

ALMACENAMIENTO DE FRUTOS DE CAIMITO (*Crisophyllum cainito* L.) A BAJAS TEMPERATURAS

Iran Alia-Tejacal¹, María Teresa Colinas-León², R. Celis-Velazquez³, Víctor López-Martínez¹, Carlos Manuel Acosta-Durán¹, Dagoberto Guillen Sanchez⁴,
Jesús Cuauhtémoc Hernández-Toledano⁴

¹Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Universidad 1001, Chamilpa, Cuernavaca, Morelos. Correo-e: ijac96@yahoo.com.mx

²Departamento de Fitotecnia, Universidad Autónoma Chapingo. Km. 38.5, Carr. México- Texcoco, Chapingo Edo. de México.

³Programa de Fisiología Vegetal, Colegio de Postgraduados. Km. 36.5, Carr. México- Texcoco, Montecillo Estado de México.

⁴Instituto Profesional de la Región Oriente, Universidad Autónoma del Estado de Morelos. Av. Nicolás Bravo s/n. Parque Industrial Cuautla, Xalostoc, Morelos.

PALABRAS CLAVE: *Crisophyllum cainito*, respiración, etileno, refrigeración.

INTRODUCCIÓN

El caimito (*Crisophyllum cainito* L.) es un frutal originario de las Antillas (León, 1987), sin embargo se encuentra naturalizado en altitudes medias y bajas desde el suroeste de México hasta Panamá (Morton, 1987). El árbol de caimito es erecto de 8-30 m de altura, las hojas son alternas y elípticas, de 6 a 12 cm de largo, los frutos pueden ser redondos o elipsodes, de 5-10 cm de diámetro, pueden ser rojo púrpura, púrpura o verde pálido. Las cinco u ocho semillas, distribuidas radialmente dan en un corte transversal, la apariencia de una estrella, característica de esta especie (León, 1987; Morton, 1987). Este frutal se cultiva en la región

suroeste del estado de Morelos, representa una alternativa que puede incrementar las entradas de divisas, así como diversificar su agricultura. Los frutos alcanzan precios de hasta 180 pesos por 0.5 - 0.7 kg en los meses de Noviembre y Diciembre resultado de una floración desfasada en algunos árboles, aun durante la época de mayor producción (Abril-Junio) el valor varía entre 20 y 40 pesos. Poco se ha documentado acerca de los cambios bioquímicos, fisiológicos y físicos que ocurren después de cosecharlos, menos aún su comportamiento a bajas temperaturas lo cual es una tecnología importante para mantener la calidad de los productos hortícolas. De lo anterior se deriva el presente trabajo que aborda

el estudio de este frutal durante poscosecha y su almacenamiento a bajas temperaturas.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se cosecharon frutos de caimito en Coatlán del Río, Morelos de árboles criollos. El índice de cosecha fue que tuvieran una coloración púrpura de la piel. Los frutos fueron transportados por vía terrestre al laboratorio de Usos Múltiples de la Universidad Autónoma Chapingo para su análisis. Los frutos fueron divididos en tres grupos, los cuales se almacenaron a 20, 7 y 2 °C por 12 d, los frutos almacenados a bajas temperaturas adicionalmente fueron almacenados durante 3 d a temperatura ambiente. Las evaluaciones se realizaron cada tres días después de iniciado el experimento. Las variables evaluadas fueron; velocidad de respiración y producción de etileno (en los frutos testigo por 9 d), para lo cual se utilizó el método estático, donde dos frutos se colocaron en recipientes de vidrio de volumen conocido (2.4 L), posteriormente 5 mL del espacio vacío se guardaron en vancouver a -20 °C para su posterior evaluación. La evaluación fue realizada en un cromatógrafo de gases Hewlett Packard 39630, con dos detectores uno de conductividad térmica y otro de ionización de flama, las temperaturas del horno, inyector y detector fueron de 80, 170 y 170 °C, respectivamente. La unidad experimental fueron dos frutos con cuatro repeticiones.

Cada tres días se evaluó la pérdida de peso acumulada, mediante la siguiente fórmula (Peso inicial-Peso final/Peso inicial), la unidad experimental fue un fruto con 10 repeticiones, en estos mismos frutos se evaluó los

componentes de color: Luminosidad (L), ángulo matiz y cromaticidad con un espectrofotómetro portátil X-rite mod. 3290.

