

# PROCESO DE MADURACIÓN DE FRUTOS DE CHICOZAPOTE [*Manilkara sapota* (L.) P. Royen] TIPO FINO

B. Bautista-Reyes<sup>1</sup>; Ma. de L. Arévalo-Galarza<sup>2</sup>;  
C. Saucedo-Veloz<sup>2</sup>; Ma. T. Martínez-Damián<sup>3¶</sup>

<sup>1</sup>Especialidad de Fisiología vegetal y Especialidad de Fruticultura<sup>2</sup>. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carretera México-Texcoco, C. P. 56230. Montecillo, Estado de México.

<sup>3</sup>Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5 Carretera México-Texcoco, Chapingo, Estado de México. C. P. 56230. MÉXICO. Correo-e: teremd@taurusl.chapingo.mx (¶Autor responsable).

## RESUMEN

El chicozapote [*Manilkara sapota* (L.) P. Royen] es un fruto exótico con amplio potencial para su comercialización, sin embargo, es altamente perecedero. La presente investigación tuvo como objetivo evaluar los cambios fisiológicos y bioquímicos durante el proceso de maduración del fruto de chicozapote tipo Fino, a  $21\pm 2$  °C y 60 a 65 % de humedad relativa. Los frutos de chicozapote tipo Fino presentaron un patrón de respiración climaterico, con un pico máximo de  $21.3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  de  $\text{CO}_2$  y producción máxima de etileno de  $6.4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ , a los ocho y siete días, respectivamente; alcanzando la madurez de consumo al noveno día después de la cosecha, asociado con el incremento en la actividad pectinesterasa, disminución de firmeza, aumento en el contenido de azúcares y con una disminución de fenoles totales. La producción de etanol y acetaldehído se mantuvo en bajos niveles durante la maduración, en senescencia incrementó rápidamente la producción de estos volátiles.

**PALABRAS CLAVE ADICIONALES:** poscosecha, ablandamiento, pectinesterasa, respiración, etileno.

## RIPENING PROCESS OF SAPODILLA FRUITS *Manilkara sapota* (L.) P. Royen FINO TYPE

### ABSTRACT

Sapodilla [*Manilkara sapota* (L.) P. Royen] is an exotic fruit with great market potential, but it is highly perishable. This study was conducted to evaluate the physiological and biochemical changes during ripening of sapodilla fruit, Fino type, at  $21\pm 2$  °C and 60 to 65 % , relative humidity. The sapodilla fruits showed a climacteric pattern of respiration, with a maximum level of  $21.3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  of  $\text{CO}_2$  and high maximum production of  $6.4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  of ethylene, during the eight and seven days, respectively; reaching eating ripeness nine days after harvest, associated with an increase in the pectinesterase activity, diminishing firmness, an increase in the sugar content and with diminishing phenols. Acetaldehyde and ethanol production was maintained at low levels during ripening, during senescence production of these volatiles increased.

**ADDITIONAL KEY WORDS:** Postharvest, softening, pectinesterase, respiration, ethylene.

## INTRODUCCIÓN

El chicozapote [*Manilkara sapota* (L.) P. Royen] es una especie frutícola tropical originaria de Centroamérica. Se ha distribuido a otros países, como México, donde la producción se estimó en 16 mil toneladas, para el año 2001, siendo los estados con mayor producción Campeche, Yucatán y Veracruz (SAGARPA, 2002). Es considerado como fruto exótico, con amplias posibilidades de comercialización. Las investigaciones en este producto están enfocadas a caracterizar al chicozapote (Guadarrama

y Ortiz, 2000; Granados, 1995); así como a entender los mecanismos fisiológicos y bioquímicos involucrados en el proceso de maduración, sobre manejo y conservación en poscosecha. Mismas que resultan necesarias para favorecer la comercialización, ya que es considerado como un fruto exótico con amplias posibilidades en el mercado. Por lo cual el presente trabajo tuvo como objetivo evaluar los cambios fisiológicos y bioquímicos durante el proceso de maduración de frutos de chicozapote tipo Fino en almacenamiento, a  $21\pm 2$  °C con 60 a 65 % de humedad relativa.

## MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se llevó a cabo en mayo del 2002, utilizando frutos de chicozapote [*Manilkara sapota* (L) P. Royen] tipo Fino provenientes de un huerto comercial ubicado en el Rancho Yachá, municipio de Chiná, Campeche, México, para ser trasladados posteriormente al laboratorio. Como parámetro de madurez se utilizó el color interno en la pulpa al rasgar la epidermis y la ausencia de látex (Sulladmath y Reddy, 1990). Después se trataron con una solución de hipoclorito de sodio al 0.01 % y se pusieron a secar en toallas de papel. Posteriormente se almacenaron a temperatura ambiente, a  $21 \pm 2$  °C con 60 a 65 % humedad relativa, por 11 días. Para lo cual se usaron 25 frutos, considerando un fruto como unidad experimental. La evaluación de intensidad respiratoria, producción de etileno y pérdidas fisiológicas de peso, se hizo diariamente. Mientras que, para la determinación de azúcares, sólidos solubles totales, firmeza, actividad pectinesterasa, etanol, acetaldehído y fenoles, se realizó cada tercer día. Se utilizaron cuatro repeticiones por variable.

### Intensidad respiratoria y producción de etileno

La intensidad respiratoria y producción de etileno se evaluó por cromatografía de gases. Para la evaluación se colocó un fruto en una cámara de 1.2 litros, por una hora, se tomó 1 ml del espacio libre de cabeza y se inyectó en un cromatógrafo de gases (Hewlett Packard, modelo 5890, Series II), equipado con detectores de ionización de flama (FID) y de conductividad térmica (TCD), con columna capilar Poraplot Q usando helio como gas de acarreo. Las condiciones de operación del cromatógrafo fueron: Inyector 80 °C, horno 150 °C y detectores (FID y TCD) 150 °C. Como patrón se utilizó dióxido de carbono  $500 \text{ ml}\cdot\text{litro}^{-1}$  y etileno  $10 \text{ ml}\cdot\text{litro}^{-1}$  ambos grado cromatográfico. La intensidad respiratoria se reportó en  $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  de  $\text{CO}_2$  y la producción de etileno en  $\text{ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  de  $\text{C}_2\text{H}_4$ .

### AZÚCARES

La determinación del contenido de azúcares totales se realizó de acuerdo a la técnica descrita por Dubois *et al.* (1956); los azúcares reductores de acuerdo a la técnica descrita por Nelson (1944)-Somogyi (1952). Los azúcares no reductores se obtuvieron de la diferencia entre azúcares totales y reductores, se reportó en porcentaje.

### SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES (SST)

Se utilizó el método de la AOAC (1990), para lo cual se maceró una porción de pulpa de peso conocido con agua destilada, una gota se colocó en un refractómetro digital. La lectura obtenida se multiplicó por el factor de dilución. Los sólidos solubles totales se reportaron en °Brix a 20 °C.

### Firmeza

Se determinó con un texturómetro tipo Chatillón, con puntal de  $2.2 \text{ cm}^2$  de superficie de contacto. Para la evaluación se quitó la epidermis en dos puntos, en la parte ecuatorial del fruto. La firmeza se reportó en  $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$ .

### Actividad de la enzima pectinesterasa (Ec. 3.1.1.11)

Se utilizó el método desarrollado por Ranganna (1979), en el cual 10 g de chicozapote se homogeneizaron con 40 ml de solución de pectina cítrica (1 %), la mezcla se neutralizó (pH 7.5) con NaOH (0.2 N) y se incubó (30 °C). La solución se valoró (pH 7.5) con NaOH (0.01 N) cada 10 minutos durante media hora. Como actividad pectinesterasa se consideró a los miligramos de metoxilo desdoblados por la enzima, por gramo de muestra y sólidos solubles totales.

### Producción de etanol y acetaldehído

El contenido de etanol y acetaldehído se determinó siguiendo el método descrito por Davis y Chace (1969). Muestras de 5 g de pulpa finamente picada se colocaron en viales de 25 ml y se sellaron; posteriormente se incubó a 30 °C por 10 min. Se tomó 1 ml del espacio libre de cabeza, el cual se inyectó en un cromatógrafo de gases (Hewlett Packard, modelo 5890, Series II), equipado con detector de ionización de flama (FID) y de conductividad térmica (TCD); con columna capilar Poraplot Q, usando helio como gas de acarreo. Las condiciones de operación del cromatógrafo fueron: Inyector 170 °C, horno 150 °C y detectores (FID y TCD) 180 °C. Se usó etanol ( $1184 \text{ mg}\cdot 100 \text{ ml}^{-1}$ ) y acetaldehído ( $15.7 \text{ mg}\cdot 100 \text{ ml}^{-1}$ ) como soluciones patrón. El contenido de volátiles se reportó en  $\text{mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ .

### Fenoles totales

Se utilizó la técnica descrita por Litwack (1967), en donde se mezcló 0.1 g de pulpa de chicozapote con 4 ml de solución extractora (2:1:1 metanol; cloroformo: agua) y se filtró al vacío (filtro de fibra de vidrio, porosidad de 10-15 mm). Se le agregó 10 ml de  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  (10 %), se incubó (38 °C por 15 min), se tomó 1 ml de solución, se agregó  $\text{H}_2\text{O}$  (3 ml) y reactivo Folin-Ciocalteu (1 ml) (1:1) en agua, la lectura se realizó a 660 nm. El contenido de fenoles se reportó en  $\text{mg}\cdot 100 \text{ g}^{-1}$ .

### Pérdidas fisiológicas de peso

Las pérdidas fisiológicas de peso fueron calculadas de la diferencia entre el peso inicial y el registrado en los días de muestreo, y se reportaron en porcentaje.

### Análisis de datos

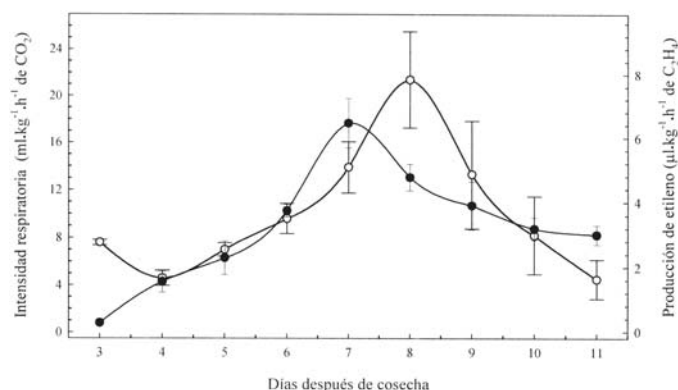
A los resultados obtenidos se les realizó un análisis correlación múltiple de variables. Se obtuvieron las me-

días de cada fecha dentro de cada variable y se calculó el error estándar (Bryan-Jones y Finney, 1983).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Intensidad respiratoria y producción de etileno

El patrón respiratorio presentó el típico comportamiento climatérico, coincidiendo con lo reportado por Nakasone y Paull (1998), ubicándolo en el grupo de frutos con tasa respiratoria moderada ( $40$  a  $80 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1} \text{ CO}_2$ ) y alta tasa de producción de etileno ( $10$  a  $100 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ ). El chicozapote tipo Fino presentó un pico de máxima producción de  $21.3 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  de  $\text{CO}_2$  al octavo día y de  $6.4 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  de  $\text{C}_2\text{H}_4$  al séptimo día (Figura 1). Al respecto, Báez *et al* (1997) reportaron un máximo de  $27 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  de  $\text{CO}_2$  al sexto día y  $1.7 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  de  $\text{C}_2\text{H}_4$  al quinto día ( $20^\circ\text{C}$ ;  $85\%$  humedad relativa), para chicozapote criollo, producido en traspatio en el estado de Sinaloa. Mientras que, en los cultivares Oblong y Cricket Bali se han reportado valores de  $9.4$  y  $10 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  de  $\text{CO}_2$  al tercer y cuarto día, respectivamente, en condiciones ambiente (Selvaraj y Pal, 1984) y el cv. Kirthabharthi produjo  $30 \text{ ml}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$  de  $\text{C}_2\text{H}_4$  al sexto día ( $26$  a  $30^\circ\text{C}$ ;  $60$ - $70\%$  humedad relativa) (Rao y Chundawat, 1992). De la información anterior, se puede decir que chicozapote tipo fino produce concentraciones de  $\text{CO}_2$  y  $\text{C}_2\text{H}_4$  menores a lo que reportan Nakasone y Paull (1998), por lo que se clasificaría como un fruto de baja tasa respiratoria y tasa de producción de etileno moderada.

