

CALIDAD DE NARANJA 'VALENCIA' DURANTE EL ALMACENAMIENTO A BAJA TEMPERATURA

A. Rodríguez-Félix¹; M. A. Villegas-Ochoa; G. A. Camarena-Gómez; B. R. Martínez-Antúnez.

Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. Apdo. Postal 1735. Hermosillo, Sonora, México. C.P. 83000. Correo-e: armida@cascabel.ciad.mx. CIAD/AOV/CA/005/00. (¹Autor responsable).

RESUMEN

Se evaluó la calidad de naranja 'Valencia' sin encerar (testigo) y encerada durante el almacenamiento refrigerado (2 y 6 °C) y período de comercialización (seis días a 20 °C). Cada semana, se evaluaron frutos de los diferentes tratamientos y se valoraron: Índice de madurez (sólidos solubles totales/acidez titulable), color (relación a/b), pérdida de peso, daño por frío y pudriciones. Durante el almacenamiento a 2 y 6 °C, el índice de madurez de frutos testigo fue de 8.7 a 18.8 y de 10.9 a 17.6 en frutos encerados. El tratamiento con cera disminuyó la pérdida de peso de los frutos, tanto a 2 como a 6 °C, y durante el período de comercialización a 20 °C, con excepción de los frutos provenientes del almacenamiento previo a 6 °C. El daño por frío se manifestó en los frutos testigo después de seis semanas y en los frutos encerados después de cinco semanas a 2 y 6 °C. La incidencia de pudriciones fue baja, presentándose hasta la novena semana a 6 °C con valores de 16 y 8 % en frutos testigo y encerados, respectivamente. El encerado reduce la pérdida de peso de los frutos, pero no retrasa la aparición de daño por frío, siendo éste el principal cambio que afecta la calidad de naranja durante el almacenamiento refrigerado.

PALABRAS CLAVE ADICIONALES: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, encerado, pudriciones, pérdida de peso, daños por frío.

QUALITY OF 'VALENCIA' ORANGES DURING LOW TEMPERATURE STORAGE

SUMMARY

The quality of non waxed (control) and waxed 'Valencia' oranges was evaluated during a storage at 2 °C and 6 °C, and after marketing conditions (20 °C for six days). Every week during the cold storage, the fruits were evaluated for: Maturity index (total soluble solids/titratable acidity), color (a/b ratio), weight loss, chilling injury (CI), and decay. The maturity as determined by the SST/TA ratio varied during storage at 2 and 6 °C, with values that ranged from 8.7 to 18.8 on the control, and from 10.9 to 17.6 on waxed oranges. Waxing reduce weight loss during cold storage and under marketing simulated conditions (except those fruits stored previously at 6 °C). A weight loss of 9.1 % was registered on the oranges after they were stored for ten weeks at 6 °C. Waxing did not reduce chilling injury (CI). The symptoms of chilling injuries began to appear on the waxed oranges after five weeks of being kept under temperatures ranging from 2 to 6 °C, with values of 14 and 2 %, respectively. Non-waxed fruits showed lower incidence for the same storage time. It was observed that these symptoms increased during cold storage, reaching values up to 46 % after 10 weeks at 2 °C. Higher CI values were observed when oranges were transferred to the simulated marketing conditions. Rotting incidence was low during cold storage. Rotting was not observed until the 9th week in up to 16 % of the non-waxed fruits. However, rotting notably increased when the oranges were transferred to environments with higher temperatures (20 °C) for 6 days, reaching values up to 60 % of the non-waxed fruits previously stored for 10 weeks at 2 °C. A lower rotting incidence was observed on waxed fruits during cold storage and simulated marketing conditions. CI is the most important quality disorder that limits the orange shelf life during low temperature storage.

ADDITIONAL KEY WORDS: *Citrus sinensis* (L.) Osbeck, waxing, decay, weight loss, chilling injury.

INTRODUCCIÓN

México es uno de los principales países productores de naranja a nivel mundial, con un volumen de producción de 3,390,371 t en el ciclo 2000 (FAO, 2001). Los principales mercados de exportación de la naranja mexicana es

Estados Unidos de Norteamérica y Japón (Altamirano *et al.*, 1997). La producción de naranja en Sonora en el ciclo 2000 fue de 137,381 t. Los principales cultivares usados son 'Valencia', 'Washington Navel' y 'Hamlin', ocupando 'Valencia' el primer lugar con el 74 % de la producción total (SAGARPA, 2001).

En la Costa de Hermosillo, Sonora, México, la cosecha de naranja 'Valencia' se inicia en el mes de marzo, cuando la fruta alcanza la madurez comercial con relación azúcar/ácido de 12 y concluye en el mes de agosto. Lo anterior ocasiona cambios en la calidad interna de los frutos debido a la acumulación de azúcar y la disminución de acidez, lo que se refleja en un aumento en la relación azúcar/acidez hasta alcanzar valores aproximados a 20 (Bringas y Morales, 1988). Esto afecta el sabor y disminuye su aceptabilidad por el consumidor (Salunkhe y Desai, 1984).

La comercialización de naranja en el mercado nacional se realiza a temperatura ambiente durante el período de marzo a agosto. Sin embargo, durante los meses de abril a junio, cuando la fruta posee mayor calidad, la naranja destinada a mercados internacionales se comercializa en condiciones de refrigeración (6 °C), tomando alrededor de 20 días el transporte refrigerado de Hermosillo al puerto de arribo en Japón (Donnadieu, 1995)² y 30 días a Italia (Muñoz y Santoyo, 1996).

El almacenamiento a baja temperatura prolonga la vida poscosecha de frutas y hortalizas. Sin embargo, temperaturas entre 0 y 12 °C, pueden dar lugar a desórdenes fisiológicos llamados genéricamente como "daños por frío". En cítricos, los daños por frío se manifiestan en la cáscara del fruto como picado, escaldado superficial, manchas cafés y oscurecimiento de las glándulas de aceite. Esto conduce al deterioro de la calidad y en consecuencia a pérdidas económicas (Paull, 1990).

