

RESPIRACIÓN Y PRODUCCIÓN DE ETILENO DE FRUTOS DE ZAPOTE MAMEY (*Pouteria sapota*) ALMACENADOS PREVIAMENTE EN ATMÓSFERA CONTROLADA

Arturo Martínez-Morales¹; Iran Alia-Tejagal²; María Teresa Colinas-León³ y María Teresa Martínez-Damian³.

¹Instituto Tecnológico de Villahermosa, Villahermosa, Tabasco.

e-mail: orutra_68@hotmail.com.

²Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos.

Av. Universidad 1001, col. Chamilpa, Cuenavaca, Morelos. C. P. 62210.

e-mail: ijac96@yahoo.com.mx.

³Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5, Carr. México- Texcoco

PALABRAS CLAVE: Atmósfera controlada, respiración, etileno, almacenamiento

INTRODUCCIÓN

Durante el manejo poscosecha los frutos tropicales enfrentan varios problemas, debido a que son sensibles al frío, por lo tanto la vida poscosecha de estos productos suele ser corta (máximo cuatro semanas) si se compara con la mayoría de los frutos de origen subtropical y templado (mayor a un mes) (Yahia, 1997). Las atmósferas modificadas y controladas bien aplicadas dan resultados positivos en el mantenimiento de la calidad y prolongación de la vida útil de estos frutos (Yahia, 1997), ambas técnicas implican la remoción o adición de gases

lo que resulta en una composición alrededor del producto diferente a la del aire (78.08 % de Nitrógeno, 20.95 % de O₂ y 0.03 % de CO₂. Generalmente implica la disminución en la concentración de oxígeno y el incremento en la de CO₂ (Kader, 2000).

Los frutos pueden responder positiva o negativamente al CO₂ en la atmósfera de almacenamiento dependiendo de la sensibilidad del tejido al gas, a la concentración, tiempo de exposición y temperatura (Watkins and Zhang, 1998). Por lo cual es necesario seguir realizando estudios para entender mejor las bases fisiológicas y el efecto del CO₂

y O₂ en la calidad poscosecha de diferentes frutos (Kader, 1999). A nivel comercial, la atmósfera controlada es usada en el transporte y almacenamiento de manzanas, peras, y en menor proporción en espárragos, brócoli, melones, kiwi, aguacate, granadas, etc. (Kader, 2003). Sin embargo poco se ha investigado en frutos exóticos con potencial para su comercialización.

Uno de esos frutos es el zapote mamey (*Pouteria sapota*), el cual debido a sus características organolépticas es considerado con gran potencial para exportar. Sin embargo, aun se desconocen las condiciones de manejo poscosecha necesarias para poder mantener su calidad, así como las condiciones ideales para su manejo durante poscosecha (Díaz-Perez *et al.*, 2002). Uno de los principales aspectos que son afectados en el zapote mamey cuando son sometidos a estrés por bajas temperaturas es la respiración y producción de etileno, por lo cual en el presente trabajo se evaluó el comportamiento poscosecha en frutos de zapote mamey expuestos previamente a un ambiente de atmósferas controladas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se colectaron frutos de zapote mamey en madurez fisiológica, los frutos fueron cosechados de acuerdo al índice de cosecha utilizado por el productor, que consiste en eliminar una pequeña porción de la cáscara en el ápice y base del fruto; si la pulpa presenta una coloración rosa - naranja se cosecha y alcanzará madurez de consumo. Una vez cosechados los frutos se

transportaron en cajas con capacidad de 4 a 5 kg al laboratorio de Fisiología poscosecha del Instituto Tecnológico de Villahermosa para los tratamientos en atmósfera modificadas.

Se formaron lotes de frutos y se almacenaron en una cámara refrigerada a $12 \pm 1^\circ \text{C}$ (95 % HR) en diferentes condiciones: 1) atmósfera del ambiente; 2) atmósfera de ambiente previa inmersión en Tiabendazol 4000 mg L⁻¹; 3) atmósfera de 5 % O₂ + 5 % CO₂ en balance nitrógeno y 4) atmósfera de 5 % O₂ + 10 % CO₂ en balance nitrógeno. Los periodos de almacenamiento fueron 14, 21 y 28 d, posteriormente los frutos se maduraron en las condiciones del laboratorio ($32 \pm 2^\circ \text{C}$; 80-85 % HR). Adicionalmente se evaluó un grupo de frutos inmediatamente después de la cosecha el cual se utilizó como referencia. El experimento se repitió dos veces durante una misma temporada de cosecha.

