

APLICACIÓN DE CERAS Y CEPA EN FRUTOS DE CHICOZAPOTE (*Manilkara sapota* L.)

L. Arevalo-Galarza¹; C. Saucedo-Veloz¹; M. T. Colinas-León²; G. Mena-Nevares¹

¹Especialidad de Postgrado en Fruticultura. Instituto de Recursos Genéticos y Productividad. Colegio de Postgraduados, Montecillos, Méx. C.P. 56230. Fax (595) 1-15-84. E-mail: larevalo@colpos.colpos.mx.

²Departamento de Fitotecnia. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México. C.P. 56230.

RESUMEN

Se observó el comportamiento de frutos de chicozapote (*Manilkara sapota* L.) cultivar Jesús María, utilizando dos ceras comerciales para prolongar la vida de almacenamiento, y CEPA (2000 mg·litro⁻¹) para homogeneizar la maduración. Se obtuvo un patrón de maduración climatérico con picos máximos de respiración de 122.4 mg·litro⁻¹·h⁻¹ de CO₂ y etileno de 93 mg·litro⁻¹·h⁻¹ al cuarto día después de la cosecha. El uso de CEPA ayudó a homogeneizar la maduración de los frutos, la adelantó en más de un día y promovió la disminución de compuestos fenólicos. El uso de las ceras comerciales no contribuyó a incrementar la vida poscosecha, pero mejoró la apariencia y mitigó la pérdidas de peso con diferencias significativas.

PALABRAS CLAVE: *Sapotaceae*, respiración, etileno, postcosecha

WAX AND CEPA APPLICATIONS ON FRUITS OF SAPODILLA (*Manilkara sapota* L.)

SUMMARY

The behavior of sapodilla (*Manilkara sapota* L.) fruits cultivar Jesús María was observed during ripening, using two different kinds of wax to preserve the life storage and CEPA (2000 mg·litro⁻¹) applications for ripening homogenization of the fruits. Sapodilla fruits were found to be climateric, with the respiratory peak occurring at the same time that ethylene production with 122.4 mg·kg⁻¹·h⁻¹ of CO₂ and 93 mg·kg⁻¹·h⁻¹ of C₂H₄, respectively, four days after harvest. The CEPA promoted homogeneous ripening, decreased phenolic compounds and accelerated ripening in more than one day. The wax did not help to increase the fruits postharvest life storage, but enhanced appearance and reduced weight losses significantly.

KEY WORDS: *Sapotaceae*, respiration, ethylene, postharvest.

INTRODUCCIÓN

En chicozapote (*Manilkara sapota* L.) se han realizado investigaciones enfocadas a prolongar la vida de almacenamiento de los frutos, mediante técnicas como las atmósferas modificadas, retardantes de la maduración y otras. También es frecuente la recolección de frutos con diferente grado de madurez, desde inmaduros hasta sobremaduros, sin embargo, esto dificulta su manejo poscosecha y la calidad final resulta heterogénea. Al respecto, el concepto de momento óptimo de cosecha aún es poco manejado en esta especie y los índices de cosecha aplicados a este fruto no son confiables (Gautam y Chundawat, 1990).

Por lo anterior, en el presente experimento se estudió el patrón de maduración de frutos del cultivar Jesús Ma-

ría, con base en la intensidad respiratoria, producción de etileno y en algunos cambios bioquímicos y biofísicos. Adicionalmente, se evaluó el efecto de la aplicación de dos emulsiones de ceras en el control de la maduración, y se observó el efecto de aplicaciones de CEPA (ácido 2-cloretíl fosfónico) que es un liberador de etileno, en la homogeneización de la maduración, usando frutos cosechados de acuerdo con los criterios del productor.

MATERIALES Y MÉTODOS

Los frutos de chicozapote utilizados en este experimento fueron obtenidos en una huerta comercial ubicada en la Ciudad de Campeche, Campeche, México, en mayo de 1996. La fruta cosechada se trasladó a la Central de Abastos de la Ciudad de México y de ahí al laboratorio de Fisiología Poscosecha del Colegio de Postgraduados en

Montecillo, México; este periodo fue de dos días desde la cosecha. Los frutos se seleccionaron en el Laboratorio con el fin de eliminar los dañados, defectuosos o sobre-maduros. Al inicio del experimento las características de madurez fueron: 23.4°Bx (sólidos solubles totales) y firmeza de 2.9 de fuerza.