La susceptibilidad a daños por frío de naranja 'Valencia' varía de acuerdo a la zona de producción, estado de madurez y época de cosecha. En naranjas producidas en Estados Unidos de Norteamérica se han recomendado temperaturas de almacenamiento entre 0 y 9 °C dependiendo de la época de cosecha y zona de producción (Hardenburg *et al.*, 1986). El almacenamiento prolongado de naranja 'Valencia' a temperaturas entre 6 y 7 °C puede ocasionar alta transpiración y deshidratación del fruto. Sin embargo, temperaturas inferiores pueden favorecer los síntomas de daños por frío y consecuentemente incrementar la susceptibilidad a pudriciones, especialmente cuando las frutas son removidas a temperatura ambiente (20 a 30 °C) (Schirra y Cohen, 1999).

Con base en lo anterior los objetivos de este trabajo fueron: determinar la calidad de naranja 'Valencia' durante el almacenamiento a 2 y 6 °C; evaluando los principales cambios físico-químicos y fisiológicos; así como el efecto de la cera con fungicida aplicada comercialmente en la

reducción de pérdida de peso, daño por frío y pudriciones de los frutos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Se utilizaron frutos de naranja 'Valencia', de una empacadora comercial de la Costa de Hermosillo, Sonora, México. Las operaciones realizadas en la empacadora fueron: lavado con agua clorada (200 mg-litro⁻¹); selección manual, encerado por aspersión con cera FMC-401 que contenía ortofenilfenato de sodio (SOPP) al 1 %; clasificación por tamaño con rodillos y empacado en cajas de cartón. Se tomaron al azar 22 cajas de 18 kg cada una, con frutos de tamaño uniforme (No. 80, 80 frutos por caja) que pasaron solamente por el proceso de lavado con cloro y empacado, a este grupo se le denominó tratamiento testigo; conjuntamente se tomaron 22 cajas de frutos encerados.

Condiciones de almacenamiento

Los frutos se trasladaron a los laboratorios del Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, AC., en donde 10 cajas de cada tratamiento se almacenaron directamente durante 10 semanas a 2 °C y 78 a 80 % de humedad relativa (HR), y 6 °C (82-84 % HR), respectivamente. De las dos cajas restantes de cada tratamiento, una caja se utilizó para los análisis iniciales y la otra se almacenó a 20 °C (70 % HR) y se hizo un muestreo después de seis días.

Cada semana se tomó una caja de cada tratamiento almacenada a 2 y 6 °C. Inmediatamente se separaron al azar 50 frutos en los cuales se evaluaron daños por frío y pudriciones; a 25 de estos frutos se les midió la pérdida de peso y color. Se utilizó otro grupo de 15 frutos en los cuales se determinó el contenido de sólidos solubles totales y la acidez titulable. Todos los análisis se efectuaron al salir los frutos del período de refrigeración y después de seis días a 20 °C.

Análisis de calidad

Acidez titulable y sólidos solubles totales (SST)

Estas determinaciones se efectuaron en cinco repeticiones por tratamiento (tres naranjas por repetición). Las técnicas utilizadas fueron de acuerdo a los métodos oficiales de la AOAC (AOAC, 1990). Se usó un extractor para obtener el extracto empleado en estas determinaciones.

Acidez titulable.

Se tomó una alícuota de 10 ml del extracto, los cuales se titularon con solución de NaOH 0.1 N en un titulador

² Ing. Jorge L. Donnadieu. Director de la Sociedad Cooperativa de Citricultores del Litoral de Sonora, S.C.I. Blvd. Transversal # 558. Hermosillo, Sonora.

automático Mettler DL 21, hasta alcanzar 8.2 de pH final. Los resultados se expresaron como el porcentaje de ácido cítrico.

Sólidos solubles totales (SST)

Se colocó una gota del extracto en un refractómetro de Abbe Mark II (American Optical Co.), el cual previamente se calibró con agua. Los resultados se expresaron como °Brix.

Índice de madurez

Este se expresó como la relación de sólidos solubles totales/acidez titulable de los frutos (Schirra y Cohen, 1999).

Color

Se realizaron cuatro mediciones de color en la zona ecuatorial de los frutos, utilizando un colorímetro MiniScan HunterLab (MS/B-2500L) previamente calibrado, registrándose las variables L, a y b. Los resultados se expresaron como índice de color, representado por la relación a/b. Valores de a/b negativos representan un color verde, valores cercanos a cero representan un color amarillo o en el área de vire de verde a amarillo, y los valores positivos representan la variación del color de amarillo a naranja (Martínez-Téllez, 1993).

Pérdida de peso

Se efectuó el seguimiento del peso del fruto durante su almacenamiento, empleando una balanza digital Sartorius Electronic Toploader (1006 MP9). Los resultados se expresaron como porcentaje de peso fresco perdido sobre la base del peso inicial del fruto (Cohen *et al.*, 1990).

Daño por frío y pudriciones

Estas variables se evaluaron subjetivamente mediante revisión visual de los frutos, registrándose los frutos que presentaron diferentes tipos de daños. Se revisó la presencia de síntomas característicos de daños por frío (necrosis, picado de la cáscara o manchas café hundidas) y de pudriciones. Los resultados de daños por frío y pudriciones se expresaron como porcentaje de frutos con este tipo de daño del total de frutos evaluados en cada tratamiento (Martínez-Téllez, 1993).

Diseño experimental

Se utilizó un diseño completamente aleatorio donde los tratamientos estaban en estructura factorial compuesta por cuatro factores: encerado (con y sin cera), temperatura de refrigeración (2 y 6 °C), tiempo de almacenamiento (0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 semanas) y días de almacenamiento a 20 °C (0 y 6 días).

Análisis estadístico

Se realizó análisis de varianza para determinar el efecto de los factores sobre las variables analizadas. Se aplicó la prueba de Tukey para determinar diferencias significativas entre las medias de los tratamientos con un nivel de probabilidad del 5 %. Para la variable pérdida de peso se ajustó un análisis de regresión, por el procedimiento de modelos lineales generales a un nivel de probabilidad del 5 %, se estimaron los intervalos de confianza para las pendientes de cada uno de los tratamientos. Los resultados se analizaron en el paquete estadístico computacional SAS (SAS, 1986).

