

**REFRIGERACIÓN DE FRUTOS DE ZAPOTE MAMEY [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn] COSECHADOS EN DIFERENTES FECHAS EN TABASCO, MÉXICO**

**REFRIGERATION OF SAPOTE MAMEY [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn] FRUITS HARVESTED ON DIFFERENT DATES IN TABASCO, MÉXICO**

Arturo Martínez Morales<sup>1</sup>, Irán Alia Tejagal<sup>2\*</sup>  
y Ma. Teresa Colinas León<sup>3</sup>

<sup>1</sup>División Académica de Ciencias Agropecuarias, Universidad Juárez Autónoma de Tabasco, Carr. Villahermosa-Teapa km. 25. <sup>2</sup>Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad Núm. 1001. 62209, Chamilpa, Cuernavaca, Morelos. <sup>3</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo, km. 38.5, Carr. México-Texcoco. 56230, Chapingo, Estado de México.

\*Autor para correspondencia (ijac96@yahoo.com.mx)

**RESUMEN**

En Jalpa de Méndez, Tabasco, se cosecharon frutos de zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn] en madurez fisiológica, en cuatro fechas (15 y 22 de abril, 5 y 12 de mayo de 2004), para determinar su comportamiento poscosecha después de almacenarlos a 12 °C y 95 % HR, por 14, 21, 28 y 35 d; adicionalmente, en cada fecha se mantuvo un grupo de frutos a temperatura ambiente (30 ± 2 °C), el cual se utilizó como testigo. En condiciones de laboratorio se midió: días a madurez comercial, velocidad de respiración, producción de etileno, concentración de azúcares totales y color de la pulpa (ángulo matiz). Los frutos testigo maduraron a los 4 ó 5.6 d después de cosechados; los frutos almacenados a 12 °C por 14 y hasta 35 d maduraron 4 ó 1 d después de salir del almacenamiento. La maduración de frutos cosechados después del 15 de abril fue 1 ó 2 d más rápida. En las primeras dos cosechas se registró un patrón climatérico, con máximos de producción de CO<sub>2</sub> entre 219 y 365 mL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> y de etileno entre 161 y 503 µL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>; en las dos últimas fechas de cosecha sólo se detectó la fase postclimaterica. Los azúcares totales incrementaron su concentración 3 ó 5 veces durante la maduración, y en esta variable no hubo efecto de la fecha de cosecha. El ángulo matiz del color fue superior en los frutos cosechados en abril, con valores entre 73.3 y 80.6, que los cosechados en mayo cuyos valores fueron de 61.2 a 71.6. El almacenamiento a 12 °C no causó daños por frío y permitió incrementar la vida poscosecha por más de 28 d. El comportamiento poscosecha difirió entre fechas de cosecha.

**Palabras clave:** *Pouteria sapota*, refrigeración, respiración, etileno, azúcares, color.

**SUMMARY**

Sapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H.E. Moore & Stearn] fruits at physiological maturity were harvested in Jalpa de Méndez, Tabasco, at different dates (15, 22 April, 5, 12 May), in order to study their postharvest behavior after storage at 12 °C, and 95 % RH, for 14, 21, 28 and 35 d; additionally, in each harvest date a group of fruits was maintained at ambient temperature (30 ± 2 °C) as control. Variables considered were: days to ripening, respiration and ethylene production, total sugar concentration, pulp color (hue angle), which were measured at ambient temperature. Control fruits ripened 4 or 5.6 d after harvest, while fruits stored at 12 °C between 14 and 35 d ripened 4 or 1 d after the storage period; the fruits harvested after April 15 ripened 1 or 2 d earlier. Fruits from the two harvest dates showed a climacteric pattern with maximum values of 219 and 365 mL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> CO<sub>2</sub> and 161.5 and 503 µL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> for ethylene. In the two last harvest dates only the postclimacteric phase was observed. Total sugars increased in concentration 3 to 5 times during ripening, and no effect of harvest date was observed. In fruits harvested in April, the hue angle values of color were higher, between 73.3 and 80.6, compared to fruits harvested in May which varied between 71.6 and 61.2. Storage at 12 °C did not induce chilling injury symptoms but allowed to increase postharvest life in more than 28 d. The postharvest behavior varied with harvest date.

