

(S1-O192)

ACCIÓN COMBINADA DE LA RADIACIÓN UV-C Y LA ATMÓSFERA CONTROLADA PARA OPTIMIZAR LA CALIDAD DEL TOMATE

PEDRO ANTONIO ROBLES⁽¹⁾, ANDRE DE CAMPOS^(2,3), FRANCISCO ARTÉS-HERNÁNDEZ⁽¹⁾, PERLA GÓMEZ^(1,4), ANTONIO CALDERÓN⁽³⁾, MARÍA ÁNGELES FERRER⁽³⁾ y FRANCISCO ARTÉS⁽¹⁾

¹ Grupo de Postrecolección y Refrigeración. Dpto. Ingeniería de Alimentos. Universidad Politécnica de Cartagena, Pº Alfonso XIII, 48. 30203. Cartagena. España. E-mail: fr.artes-hdez@upct.es

² Dpto. Gestão e Tecnologia Agroindustrial. Faculdade de Ciências Agrônomicas. Universidade Estadual de São Paulo, Campus de Botucatu/SP. Brasil.

³ Dpto. Ciencia y Tecnología Agraria. Universidad Politécnica de Cartagena, Pº Alfonso XIII, 48. 30203. Cartagena. España.

⁴ Instituto de Biotecnología Vegetal. Universidad Politécnica de Cartagena, Pº Alfonso XIII, 48. 30203. Cartagena. España.

Palabras clave: *Lycopersicon esculentum* L - postrecolección – calidad - color – firmeza

RESUMEN

El tomate es una hortaliza de gran importancia económica y fuente de vitaminas y varios compuestos con propiedades antioxidantes beneficiosas para la salud. En algunos productos hortofrutícolas recolectados, la aplicación de radiación UV-C o de atmósferas controladas (AC) ha inhibido el desarrollo de podredumbres. Pero hasta ahora se desconoce el efecto de la radiación UV-C, sola o combinada con AC, sobre atributos básicos de la maduración y calidad del tomate cosechado como el color y la firmeza. El presente trabajo analiza el efecto sobre dichos atributos de 4 kJ/m² de UV-C tras 3 semanas de conservación a 12°C bajo 5 kPa O₂ + 1 kPa CO₂ y aire, más un periodo complementario de comercialización en aire para todos los casos de 7 días a 18°C. Los testigos fueron frutos sin tratar con UV-C conservados a 12°C en aire. En ningún tratamiento se registraron podredumbres durante el almacenamiento. Al finalizar la conservación, prácticamente no hubieron variaciones en el índice de color Croma, mientras que en el °Hue, la acción combinada de la radiación UV-C y la AC provocó un menor descenso del valor en la cosecha (59°), lo que indica un cierto retraso de la maduración. Igualmente se produjo un menor descenso en el °Hue para los frutos tratados con 4 kJ/m² UV-C y conservados en aire. La firmeza inicial de los tomates fue 12,4 N y se preservó por la acción conjunta de la AC y UV-C, mientras que en el resto de tratamientos se registró un descenso de 1 a 1,5 N. Como principal conclusión, los tomates pretratados con 4 kJ/m² UV-C y almacenados 21 días a 12°C bajo 5 kPa O₂ + 1 kPa CO₂ presentaron un menor desarrollo de la maduración, reteniendo bien la firmeza inicial, incluso tras la comercialización.

COMBINED EFFECT OF UV-C RADIATION AND CONTROLLED ATMOSPHERE STORAGE TO PRESERVE TOMATO QUALITY

Keywords: *Lycopersicon esculentum* L - postharvest – quality - colour – firmness.