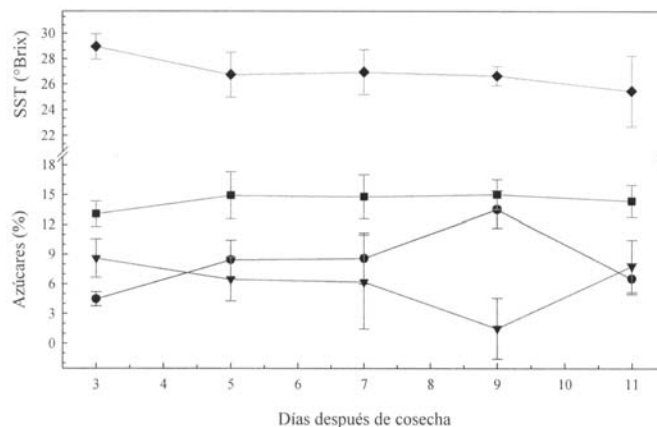


**FIGURA 1.** Intensidad respiratoria (○) y producción de etileno (●) en la maduración de frutos de chicozapote Fino ( $21\pm 2^\circ\text{C}$ ;  $60$  a  $65\%$  humedad relativa) cada punto representa el promedio de cuatro repeticiones  $\pm$  error estándar.

### Contenido de azúcares y sólidos solubles totales

Durante la maduración el contenido de azúcares no presentó cambios, mientras que, la concentración de azúcares no reductores disminuyó, presentándose al mismo tiempo un incremento en el contenido azúcares reductores (Figura 2), lo anterior permite asumir que durante la

maduración ocurre un proceso de inversión de sacarosa (Sousa y Narain, 2002). Los resultados obtenidos se encuentran dentro de lo reportado por algunos autores para frutos de chicozapote en madurez de consumo, quienes reportan  $13.5$  a  $21\%$  para azúcares totales,  $10.4$  a  $14.6\%$  azúcares reductores y  $1$  a  $6$  al  $2\%$  azúcares no reductores (Selvaraj y Pal, 1984; Sousa y Narain, 2002; Heredia *et al.*, 1997; Báez *et al.*, 1997). Durante el proceso de maduración el contenido de sólidos solubles totales disminuyó (Figura 2). Caso similar mostró Sousa y Narain (2002), quienes reportaron disminución en el contenido de sólidos solubles totales de  $21.4$  a  $15.8^\circ\text{Bx}$  en madurez de consumo. La disminución de sólidos solubles totales puede estar relacionada con el contenido de látex; ya que es una emulsión de varias sustancias con diferente índice de refracción. lo cual pueden causar interferencia en las mediciones refractométricas (Sousa y Narain, 2002; Fahn, 1990; Selvaraj y Pal, 1984).

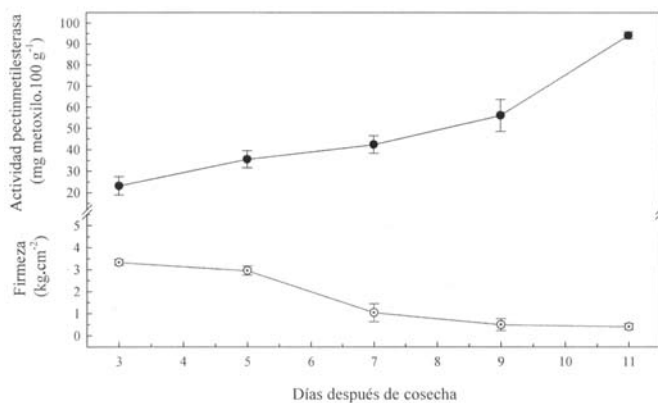


**FIGURA 2.** Contenido de azúcares totales (■), reductores (●), no reductores (▼) y sólidos solubles totales (◆) en la maduración de frutos de chicozapote Fino ( $21\pm 2^\circ\text{C}$ ;  $60$  a  $65\%$  humedad relativa). Cada punto representa el promedio de cuatro repeticiones  $\pm$  error estándar.

### Firmeza y actividad de la enzima pectinesterasa

La firmeza disminuyó desde  $3.3 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$  a los tres días después de la cosecha, hasta  $0.5 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$  en la madurez de consumo. La reducción más rápida en firmeza se presentó del quinto al noveno día (Figura 3), lo cual coincidió con el aumento en la intensidad respiratoria y producción de etileno. Rao y Chundawat (1992) han reportado cambios en firmeza en el cv. Kirthabharthi de  $1.0$  a  $0.52 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$  del cuarto al sexto día.

