

## Efecto de un tratamiento térmico sobre la calidad de pimientos *cherry* cortados refrigerados

Avalos Llano Karina R.<sup>1</sup>, Sgroppo Sonia C.<sup>1</sup>, Chaves Alicia R.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura. Universidad Nacional del Nordeste. Av. Libertad 5450 (3400). Corrientes. Argentina. Correo electrónico: kavalosllano@yahoo.com.ar

<sup>2</sup>Centro de Investigación y Desarrollo en Criotecnología de Alimentos. Facultad de Ciencias Exactas. Universidad Nacional de La Plata. CONICET La Plata. Calle 47 y 116 (1900). La Plata. Argentina.

Recibido: 28/12/10 Aceptado: 10/7/11

### Resumen

Se estudió el efecto de la aplicación de un tratamiento térmico (55 °C/60 s) sobre la evolución de parámetros de calidad de pimientos (*Capsicum annuum*, L. cv *cherry*) frescos cortados (descorazonados) almacenados durante 15 días a 10 °C en bandejas de polietileno tereftalato (PET) cristalinas cubiertas con film de PVC. Durante ese período se evaluó la apariencia general de los frutos, el desarrollo de hongos, la actividad respiratoria, la acidez titulable, el pH y el contenido de azúcares totales. Los resultados mostraron que los pimientos tratados térmicamente presentaron mejor apariencia general y menor incidencia de hongos que los frutos control al final del almacenamiento. Inmediatamente después del tratamiento térmico, no se encontraron diferencias entre los valores de actividad respiratoria de los frutos control y tratados. Sin embargo, los pimientos tratados mostraron menor actividad respiratoria que los controles durante el almacenamiento. El tratamiento térmico no afectó la acidez ni el pH, y los valores de azúcares totales fueron ligeramente menores que en los frutos control. Concluyendo, el tratamiento a 55 °C/60 s redujo el ataque por hongos y mantuvo la calidad de pimientos *cherry* descorazonados durante el almacenamiento a 10 °C.

Palabras clave: *C. annuum* L., shock térmico, frutos cortados

### Summary

## Effect of Heat Treatment on Quality of Refrigerated Fresh-cut Cherry Peppers

The effect of applying a heat treatment (55 °C for 60 s) on the evolution of quality parameters of fresh-cut (without the core) peppers (*Capsicum annuum*, L. cv *cherry*) stored for 15 days at 10 °C in crystal polyethylene terephthalate (PET) trays covered with PVC film was studied. During this period, general appearance of the fruit, development of fungi, respiration rate, titratable acidity, pH and total sugar content were evaluated. Results showed that treated samples displayed a better general appearance and lower fungal decay than control fruit at the end of storage. Immediately after heat treatment, no differences in respiration rate values between control and treated fruit were found. However, treated peppers displayed lower respiratory activity than controls during storage. The heat treatment did not affect acidity and pH, and total sugar values were slightly lower than in control fruit. We conclude that treatment at 55 °C for 60 s reduced fungal attack and maintained de-cored cherry peppers quality during storage at 10 °C.

Key words: *C. annuum*, hot water treatment, cut fruits

## Introducción

Los pimientos *cherry* (*Capsicum annuum*, L. cv. *cherry*) son de forma globosa, con un diámetro de 26 a 32 mm, de color rojo brillante y sabor dulce. Los frutos tienen la desventaja del gran número de semillas que alojan en su interior, inconveniente que es subsanado al presentarlos frescos cortados, libres de semillas y listos para su uso.

Algunas de las características que definen un producto fresco cortado de buena calidad son: apariencia fresca, textura aceptable, buen sabor y olor, seguridad microbiológica y vida útil suficientemente larga que permita incluir al producto dentro de un sistema de distribución (Martín-Beloso y Rojas Graü, 2005). Una característica importante de los vegetales mínimamente procesados es el rápido deterioro en calidad y la reducida vida media comparada con las frutas y vegetales enteros (Conesa *et al.*, 2007).

Durante el procesamiento mínimo, la rotura del tejido por el corte supone un incremento de la respiración y transpiración que conducen a un rápido deterioro del producto con la consecuente pérdida de sus características sensoriales y nutricionales (Martín-Beloso y Rojas Graü, 2005).