Se evaluó en cinco frutos la respiración y producción de etileno, por un método estático, el cual consistió en colocar 1 fruto en un recipiente de plástico de volumen conocido, cerrándose herméticamente durante 1 h y después se tomaron con una aguja hipodérmica de 5 mL del espacio de cabeza del gas el cual se almaceno en un vacuntainer de la misma capacidad a -20°C hasta su evaluación. La identificación y cuantificación del etileno y el CO₂ se realizó en un cromatógrafo de gases Hewlett Packard 5890 Serie II con columna de silica fundida y fase estacionaria poraplot Q, detector de ionización de flama y otro de conductividad térmica. Las temperaturas de horno, inyector y detector fueron respectivamente de 80,

150 y 150° C. Se utilizó helio como gas de arrastre. Los resultados se expresan como la media de las observaciones \pm error estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los frutos testigo presentaron un comportamiento típico de los frutos climatéricos, los máximos de etileno y CO₂ se detectaron 3 y 2 d después de la cosecha (Figura 1 y 2). Se cuantificaron 400 mL y 206.2 mL kg⁻¹ h⁻¹ de valores máximos en ambos gases, valores superiores a los reportados anteriormente por Díaz-Pérez *et al.* (2000) y Alia-Tejacal *et al.* (2002), probablemente se deba a la diferencia en la proveniencia del material vegetal y las temperaturas de evaluación, debido a que en el presente experimento la respiración fue evaluada a una temperatura de 32 \pm 2 °C. La alta producción de etileno y alta velocidad de respiración ocasionaron una maduración en 3 d (datos no mostrados).

Los frutos almacenados a 12 °C con y sin tratamiento de Tiabendazol (TBZ) presentaron un comportamiento similar en la producción de etileno y CO₂ a los frutos testigo una vez transferidos a temperatura del ambiente, independientemente de la época del corte (Figuras 1 - 4 a y b). Al incrementar el periodo de almacenamiento solo se detectó la fase posclimaterica, esto sugiere que esta temperatura no detiene completamente el proceso de la maduración, similares resultados se han reportado previamente al almacenar zapote mamey a 15 °C por 14 d (Alia-Tejacal *et al.*, 2002). Un aspecto interesante es el hecho que los frutos no sufrieron daños

por frío al almacenar a 12 °C aun por 28 d, lo que implica un gran periodo durante el cual se puede transportar este fruto sin afectar negativamente su fisiología. Sin embargo el periodo de comercialización posterior al almacenamiento disminuye.

El almacenamiento en atmósferas a 5 y 10 % de CO₂ afecto el comportamiento de la respiración y producción de etileno independientemente de la fecha de corte (Figuras 1- 4 c y d). Se observa una disminución significativa en la producción de etileno después de 21 y 28 d de almacenados en los frutos del primer y segundo corte, respectivamente (Figuras 2 - 3 c y d). La velocidad de respiración también disminuyó solamente en los frutos almacenados por 28 d en 10 % de CO₂ en el primer corte y en los frutos almacenados por 28 d en 5 % de CO₂ en el segundo corte (Figuras 2 d y 4c). Aquellos frutos almacenados en 5 % de CO₂ en el primer corte y 10 % de CO₂ en el segundo corte presentaron un comportamiento similar al testigo (Figura 2 c y 4 d). Los resultados obtenidos indican que el almacenamiento en concentraciones de CO₂ superiores a 5 % afectan la producción de etileno después de 28 d y que la fecha de corte afecta esta sensibilidad. Thompson (1997) indica que el almacenamiento en concentraciones altas de CO₂ compite con los sitios de unión del etileno en los frutos y disminuye su producción; y se mantiene este efecto una vez transferidos a atmósfera del ambiente. Esto es favorable por que retrasa la maduración.

Mir y Beaudry (2000) indican que el dióxido de carbono tiene el potencial de alterar la respiración, pero la dirección y magnitud de los efectos es dependiente

de la especie. En la presente investigación no se observó un efecto claro del almacenamiento en la

velocidad de respiración de los frutos de zapote mamey.