Una vez clasificados, los frutos se dividieron en cinco lotes de 30 frutos, en los cuales se aplicaron los siguientes tratamientos: testigo, encerado con "Nature Seal", encerado con candelilla, encerado con "Nature Seal" + CEPA (2000 mg·litro⁻¹) y encerado con candelilla+CEPA (2000 mg·litro⁻¹).

La cera Nature Seal 2020 de la empresa EcoScience contiene 8.05% de sólidos y la cera de candelilla comprada a granel en la Central de Abastos, contiene 16.38% de sólidos.

El almacenamiento para fines de maduración se hizo a 20°C y 60-65% de humedad relativa. Los muestreos se realizaron a los 2, 4, 6 y 8 días después de la cosecha. La unidad experimental fue de un fruto y se utilizaron tres repeticiones por tratamiento.

Las variables evaluadas fueron: Intensidad respiratoria (Claypool y Keefer, 1956); producción de etileno, de etanol y acetaldehído (Davis y Chace, 1969); firmeza (texturómetro Chatillon); patrón de maduración; contenido de fenoles totales (Litwack, 1967); pérdidas de peso y contenido de sólidos solubles totales.

La intensidad respiratoria se determinó haciendo pasar un flujo de aire a través de un recipiente con fruto de peso conocido, que después se pone en contacto con una solución de azul de bromotimol (pH=7.2-7.3; transmitancia=32%), y al reaccionar con el CO₂ producido por el fruto, cambia el pH y la transmitancia. El tiempo de burbujeo del aire en la solución fue de 10 minutos. Previamente se realizó una curva de calibración con concentraciones conocidas de CO₂ (0-2%) y flujo de 9 litros·h⁻¹.

La producción de etileno se evaluó tomando 1 ml de aire del espacio libre de un recipiente que contenía frutos de peso conocido, encerrados durante tres horas; inyectándose un cromatógrafo de gases (Hewlett Packard 5890 serie II), con columna Chromapak tipo abierta con capa porosa de sílica y un detector de ionización de flama (FID). La temperatura de la columna fue de 130°C, del detector A y B a 200°C, y la presión de cabeza de 14 psi. Además se inyectaron muestras estándar de etileno (5 mg·litro⁻¹), para realizar los cálculos correspondientes.

Para cuantificar la producción de etanol y acetaldehído, muestras de 2 g de pulpa almacenadas en viales de 5 ml, se incubaron a baño María a 30°C por 10 minutos, después de agitación se tomó 1 ml de aire del espacio libre del vial y se inyectó a un cromatógrafo de gases

Hewlett Packard 5890 Serie II. La temperatura de la columna fue de 145°C, del detector A 150°C y del detector B 140°C. Además se prepararon soluciones estándar de etanol (38.83, 17.40 y 8.7 mg·100 ml⁻¹) y acetaldehído (6.28, 3.14 y 1.57 mg·100 ml⁻¹) y se inyectaron de igual modo al cromatógrafo de gases.

La medición de firmeza se evaluó como la penetración de un puntual cortante de 0.7 cm de diámetro a través del fruto, los resultados se expresaron en kg·cm⁻² de fuerza. El patrón de maduración se evaluó al tacto considerando tres estados: Duro, cambiante y suave, debido a que es una variable subjetiva, una sola persona realizó dichas pruebas.

Para la determinación de fenoles, se pesó 0.1 g de pulpa de chicozapote, se maceró a 4°C y se agregó 4 ml de solución extractora metanol:cloroformo:agua (2:1:1), se centrifugó a 20000 x g durante 15 minutos, se decantó y al sobrenadante se le agregaron 10 ml de Ca₃Na₂ al 10%, y se incubó a 38°C durante 15 minutos. Posteriormente se tomó 1 ml de sobrenadante y se agregó 3 ml de agua y 1 ml de reactivo de folín (1:1 en agua), se dejó reposar 15 minutos y se leyó a 660 nm en un espectrofotómetro Bausch & Lomb modelo Spectronic 20.

