

EFFECTO DEL QUITOSANO APLICADO COMO RECUBRIMIENTO EN MANDARINAS 'FORTUNE'

Alejandra Salvador, Joaquín Cuquerella, Adela Monterde
Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias, 46113
Moncada, Valencia, Spain.
E-mail: asalvado@ivia.es

Palabras clave: Cítricos, comercialización, encerado, quitosano

RESUMEN

Se estudió el efecto del quitosano aplicado como recubrimiento sobre la calidad postcosecha de la mandarina 'Fortune'. Las mandarinas fueron enceradas con una solución acuosa de quitosano al 0,6 ó 1,25% y almacenadas a 20°C durante 15 días simulando la comercialización. Como control se utilizó una cera comercial de polietileno. Se evaluó la pérdida de peso, firmeza, sólidos solubles (°Brix), acidez, CO₂ interno, concentración de volátiles y características organolépticas de sabor y comestibilidad. El recubrimiento de quitosano a ambas concentraciones redujo la pérdida de peso y mejoró la firmeza con respecto al control. No hubo diferencias importantes en °Brix, acidez, CO₂ y evaluación sensorial entre la fruta encerada con quitosano al 1,25% y la tratada con cera comercial. Sin embargo, la fruta control presentó niveles de etanol más elevados. La fruta tratada con 0,6% de quitosano presentó los valores más bajos de acidez, °Brix así como de etanol y acetaldehído aunque mostró la peor puntuación en la evaluación sensorial. Este estudio sugiere que el recubrimiento de quitosano al 1,25% puede ser una alternativa a los actuales recubrimientos comerciales para mantener la calidad de los cítricos durante su comercialización.

EFFECT OF CHITOSAN COATING ON POSTHARVEST QUALITY OF MANDARINS CV. 'FORTUNE'

Key words: Citrus fruit, shelf-life, coating, chitosan

ABSTRACT

The effect of chitosan coatings on postharvest quality of 'Fortune' mandarins during marketing period was studied. Mandarins were coated with a chitosan aqueous solution at 0.6 or 1.25% and then stored at 20 °C for up to 15 days simulating a shelf life and marketing period. The control used a commercial polyethylene-resin-based water wax. Changes in weight, firmness, total soluble solids, titratable acidity, internal CO₂, volatiles concentration and sensory characteristics were evaluated. Chitosan coating at both concentrations reduced weight loss and improved firmness compared to control. Little differences were found in total soluble solids, acidity, internal CO₂, and sensory evaluation between fruit coated with chitosan at 1.25% and fruit coated with commercial wax. Nevertheless, control fruit demonstrated higher levels of ethanol concentration. Fruits treated with chitosan at 0.6% showed the lowest values of acidity and total soluble solids. Additionally, this treatment exhibited the lowest sensory values, although the lowest ethanol and acetaldehyde content was also observed. This study suggest that 1.25% chitosan coating could be a potential alternative to the current commercial polyethylene coatings to maintain quality of citrus fruit during retail storage period.

INTRODUCCIÓN

La aplicación de ceras sobre la superficie de los frutos es una práctica habitual en el manejo postcosecha de los cítricos. El objetivo del recubrimiento aportado es en principio reponer las ceras naturales que se han perdido con el manejo de la fruta tras la recolección, reduciendo así las pérdidas por transpiración y mejorando la apariencia de la fruta en su comercialización.

Normalmente se emplean emulsiones acuosas de ceras y resinas y la composición del recubrimiento influye sobre la fisiología del fruto, modificando la permeabilidad al vapor de agua y a los gases de respiración O_2 y CO_2 y pudiendo afectar al aroma y sabor del fruto (Baldwin et al., 1995; Cuquerella et al., 1988; Hagenmaier y Baker, 1994; Hagenmaier, 2002; Martínez-Jávega et al., 1984; Martínez-Jávega et al., 2001). Actualmente la mayoría de recubrimientos formulados para cítricos contienen polietileno junto con alguna resina y alguna cera natural. El interés creciente de los consumidores por evitar compuestos sintéticos en el manejo postcosecha hace necesario la introducción de productos naturales que sirvan de alternativa para conseguir una calidad aceptable en la comercialización de la fruta.