De la misma manera, Báez *et al* (1997) observaron una disminución de la firmeza de  $2.55$  a  $0.2 \text{ kg}\cdot\text{cm}^{-2}$  del segundo al sexto día. La actividad de la enzima pectinesterasa mostró un incremento constante durante todo el proceso de maduración, la mayor actividad enzimática se presentó posterior al máximo climatérico

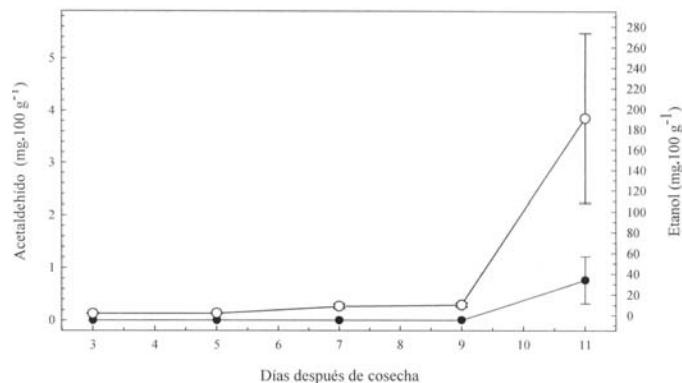


**FIGURA 3.** Firmeza (o) y actividad pectinesterasa (●) en la maduración de frutos de chicozapote Fino ( $21\pm 2$  °C; 60 a 65 % humedad relativa). Cada punto representa el promedio de cuatro repeticiones  $\pm$  error estándar.

(Figura 1, 3). La firmeza y la actividad de pectinesterasa mostraron una correlación negativa de 0.71; donde la actividad de pectinesterasa en frutos de chicozapote aumentó durante el proceso de maduración, alcanzando la mayor actividad en la madurez de consumo (Selvaraj y Pal, 1984), mientras que la firmeza disminuyó. Se ha propuesto que los cambios en el ablandamiento de los tejidos se deben a la disolución de los componentes de la pared celular por la actividad de pectinesterasa y poligalacturonasa. La primera cataliza la demetilación de ácido poligalacturónico en la pared celular y la segunda induce la ruptura de cadenas de dicho ácido, lo cual favorece el ablandamiento de los tejidos (Awad y Young, 1980).

### Producción de etanol y acetaldehído

Durante el proceso de maduración la producción de etanol se mantuvo sin cambios significativos ( $2.1$  a  $10.2$   $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ ) y no se detectó la producción de acetaldehído. Sin embargo, después del noveno día la producción de ambos volátiles presentó un incremento significativo que puede estar relacionado con la sobremaduración (Figura 4). La producción de etanol y acetaldehído mostró una correlación positiva de 0.997, lo cual pone de manifiesto la relación bioquímica entre ambos, acetaldehído es precursor de etanol (Ke *et al.*, 1995). La producción de etanol y acetaldehído en bajos niveles se lleva a cabo de forma natural en los frutos, sin embargo, a medida que el proceso de maduración avanza la concentración de ambos metabolitos se incrementa llegando a límites que pueden ser considerados tóxicos para los tejidos (Podd y Van Staden, 1998). En este sentido, la tasa alta de producción de etanol y acetaldehído después de la madurez de consumo se asocia a reacciones de fermentación que forman parte del proceso de senescencia de frutos (Smagula y Bramlage, 1977). Por lo que se puede asumir que dada la alta concentración de azúcares reductores presentes en el fruto de chicozapote durante la madurez de consumo (13.53 %), el inicio de la senescencia del



**FIGURA 4.** Producción de etanol (o) y acetaldehído (●) en la maduración de frutos de chicozapote Fino ( $21\pm 2$  °C; 60 a 65 % humedad relativa)- Cada punto representa el promedio de cuatro repeticiones  $\pm$  error estándar.