**Index words:** *Pouteria sapota*, refrigeration, respiration, ethylene, sugars, color.

**INTRODUCCIÓN**

El zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn] es una especie nativa del sur de México, Guatemala, Belice, Norte de Honduras y hasta la costa del Atlántico en Nicaragua (Nava-Cruz y Ricker, 2004). En México hay establecidas 1284 ha, distribuidas en los estados de Yucatán, Chiapas, Guerrero, Michoacán, Tabasco, Veracruz y Morelos (SIACON, 2004). Su fruta se consume en fresco y debido a sus características organolépticas y nutricionales (Saucedo *et al.*, 2001), poseen alto potencial económico en muchas regiones y se considera una alternativa para diversificar la agricultura, el desarrollo agroindustrial y subproductos y la exportación (Arzudía *et al.*, 1995).

Su fruto es climatérico y después de cosechado madura entre 3.5 y 7 d, a temperaturas de 20 y 27 °C (Díaz *et al.*, 2000). Durante su maduración el fruto incrementa la producción de volátiles como etileno, CO<sub>2</sub>, etanol y acetaldehído, disminuye su firmeza y contenido de fenoles totales, aumenta la concentración de azúcares totales y las pérdidas de peso, e incrementa la actividad de enzimas oxidativas y el contenido de proteína (Alia *et al.*, 2005 a y b). Para alargar la vida poscosecha del fruto de mamey, se determinó que el almacenamiento a 10 °C por más de 14 d causa daños por frío mientras que a 15 °C no se detiene el proceso de maduración (Díaz *et al.*, 2000; Alia *et al.*, 2005 a, b). Lo anterior sugiere que la temperatura óptima de almacenamiento se ubica entre 10 y 15 °C.

Saucedo *et al.* (2001) hicieron notar el desconocimiento acerca del momento oportuno de cosecha del mamey. Los índices de madurez para este fruto son difíciles de definir porque al madurar el fruto muestra pocos cambios en su apariencia externa (Díaz *et al.*, 2000). Villanueva *et al.* (2000) sugirieron como índice de cosecha el color de la pulpa, el contenido de sólidos solubles y el contenido de azúcares totales, o cuando los frutos cumplan 400 d después de la floración; por su parte, Arenas *et al.* (2003) afirmaron que la maduración normal ocurre entre 383 y 423 d. Actualmente el índice de cosecha más utilizado para cosechar el mamey es cuando el tejido inmediatamente bajo la cáscara corchosa cambia de verde a rosa o naranja, y aunque esto causa un daño mecánico a la cáscara, no se afecta la calidad poscosecha (Ergun *et al.*, 2005).

En el Estado de Tabasco la cosecha de mamey se hace entre abril y mayo, época en la que representa una fuente importante de empleo temporal para la cosecha y comercialización. No obstante, la falta de manejo óptimo de la huerta y de tecnologías poscosecha ocasiona el rápido deterioro de los frutos, de modo que éstos llegan con baja calidad a los consumidores. Además, durante poscosecha el mamey presenta una pudrición en el pedúnculo del fruto causada por *Botryodiplodia theobromae* (Bautista-Baños *et al.*, 2002) y se ha reportado que el mejor control químico para este patógeno es con Tiabendazol® (Romero, 1993). En cítricos se ha determinado que la época de cosecha puede afectar el comportamiento poscosecha (Lafuente *et al.*, 2003), pero en mamey no se ha investigado el efecto de la época de cosecha y su respuesta al almacenamiento a bajas temperaturas.

En este trabajo se evaluó el comportamiento poscosecha de varias características de calidad en frutos de mamey cosechados en abril y mayo del 2004 en Tabasco, México, después de ser almacenados a 12 °C por periodos de 14 a 35 d.

## MATERIALES Y MÉTODOS

Durante el 2004 se cosecharon frutos de mamey en Jalpa de Méndez, Tabasco, en estado de madurez fisiológica, de acuerdo con el índice de cosecha que utilizan los productores, que se reconoce por el color naranja del mesocarpio al despegar una pequeña porción de la cáscara (Alia *et al.*, 2005a). Los frutos provenían de árboles criollos propagados por semilla, con un diámetro del tronco de 1.8 m. Se hicieron cuatro cosechas: 15 y 22 de abril, y 5 y 12 de mayo. Los frutos fueron transportados al Laboratorio de Fisiología Poscosecha del Instituto Tecnológico de Villahermosa, donde se acondicionaron durante 3 h a temperatura ambiente. Los frutos de cada fecha se dividieron en

ocho grupos de 17 frutos cada uno. A cuatro grupos se les aplicó un tratamiento de inmersión en una solución del fungicida con Tiabendazole® (4 g L<sup>-1</sup>) y a cuatro grupos no se les aplicó el fungicida, con el objetivo de observar algún efecto en la pudrición de pedúnculo; sin embargo, no se observó presencia de *Botryodiplodia theobromae* en el presente experimento. Ambos grupos se almacenaron a 12 °C y 95 % HR durante 14, 21, 28 ó 35 d. Un grupo adicional se colocó a temperatura ambiente (30 ± 2 °C y 80 % de HR) inmediatamente después de la cosecha, el cual sirvió como referencia.

