

# EL RIEGO Y FERTILIZACIÓN EN LA CALIDAD POSTCOSECHA DEL ZAPOTE MAMEY [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn].

M. R. Vallejo-Pérez<sup>1</sup>; D. Nieto-Ángel<sup>1¶</sup>;  
M. T. Martínez-Damián<sup>2</sup>; J. A. Mora-Aguilera<sup>1</sup>;  
D. Téliz-Ortiz<sup>1</sup>; C. Nava-Díaz<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Postgrado en Fitosanidad. Fitopatología. Colegio de Postgraduados.  
Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, Montecillo, Estado de México, C. P. 56230. MÉXICO.

<sup>2</sup>Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo.  
Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO.  
Correo-e: dnieto@colpos.mx (¶Autor responsable)

## RESUMEN

Se evaluó el efecto del riego y fertilización sobre la calidad en postcosecha del zapote mamey (*Pouteria sapota*). Árboles de 20 años de edad provenientes de semilla fueron sometidos a dos frecuencias de riego por gravedad: tradicional (cada 10 días) y controlado a 20 milibares (cada 3 días); además, se evaluaron cuatro mezclas de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K): 0, 1, 1.5 y 2 kg de NPK al año, divididas en seis aplicaciones bimestrales. Las variables evaluadas en pulpa de frutos en madurez fisiológica (MF) y madurez comercial (MC) fueron: acidez, sólidos solubles totales (SST), firmeza, color (*L,a,b*), fenoles y carotenoides totales, pérdida de peso (PP) y concentración de NPK. El riego controlado a 20 mb mejoró la apariencia física de la pulpa (aumento del brillo) en MC e incrementó la concentración de carotenoides. La fertilización, también aumentó la concentración de carotenoides en frutos, mejorando su calidad y además, la pérdida de peso por transpiración fue menor respecto a los frutos de árboles no fertilizados. 2 kg de NPK causó mayor luminosidad en MC y 1.5 kg de NPK produjeron frutos con pulpa más roja. La disminución de la firmeza en frutos con MF causado por la fertilización con 1.5 y 2 kg de NPK, condiciona a un manejo cuidadoso del producto durante su cosecha y evitar heridas y golpes que afecten el proceso normal de maduración.

**PALABRAS CLAVE ADICIONALES:** nutrición, carotenoides, fruto tropical, nitrógeno, fósforo, potasio.

## THE IRRIGATION AND FERTILIZATION ON POSTHARVEST QUALITY OF SAPOTE MAMEY [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn].

## ABSTRACT

The effect of irrigation and fertilization on post harvest quality of zapote mamey (*Pouteria sapota*) was evaluated. Twenty year-old trees developed from seed were irrigated at two frequencies: traditional (every 10 days) and 20-milibares controlled (every 3 days). Irrigation was combined with four fertilization rates 0, 1, 1.5 and 2 kg of NPK per tree. Evaluated variables on fruits at physiological (MF) and commercial maturity (MC) were the followings: acidity, total soluble solids (SST), firmness, color (*L, a, b*), phenols and total carotenoids, weight loss (WL) and NPK concentration. The 20 mb-controlled irrigation improved pulp appearance (brightness) during MC and increased carotenoid concentration. Fertilization improved fruit quality, increasing carotenoid concentration and reducing weight loss by transpiration. In addition, 2 kg NPK treatment resulted in higher brightness of fruits at MC and 1.5 kg NPK produced fruits with dark red pulp. The fact that firmness of fruits on MF was reduced by applying 1.5 and 2.0 kg NPK requires careful handling of sapote fruit during harvest season avoiding lesions and bruises that may affect the normal ripening process.

