

EFECTO DE LA APLICACIÓN DE CERA COMESTIBLE Y AGUA CALIENTE EN LA CONSERVACIÓN DE MELÓN RETICULADO

EFFECT OF EDIBLE WAX AND HOT WATER ON CONSERVATION OF NETTED MUSKMELON

Reginaldo Bá ez-Sañudo¹, Crescenciano Saucedo Veloz^{2*}, Bárbara Pérez Rivero³, Elsa Bringas Taddei¹ y Ana María Mendoza Wilson¹

¹Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Carr. a la Victoria, Km 0.6, Hermosillo, Sonora, México. Correo electrónico: rbaez@cascabel.ciad.mx. ² Programa de Fruticultura, Colegio de Postgraduados. Km. 36.5 Carr. México-Texcoco, C.P. 56230, Montecillo, Edo. de México, México. Tel: 01 (595) 952-0200 Ext. 1567. Fax: 01 (595) 952-0233. ³Instituto de Investigaciones para la Industria Alimenticia. Carr. del Guatao, Km 3.5, La Lisa, Ciudad Habana, Cuba.

* Autor responsable

RESUMEN

El melón (*Cucumis melo* L.) es un fruto de gran demanda en Estados Unidos y Europa. Sin embargo por su alta sensibilidad al marchitamiento, incidencia de pudriciones y pérdidas de la firmeza, su tiempo de almacenamiento y transporte resulta limitado. El objetivo del trabajo fue evaluar el efecto del tratamiento combinado de ceras comestibles y agua caliente, sobre el mantenimiento de la calidad de melones cantaloupe, almacenados en condiciones de mercadeo y refrigeración. Se cosecharon frutos cv Primo con $\frac{3}{4}$ de desprendimiento de la guía y se expusieron a los siguientes tratamientos: Agua caliente a 55 °C/3 min, cera a temperatura ambiente, (23-25 °C/3 min), cera caliente a 55 °C/3 min, agua caliente más cera a temperatura ambiente, y agua a 23-25 °C/3 min como testigo. Un sublote de frutos de cada tratamiento se almacenó por 9 días a 20 °C y 60-65 % HR (condiciones de mercadeo) y otro por 20 días a 1 °C y 90-95 % HR + 6 días a 20 °C. Durante el almacenamiento se realizaron determinaciones de velocidad de respiración, producción de etileno, pérdida de peso, contenido de sólidos solubles totales y firmeza de pulpa. Los resultados revelaron que la cera comestible (temperatura ambiente o caliente) permitió mantener una mejor calidad (mejor firmeza y más sólidos solubles), mayor control del metabolismo del fruto (respiración y producción de etileno) y disminuyó la pérdida de humedad, en comparación con el uso de agua caliente (con y sin cera) y el testigo. El empleo de cera caliente mostró ser un tratamiento aceptable para almacenar melones cv Primo a 1 °C por 20 días + 3 días a 20 °C.

Palabras clave: *Cucumis melo* L., Cantaloupe, respiración, etileno, pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles.

SUMMARY

Netted muskmelons (*Cucumis melo* L.) have high demand in USA and Europe markets. However, due to their high sensitivity to wilting, decay and firmness loss, their shelf life is limited. The objective of this work was to evaluate the combined effect of edible wax and hot water treatments on quality maintenance of cantaloupe melons stored at marketing and refrigerating conditions. Cantaloupe melons cv 'Primo' were harvested when peduncles showed $\frac{3}{4}$ of abscission. Fruits were exposed to the following treatments: Hot water at 55 °C/3 min, edible wax at room temperature (23-25 °C/3 min), hot edible wax at 55 °C/3 min, hot water plus edible wax at room temperature, and water at 23-25 °C/3 min as control. Treated fruits were divided in two lots, one of them was stored for nine days at 20 °C and 60-65 % RH (marketing condition simulation); the other was stored for 20

days at 1 °C and 90-95 % RH followed by six days at 20 °C. Respiratory rate, ethylene production, fruit weight loss, total soluble solids content and pulp firmness were determined during storage. Results revealed that by applying edible wax (room temperature or hot), the quality traits (higher firmness and soluble solids content) were maintained in both storage conditions; fruit metabolism was also controlled (respiration rate and ethylene production) and the weight loss was reduced as compared to hot water, with or without edible wax, and controls. The use of hot edible wax showed to be a good treatment for storage of 'Primo' cantaloupe melons during 20 days at 1 °C plus 3 days at 20 °C.