Los sólidos solubles totales (°Bx) se determinaron con un refractómetro automático Atago Modelo Pr-100.

El diseño experimental utilizado fue completamente al azar, realizando el análisis de varianza correspondiente, haciendo asimismo pruebas de comparación de medias con la prueba de Tukey a un nivel de significancia del $P \leq 0.05$

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Intensidad respiratoria

Los frutos testigo de chicozapote cv. Jesús María presentaron un comportamiento climatérico, con la máxima intensidad respiratoria de 122.44 mg·kg⁻¹·h⁻¹ de CO₂, cuatro días después de la cosecha (Cuadro 1). Por su parte Lakshminarayana y Subramayam (1966) quienes trabajaron con el cv. Calcutta Round, encontraron un máximo climatérico de 140 mg·kg⁻¹·h⁻¹ de CO₂ a los ocho días de la cosecha. Posiblemente la precocidad de esta respuesta en el cv. Jesús María se debió a que durante los dos primeros días los frutos permanecieron condiciones no controladas, desde el campo de cosecha hasta el sitio de acopio comercial (Central de Abastos) o que el estado inicial de maduración fuera más avanzado que en los frutos del cv. Calcutta Round usados en el estudio.

Por otro lado, las aplicaciones de cera y cera+CEPA no afectaron significativamente la intensidad respiratoria de los frutos (Cuadros 1).

Producción de etileno

La producción de etileno en el tratamiento testigo mostró un incremento significativo durante el proceso de maduración alcanzándose un valor máximo de 93 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ de C_2H_4 . Este comportamiento de cv. Jesús María concuerda con el de cv. Kirthabarthi, que dio un máximo de etileno de 54 $\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ de C_2H_4 , al sexto día después de haber sido cosechado y expuesto a 26°C (Rao y Chundawat, 1992).

A diferencia de lo observado en la intensidad respiratoria, la producción de etileno resultó muy estimulada hasta en 122% por la aplicación de emulsiones de ceras, sobre todo cuando se combinó con aplicación de CEPA; además estos tratamientos desplazaron el pico climatérico hasta el sexto día (Cuadro 2).

En esta respuesta se observó que las ceras promovieron la producción y acumulación de etanol y acetaldehído en los tejidos del fruto, por lo que se sugiere que el etileno pudo ser producido a partir de acetaldehído mediante un sistema no enzimático o quizá que este compuesto volátil incremente la sensibilidad del tejido al etileno y a través de la autocatálisis incremente su concentración (Kumato *et al.*, 1969; Janes y Frenkel, 1978).

La liberación de etileno inducida por la aplicación exógena de este regulador del crecimiento se atribuye al estímulo de su biosíntesis endógena como lo afirma Yang (1995), quien indicó que el etileno acelera la actividad enzimática asociada con la maduración del fruto.

CUADRO 1. Intensidad respiratoria en frutos de chicozapote cv. Jesús María, en respuesta a tratamientos de encerado y aplicación de CEPA.

| Tratamiento | Intensidad respiratoria ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ de CO_2) | | | |
|-------------------------|---|---------|---------|--------|
| | Días después de cosecha | | | |
| | 2 | 4 | 6 | 8 |
| Testigo | 94.0 a ^z | 122.4 a | 119.2 a | 65.7 a |
| Cera "Nature Seal" | 94.0 a | 117.4 a | 117.0 a | 61.5 a |
| Cera candelilla | 94.0 a | 115.6 a | 116.2 a | 65.2 a |
| Cera "Nature Seal"+CEPA | 94.0 a | 126.3 a | 126.1 a | 55.9 a |
| Cera candelilla +CEPA | 94.0 a | 125.8 a | 128.7 a | 55.9 a |
| C.V. (%) | 1.06 | 1.37 | 1.76 | 2.43 |

^z Valores con la misma letra dentro de columnas en cada variable son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a $P\leq 0.05$.
C.V. = Coeficiente de variación.