**ADDITIONAL KEY WORDS:** nutrition, carotenoid, tropical fruit, nitrogen, phosphorus, potassium.

## INTRODUCCIÓN

El zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn], es un frutal con alto potencial económico, ya que existe demanda por su fruta en países como Estados Unidos, Australia, Filipinas, Israel y España (Alia-Tejacal *et al.*, 2007) y además es posible obtener subproductos como jabones, aceites, cosméticos, mermeladas, jaleas y helados (Ariza *et al.*, 2005; Azurdia, 2006). En México se cultiva principalmente en los estados de Guerrero, Chiapas, Michoacán, Yucatán, Puebla, Oaxaca y Veracruz que en conjunto produjeron 6,971 t al año 2002 (Anuario Estadístico, 2002; Téliz y Mora, 2007). Generalmente, los huertos se conforman de árboles provenientes de semilla, creando una amplia variabilidad genética y de calidad en la fruta, además el manejo agronómico se fundamenta en experiencias empíricas regionales (Azurdia, 2006; Téliz y Mora, 2007). En México, estudios previos en suelos alcalinos sugieren aplicaciones bimestrales de 1500 + 200 + 1300 g de sulfato de amonio, superfosfato de calcio triple y sulfato de potasio, para árboles de 10 años de edad (González *et al.*, 2007) y riegos por gravedad cada 3 a 4 días con dos horas de inundación por cajete/árbol (Ascencio-Hernández *et al.*, 2007).

En los productos frutícolas se ha observado que las condiciones ambientales y prácticas culturales determinan la calidad final del producto y su posterior comportamiento en postcosecha (Kader *et al.*, 1985; Monselise y Goren, 1987). Así, los efectos del riego y fertilización son variables entre regiones, especies y cultivares (Monselise y Goren, 1987), por ejemplo, en manzana (*Malus domestica* Borkh) aplicaciones elevadas de potasio y nitrógeno causan disminución de firmeza (Tomala, 1999), pero aplicaciones balanceadas de nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) no causan efectos negativos en firmeza y color (Racsko *et al.*, 2005). En durazno (*Prunus persicae* Miller), la aplicación de nitrógeno mejora el sabor, pero al combinarlo con fósforo y potasio aumentan el rendimiento, color y firmeza (Radi *et al.*, 2003; Chatzitheodorou *et al.*, 2004). El nitrógeno disminuyó los sólidos solubles totales (SST) y acidez, mientras el potasio mostró un efecto inverso e incrementó la vitamina C en piña (*Ananas comosus* (L.) Merr) variedad Cayena lisa (Spironello *et al.*, 2004). Por otro lado, la irrigación inadecuada redujo el rendimiento, aumentó los SST y la acidez en durazno (Crisosto *et al.*, 1997). Los árboles pera Rocha (*Pyrus* sp) irrigados adecuadamente produjeron fruta

de mejor apariencia externa y mayor tamaño, mientras que la irrigación inadecuada incrementó los SST, la acidez, los azúcares totales y la firmeza (Cabral *et al.*, 1995).

Los efectos de la fertilización y del riego en la calidad postcosecha del zapote mamey no se conocen en México, por lo cual, en la presente investigación se compararon diferentes frecuencias de riego y dosis de NPK sobre la calidad del zapote mamey producido en Alpoyeca, Guerrero, México.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se desarrolló en un huerto comercial ubicado en el municipio de Alpoyeca, Guerrero (17° 39' 30.1" N, 98° 30' 36" O, con una altitud de 971 m), con árboles de 20 años de edad originados a partir de semilla. Se utilizó el diseño experimental de parcelas divididas para determinar el efecto del riego (parcela grande) y fertilización (parcela chica). La unidad experimental fue un árbol y cada tratamiento de fertilización consistió de cinco repeticiones distribuidas aleatoriamente dentro de cada tratamiento de riego. El riego fue aplicado por gravedad con dos tratamientos: riego tradicional (cada 10 días) y riego controlado a 20 milibares (mb) (cada 3 días). Se utilizaron sensores de humedad (tensiómetros) unidos a una estación climatológica con consola manual Davies Vantage Pro® (serie 6310; Davies Instruments Corp, California, USA). También, se evaluaron cuatro tratamientos de fertilización con nitrógeno, fósforo y potasio (Cuadro 1) aplicados al suelo en la zona de goteo de cada árbol, dentro de una zanja periférica de 10 x 10 cm. Los tratamientos se aplicaron bimestralmente en tres proporciones desde septiembre de 2004, hasta marzo de 2006; en septiembre se incorporó el 10 y 15 % en cada aplicación de noviembre y enero y 20 % en cada aplicación de marzo, mayo y julio.

De febrero a abril de 2006 de cada árbol productivo se colectaron manualmente 25 frutos con madurez fisiológica de cada tratamiento (600 frutos en total), utilizando el indicador de cosecha de los productores (mesocarpio de color rojo o rosado) (Alia-Tejacal *et al.*, 2005; Nieto *et al.*, 2007). Los frutos se colocaron en cajas y fueron transportados inmediatamente al Laboratorio de Enfermedades de Frutos en Postcosecha del Colegio de Postgraduados y acondicionados durante 24 h a 24 ± 2 °C.

