

CALIDAD Y TOLERANCIA EN FRUTOS DE PAPAYA (*Carica papaya* L.) A LA INOCULACIÓN DEL HONGO *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., EN POSTCOSECHA

M. Acosta Ramos¹; D. Nieto-Ángel¹; J.L. Domínguez-Álvarez²; F. Delgadillo-Sánchez³

¹Instituto de Fitosanidad. Colegio de Postgraduados. C.P. 56230. Montecillo Edo. de México. México. leomar@colpos.colpos.mx.

²Centros Regionales Universidad Autónoma Chapingo. C.P. 56230. Chapingo Edo. de México. México.

³INIFAP, Celaya, Guanajuato. México.

RESUMEN

La tolerancia a la antracnosis *Colletotrichum gloeosporioides* fue medida mediante la evaluación de la calidad en fruto de papaya tipo Cera, cv. Maradol y cv. Sunset, con y sin inóculo, durante su almacenamiento postcosecha a 18 ± 30 °C. Para lo cual se determinaron algunas variables bioquímicas y/o biofísicas, además del diámetro de la lesión (patológica); encontrándose que el hongo no influyó en las pérdidas fisiológicas de peso, firmeza, ácido málico, ácido ascórbico, sólidos solubles totales, ni en cambios de color. Sin embargo, afectó la apariencia de la cáscara y pulpa de los frutos, siendo la papaya más tolerante a *C. gloeosporioides* el cv. Maradol, la cual mostró la mayor firmeza. En cuanto a calidad, el cv. Sunset fue la mejor, por su mayor contenido de ácido ascórbico, sólidos solubles totales, mejor color de la cáscara y pulpa.

PALABRAS CLAVE: Antracnosis, maduración, almacenamiento, calidad, patógeno.

QUALITY AND TOLERANCE IN PAPAYA FRUITS (*Carica papaya* L.) TO THE INOCULATION OF THE FUNGUS *Colletotrichum gloeosporioides* Penz., IN POSTHARVEST

SUMMARY

Tolerance to anthracnose (*Colletotrichum gloeosporioides*) was measured by evaluating quality in Cera type, cv. Maradol and cv. Sunset papaya fruit, inoculated or not, during postharvest storage at 18 ± 3 °C. Biochemical and/or biophysical variables were determined, and pathological lesion diameter was measured. It was found that the pathogen does not influence weight loss, firmness, malic acid, ascorbic acid, total soluble solids, or color changes. However, it does affect the appearance of the fruits' peel and flesh. The cultivar most tolerant to *C. gloeosporioides* was cv. Maradol, which showed more firmness. The cultivar judged to have the highest quality was cv. Sunset, having a higher content of ascorbic acid and total soluble solids and better peel and flesh color.

KEY WORDS: Anthracnose, maturation, storage, quality, pathogen.

INTRODUCCIÓN

El productor principal de papaya en el mundo en 1998 fue Brasil con una producción de 1,762,500 t, mientras que México se situó como el cuarto mayor productor con 497,130 t en 1999, aportando el 10.3 % de la producción mundial. El principal país exportador de papaya en el mundo en 1999, fue México con un volumen de 47,618 t, por tanto, contribuyó con el 41.5 % de las exportaciones (FAO, 1999). Por otra parte, los frutos de papaya presentan diversos problemas fitosanitarios tales como plagas y enfermedades virales y fungosas de gran importancia mundial. Dentro de estas últimas se señala a la antracnosis como la principal limitante fitopatológica de los frutos de papaya en postcosecha a nivel mundial, causando pérdidas del 40 al

100 % (Arias, 1992). En México, la principal limitante fitopatológica en postcosecha es la antracnosis causada por el hongo *Colletotrichum gloeosporioides*, el cual causa los síntomas conocidos como antracnosis, mancha chocolate (café), pelado y pudrición basal del fruto (Gutiérrez, 1995). Por lo anterior es de gran importancia caracterizar los frutos de papaya tipo Cera, cv. Maradol y cv. Sunset que se cultivan en México con la finalidad de determinar la tolerancia que tienen al ataque de *C. gloeosporioides* y el efecto que causa en la calidad de los frutos de papaya.