El efecto antifúngico del quitosano (polímero de B-1,4-glucosamina) y derivados ha sido estudiado previamente (El Ghouth et al., 1991, 1992; 2000; Reddy et al., 2000a, 2000b; Capdeville et al., 2002) y en la actualidad se están llevando a cabo investigaciones al respecto. Además, por la capacidad que tiene el quitosano de formar films semipermeables se ha utilizado como recubrimientos en algunas frutas y hortalizas obteniendo buenos resultados en cuanto a reducción de pérdida de peso y pardeamiento y mejora de la calidad (Zhang y Quantick, 1997; Worrell et al., 2002). En lo que respecta a los cítricos hacen falta más investigaciones para estudiar el efecto que tiene este compuesto natural sobre las podredumbres y calidad de la fruta.

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la aplicación de quitosano como recubrimiento sobre mandarinas Fortune durante su comercialización.

MATERIAL Y MÉTODOS

La fruta una vez cosechada fue seleccionada y sometida a baño fungicida (500 ppm imazalil, 1 minuto) previamente a ser sometida a la aplicación de los recubrimientos. Las ceras utilizadas fueron una solución acuosa de quitosano (QT) (suministrado por la empresa ABF-Fitosanitarios Biológicos) al 0,6 ó 1,25% y como control una cera comercial de polietileno al 18%. Las mandarinas una vez enceradas fueron almacenadas a 20°C durante 7 ó 15 días simulando la comercialización y vida posterior. Tras los periodos de almacenamiento se determinaron las pérdidas de peso, firmeza, sólidos solubles, acidez, concentración de CO_2 interno, concentración de volátiles y evaluación organoléptica del sabor y la comestibilidad.

La pérdida de peso de 20 frutos por tratamiento se calculó como porcentaje sobre el peso inicial. La firmeza, medida sobre 20 frutos por tratamiento, se expresó en porcentaje de deformación tras la aplicación de una fuerza de 10 N en la zona ecuatorial del fruto, utilizándose un texturómetro Instron Universal Machine modelo 4302.

Los sólidos solubles, acidez y contenido en volátiles se determinaron en 3 zumos de 15 frutos por tratamiento. Los sólidos solubles (°Brix) se midieron con un refractómetro digital PR-1. La acidez (g. ácido cítrico/100ml) se determinó por titulación con hidróxido sódico 0.1N.

La concentración de etanol y acetaldehído fue analizada por cromatografía gaseosa de espacio de cabeza según método de Ke y Kader (1990) expresándose los resultados en mg por 100 ml de zumo. La concentración interna de CO_2 se midió por cromatografía gaseosa de muestras obtenidas del interior de las mandarinas con una jeringuilla Hamilton, manteniendo la fruta bajo agua en el momento de la extracción de la muestra para evitar contaminación de la misma con aire externo, realizándose 10 medidas por tratamiento.

La evaluación organoléptica se realizó mediante un panel de 7 catadores entrenados empleando escalas de sabor y comestibilidad de diez niveles. Los datos han sido tratados mediante análisis de la varianza y se ha utilizado el intervalo de mínima

diferencia significativa (LSD) al 5% para la comparación de medias, usando el programa Statgraphics plus 2.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La pérdida de agua es una de las principales causas de deterioro, no sólo en los cítricos sino en la mayoría de los productos hortofrutícolas, debido a que además de pérdidas cuantitativas de peso produce pérdidas en apariencia y firmeza. En cítricos, la deshidratación es mayor en la superficie del fruto que en la pulpa, siendo la zona peripeduncular la más susceptible.

