

ZAPALLO ANCO (*CUCURBITA MOSCHATA*, D.) FRESCO CORTADO TRATADO CON LUZ UV-C

S.C. SGROPPO⁽¹⁾ y Carola A. SOSA⁽²⁾

RESUMEN: El zapallo (*Cucurbita moschata*, D.), fruto ampliamente cultivado en la región del nordeste argentino, es rico en nutrientes y sustancias bioactivas y su oferta como vegetal fresco cortado representa una alternativa para la economía regional. Se estudiaron los cambios en la calidad sensorial y microbiológica de zapallo anco (*Cucurbita moschata*, D.) cortado en cubos almacenado a 5°C, expuestos a luz UV-C (0, 2.08 y 3.14kJ.m⁻²) y se analizó la evolución de la acidez titulable, contenido de carotenoides y azúcares totales del producto. Los tratamientos con radiación UV-C fueron efectivos en el control de la carga microbiológica y en la retención de las características sensoriales del producto prolongando su vida útil. La acidez, contenido de carotenoides totales y azúcares en los productos control y tratados con luz UV-C siguieron tendencias similares durante el almacenamiento.

ABSTRACT: Pumpkin (*Cucurbita moschata*, D.), fruit produced in NE Argentina, is rich in nutrients and bioactive compounds and offer as fresh cut vegetable is a good possibility for regional economy. Changes on sensorial and microbiological quality of pumpkin (*Cucurbita moschata*, D.) cut in cubes and stored at 5°C, treated with UV-C light (0, 2.08 y 3.14kJ.m⁻²) were investigated and titrable acidity, sugar and carotenoids total content were analyzed. UV-C treatments were effective on microbiological control and characteristics sensorial retention, extending its shelf life. During storage, acidity, sugar and carotenoids contents showed similar trends in treated and no treated products.

Palabras claves: zapallo anco, radiación UV-C, fresco cortado, almacenamiento refrigerado, calidad sensorial, análisis microbiológico, carotenoides, azúcares.

Key words: pumpkin, UV-C radiation, fresh-cut, refrigerated storage, microbiological analysis, sensorial quality, carotenoid, sugar.

INTRODUCCIÓN

El zapallo (*Cucurbita moschata*, D.), fruto de importancia económica en la región del Nordeste argentino es una buena fuente de nutrientes. Posee menos de un 10% de hidratos de carbono, bajo contenido en lípidos, 1.1% de compuestos nitrogenados y 1.6% de fibra bruta. Es valioso además por el contenido en carotenoides (β -caroteno, α -caroteno y luteína), potasio, vitaminas B₂, C y E y tiene un reducido contenido calórico (Escalada Pla *et al.*, 2007; Gebhardt y Thomas, 2002; González *et al.*, 2001; Rodríguez Amaya, 1997). Los zapallos son consumidos en trozos una vez cocidos y se emplean en la elaboración de derivados como salsas, mermeladas, dulces y puré (Gliemmo *et al.*, 2008), para lo cual previamente se deben realizar una serie de operaciones (lavado, pelado, desemillado y corte) que requieren de habilidad manual y tiempo de ejecución, razón

(1) Laboratorio de Tecnología Química y Bromatología. Facultad de Ciencias Exactas y Naturales y Agrimensura, UNNE. Av Libertad 5450 (3400) Corrientes, Argentina.

E-mail: scsgrosso@gigared.com

(2) Becaria formación de post-grado docentes U.T.N. Facultad Regional Resistencia. French 414, (3500) Resistencia, Chaco, Argentina.

por la cual, ofrecerlos como frutos frescos cortados, listos para su uso, es una alternativa de interés para el desarrollo de la industria de la zona.