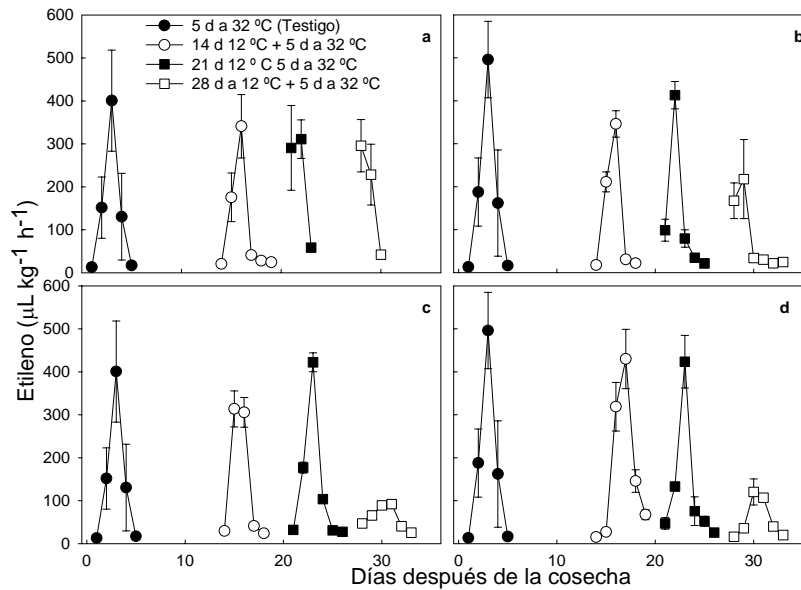


Figura 1. Producción de etileno en frutos de zapote mamey almacenados previamente en atmósfera normal (a), atmósfera normal + TBZ (b), 5 % O₂ + 5 % CO₂ (c), 5 % O₂ + 10 % CO₂ a 12 °C por diferentes periodos (14, 21 y 28 d). Primer corte. Cada punto representa la media de 5 observaciones ± error estándar.

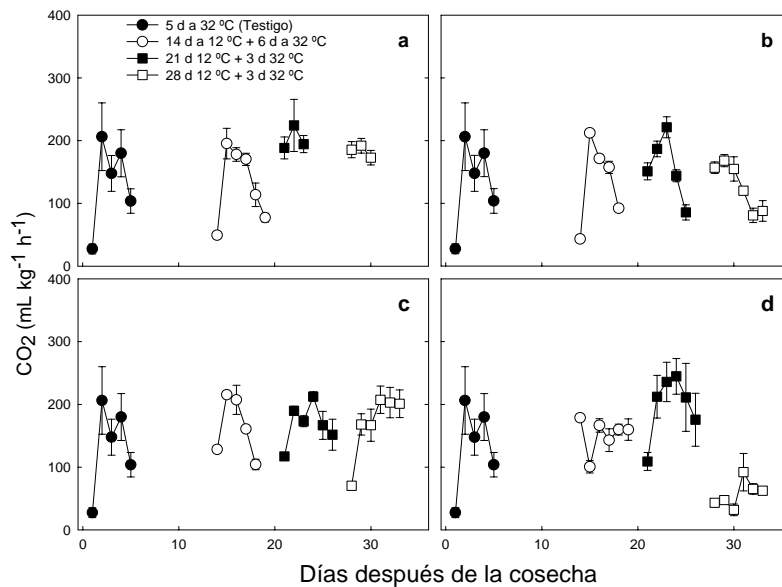


Figura 2. Velocidad de respiración en frutos de zapote mamey almacenados previamente en atmósfera normal (a), atmósfera normal + TBZ (b), 5 % O₂ + 5 % CO₂ (c), 5 % O₂ + 10 % CO₂ a 12 °C por diferentes periodos (14, 21 y 28 d). Primer corte. Cada punto representa la media de 5 observaciones ± error estándar.

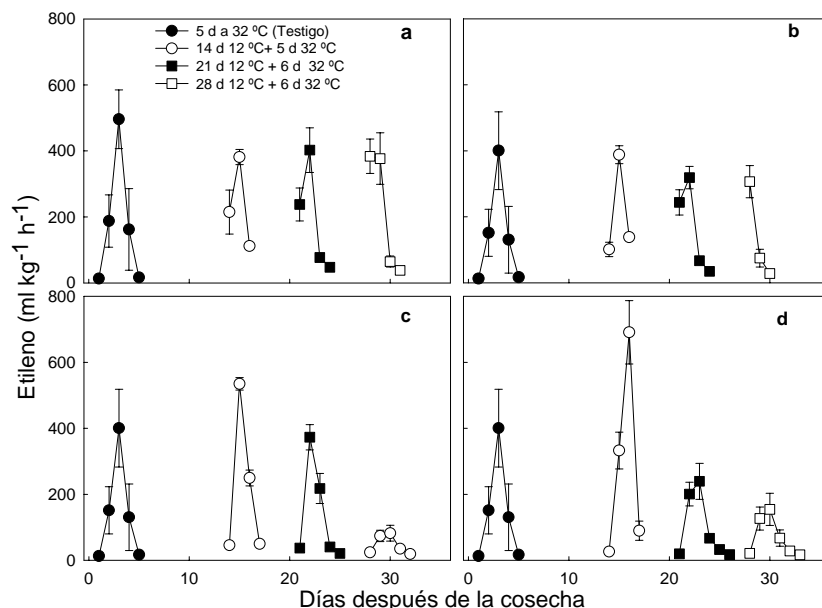


Figura 3. Producción de etileno en frutos de zapote mamey almacenados previamente en atmósfera normal (a), atmósfera normal + TBZ (b), 5 % O₂ + 5 % CO₂ (c), 5 % O₂ + 10 % CO₂ a 12 °C por diferentes periodos (14, 21 y 28 d). Segundo corte. Cada punto representa la media de 5 observaciones ± error estándar.