Al salir de cada periodo de almacenamiento, en los frutos se midió la velocidad de respiración y producción de etileno así como los días hasta tener una textura suave (madurez de consumo); esta variable se midió diariamente hasta que los frutos alcanzaron el estado suave al tacto. Se evaluó también el ángulo matiz en la pulpa y el contenido de azúcares totales. La velocidad de respiración y la producción de etileno se evaluaron mediante el método estático, como lo describen Alia *et al.* (2005 a), en el que un fruto se coloca en un recipiente de volumen conocido y se mantiene cerrado herméticamente durante 1 h; después, con una jeringa se extraen 5 mL del espacio de cabeza, se guarda en un Vacuntainer y se almacena a -20 °C hasta su determinación. La cuantificación de CO<sub>2</sub> y etileno se hizo en 1 mL extraído del Vacuntainer, el cual se inyectó en un cromatógrafo de gases Hewlett Packard 5890 Serie II, equipado con una columna empacada de sílica fundida y fase estacionaria Poraplot Q, detectores de ionización de flama y de conductividad térmica. La temperatura fue de 80 °C en el horno, de 150 °C en el inyector y 150 °C en el detector. Se utilizó helio como gas de arrastre. La unidad experimental fue un fruto y el proceso se repitió cinco veces. En estos frutos también se evaluó el estado de madurez del fruto, mediante la determinación al tacto de tres estados de firmeza: duro, cambiante y suave. Con los resultados se obtuvo el promedio ponderado de los días requeridos para alcanzar el estado suave (Saucedo *et al.*, 2001).

El color de la pulpa se evaluó al salir del almacenamiento y 6 d después, en cada periodo de almacenamiento, tanto en frutos tratados con fungicida como en frutos sin tratar; la unidad experimental de esta variable fue un fruto con seis repeticiones. Esta variable se midió con un colorímetro (ColorTec-PCM®), el cual expresa las lecturas de luminosidad (L), a y b; con estos datos se calculó el ángulo matiz (AM), con la fórmula:  $AM = \tan^{-1} b/a$  (Díaz *et al.*, 2000).

Para la determinación de los azúcares totales se usaron dos frutos, cuya pulpa se homogenizó; del homogenizado se

tomó 1 g al que se adicionó alcohol 80 % y se llevó a ebullición por 5 min; posteriormente se tomó una alícuota de 1 mL la cual se evaporó y redisolvió en agua destilada, para determinar la concentración de azúcares totales por colorimetría, como describen Alia *et al.* (2005a). El diseño experimental fue uno completamente al azar, donde la unidad experimental fue un fruto con cinco repeticiones para las variables no destructivas, y seis repeticiones para las variables destructivas.

Los promedios de respiración y producción de etileno se graficaron, junto con su error estándar, con el programa SigmaPlot® (SigmaPlot, 2004). Las demás variables se procesaron mediante análisis de varianza y prueba de comparación de medias con la prueba de Tukey ( $P \leq 0.05$ ).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los frutos testigo alcanzaron la madurez de consumo entre 4.0 y 5.6 d después de la cosecha (Cuadro 1), lo que indica un periodo muy corto de vida en poscosecha; ello probablemente se debió a la alta temperatura del ambiente en que maduraron,  $30 \pm 2$  °C. Según Díaz *et al.* (2003), en mamey el número de días requerido para alcanzar la etapa de madurez de consumo disminuye rápidamente al subir la temperatura a más de 20 °C, de modo que a 25 y 28 °C los frutos maduran en 4 y 5 d respectivamente; sus resultados son similares a los del presente estudio. No hubo diferencias en días a maduración entre fechas de cosecha en los frutos utilizados como referencia (Cuadro 1).

Cuadro 1. Días después del almacenamiento en que los frutos de zapote mamey (almacenados a  $12 \pm 1$  °C) y cosechados en cuatro fechas, alcanzaron la madurez de consumo. Jalpa de Méndez, Tabasco. 2004.