Cada tercer día se realizaron análisis destructivos donde un fruto fue la unidad experimental con 5 repeticiones, la firmeza se evaluó con un penetrómetro Effegi sin retirar la cáscara, en la parte ecuatorial del fruto. Aproximadamente 1 g de pulpa del fruto se utilizó para determinar los azúcares totales mediante el método de antrona indicado por Alia-Tejacal *et al.* (2002). Cincuenta gramos de pulpa se homogenizaron con agua destilada y se filtraron en manta de cielo, 10 mL de la solución fueron titulados con NaOH 0.1 N hasta una lectura de 8.2 indicada por un potenciómetro Zemak 2130 de esta forma se determinó la acidez, expresada como % de ácido málico. En esta misma solución se evaluó el pH del fruto. Los fenoles totales fueron evaluados mediante el método descrito por Waterman y Mole (1994), se utilizó un gramo de tejido, el cual fue homogenizado con metanol 80 % (v/v), se centrifugó a 10 000 g, los datos se reportan en mg de ácido tánico por gramo de peso fresco. Los resultados se reportan graficando la media de las observaciones \pm el error estándar.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La producción de CO₂ en los frutos de caimito fue de 117.1 mL kg⁻¹ h⁻¹ un día después de la cosecha posteriormente disminuyó a valores de entre 95.6 y 107.5 mL kg⁻¹ h⁻¹ a los dos y cinco días; finalmente se incrementó hasta valores de 142.7 mL kg⁻¹ h⁻¹. La producción de etileno se mantuvo constante (entre 60 y 70 mL kg⁻¹ h⁻¹) durante los nueve días después de la cosecha (Figura 1). Este

comportamiento confirma que el caimito es un fruto no climatérico (Pratt and Mendoza, 1980), por lo que el fruto se debe cosechar cuando tiene la coloración total de la cáscara, que es el índice de cosecha.

Cuatro días después de la cosecha las pérdidas de peso en los frutos testigo fueron de 7.7 % (Figura 2), la consecuencia fue un marchitamiento en la cáscara del fruto siendo mas evidente cercano al pedúnculo. Wills *et al.* (1998) indican que perdidas de peso de 5 % marchitan y arrugan numerosos productos hortícolas influyendo en el valor final del producto, en el caimito se atribuye a una alta velocidad de pérdida de peso diaria de 1.9 %. Durante el almacenamiento a bajas temperaturas se tuvieron pérdidas diarias de 0.6 % y una vez transferidos a temperatura ambiente las pérdidas se incrementaron hasta 1.5 % independientemente de la temperatura de almacenamiento (Figura 2), lo anterior sugiere que el almacenamiento a bajas temperaturas y alta humedad relativa evitan las perdidas de peso y al transferirse a temperatura ambiente las perdidas de peso son similares al testigo.

La firmeza de los frutos de caimito se incrementó de forma constante independientemente de las temperaturas de 4.5 a 8.6, 9.2, 8.1 kgf para los frutos almacenados a 20, 7 y 2 °C (Figura 3). Una vez transferidos a temperatura ambiente los frutos almacenados previamente a bajas temperaturas, la firmeza siguió incrementándose (Figura 3). En general la firmeza de los frutos disminuye, la razón de que en caimito ocurra lo contrario, se atribuye a la gran pérdida de agua que tiene el caimito y que se refleja en el incremento en la fuerza

necesaria para romper la cáscara del fruto al evaluar la firmeza.

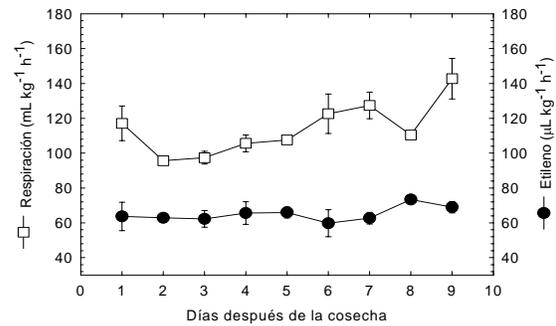


Figura 1. Velocidad de respiración y producción de etileno en frutos de caimito a temperatura ambiente (20 °C; HR 50-60 %). Cada punto representa la media de 4 observaciones ± error estándar.