**CUADRO 1. Tratamientos de fertilización aplicados en árboles de zapote mamey en Alpoyeca, Guerrero. 2004-2006.**

Tratamiento	Elemento aplicado (kg)			Fertilizantes (kg)			Total-árbol <sup>y</sup>
	N	P	K	SA <sup>z</sup>	SCT	SP	
Testigo	0	0	0	0	0	0	0
Dosis baja	1	1	1	4.76	2.17	2	8.93
Dosis media	1.5	1.5	1.5	7.14	3.26	3	13.4
Dosis alta	2	2	2	9.52	4.35	4	17.87

<sup>z</sup>Fertilizantes utilizados: SA: Sulfato de amonio; SCT: Superfosfato de calcio triple; SP: Sulfato de potasio.

<sup>y</sup>Mezcla total de los fertilizantes aplicados a cada árbol y que se dividió en seis aplicaciones bimestrales.

**Variables evaluadas.** Las evaluaciones se realizaron en el laboratorio de Fisiología de Frutales de la Universidad Autónoma Chapingo y se utilizaron de cada árbol 10 frutos para madurez fisiológica y 10 frutos para madurez de consumo (madurados a  $24 \pm 2$  °C). La firmeza se midió sobre pulpa después de eliminar una porción de cáscara del fruto y se utilizó un texturómetro Gauge MECMESIN® equipado con puntal cónico de 9.4 mm de diámetro y se aplicó una fuerza constante a una distancia de 5 mm; los valores se registraron en newtons (N) (Watada, 1995). El color se determinó con un colorímetro Color-Tec PCM™ (Clinton, New Jersey) usando la escala CIE Lab, con estos valores se obtuvo el ángulo matiz calculado con  $\tan^{-1}(b/a)$ , la cromaticidad como  $C = (a^2 + b^2)^{1/2}$  y la luminosidad como  $L = L$  (Little, 1975). Los SST se determinaron con un refractómetro digital ATAGO-Pelete PR-101®, a partir de una gota del jugo extraído de la pulpa. La acidez total fue medida al realizar una titulación con NaOH 0.01 N de una alícuota (5 ml) proveniente de 20 g de pulpa macerada en 100 ml de agua destilada y usando fenolftaleína 1 % como indicador, los resultados se expresaron como porcentaje de ácido málico (A.O.A.C, 1990). Durante la maduración, en 10 frutos se midió la pérdida de peso con una báscula electrónica OHAUS® (0.1 a 1500 g) y el porcentaje de pérdida fue calculado por la diferencia entre el peso inicial y final de cada fruto.

El análisis nutrimental se realizó en frutos con madurez de consumo; para cada árbol experimental se tomó una muestra de 100 g de pulpa compuesta por cinco frutos. El nitrógeno se determinó por el método Microkjeldahl (Bremner, 1965). El fósforo y potasio se determinaron en 0.5 g de pulpa deshidratada en estufa, por circulación de aire forzado a 60 °C durante 48 h; posteriormente la muestra se maceró y se colocó en digestión húmeda a 240 °C con ácido nítrico y perclórico (2:1); el producto final se aforó a 25 ml y se filtró. La cuantificación de los elementos se realizó por espectroscopía de emisión atómica asociada a plasma acoplado inductivamente (ICP-AES) (Mills y Jones, 1996).

La extracción de compuestos fenólicos se realizó con base en Chaplin *et al.* (1982) y la determinación de fenoles totales por el método de Folin-Ciocalteu (Waterman y Mole, 1994). Dos g de pulpa se maceraron con 4 ml de una solución de metanol:cloroformo:agua (2:1:1 v/v), posteriormente se centrifugó 15 min a 1352.78 x g. El sobrenadante fue separado y se le adicionó 10 ml de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  al 10 %, la mezcla se calentó en baño maría a 38 °C por 15 min y se adicionó 1 ml de Folin Ciocalteu + agua (1:1 v/v). Después de reposar 15 minutos en oscuridad, se realizó la determinación espectrofotométrica a 660 nm en dilución 1:10 (muestra:agua) y utilizando cristal de fenol como estándar (Litwack, 1967). Los resultados se reportaron como mg·100 g<sup>-1</sup> de peso fresco.