ABSTRACT

Tomato is an economically relevant vegetable as well as an important source of vitamins and several antioxidant compounds with health-promoting properties. Pre-treatments with UV-C radiation or controlled atmosphere storage (CA) have resulted in improved postharvest microbial inhibition for many horticultural products. However there is still a lack of information about the combined effect of UV-C radiation and CA on basic tomato ripening attributes during postharvest life. The objective of this work was to analyse the effect on color and firmness of tomatoes after irradiation or not with UV-C (4 kJ/m²) and stored up to 21 days at 12°C under two atmospheres, air and CA (5 kPa O₂ + 1 kPa CO₂), followed by a complementary shelf life of 7 days at 18°C in air for all cases. Control fruit were not UV-C treated and stored in air. Decay was not detected for any treatment. Chroma colour index showed slight not significant changes throughout storage. On the contrary, the combined effect of UV-C and CA resulted in a lower decrease of Hue angle when compared to value at harvest (59°) indicating a delay in ripening development. In the same way, a lower decrease in Hue angle occurred on fruit UV-C treated and stored in air when compared with control. Firmness at harvest was 12.4 N and it was only kept by the combined effect of CA and UV-C, while a decrease of 1-1.5 N was found for the remaining treatments. As main conclusion, tomatoes pre-treated with 4 kJ/m² UV-C, stored during 21 days at 12°C under 5 kPa O₂ + 1 kPa CO₂ showed a lower development of ripening with a good firmness retention. This effect on firmness was persistent after complementary shelf life.

INTRODUCCIÓN

La creciente competencia en el mercado hortofrutícola internacional hace que se busquen nuevas fórmulas para preservar la calidad de los productos en la postrecolección. En particular el tomate, por su posición estratégica en el sector, es un cultivo de gran interés y se procura que llegue al consumidor con buena calidad. Existen diversas técnicas coadyuvantes a la refrigeración que se han mostrado eficaces para retrasar la senescencia de ciertas hortalizas. Entre ellas, la radiación ultravioleta (UV-C) ha mostrado ser efectiva para evitar el deterioro de los principales atributos de calidad en tomate (Liu et al., 1993). Así mismo, la conservación en atmósfera controlada (AC), con relativamente altas concentraciones de CO₂ y bajas de O₂ también constituye un método apropiado para preservar la calidad de los tomates (Artés y Artés-Hernández, 2004). Sin embargo, no existe información sobre el comportamiento del tomate a la acción combinada de estos dos tratamientos.

Por cuanto antecede, el objetivo de este trabajo fue estudiar el efecto de la radiación UV-C y la conservación en AC sobre dos atributos básicos de calidad, el color y la firmeza, de tomate "Pitenza" conservado a 12°C durante 21 días seguidos de un periodo complementario en aire de 7 días a 18°C para todos los casos, simulando el periodo de comercialización.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Se utilizó tomate (*Lycopersicon esculentum*) variedad comercial. "pitena", de tipo convencional, cultivado en invernadero, bajo el clima mediterráneo de Mazarrón (Murcia, España), recolectado en enero en una explotación comercial. Inmediatamente se transportaron a la Planta Piloto de Tecnología de Alimentos de la UPCT donde se mantuvieron a 12°C hasta la mañana siguiente, cuando se seleccionaron para eliminar los frutos con defectos. Sobre los

frutos sanos de calibre, color y apariencia visual homogénea se aplicaron los tratamientos que se detallan a continuación.

Tratamientos, temperatura y tiempo de conservación

Los tomates fueron inicialmente expuestos a una dosis de radiación UV-C de 4,54 kJ/m², mientras los testigos quedaron exentos de radiación. La radiación UV-C se aplicó sobre una red de nylon a una distancia fija de 15 cm tanto por la parte superior como por la inferior, en un prototipo construido por el GPR-UPCT. Este equipo consta de dos bancadas de 18 reflectores de acero inoxidable que soportan lámparas germicidas sin filtro (TUV 36W/G36 T8, Philips, Holanda). Una bancada está suspendida horizontalmente sobre el soporte de los productos a radiar y la otra está colocada debajo de éste. La dosis se regula con la distancia entre las bancadas y el soporte de los productos y el tiempo de exposición, y se determinó con un radiómetro (VLX 254 Vilber Lourmat, Marne la Vallée, France), comprobándose que ambos lados recibieron la misma intensidad de radiación UV-C (López-Rubira et al., 2005). Se utilizaron 3 repeticiones por tratamiento, cada una constituida por 4 frutos.

