

## CONSERVACION FRIGORIFICA DE POMELOS "MARSH SEEDLESS" Y "REDBLUSH"

J.M. Martinez Jávega, M. Mateos y J. Cuquerella  
Dpto. Industrias IVIA Moncada (Valencia)

### Abstract

"Marsh Seedless" and "Redblush" grapefruits were picked in December to avoid later freeze damage and stored at 10, 5 or 2°C. Fruits of both cultivars showed chilling injury (mainly pitting) when stored at 5 or 2°C, but "Redblush" exhibited the least sensitivity.

Intermittent warming (18 hr to 20°C/week) as well as temperature conditioning (1 week at 10°C + 3 weeks at 5°C) was effective in reducing chilling injury. Application of water-wax (6% polyethylene + 4% wood rosin) was also efficient. Weight loss, firmness, color and acidity were evaluated for different storage conditions.

### Resumen

Pomelos "Marsh Seedless" y "Redblush", recolectados en Diciembre, con vistas a evitar riesgos de heladas, se han almacenado a 10, 5 y 2°C. Las temperaturas de 5 y 2°C han producido lesiones por frío, fundamentalmente picado, mostrándose más resistente el Redblush. El calentamiento intermitente (18 horas a 20°C/semana) y la conservación en régimen variable de temperaturas (1 semana a 10°C por cada 3 semanas a 5°C), se han mostrado eficaces en la reducción de los daños por frío. En este sentido ha logrado, también, efectos positivos, la utilización de cera al agua con 6% de polietileno y 4% de colofonia. En este trabajo se estudian además, las variaciones del peso, textura, color y acidez de los frutos, en las distintas condiciones de almacenamiento.

### Introducción

La producción española de pomelos es de unas 10.000 Tm. Debido a la susceptibilidad de esta especie a las bajas temperaturas en campo se han producido, en los últimos años y en algunas zonas, daños de consideración, que han planteado la conveniencia de introducir en cámaras frigoríficas parte de la producción, antes de que sobrevengan los fríos invernales.

El pomelo, al igual que otros frutos tropicales y subtropicales, presenta desórdenes fisiológicos como consecuencia de la conservación a temperaturas inferiores a 10-12°C (2,4,7). Estos desórdenes se presentan normalmente en forma de "picado" o de "escaldado", siendo ésta última manifestación más frecuente a temperaturas cercanas a 0°C (6). La susceptibilidad de la fruta a las "lesiones por frío" varía según la época de recolección, encontrándose diferencias en el comportamiento de frutos de distintas áreas

productoras (6,7). Estas variaciones parecen estar relacionadas con el nivel de reguladores de crecimiento en el fruto, pudiéndose aumentar la resistencia al frío con la aplicación pre o postrecolección de algunas sustancias como el ácido giberélico, la benciladenina y el ácido abscísico (6,9). También se ha señalado que elevados niveles de azúcares reductores (9) o de prolina (12) en la piel del fruto se corresponden con un aumento de la resistencia al frío, aunque quizás, la acumulación de estas sustancias sea más una respuesta al frío que un mecanismo de resistencia (13).

La utilización de ceras previamente a la frigoconservación puede reducir las "lesiones por frío" (6). Sin embargo, es importante que el porcentaje total de sólidos en la cera no sea excesivo, ya que existe el riesgo de aparición de malos sabores correlacionados con el aumento de etanol y acetaldehído en zumo, como consecuencia de la respiración anormal (4,5).

Las condiciones de almacenamiento recomendadas son de temperaturas entre 10° y 16°C y humedad relativa del orden del 90% (2,4,7 y 11). Una adecuada renovación de aire es necesaria, aunque estudios recientes recomiendan no sobrepasar una renovación total por hora (14). La conservación a temperaturas inferiores a 10°C presenta ventajas potenciales, al reducir la intensidad respiratoria y las podredumbres, pero se incrementa el riesgo de "lesiones por frío". Sin embargo, se ha visto la posibilidad de disminuir estas lesiones por calentamientos intermitentes (7, 10), durante los cuales se podría, por un lado, aumentar el porcentaje de ácidos grasos insaturados de las membranas celulares y con ello la resistencia al frío, y por otro lado, metabolizar sustancias tóxicas acumuladas durante la permanencia a bajas temperaturas (13). El acondicionamiento del fruto a temperaturas de 10 a 16°C, antes de la conservación a 1°C, puede reducir las "lesiones por frío" (3,7), relacionándose esta resistencia, también, con el mayor grado de insaturación de los ácidos grasos de las membranas (13). La menor susceptibilidad al frío de pomelos bañados con emulsiones de aceites vegetales, parece apoyar la hipótesis del papel de los ácidos grasos en el mecanismo de resistencia (1).