Para cuantificar carotenoides totales, 20 g de pulpa se maceraron en 25 ml de acetona y después de reposar 24 h en oscuridad la acetona fue separada del tejido con papel

filtro de poro grande y el procedimiento se repitió en el tejido restante después de haber reposado 15 minutos en 20 ml de acetona. La solución acetónica se colocó en embudo de separación y se adicionaron 20 ml de éter de petróleo, se mezcló sin agitar, se adicionaron 100 ml de agua y la fase acuosa fue eliminada. A la muestra libre de residuos de acetona, se le adicionaron 10 ml de NaOH al 40 %, se dejó reposar cinco minutos, la capa inferior fue desechada y los residuos fueron eliminados con agua y fenolftaleína al 1 % como indicador. La muestra final se lavó dos veces con 20 ml de sulfato de sodio al 10 %. La medición de absorbancia fue a 452 nm en dilución 1:10 (muestra:éter) en un espectrofotómetro Spectronic 20® (Davies, 1976; Stewart, 1989). Para la elaboración de la curva estándar se utilizó  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ , que en solución al 0.025 % equivale a 0.158 mg de  $\beta$ -caroteno·ml<sup>-1</sup> según Stewart (1989) y Welcher (1975). Los resultados finales se reportan como mg de  $\beta$ -caroteno·100 g<sup>-1</sup> de pulpa.

Los resultados se sometieron a análisis de varianza (Anova) y las medias se compararon por el método de Tukey ( $P \leq 0.05$ ), utilizando el paquete estadístico SAS®.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La relación acidez/SST determina el sabor de los frutos con madurez de consumo (MC) (Kader *et al.*, 1985) y en zapote mamey el riego frecuente (20 mb) causó ligero aumento de acidez y disminución de SST; sin embargo, Villanueva-Arce *et al.*, (2000) lo considera un fruto muy dulce y de baja acidez, éstas características hacen necesario realizar evaluaciones sensoriales para determinar mejorías del sabor. La frecuencia de riego no afectó la firmeza en frutos. La pulpa en MC, mostró un ángulo matiz próximo al color naranja y la luminosidad fue superior cuando los árboles se irrigaron con mayor frecuencia (20 mb) (Cuadro 2). La concentración de fenoles totales y porcentaje de pérdida de peso en frutos no fue afectado por la irrigación; pero en madurez de consumo (MC) el riego a 20 mb incrementó la concentración de carotenoides en pulpa (Cuadro 3), mejorando su calidad nutricional, ya que el  $\beta$ -caroteno es su principal constituyente y precursor de vitamina A (Badui, 1999; Alia-Tejagal *et al.* 2005b) (Cuadro 3).

La acidez y SST no mostraron diferencias significativas por efecto de las diferentes dosis de fertilización y algunos tratamientos tuvieron el efecto del testigo. Los frutos de árboles fertilizados con 1.5 y 2 kg de NPK presentaron menor firmeza en MF, que condiciona a un manejo cuidadoso del producto durante su cosecha y evitar daños físicos que afecten el proceso normal de maduración y vida de anaquel (Ariza *et al.*, 2005; Nieto *et al.*, 2007). Durante el experimento el color de pulpa en frutos manifestó un ángulo matiz próximo al color rojo-naranja, similares resultados reporta Alia-Tejagal *et al.* (2007), pero 1.5 kg de NPK causaron un ángulo matiz más próximo al color rojo en MC y el resto de tratamientos fueron rojo-naranja. Dosis de 2 kg

**CUADRO 2. Efecto de la fertilización y frecuencia de riego en la calidad postcosecha de frutos de zapote mamey con madurez fisiológica (MF) y madurez de consumo (MC), en un huerto comercial en Alpoyeca, Guerrero. Ciclo productivo 2005-2006.**