La refrigeración durante el almacenamiento disminuye la actividad biológica y microbiológica y extiende la vida media, pero los productos continúan deteriorándose (Hampshire *et al.*, 1987). En pimientos Festos 100% rojos cortados en tiras se encontró liberación de jugos a los 11 días de almacenamiento a 10 °C (Sgroppo *et al.*, 2005) y en pimientos verdes (cv Wonder) cortados almacenados a 10 °C y envasados en atmósfera modificada, González-Aguilar *et al.* (2004) informaron una disminución continua de la calidad total debido fundamentalmente a la pérdida de agua y firmeza de los tejidos.

En ciertos casos, se ha demostrado que el tratamiento térmico previene el deterioro de la calidad de los productos frescos cortados (Rico *et al.*, 2007). El tratamiento térmico por inmersión en agua en combinación con el envasado en atmósfera normal es efectivo para reducir la pérdida de calidad de pimientos enteros y cortados (González-Aguilar *et al.*, 1999; Raffo *et al.*, 2007, 2008). Fallik *et al.* (1999) y González-Aguilar *et al.* (1999, 2000) reportaron que el tratamiento con agua caliente permitió mantener la calidad de pimientos enteros durante el almacenamiento refrigerado. Asimismo, Raffo *et al.* (2007, 2008) encontraron que el tratamiento térmico por inmersión en agua disminuyó el deterioro, no afectó notablemente los atributos organolépticos y prácticamente no afectó los azúcares o los incre-

mentos, dependiendo de si los pimientos eran enteros o cortados y de las condiciones de almacenamiento.

Además, se ha reportado que el tratamiento térmico no afectó o disminuyó la acidez, aumentó los azúcares y no afectó los sólidos solubles en diferentes frutos; ese efecto variable de los tratamientos térmicos sobre la acidez y los azúcares dependió de la temperatura utilizada y del tiempo de exposición (Paull y Chen, 2000).

Hasta la fecha, no hay estudios referentes al comportamiento postcosecha de pimientos *cherry* y mucho menos sobre el efecto de las operaciones realizadas para su presentación como vegetales frescos cortados, así como tampoco se investigó sobre los cambios en la calidad durante su almacenamiento refrigerado y frente a la aplicación de un tratamiento térmico postcosecha. Por eso en este trabajo se evaluó el efecto de un tratamiento térmico por inmersión en agua sobre los parámetros de calidad y senescencia de pimientos descorazonados durante el almacenamiento a 10 °C.

## Materiales y métodos

### Material vegetal

Se trabajó con pimientos *cherry* (*Capsicum annuum*, L. cv *cherry*) dulces 95-100% rojos producidos en Corrientes (Argentina). Los pimientos se procesaron dentro de las 24 horas de haber sido cosechados, seleccionando para su estudio frutos libres de daños y de color y tamaño ( $10,10 \pm 2,4$  g) uniforme.

### Procesamiento y almacenamiento

Los frutos se lavaron con agua clorada ( $100 \text{ mg L}^{-1}$ , 20 segundos). Luego se los dividió en dos lotes. Los frutos de uno de los lotes fueron descorazonados (C: control), el resto fue primero sometido a un tratamiento térmico por inmersión en agua a 55 °C durante 60 segundos y posteriormente descorazonado (T: tratados). Posteriormente los frutos se colocaron en bandejas de PET cristalinas y se las recubrió con film de PVC. Se prepararon 15 bandejas para cada tipo de tratamiento, conteniendo cada una 70 g de frutos. Las bandejas se almacenaron a 10 °C durante 15 días y se tomaron muestras a los 0, 4, 8, 12 y 15 días. Las muestras fueron analizadas en el momento o congeladas a -20 °C para su posterior análisis. La experiencia completa se repitió tres veces. Como los resultados fueron similares para los diferentes ensayos, se muestran solamente los correspondientes a uno de ellos.