CUADRO 2. Producción de etileno en fruto de chicozapote cv. Jesús María, en respuesta a tratamientos de encerado y aplicación de CEPA.

| Tratamiento | Producción de etileno ($\text{mg}\cdot\text{kg}^{-1}\cdot\text{h}^{-1}$ de C_2H_4) | | | |
|-------------------------|--|---------|---------|---------|
| | Días después de cosecha | | | |
| | 2 | 4 | 6 | 8 |
| Testigo | 73.0 a ^z | 93.0 c | 90.0 c | 76.0 c |
| Cera "Nature Seal" | 73.0 a | 151.0 b | 168.0 b | 100.0 b |
| Cera candelilla | 73.0 a | 145.0 b | 166.0 b | 98.0 b |
| Cera "Nature Seal"+CEPA | 73.0 a | 190.0 a | 200.0 a | 125.0 a |
| Cera candelilla+CEPA | 73.0 a | 176.5 a | 181.0 a | 115.0 a |
| C.V. (%) | 2.73 | 3.05 | 4.17 | 4.54 |

^z Valores con la misma letra dentro de columnas en cada variable son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a $P\leq 0.05$.
C.V. = Coeficiente de variación.

Producción de etanol y acetaldehído

Uno de los procesos más importantes que ocurren durante la maduración de frutos es el incremento de volátiles, entre ellos el etanol y acetaldehído que se encuentran normalmente en pequeñas cantidades y contribuyen a mejorar el aroma y sabor de los frutos. Sin embargo, niveles bajos de oxígeno promueven la respiración anaerobia, en donde procedente de la ruta glicolítica el ácido pirúvico se descarboxila a forma de acetaldehído y finalmente etanol, lo cual resulta en la acumulación de estos volátiles, con el consecuente desarrollo de sabor desagradables y daños en los tejidos (Kader, 1986).

Durante la maduración, los frutos testigo mostraron un rápido y continuo incremento de etanol, cuya concentración pasó de 0.183 hasta 3.08 $\text{mg}\cdot 100\text{ g}^{-1}$ de pulpa en un lapso de seis días, lo que representa un aumento cercano a 17 veces (Cuadro 3). El contenido de acetaldehído se elevó aproximadamente 10 veces en el mismo periodo (Cuadro 4).

Tales resultados permiten evidenciar el alto grado de perecibilidad de los frutos de chicozapote y la pérdida consecuente de sabor en demerito de su calidad, aunque se mantiene una apariencia y textura aceptables.

Ambas ceras desaceleraron la producción de los compuestos, sobre todo la de acetaldehído en el tratamiento con cera de candelilla, la cual se apreció hasta el sexto día después de la cosecha, ya que dos días antes no presentaron diferencias con el testigo.

En cambio, la producción de estos compuestos volátiles resultó mayor en los tratamientos de cera combinada con etileno, en comparación con el resto de los tratamientos en los que el etanol incrementó 26 veces en seis días y la de acetaldehído aumento en 19, lo cual aceleró el proceso de maduración de los frutos. Según Smagula y Bramlage (1977), la acumulación de etanol y acetaldehído en los tejidos vegetales se debe a la baja concentración de oxígeno y alta de CO₂, lo cual es una indicación de actividad fermentativa en el tejido, por ello al incrementar la actividad respiratoria de los frutos de chicozapote con etileno e impedir el intercambio gaseoso con la aplicación de cera se provocó la acumulación de estos compuestos.

El coeficiente de variación mostrado resultó muy alto, lo cual puede atribuirse a la heterogeneidad en la madurez de los frutos ya que el muestreo se realizó cada tercer día con diferentes frutos, por ser estas pruebas destructivas, caso contrario ocurrió con la tasa respiratoria, producción de etileno y pérdidas fisiológicas de peso en donde el muestreo fue con los mismos frutos. Por ello es importante que al realizar el muestreo de frutos con alta heterogeneidad en la madurez al momento de cosecha, se realice un mayor número de repeticiones.