	Acidez %		SST (°Brix)		Firmeza (N)		Luminosidad		Angulo matiz		Cromaticidad	
	MF	MC	MF	MC	MF	MC	MF	MC	MF	MC	MF	MC
Riego Tradicional <sup>z</sup>	0.50 b <sup>y</sup>	0.51 b	11.04 a	29.07 a	197.88 a	2.39 a	65.45 a	49.99 b	48.89 a	49.22 b	42.94 a	46.39 a
Riego a 20 mb	0.57 a	0.55 a	11.24 a	27.82 b	192.45 a	2.28 a	65.31 a	51.15 a	49.12 a	49.42 a	43.10 a	43.97 a
P>F	0.03	0.0002	0.73	0.002	0.92	0.12	0.36	<0.0001	0.10	<0.0001	0.14	0.51
0 kg NPK <sup>y</sup>	0.50 a	0.53 a	11.55 a	29.11 a	200.73 a	2.30 a	64.80 b	50.24 b	49.17 ab	50.08 a	42.68 b	45.56 a
1 kg NPK	0.54 a	0.54 a	10.84 ab	27.95 ab	205.14 a	2.59 a	63.30 b	48.59 b	47.88 b	48.90 ab	45.89 a	47.56 a
1.5 kg NPK	0.57 a	0.53 a	11.12 b	27.80 b	185.32 b	2.21 a	65.19 b	50.22 b	47.16 b	47.32 b	44.21 ab	42.03 b
2 kg NPK	0.54 a	0.52 a	10.56 b	28.47 ab	183.82 b	2.30 a	68.62 a	53.02 a	51.26 a	50.29 a	39.77 c	45.79 a
P>F	0.13	0.71	0.03	0.04	<0.0001	0.31	<0.0001	<0.0001	0.008	<0.0001	<0.0001	0.001
0 kg NPK/RT <sup>x</sup>	0.60 a	0.51 b	11.57 a	28.99 a	198.99 ab	2.32 ab	64.63 a	49.13 cd	49.50 a	49.27 b	42.83 a	48.60 cd
1 kg NPK/RT	0.56 a	0.57 a	9.51 c	27.20 a	206.03 a	2.60 ab	63.22 a	48.78 cde	48.87 a	51.56 a	46.45 a	47.23 a
1.5 kg NPK/RT	0.60 a	0.59 a	10.86 abc	26.92 a	172.23 e	2.06 bc	64.90 a	50.52 bc	47.39 a	48.86 bc	43.85 a	46.59 d
2 kg NPK/RT	0.52 a	0.53 b	11.60 a	27.53 a	192.39 abc	2.72 a	67.57 a	55.06 a	49.85 a	49.52 ab	41.74 a	46.25 abc
0 kg NPK/20MB	0.48 a	0.53 b	11.53 a	29.30 a	201.11 a	2.29 ab	64.95 a	50.91 b	49.22 a	50.51 ab	42.44 a	45.46 ab
1 kg NPK/20MB	0.50 a	0.50 bc	11.16 ab	28.38 a	196.51 ab	2.42 ab	61.70 a	46.64 e	45.13 a	42.95 d	48.63 a	44.90 abc
1.5 kg NPK/20MB	0.52 a	0.46 c	10.28 abc	29.40 a	188.89 bcd	2.22 bc	63.95 a	47.21 de	46.21 a	41.74 d	46.96 a	44.16 bcd
2 kg NPK/20 MB	0.54 a	0.51 b	9.95 bc	28.98 a	181.62 cde	1.57 c	67.02 a	47.91 de	48.86 a	47.00 c	42.31 a	42.17 bc
P>F	0.15	<0.0001	0.01	0.14	0.01	0.01	0.69	<0.0001	0.29	<0.0001	0.28	0.006
C. V. (%) <sup>w</sup>	15.31	12.64	17.20	9.02	9.20	42.77	5.44	7.72	8.47	8.49	9.49	11.39

<sup>z</sup>Frecuencias de Riego: riego tradicional (cada 10 días) y riego a 20 mb (cada 3 días) controlado con tensiómetros.

<sup>y</sup>Dosis aplicadas de nitrógeno, fósforo y potasio

<sup>x</sup>Combinación de tratamientos de fertilización y frecuencia de riego: riego tradicional (RT), riego a 20 mb (20MB).

<sup>w</sup>Coefficiente de variación.

<sup>v</sup>Letras diferentes en cada columna indican diferencias de acuerdo con la prueba de Tukey a una P<0.05.



**CUADRO 3. Efecto de la fertilización y frecuencia de riego en la calidad postcosecha de frutos de zapote mamey con madurez de consumo (MC), en un huerto comercial en Alpoyecá, Guerrero. Ciclo productivo 2005-2006.**