Los frutos frescos cortados son productos muy perecederos, aun más que los vegetales crudos intactos de origen. La rotura del tejido por corte provoca cambios bioquímicos que conducen a un rápido deterioro del producto, con la posible pérdida de sus características organolépticas y nutricionales y acortamiento de su vida de almacenamiento. Una vez cortado el vegetal, la superficie del tejido expuesta es más amplia y se produce liberación del material celular, implicando esto un incremento en el riesgo de desarrollo microbiológico y en la ocurrencia de reacciones de deterioro (Toivonen y De-Eil, 2002). Para controlar estos eventos y prolongar la vida útil del producto, se aplican diversas tecnologías que favorecen la retención de las características originales, similares a las del producto fresco. Hay que tener en cuenta que los consumidores son cada vez más críticos y exigentes acerca de las tecnologías utilizadas en preservación, razón por la cual los tratamientos físicos, como el shock térmico y la radiación UV-C, están siendo estudiados.

La luz UV-C industrialmente empleada en la desinfección de superficies de contacto con alimentos (FDA, 2002) entre otros usos, se trata de una radiación no ionizante, de bajo poder de penetración, no tiene acción residual, requiere de escasos cuidados y es inocua para el medio ambiente. Su poder germicida es superior al del hipoclorito de sodio o al ozono y su costo es más reducido. Varios autores han informado que los tratamientos con UV-C tienen efectos directos en bacterias esporuladas y vegetativas (Wong *et al.*, 1998; Riesenman y Nicholson, 2000; Nicholson y Galeano, 2003) y hongos y levaduras (Marquenie *et al.*, 2003). Shama y Alderson (2005), atribuyen un efecto hermético a las bajas dosis de radiación UV-C sobre los vegetales, resultado de la inducción en la producción de compuestos antifúngicos y retardos de la maduración, además de un incremento en la actividad de enzimas que potencian la resistencia del vegetal frente a los microorganismos (Stevens *et al.*, 1998; Liu *et al.*, 1993; Ben-Yoshua *et al.*, 1992). Por otra parte, Luckey (1980) sugirió que las dosis subletales de radiación podrían estimular procesos vitales dentro de las células, produciendo cambios positivos en la homeostasis de las plantas.

Varios estudios realizados en vegetales frescos cortados tratados con radiación UV-C, informaron acerca de la efectividad en la reducción en la carga microbiana y retardo en el deterioro del producto. En lechugas, zucchini y sandías se encontró un retardo en el crecimiento de bacterias, mohos y levaduras luego del tratamiento (Fonseca y Rushing, 2006; Allende *et al.*, 2005; Erkan *et al.*, 2001), aunque en lechugas trozadas parecieron estimular el desarrollo de bacterias ácido lácticas (Allende y Artés, 2003a). Entre los cambios fisiológicos de lechugas y zuchinis cortados irradiados se observó un incremento en la actividad respiratoria (Allende *et al.*, 2005; Allende y Artes, 2003b; Erkan *et al.*, 2001) y un efecto positivo en la calidad sensorial de las rodajas de zucchini; no así en hojas de lechuga, que a altas dosis de radiación se ablandaron y pardearon (Allende *et al.*, 2005), por otra parte, en mangos trozados González Aguilar *et al.* (2007) reportaron un incremento en la capacidad antioxidante del producto. En melones cortados, Lamikanra *et al.* (2002) determinaron una disminución de los ésteres alifáticos volátiles en respuesta al stress con producción de fitoalexinas, β -ionona, geranil-acetona y terpinil acetato.

El objetivo de este trabajo fue determinar el efecto de la exposición a la luz UV-C en la calidad sensorial y microbiológica de zapallo anco (*Cucurbita moschata*, D.) cortado en cubos y su incidencia en la evolución del contenido de carotenoides totales y azúcares durante el almacenamiento refrigerado de los productos.

MATERIALES Y MÉTODOS

Material vegetal

Para realizar las experiencias, los zapallos (*Cucurbita moschata*, L.) fueron provistos por la estación experimental INTA EEA "El Colorado" (región Chaco-Formosa, Argentina) en el año 2006. Se utilizaron frutos maduros, de similar tamaño y forma, 750g de peso en promedio y con un contenido acuoso de 88.39 ± 0.13 a $91.35 \pm 0.06\%$ y cenizas en un rango de 0.905 ± 0.005 a $1.105 \pm 0.003\%$.