Con base en lo anterior, la presente investigación tuvo como objetivos: determinar la calidad en frutos de papaya tipo Cera, cv. Maradol y cv. Sunset; evaluar la tolerancia

de los frutos de papaya tipo Cera, cv. Maradol y cv. Sunset al ataque de *C. gloeosporioides*; y determinar el efecto de *C. gloeosporioides* en la calidad de los frutos inoculados.

MATERIAL Y MÉTODOS

Frutos de papaya tipo Cera, cv. Maradol y cv. Sunset se colectaron de huertos del estado de Veracruz, México, en octubre de 1996. Los frutos se cosecharon en madurez fisiológica y se seleccionaron por tamaño y pesos similares. Estos se trasladaron al Laboratorio de Fisiología y Tecnología Postcosecha del Departamento de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Autónoma Chapingo en donde se llevó a cabo el experimento.

Modelo estadístico

Se usó un arreglo factorial 3 x 2 en un diseño experimental completamente al azar balanceado. La unidad experimental fue un fruto, con tres repeticiones, el período de almacenamiento postcosecha fue de 14 días, durante el cual se llevaron acabo seis evaluaciones de las siguientes variables: sólidos solubles totales, acidez titulable (ácido málico), ácido ascórbico, firmeza, color, pérdida de peso y diámetro de la lesión; esta variable permitió evaluar la tolerancia del ataque de *C. gloeosporioides*. Las mediciones se realizaron cada tres días hasta el día 14.

Obtención del inóculo

El hongo *C. gloeosporioides* se aisló de frutos de papaya con el síntoma característico de antracnosis (círculos concéntricos y mancha chocolate) en cajas Petri con papa dextrosa agar (PDA), se purificaron los aislamientos y se identificaron como el hongo *C. gloeosporioides*. Se realizaron cultivos monoconidiales con la finalidad de obtener inóculo puro, después se incrementó para ser usado experimentalmente.

Método de inoculación

Los frutos de papaya se lavaron con agua de la llave, posteriormente se colocaron en una solución de hipoclorito de sodio al 1.5 % durante dos minutos para desinfectarlos superficialmente, después se enjuagaron con agua destilada y se secaron cuidadosamente con papel estéril, quedando listos para la inoculación. Ésta se realizó por el método de inoculación por contacto directo, inoculándose a 54 frutos de papaya (18 de tipo Cera, 18 del cv. Maradol y 18 del cv. Sunset), con el propósito de evaluar su tolerancia a *C. gloeosporioides*. A cada uno de los frutos se les realizó cinco perforaciones entre el exocarpio y mesocarpio, con la ayuda de un sacabocados, a una profundidad de 0.5 cm, posteriormente se transfirió directamente el inóculo (rodajas) de los medios de cultivo que llenaron las cajas Petri de micelio y que presentaron la formación de acérvulos, a las perforaciones de los frutos

sanos. Los frutos se almacenaron a 18 ± 3 °C, por 14 días en seis tratamientos diferentes como se indica en el Cuadro 1.

CUADRO 1. Tratamientos diferentes para evaluar el efecto del patógeno en la calidad de los frutos de papaya.

Tipo o cultivar	Frutos	Periodo de Evaluación en días (Número de frutos)						Total de Frutos
		1	4	7	10	13	14	
Tipo Cera	Sanos	3	3	3	3	3	3	18
	Inoculados	3	3	3	3	3	3	18
cv. Maradol	Sanos	3	3	3	3	3	3	18
	Inoculados	3	3	3	3	3	3	18
cv. Sunset	Sanos	3	3	3	3	3	3	18
	Inoculados	3	3	3	3	3	3	18

Variables evaluadas

Pérdidas fisiológicas de peso: Se pesaron frutos en una balanza con capacidad de 2.5 kg, se obtuvo un peso inicial y después se continuó pesando los frutos cada tres días, hasta obtener un peso final y por diferencia se obtuvo el porcentaje de pérdida; los resultados se expresaron en porcentaje de pérdida de peso.