Tratamiento	Almacenamiento (d)	Fecha de cosecha			
		15 de abril	22 de abril	5 de mayo	12 de mayo
Testigo	0	5.2 <sup>1</sup>	4.0	5.6	5.2
Sin fungicida	14	3.2	3.6	2.0	3.0
Sin fungicida	21	3.6	2.0	1.0	2.6
Sin fungicida	28	3.0	2.0	1.0	2.8
Sin fungicida	35	2.0	1.2	1.4	1.6
Con fungicida	14	4.4	3.4	2.0	3.0
Con fungicida	21	3.4	2.2	1.4	1.4
Con fungicida	28	3.0	2.2	1.0	2.4
Con fungicida	35	2.0	1.0	1.0	2.6

<sup>1</sup>Promedio ponderado de los días requeridos para alcanzar el estado suave, de acuerdo con la metodología de Saucedo *et al.* (2001).

En los frutos almacenados a 12 °C, al prolongar el tiempo de almacenamiento de 14 a 35 d se requirieron de 1 a 4 d para llegar a madurez del fruto, una vez transferidos a temperatura ambiente (Cuadro 1), ya sea tratados o no con fungicida. Al comparar los tiempos de maduración por fecha y periodo de almacenamiento, los frutos cosechados el 15 de abril maduraron 1 ó 2 d después que los frutos cosechados el 22 de abril y 5 de mayo; no así los frutos

colectados el 12 de mayo que maduraron en un periodo similar a la primera fecha de cosecha (Cuadro 1). Es decir, la cosecha después del 15 de abril acorta hasta en 2 d el periodo de la vida poscosecha a temperatura ambiente.

Los frutos testigo mostraron comportamiento climatérico en cualquier fecha de cosecha (Figuras 1 y 2). Las máximas velocidades de respiración ocurrieron 2 ó 3 d después de la cosecha, con valores de 219, 365, 274 y 269 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, para los frutos cosechados el 15, 22 de abril, 5 y 12 de mayo, respectivamente (Figura 1). La máxima producción de etileno fue 3 d después de la cosecha en los frutos testigo, y los valores máximos variaron entre 374 y 503 µL de etileno kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> para los frutos cosechados el 15, 22 de abril y 5 de mayo; los frutos cosechados el 12 de mayo mostraron el máximo incremento en etileno 4 d después de la cosecha, con un valor de 161 µL de etileno kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> (Figura 2).

Otros autores han reportado valores de respiración entre 83 y 180 mL CO<sub>2</sub> kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup>, y entre 170 y 258 µL kg<sup>-1</sup> h<sup>-1</sup> en producción de etileno (Villanueva *et al.*, 2000; Díaz *et al.*, 2000; Arenas *et al.*, 2003; Alia *et al.*, 2005a; Ergun *et al.*, 2005). Los valores del presente trabajo son superiores a los de otros autores, probablemente por la alta temperatura en que se realizó el experimento, ya que al elevarse la temperatura los cambios relacionados con la maduración se incrementan (Saucedo *et al.*, 2001). Otra posible causa pudiera ser el material vegetal utilizado.

La velocidad de respiración y la producción de etileno en los frutos tratados con fungicida fueron muy similares a los que no recibieron este tratamiento (Figuras 1 y 2). En todas las fechas de cosecha, al prolongar el almacenamiento los valores de CO<sub>2</sub> y etileno disminuían a valores similares a la fase postclimática de los frutos testigo. En las cosechas posteriores al 15 de abril se observaron valores menores que en la fase postclimática.

Durante la maduración la concentración de azúcares totales de los frutos testigo se incrementó entre 3 y 5 veces (Cuadro 2), con valores similares a los reportados por Alia *et al.* (2005 a). Los frutos almacenados a 12 °C por 14 ó 35 d incrementaron su concentración de azúcares durante el almacenamiento y después de salir. No se detectó diferencia por la aplicación del fungicida ( $P \leq 0.05$ ), ni se observó un efecto claro de la fecha de cosecha en la concentración de azúcares (Cuadro 2).

En los frutos testigo el ángulo matiz disminuyó de valor durante la maduración (Cuadro 3), lo que indica que el color de la pulpa cambió de colores amarillentos hacia el color rojo (Díaz *et al.*, 2000). Los valores encontrados en