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Índice de madurez (IM)

El índice de madurez (relación SST/AT) al inicio del experimento fue de 13.0 en frutos testigo y de 16.8 en los encerados (Figura 1). Estos valores son inferiores al 17.8 indicado por Bringas y Morales (1988), en frutos producidos en la región y cosechados en mayo, e indican que la madurez de los frutos fue aceptable para ser comercializados ya que

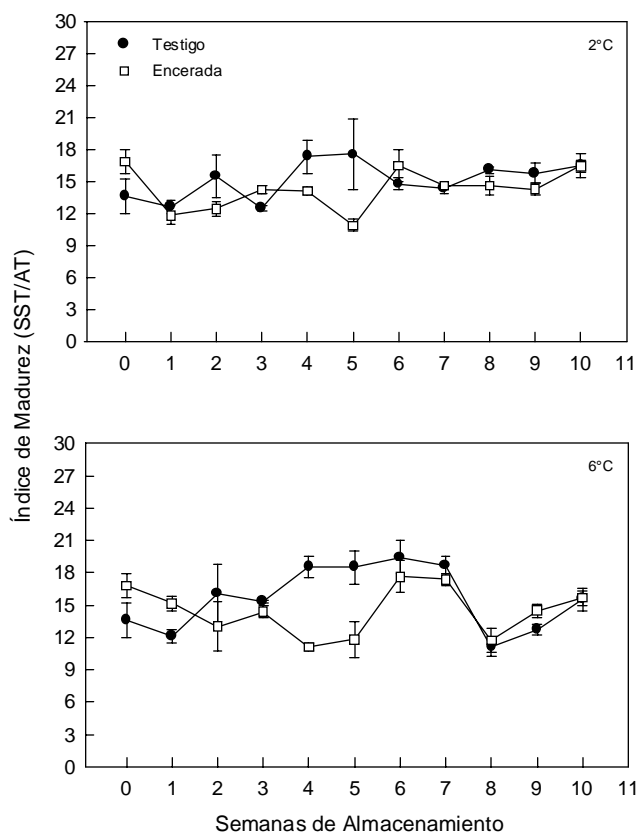


Figura 1. Comportamiento del índice de madurez de naranja 'Valencia' (testigo y encerada) durante el almacenamiento refrigerado a 2 y 6 °C. Cada punto representa el promedio de cinco repeticiones (tres frutos por repetición) \pm error estándar. SST/AT: Sólidos solubles totales/acidez titulable.

están dentro del intervalo de 9.7 a 17.7 establecido en las normas de calidad de naranja (Buslig, 1991).

El comportamiento del índice de madurez durante el almacenamiento refrigerado (2 y 6 °C) fue variable tanto en frutos testigo como encerados. Durante el almacenamiento a 2 °C, los valores del IM en frutos testigo fueron de 12.5 a 17.5 y en frutos encerados de 10.9 a 16.8. A 6 °C, los valores del IM en frutos testigo fueron de 9.8 a 19.5 y en frutos encerados de 11.1 a 17.6. Schirra y Cohen (1999) mencionaron que no existen cambios significativos en el IM de naranja 'Valencia' durante el almacenamiento por 25 semanas a 3 °C, los frutos mostraron un valor inicial de IM de 9.1 y un valor final de 15.9. La variabilidad en los valores del IM durante el almacenamiento de naranja indica que adicionalmente a los cambios que pudieron haberse presentado en el contenido de SST y en la AT durante el almacenamiento de los frutos, otra variable que pudo haber influido fue la falta de uniformidad en la madurez de los mismos, debido a que en esta región productora no se utiliza un índice de cosecha objetivo, sino que la cosecha de los frutos se efectúa con base en la demanda del mercado. Sin embargo, los valores del IM de los frutos de nuestro estudio

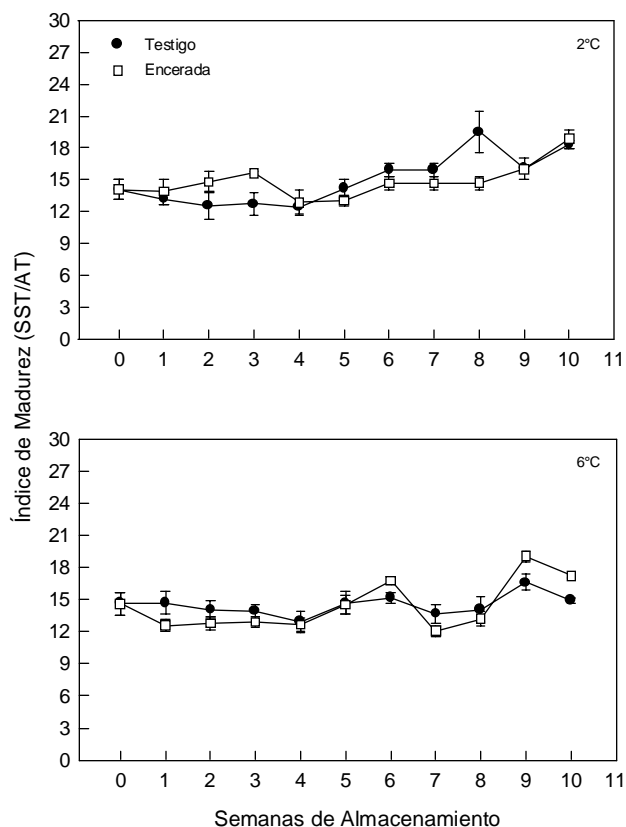


Figura 2. Comportamiento del índice de madurez de naranja 'Valencia' (testigo y encerada) durante simulación de mercado (seis días a 20 °C), previo almacenamiento a 2 y 6 °C. Cada punto representa el promedio de cinco repeticiones (tres frutos por repetición) \pm error estándar. SST/AT: Sólidos solubles totales/ácidez titulable.