Procesamiento y almacenamiento

Una vez recibidos los zapallos en el Laboratorio, fueron lavados con agua corriente, dessemillados y se quitaron las partes no comestibles con cuchillos de buen filo. A continuación se los cortó en cubos de 3 cm de lado, sumergió en agua clorada (20ppm/60segundos), enjuagó, centrifugó y separó en 2 lotes. Uno de ellos se dejó como control y el segundo lote se expuso a dosis de radiación de luz UV-C de 2.08 y 3.14 kJ.m⁻². Los tratamientos se efectuaron dentro de una cámara especialmente acondicionada para este fin, provista de una lámpara germicida (Philips TUV40W, longitud de onda 253.7 nm) colocada a 30cm de distancia de las muestras, las que fueron irradiadas en sus caras superior e inferior. A continuación, 200g de producto se dispusieron en bandejas de poliestireno (14x10 cm) y se sellaron las bandejas con una película de PVC autoadherente (espesor, 10 μm; permeabilidad al CO₂, 43,022 cm³ m⁻² atm⁻¹ dia⁻¹; permeabilidad vapor de agua, 38 g m⁻² dia⁻¹) y luego se los almacenó en cámara a 5 ± 2 °C con una humedad relativa promedio del 87%. En cada experiencia se utilizaron 25 bandejas, repitiendo cada ensayo 2 veces. Al tiempo inicial y a los días 5, 9 y 14 de almacenamiento se retiraron las bandejas para efectuar los análisis correspondientes.

Determinaciones

Calidad Sensorial

La apariencia de los vegetales frescos cortados es el primer atributo percibido por el consumidor y afecta fuertemente su decisión de compra. Además, tanto la apariencia como la textura están fuertemente ligadas al deterioro del tejido y son utilizadas como medida de frescura y calidad en la industria de los vegetales frescos cortados (Cantwell y Suslow, 2002).

La calidad sensorial de los zapallos trozados fue determinada por un panel de 6 evaluadores semi-entrenados que trabajaron en un espacio ambientado con iluminación uniforme y blanca, buena ventilación y temperatura agradable, evitando la interacción entre ellos (Hough y Fiszman, 2005). En todas las experiencias, a tiempos de almace-

miento prefijados se presentaron a cada evaluador 3 bandejas de producto codificadas con números de 3 dígitos al azar y se les solicitó evaluar los atributos sensoriales. Previamente se efectuaron 4 sesiones de entrenamiento de los evaluadores de 35 minutos de duración cada una, en las cuales se consensaron los descriptores y la puntuación a asignar (Pirovani *et al.*, 1998). El descriptor aroma fue determinado en primer lugar, para ello, los panelistas recibieron las bandejas y percibieron el aroma a los 5 min de haber retirado el film autoadherente, a continuación, efectuó la observación de los atributos apariencia general, color y textura. Se utilizó una escala hedónica, en cuyo extremo izquierdo se colocó la expresión "me desagrada, no característico del producto" (equivalente al cero de la escala), y en el extremo derecho, la expresión "me agrada mucho, muy característico del producto fresco", (equivalente al puntaje máximo, que se fijó en 10). La cuantificación se realizó midiendo la distancia desde la izquierda de la escala, hasta la marca del evaluador, estableciéndose un puntaje de 5 como límite inferior de aceptabilidad. Se calculó el índice de calidad global (I) utilizando la expresión $I = \sum I_i/N$ donde I_i = puntaje del atributo, $N=4$) (González-Aguilar *et al.*, 2005).

Acidez titulable

Para llevar a cabo las determinaciones analíticas, se preparó un "pool" de muestra a partir de 3 bandejas retiradas a cada tiempo y se mantuvo a -18°C hasta el momento del análisis.

A 10 g de muestra finamente triturada se le adicionaron 50 mL de agua destilada recientemente hervida y fría, se dejó en contacto durante 15min y luego se tituló potenciométricamente con NaOH 0.1N hasta $\text{pH} = 8.1$. Los resultados se expresaron en mg de ácido cítrico/100g de muestra.