Firmezas: Se determinó por el método de penetrometría, usando un texturómetro universal ASTM. La evaluación consistió en determinar la distancia de penetración de un puntal cónico de 7/16 pulgadas de diámetro, con peso conocido (311.1 g) y en un tiempo determinado (5 s), en la pulpa. Para la evaluación de esta variable, previamente se eliminó la cáscara (exocarpio) del fruto y se llevó a cabo en la parte ecuatorial central de la papaya (en ambos lados). Los resultados se expresaron en kilogramos por centímetros de penetración.

Ácido ascórbico (vitamina C), acidez titulable (ácido málico) y sólidos solubles totales o grados brix (°Bx): Se determinaron por medio de la técnica oficial de la AOAC (1980). El ácido ascórbico se determinó por el método de espectrofotometría, la concentración de ácido ascórbico se expresó en miligramos por 100 g de pulpa. La acidez se evaluó con la técnica de titulación con hidróxido de sodio al 0.01 N y los resultados se expresaron en porcentaje de ácido málico por 100 g de pulpa y los sólidos solubles totales se determinaron con un refractómetro manual con escala del 0 al 30, los datos se expresaron en grados brix (°Bx).

Cambios de color: Se evaluaron por medio del colorímetro Hunter Lab, el cual indica el cambio de color por tres valores que son: L, a y b. Para medir los cambios en color se calculó la relación b/a, obteniendo el ángulo de tono (are tan b/a) (Little, 1976).

Tolerancia: Para conocer la tolerancia de los frutos de papaya al ataque de *C. gloeosporioides* se midió el diámetro de la lesión (inoculaciones; desarrollo del patógeno), con un vernier, así como el efecto del hongo en la calidad de la fruta; incremento o decremento significativo de las siguientes variables: sólidos solubles totales, acidez titulable (ácido málico) y ácido ascórbico, firmeza, color, pérdida de peso.

Análisis de resultados

Se evaluaron las diferencias en calidad entre los frutos de papaya tipo Cera, cv. Maradol y cv. Sunset, y la tolerancia al ataque de *C. gloeosporioides*, así como el efecto de dicho patógeno en la calidad de los frutos a través de un análisis de varianza (ANOVA) y una comparación de medias por Tukey ($P \leq 0.05$). El análisis estadístico se realizó mediante el apoyo del paquete estadístico SAS (Statistical Analysis System).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Pérdidas fisiológicas de peso

Las pérdidas de peso en los frutos de papaya tipo Cera, cv. Maradol y cv. Sunset se incrementaron durante el almacenamiento postcosecha (Cuadro 2). Este incremento se debe a la pérdida de agua de los frutos, que depende tanto de la actividad fisiológica de los frutos como de factores externos, particularmente la temperatura y la humedad relativa (Gorini, 1989; Lassoudiere, 1969). Por otro lado, se encontró que en los primeros siete días de almacenamiento postcosecha, la papaya cv. Maradol registró las mayores pérdidas de peso significativas, respecto al cv. Sunset y al tipo Cera. Esta última presentó las menores pérdidas de peso durante los primeros 10 días de almacenamiento, respecto al cv. Maradol, lo anterior quizá se deba a la cantidad de ceras epicuticulares, las cuales evitan el fenómeno anterior. A los siete días de almacenamiento postcosecha, la papaya tipo Cera y el cv. Sunset, presentaron pérdidas de peso, similares a la mencionada por Gorini (1989), que fueron del 6 %. A partir de los 10 a los 14 días, los cultivares Sunset y Maradol mostraron estadísticamente similares pérdidas de peso (Cuadro 2).