	Fenoles (mg·100 g <sup>-1</sup> )	Carotenoides totales (mg·100 g <sup>-1</sup> )	Pérdida de Peso(%·día <sup>-1</sup> )
Riego Tradicional <sup>z</sup>	12.43 a <sup>v</sup>	1.89 b	1.39 a
Riego a 20 mb	12.20 a	2.07 a	1.25 a
<i>P</i> > <i>F</i>	0.09	0.007	0.58
0 kg NPK <sup>y</sup>	12.52 a	1.42 b	1.44 a
1 kg NPK	12.77 a	2.11 ab	1.31 b
1.5 kg NPK	13.13 a	2.09 ab	1.22 b
2 kg NPK	10.92 a	2.47 a	1.22 b
<i>P</i> > <i>F</i>	0.11	0.0006	<0.0001
0 kg NPK/ RT <sup>x</sup>	12.28 bc	2.05 a	1.45 a
1 kg NPK/ RT	8.84 c	2.40 a	1.30 b
1.5 kg NPK/ RT	12.30 bc	1.68 a	1.16 c
2 kg NPK/ RT	12.67 abc	3.42 a	0.89 e
0 kg NPK/ 20MB	12.21 bc	1.32 a	1.42 ab
1 kg NPK/ 20MB	16.67 ab	1.16 a	1.15 cd
1.5 kg NPK/ 20MB	21.61 a	2.06 a	1.01 de
2 kg NPK/ 20 MB	6.71 c	2.32 a	1.32 b
<i>P</i> > <i>F</i>	0.01	0.24	<0.0001
C. V. (%) <sup>w</sup>	42.50	33.03	19.60

<sup>z</sup>Frecuencias de Riego: riego tradicional (cada 10 días) y riego a 20 mb (cada 3 días) controlado con tensiómetros.

de NPK causó mayor luminosidad en MF y MC, pero la cromaticidad fue menor en MF. En MC la cromaticidad entre tratamientos fue estadísticamente igual (excepto 1.5 kg de NPK) (Cuadro 2), probablemente debido a la síntesis de carotenoides que son los principales responsables del color en zapote mamey (Villanueva-Arce *et al.*, 2000; Alia-Tejacal *et al.*, 2002). La aplicación de fertilizante en árboles incrementó la concentración de carotenoides en pulpa, siendo mayor con dosis de 2 kg NPK. La concentración de fenoles no fue afectada por la fertilización. Los frutos de árboles fertilizados manifestaron menor pérdida de peso respecto a los no fertilizados (Cuadro 3), lo que contribuye a disminuir pérdidas económicas por transpiración durante su transporte y almacenamiento (Ariza *et al.*, 2005).

En MC, los efectos obtenidos de las interacciones entre dosis de fertilización y frecuencia de riego, no mostraron una tendencia específica sobre las variables evaluadas, a pesar de existir diferencias estadísticas significativas (Cuadro 2 y 3); probablemente debido a que árboles de zapote mamey propagados por semilla pueden generar una amplia variabilidad en la calidad de la fruta, contrariamente a lo que ocurre con variedades propagadas vegetativamente (Azurdia, 2006; Téliz y Mora, 2007).

La concentración de NPK en pulpa de los frutos analizados no manifestaron diferencias estadísticas entre

tratamientos y únicamente el nitrógeno mostró tendencia a incrementar su contenido en pulpa en función de la dosis de fertilización ( $r^2 = 0.94$ ).

## CONCLUSIONES

La calidad en frutos de zapote mamey es mejorada, cuando los árboles son irrigados cada tres días (20 mb), ya que la pulpa presenta mayor luminosidad y concentración de carotenoides. La fertilización, también mejora algunos parámetros de calidad en pulpa al aumentar la luminosidad y causar un color más próximo al rojo. Además, los árboles fertilizados producen fruta con mayor concentración de carotenoides y presentan menor pérdida de peso; sin embargo, la cosecha y transporte debe realizarse cuidadosamente debido a su disminución en firmeza. La dosis de 1.5 a 2 kg de NPK, puede considerarse adecuada para obtener frutos de calidad. Sin embargo, para determinar la mejor combinación de riego y dosis de fertilización, es indispensable evaluar huertos con variedades de zapote mamey propagadas vegetativamente.

## AGRADECIMIENTOS

A la Fundación Produce de Guerrero, A. C., por el financiamiento del trabajo de investigación y productores asociados en la S.P.R. Empacadora de Mamey "La Cañada" 3-S.