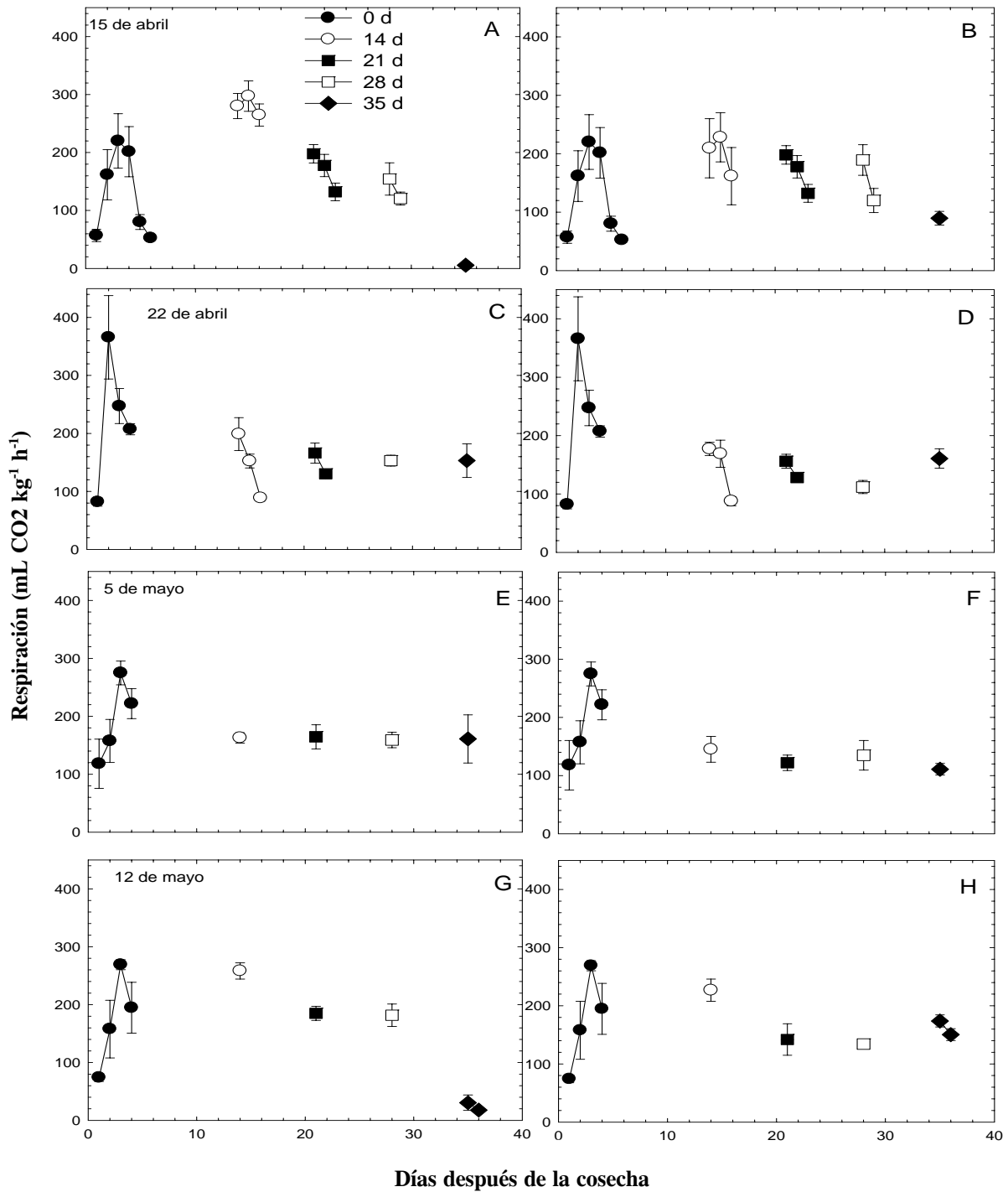


Figura 1. Velocidad de respiración en frutos de zapote mamey cosechados en cuatro diferentes fechas y almacenados a  $12 \pm 1$  °C durante 0, 14, 21, 28 y 35 d, sin (A, C, E, G) o con tratamiento de fungicida (B, D, F, H). Cada punto representa la media de 5 observaciones  $\pm$  error estándar.