En este trabajo, se ha estudiado la conservación frigorífica a diferentes temperaturas de pomelos "Marsh Seedless" y "Redblush" cultivados en España, analizando los efectos del encerado previo, del acondicionamiento y del calentamiento intermitente.

### Material y Métodos

Los pomelos fueron recolectados el 19 de Diciembre de 1985, en la finca "El Realengo" de Carcagente (Valencia). Los valores medios del índice de madurez °Brix/Acidez, índice de color y deformación unitaria en el momento de la recolección fueron respectivamente, de 4.4-5.1, 3.3-4.3 y 0.078-0.086 para la variedad "Marsh seedless" y de 4.7-5.5, 4.2-5.1 y 0.068-0.077 para la "Redblush". Los frutos fueron llevados a la planta piloto del I.V.I.A. donde

después de 24 horas a temperatura ambiente, fueron seleccionados y repartidos en cajas de unos 10 Kg, formando 8 lotes de 6 cajas cada uno. Las cajas fueron introducidas durante 30 segundos en un baño fungicida compuesto de una mezcla de Captan (50%) (1000 ppm), imazalil (800 ppm) y 2-4-D (15 ppm).

Después fueron almacenados en las condiciones reseñadas en la Tabla 1, dándoseles previamente el tratamiento con cera al agua a los frutos del Lote 7. La humedad relativa en las cámaras de conservación se mantuvo al 90% y durante el calentamiento intermitente al 65-70%.

A las 8 y 12 semanas de conservación frigorífica, muestras representativas de los diferentes lotes fueron almacenadas durante 48 horas a 20°C y 65-70% de humedad, realizando a continuación el control de peso, color, textura, sólidos solubles y acidez. Las "lesiones por frío" se computaron tras 4, 8 y 12 semanas de conservación.

Las medidas de peso se efectuaron sobre frutos individuales marcados desde el principio de la experiencia. El color se midió sobre frutos previamente señalados, utilizando un colorímetro por reflexión Hunter-Lab (D25P-2).

El índice de color se expresó mediante la fórmula  $1000 \frac{a}{L.b}$  (8). La textura se midió como deformación ecuatorial unitaria obtenida tras aplicar una fuerza de 5 Kg. en un penetrómetro Chatillón.

Los "daños por frío" fueron considerados ligeros cuando el diámetro de los hoyos de los frutos picados era inferior a 1 mm y el área total del fruto afectado era inferior al 20% del total.

El análisis estadístico de los datos se llevó a cabo utilizando un diseño factorial Condiciones de almacenamiento (8) x Tiempo de conservación (3) x Variedad (2), estudiando las posibles interacciones y estableciendo las diferencias significativas entre los diferentes valores medios.

### Resultados - Discusión.

Las pérdidas de peso aumentaron significativamente con el tiempo de conservación sin que se registrase influencia de la variedad ni interacciones. En los lotes almacenados permanentemente a 10°C, y en los sometidos a calentamientos intermitentes, se contabilizaron las mayores pérdidas (Tabla 1), debido, probablemente, a la mayor exposición a temperaturas superiores a la de los restantes lotes.

A las 4 semanas de almacenamiento a 5°C ó 2°C, el porcentaje de frutos con "lesiones por frío" moderadas o severas fue menor en la variedad "Redblush" (Fig. 1.). Los frutos de ambas variedades, almacenados a 10°C, no han sufrido daños importantes. La conservación a 5°C con calentamientos intermitentes y la de ciclos de acondicionamiento, han proporcionado porcentajes de frutos

con "lesiones por frío", moderadas o severas, no diferentes significativamente a la de la conservación a 10°C, lo que está de acuerdo con los resultados obtenidos por otros autores (7). El encerado ha reducido significativamente estos desórdenes fisiológicos. El calentamiento intermitente en la conservación a 2°C, disminuyó el porcentaje de pomelos Redblush alterados, pero se mostró ineficaz en la variedad Marsh.