CUADRO 3. Contenido de etanol en frutos de chicozapote cv. de Jesús María, en respuesta a tratamientos de encerado y aplicación de CEPA.

| Tratamiento | Etanol (mg·100g ⁻¹ pulpa) | | | |
|-------------------------|--------------------------------------|---------|----------|----------|
| | Días después de cosecha | | | |
| | 2 | 4 | 6 | 8 |
| Testigo | 0.183 a ^z | 0.483 a | 1.013 ab | 3.087 ab |
| Cera "Nature Seal" | 0.183 a | 0.194 a | 0.398 ab | 1.205 a |
| Cera candelilla | 0.183 a | 0.400 a | 0.803 b | 1.206 b |
| Cera "Nature Seal"+CEPA | 0.183 a | 0.365 a | 2.341 a | 4.318 a |
| Cera candelilla + CEPA | 0.183 a | 0.475 a | 2.887 a | 4.824 a |
| C.V. (%) | 48.44 | 58.48 | 62.34 | 37.29 |

^z Valores con la misma letra dentro de columnas en cada variable son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a $P \leq 0.05$.
C.V. = Coeficiente de variación.

CUADRO 4. Contenido de acetaldehído en frutos de chicozapote cv. Jesús María, en respuesta a tratamiento de encerado y aplicación de CEPA.

| Tratamiento | Acetaldehído (mg·100g ⁻¹ de pulpa) | | | |
|-------------------------|---|---------|----------|----------|
| | Días después de cosecha | | | |
| | 2 | 4 | 6 | 8 |
| Testigo | 0.314 a ^z | 0.365 a | 1.720 a | 3.081 ab |
| Cera "Nature Seal" | 0.314 a | 0.378 a | 0.424 b | 0.940 b |
| Cera candelilla | 0.314 a | 0.509 a | 1.305 ab | 2.107 b |
| Cera "Nature Seal"+CEPA | 0.314 a | 0.388 a | 2.350 ab | 4.321 a |
| Cera candelilla+CEPA | 0.314 a | 0.517 a | 3.205 a | 5.898 a |
| C.V. (%) | 12.39 | 31.74 | 55.83 | 36.41 |

^z Valores con la misma letra dentro de columnas en cada variable son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a $P \leq 0.05$.
C.V. = Coeficiente de variación.

Firmeza

La firmeza de la pulpa en el tratamiento testigo disminuyó desde 4.14 kg de fuerza al segundo día de cosecha hasta 0.54 kg de fuerza al octavo, notándose la caída más drástica a los cuatro y seis días después de cosecha. De manera similar Rao y Chundawat (1992) reportaron reducción en la firmeza de frutos del cv. Kirthabarthi durante la maduración con valores de 1.0 kg de fuerza al cuarto día y de 0.52 kg de fuerza al sexto; esto sugiere que los cambios críticos en la maduración de chicozapote ocurren entre este tiempo.

Las aplicaciones de cera contribuyeron a mantener la firmeza, ya que al octavo día los tratamientos con "Nature Seal" y candelilla mostraron valores de 1.21 y 0.98 kg de fuerza, respectivamente, equivalente a los del sexto día en el testigo. Por otra parte, los tratamientos con CEPA adelantaron las pérdidas de firmeza toda vez que al sexto día después de cosecha bajó a 0.7 kg de fuerza en el tratamiento "Nature Seal"+CEPA y a 0.5 kg de fuerza en el de candelilla + CEPA.

Estos cambios se asociaron con el patrón de maduración, ya que los frutos del tratamiento testigo la alcanzaron en un periodo de 6 días, mientras los de "Nature Seal"+CEPA en 4.9 y los del candelilla+CEPA en 4.5. Según Shanmugavelu *et al.* (1971), las aplicaciones de CEPA aceleran la maduración de los frutos de chicozapote, al reducir considerablemente el contenido de fenoles totales y pectinas.

Contenido de fenoles totales

En el testigo el contenido de fenoles totales en el fruto se mantuvo prácticamente constante entre el segundo y

sexto día, con valores de 24.8 a 32.1 mg·100 g⁻¹ de pulpa, para descender drásticamente hasta 1.76 mg·100 g⁻¹ de pulpa al octavo. Al respecto Roa y Chundawat (1989) observaron actividades enzimáticas máximas al sexto y séptimo día en frutos maduros, que se atribuyen a la oxidación de fenoles monohídricos y o-dihídricos en el transcurso de la maduración.