Index words: *Cucumis melo* L., Cantaloupe, respiration, ethylene, weight loss, firmness, soluble solids.

INTRODUCCIÓN

El volumen de melones (*Cucumis melo* L.) en el mercado mundial supera los 1.6 millones de toneladas con un valor de 711 millones de dólares, donde el grupo cantaloupe o de red, es el de mayor demanda (FAO, 1999). Sin embargo, el manejo de estos frutos enfrenta problemas durante la comercialización, debido a su alta sensibilidad al marchitamiento y desarrollo de pudriciones. Lester y Bruton (1986) indican que la red de este grupo de melones es una estructura abierta a través de la cual ocurre el intercambio de gases y favorece la pérdida de agua por transpiración, así como la penetración y desarrollo de microorganismos. Esta situación, aunada a la actividad metabólica del fruto, contribuyen al rápido avance de la senescencia y, por consiguiente, al deterioro del fruto (Romani, 1984).

La refrigeración con fines de preenfriamiento o conservación, constituye la principal técnica comercial para el manejo de cantaloupes, pero aún resulta necesario la aplicación de técnicas coadyuvantes para el control de las pérdidas de agua y el desarrollo de pudriciones. En este sentido, Troncoso-Rojas *et al.* (1999), Peralta (2000) y Mendoza *et al.* (2001) han reportado el efecto benéfico del uso de recubrimientos superficiales a base de ceras, películas

plásticas y envases activos para el control de las pérdidas de agua por transpiración en frutos de melón cantaloupe. Asimismo, el empleo de tratamientos con agua o aire caliente por cortos períodos, se ha venido estudiando en diversos frutos como una alternativa barata y segura para reducir daños causados por hongos y otros patógenos (Hatten y Reeder, 1967). El uso combinado de estos tratamientos ha proporcionado buenos resultados en el control de pudriciones y pérdida de agua en frutos de mango (*Mangifera indica L.*), guayaba (*Psidium guava L.*) y mandarina (*Citrus reticulata*) (Lacroix, 1993; McGuire, 1995; Schirra y D'hallewin, 1997), por lo que constituye una alternativa viable para el caso de melones reticulados.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto del tratamiento combinado de ceras comestibles y agua caliente sobre la calidad de melones tipo cantaloupe, almacenados en condiciones de mercadeo y refrigeración.

MATERIALES Y MÉTODOS

Para el experimento se utilizaron 200 frutos de melón cantaloupe cv "Primo" tamaño 12 (800 A 900 g por fruto), que fueron cosechados en el estado $\frac{3}{4}$ de desprendimiento del pedúnculo y libres de daños. Se establecieron cinco tratamientos con 40 frutos cada uno: T: Testigo (agua a 23-25 °C), AC: Agua caliente (55 °C), C: Cera (23-25 °C), CC = Cera caliente (55 °C), AC+C = Agua caliente (55 °C) seguido de cera (23 a 25 °C)

Todos los tratamientos se aplicaron por inmersión durante 3 minutos y secado de la fruta con aire a temperatura ambiente (23 a 25 °C). La mitad de los frutos tratados fueron almacenados a 20 °C por 9 días (condiciones de mercadeo) y la otra mitad a 1 °C (85-90% HR) por 20 días y transferidos posteriormente a 20 °C por seis días. Como recubrimiento se utilizó una cera comestible al agua compuesta por alcohol etílico (0.5 %), carboximetilcelulosa (0.05 %), ácidos grasos (5.0 %), sorbato de potasio (0.5 %), carbohidratos (2.0 %), surfactante (0.01 %) y antioxidante (0.001 %).