El "picado" fué la principal manifestación de estos daños, aunque al final de la experiencia, y en los frutos conservados a 2°C, se observó también el escaldado. Hay que señalar que, debido a la buena condición de la fruta y/o al tratamiento fungicida, no se han detectado frutos podridos en ningún momento.

El descenso de textura (es decir el incremento de la deformación unitaria) se mostró independiente de la variedad siendo más acusado con el tiempo de conservación y sin interacción con las condiciones de almacenamiento. Los frutos conservados constantemente a 10°C resultaron menos firmes que los restantes (Tabla 1). En los frutos conservados permanentemente a 2°C, hubo también un significativo ablandamiento, debido probablemente, a que sufrieron mayores desórdenes fisiológicos y en particular, el escaldado. De hecho, cuando a estos frutos se les aplicó el calentamiento intermitente, se mejoró la textura a la vez que se disminuyeron los daños por frío. No se registraron diferencias significativas entre los frutos almacenados en las restantes condiciones.

El aumento del índice de color en el transcurso de la conservación, fue similar en las dos variedades estudiadas. Las condiciones de almacenamiento influyeron independientemente del tiempo de conservación. Los valores más altos de éste índice se presentaron en los frutos almacenados a 10°C obteniéndose unos descensos significativos con el almacenamiento a 2°C con o sin calentamiento intermitente y a 5°C con calentamiento intermitente, así como con los ciclos entre 10 y 5°C con el encerado previo (Tabla 1). Es de hacer notar que los calentamientos intermitentes no han significado un aumento del índice de color.

No se registraron diferencias significativas en el contenido en sólidos solubles entre frutos almacenados bajo diferentes condiciones ni tampoco entre variedades ni tiempos de conservación.

A las 8 semanas de conservación, los frutos a 2°C con calentamiento intermitente y los de ciclos entre 10° y 2°C, presentaban un descenso porcentual de acidez significativamente menor que el de los frutos almacenados constantemente a 10°C. Al final de la conservación, la acidez de estos frutos fué significativamente inferior a la de los restantes, con excepción de los almacenados permanentemente a 5°C. El descenso de acidez fué más pronunciado entre las 8 y 12 semanas de conservación, acusándose más en el pomelo Marsh (Fig. 2.).

Hay que resaltar que no se detectaron malos sabores en ninguna variedad, ni bajo ninguna de las condiciones de almacenamiento ensayadas.

### Conclusiones

El almacenamiento a 10°C y 90% de H.R. de pomelos Marsh y Redblush cosechados en Diciembre, logra evitar las "lesiones de frío" y mantener los frutos 12 semanas en condiciones aceptables. Sin embargo la conservación a 5°C con calentamientos intermitentes o por ciclos entre 10° y 5°C ó entre 10° y 2°C pueden proporcionar alguna ventaja adicional como disminución de las pérdidas de peso, mejora de la textura, menor incremento del índice de color o descenso de la acidez más ralentizado. Además, cualquiera de estas alternativas representa una ventaja potencial de reducción de podredumbres, aunque no haya podido manifestarse en esta experiencia. En el pomelo Redblush, que en general se ha mostrado más resistente a las bajas temperaturas, se podría también utilizar la conservación a 2°C con calentamientos intermitentes. El encerado con ceras de no altos contenidos en sólidos podría proporcionar una mayor resistencia al frío. Es necesario, no obstante, proseguir las investigaciones para definir las condiciones óptimas de almacenamiento en función de la condición inicial de la fruta, teniendo en cuenta los costes inherentes a cada uno de los sistemas de posible utilización.