Los tomates fueron seguidamente alojados en el interior de recipientes estancos de plástico de 11 L por los que se hizo pasar un flujo continuo humidificado de 30 mL/min de aire o de una AC con 5 kPa O₂ y 1 kPa CO₂. Los frutos se mantuvieron durante 21 días a 12°C y 90-95 % HR. Seguidamente los tomates de todos los tratamientos se mantuvieron 7 días a 18°C y 70% HR en aire para simular un periodo de comercialización.

Análisis de atributos de calidad

Color: Se determinó con un fotocolorímetro triestímulo (Minolta CR-300, Ramsey, NJ, USA), con apertura de 8 mm de diámetro y calibrado con plato blanco ($Y = 94.3$; $x = 0.3142$; $y = 0.3211$, standard CIE illuminant, 2° observer). Los resultados se expresan en los parámetros L*, Croma $[(a^{*2} + b^{*2})^{1/2}]$ y ° Hue ($\tan^{-1} b^*/a^*$). Se realizaron 9 medidas por fruto: 3 en la zona basal y 6 en la ecuatorial.

Firmeza: La firmeza se determinó mediante un ensayo de deformación en una prensa (Instron, Ibertest S.A.E. Madrid, España). Se utilizó una carrera de 2 mm y a una velocidad constante de 15 mm/min. Se determinó la resistencia a la deformación de la muestra expresada en N.

Los análisis de color y firmeza se realizaron tras 0, 7, 14, 21 días a 12°C y tras el periodo de comercialización.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Color

En la Fig.1 se muestra la evolución del °Hue de los diferentes tratamientos durante el periodo de evaluación. Si bien se observa una disminución, el menor descenso de este parámetro se constató en el tratamiento combinado de radiación UV-C y conservación en AC. Esto indica un menor avance de la maduración ya que los descensos de dicho valor reflejan cambios de coloración hacia tonos más rojizos. Por el contrario, el testigo sufrió una mayor disminución de este parámetro, alcanzando un color rojo más intenso al final de los experimentos. Estos datos concuerdan con los ofrecidos por Erkan et al., (2001) donde tras 10 ó 20 min de aplicación de UV-C con lámparas germicidas, se observó un retraso de la senescencia de calabacín tras un almacenamiento de 20 días a 5°C ó 12 días a 10°C.

Al analizar la evolución del Croma (Fig. 2), se observa que en los tratamientos en los que se utilizó la AC se produjo un mayor descenso tras 21 días a 12°C frente a los conservados en aire, no existiendo diferencias significativas entre el expuesto o no a la radiación UV-C. Dichos resultados nuevamente confirman el retraso de la maduración ya que menores valores de Croma reflejan una menor saturación de color. Sin embargo, las

diferencias tras la comercialización no fueron significativas. Vicente et al. (2005) no reportaron cambios reseñables en el color de pimientos pretratados con 7 kJm^{-2} UV-C tras 18 días a 10°C mientras que sí se produjo un descenso en el °Hue tras 4 días a 20°C en floretes de brócoli pretratados con 10 kJm^{-2} UV-C además de un ligero aumento de la luminosidad (Costa et al., 2006).

Firmeza

En la Fig. 3 se muestra que los tomates pretratados con UV-C y conservados bajo AC conservaron su firmeza inicial por más tiempo, no existiendo diferencias significativas entre el resto de los tratamientos y el testigo.