Las variables evaluadas fueron velocidad de respiración y producción de etileno, por cromatografía de gases, de acuerdo con el método descrito por Saltveit y Sharaf (1992). Para ello se usó un cromatógrafo de gases Varian Star 3400 equipado con detectores de ionización de llama (FID) y conductividad térmica (TCD). La columna metálica (Supelco) fue de 2 m de largo y de 32 mm de diámetro interno, empacada con Hayesep N 80/100. Las temperaturas de inyección y columna fueron 100 y 80 °C respectivamente, y para los detectores 120 °C para el FID y 170 °C para el TCD. Se utilizó nitrógeno como gas acarreador

a un flujo de 25 mL min⁻¹. Estas determinaciones se realizaron diariamente conforme los frutos se almacenaron a 20 °C, en cinco frutos. También se midió la pérdida de peso acumulativa respecto al peso original (%); la firmeza de la pulpa (kg-f) se determinó mediante un penetrómetro Chatillon (Mod. DFG-50) con puntal cónico de 11 mm de diámetro, aplicado en la zona ecuatorial del fruto y en dos lados opuestos (Bourne, 1980); el contenido de sólidos solubles totales (%) se midió con un refractómetro Abbe AO (Mod. 10450), de acuerdo con las técnicas de la A.O.A.C. (1984). Las mediciones de pérdida de peso, firmeza y contenido de sólidos solubles totales, se realizaron a los 3, 6 y 9 días en los frutos expuestos a 20 °C, así como a la salida de 1 °C, y a los 3 y 6 días de exposición a las condiciones de mercadeo.

Como unidad experimental se consideró un fruto, 10 repeticiones para las determinaciones de pérdida de peso y tres para el resto de las variables. Los datos se analizaron estadísticamente, y para respiración y producción de etileno se calculó la media y desviación estándar por cada día de muestreo. Para las demás variables se aplicó un ANOVA y prueba de comparación de medias por el método de Tukey ($P \leq 0.05$).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Respiración y producción de etileno

Los frutos de melón cv Primo del tratamiento testigo expuesto directamente a 20 °C, presentaron un comportamiento climático, con máximos de velocidad de respiración y producción de etileno, de 11.7 mL CO₂/kg-h y 5.4 µL/kg-h, respectivamente (Figuras 1 y 3). Estos valores son menores a los reportados por Suslow *et al.* (2000) con 23 a 33 mL CO₂/kg-h y 40 a 80 µL C₂H₄/kg-h a 20 °C; según Miccolis y Saltveit (1995) los diferentes cultivares de melón presentan variaciones en sus patrones de producción de CO₂, C₂H₄, firmeza, contenido de azúcares y otros atributos de calidad. Ambas variables fisiológicas tendieron a ser más elevadas en los frutos tratados con agua caliente (con y sin cera), que los tratados con cera a temperatura ambiente o caliente, y que los frutos testigo (Figuras 1 y 3). En los frutos almacenados a 1 °C por 20 días, la velocidad de respiración y producción de etileno resultó más elevada en los tratamientos testigo y agua caliente (con y sin cera), y menor en los de cera en cualquiera de las dos temperaturas probadas. A los cuatro días de almacenamiento se registró una tendencia irregular en ambas variables fisiológicas (Figuras 2 y 4).

Es de suponerse que la respuesta presentada por los melones tratados con agua caliente se debió a un efecto de estrés por alta temperatura en la superficie del fruto, que

estimuló una mayor síntesis de etileno y un incremento en su actividad metabólica. Al respecto, Yang y Hoffman (1984) mencionan que un síntoma inicial de la incidencia de daños físicos o condiciones de estrés en tejidos vegetales, es el incremento en la síntesis de etileno, el cual a su vez estimula otros eventos fisiológicos. Una respuesta similar ha sido reportada en kiwi (*Actinidia chinensis*), cuyos frutos incrementaron la síntesis de etileno y la actividad respiratoria tras la inmersión en agua caliente (50 °C) por períodos cortos (8 min), sin presentar efectos negativos en la firmeza del fruto (Irving *et al.*, 1991).

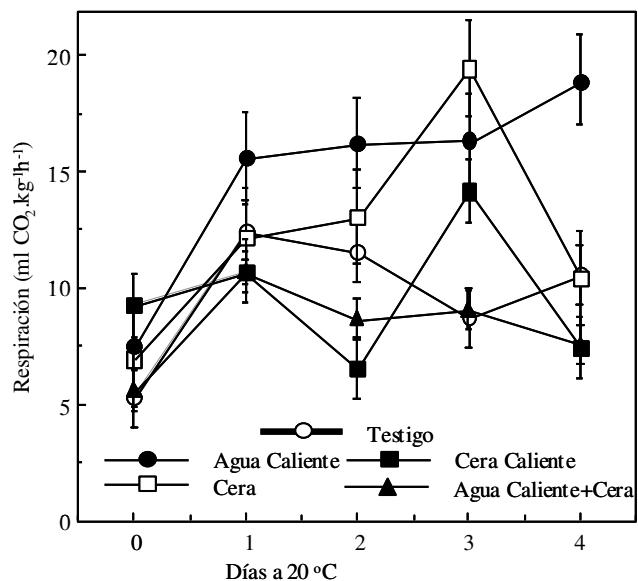


Figura 1. Respiración de melón cantaloupe cv Primo con diferentes tratamientos almacenados a 20 °C (Medias ± SE para n=3).