### Referencias Bibliográficas.

1. Aljuburi, H.J., Huff, A., 1984. Reduction in chilling injury to stored grapefruit by vegetable oils. *Scientia Hortic.* 24, 53-58.
2. Chalutz, E., Waks, J., Shiffmann-Nadel, M., 1985. A comparison of the response of different citrus fruit cultivars to storage temperature. *Scientia Hortic.* 25, 271-277.
3. Chalutz, E., Waks, J., Shiffmann-Nadel, M., 1985. Reducing susceptibility of grapefruit to CI during cold treatment. *Hort. Science* 20 (2), 226-228.
4. Cuquerella, J., Martínez-Jávega, J.M., Jiménez-Cuesta, M. 1983. Frigoconservación de cítricos (Cold storage of citrus fruit). Hoja Técnica I.N.I.A. nº 45, 20 p.
5. Cuquerella, J., Martínez-Jávega, J.M., Cervera, L. 1984. Waxing of spanish citrus fruit. *Proc. Int. Soc. Citriculture.* (Sao Paulo, Brazil) (in press).
6. Grierson, W., 1981. Physiological disorders of citrus fruits. *Proc. int. Soc. Citriculture*, 2, 764-767.
7. Hatton, T.T., Davis, P.L., Cubbedge, R.H. and Munroe, K.A., 1981. Temperature management and carbon dioxide treatments that reduce chilling injury in grapefruit stored at low temperatures. *Proc. Int. Soc. Citriculture* 2, 728-731.

8. Jiménez-Cuesta, M., Cuquerella, J. and Martínez-Jávega, J.M. 1981. Determination of a color index for citrus fruit degreening. Proc. Int. Soc. Citriculture 2, 750-753.
9. Kawada, K., Wheaton, T.A., Purvis, A.C. and Grierson, W., 1979. Levels of growth regulators and reducing sugar of "Marsh" grapefruit peel as related to seasonal resistance to chilling injury. Hort Science 14, 446.
10. Martínez-Jávega, J.M., Cuquerella, J., 1984. Factors affecting cold storage of spanish oranges and mandarines. Proc. Int. Soc. Citriculture (Sao Paulo, Brazil) (in press).
11. Prestamo, G. and Caro, J. 1977. Contribución al estudio de la fisiología del pomelo de la variedad "Marsh Seedless" durante su tratamiento y conservación por el frío a medio y largo plazo Proc. Int. Soc. Citriculture 8, 1113-1120.
12. Purvis, A.C., 1981. Free proline in peel of grapefruit and resistance to chilling injury during cold storage. HortScience, 16, 160-161.
13. Wang, C.Y., 1982. Physiological and biochemical responses of plants to chilling stress. Hort Science 17, 173-186.
14. Waks, J., Chalutz, E., Shiffmann-Nadel, M., Lomenic, E., 1985. Relationship among ventilation of citrus storage room, internal fruit atmosphere and fruit quality. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 110 (3), 398-402.

CUADRO 1. INFLUENCIA DE LAS CONDICIONES DE ALMACENAMIENTO FRIGORIFICO EN LAS PERDIDAS DE PESO, TEXTURA Y COLOR DE POMELOS "MARSH SEEDLESC" Y REDBLUSH".

Condiciones de almacenamiento	Pérdidas <sup>z</sup> de peso %	Incremento porcentual <sup>y</sup> de la deformación unitaria	Incremento del <sup>x</sup> índice de color (%)
0. Constantemente a 10°C.	9,0 a <sup>w</sup>	63,9 a	126,8 a
1. Constantemente a 5°C.	5,9 b	20,6 c	90,2 abc
2. A 5°C. Calentamiento a 20°C durante 18 h/semana	9,1 a	26,0 c	74,5 bc
3. Constantemente a 2°C	5,8 b	42,4 b	48,7 c
4. A 2°C. Calentamiento a 20°C durante 18 h/semana	8,6 a	23,8 c	46,7 c
5. Ciclos de 1 semana a 10°C + 3 semanas a 5°C.	6,0 b	24,3 c	105,1 ab
6. Ciclos de 1 semana a 10°C + 1 semana a 5°C + 2 semanas a 2°C.	6,5 b	18,4 c	84,1 abc
7. Idem 5. Encerado previo con cera al agua (6% polietileno + 4% colofonia).	6,4 b	28,4 c	72,3 bc

<sup>z</sup> Valores medios de 12 medidas. <sup>y</sup> valores medios de 24 medidas. <sup>x</sup> Valores medios de 12 medidas.   
<sup>w</sup> Para cada columna los valores seguidos por la misma letra no son estadísticamente diferentes (nivel de probabilidad del 1%).