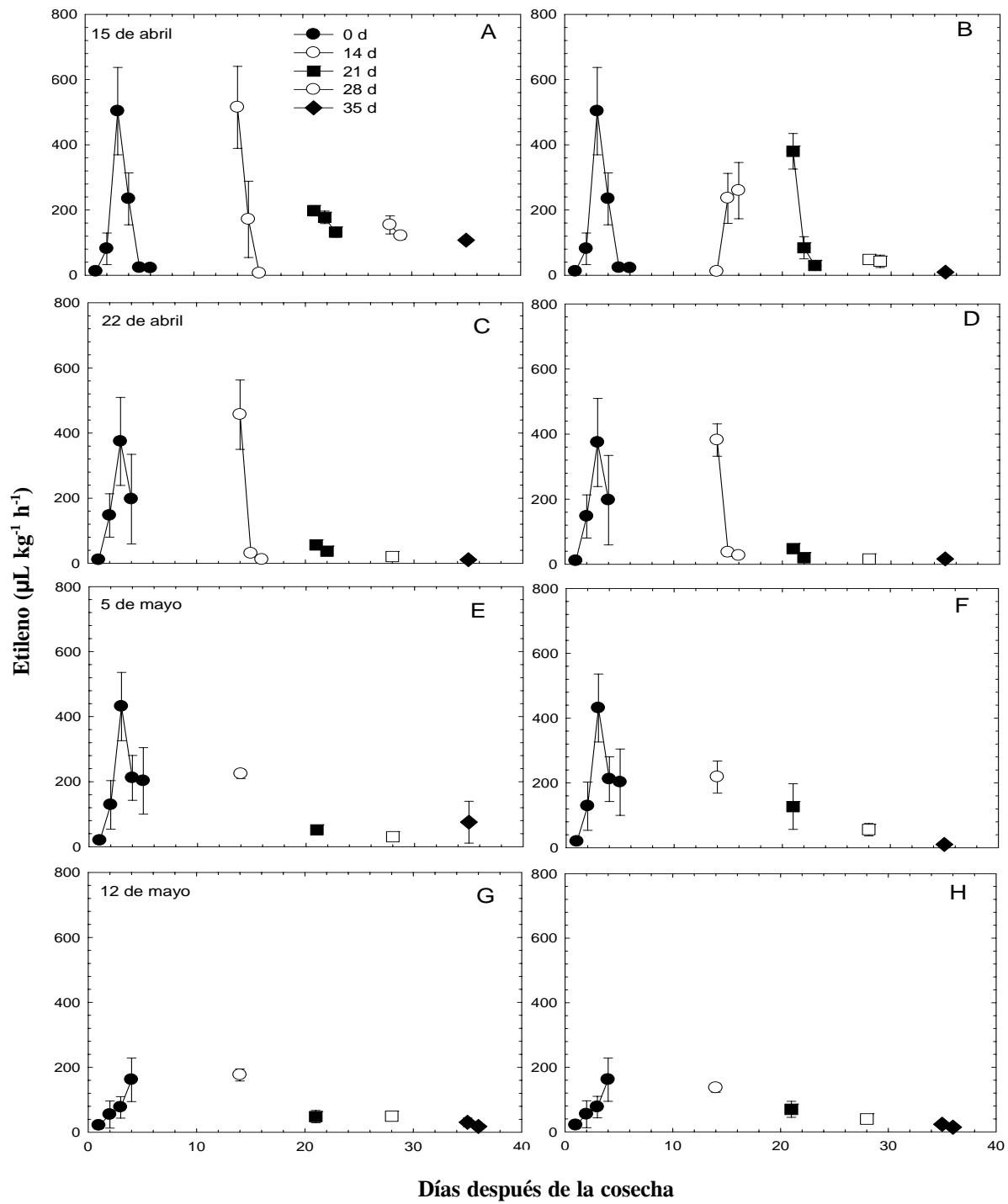


Figura 2. Producción de etileno en frutos de zapote mamey cosechados en cuatro fechas y almacenados a 12 ± 1 °C durante 0, 14, 21, 28 y 35 d, sin (A, C, E, G) o con tratamiento de fungicida (B, D, F, H). Cada punto representa la media de 5 observaciones ± error estándar.

Cuadro 2. Concentración de azúcares totales en frutos de zapote mamey cosechados en cuatro fechas y almacenados a 12 °C por diferentes periodos, con y sin tratamiento de fungicida.