Carotenoides Totales

Los carotenoides totales se determinaron por espectrofotometría visible. Para ello, se preparó un extracto acetónico a partir de 10 gramos de muestra finamente triturada y sobre una alícuota del extracto se hizo una extracción con éter de petróleo p.b 40-60 y se leyó la absorbancia a 450nm. Los resultados se expresaron en μg de β -caroteno/g de tejido fresco.

Azúcares Totales

Los azúcares presentes fueron cuantificados por el método de la antrona (Southgate, 1974) utilizando un extracto etanólico de la muestra preparado a partir de 10 g del "pool" de zapallo. Sobre una alícuota de 1 mL del extracto alcohólico, se adicionaron 4mL de solución de antrona (0.5 gr de antrona disuelta en 1L de ácido sulfúrico 66% v/v), y 1 mL de ácido sulfúrico 66% v/v, se calentó a ebullición durante 15 min y dejó en la oscuridad durante 30 min. Se leyeron las absorbancias a $\lambda = 620 \text{ nm}$ frente a un blanco de reactivos. La curva de calibración se realizó con patrones de glucosa en un rango de 25-200 $\mu\text{g/mL}$.

Control Microbiológico

Se efectuó el control microbiológico de los productos al tiempo inicial de las experiencias control y luego de los 2 tratamientos con luz UV-C. Por otra parte, se estudió la evolución de la carga microbiana retirando 2 bandejas de cada ensayo a los 5, 10 y 14 días de almacenamiento. Se tomaron 5g de tejido y se pusieron en contacto con agua peptonada al 0.1% y se efectuaron las diluciones correspondientes (1:10, 1:100 y 1:1000) para realizar las siembras por duplicado en Plate Count Agar (PCA) y Agar Papa Glucosado.

El recuento de microorganismos aerobios mesófilos totales se realizó en PCA incubando las placas a 37°C durante 48 horas y el recuento de hongos y levaduras por incubación a la misma temperatura durante 5 días (ICMSF, 1982).

Análisis Estadístico

Se utilizó un diseño experimental factorial y para el análisis estadístico de los resultados se aplicó un ANAVA para un nivel de significancia de $\alpha = 0.05$; la comparación entre medias se realizó por medio del test la mínima diferencia significativa, (LSD). Se hizo uso del programa INFOSTAT/Profesional 1.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Calidad Sensorial

La calidad de los vegetales frescos cortados determinada por los consumidores resulta de una combinación de parámetros que incluyen la apariencia, textura, flavor y el valor nutricional (Kader, 2002). La influencia de cada atributo es dependiente del vegetal, aunque el impacto visual es el factor decisivo de la compra.

Los principales defectos en los zapallos cubeteados detectados organolépticamente fueron la aparición de colores anormales (pequeñas manchas blancas), zonas blandas, exudado y pérdida de la apariencia de "fresco". En los productos control, luego de los 9 días de almacenamiento, se distinguieron cambios en el aspecto superficial y pérdida de la "frescura" que le otorgaron un índice de calidad global (I) inferior al límite de aceptabilidad establecido (Fig. 1). Las dosis de radiación UV-C ensayadas, no provocaron efectos negativos sobre la calidad de los cubos de zapallo al igual que lo que se reportó en trozos de sandías tratados con dosis de 1.4 a 6.3 kJ.m⁻² (Fonseca y Rushing, 2006). Durante el almacenamiento refrigerado de los zapallos tratados con luz UV-C, el índice de calidad global (I) fue disminuyendo gradualmente y la pérdida de las características sensoriales del producto fresco se evidenciaron después de los 14 días (Fig. 1).

