario Sucilá SPR de CV) por proporcionar los frutos y las facilidades para la realización de este trabajo.

BIBLIOGRAFÍA

- Azevedo, I. G.; Oliveira, J. G.; Silva, M. G.; Facanha, A. R.; Pereira, T.; Correa, S. F.; Almeida, J. P. S. G.; Pereira, M. G. y Vargas, H. 2006. Influence of ethylene emission in the activity of H⁺-ATPase type p in *Carica papaya* L. "Golden". 7th International Symposium on the Plant Hormone Ethylene. Pisa 2006.
- Dubois, M.; Gilles, K. A.; Hamilton, J. K.; Rebers, P. A. y Smith, F. 1956. Colorimetric

- method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.* 28:350-356
- FAO. 1993. Prevención de pérdidas de alimentos poscosecha: frutas, hortalizas, raíces y tubérculos. Manual de capacitación.
- Harris, S. R. 1988. Production is only half the battle. A training manual in fresh produce marketing for the eastern Caribbean. FAO.
- Hewett, E. W. 2006. An overview of preharvest factors influencing postharvest quality of horticultural products. *Int. J. Postharvest Technology and Innovation*, Vol. 1 No. 1:4-15.
- Miller, G. L. 1959. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. *Anal. Chem.* 31:426-428.
- Reid, M. S. 2002. Maturation and maturity indices. In: Kader, A. A. *Postharvest technology of Horticultural Crops*. University of California. 3a ed.
- Santamaría, B. F.; Sauri, D. E.; Espadas, G. F. y Santamaría, F. J. 2006. Cambios en el color, firmeza y °Brix en seis estados de maduración de papaya Maradol. In: Memoria 1ª. Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal 2006.
- Santana, R. L.; Matsuura, C. F. y Cardoso, L. R. 2003. Genótipos melhorados de mamão (*Carica papaya* L.): avaliação tecnológica dos frutos na forma de sorvete. *Cien. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 23 (supl):151-155
- Sañudo, B. A.; Siller, J.; Báez, M. y León, O. 2001. Efecto de Smartfresh (1-MCP) sobre la firmeza de los frutos. IX Congreso SOMECH. Horticultura Mexicana. Vol 8 No. 3. pag. 328.
- Semillas del Caribe. 2003. <http://www.semilladelcaribe.com.mx/paginas/producto.htm>
- Vázquez, G. E. y Araiza, F. R. 2006. Características de calidad en poscosecha de papaya “Maradol” en la región de las Huastecas. In: Memoria 1ª. Reunión Nacional de Innovación Agrícola y Forestal 2006.