CUADRO 2. Pérdidas fisiológicas de peso en frutos de papaya, durante su almacenamiento a 18 °C.

Papaya	Días de almacenamiento Pérdida de peso (%)					
	1	4	7	10	13	14
Tipo Cera	-----	2.7 b ²	6.2 b	11.9 b	15.2 a	19.7 b
cv. Maradol	-----	3.6 a	8.4 a	14.4 a	17.3 a	21.5 ba
cv. Sunset	-----	1.6 c	5.8 b	13.3 ba	18.5 a	23.8 a

²Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

Firmeza

La firmeza de los frutos de papaya tipo Cera, cv. Maradol y cv. Sunset se fue reduciendo a medida que se prolongó el tiempo de almacenamiento, afectándose su calidad (apariencia) de los frutos y por tanto, se redujo la consistencia de la pulpa. La reducción de la firmeza se debe a la pérdida de sustancias pécticas y por los cambios hidrolíticos de la protopectina (Kertesz, 1951).

A partir de los cuatro días, hasta el final del almacenamiento (14 días) postcosecha, la papaya cv. Maradol mostró la menor pérdida de firmeza y fue diferente ($P \leq 0.05$) al cv. Sunset y al tipo Cera, las cuales mostraron una pérdida de firmeza mayor. Lo anterior quizá se deba a que el cv. Maradol posee una cáscara de espesor mayor (Cuadro 3).

CUADRO 3. Firmeza en frutos de papaya, durante su almacenamiento a 18 °C.

Papaya	Días de almacenamiento (penetración en kg·cm ⁻¹)					
	1	4	7	10	13	14
Tipo Cera	0.5 b ²	1.0 a	1.2 a	1.5 a	1.7 ba	2.1 a
cv. Maradol	0.6 a	0.6 b	1.0 a	1.2 b	1.4 b	1.5 b
cv. Sunset	0.4 c	0.5 b	1.3 a	1.5 a	1.8 a	2.1 a

²Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

Ácido ascórbico o vitamina C

El ácido ascórbico se redujo al prolongarse la vida postcosecha de los frutos de papaya tipo Cera, y de los cvs. Maradol y Sunset. La reducción puede ser atribuida a los daños físicos, a las altas temperaturas durante el día y a la baja humedad relativa que existió en el medio ambiente (Cuadro 4). Durante el almacenamiento postcosecha, el cv. Sunset presentó las mayores concentraciones de ácido ascórbico, las cuales fueron siempre diferentes a la tipo Cera y al cv. Maradol. Lo anterior, posiblemente sea característico del cv. Sunset. En el primer día de almacenamiento postcosecha; la concentración de ácido ascórbico del cv. Sunset se asemejó a la mencionada por Bayers et al. (1979); citado por Acosta (1997), obtenida en un estudio realizado en Sudáfrica, que fue de 89.6 mg por 100 g de pulpa. Mientras que en el cv. Maradol, fue similar a la reportada por Wenkam and Miller (1965); citado por Acosta (1997), en Hawai, que fue de 84 mg y la del tipo Cera coincidió con la que mencionó Munsell (1950); tomado de Acosta (1997), obtenida de un estudio realizado en Costa Rica, dicha concentración fue de 71.3 mg (Cuadro 4). A los siete días, la concentración de ácido ascórbico del cv. Maradol, coincidió con la reportada por Arriola et al. (1980). A los 10 días, la concentración de ácido ascórbico del cv. Maradol fue similar a la mencionada por Méndez y Rivas (1980), en donde dicha concentración fue de 36.1 mg. En

los días 10 y 13, los cvs. Sunset y Maradol, así como el tipo Cera presentaron la misma tendencia que en los días anteriores.