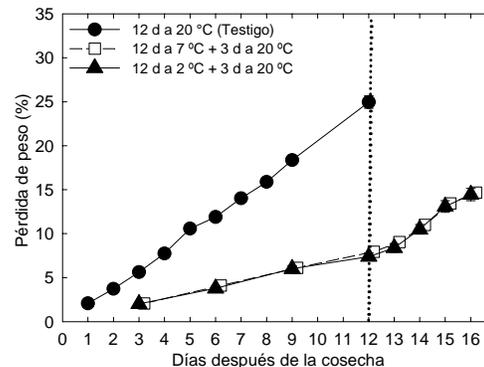


Figura 2. Pérdida de peso en frutos de caimito almacenados a diferentes temperaturas. Cada punto representa la media de 10 observaciones ± error estándar. La línea punteada indica la transferencia a 20 °C

Durante el almacenamiento a temperatura ambiente (20 °C) los azúcares totales se mantuvieron constantes durante los primeros seis días (entre 140 y 160 mg g⁻¹), posteriormente la concentración se incrementó 41 % (229 mg g⁻¹) para finalmente disminuir (Figura 4 A). Durante el almacenamiento a bajas temperaturas los azúcares totales se mantuvieron valores similares (175 mg

g^{-1}), este comportamiento se mantuvo 3 d después de la transferencia a 20 °C (Figura 4 A). Los valores de azúcares totales hacen que el fruto de caimito sea apreciado para su consumo.

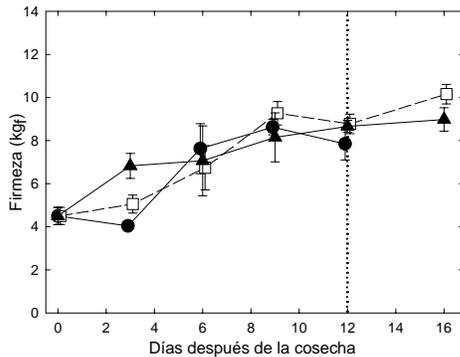


Figura 3. Cambios de los componentes del color en la epidermis del fruto de caimito almacenados a 20 (círculo negro), 7 (cuadrado blanco) y 2 °C (triángulo negro). Cada punto representa la media de 5 observaciones \pm error estándar. La línea punteada indica la transferencia a 20 °C.

Los fenoles totales aumentaron constantemente 3 d después de la cosecha en los frutos almacenados a temperatura ambiente alcanzando su máxima concentración a los 12 d (Figura 4 B). El almacenamiento a bajas temperaturas retrasó este comportamiento, los frutos almacenados a 7 °C incrementaron su concentración después de 9 d y su máximo valor fue 3 d después del almacenamiento, en contraste los frutos almacenados a 2 °C los fenoles totales se incrementaron después de 3 d y se mantuvieron constantes aun después de transferir a 20 °C (Figura 4 B). Poco se ha investigado de los componentes fenólicos presentes en el fruto de caimito que pudieran incidir en la calidad del fruto.

Los valores de pH variaron entre 6.3 y 6.0 en los frutos almacenados a 20 °C,

es decir existió muy poca variación (Figura 4 C). Similar comportamiento se observó en los frutos almacenados a 2 y 7 °C, aunque en estos últimos se obtuvo una disminución de 0.6 unidades 9 d después de la cosecha. Una vez transferidos a temperatura ambiente los valores fueron similares a los detectados al inicio del experimento. En general se considera que un pH de 4.6 es la línea divisora entre alimentos ácidos y no ácidos (Askar and Treptow, 1993), para el caso del caimito los cambios son pocos durante su poscosecha y se clasificaría como un fruto con poca acidez. La acidez se incrementa durante el almacenamiento a temperatura ambiente, de valores iniciales de 0.08 a 0.31 % nueve días después y finalmente disminuir a valores de 0.20 (Figura 4 D), similar comportamiento se cuantificó en los frutos almacenados a bajas temperaturas (Figura 4 D). Estos valores son similares a los reportados en especies de la misma familia como el zapote mamey (Villanueva-Arce *et al.*, 2000; Alia-Tejacal *et al.*, 2002) Los ácidos orgánicos contribuyen considerablemente al sabor de las frutas, algunas frutas como los cítricos, la fruta de la pasión y las grosellas negras contienen más de 3 % de ácidos orgánicos (Wills *et al.*, 1998), considerando lo anterior se confirma que el caimito es un fruto bajo en ácidos orgánicos.