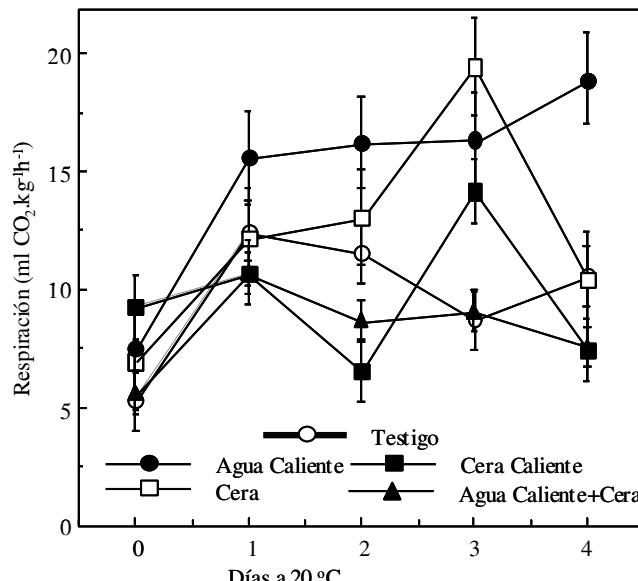


Figura 2. Respiración de melón cantaloupe cv Primo con diferentes tratamientos almacenados a 20 °C (Medias ± SE para n=3)

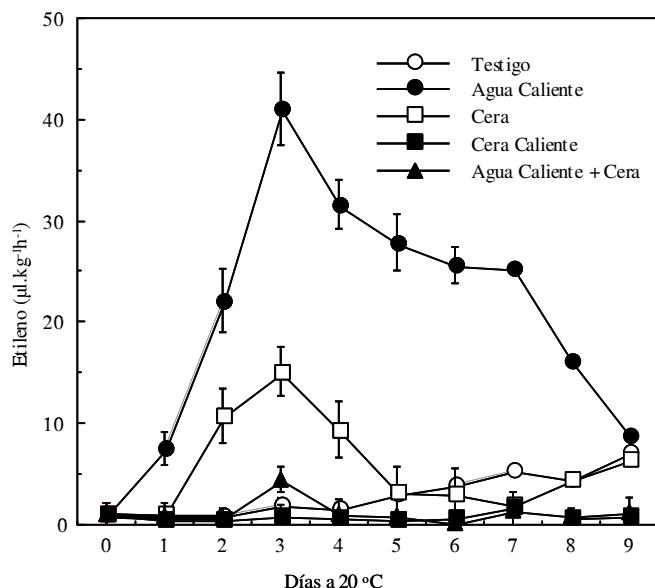


Figura 3. Producción de etileno en melón cv Primo con diferentes tratamientos almacenados a 20 °C. (Medias ± SE para n=3).

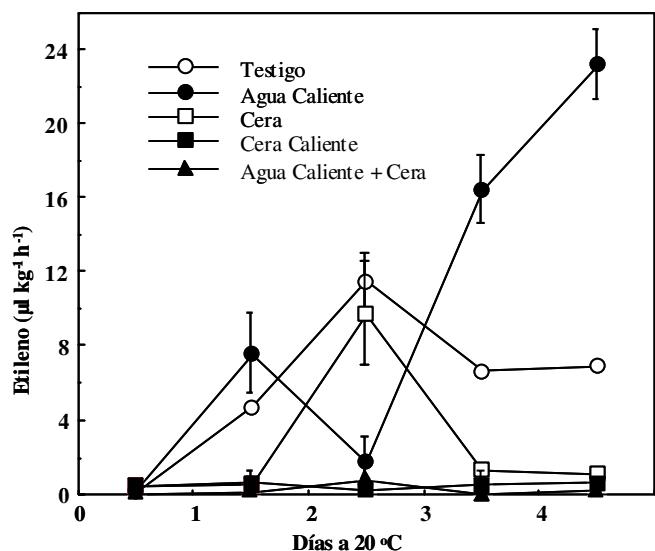


Figura 4. Producción de etileno de melón cv Primo almacenados a 1°C por 20 días + 6 días a 20 °C (Medias ± SE para n=3)