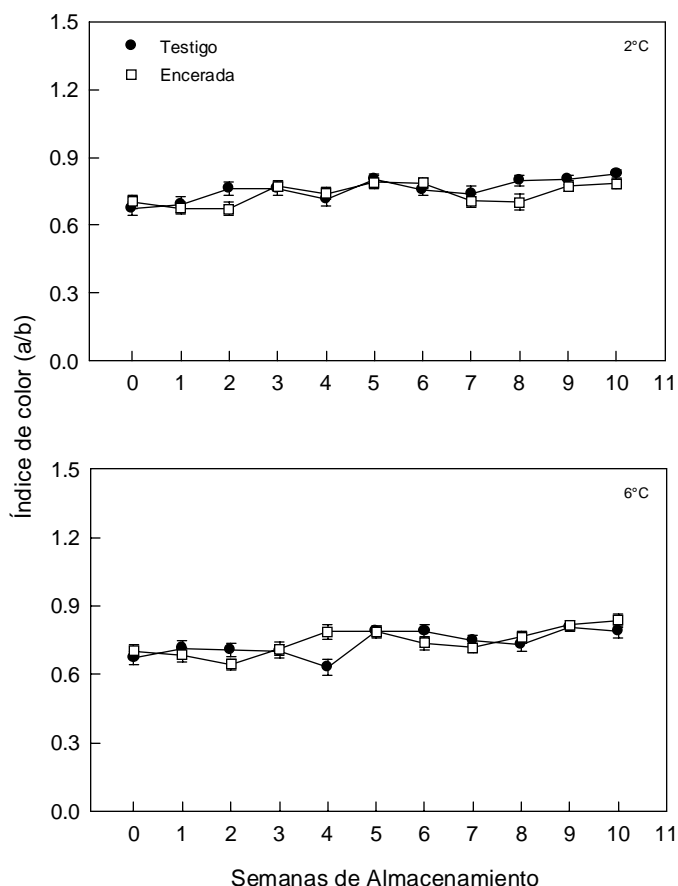


Figura 3. Comportamiento de color (a/b; de Hunter Lab) de naranja 'Valencia' (testigo y encerada) durante el almacenamiento refrigerado a 2 y 6 °C. Cada punto representa el promedio de 25 repeticiones \pm error estándar.

son mayores a 10 y menores de 20, indicando que los frutos presentaron durante el almacenamiento refrigerado y simulación de mercadeo un sabor aceptable para la mayoría de los consumidores (Salunkhe y Desai, 1984).

Durante el almacenamiento posterior por 6 días a 20 °C no se encontraron diferencias significativas en el índice de madurez de las frutas que se almacenaron por diferentes tiempos y temperaturas de refrigeración (Figura 2). Observándose valores de 12.4 a 19.5 en el testigo y de 12.1 a 18.9 en frutos encerados. Este comportamiento en el IM durante simulación de mercadeo es similar al reportado por Aworh *et al.* (1991), en naranjas 'Aegele' testigo y enceradas (cera Shield Brite AP 40) durante el almacenamiento por 31 días a 21 a 31 °C (71 a 96 % HR); así como a los reportados por Schirra *et al.* (1997), en naranjas 'Tarocco' almacenadas por 10 semanas a 3 °C y posterior simulación de mercadeo (una semana a 20 °C).

Color

El color, expresado como índice a/b, de los frutos en el momento de la cosecha fue de 0.67. Este valor nos indica

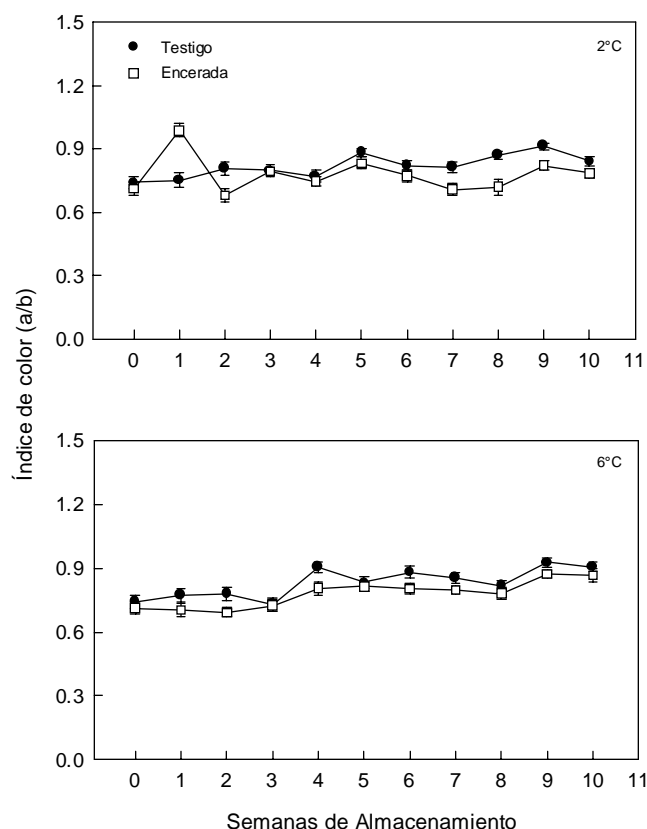


Figura 4. Comportamiento de color (a/b; de hunter Lab) de naranja 'Valencia' (testigo y encerada) durante simulación de mercadeo (seis días a 20 °C), previo almacenamiento de 2 y 6 °C. Cada punto representa el promedio de 25 repeticiones \pm error estándar.

que los frutos presentaban color naranja en el 100 % de la superficie. Estos datos se relacionan con lo observado en el índice de madurez y confirma el hecho de que los frutos estudiados se encontraban en estado de madurez comercial. Durante el almacenamiento a 2 y 6 °C, no se observaron diferencias significativas en el color de los frutos testigo y encerados (Figura 3). El índice a/b presentó ligeras variaciones, con tendencia a aumentar ligeramente durante las últimas semanas de almacenamiento tanto a 2 como a 6 °C. Un comportamiento similar se observó durante la simulación de mercadeo por 6 días a 20 °C (Figura 4).