## Determinaciones

### *Calidad organoléptica*

Se realizó la evaluación subjetiva de los frutos para cada tratamiento y tiempo de almacenamiento, examinando visualmente la apariencia general, considerando los atributos color, brillo, firmeza y grado de deshidratación. También se evaluó visualmente el porcentaje de frutos que presentaban desarrollo macroscópico de hongos.

Se evaluó el avance del deterioro a través de la siguiente escala: 1= muy buena o apariencia de fresco; 2 = buena; 3 = regular; 4 = mala. Se calculó el índice de deterioro (I), mediante la ecuación:

$$I = \frac{1n + 2n + 3n + 4n}{N}$$

siendo:

$n$ : número de trozos en esa categoría.

$N$ : número total de trozos examinados para cada tratamiento y tiempo de almacenamiento.

Se consideró que los frutos perdían la calidad comercial cuando  $I > 2$ .

### *Actividad respiratoria*

Se colocaron diez frutos en un frasco hermético, por cada tratamiento y tiempo de almacenamiento, y se determinó el  $\text{CO}_2$  producido durante una hora, realizando mediciones periódicas cada 5 min, empleando un sensor IR (Anor Compu Flow® Model 8650). Los resultados se expresaron como  $\mu\text{L CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ h}^{-1}$ .

### *Acidez titulable y pH*

Se trituraron 5 g de muestra con 50 mL de agua destilada. Se determinó el pH con un pHmetro Metrohm 692 y luego se tituló con hidróxido de sodio  $0,1 \text{ mol L}^{-1}$  hasta un pH 8,1. Las determinaciones se realizaron por triplicado sobre el material vegetal correspondiente a las diferentes combinaciones tipo de tratamiento/tiempo de almacenamiento. Los resultados se expresaron en g ácido cítrico/100 g tejido fresco (AOAC, 1990).

### *Azúcares totales*

Se trituraron 10 g de tejido con 30 mL de etanol y después se homogeneizaron por 15 min. Se centrifugó el homogenato a  $5000 \times g$  por 10 min. Sobre el sobrenadante se determinó el contenido de azúcares totales por el método

espectrofotométrico de la antrona (Southgate, 1976). Se leyó la absorbancia a 620 nm. La concentración fue calculada usando glucosa como estándar, con una curva de calibración de 0 a  $26 \mu\text{g}$  glucosa/mL. Las determinaciones se realizaron por triplicado sobre el material vegetal correspondiente a las diferentes combinaciones de tipo de tratamiento/tiempo de almacenamiento. Los resultados se expresaron como g de glucosa/100g tejido fresco.

### *Análisis estadístico*

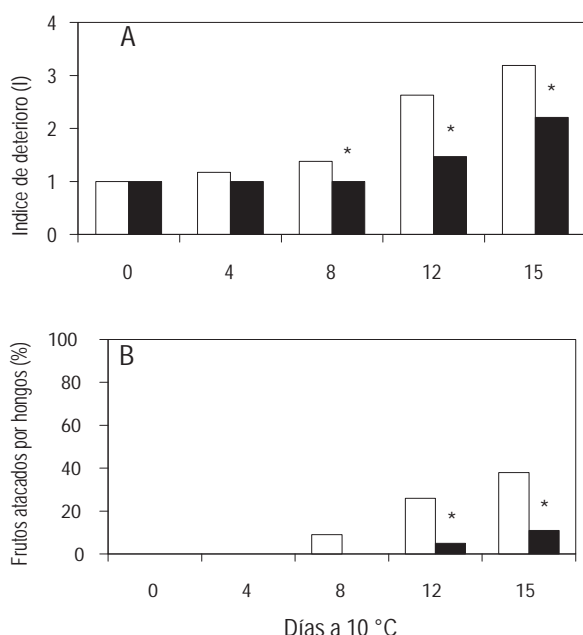
Las experiencias se llevaron a cabo de acuerdo a un diseño factorial, siendo los factores el tipo de tratamiento y el tiempo de almacenamiento. Los resultados fueron analizados estadísticamente por medio de un análisis de varianza (ANOVA), y las medias fueron comparadas mediante el test de LSD con  $P < 0,05$  (InfoStat-Universidad Nacional de Córdoba-Argentina).