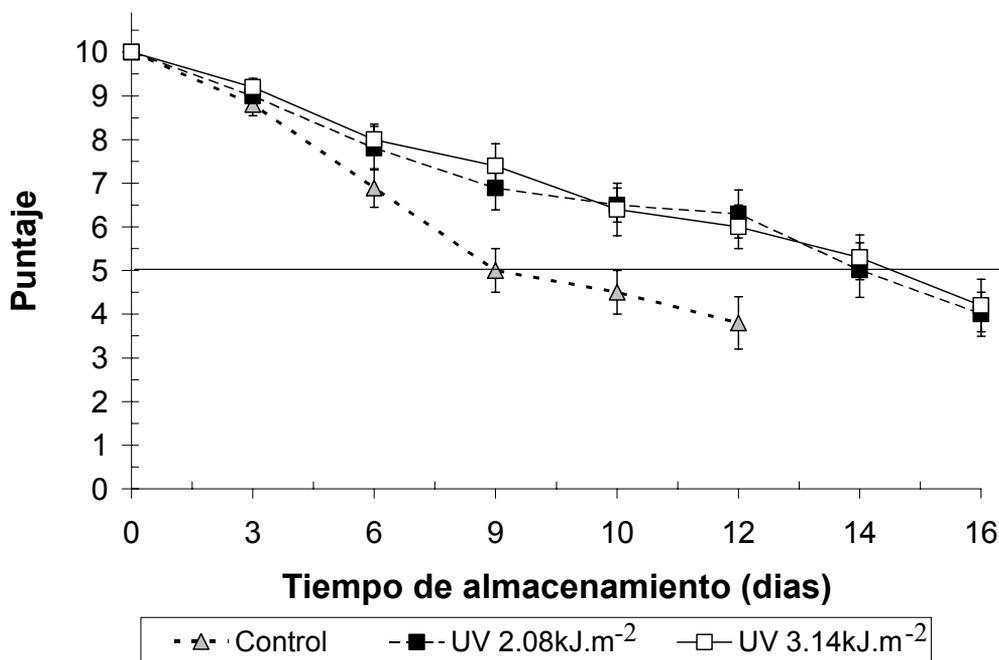


Fig. 1: Cambios durante el almacenamiento en el índice de calidad global (I) de zapallos trozados tratados con luz UV-C.

Acidez Titulable

Los trozos de zapallo tuvieron un valor de pH al inicio de las experiencias de 7.01 a 7.07 ± 0.05 y la acidez titulable fue de 0.0614 ± 0.001 mg de ácido cítrico/100g de tejido fresco, mostrando una ligera disminución durante los 9 días de almacenamiento en los productos control, en tanto los tratados con luz UV-C alcanzaron valores próximos al inicial a los 14 días de ensayo según se puede apreciar en la Tabla 1.

Carotenoides totales

El contenido en carotenoides totales del zapallo anco está directamente relacionado con el color naranja característico del fruto, debido primordialmente al nivel de β -caroteno presente (Murkovic *et al.*, 2002). Los carotenoides sufren reacciones de oxidación, isomerización y fragmentación, son sensibles a la luz, calor, presencia de oxígeno, acidez y su degradación no sólo afecta al color, sino que también reduce el valor nutricional y modifica el flavor.

Durante los ensayos, los contenidos de carotenoides totales estuvieron comprendidos en el rango de 31.57 ± 7.65 a 51.61 ± 0.35 μg β -caroteno/g tejido fresco y se mantuvieron prácticamente invariables durante el almacenamiento refrigerado de productos control y tratados. Sin embargo, en zanahorias rojas y naranjas cortadas en julianas envasadas en bolsas de polietileno almacenadas a 5°C , Alasalvar *et al.* (2005) informaron de reducciones graduales en el contenido de carotenoides totales, más notorias cuanto mayor

fue la concentración de oxígeno dentro del envase. Por otra parte, la exposición de los trozos de zapallos a la radiación UV-C no ocasionó cambios significativos en el contenido inicial de los pigmentos (Tabla 1), aunque en experiencias con mangos cortados se encontraron pérdidas en el contenido de β -caroteno como resultado del estrés oxidativo inducido por la aplicación de luz UV-C (tiempo de irradiación de 1 a 10 min) (González-Aguilar *et al.*, 2007).

Tabla 1: Variaciones de acidez y contenido de carotenoides totales durante el almacenamiento de zapallos en cubos control y expuestos a la radiación UV-C.