Entre los resultados destaca que no se registró presencia visual de podredumbres en ningún tratamiento, ni se apreciaron alteraciones en la calidad organoléptica. Esto corrobora lo observado en estudios realizados sobre lechuga, uva, pimiento, brócoli o melón (Nigro *et al* 2000; Allende y Artés, 2003 ab, Artés-Hernández et al., 2004, Vicente et al, 2005; Artés et al., 2006; Silveira et al., 2006; Costa et al., 2006), que reportan el efecto positivo de la radiación UV-C o de la modificación de la atmósfera para mantener la calidad inicial durante más tiempo, frenando la evolución de parámetros relacionados con la maduración.

CONCLUSIONES

El empleo conjunto de un pretratamiento de $4,54 \text{ kJ/m}^2$ UV-C y el almacenamiento bajo AC de 5 kPa O_2 y 1 kPa de CO_2 durante 21 días a 12°C retrasó la maduración en tomates convencionales “Pitenza”, expresada por la evolución del color y de la firmeza. El frenado de la pérdida de firmeza persistió tras un periodo complementario de comercialización de 7 días a 18°C .

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen a la Fundación Séneca de la Región de Murcia la beca otorgada a P.A. Robles. Igualmente se agradece a S.A.T. 9895 Agrícola Perichan (Mazarrón, Murcia, España) el aporte de material vegetal y al Instituto de Biotecnología Vegetal el uso de algunos equipos.

BIBLIOGRAFÍA

- Allende A., Artés F. 2003a. UV-C radiation as a novel technique for keeping quality of fresh processed ‘Lollo Rosso’ lettuce. *Food Res. Intl.* 36:739-746.
- Allende A., Artés F. 2003b. Combined ultraviolet-C and modified atmosphere packaging treatments for reducing microbial growth of fresh processed lettuce. *Lesbesm.-Wiss. U.-Technol.*: 36 779-786.
- Artés, F., Artés-Hernández, F. 2004. Tratamientos postrecolección del tomate fresco. Tendencias e innovaciones. En: *Tomates. Producción y comercio*. Ediciones de Horticultura S.L. Reus (España). Capítulo 10: 109-120.
- Artés F., Conesa A., López-Rubira, V., Artés-Hernández F. 2006. UV-C treatments for improving microbial quality in whole and minimally processed bell peppers. En: ‘The Use of UV as a Postharvest Treatment: Status and Propects’. Editores: Ben-Yehoshua S, D’hallewin G., Erkan M, Rodov V, Lagunas M. Editorial: Antalya Kros Ofset - Yakup Kublay. 12-17.

- Artés-Hernández F., Aguayo E., Artés F. 2004. Alternative atmosphere treatments for keeping quality of 'Autumn seedless' table grapes during long-term cold storage. *Postharvest Biology & Technology*. 31: 59-67
- Costa, L., Vicente, A.R., Civello, P.M., Chaves, A.R., Martínez, G.A., 2006. UV-C treatment delays postharvest senescence in brocoli florets. *Postharvest Biol. Technol.* 39: 204-210
- Nigro F., Ippolito, A, Lattanzio V., Di-Vener, D. Salerno, M. 2000. Effect of ultraviolet-c light on postharvest decay of strawberry. *J Plant Pathol.* 82(1): 29-37
- Silveira A.C., Aguayo E. Artés-Hernández F., Artés F., 2006. Radiación UV-C y envasado en sala blanca, alternativas a la desinfección con cloro de melón "Galia" mínimamente procesado en fresco. VIII Simposio Nacional y V Ibérico de Maduración y Post-Recolección. Eds: D. Valero y M. Serrano. 181. Liu, J., Stevens, C., Khan, V.A., Lu, J.Y., Wilson, C.L., Adeyeye, O., Kabwe, M.K., Pusey, P.L., Chalutz, E., Sultana, T., Droby, S., 1993. Application of ultraviolet-C light on storage rots and ripening of tomatoes. *J. Food Prot.* 56, 868–872.
- López-Rubira, V., Conesa, A., Allende, A., Artés, F., 2005. Shelf life and overall quality of minimally processed pomegranate arils modified atmosphere packaged and treated with UV-C. *Postharvest Biol. Technol.* 37, 174–185.
- Erkan, M., Wang, C.Y., Krizek, D.T., 2001. UV-C radiation reduces microbial populations and deterioration in *Cucurbita pepo* fruit tissue. *Environ. Exp. Bot.* 45, 1–9.
- Vicente, A.R., Pineda, C., Lemoine, L., Civello, P.M., Martínez, G.A., Chaves, A.R., 2005. UV-C treatments reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper. *Postharvest Biol. Technol.* 35, 69–78.