Una vez cosechados los frutos del caimito almacenados a temperatura ambiente mostraron pocos cambios en la luminosidad, el ángulo matiz y la cromaticidad (Figura 6). Los valores de luminosidad fueron cercanos al negro ($L= 30$), el ángulo matiz presentó valores de entre 10 y 12 lo que sugiere colores rojo púrpura, pero una pureza

del color cercano al gris (valores de 5.5), por lo cual el color del caimito es un rojo púrpura opaco (Figura 6). Los frutos almacenados a 7 y 2 °C tuvieron valores mayores de luminosidad, ángulo matiz y cromaticidad que los frutos testigo (Figura 4), pero el almacenamiento a bajas temperaturas no afectó significativamente los componentes del color. Lo anterior sugiere que el caimito se puede almacenar a estas temperaturas sin que se observe cambios negativos en el color de la cáscara. El beneficio del manejo de la temperatura en frutos tropicales y subtropicales es limitado por la

susceptibilidad del fruto a temperaturas bajas mejor conocido como daño por frío (Burdon, 1997). El método más elemental de controlar el daño por frío consiste en determinar experimentalmente cual es la temperatura y tiempo de almacenamiento crítico del producto que se quiere conservar y no exponerlo a ninguna inferior a ella (Wills *et al.*, 1998), en el presente trabajo las bajas temperaturas y los periodos de almacenamiento evaluados no afectaron la calidad del caimito.

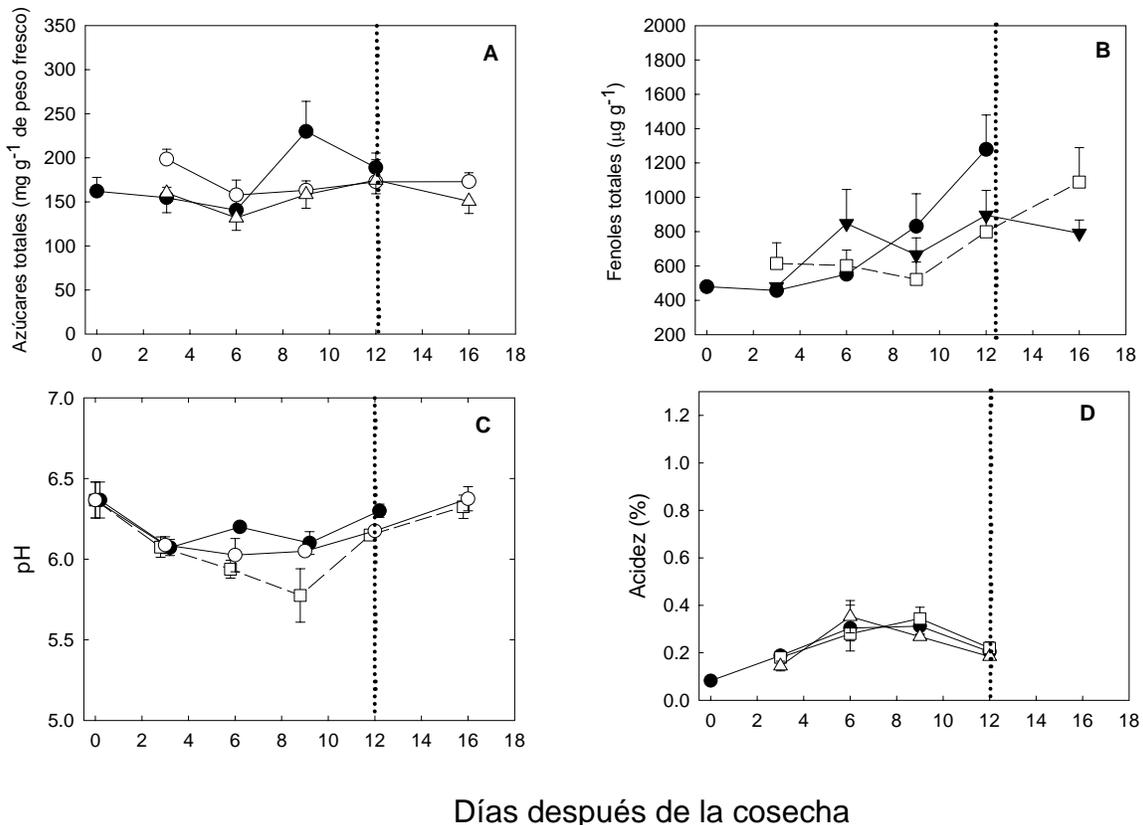


Figura 4. Cambios en azúcares totales (A), fenoles totales (B), pH (C) y acidez (D) en frutos de caimito almacenados a a 20 (circulo negro), 7 (cuadrado blanco) y 2 °C (triangulo negro). Cada punto representa la media de 5 observaciones ± error estándar. La línea punteada indica la transferencia a 20 °C.

CONCLUSIÓN

El caimito es un fruto no climatérico, no presenta cambios significativos de color en la cáscara. Los cambios mas importantes se relacionan con alta pérdida de agua lo que origina un marchitamiento de la cáscara disminuyendo su calidad. Los fenoles y azúcares totales se incrementan durante la poscosecha. Los resultados indican que el fruto de caimito se puede almacenar a 7 y 2 °C por 12 d para mantener la calidad del fruto.