CUADRO 4. Pérdidas de ácido ascórbico, en frutos de papaya, durante su almacenamiento postcosecha a 18 °C

Papaya	Días de almacenamiento Ácido ascórbico (mg·100 g ⁻¹ de pulpa)				
	1	4	7	10	13
Tipo Cera	71.5 c ²	60.6 c	39.6 c	26.5 b	13.8 b
cv. Maradol	82.5 b	70.8 b	55.1 b	34.7 a	15.8 b
cv. Sunset	88.0 a	78.5 a	64.8 a	40.5 a	25.9 a

² Valores con la misma letra dentro de columna(s) son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una P≤0.05

Acidez titulable (Ácido málico)

El ácido málico se incrementó durante el almacenamiento postcosecha en los cvs. Maradol y Sunset, así como en el tipo Cera (Cuadro 5). El comportamiento en la disminución e incremento del ácido málico en frutos de papaya es contrario al encontrado en otros frutos, como el mango; en los que se reduce ya que son usados como sustrato en la actividad respiratoria de los frutos durante su almacenamiento (Ruiz y Guadarrama, 1992). Mientras que el incremento del ácido málico puede ser una característica de los frutos de papaya o posiblemente por la acción de bacterias lácticas u hongos.

Durante los primeros siete días de almacenamiento postcosecha, el ácido málico del cv. Sunset fue menor, respecto al cv. Maradol y al tipo Cera. Lo anterior, quizá sea una característica del cv. Sunset y por su alta concentración de sólidos solubles totales. A los siete días de almacenamiento, el ácido málico se redujo. Lo anterior nos indicó que los frutos adquirieron su madurez de consumo en dicha evaluación, ya que los ácidos disminuyen cuando los frutos de papaya alcanzan su madurez de consumo. A partir de esta fecha y hasta el final del almacenamiento, el ácido málico se incrementó, aunque sin diferencias entre los cvs. Maradol y Sunset, y el tipo Cera (Cuadro 5).

CUADRO 5. Ácido málico en frutos de papaya, durante su almacenamiento postcosecha a 18 °C.

Papaya	Días de almacenamiento Ácido málico (%)					
	1	4	7	10	13	14
Tipo Cera	1.1 a ²	0.37 a	0.6 a	0.9 a	1.3 a	2.2 a
cv. Maradol	1.3 a	0.6 ba	0.5 b	0.8 a	0.9 a	1.2 a
cv. Sunset	0.5 b	0.5 b	0.4 c	0.8 a	1.7 a	2.4 a

² Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una P≤0.05.

El romerillo...

Sólidos solubles totales o rados brix (°Bx)

En los 10 primeros días de almacenamiento postcosecha, la tendencia de los sólidos solubles totales de los cvs. Maradol y Sunset y del tipo Cera fue la de incrementarse, tal como ha sido mencionado por Selvaraj *et al.* (1982) y por Orr (1953). Este último reportó que el incremento de los azúcares se debe a la hidrólisis de los polisacáridos. La reducción en los días 13 y 14, se debe a que los frutos entraron en senescencia (Cuadro 6). Los frutos de papaya adquirieron su madurez de consumo entre los siete y 10 de almacenamiento, ya que en estas evaluaciones los frutos de papaya registraron las concentraciones de sólidos solubles totales más altas.

El cv. Sunset fue la que presentó las mayores concentraciones de sólidos solubles totales durante su almacenamiento postcosecha y fueron diferentes a las del cv. Maradol y tipo Cera. La concentración de sólidos solubles totales del cv. Sunset obtenida en la evaluación uno, es la concentración mínima requerida por las normas hawaianas (Cuadro 6). La concentración del cv. Maradol y del tipo Cera se asemejó con la reportada por Miranda (1982), que fue de 7.7 y 6.6 °Brix, respectivamente. Los sólidos solubles totales del tipo Cera del día 10, fueron similares a los citados por Mandujano (1993), ya que él mencionó que los sólidos solubles totales de la papaya tipo Cera fluctúan entre 9 y 10 °Brix.

El análisis estadístico, situó al cv. Sunset, como la papaya más dulce (con mayor concentración de sólidos solubles totales), siguiéndole el cv. Maradol y al último el tipo Cera (Cuadro 6).