TABLAS Y FIGURAS

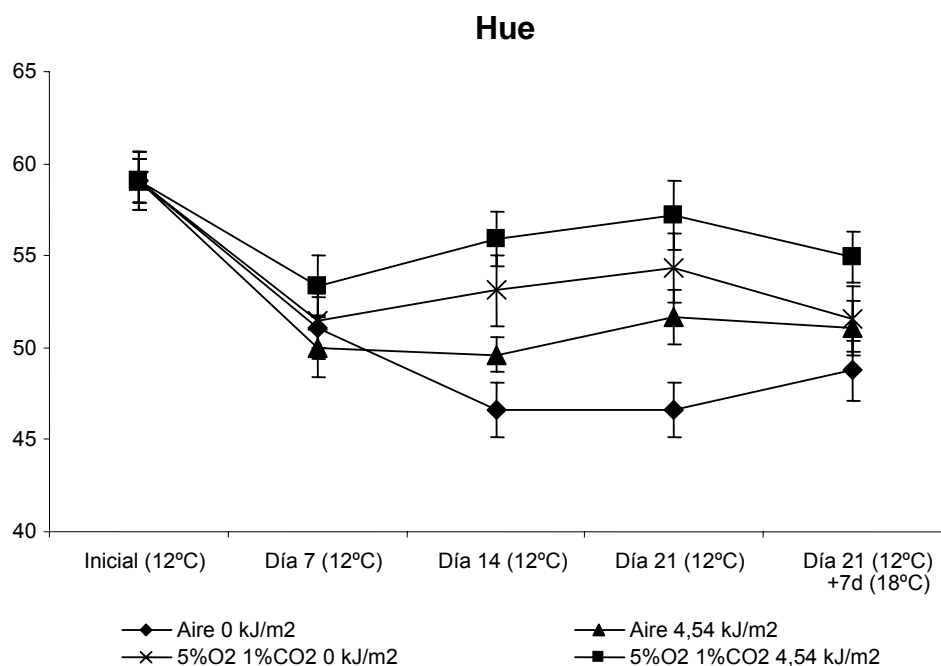


Figura 1. Evolución del ángulo Hue en tomate “Pitenza” tratado inicialmente o no con 4,54 kJ/m² UV-C y conservado en aire o AC durante 21 días a 12°C, más un periodo complementario de 7 días a 18°C.