El recubrimiento de QT redujo la pérdida de peso tras 1 semana de almacenamiento, siendo mayor este efecto con la mayor concentración (Figura 1). Tras 2 semanas de almacenamiento no se observaron estas diferencias y ambas concentraciones de QT estudiadas mostraron pérdidas de peso similares al control. Desde cosecha se observó un incremento en el porcentaje de deformación (Figura 2), que fue menor significativamente en la fruta encerada con QT a ambas concentraciones. La menor pérdida de firmeza la presentaron las mandarinas con QT al 1,25%.

En los cítricos, tras la recolección, es normal la pérdida de acidez producida como consecuencia de la tasa respiratoria. La reducción de la acidez en la fruta con recubrimiento de QT al 0,6% fue mucho

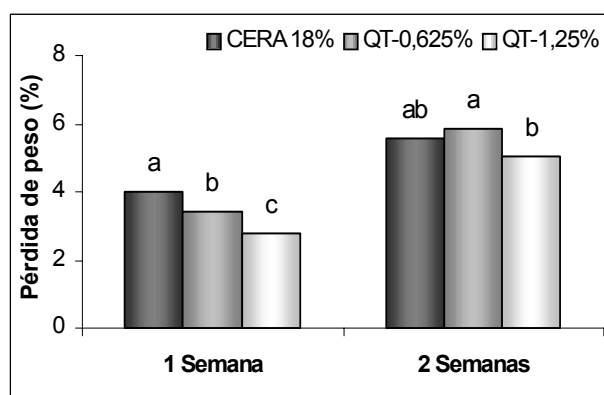


Figura 1. Pérdida de peso de mandarina Fortune encerada con cera de polietileno al 18% o con quitosano (QT) al 0,6 ó 1,25% y almacenada durante 1 ó 2 semanas a 20°C. Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente al 5% (test LSD)

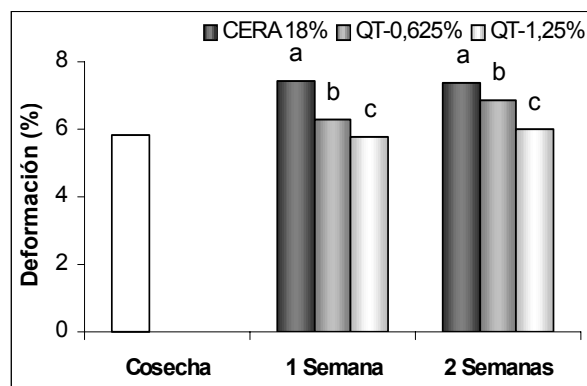


Figura 2. Firmeza de mandarina Fortune encerada con cera de polietileno al 18% o con quitosano (QT) al 0,6 ó 1,25% y almacenada durante 1 ó 2 semanas a 20°C. Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente al 5% (test LSD)

más elevada que en la fruta control o con QT al 1,25% entre las que no hubo diferencias significativas (Tabla 1). Se observó un incremento en los valores de sólidos solubles en la fruta control relacionado con la mayor concentración de éstos por la pérdida de peso mostrada (Tabla 1). La fruta con recubrimiento de QT al 1,25% mostró una ligera reducción en los °Brix durante la primera semana de almacenamiento incrementándose algo tras la segunda semana. Sin embargo la reducción en los °Brix de la fruta tratada con QT al 0,6% fue mucho más marcada y se incrementó con el tiempo de almacenamiento. Las diferencias observadas en acidez y sólidos solubles entre los recubrimientos ensayados no quedan reflejados en el IM calculado como °Brix/acidez, mostrando valores similares de este parámetro los tres tratamientos.