FIGURAS

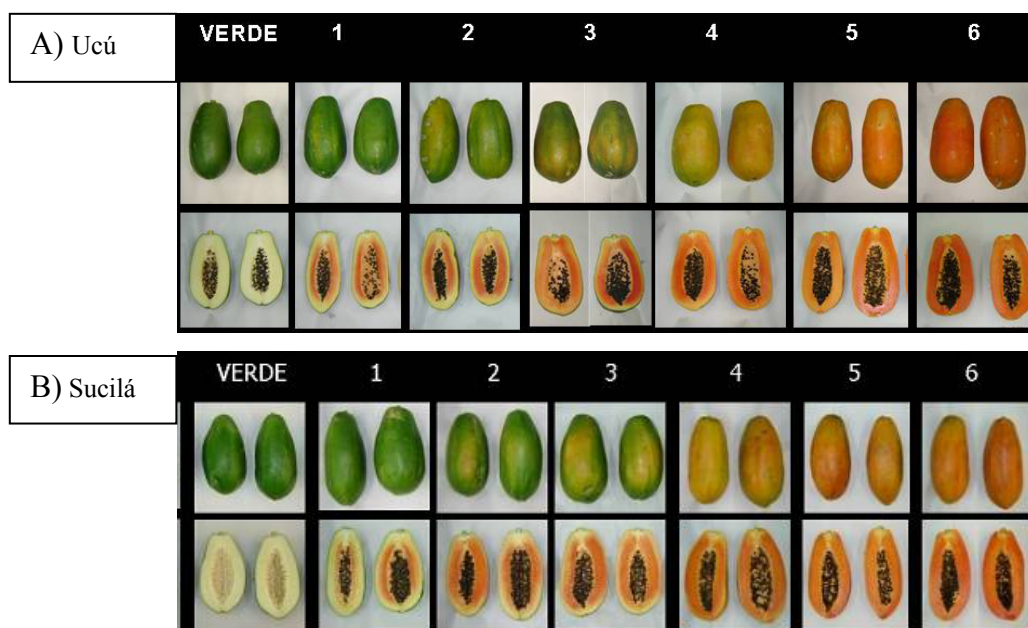


Figura 1. Estados de maduración de frutos de papaya Maradol

A) frutos procedentes de la localidad 1 (Ucú). B) frutos procedentes de la localidad 2 (Sucilá)