Pérdida de peso

La pérdida de peso aumentó paulatinamente con el período de almacenamiento, alcanzando después de 10 semanas valores de 13.6 y 10.5 % a 2 °C y de 10.5 y 9.1 % a 6 °C, para frutos testigo y encerados, respectivamente (Figura 5). Después de transferir estos frutos a 20 °C por seis días, la pérdida de peso aumentó significativamente alcanzando valores de 17.6 y 14.5 % para frutos testigo y encerados almacenados a 2 °C y de 14.3 y 13.5 % en frutos testigo y encerados almacenados a 6 °C (Figura 6),

observándose la pérdida de peso más notoria durante simulación de mercadeo (seis días a 20 °C y 70 % HR).

El encerado con la cera comercial FMC 401, redujo la pérdida de peso de los frutos durante el almacenamiento a 2 y 6 °C, y durante la simulación de mercadeo (seis días a 20 °C), con excepción de los frutos que estuvieron previamente almacenados a 6 °C, en los cuales la pendiente de los frutos testigo fue similar a la pendiente de los frutos encerados (Figura 6). Resultados similares fueron obtenidos por Aworh *et al.* (1991), quienes reportaron que el encerado (con cera Shield Brite AP40) redujo significativamente la pérdida de peso durante el almacenamiento por 31 días a 21 a 31 °C de naranja 'Agegel'. Este efecto del encerado en la reducción de la pérdida de peso se atribuye a la reducción del intercambio de gases, vapor de agua y otros, entre el fruto y la atmósfera. Se ha demostrado que la restricción del intercambio de gases por el encerado depende no sólo de las propiedades de la fruta y de la cera, sino de la distribución de esta última sobre el fruto. Existen diferencias en la reducción de la pérdida de peso de los frutos dependiendo del tipo de cera utilizada, debido a que la

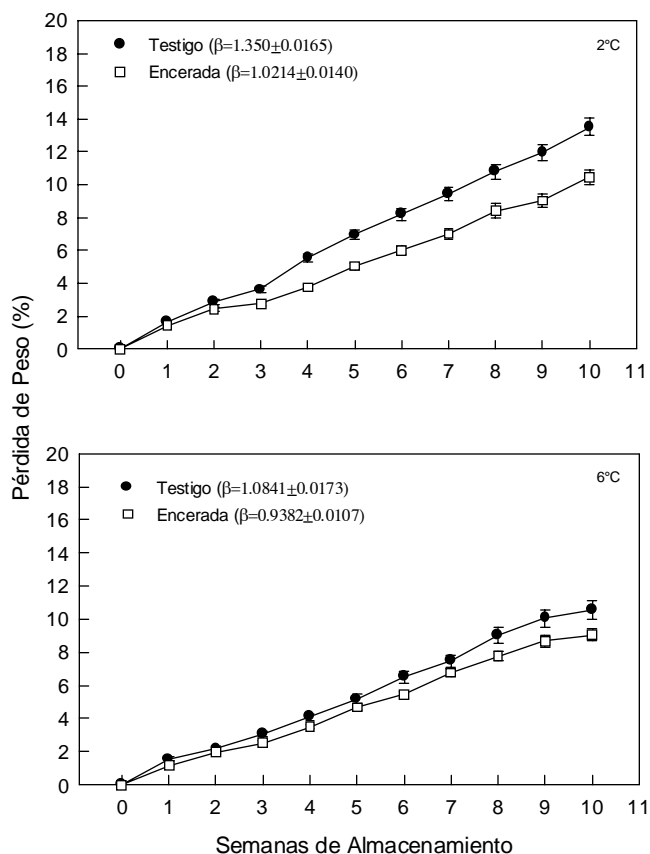


Figura 5. Comportamiento de la pérdida de peso (%) de naranja 'Valencia' (testigo y encerada) durante el almacenamiento refrigerado a 2 y 6 °C. Cada punto representa el promedio de 25 repeticiones \pm error estándar.

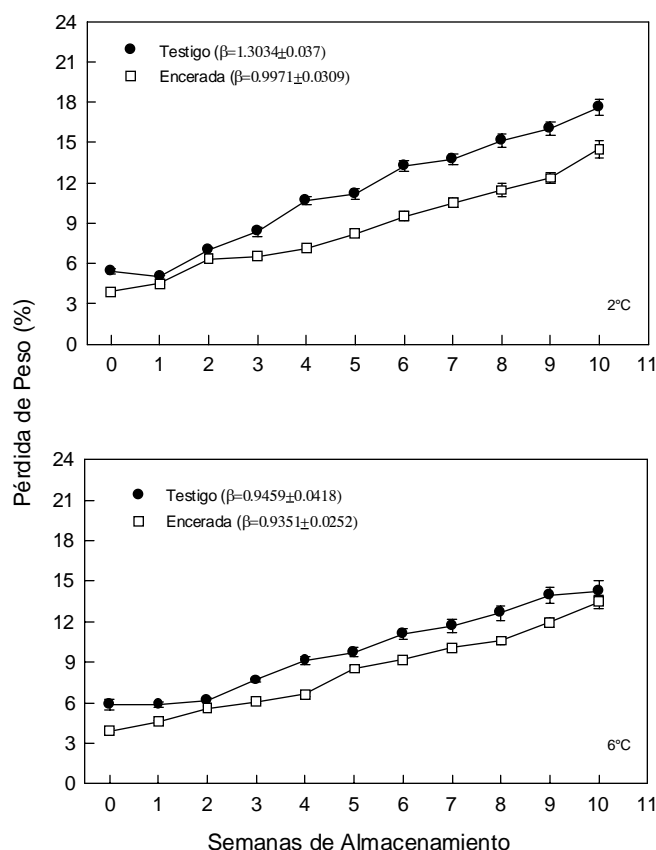


Figura 6. Comportamiento de la pérdida de peso (%) de naranja 'Valencia' (testigo y encerada) durante simulación de mercadeo (seis días a 20 °C), previo almacenamiento a 2 y 6 °C. Cada punto representa el promedio de 25 repeticiones \pm error estándar.