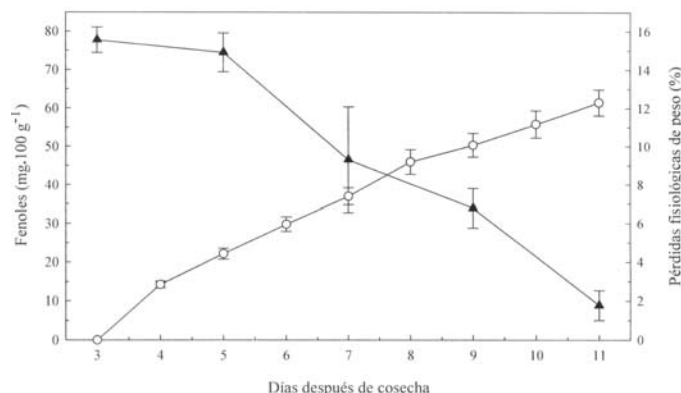
mismo y la disminución del proceso respiratorio de los frutos, el proceso fermentativo cuenta entonces con suficiente sustrato para la producción de volátiles, por lo que incrementa rápidamente la producción de etanol y acetaldehído.

### Fenoles totales

El contenido de fenoles totales disminuyó durante el proceso de maduración de frutos de chicozapote (Figura 5). Se ha reportado que durante la maduración ocurre la oxidación de fenoles monohídricos y o-dihídricos, y por lo tanto se da la disminución del contenido de fenoles activos (Rao y Chundawat, 1989). La actividad de polifenoloxidasas, enzima que degrada fenoles, se incrementa durante el proceso de maduración de frutos de chicozapote, siendo más alta en la madurez de consumo (Rao y Chundawat, 1989; Selvaraj y Pal, 1984). Al respecto, Alía-Tejacal *et al.* (2000) reportó la disminución en el contenido de fenoles y al mismo tiempo aumentó en la actividad de polifenoloxidasas, en frutos de zapote mamey.

### Pérdidas fisiológicas de peso

Las pérdidas fisiológicas de peso se incrementaron durante el proceso de maduración en función del tiempo de almacenamiento: del tercer al noveno día las pérdidas fisiológicas de peso fueron del 10 % (Figura 5); estos resultados son similares a los mostrados por Sousa y Narain (2002), quienes han reportado pérdidas del 9 % del tercer al noveno día de almacenamiento en frutos de chicozapote ( $27$  °C; 65 % de humedad relativa). Mientras que, Pérez *et al.* (1995) reportaron pérdidas de 14.4 % al noveno día ( $20$  °C). Las pérdidas fisiológicas de peso se deben a la transpiración de los frutos causado por la diferencia de presión de vapor entre el interior del fruto y el aire circundante, provocando la pérdida de agua y por lo tanto disminución de peso (Díaz-Pérez *et al.*, 2000).



**FIGURA 5. Contenido de fenoles totales (▲) y pérdidas fisiológicas de peso (○) en la maduración de frutos de chicozapote Fino (21±2 °C; 60 a 65 % humedad relativa). Cada punto representa el promedio de cuatro repeticiones ± error estándar.**

## CONCLUSIONES

El proceso de maduración de frutos de chicozapote tipo Fino presenta un comportamiento climatérico, en postcosecha requiere de nueve días para alcanzar la madurez de consumo. El ablandamiento del fruto está asociado con el incremento de actividad de la enzima pectinesterasa, disminución en el contenido de fenoles y aumento en el contenido de azúcares, sin cambios significativos en sólidos solubles totales. La producción de etanol y acetaldehído se mantiene en bajos niveles durante el proceso de maduración y en senescencia incrementa rápidamente la producción de estos volátiles.