El efecto inhibitorio en la velocidad de respiración y producción de etileno inducida por los tratamientos con cera (al ambiente o caliente), se podría explicar por los cambios en la atmósfera interna, impuestos por la película establecida alrededor del fruto, pues según Hagenmaier y Baker (1993) provoca una disminución de la concentración de O₂ y aumento en la de CO₂. Disminuciones en la velocidad de respiración han sido reportadas por Troncoso-Rojas *et al.* (1999) en frutos de melón cv Magnum tratados con una cera comercial o película de polietileno de baja densidad.

Pérdida de peso

En los melones expuestos a las dos condiciones de temperatura programadas, se incrementó la pérdida de peso conforme avanzó el periodo de almacenamiento, con valores arriba de 8.92 a 11.73 % en los colocados directamente 20 °C por nueve días y 6.08 a 6.77 % en los expuestos a 1 °C por 20 días seguido de seis días a 20 °C (Cuadros 1 y 2). En cuanto al efecto de los tratamientos, únicamente se observaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en los frutos almacenados directamente en condiciones de mercadeo (20 °C por seis días), en cuyo caso los tratados con agua caliente presentaron valores mayores de pérdida de peso (7.34 y 7.78 % para AC y AC+C, respectivamente), y menores en los frutos tratados con cera a temperatura ambiente y caliente (Cuadro 1). Aunque de manera no significativa, esta misma respuesta se observó en los demás periodos establecidos en las dos condiciones de almacenamiento.

Cuadro 1. Efecto de diferentes tratamientos en la pérdida de peso, firmeza y contenido de sólidos solubles en melón 'Primo' almacenados a 20 °C.

Tratamiento	Pérdidas de peso (%)	Firmeza (kg-f)	Sólidos solubles totales (%)
Inicial	--	7.30	9.7
3 Días			
T	3.22a	6.09a	9.3a
AC	3.44a	4.06a	9.1a
C	2.76a	5.99a	9.4a
CC	2.83a	7.23a	9.4a
AC+C	3.70a	6.05a	9.6a
6 Días			
T	6.59ab	4.31a	8.7a
AC	7.34a	3.87a	7.8a
C	5.83b	4.64a	8.7a
CC	5.94ab	6.11a	9.3a
AC+C	7.78a	4.32a	9.1a
9 Días			
T	9.81a	3.69a	8.1a
AC	10.93a	2.39a	7.5a
C	8.92a	3.87a	8.1a
CC	9.17a	4.43a	8.7a
AC+C	11.73 ^a	3.87a	8.6a

Medias con letras iguales en una columna y una fecha, no tienen diferencias significativas P (Tukey, 0.05). T = Testigo; AC = Agua caliente; C = Cera; CC = Cera caliente; AC+C = Agua caliente+Cera

De acuerdo con Roth (1977), a diferencia de otros frutos, la capa cuticular que protege contra la pérdida de agua por transpiración se pierde desde las primeras etapas del crecimiento, y es sustituida por un tejido muy grueso denominado peridermo formado principalmente por tejido corchoso, el cual no ofrece el efecto antitranspirante mencionado. Es posible entonces que la mayor pérdida de peso observada en los melones tratados con agua caliente se deba al ablandamiento del tejido corchoso de la red, y a la

remoción de ceras epicuticulares, como lo señalan Schirra y D'hallewin (1997) para el caso de mandarinas tratadas con agua caliente, lo que representa una de las desventajas del tratamiento. El menor porcentaje de pérdida de peso registrado en los frutos encerados, se atribuye a la reducción del área abierta de la red por los sólidos de la emulsión, que restringe el transporte de vapor de agua desde el interior (Mendoza *et al.*, 2001).

Cuadro 2. Efecto de diferentes tratamientos en las pérdidas de peso, firmeza y sólidos solubles en melón 'Primo' almacenado a 1 °C por 20 días y transferidos a 20 °C por 6 días.