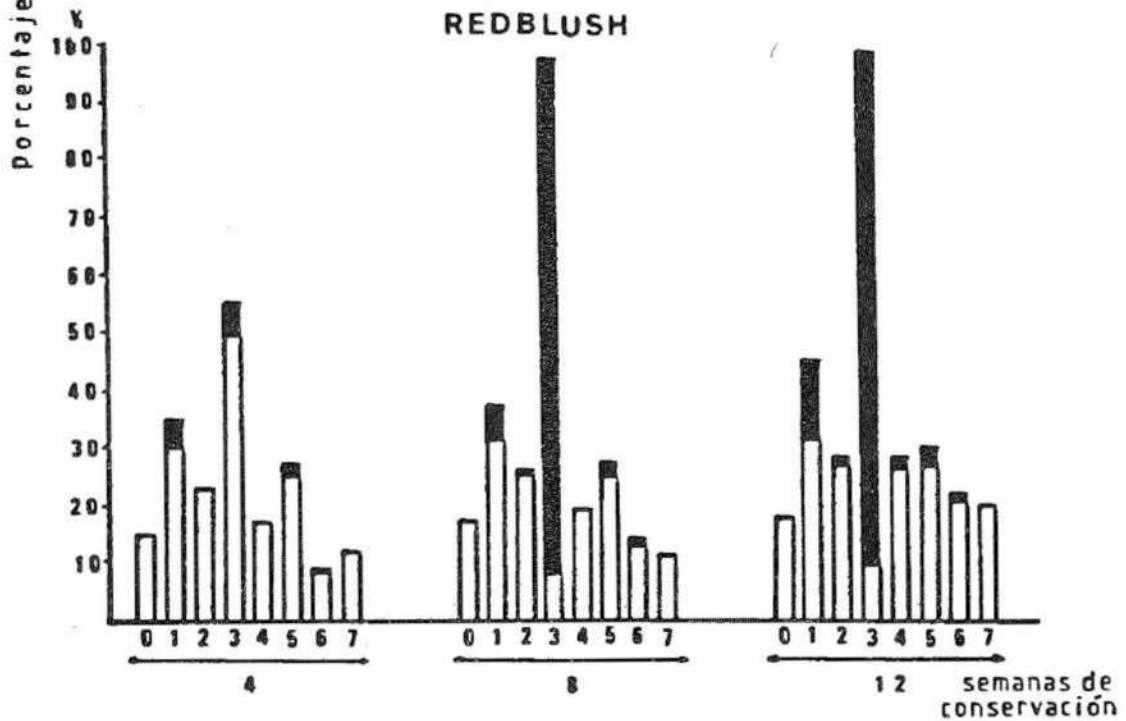
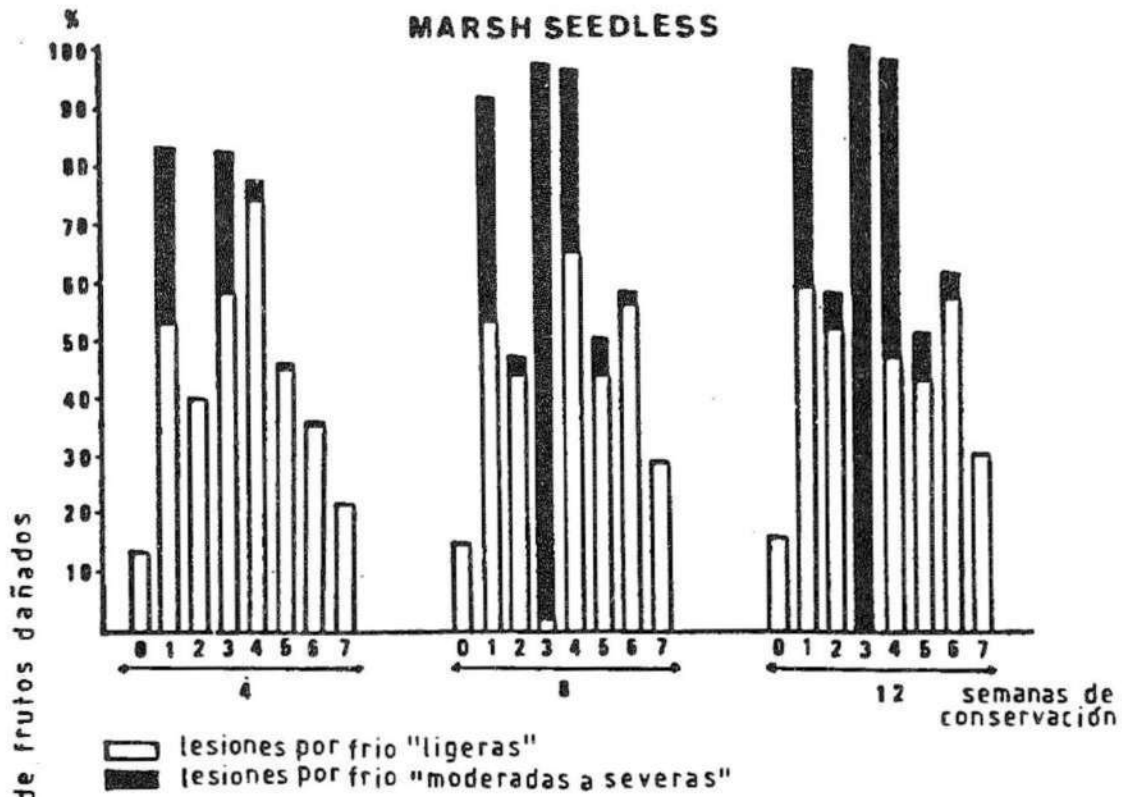