Incrementos en el contenido de volátiles en zumo durante el transcurso del almacenamiento y comercialización de cítricos han sido citados anteriormente (Martínez-Jávega et al., 1992). La aplicación de ceras modifica la atmósfera interna del fruto incrementando normalmente el contenido de CO₂, lo que está relacionado con los cambios en el contenido de etanol y acetaldehído del zumo (Baldwin et al., 1995; Hagenmaier y Baker, 1994). La concentración interna de etanol y acetaldehído es función de la variedad, espesor del recubrimiento y duración y temperatura del almacenamiento. En

Tabla 1. Índice de madurez (IM), acidez, sólidos solubles (°Brix) y rendimiento en zumo de mandarina Fortune encerada con cera de polietileno al 18% o con quitosano (QT) al 0,6 ó 1,25% y almacenada durante 1 ó 2 semanas a 20°C

Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente al 5% (test LSD)

	IM (°Brix/ Acidez)		Acidez (mg/100ml)		°Brix		Rto de zumo (%)	
	1 sem.	2 sem.	1 sem.	2 sem.	1 sem.	2 sem.	1 sem.	2 sem.
Cosecha	8.05		1.96		15.73		53.74	
Cera 18%	8.82 a	9.30 ab	1.83 a	1.75 a	16.10 a	16.25 a	46.48 a	48.48 a
QT 0,625%	9.14 a	9.99 a	1.30 c	1.15 b	11.75 c	11.50 c	47.37 a	45.94 b
QT 1,25%	8.81 a	8.75 a	1.53 b	1.61 a	13.47 b	14.15 b	46.83 a	49.23 a

nuestra experiencia, la concentración de etanol en la fruta control se incrementó con el tiempo de almacenamiento hasta valores que no superaron 60 mg/100 ml (Figura 4); la concentración de este volátil en la fruta encerada con QT al 1,25% fue muy inferior.

Sin embargo la concentración de acetaldehído en la fruta control se mantuvo con niveles bajos mientras en la fruta encerada con QT al 1,25% se incrementó mucho tras 2 semanas de almacenamiento. La concentración de ambos volátiles en la fruta con recubrimiento de QT al 0,6% fue muy inferior al presentado por la fruta control o con recubrimiento de QT al 1,25% en los dos periodos de almacenamiento mostrando valores similares al de cosecha.

No hubo diferencias significativas en el contenido de CO₂ interno entre la fruta control y la tratada

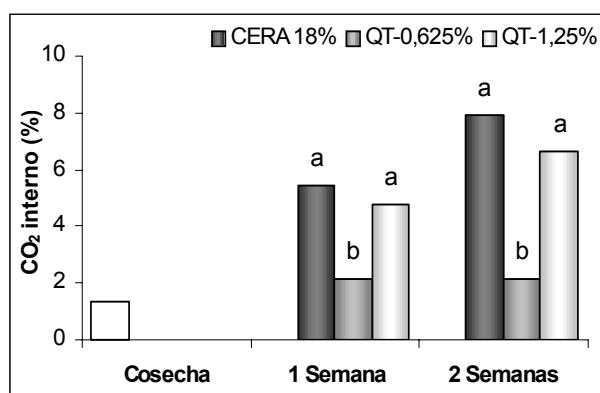


Figura 3. Concentración de CO₂ interno de mandarina Fortune encerada con cera de polietileno al 18% o con quitosano (QT) al 0,6 ó 1,25% y almacenada durante 1 ó 2 semanas a 20°C. Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente al 5% (test LSD)