CUADRO 6. Sólidos solubles totales en frutos de papaya, durante su almacenamiento postcosecha a 18 °C.

Papaya	Días de almacenamiento Grados brix (°BX)					
	1	4	7	10	13	14
Tipo Cera	6.3 b ²	8.5 b	8.7 b	9.6 b	8.3 b	8.6 b
cv. Maradol	7.4 b	8.4 b	8.9 b	9.9 b	8.5 b	9.1 b
cv. Sunset	11.5 a	11.4 a	12.3 a	11.7 a	12.3 a	11.8 a

² Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una P≤0.05

Cambios de color

Ángulo de tono de la cáscara: Los ángulos de tono se situaron en dos cuadrantes; el primero, en el tono verde amarillo para los ángulos mayores de 90 °, pero menores de 180 °, y el segundo, en el tono amarillo rojo para los ángulos de 0 a 90 °. Los ángulos de tono de los cvs. Maradol y Sunset, y del tipo Cera tendieron a disminuir durante el proceso de maduración y senescencia de los frutos, tal

como ha sido mencionado por Cano *et al.* (1993). Al inicio del experimento, los ángulos de tono se situaron en el cuadrante verde amarillo, donde los resultados tendieron más al tono verde, a partir del día cuatro, todos los ángulos tendieron a situarse en el cuadrante amarillo rojo. Lo anterior indicó que a medida que avanzó el tiempo de almacenamiento, el color verde desapareció, mientras que los colores amarillo y rojo fueron cada vez más intensos. Al final del almacenamiento, la tonalidad de la cáscara del cv. Sunset fue de color anaranjado tenue, en cambio la tonalidad de la papaya tipo Cera fue de color anaranjado intenso y el del cv. Maradol tendió más al tono rojo, por tanto se redujo la calidad, debido a una apariencia no atractiva. Los mayores ángulos de tono de la cáscara, durante el almacenamiento postcosecha, los presentó el cv. Sunset, aunque no se encontraron diferencias entre los frutos de papaya analizados (Cuadro 7).

CUADRO 7. Ángulo de tono de la cáscara en frutos de papaya, durante su almacenamiento postcosecha a 18 °C.

Papaya	Días de almacenamiento Ángulo de tono (grados°)					
	1	4	7	10	13	14
Tipo Cera	153.5 b ²	75.3 a	66.8 a	69.1 a	51.0 a	44.4 ba
cv. Maradol	172.5 a	76.5 a	65.3 a	64.3 a	52.6 a	41.6 b
cv. Sunset	176.2 a	82.5 a	68.9 a	67.3 a	57.7 a	52.1 a

² Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$

³ El ángulo de tono, se calculó con la relación b/a, obteniéndose de la fórmula siguiente: $\arctan b/a$.

Ángulo de tono de la pulpa: Durante el almacenamiento postcosecha, los ángulos de tono de la pulpa de los frutos de papaya, se situaron en el segundo cuadrante (color rojo - amarillo). También se observó que los ángulos de tono disminuyeron durante los primeros siete días; dicho comportamiento fue observado en papayas del cv. Sunset por Cano *et al.* (1993). Los ángulos de los días 13 y 14, se asemejan a los indicados por Cano *et al.* (1993). Al final del almacenamiento postcosecha, el cv. Sunset presentó una tonalidad de color anaranjado característico de dicho cultivar; sin embargo el cv. Maradol tendió más al rojo, la cual fue diferente al cv. Sunset y al tipo Cera. También se observó que el tono de la pulpa de los tres cultivares tendió más al color amarillo, pero en el día siete, dichos tonos tendieron al color rojo, lo que nos hace suponer que los frutos alcanzaron su madurez de consumo óptima en dicho día, para después incrementarse, y que quizás fue por que los frutos entraban a la senescencia (Cuadro 8).

Lo anterior también se puede correlacionar con la reducción del ácido mélico en la misma fecha de evaluación,

aunque cabe la posibilidad de que en esa evaluación el equipo se haya calibrado mal.