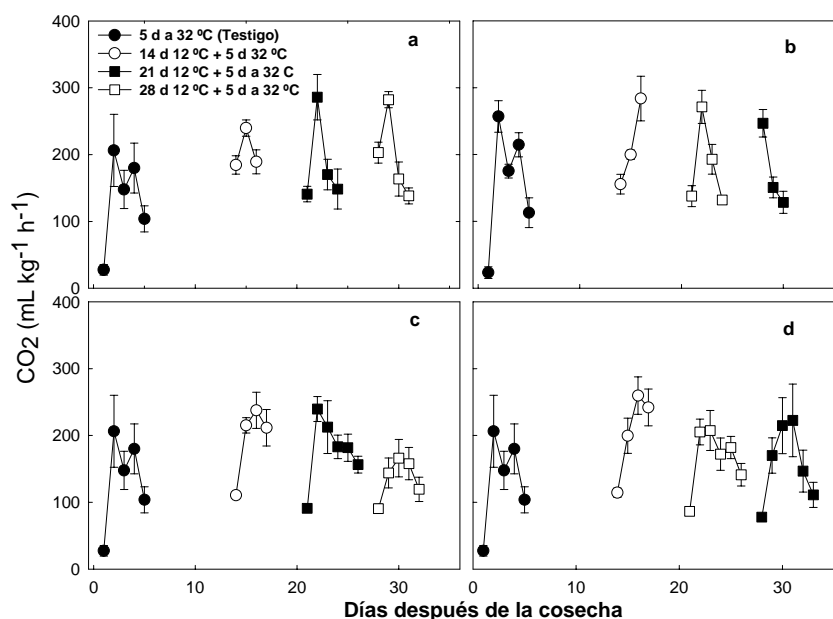


Figura 4. Velocidad de respiración en frutos de zapote mamey almacenados previamente en atmósfera normal (a), atmósfera normal + TBZ (b), 5 % O₂ + 5 % CO₂ (c), 5 % O₂ + 10 % CO₂ a 12 °C por diferentes periodos (14, 21 y 28 d). Segundo corte. Cada punto representa la media de 5 observaciones ± error estándar.

CONCLUSIÓN

El almacenamiento a 12 °C por 14, 21 y 28 d no causa daños por frío en zapote mamey y no detiene el proceso de maduración. El almacenamiento en atmósferas controladas mayores de 5 % disminuye la producción de etileno y este efecto se mantiene una vez transferido a temperatura ambiente, lo que se asocia con un retraso en la maduración. No se observa un efecto claro en la velocidad de respiración.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece el apoyo de PROMEP para la realización de los estudios de doctorado del primer autor y el apoyo parcial del proyecto (103.5/04/1359).

LITERATURA CITADA

Watkins, C. B. and J. Zhang. 1998. Metabolic responses of fruit to carbon dioxide. *Acta Horticulturae* 464: 345-350.

Yahia, E. M. Efecto de atmósferas insecticidas sobre diversos parámetros de calidad en algunas frutas tropicales. pp: 71-75. *In: Medición de la calidad en frutos tropicales y subtropicales con tratameitnos físicos de cuarentena.* Saucedo, V. C. y Martínez-Javega, J. M. (eds.). Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias.

Díaz-Pérez, J. C., S. Bautista, R. Villanueva, R. López G. 2003. Modeling the ripening of sapote mamey [*Pouteria*

sapota (Jacq.) H.E. Moore and Stearn] fruit at various temperatures. *Postharvest Biol. Technol.* 28: 199-202.

Thompson, A. K. 1997. *Postharvest technology of fruits and vegetables.* Blackwell science. 410 p.

Mir, N. and R. Beaudry. 2000. Atmosphere control using oxygen and carbon dioxide. *In: Fruit Quality and its Biological Basis.* Knee, M. (ed.). CRC Press. USA. pp: 122-156.

Díaz-Pérez, J. C., S. Bautista, R. Villanueva. 2000. Quality changes in sapote mamey fruit during ripening and storage. *Postharvest Biol. Technol.* 18:67-73.

Alia, T. I., M. T. Colinas L., M. T. Martínez D., R. M. Soto H. 2002. Factores fisiológicos, bioquímicos y de calidad en frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* Jacq. H.E. Moore & Stearn) en poscosecha. *Rev. Chapingo S. Hortic.* 8:263-281.

Kader, A. A. 1999. Future research needs in postharvest biology and technology of fruits. *Acta Horticulturae* 485: 209-213.

Kader A. A. 2000. Modified Atmospheres during transport and storage. *In: Kader A. A: Postharvest technology of horticultural crops.* Third Edition. Univ. Calif. Okland, CA, USA. pp:

Kader, A. A. 2003. A perspective on Postharvest Horticulture (1978-2003). *HortScience* 38: 1004-1008.