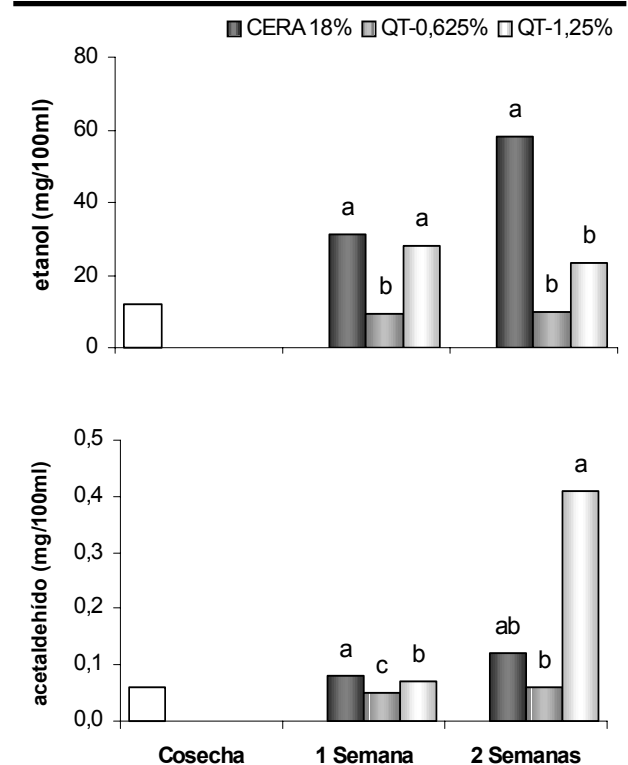


Figura 4. Concentración de etanol y acetaldehído en zumo de mandarina Fortune encerada con cera de polietileno al 18% o con quitosano (QT) al 0,6 ó 1,25% y almacenada durante 1 ó 2 semanas a 20°C. Valores seguidos de la misma letra no difieren significativamente al 5% (test LSD)

con QT al 1,25%; en la fruta tratada con QT al 0,6% los valores de CO₂ fueron muy bajos (Figura 3).

La aparición de malos sabores en cítricos está relacionada con el contenido de volátiles en zumo (Hagenmaier y Baker, 1994; Hagenmaier, 2000). Aunque se ha reportado que a partir de valores de

200 mg/100 ml de etanol en zumo se detectan malos sabores (Ke y Kader, 1990) en investigaciones posteriores se ha observado que las concentraciones de estos volátiles a partir de las cuales éstos son detectados dependen sobre todo de la variedad (Abad et al., 2001; Abad et al., 2002). En esta experiencia los valores de etanol máximos encontrados fueron muy bajos como para relacionarlos con la aparición de sabores extraños. Las muestras de fruta tratadas con cera comercial o con QT al 1,25% fueron valoradas igual en los análisis organolépticos en los dos periodos estudiados (Tabla 2). Sin embargo la fruta con QT al 0,6% fue la peor valorada en ambos periodos, mostrando valores por debajo del mínimo comercial después de dos semanas de almacenamiento. La valoración tan baja presentada por este tratamiento no se debió a la aparición de malos sabores sino a que la fruta se mostraba totalmente insípida, valoración que coincide con la importante reducción de acidez y °Brix observada en este tratamiento.

Tabla 2. Análisis organoléptico de mandarina Fortune encerada con cera de polietileno al 18% o con quitosano (QT) al 0,6 ó 1,25% y almacenada durante 1 ó 2 semanas a 20°C

	Análisis Organoléptico (1-9)			
	1 semana		2 semanas	
	Sabor	Comestibilidad	Sabor	Comestibilidad
Cosecha	8.4	9		
Cera 18%	8.4	8.4	6.4	6.7
QT- 0,625%	6.4	7.6	3.6	5.9
QT- 1,25%	8.2	8.2	7.0	6.7

CONCLUSIÓN

Según los resultados obtenidos en este trabajo el recubrimiento de quitosano al 1,25% podría ser una alternativa al uso de ceras de polietileno en las condiciones ensayadas de comercialización ya que no se han encontrado diferencias en los parámetros de calidad con la utilización de la cera comercial y con el quitosano a esta concentración, manteniendo éste incluso mejor firmeza de la fruta.