Tratamiento	DA	Muestreo	Fecha de cosecha			
			15 de abril	22 de abril	5 de mayo	12 de mayo
Referencia	0 d	Inicial	44.4 d, W	39.0 b, W	62.0 d, W	45.9 e, W
		Final	219.5 a-d, W	117.0 ab, W	266.0 a, W	271.1 a-d, W
SF	14 d	Inicial	275.0 ab, W	128.4 ab, X	157 a-c, X	176.5 c-d, W
		Final	220.0 a-c, W	176.9 ab, WX	102.5 bc, X	255.3 a-d, W
SF	21 d	Inicial	157.7 b-d, W	232.5 a, W	177.9 a-c, W	143.9 de, W
		Final	217.8 a-d, W	186.0 a, W	145.7 a-c, W	229.1 a-d, W
SF	28 d	Inicial	207.5 a-d, X	39.3 b, Y	169.3 a-c, X	304.7 a-c, W
		Final	174.8 a-d, W	254.0 a, W	211.9 ab, W	271.9 a-d, W
SF	35 d	Inicial	238.3 a-c, WX	259.0 a, WX	140.2 a-c, X	337.0 a, W
		Final	324.2 ab, W	210.6 a, W	231.4 ab, W	239.9 a-d, W
CF	14 d	Inicial	168.7 a-d, W	153.4 a, Y	189.0 a-c, X	278.1 a-d, W
		Final	236.9 a-c, W	176.2 ab, W	163.8 a-c, W	207.7 a-d, W
CF	21 d	Inicial	86.4 c-d, W	192.0 a, W	186.6 a-c, W	187.4 b-d, W
		Final	152.8 b-d, Y	253.0 a, WX	197.9 a-c, XY	315.2 a-b, W
CF	28 d	Inicial	214.1 a-d, W	182.6 ab, W	102.4 bc, Y	233.3 a-d, W
		Final	153.0 b-d, X	195.7 a, X	205.4 a-c, Y	284.0 a-c, W
CF	35 d	Inicial	155.4 b-d, W	182.6 ab, W	140.2 a-c, W	nd
		Final	336.5 a, W	195.7 a, W	179.3 a-c, W	216.3 a-d, W

Medias con la misma letra minúscula en una columna o con la misma letra mayúscula en una fila son iguales entre sí (Tukey, 0.05); DA= Días de almacenamiento; SF=Sin fungicida; CF=Con fungicida. nd= no determinado.

Cuadro 3. Matiz (color) de la pulpa en frutos de zapote mamey cosechados en cuatro fechas almacenados a 12 °C por diferentes periodos, con y sin tratamiento de fungicida.

Tratamiento	DA	Muestreo	Fecha de cosecha			
			15 de abril	22 de abril	5 de mayo	12 de mayo
Referencia	0 d	Inicial	80.6 a, W	73.5 ab, X	61.2 ab, Y	71.6 a, X
		Final	70.3 b-c, W	69.2 bc, W	64.7 a, W	67.4 ab, W
SF	14 d	Inicial	72.7 b-d, W	71.6 a-c, W	59.5 b, X	69.3 ab, W
		Final	67.2 d, W	68.6 bc, W	60.4 ab, X	65.9 ab, W
SF	21 d	Inicial	72.2 b-d, W	69.8 bc, W	58.8 b, Y	65.3 ab, X
		Final	68.9 cd, WX	72.8 a-c, W	61.6 ab, Y	66.6 ab, X
SF	28 d	Inicial	71.9 b-d, W	71.6 a-c, W	60.6 ab, X	68.5 ab, W
		Final	71.7 b-d, W	72.1 a-c, W	60.8 ab, X	68.5 ab, W
SF	35 d	Inicial	73.7 a-d, W	75.8 a, W	59.4 ab, Y	65.9 ab, X
		Final	72.0 c-d, W	71.0 a-c, W	63.4 ab, X	68.2 ab, WX
CF	14 d	Inicial	71.1 b-d, W	70.1 a-c, WX	59.6 ab, Y	66.5 ab, X
		Final	67.4 d, W	67.1 c, W	60.3 ab, X	67.4 ab, W
CF	21 d	Inicial	74.8 a-c, X	67.8 bc, X	60.2 ab, Y	67.9 ab, X
		Final	71.5 b-d, W	71.1 a-c, W	61.7 ab, Y	67.0 ab, X
CF	28 d	Inicial	75.5 a-c, W	69.1 bc, X	62.6 ab, Y	67.1 ab, XY
		Final	73.9 a-d, W	69.5 bc, X	62.2 ab, Y	67.9 ab, X
CF	35 d	Inicial	75.5 a-c, W	73.0 a-c, W	58.6 b, Y	66.2 ab, X
		Final	76.5 ab, X	71.1 a-c, X	58.8 b, Z	66.5 ab, Z

Medias con la misma letra minúscula en una columna o con la misma letra mayúscula en una fila son iguales entre sí (Tukey, 0.05); DA= Días de almacenamiento; SF=Sin fungicida; CF=Con fungicida.