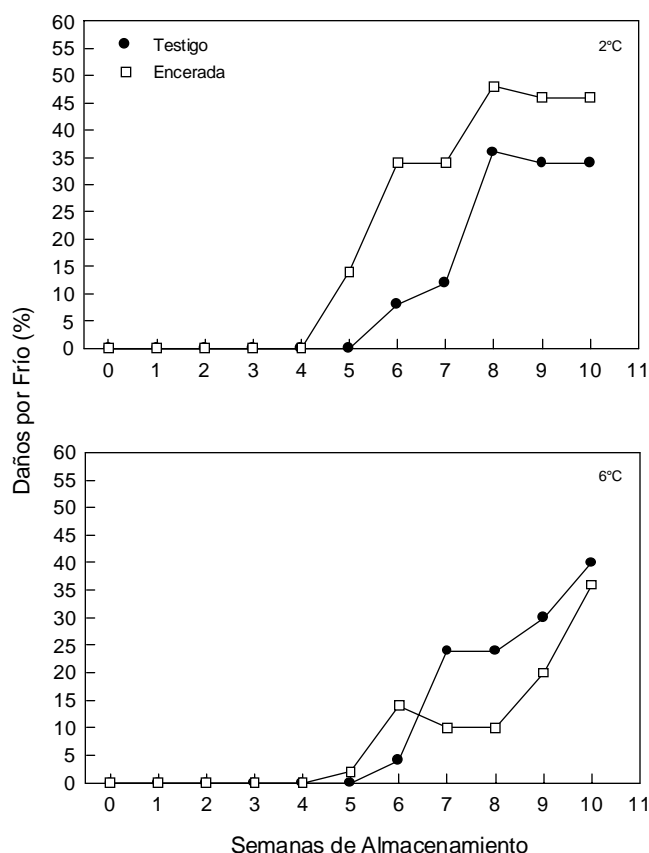


Figura 7. Comportamiento de la incidencia de daños por frío (%) de naranja 'Valencia' (testigo y encerada) durante el almacenamiento refrigerado a 2 y 6 °C. Cada punto representa el promedio de 50 repeticiones.

resistencia al paso de los gases depende de la permeabilidad de ésta y principalmente del grado en que sella las aberturas (lenticelas, estomas, cicatrices, daños) en la epidermis del fruto (Hagenmaier y Baker, 1993).

Daños por frío (DF)

Los síntomas de DF se presentaron a la quinta semana de almacenamiento en refrigeración (2 y 6 °C) en frutos encerados y a la sexta semana en frutos testigo. A 2 °C, la incidencia de DF inició con 8 % en los frutos testigo y con 14 % en frutos encerados. A 6 °C, los DF iniciaron con 4 % de incidencia en frutos testigo y de 2 % en frutos encerados (Figura 7). A medida que transcurrió el tiempo de almacenamiento aumentó el porcentaje de frutos afectados por DF, así como la severidad de los síntomas. En frutos almacenados por 10 semanas a 2 °C se presentaron valores de 34 y 46 %, mientras que para 10 semanas a 6 °C se presentaron valores de 40 y 36 % en frutos testigo y encerados, respectivamente.

Estudios anteriores han mostrado resultados controversiales sobre el efecto del encerado en la reducción

de los DF en productos hortícolas. La aplicación de ceras compuestas en naranja 'Navel' mostró efecto benéfico en la reducción de los DF. En cambio, el encerado no tuvo efecto protector a daños por frío en mandarinas 'Clementina' en las que incluso los DF fueron mayores que en los frutos testigo (Martínez-Jávega *et al.*, 1987). Nuestros resultados muestran que los síntomas de DF en los frutos encerados se iniciaron una semana antes que en los frutos testigo tanto a 2 como a 6 °C. Al parecer la cera comercial favoreció el desarrollo de DF durante el almacenamiento refrigerado de naranja. Estos resultados pueden atribuirse tanto al encerado como a la falta de uniformidad en la madurez de los frutos de este estudio, ya que se han observado diferencias en la susceptibilidad al DF dependiendo del estado de madurez de los frutos (Schirra *et al.*, 1997; Schirra *et al.*, 2000), así como una mayor incidencia (hasta 41 %) con respecto al control, de daños por frío durante el almacenamiento por cuatro semanas a 4.5 °C en limas tratadas con cera Flavorseal 93 (Forney y Lipton, 1990).

Después de 10 semanas de almacenamiento a 2 y 6 °C, al transferir la fruta a 20 °C se observó un incremento adicional en la incidencia y severidad de DF (Figura 8).

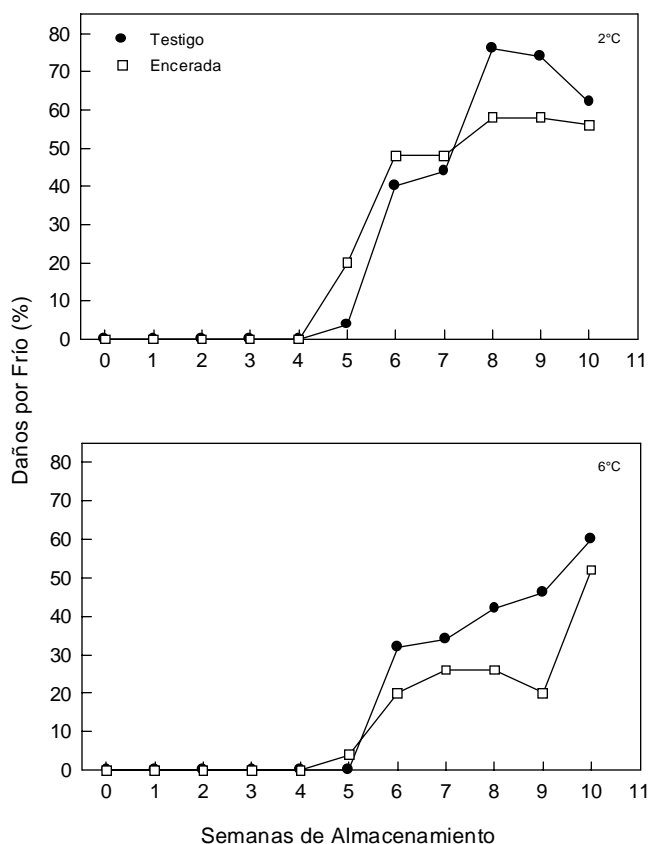


Figura 8. Comportamiento de la incidencia de daños por frío (%) de naranja 'Valencia' (testigo y encerada) durante simulación de mercadeo (seis días a 20 °C), previo almacenamiento a 2 o 6 °C. Cada punto representa el promedio de 50 repeticiones.