## LITERATURA CITADA

- ALÍA-TEJACAL, I.; SAUCEDO-VELOZ, C.; MARTÍNEZ-DAMIÁN, M. T.; COLINAS-LEÓN, M. T. 2000. Temperaturas de almacenamiento y maduración en frutos de mamey (*Pouteria sapota* (Jacq) H. E. Moore & Stearn). Revista Chapingo Serie Horticultura 6(1): 73-78.
- AOAC. 1990. Fruits and fruit products, pp. 829-830. Official Methods of Analysis of AOAC. AOAC, (ed). Washington, USA.
- AWAD, M.; YOUNG, R. E. 1980. Avocado pectinmethylsterase activity in relation to temperature, ethylene and ripening. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 105:638-641.
- BÁEZ, M. A.; SILLER, J. H.; HEREDIA, B.; PORTILLO, T.; ARAIZA, E.; GARCÍA, R. S.; MUY, M. D. 1997. Fisiología postcosecha de frutos de chicozapote (*Achras sapota* L.) durante condiciones de mercadeo. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 41:209-214.
- BRYAN-JONES, J.; FINNEY, D. J. 1983. On an error in "instructions to authors". HortScience 18(3): 279-282.
- DAVIS, P. L.; CHACE, W. R. 1969. Determination of alcohol in citrus juice by gas chromatographic analysis of headspace. HortScience 4:117-119.
- DÍAZ-PÉREZ, J. C.; BAUTISTA, S.; VILLANUEVA, R. 2000. Quality changes in zapote mamey fruit during ripening and storage. Postharvest Biology and Technology 18: 67-73.
- DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH F. 1956. Colorimetric method for determination of sugar and related substances. Analytical Chemistry 28(3): 350-356.
- FAHN, A. 1990. Plant Anatomy. 4ta. Edition. Pergam Press. Oxford, New York, USA. 588 p.
- GRANADOS, F. J. C. 1995. Algunas selecciones nuevas de Zapote. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 39:115-118.
- GUADARRAMA, A.; ORTIZ, V. 2000. Postharvest comparative study of two cultivars of sapodilla (*Manilkara sapota* L.) fruits. Acta Horticulturae 536: 363-367.
- HEREDIA, J. B.; SILLER, J. H. BÁEZ, M. A.; ARAIZA, E.; PORTILLO, T.; GARCÍA, R.; MUY, M. D. 1997. Cambios en la calidad y el contenido de carbohidratos en frutas tropicales y subtropicales a nivel mercado. Proc. Interamer. Soc. Trop. Hort. 41:104-109.
- KE O.; YAHIA, E.; HESS, B.; ZHOU, L.; KADER A. A. 1995. Regulation of fermentative metabolism in avocado fruit under oxygen and carbon dioxide stresses. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 120(3):481-490.
- LITWACK, G. 1967. Bioquímica Experimental. Ediciones Omega. Barcelona, España. pp. 216-217.
- NAKASONE, H.; PAULL, R.E. 1998. Tropical Fruits. CAB International. New York, USA.
- NELSON, N. J. 1944. A photometric adaptation of the Somogyi method for the determination of the glucose. Journal Biol. Chem. 153: 375-380.
- PÉREZ, J. J.; SANCHEZ, A.; VILORIA Z. 1995. Efecto del ácido 2-cloroetilfosfónico sobre la respiración y características físicas en frutos de nísperos (*Manilkara sapotolla* L.) variedad Tiberio, durante la maduración. Rev. Fac. Agron. (LUZ) 12: 145-149.
- PODD, L. A.; VAN STADEN, J. 1998. The role of ethanol and acetaldehyde in flower senescence and fruit ripening-A review. Plant Growth Regulation 26(3): 183-189.
- RANGANNA, S. 1979. Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products. McGraw Hill Publishing Company Limited. New Delhi, India.
- RAO, D. V. R.; CHUNDAWAT, B. S. 1989. Postharvest changes in respiration and enzymes activities in sapota (*Manilkara achras* Mill Forsberg). Indian J. Plant Physiol. 32: 105-109.
- RAO, O. V. R.; CHUNDAWAT, B. S. 1992. Effect of certain new ripening retardants on ripening in sapota (*Manilkhara achras* Mill Forseberg) cv. Kirthabarthi. Indian J. Plant Physiol. 35(2): 167-173.
- SAGARPA. 2002. Sistema de información agropecuaria de consulta (SIACON). Centro de Estadística Agropecuaria (CEA). Versión 1.1. D. F., México.
- SELVARAJ, Y.; PAL, D. K. 1984. Changes in the chemical composition and enzyme activity of two sapodilla (*Manilkara sapota*) cultivars during development and ripening. J. Hort. Sci. 59(2): 275-281.
- SMAGULA J. M.; BRAMLAGE W. J. 1977. Acetaldehyde accumulation: Is it a cause of physiological deterioration of fruits? HortScience 12(3): 200-204.
- SOMOGYI, M. 1952. Notes on sugar determinations. Journal Biol. Chem. 195:19-23.
- SOUZA B. E.; NARAIN N. 2002. Physical and chemical characteristics of sapota fruit at different stages of maturation. Pesq. Agropec. Bras. 37(4): 567-572.
- SULLADMATH, U. V.; REDDY, N. M. A. 1990. Sapota, pp. 565-591. In: Fruits: Tropical and Subtropical. BOSE, T. K.; MITRA, S. K. (eds). Naya Prokash, Calcutta, India.