CUADRO 8. Ángulo de tono de la pulpa, en frutos de papaya, durante su almacenamiento postcosecha a 18 °C.

Papaya	Días de almacenamiento Ángulo de tono (grados°)					
	1	4	7	10	13	14
Tipo Cera	48.7 a ²	47.6 a	40.7 a	47.1 a	47.2 a	47.7 a
cv. Maradol	39.1 b	43.7 a	35.2 a	42.9 a	31.6 b	32.8 b
cv. Sunset	47.2 a	46.9 a	41.5 a	49.2 a	45.4 a	48.6 a

² Valores con la misma letra dentro de columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$.

³ El ángulo de tono, se calculó con la relación b/a, obteniéndose de la fórmula siguiente: $\arctan b/a$.

Tolerancia de los frutos de papaya a *C. gloeosporioides*

La enfermedad (antracnosis) medida a través del diámetro de la lesión se manifestó a partir de los dos y tres días después de la inoculación, sin embargo, fue más evidente hasta los siete días y después se incrementó, al prolongarse el periodo de almacenamiento. En la primera semana de almacenamiento no hubo diferencias significativas entre los frutos de papaya tipo Cera, cv. Maradol y cv. Sunset, pero después de los 10 a los 14 días de almacenamiento postcosecha, el cv. Maradol fue la más tolerante a la antracnosis (*C. gloeosporioides*), respecto al tipo Cera y al cv. Sunset, ésta última fue la más susceptible a *C. gloeosporioides* (Cuadro 9). Lo anterior se puede atribuir a que el cv. Maradol posee una cáscara más gruesa, por lo que es más firmeza, así mismo contiene mayor acidez y quizá por eso no es tan atractiva o vulnerable a *C. gloeosporioides*, como es el caso del cv. Sunset, la cual es más dulce (mayor concentración de sólidos solubles totales), de menor consistencia (firmeza) y menos ácida (ácido málico).

CUADRO 9. Diámetro de la lesión en frutos de papaya, durante su almacenamiento postcosecha a 18 °C.

Papaya	Días de almacenamiento Diámetro de la lesión (cm)					
	1	4	7	10	13	14
Tipo Cera	0.8 a ²	0.8 a	1.2 a	2.1 a	2.7 a	2.9 a
CV. Maradol	0.8 a	0.8 a	1.1 a	1.4 b	1.5 b	1.8 b
CV. Sunset	0.8 a	0.8 a	1.3 a	2.2 a	2.8 b	3.2 a

² Valores con la misma letra dentro de Columnas son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a una $P \leq 0.05$

Efecto del hongo en la calidad de los frutos de papaya.

El hongo no tuvo efecto en el incremento de las pérdidas de peso, en la reducción de la firmeza, en las pérdidas del ácido ascórbico, en la reducción e incremento del ácido mélico, ni en los sólidos solubles totales. Así mismo no afectó las variables de color, sin embargo, dañó la apariencia externa e interna de los frutos de papaya evaluados (datos no mostrados). El hecho de que la antracnosis no haya afectado las variables de calidad, se debe a que las muestras usadas para el análisis de estas variables no fueron representativas de la lesión del hongo, por lo que, el efecto se perdió.

CONCLUSIÓN

Al prolongarse el periodo de almacenamiento postcosecha se incrementaron las pérdidas fisiológicas de peso, la firmeza, el ácido mélico, los sólidos solubles totales. Mientras que el ácido ascórbico y los ángulos de tono de la cáscara y pulpa disminuyeron. En cuanto a calidad, el cv. Sunset fue la mejor, por su mayor contenido de ácido ascórbico, sólidos solubles totales y mejor color de la cáscara y pulpa. El hongo no influyó en las pérdidas fisiológicas de peso, firmeza, ácido ascórbico, ácido mélico, sólidos solubles totales, ni en los cambios de color. Sin embargo, afectó la apariencia de la cáscara y pulpa de los frutos, siendo la papaya más tolerante a *C. gloeosporioides* el cv. Maradol, la cual mostró la mayor firmeza, las mayores pérdidas fisiológicas de peso. La papaya tipo Cera presentó los valores más altos de ácido mélico.