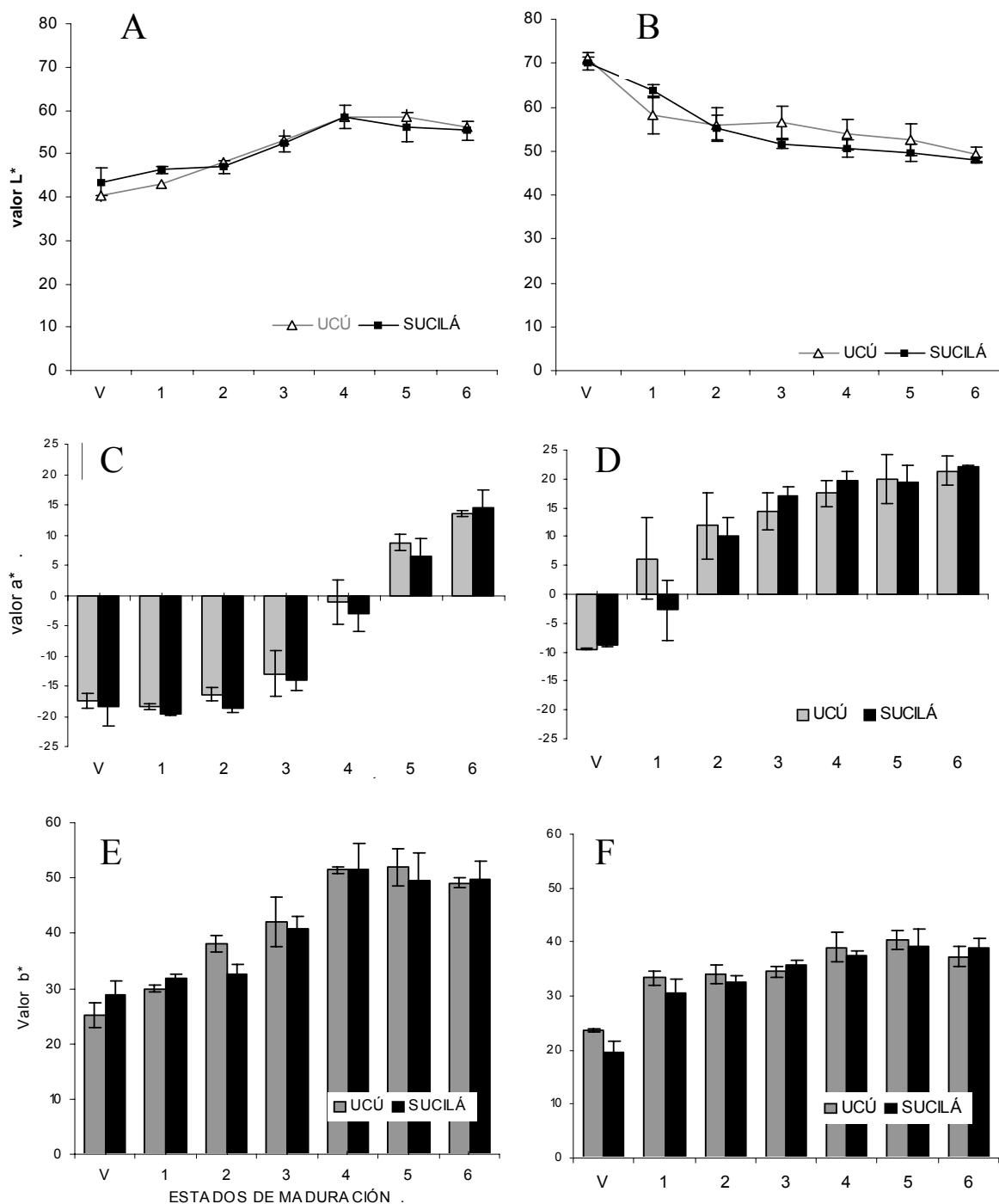


Figura 2.- Color de cáscara y pulpa en frutos de siete estados de maduración de papaya Maradol procedentes de dos localidades. A) valor L* de cáscara, B) valor L* de pulpa, C) valor a* de cáscara, D) valor a* de pulpa, E) valor b* de cáscara, F) valor b* de pulpa. Promedios de 4 frutos ± desv est.

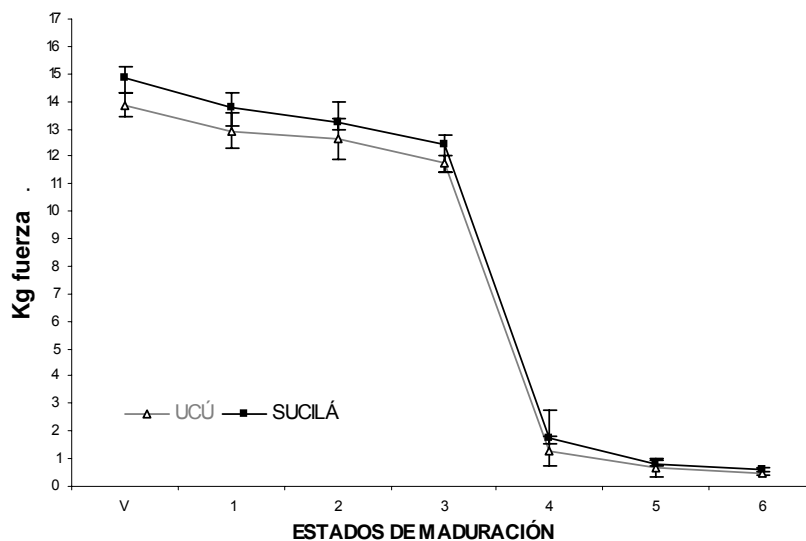


Figura 3. Firmeza de la pulpa de frutos de siete estados de maduración de papaya Maradol. Promedios de 4 frutos \pm desv. est.

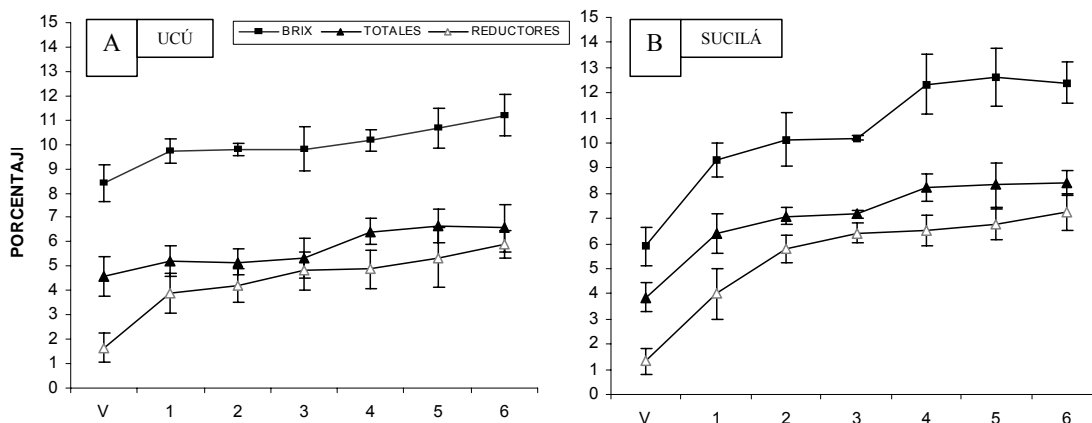


Figura 4. Contenido de sólidos solubles totales (Brix), azúcares totales y reductores en siete estados de maduración de frutos de papaya Maradol. A) frutos procedentes de la localidad 1 (Ucú) con uso de tecnología de producción intermedia. B) frutos procedentes de la localidad 2 (Sucilá) con uso de tecnología de producción alta. Promedios de 4 frutos \pm desv est.