## Resultados y discusión

Durante las etapas del procesamiento mínimo pueden tener lugar cambios físicos, fisiológicos, bioquímicos y ataques microbiológicos que aceleran la pérdida de la calidad del producto fresco cortado respecto de los vegetales de origen. Durante el almacenamiento de los pimientos *cherry* control se observó una buena apariencia general hasta el día ocho. Posteriormente, perdieron su calidad comercial ( $I > 2$ ), debido principalmente a la creciente incidencia de hongos (Figura 1 A). En los frutos tratados la vida postcosecha se extendió cuatro días ya que mantuvieron una muy buena apariencia general hasta el día 12 de ensayo, presentando al final del almacenamiento un índice de deterioro de valor 2,2. Sgroppo y Montiel (2004) observaron buen aspecto y color en pimientos cv. Margarita 100% rojos trozados control y tratados ( $55^\circ\text{C}/20 \text{ s}$ ) hasta los siete días de almacenamiento a  $11^\circ\text{C}$ , pero a los ocho días empezaron a mostrar exudado tanto los pimientos control como los tratados térmicamente.

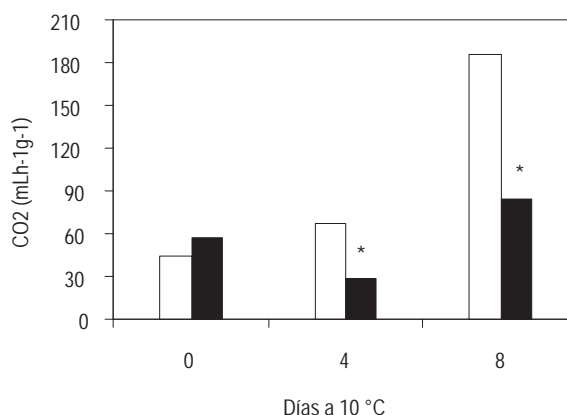
Por otra parte, los pimientos control presentaron desarrollo macroscópico de hongos a partir del día ocho de almacenamiento refrigerado, que fue incrementándose notoriamente hasta el final de la experiencia (Figura 1 B). Sin embargo, los frutos tratados mostraron crecimiento fúngico a partir del día 12, encontrándose menor porcentaje de pimientos afectados ( $p < 0,05$ ) que en los frutos control hasta los 15 días de conservación.

Los pimientos son frutos de baja actividad respiratoria tanto en estadios verde como 100% rojo (González- Aguilar, 2004).



**Figura 1.** Cambios en (A) índice de deterioro (I), (B) frutos atacados por hongos (porcentaje), en pimientos *cherry* control (□) y tratados (■), durante el almacenamiento a 10 °C. \*Valores significativamente diferentes de los correspondientes pimientos control ( $LSD_I = 0,3$ ;  $LSD_{\%H} = 6$ .)

Como se observa en la Figura 2, el valor inicial de producción de  $CO_2$  de los pimientos control fue de  $44,8 \pm 2,5 \mu Lh^{-1}g^{-1}$ , nivel que aumentó durante el almacenamiento, hasta alcanzar el día ocho un valor cuatro veces mayor ( $p < 0,05$ ) que el inicial. Una vez tratados por inmersión y descorazonados, los frutos presentaron una actividad respiratoria no significativamente diferente de los correspondientes frutos sin tratamiento (control), aumentando al día ocho del almacenamiento a niveles notoriamente más reducidos ( $p < 0,05$ ) que en los pimientos descorazonados sin tratar.



**Figura 2.** Evolución de la actividad respiratoria de pimientos control (□) y tratados (■) durante el almacenamiento a 10 °C. \*Valores significativamente diferentes de los correspondientes pimientos control ( $LSD_{0,05} = 30,82$ ).

Como es sabido, los pimientos dulces deben principalmente su sabor a los azúcares y ácidos orgánicos (Raffo *et al.*, 2007). Para los pimientos *cherry* se encontró que la acidez titulable mostró un ligero incremento durante el almacenamiento, alcanzando el día 15 un valor 12% mayor ( $p < 0,05$ ) que el inicial y un 13-18% mayor ( $p < 0,05$ ) que en los tratados (Cuadro 1). Por su parte, en los pimientos tratados la acidez no varió ( $p > 0,05$ ) a lo largo del ensayo.