Tratamiento	Pérdidas de peso (%)	Firmeza (kg-f)	Sólidos solubles totales (%)
Inicial	--	7.30	9.7
Salida			
T	3.10 ^a	5.54a	6.6a
AC	3.33 ^a	6.04a	6.9a
C	2.88 ^a	6.75a	7.2a
CC	3.03 ^a	6.90a	7.9a
AC+C	3.44 ^a	6.43a	7.3a
3 Días			
T	4.45 ^a	4.90a	6.0a
AC	5.07a	5.87a	6.6a
C	4.27a	6.14a	6.3a
CC	4.57a	6.50a	6.6a
AC+C	5.15a	5.99a	6.9a
6 Días			
T	6.48a	3.43a	5.7a
AC	6.77a	3.04a	5.4a
C	6.15a	5.38a	5.7a
CC	6.08a	5.42a	6.0a
AC+C	6.65a	3.33a	5.7a

Medias con letras iguales en una columna y una fecha, no tienen diferencias significativas (Tukey, 0.05). T = Testigo; AC = Agua caliente; C = Cera; CC = Cera caliente; AC+C = Agua caliente+Cera.

Se ha reportado (Lester y Dunlap, 1985; Lester y Brutton, 1986) que el ablandamiento del melón cantaloupe no está asociado con la actividad enzimática de la pared celular, como en otros frutos climatéricos, sino a pérdidas de la integridad de membranas del tejido hipodermal-mesocarpio, lo que se traduce en mayores pérdidas de peso. Lo anterior podría explicar los resultados obtenidos en el presente experimento, ya que la mayor pérdida de peso de los frutos tratados con agua caliente correspondió con los menores valores de firmeza, y lo contrario ocurrió en los melones tratados con cera a las dos temperaturas probadas.

Firmeza

En todos los casos, la firmeza de la pulpa disminuyó con el tiempo de almacenamiento, tanto en los frutos expuestos directamente a condiciones de maduración (20 °C) como en los refrigerados a 1 °C por 20 días y posteriormente transferidos a 20 °C (Cuadros 1 y 2). En los tres periodos de evaluación de ambas condiciones de

almacenamiento, no se presentaron diferencias estadísticas ($P \leq 0.05$) por efecto de los tratamientos; pero en todos los casos los frutos tratados con agua caliente (con y sin cera) se registraron los valores más bajos de firmeza de la pulpa.

Sólidos solubles totales

Durante el almacenamiento en las dos condiciones establecidas, el contenido de sólidos solubles tendió a disminuir, en relación con el valor inicial (9.7 %), conforme se prolongó el periodo de almacenamiento, para alcanzar valores de 7.5 a 8.7 % en los frutos expuestos directamente a 20 °C por nueve días, y de 5.4 a 6.0 % en los colocados a 1 °C por 20 días más seis días 20 °C (Cuadros 1 y 2). En ninguno de los periodos evaluados en ambas condiciones de almacenamiento se detectaron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) por efecto de los tratamientos. De acuerdo con Cohen y Hicks (1986), el contenido de azúcares reductores en melón cantaloupe disminuye notablemente al exponerlo a periodos prolongados de almacenamiento en frío o altas temperaturas. Se ha sugerido que dicha disminución está relacionada con la respiración del fruto (Lester y Bruton, 1986).

En algunas variedades de melón, se ha detectado que un mayor contenido de sólidos solubles correlaciona con una mayor aceptabilidad (dulzor y sabor) del producto (Cohen y Hicks, 1986), lo que sugiere que el sabor del fruto se pierde rápidamente por el tratamiento con agua caliente; este efecto es menos pronunciado con el empleo de cera caliente o agua caliente más cera a temperatura ambiente.

CONCLUSIONES

La aplicación de ceras comestibles (a temperatura ambiente o 55 °C) en melón cantaloupe cv Primo reducen las pérdidas de peso y mantienen mejores características de calidad (mayor firmeza y contenido de sólidos solubles totales), tanto a condiciones de mercadeo (20 °C; 60-65 % HR) como de refrigeración (1 °C; 85-90 % HR). El uso de agua caliente tiene la desventaja de acelerar el deterioro de los frutos y de reducir su potencial de almacenamiento. Con fines de futuras investigaciones, el uso de cera a 55 °C por 3 minutos podrá ser un tratamiento térmico viable, para el control de microorganismos causantes de pudriciones en los frutos de melón.