Tabasco indican que estos frutos son menos rojos que los registrados (ángulo matiz = 47) por Díaz *et al.* (2000) en frutos de Coatlán del Río, Morelos. En el cambio de color tampoco existió efecto por la aplicación de fungicida (Cuadro 3). En cuanto a la fecha de cosecha, los frutos colectados el 15 y 22 de abril mostraron los valores más altos al salir del almacenamiento y se mantuvieron hasta el final de la maduración, en comparación con los colectados el 5 y 21 de mayo. No se observaron cambios significativos durante la maduración a temperatura ambiente, por lo que es probable que las características del color de la pulpa se hayan adquirido en el árbol, antes de la cosecha. La coloración de la pulpa del mamey se debe a los carotenoides y en el presente trabajo la pulpa resultó más roja en las últi-

mas fechas de cosecha, probablemente por estar en una etapa de maduración mas avanzada.

## CONCLUSIONES

En las condiciones de Tabasco ( $30 \pm 2$  °C; 80 % HR) los frutos de mamey maduraron entre 4 y 5 d después de cosechados. El almacenamiento a 12 °C hasta por más de 28 d retrasó la maduración, sin causar desorden fisiológico. Los frutos cosechados en abril tuvieron un periodo mayor de maduración a temperatura ambiente que los cosechados en mayo. El ángulo matiz, la producción de etileno y la respiración indican que los frutos cosechados en mayo estaban en una etapa de maduración más avanzada.

Los azúcares totales se incrementaron durante la maduración y almacenamiento a bajas temperaturas, sin diferencias entre fechas de cosecha.

### AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de SEP-PROMEPA (103.5/04/1359) y PIFI 2004-18-12.

### BIBLIOGRAFÍA

- Alia T I, M T L Colinas, M T D Martínez, R M S Hernández (2005a)** Daños por frío en zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore and Stearn). I. Comportamiento de volátiles, firmeza y azúcares totales. Rev. Fitotec. Mex. 28:17-24.
- Alia T I, M T L Colinas, M T D Martínez, R M S Hernández (2005b)** Daños por frío en zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore and Stearn). II. Fenoles totales y actividad enzimática. Rev. Fitotec. Mex. 28:25-32.
- Arenas O M L, S. Evangelista L, R. Arana E, A Jiménez A, G. Dávila O (2003)** Softening and biochemical changes of sapote mamey fruit (*Pouteria sapota*) at different development and ripening stages. J. Food Biochem. 27:91-107.
- Arzudía C, E Martínez, H Ayala (1995)** Algunas sapotáceas de Petén, Guatemala. Proc. Interamer. Soc. Tropical Hort. 39:119-126.
- Bautista-Baños S, Díaz-Pérez J C, L L Barrera-Necha (2002)** Postharvest fungal rots of sapote mamey *Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn. Postharv. Biol. Technol. 24:197-200.
- Díaz J C P, S Bautista, R Villanueva (2000)** Quality changes in sapote mamey fruit during ripening and storage. Postharv. Biol. Technol. 18:67-73.
- Díaz J C P, S Bautista, R Villanueva, G R López (2003)** Modeling the ripening of sapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore and Stearn) fruit at various temperatures. Postharv. Biol. Technol. 28:199-202.
- Ergun M, S Sargent, A J Fox, J A Crane, D J Huber (2005)** Ripening and quality responses of mamey sapote fruit to postharvest wax and 1-methylcyclopropene treatments. Postharv. Biol. Technol. 36:127-134.
- Lafuente T M, L Zacarías, M A M Tellez, M T S Ballesta, A Granell (2003)** Phenylalanine ammonia lyase and ethylene in relation to chilling injury as affected by fruit age in citrus. Postharv. Biol. Technol. 29:309-318.
- Nava-Cruz Y, M Ricker (2004)** El zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. Moore y Stearn] un fruto de la selva mexicana con alto valor comercial. In: Productos Forestales, Medios de Subsistencia y Conservación. M N Alexeides, P Shanley (eds). Centro para la Investigación Forestal Internacional. Tailandia. pp:43-61.
- Romero C S (1993)** Hongos Fitopatógenos. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. 347 p.
- Saucedo V C, A M Martínez, S H Chávez F, R M Hernandez S (2001)** Maduración de frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn) tratados con etileno. Rev. Fitotec. Mex. 24:231-234.
- SIACON Sistema de Información Agropecuaria de Consulta (2004)** <http://w3.siap.sagarpa.gob-mx:8080/siapp-apb/>. (Consultado el 23 de diciembre de 2005).
- SigmaPlot (2004)** SigmaPlot 2004 V. 9.0. Systat Software Inc., Point Richmond, Calif.
- Villanueva A R, S Lozano E, M L O Arenas, J C Díaz P (2000)** Cambios bioquímicos y físicos durante el desarrollo y postcosecha del mamey (*Pouteria sapota* Jacq. H. E. Moore & Stearn). Rev. Chapingo S. Hort. 6:63-72.