LITERATURA CITADA

- ACOSTA R., M. 1997. Calidad de tres cultivares de papaya (*Carica papaya* L.) Cera, Maradol y Sunset, y la susceptibilidad a la antracnosis (*Colletotrichum gloeosporioides* Penz.) en postcosecha. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ingeniería Agroindustrial. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. p. 22.
- AOAC (Association of Official Analytical Chemistry). 1980. Oficial methods of analysis. William Horwitz (Ed.). 13th edition. Washington D.C., USA. 1023 p.
- ARIAS, C. 1992. Programa de pérdidas de postcosecha de frutas en los países menos desarrollados de la FAO. Organización de

Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación. Roma, Italia. 183 p.

- ARRIOLA M., C.; CALZADA J., F.; MENCHU J., F.; ROLZ, C.; GARCÍA, R. 1980. Papaya, pp. 11-12. In: Tropical and Sub-Tropical Fruits. Nagy, 5. and Shaw, P.E. (eds.) AVI Publishing, Westport, Connecticut, USA.
- CANO, L.; LOZADA; FUSTER, C. 1993. Actividades enzimáticas de la peroxidasa y polifenoloxidasas en frutos de papaya. Cambios durante la maduración y procesado. Instituto del Frío. Madrid, España. pp. 696-701.
- FAO. 1999. Anuario de producción y exportación de papaya. Italia. Ed. FAO. 409 p.
- GORINI, F. 1989. La salvaguardia della qualità dopo la raccolta. Frutticoltura 7: 7-12.
- GUTIÉRREZ A., J. G. 1995. Diagnóstico y Evaluación de Enfermedades Fungosas del Fruto de Papaya en Pre y Postcosecha. Tesis de Licenciatura, Departamento de Parasitología Agrícola, Universidad Autónoma Chapingo, Chapingo, México. 78 p.
- KERTESZ, Z. I. 1951. The pectic substances. Interscience. New York, USA. 620 p.
- LAUSSODIERE, A. 1969. The papaya crop packaging for shipment, changes in products for export. Fruits 24(11-12): 491-502.
- LITTLE, A.C. 1976. Physical measurements as predictor of visual appearance. Food Tech. 30(10): 76-82.
- MANDUJANO B., R.A. 1993. El Papayo. Ed. Agrofrut. Agronomic Fruticole S.A. de C.V. Xalapa, Veracruz. México. 37 p.
- MÉNDEZ L., M.C.; RIVAS V.M. 1980. Caracterización y Comparación de dos tipos locales mexicanos de papaya (Cera y Mamey) con dos variedades Cubanas (Maradol amarilla y Maradol Roja). Tesis de la Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México, D.F., México. 66 p.
- MIRANDA N., H. 1982. Determinación del índice de cosecha de dos tipos mexicanos de papaya (Cera y Mamey) y de dos variedades cubanas (Maradol Roja y Maradol su utilización en postcosecha. Tesis de la Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México. D.F., México. 64 p.
- ORR, K.J.; DENNING, H.; MILLER, C.D. 1953. The sugar and ascorbic acid content of papaya in relation to fruit quality. Food Res. 18: 532.
- RUIZ, M.; GUADARRAMA, A. 1992. Comportamiento postcosecha del mango (*Mangifera indica* L.) tipo Bocado durante maduración controlada. Rev. Fac. Agron. 18: 79-93.
- SELVARAJ, Y.D.; PAL, D.K.; SUBRAMANYAM, M.D.; LAYER, C.P. 1982. Changes in the chemical composition of four cultivars of papaya (*Carica papaya* L.) during growth and development. J. Hort. Sci. 3: 57-135.