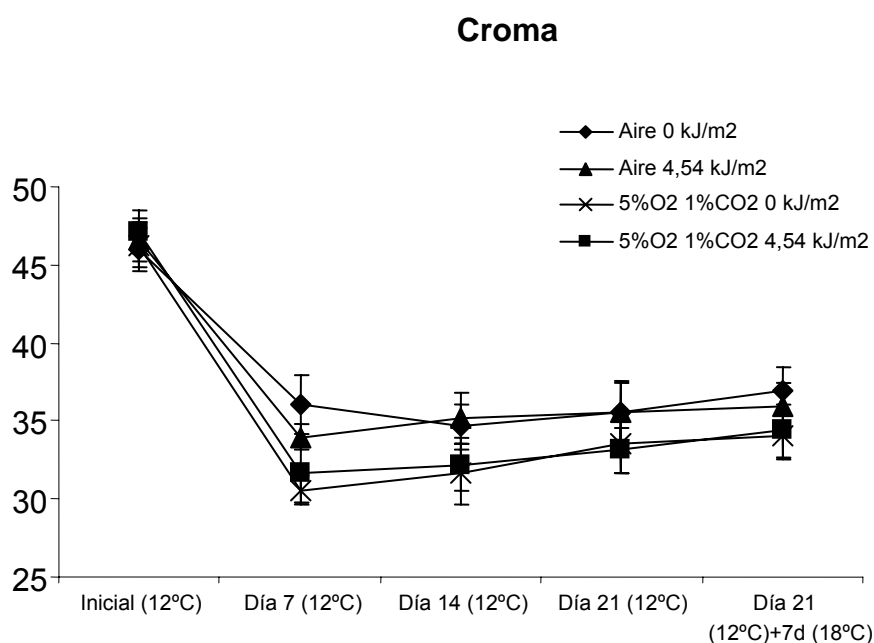


Figura 2. Evolución del índice Croma en tomate “Pitenza” tratado inicialmente o no con 4,54 kJ/m² UV-C y conservado en aire o AC durante 21 días a 12°C, más un periodo complementario de 7 días a 18°C.

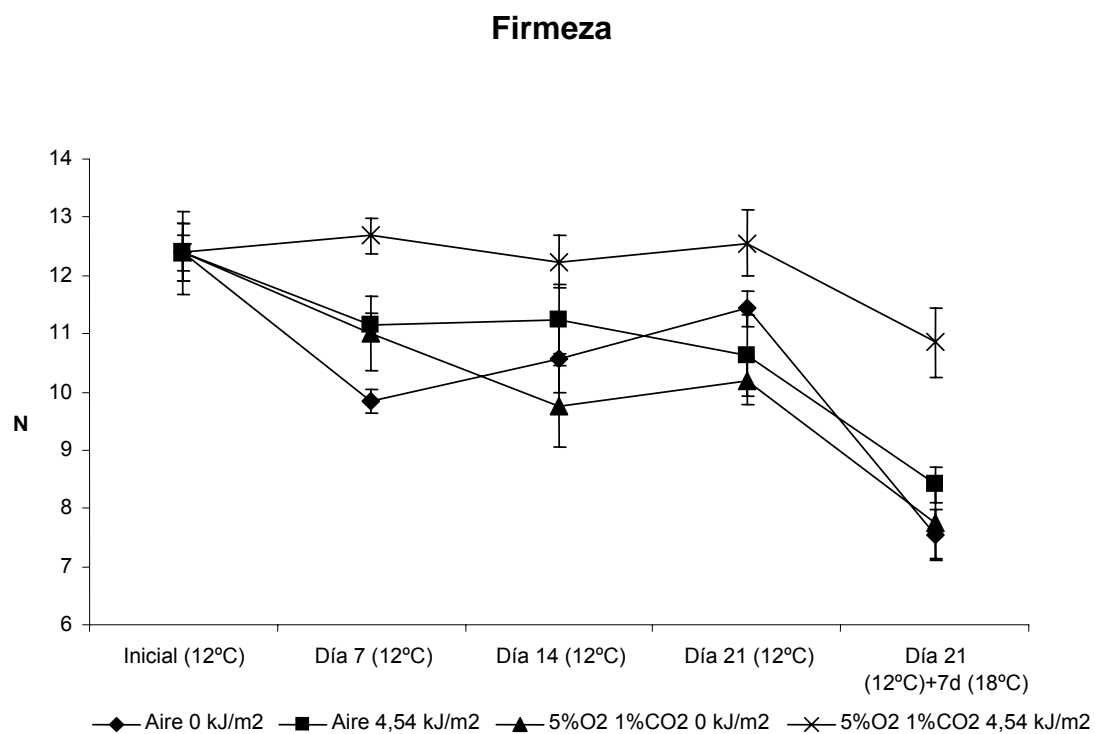


Figura 3. Evolución de la firmeza en tomate “Pitenza” tratado inicialmente o no con 4,54 kJ/m² UV-C y conservado en aire o AC durante 21 días a 12° C, más un periodo complementario de 7 días a 18°C.