Los tratamientos de cera con CEPA causaron un adelanto de dos a cuatro días en el descenso de los fenoles totales, especialmente el de la cera candelilla. Aparentemente dichos tratamientos aceleran el metabolismo enzimático del fruto a pesar de que las ceras abaten el intercambio gaseoso entre el fruto y el aire. Sin embargo, el alto coeficiente de variación mostrado indica que el efecto del tratamiento está enmascarado por los diferentes estados de maduración de las muestras analizadas, aunque se detectaron diferencias significativas, no puede atribuirse la respuesta en su totalidad al tratamiento aplicado (Cuadro 5).

CUADRO 5. Contenido de fenoles totales en frutos de chicozapote cv. Jesús María, en respuesta a tratamientos de encerado y aplicación de CEPA.

| | Fenoles (mg·100g ⁻¹ de pulpa) | | | |
|-------------------------|--|---------|---------|--------|
| | Días después de cosecha | | | |
| | 2 | 4 | 6 | 8 |
| Testigo | 29.56 a ^z | 24.81 a | 32.10 a | 1.76 b |
| Cera "Nature Seal" | 29.56 a | 11.40 b | 12.58 b | 4.18 a |
| Cera candelilla | 29.56 a | 6.27 b | 1.54 c | 0.74 b |
| Cera "Nature Seal"+CEPA | 29.56 a | 8.24 b | 1.46 c | 0.70 b |
| Cera candelilla +CEPA | 29.56 a | 35.85 a | 1.02 c | 0.38 b |
| C.V. (%) | 41.91 | 40.19 | 29.46 | 59.31 |

^z Valores con la misma letra dentro de columnas en cada variable son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a P≤0.05. C.V. = Coeficiente de variación.

Pérdidas de peso

En el total de los tratamientos se registraron pérdidas de peso de los frutos en condiciones de laboratorio, durante los primeros dos días (i.e. del segundo al cuarto días después de la cosecha los tratamientos de encerado con y sin etileno, redujeron la magnitud de esas pérdidas).

Posteriormente estas pérdidas se acentuaron, de acuerdo con la época de máximos valores en la intensidad respiratoria, produciéndose además etileno. Al respecto, Paull y Chen (1989) mencionaron que la epidermis del fruto presenta menor resistencia a las pérdidas de agua durante el pico climatérico, debido a los cambios

estructurales en la pared y membrana celular durante la maduración (Cuadro 6).

CUADRO 6. Pérdidas relativas (%) de peso en frutos de chicozapote cv. Jesús María, en respuesta a tratamientos de encerado y aplicación de CEPA.

| Tratamiento | Pérdidas de peso (%) | | |
|-------------------------|-------------------------|---------|---------|
| | Días después de cosecha | | |
| | 4 | 6 | 8 |
| Testigo | 3.23 a ^z | 6.05 a | 9.28 a |
| Cera "Nature Seal" | 2.47 b | 4.68 ab | 7.05 ab |
| Cera candelilla | 1.80 b | 3.38 b | 5.06 b |
| Cera "Nature Seal"+CEPA | 2.33 b | 4.78 ab | 7.71 a |
| Cera candelilla+CEPA | 2.20 b | 7.00 a | 6.75 b |
| C.V. (%) | 7.23 | 6.50 | 5.44 |

^z Valores con la misma letra dentro de columnas den cada variable son iguales de acuerdo a la prueba de Tukey a P≤0.05. C.V. = Coeficiente de variación.

En los frutos encerados con candelilla, se obtuvieron pérdidas de peso de 5.06 % al sexto día, mientras que en el testigo fueron de 9.28% en el mismo periodo. Es evidente que las ceras utilizadas y sobre todo "Nature Seal", contribuyeron a disminuir las pérdidas de agua por transpiración del fruto.