## LITERATURA CITADA

- A.O.A.C. 1990. Official Methods of Analysis. 13<sup>th</sup> ed. Association of Official Analytical Chemists. Arlington, Virginia. USA. 1223 p.
- ALIA-TEJACAL, I.; SAUCEDO-VELOZ, C.; MARTÍNEZ-DAMIÁN, MA. T.; COLINAS-LEÓN, MA. T. 2000. Temperaturas de almacenamiento y maduración en frutos de mamey [*Pouteria sapota* (Jacquin) H. E. Moore & Stearn]. Revista Chapingo Serie Horticultura 6: 73-78.
- ALIA-TEJACAL, I.; COLINAS-LEÓN, M. T.; MARTÍNEZ-DAMIÁN, MA. T.; SOTO-HERNÁNDEZ, R. M. 2002. Factores fisiológicos, bioquímicos y de calidad en frutos de zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacquin) H. E. Moore & Stearn] durante postcosecha. Revista Chapingo Serie Horticultura 8: 263-281.
- ALIA-TEJACAL, I.; COLINAS-LEÓN, M. T.; MARTÍNEZ-DAMIÁN, M. T.; SOTO-HERNÁNDEZ, R. M. 2005. Daños por frío en zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacquin) H. E. Moore & Stearn]: I. cambios en volátiles, firmeza y azúcares totales. Revista Fitotecnica Mexicana 28: 17-24.
- ALIA-TEJACAL, I.; SOTO-HERNÁNDEZ, R. M.; COLINAS-LEÓN, M. T.; MARTÍNEZ-DAMIÁN, MA. T.; 2005b. Análisis preliminar de carotenoides y compuestos fenólicos en frutos de zapote mamey [*Pouteria sapota* (Jacquin) H. E. Moore & Stearn]. Revista Chapingo Serie Horticultura 6: 73-78.
- ALIA-TEJACAL, I.; VILLANUEVA-ARCE, R.; PELAYO-ZALDIVAR, C.; COLINAS-LEÓN, MA. T.; LÓPEZ-MARTÍNEZ, V.; BAUTISTA-BANOS, S. 2007. Postharvest physiology and technology of sapote mamey fruit (*Pouteria sapota* (Jacq.) H. E. Moore & Stearn). Postharvest Biology and Technology 45: 285-297.
- ANUARIO ESTADÍSTICO DE LA PRODUCCIÓN AGRÍCOLA DE LOS ESTADOS UNIDOS MEXICANOS. 2002. SIAP, SAGARPA,

México. pp. 834-835.