Como se observa en el Cuadro 1, el pH no varió ( $p > 0,05$ ) durante el almacenamiento y no existieron diferencias significativas entre los frutos control y los tratados. Sgroppo y Montiel (2004) informaron un incremento de la acidez y una ligera disminución del pH de pimientos cortados cv. Margarita control y tratados térmicamente a los ocho días de almacenamiento a 11 °C y en pimientos Festos trozados (Sgroppo *et al.*, 2005). Por su parte, Pilon *et al.* (2006) encontraron un incremento en el pH de pimientos verdes cortados y almacenados a 1 °C. Estos autores relacionaron este incremento con la disminución de ácidos orgánicos.

**Cuadro 1.** Cambios en acidez titulable y pH de pimientos *cherry* control (C) y tratados (T), durante el almacenamiento a 10 °C.

	Tratamiento	Días a 10 °C		
		0	8	15
Acidez titulable (g ácido cítrico/100 g)	C	0,24	0,26	0,27
( $LSD_{0,05} = 0,02$ )	T	0,24	0,22*	0,23*
pH	C	5,45	5,38	5,35
( $LSD_{0,05} = 0,12$ )	T	5,45	5,44	5,47

\*Valores significativamente diferentes de los correspondientes pimientos control.

En cuanto al contenido de azúcares totales prácticamente no se observó variación hasta los cuatro días de almacenamiento y luego disminuyó ligeramente ( $p < 0,05$ ) al día ocho, tanto en los pimientos *cherry* control como en los tratados, sin distinguirse diferencias significativas entre ambos (Figura 3.). Asimismo, Raffo *et al.* (2008) reportaron una ligera disminución del nivel de glucosa por efecto del tratamiento térmico en pimientos cortados almacenados a 8 °C. Al tiempo final de ensayo, el contenido de azúcares de los pimientos control fue similar al nivel inicial, presentando los frutos tratados un valor un 7% menor ( $p < 0,05$ ) que el de los pimientos control. Otros autores informaron un descenso en el nivel de los azúcares en pimientos cortados control y tratados térmicamente al final del ensayo (Sgroppo y Montiel, 2004; Sgroppo *et al.*, 2005).

Los resultados del presente estudio indican que el tratamiento térmico por inmersión en agua a 55 °C durante 60 segundos permitió mantener una buena apariencia general y reducir el ataque por hongos en los pimientos *cherry* descorazonados, prolongando su periodo de almacenamiento refrigerado con respecto a los correspondientes frutos control. Por otra parte, el tratamiento indujo una menor actividad respiratoria y acidez, sugiriendo un retraso de la senescencia respecto a los frutos sin tratar. Los resultados indican que el tratamiento térmico por inmersión en agua (55 °C/60 s) es efectivo para prolongar la vida postcosecha de pimientos *cherry* frescos descorazonados, manteniendo su calidad organoléptica y dos de los parámetros relacionados con el sabor (acidez y azúcares).

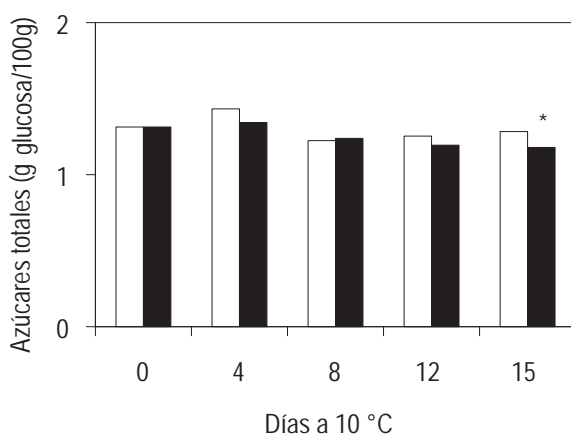


Figura 3. Evolución del contenido de azúcares totales de frutos control (□) y tratados (■), durante el almacenamiento a 10 °C. \*Valores significativamente diferentes de los correspondientes pimientos control ( $LSD_{0,05} = 0,07$ ).

## Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto PI 102-07 «Cambios nutricionales y sensoriales en productos vegetales mínimamente procesados de la región del NEA» financiado por SGCyT-UNNE (Secretaría General de Ciencia y Técnica de la Universidad Nacional del Nordeste), Argentina.

Karina R. Avalos Llano agradece al Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) y a la SGCyT-UNNE (Argentina) por la beca otorgada para realizar su tesis doctoral. También agradece al contador Porfirio por la provisión del material vegetal.

## Bibliografía

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Vol II. Washington : Association of official analytical chemists. 918p.
- Conesa A, Verlinden BE, Artés-Hernández F, Nicolai B, Artés F. 2007. Respiration rates of fresh-cut bell peppers under superatmospheric and low oxygen with or without high carbon dioxide. *Postharvest Biology and Technology*, 45: 81 – 88.
- Fallik E, Grinberg S, Alkalai S, Yekutieli O. 1999. A unique rapid hot water treatment to improve storage quality of sweet pepper. *Postharvest Biology and Technology*, 15: 25 - 32.
- González-Aguilar GA. 2004. Pepper. [En línea]. 4p. Consultado julio 2010. Disponible en: <http://ne-postharvest.com/hb66/106pepper.pdf>.
- González-Aguilar GA, Ayala-Zavala JF, Ruiz-Cruz S, Acedo-Felix EM, Diaz-Cinco E. 2004. Effect of temperature and modified atmosphere packaging on overall quality of fresh cut bell-peppers. *Lebensmittel-Wissenschaft und-Technologie*, 37(8): 817 - 826.
- González-Aguilar GA, Gayosso L, Cruz R, Fortiz J, Baez R, Wang CY. 2000. Polyamines induced by hot water treatments reduce chilling injury and decay in pepper fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 18: 19 - 26.
- González-Aguilar GA, Cruz R, Baez R. 1999. Storage quality of bell peppers pretreated with hot water and polyethylene packaging. *Journal of food quality*, 22: 287 - 299.
- Hampshire TJ, Payne FA, Weston L. 1987. Bell pepper texture measurement and degradation during cold storage. *Transactions of the ASAE*, 30: 1494 - 1500.
- Martín-Belloso O, Rojas Graü MA. 2005. Factores que afectan la calidad. En: González-Aguilar GA, Gardea AA, Cuamea-Navarro F. [Eds.]. Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados. México : CIAD, CYTED. pp. 77 - 93.
- Paul RE, Chen NJ. 2000. Heat treatment and fruit ripening. *Postharvest Biology and Technology*, 21: 21 – 37.
- Pilon L, Oetterer M, Gallo CR, Spoto MHF. 2006. Shelf life of minimally processed carrot and green pepper. *Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas*, 26: 150 - 158.
- Raffo A, Baiamonte I, Paoletti F. 2008. Changes in antioxidants and taste-related compounds content during cold storage of fresh-cut red sweet peppers. *European Food Research and Technology*, 226: 1167 - 1174.
- Raffo A, Baiamonte I, Nardo N, Paoletti F. 2007. Internal quality and antioxidants content of cold-stored red sweet peppers as affected by polyethylene bag packaging and hot water treatment. *European Food Research and Technology*, 225: 395 - 405.

Rico D, Martín-Diana AB, Barat JM, Barry-Ryan C. 2007. Extending and measuring the quality of fresh-cut fruit and vegetables: a review. *Trends in Food Science & Technology*, 18: 373 - 386.

Sgroppo SC, Pereira MV, Avalos Llano KR. 2005. Efectos de la aplicación de luz UV-C en pimientos frescos cortados. En: González-Aguilar G, Cuamea-Navarro F. [Eds.]. *Vegetales frescos cortados*. México : CYTED. pp. 59 - 64.

Sgroppo SC, Montiel GM. 2004. Estado actual del mercado de frutos y vegetales frescos cortados en Argentina. En: González-Aguilar G, Cuamea-Navarro F. [Eds.]. *Estado actual del mercado de frutos y vegetales cortados en Iberoamérica*. México: CYTED. pp. 61 - 69.

Southgate DAT. 1976. *Determination of Food Carbohydrates*. Londres : Applied science publishers. 108p.