CONCLUSIONES

El fruto de chicozapote es altamente perecedero, por ello se requiere de tratamientos tendientes a prolongar su vida poscosecha mediante la desaceleración de los procesos propios de la maduración

La aplicación de ceras resultó una opción adecuada ya que es un producto barato y que permitió mitigar las pérdidas de peso, y dar buena presentación al fruto.

El uso de CEPA parece que contribuyó a homogeneizar la maduración de los frutos, sin embargo, el efecto fue oscurecido al existir un alto coeficiente de variación en aquellos variables en donde cada día se muestreaban frutos diferentes (contenido de etanol, acetaldehído y fenoles), sin embargo, en aquellas pruebas en donde se muestreaban los mismos frutos no existieron coeficientes de variación tan altos (tasa respiratoria, producción de etileno y pérdidas fisiológicas de peso), estos resultados nos permiten concluir que aunque existió cierto efecto de los tratamientos, por las diferencias significativas mostradas, la heterogeneidad del estado de madurez de las muestras impidió ver el efecto real. Como ya se había observado anteriormente la falta de índice de cosecha

óptimo para frutos de chicozapote provoca esta heterogeneidad, por lo que al observar la tendencia del efecto de CEPA resultaría útil para su aplicación.

LITERATURA CITADA

- CLAYPOOL, L.L.; KEEFER, R.M. 1942. A colorimetric method for CO₂ determination in respiratory studies. Proc. Amer. Soc. Hort. Sci. 409: 177-186.
- DAVIS, P.L.; CHACE, W.G. 1969. Determination of alcohol in citrus juice by gas chromatographic analysis of head space. HortScience 4: 117-119.
- GAUTAM, S.K.; CHUNDAWAT, B.S. 1990. Postharvest changes in sapota cv. Kalipatti II. Effect of various postharvest treatments on physico-chemical attributes. Indian J. Hort. 47: 264-269.
- JAMES, H.W.; FRENKEL, C. 1978. Promotion of softening processes in pear by acetaldehyde independent of ethylene action. J. Amer. Soc. Hort. 103(3): 397-400
- KADER, A. 1986. Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables. Food Tech. 40(5): 99-104.
- KUMATOO, J.; DOLLWET, H.A.; LYONS, J.M. 1969. Evidence and hypothesis for a "taube bridge electron transfer" propagating to remote site through o bounding. The formation of ethylene from monoethyl sulfate. J. Am. Chem. Soc. 91(5): 1207-1210.
- LAKSHMINARAYANA, S.; SUBRAMANYAM, H. 1966. Physical chemical and physiological changes in sapota fruit (*Achras sapota* L.) during development and ripening. J. Food Sci. Tech. 3: 151-154.
- LITWACK, G. 1967. Bioquímica Experimental. Ediciones Omega, S.A. Barcelona, España. pp. 216-217.
- PAULL, R.E.; CHEN, N.J. 1989. Waxing and plastic wraps influence water loss from papaya fruit during storage and ripening. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 114(6): 937-942.
- RAO, D.V.R.; CHUNDAWAT, B.S. 1989. Postharvest changes in respiration and enzyme activities in sapota (*Manilkara achras* Mill. Fosberg). Indian J. Plant Physiol. 32: 105-109.
- RAO, D.V.R.; CHUNDAWAT, B.S. 1992. Effect of certain new ripening retardants on ripening in sapota (*Manilkara achras* Mill. Forsberg) cv. Kithabarathi. Indian J. Plant Physiol. 35: 167-173.
- SELVARAJ, Y.; PAL, K.K. 1984. Changes in the chemical composition and enzyme activity of two sapodilla (*Manilkara sapota*) cultivars during development and ripening. J. Hort. Sci. 59: 275-281.
- SHANMUGAVELU, K.; SRINIVASAN, G.; ROA, U.N.M. 1971. Influence of ethrel (2-chloroethylposphonic acid) on ripening of sapota (*Achras sapota* L.) Hort. Adv. 8: 33-36
- SMAGULA, J.M.; BRAMLAGE, W.J. 1977. Acetaldehyde accumulation: Is it a cause of physiological deterioration of fruits. HortScience 12: 200-203.
- YANG, S.F. 1995. The role of ethylene in fruit ripening. Acta Horticulturae 398: 167-178.