- ARIZA, F. R.; BARRIOS, A. A.; CRUZALEY, S. R.; VÁZQUEZ, G. E.; OZUNA, G. J. A.; NAVARRO, G. S.; MICHEL, A. A.; OTERO, G. M. A. 2005. Tecnología de Postcosecha en Mango, Papaya y Zapote Mamey. Libro Técnico No.2 INIFAP. Chilpancingo, Guerrero, Méx. 221 p.
- ASCENCIO-HERNÁNDEZ, R.; VÁSQUEZ-LÓPEZ, A.; TÉLIZ-ORTIZ, D. 2007. El Riego del Mamey. pp. 38-43. *En: El Cultivo del Mamey: Tecnología Para Productores*. TÉLIZ, D.; MORA, A. (eds.). Grupo Interdisciplinario e Interinstitucional de Investigación del Mamey. Colegio de Postgraduados, México.
- AZURDIA, C. 2006. Tres Especies de Zapote en América Tropical (*Pouteria campechiana*, *P. sapota* y *P. viridis*). Ed. Southampton Centre for Underutilized Crops. Universidad de Southampton, Southampton, UK. 254 p.
- BADUI, D. S. 1999. Química de los Alimentos. Editorial Longman de México. México. 648 p.
- BREMNER, J. M. 1965. Total Nitrogen. pp. 1149-1178. *In: Methods of Soil Analysis*. Black, C. A. (ed.). Part 2. American Society of Agronomy. Madison, WI.
- CABRAL, M. L.; GRACA, B. M.; FRANCO, J. 1995. Effect of irrigation on storage capability of "Rocha" pear. *Acta Horticulturae* 379: 167-174.
- CHAPLIN, G. R.; WILLS, R. B. H.; GRAHAM, D. 1982. Objective measurement of chilling injury in the mesocarp of stored avocados. *HortScience* 17: 238-239.
- CHATZITHEODOROU, I. T.; SOTIROPOULOS, T. E.; MOUHTARIDOU, G. I. 2004. Effect of nitrogen, phosphorus, potassium fertilization and manure on fruit yield and fruit quality of the peach cultivars "Spring Time" and "Red Haven". *Agronomy Research* 2: 135-143.
- CRISOSTO, C. H.; JHONSON, R. S.; DEJONG, T. 1997. Orchard factors affecting postharvest stone fruit quality. *HortScience* 32: 820-823.
- DAVIES, B. H. 1976. Carotenoids. pp. 38-165. *In: Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments*. Goodwin, T.W. (ed.). Second Edition. Ed. Academic Press Inc. UK, Great Britain.
- GONZÁLEZ, V.; JIMÉNEZ, G.; MORA, A.; SÁNCHEZ, P.; TÉLIZ, D.; VÁSQUEZ, A.; VILLEGAS, A. 2007. Fertilización del mamey. pp. 33-43. *En: El Cultivo del Mamey Tecnología Para Productores*. TÉLIZ, D.; MORA, A. (eds.). Grupo Interdisciplinario e Interinstitucional de Investigación en Mamey. Colegio de Postgraduados. México.
- KADER, A. A.; KASMIRE, R. F.; MITCHEL, G. F.; REID, M. S.; SOMMER, N. F.; THOMPSON, J. F. 1985. Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California. U.S.A. pp. 75-82.
- LITTLE, A. C. 1975. Off on a tangent. *Journal of Food Science* 40: 410-411.
- LITWACK, G. 1967. Bioquímica Experimental. Ed. Ediciones Omega. Barcelona, España. pp. 170-171.
- MILLS, H. A.; JONES, B. 1996. Plant Analysis HandBook II. Ed. Macro-Micro Publishing, Inc. Georgia, U.S.A. 422 p.
- MONSELISE, S. P.; GOREN, R. 1987. Preharvest growing conditions and postharvest behavior of subtropical and temperate-zone fruits. *HortScience* 22: 1185-1189.
- NIETO, D.; GÓMEZ, R.; VALLEJO, M.; TÉLIZ, D. 2007. Postcosecha: el manejo del fruto del mamey en la cosecha y después de la cosecha. pp. 51-55. *En: El Cultivo del Mamey Tecnología Para Productores*. TÉLIZ, D.; MORA, A. (eds.). Grupo Interdisciplinario e Interinstitucional de Investigación en Mamey. Colegio de Postgraduados. México.
- RACSKO, J.; SZABO, Z.; NYÉKI, J. 2005. Effect of nutrient supply on fruit quality of apple (*Malus domestica* Borkh.). *Journal of Central European Agriculture* 6: 35-42.
- RADI, M.; MAHROUZ, M.; JAOUAD, A.; AMIOT, M. J. 2003. Influence of fertilization (NPK) on the quality of apricot fruit (cv. Canino): The effect of nitrogen supply. *Agronomie* 23: 737-745.
- SPIRONELLO, A.; QUAGGIO, J. A.; JUNQUEIRA, T. L. A.; FURLANI, P. R.; MONTEIRO, S. J. M. 2004. Pineapple yield and fruit quality affected by NPK fertilization in a tropical soil. *Rev. Bras. Frutic.* 26: 155-159.
- STEWART, E. A. 1989. Chemical Analysis of Ecological Materials. Second Edition. Ed. Blackwell Scientific Publications. USA. 368 p.
- TÉLIZ, D.; MORA, A. 2007. El cultivo del mamey: Tecnología para productores. Grupo Interdisciplinario e Interinstitucional de Investigación en Mamey. Colegio de Postgraduados. México. 71 p.
- TOMALA, K. 1999. Orchard factors affecting fruit storage quality and prediction of harvest date of apples. *Acta Horticulture* 485: 373-382.
- VILLANUEVA-ARCE, R.; EVANGELISTA-LOZANO, S.; ARENAS-OCAMPO, M. L.; DÍAZ-PÉREZ J. C.; BAUTISTA-BAÑOS, S. 2000. Cambios bioquímicos y físicos durante el desarrollo y postcosecha del mamey [*Pouteria sapota* (Jacquin) H. E. Moore & Stearn]. *Revista Chapingo Serie Horticultura* 6: 63-72.
- WATADA, A. E. 1995. Methods for determining quality of fruits and vegetables. *Acta Horticulturae* 379: 559-566.
- WATERMAN, P. G.; MOLE, S. 1994. Methods in Ecology: Analysis of Phenolic Plant Metabolites. Ed. Blackwell Scientific Publications. USA. 327 p.
- WELCHER, F. J. 1975. Standard Methods of Chemical Analysis. Sixth edition. Volume two, Part B. Ed. Robert E. Krieger Publishing Company. Huntington, New Cork. 2344 p.