LITERATURA CITADA

Alia-Tejacal I, Colinas-León, M. T., Martínez-Damián, M. T. y M. R. Soto-Hernández. 2002. Factores fisiológicos, bioquímicos y de calidad en frutos de zapote mamey (*Pouteria sapota* Jacq. H. E. Moore & Stearn) durante poscosecha. Revista Chapingo Serie Horticultura 8(2): 263-281.

Askar, A and H. Treptow. 1993. Quality Assurance in Tropical Fruit Processing. Springer-Verlag. Germany. 238 p.

Burdon, J. N. 1997 . Postharvest Handling of Tropical and Subtropical Fruit for Export. (pp. 1-19). In: Mitra, S. K. (Ed.). Postharvest Physiology and Storage of Tropical and Subtropical Fruits. CAB INTERNATIONAL. UK. 423p.

León J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. IICA. San José, Costa Rica. 552 p.

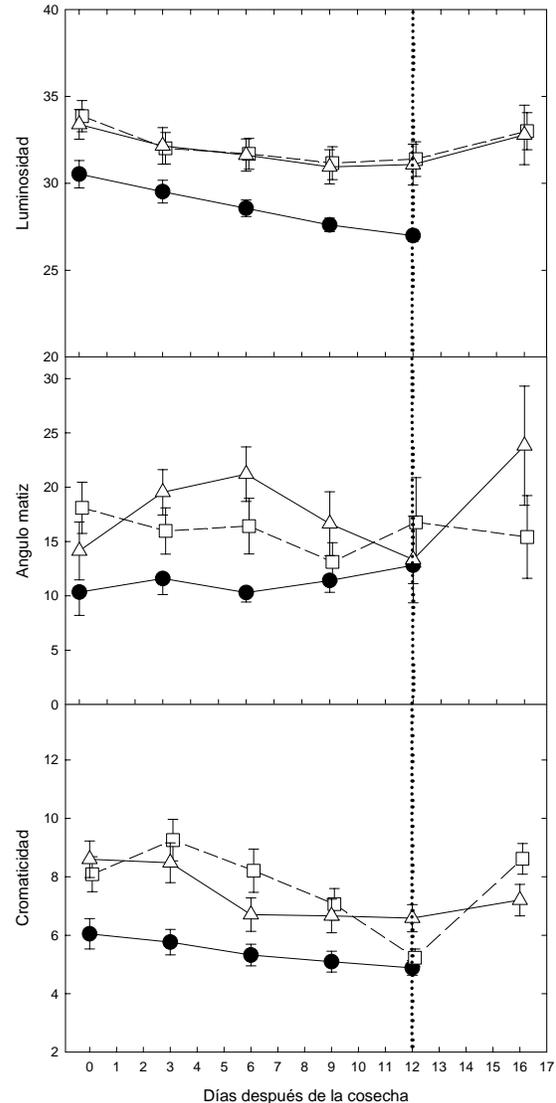


Figura 5. Cambios de los componentes del color en la epidermis del fruto de caimito almacenados a 20 (círculo negro), 7 (cuadrado blanco) y 2 °C (triángulo negro). Cada punto representa la media de 10 observaciones \pm error estándar. La línea punteada indica la transferencia a 20 °C.

Morton, J. 1987. Fruits of Warm Climates. Julia F. Morton, Miami, FL. USA.

Pratt, H. K. and D. B. Mendoza. 1980. Fruit development and ripening of the

star apple (*Cryosophyllum cainito* L.).
HortScience 15(2): 721-722.

Waterman, P. G. and S. Mole. 1994.
Analysis of Phenolic Plant Metabolites.
Blackwell Scientific Publications, Oxford,
UK. 238 p.

Villanueva-Arce, R., S. Evangelista-
Lozano; Arenas- Ocampo, M. L y Díaz-
Pérez, J. C. 2000. Cambios bioquímicos
y físicos durante el desarrollo y

postcosecha del mamey (*Pouteria
sapota* Jacq. H.E. Moore & Stearn).
Revista Chapingo Serie Horticultura 6:
63-72.

Wills, R., McGlasson, B., Graham, J. y
D. Joyce. 1998. Introducción a la
Fisiología y Manipulación Poscosecha
de Frutas, Hortalizas y Plantas
Ornamentales. Ed. Acribia, Zaragoza,
España. 240 p.