El porcentaje de frutos testigo con DF fue del 62 y 60 % y en los frutos encerados de 56 y 52 % a 2 y 6 °C, respectivamente. Esto es debido a que la mayoría de los síntomas de daños por frío, son aparentes hasta que los frutos se transfieren de las temperaturas de refrigeración a temperaturas superiores utilizadas para la comercialización de los frutos al consumidor (Wang, 1990).

La incidencia de DF de naranja 'Valencia' del presente estudio fue mayor al reportado en un estudio anterior con naranjas del mismo cultivar y región productora cosechadas a finales de junio, a un estado de madurez avanzado (Rodríguez *et al.*, 1995). Esto puede atribuirse a la madurez de los frutos, ya que se ha mostrado que en frutos cítricos existe disminución en la susceptibilidad al daño por frío a medida que avanza la época de cosecha (Schirra *et al.*, 1997; Schirra *et al.*, 2000).

Estudios anteriores han mostrado que existen diferencias en la susceptibilidad a daños por frío dependiendo de la zona de producción. Se ha reportado

que la naranja 'Valencia' producida en California y Arizona, EUA es más susceptible a daños por frío que la producida en Florida y Texas. Dependiendo de la época del año la naranja 'Valencia' de California y Arizona puede almacenarse de seis a ocho semanas a 3 °C; de cuatro a seis semanas a 5 a 7 °C y de tres a cuatro semanas a 9 °C. Mientras que, la naranja 'Valencia' de Florida y Texas puede ser almacenada de 8 a 12 semanas a temperaturas de 0 a 1 °C con humedad relativa de 85 a 90 % con picado y pudriciones mínimos (Hardenburg *et al.*, 1986). Los resultados obtenidos en este estudio reflejan que la naranja 'Valencia' producida en la Costa de Hermosillo tiene susceptibilidad similar a daños por frío que la producida en California y Arizona.

Pudriciones

Se presentó baja incidencia de pudriciones durante el almacenamiento refrigerado, estas se desarrollaron hasta la novena semana a 6 °C con valores de 16 y 8 % en frutos testigo y encerados, respectivamente; y hasta la décima semana a 2 °C con valores de 2 % en frutos testigo y encerados (datos no mostrados). La incidencia de pudriciones se incrementó al transferir los frutos a 20 °C, observándose que después de seis días en los frutos previamente de 10 semanas a 6 °C las pudriciones alcanzaron valores de 54 y 32 % y en los almacenados a 2 °C los valores fueron de 60 y 48 % para frutos testigo y encerados, respectivamente. Lo anterior puede atribuirse al fungicida SOPP al 1 % contenido en la cera comercial aplicada a los frutos, ya que se ha mostrado que los tratamientos con fungicidas reducen la incidencia de pudriciones durante el almacenamiento prolongado (Schirra *et al.*, 1995).

Los resultados obtenidos en este estudio con frutos cosechados en mayo, son menores a los reportados por Rodríguez *et al.* (1995), quienes indicaron que en naranja 'Valencia' de la Costa de Hermosillo cosechada a finales de junio y encerada (con SOPP al 1 %), las pudriciones ocasionadas principalmente por los hongos *Aspergillus niger*, *Geotrichum* sp., y *Penicillium* sp., se iniciaron desde la segunda semana de almacenamiento a 1 °C (1 %) y alcanzaron valores de 86 % después de 10 semanas. Lo anterior indica la importancia de cosechar los frutos en estado de madurez adecuado, ya que los frutos con madurez avanzada son más susceptibles a pudriciones, lo cual está asociado con la disminución en los niveles de compuestos antifúngicos que se encuentran naturalmente en el flavedo (Ben-Yehoshua *et al.*, 1992).

CONCLUSIONES

Con base en los resultados del presente estudio se puede concluir que la naranja 'Valencia' producida en el Noroeste de México y cosechada a principios de mayo, mantiene su calidad por cinco a seis semanas durante el almacenamiento a 2 y 6 °C, período en el cual se inician

los síntomas de daño por frío, siendo este el principal problema que limita la vida poscosecha del fruto. La cera comercial (con fungicida SOPP al 1 %) disminuyó la pérdida de peso y la incidencia de pudriciones de los frutos durante el almacenamiento a baja temperatura. Sin embargo, no mostró un efecto benéfico en la reducción de los daños por frío.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen al M.C. Humberto González Ríos por su apoyo en el análisis estadístico y al Dr. Alberto González León sus valiosas sugerencias en la preparación de este manuscrito. Un especial agradecimiento a la Sociedad Cooperativa de Citricultores del Litoral de Sonora, SCL., por proporcionar los frutos para la realización de este estudio.