REFERENCIAS

- Abad I., Martínez-Jávega J.M., Ben-Abda J., Monterde A. 2002. Adecuación a técnicas de frigoconservación de nuevas variedades de cítricos. I Congreso Español de Ciencias y Técnicas del Frío, CYTEF'2002. Cartagena. (En prensa).
- Abad I.M.; Martínez Jávega J.M.; Navarro P. 2001. Influencia de la temperatura de almacenamiento, encerado, preacondicionado y curado en la calidad del tangelo *Minneola* Actas de Horticultura (SECH), vol.36:413-419.
- Baldwin E.A., Nisperos-Carriedo M., Shaw P. E., Burus J.K. 1995. Effects of coating and prolonged storage conditions on fresh orange flavor volatiles, degrees Brix, and ascorbic acid levels. *J. Agr. Food. Chem.* 43(5):1321-1331.
- Capdeville G., Wilson C.L., Beer S.V. Aist J.R. 2002. Alternative disease control agents induce resistance to blue mold in harvested 'Red Delicious' apple fruit. *Phytopatology* Vol.92, 8, 900-908.
- Cuquerella J., Mateos M., Del Rio M.A., Navarro P. 1988. Influencia de distintos recubrimientos en el intercambio gaseoso y alteraciones fisiológicas en la post-recolección de naranjas 'Valencia'. *Sociedad Española de Fisiología Vegetal. Maduración y Post-recolección* 88: 118-126. Murcia.
- El Ghaouth A.; Arul J.; Grenier J.; Asselin A. 1992. Antifungal activity of chitosan on two post-harvest pathogens of strawberry fruits. *Phytopathology* 82, 398-402.
- El Ghaouth A.; Arul J.; Ponnampalam R. 1991. Use of chitosan coating to reduce weight loss and maintain quality of cucumbers and bell pepper fruits. *J. Food process Pres.* 15, 359-368.
- El-Ghaouth A., Smilanick J.L., Wilson C.L. 2000. Enhancement of the performance of *Candida saitoana* by the addition of glycochitosan for the control of postharvest decay of apple and citrus fruit. *Postharvest Biol. Technol.* 19, 103-110.
- Hagenmaier R. D. 2000. Evaluation of a polyethylene-candelilla coating for 'Valencia' oranges. .

- Postharvest Biol. Technol, 19:147-154.
- Hagenmaier R. D. 2002. The flavor of mandarin hybrids with different coatings. Postharvest Biol. Technol, 24:79-87.
- Hagenmaier R. D., Baker R.A. 1994. Internal gases ethanol content and gloss of citrus coated with polyethylene wax, carnauba wax, shellac or resin at different application levels. Proc. Fla. State. Hort. Soc. 107:261-265.
- Ke D., Kader A. A. 1990. Tolerance of "Valencia" oranges to controlled atmospheres as determined by physiological responses and quality attributes. J. Amer. Soc. Hort. Sci., 115(5): 779-783.
- Martínez-Jávega J.M., Cuquerella J., Jiménez-Cuesta M., Cervera L. 1984. Encerado de frutos cítricos. Rev. Levante Agrícola, nº251-252, p:106-113
- Martínez-Jávega J.M., Cuquerella J., Monterde A. 2001. Optimización de la tecnología postcosecha en frutos cítricos de producción integrada. IV Congreso Ibérico de Ciencias Hortícolas. Cáceres. (En prensa)
- Martínez-Jávega J.M., Del Río M.A., Mateos M., Saucedo-Veloz C. 1992. Influence of storage temperature and coating on the keeping quality of 'Fortune' mandarins. Proc. Int. Soc. Citriculture, 3: 1102-1103.
- Reddy M.V.B., Angers P., Castaigne F., Arul J. 2000a. Chitosan Effects on Blackmold Rot and pathogenic factors produced by *Alternaria alternata* in postharvest tomatoes. J. Amer. Soc. Hort. Sci. 125 (6): 742-747.
- Reddy M.V.B., Belkacemi K., Corcuff R., Castaigne F., Arul J. 2000b. Effect of pre-harvest chitosan sprays on post-harvest infection by *Botrytis cinerea* and quality of strawberry fruit. Postharvest Biol. Technol. 20, 39-51.
- Worrell D.B., Carrington C.M.S., Huber D.J. 2002. The use of low temperature and coatings to maintain storage quality of breadfruit, *artocarpus altilis* (Parks.) Fosb. Postharvest Biol. Technol, 25, 33-40.
- Zhang D., Quantick P.C. 1997. Effects of chitosan coating on enzymatic browning and decay during postharvest storage of litchi (*Litchi chinensis* Sonn) fruit. Postharvest Biol. Technol, 12:195-202.
-