Fig. 1: Lesiones por frío durante el almacenamiento de pomelos Marsh Seedless y Redblush en las condiciones siguientes:  
 0.- Constantemente a 0°C. 1.- Constantemente a 5°C. 2.- A 5°C, calentamiento a 20°C durante 18 horas/semana. 3.- Constantemente a 2°C. 4.- a 2°C, calentamiento a 20°C durante 18 horas/semana. 5. Ciclos de 1 semana a 10°C + 3 semanas a 5°C. 6.- Ciclos de 1 semana a 10°C + 1 semana a 5°C + 2 semanas a 2°C. 7.- idem. 5, encerado previo con cera al agua (6% polietileno + 4% colofonia).



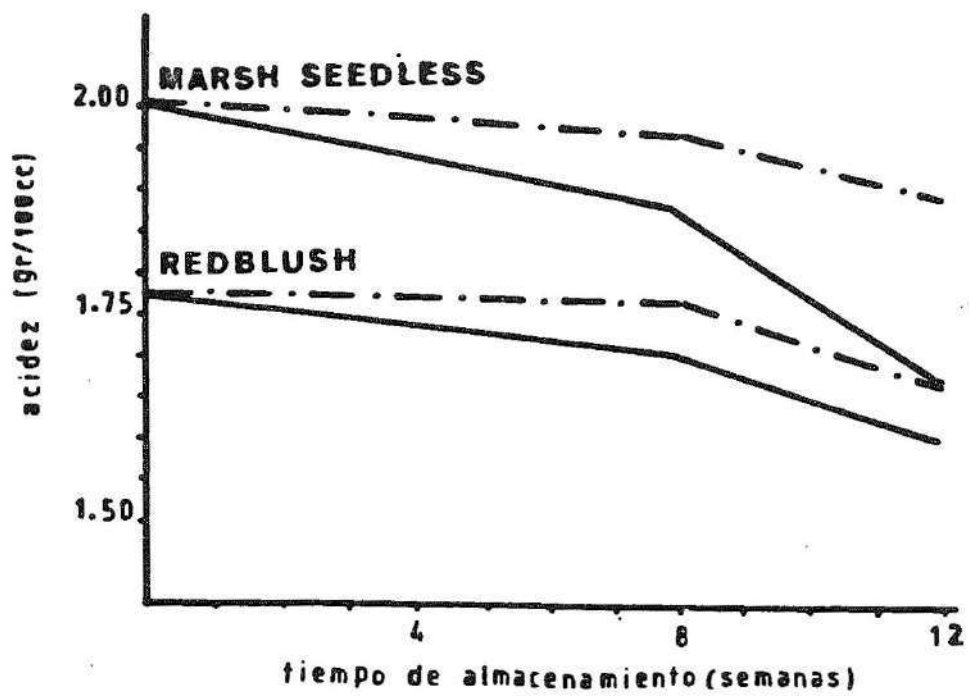


Fig. 2.: Variación de la acidez durante el almacenamiento de pomelos Marsh Seedless y Redblush. Conservación a 10°C "\_\_\_\_"; conservación a 2°C con calentamiento intermitente "\_\_\_\_".