LITERATURA CITADA

- ALTAMIRANO, R.; AVILA, J.A.; ESCALANTE, E.; FLORES, J.J.; GARCÍA, R.; GARZA, J.M.; GÓMEZ, M.; PALACIO, V.; RAMÍREZ, F.J.; SAGARNAGA, M.; SANTOYO, H.; SCHWENTESIUS, R.; TRÁPAGA, Y. 1997. La naranja, pp. 120-122. *In: Sistemas Agroindustriales en México. Indicadores, situación actual, tendencias.* Schwentesius, R. (ed.). Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.
- AOAC. 1990. Official Methods of Analysis. 14th Ed. S. Williams (ed.) Association of Analytical Chemists. Washington, DC, USA. 1141 p.
- AWORH, O.C.; NWANKWO, C.F.; OLORUNDA, A.O. 1991. Control of post harvest losses in citrus fruits under tropical conditions: Effect of wax and fungicide. *Trop. Sci.* 31: 177-182.
- BEN-YEHOSHUA, S.; RODOV, V.; KIM, J.J.; CARMELI, S. 1992. Preformed and induced antifungal materials of citrus in relation to the enhancement of decay resistance by heat and ultraviolet treatments. *J. Agric. Food Chem.* 40: 1217-1221.
- BRINGAS T., E.; MORALES H., E. 1988. Análisis de los Cambios Físicos y Químicos de tres Variedades de Naranja (*Citrus sinensis* (L.) Osbeck) Para la Determinación de Tiempos Óptimos de Cosecha Bajo Condiciones de la Costa de Hermosillo. Tesis de Licenciatura. Departamento de Ciencias Químico Biológicas. Universidad de Sonora. Hermosillo, Sonora, México. 65 p.
- BUSLIG, B.S. 1991. Oranges. Ch 1, pp. 6-14. *In: Quality and Preservation of Fruits.* M. Easkin (ed). CRC Press, Inc. Boca Raton, Florida, USA.
- COHEN, E.; SHALOM, Y.; ROSENBERGER, I. 1990. Post harvest ethanol buildup and off-flavor in 'Murcott' tangerine fruits. *J. Amer. Soc. Hort. Sci.* 115(5): 775-778.
- FAO. 2001. FAOSTAT Statistics Agriculture Database. <http://apps.fao.org>.
- FORNEY, C.F.; LIPTON, W.J. 1990. Influence of controlled atmospheres and packaging on chilling sensitivity, pp. 257-267. *In: Chilling Injury of Horticultural Crops.* C.Y. Wang (ed). CRC Press. Boca Raton, Florida. USA.
- HAGENMAIER, R.D.; BAKER, R.A. 1993. Reduction in gas exchange of citrus fruit by wax coatings. *J. Agric. Food Chem.* 41: 283-287.
- HARDENBURG, R.E.; WATADA, A.E.; WANG, C.Y. 1986. The commercial storage of fruits, vegetables, and florist and nursery stocks. U.S. Department of Agriculture. Handbook No. 66. Washington, D.C., USA. pp. 44-45.
- MARTÍNEZ-JÁVEGA, J.M.; MATEOS, M.; NAVARRO, P. 1987. Factors affecting chilling injury of citrus fruit. *Proceedings of II World Congress of Food Technology III: 1419-1427.*
- MARTÍNEZ-TÉLLEZ, M.A. 1993. Estudio de los Cambios Bioquímicos y Fisiológicos Inducidos por el Almacenamiento a Bajas Temperaturas en Frutos Cítricos. Tesis Doctoral. Departamento de Tecnología de Alimentos. Universidad Politécnica de Valencia. Valencia, España. pp. 55, 69-73.
- MUÑOZ R., M.; SANTOYO C., V.H. 1996. Visión y Misión Agroempresarial. Competencia y cooperación en el medio rural. 2da. ed. Centro de Investigaciones Económicas, Sociales y Tecnológicas de la Agroindustria y la Agricultura Mundial Universidad Autónoma Chapingo. Edo. de México, México. pp. 237-240.
- PAULL, R.E. 1990. Chilling injury of crops of tropical and subtropical origin. pp.17-36. *In: Chilling Injury of Horticultural Crops.* C.Y. Wang (ed). CRC Press. Boca Raton, Florida. USA.
- RODRÍGUEZ F., A.; MARTÍNEZ T., M.; VILLEGAS O., M.; ACEDO F., E. 1995. Evaluación de la calidad de naranja 'Valencia' durante el almacenamiento refrigerado. Reporte Anual. Departamento de Tecnología de Alimentos de Origen Vegetal. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A. C. R. Báez S. (ed.).
- SAGARPA. 2001. Resultados del Ciclo Agrícola 1999/2000. Dirección de Hortofrutícolas, Ornamentales y Plantaciones. Dirección General de Agricultura. Secretaría de Agricultura, Ganadería y Desarrollo Rural. Delegación Estatal Sonora. Hermosillo, Sonora.
- SALUNKHE, D.K.; DESAI, B.B. 1984. Citrus. Ch. 5, pp. 59-75. *In: Postharvest Biotechnology of Fruits.* D.K. Salunkhe; B.B. Desai (eds). C. R. C. Press, Inc. Boca Raton, Florida, USA.
- SAS INSTITUTE INC. 1986. SAS Procedures Guide for Personal Computers, Version 6. Edition. SAS Institute Inc. Cary, NC, USA. 373 p.
- SCHIRRA, M.; MULAS, M.; BAGHINO, L. 1995. Influence of postharvest hot-dip fungicide treatments on Red blush grapefruit quality during long-term storage. *Food Science and Technology* 1: 35-40.
- SCHIRRA, M.; AGABBIO, M.; D'HALLEWIN, G.; PALA, M.; RUGGIU, R. 1997. Response of Tarocco oranges to picking date, postharvest hot water dips, and chilling storage temperature. *J. Agric. Food Chem.* 45: 3216-3220.
- SCHIRRA, M.; COHEN, E. 1999. Long term storage of 'Olinda' oranges under chilling and intermittent warming temperatures. *Postharvest Biology and Technology* 16: 63-69.
- SCHIRRA, M.; D'HALLEWIN, G.; CABRAS, P.; ANGIONI, A.; BEN-YEHOSHUA, S.; LURIE, S. 2000. Chilling injury and residue uptake in cold stored 'Star Ruby' grapefruit following thiabendazole and imazalil dip treatments at 20 and 50 °C. *Postharvest Biology and Technology* 20: 91-98.
- WANG, C.Y. 1990. Chilling Injury of Horticultural Crops. C.Y. Wang (ed). CRC Press. Boca Raton, Florida. USA. 313 p.