BIBLIOGRAFÍA

AOAC (1984) Official Methods of Analysis. 14th Ed. Washington, D.C. 1141 p.

- Bourne M (1980) Texture evaluation of horticultural crops. HortScience 15 (1): 7.
- Cohen R A, J R Hicks (1986) Effect of storage on quality and sugars in muskmelon. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(4): 553-557.
- FAO (Food and Agriculture Organization) (1999) Statistical production and Marketing of Melons. FAOSTAT Database. Datos disponibles en internet (<http://apps.fao.org>).
- Hagenmaier R D, R A Baker (1993) Reduction in gas exchange of citrus fruit by wax coating. J. Agric. Food Chem. 41: 283-287.
- Hatton T T, W F Reeder (1967) Hot water as a comercial control of mango antracnose. Proc. Carib. Region Am. Soc. Hortic. Sci. 10: 114-119.
- Irving D E, J C Pallesen, L H Cheah (1991) Respiration and ethylene production in kiwifruit following hot water dips. Postharvest Biol. Technol. 1: 137-142.
- Lacroix M (1993) Effect of gamma irradiation combined with hot water dip and transportation from Thailand to Canada on nutritional qualities, ripening index and sensorial characteristics of thai mangoes (Nahng Glahng Wahn variety). Radiat. Phys. Chem. 42: 1-3.
- Lester G E, J R Dunlap (1985) Physiological changes during development and ripening of 'Perlita' muskmelon fruits. Sci. Horti. 26: 323-331.
- Lester G E, B D Bruton (1986) Relationship of netted muskmelon fruit water loss to postharvest storage life. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 111(5): 727-731.
- Mcguire R G (1995) Market quality of guavas after hot-water quarantine treatment and application of carnauba wax coating. Proc. Fla. State Hort. Soc. 108: 294-296.
- Mendoza-Wilson A M, E Bringas-Taddei, G González-Aguilar, J Ojeda-Contreras, C Saucedo-Veloz, R Báez-Sañudo (2001) Aplicación de mezclas cerosas en melón cantaloupe y sus efectos en la fisiología del fruto. Rev. Iberoamericana Tecnol. Postcosecha 4(1): 83-89.
- Miccolis V, M E Saltveit (1995) Influence of storage period and temperature on the postharvest characteristics of six melons (*Cucumis melo L.*, Inodorus group) cultivars. Postharvest Biol. Technol. 5: 211-219.
- Peralta E (2000) Elaboración de un envase activo para extender la vida de almacenamiento de melón cantaloupe 'Copa de Oro'. Tesis de Maestro en Ciencias, DTAOV, CIAD, Hermosillo, Mexico.
- Romani R J (1984) Respiration, ethylene, senescence and homeostasis in an integrated view of postharvest life. Can. J. Bot. 62: 2950-2955.
- Roth Y (1977) Fruit of Angiosperms. 1st ed. Gebruder Borntraeger, Berlín. 474 p.
- Saltveit M E, A R Sharaf (1992) Ethanol inhibits ripening of tomato fruit harvested at various degrees of ripeness without affecting subsequent quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 117 (5): 793-798.
- Schirra M, G D'hallewin (1997) Storage performance of Fortune mandarins following hot water dips. Postharvest Biol. Technol. 10: 229-238.
- Suslow T, M Cantwell, J Mitchell (2000) Cantaloupe: Recommendations for maintaining postharvest quality. Postharvest Technol. Research and Information Center, Dept. of Pomology, University of California (Davis), USA. Disponible en Internet (<http://postharvest.ucdavis.edu/ProduceFacts/Cantaloupe.html>).
- Troncoso-Rojas R, A Sánchez-Estrada, E Bringas-Tadie, J Ojeda-Contreras, R Báez-Sañudo (1999) Comportamiento postcosecha de melón cantaloupe tratado con cera, película plástica y almacenamiento refrigerado. Rev. Iberoamericana Tecnol. Postcosecha 1(2): 186-192.
- Yang S E, N E Hoffman (1984) Ethylene biosynthesis and its regulation in higher plants. Ann. Rev. Plant Physiol. 35: 155-189.