	Control	UV-C 2.08kJ.m ⁻²	UV-C 3.14 kJ.m ⁻²
<i>Acidez Titulable (mg/100g tejido fresco)</i>			
Tiempo (días)			
Inicial	0.0614±0.001		
5	0.056±0.001	0.0600±0.000	0.0605±0.003
9	0.045±0.006	0.0455±0.008	0.0425±0.004
14		0.0545±0.005	0.0655±0.004
<i>Carotenoides Totales(μg β-caroteno/g tejido fresco)</i>			
Inicial	31.57±7.65	39.49±2.95	36.66±1.77
5	36.47±7.35	39.48±2.95	37.44±4.70
9	39.54±1.58	36.34± 2.61	38.38± 0.28
14		28.27±3.55	35.26±3.22

Azúcares totales

Los azúcares son utilizados como sustratos de la respiración durante el almacenamiento de los vegetales y en combinación con los ácidos orgánicos influyen en el sabor del producto.

Los valores promedio de azúcares totales iniciales fueron de 48.45±1.42 mg glucosa/g tejido fresco y disminuyeron notoriamente durante el almacenamiento refrigerado, llegando a valores cercanos al 65% del valor inicial a los 9 días para los productos control (Fig. 2). Por su parte, los productos tratados con luz UV-C alcanzaron a los 14 días de almacenamiento valores próximos a los registrados para los controles a los 9 días, no observándose diferencias significativas entre las dosis de radiación utilizadas ($P > 0.05$). Anteriormente, Erkan *et al.* (2001) tampoco detectaron diferencias en la evolución de los azúcares entre rodajas de zucchini tratadas con UV-C y control, si bien encontraron una gran variabilidad en sus resultados.

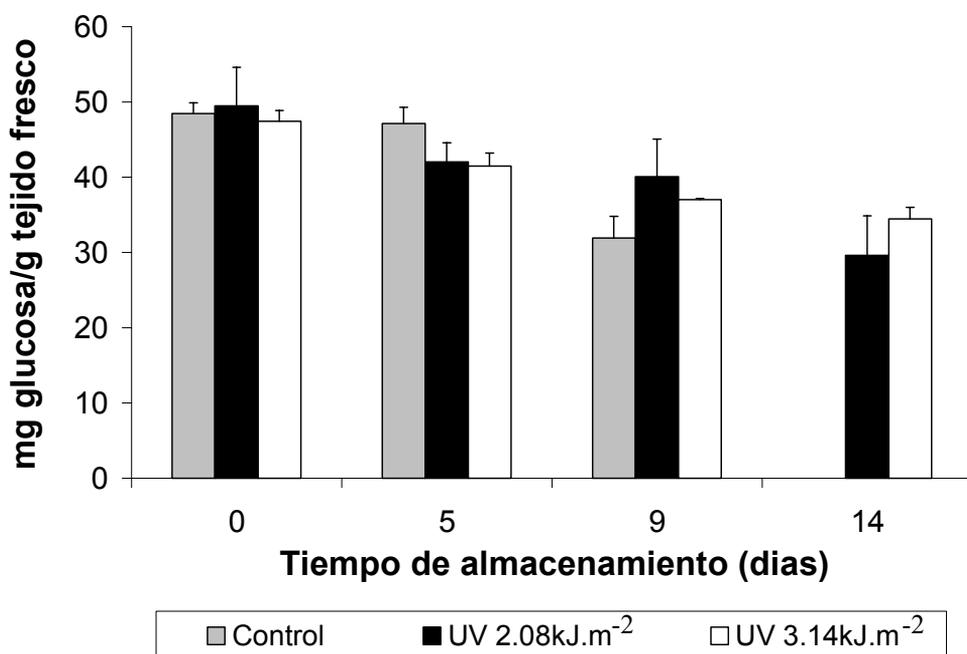


Fig. 2: Evolución de azúcares totales durante el almacenamiento refrigerado.

Control microbiológico

Entre los factores que influyen en la eficacia germicida de la radiación UV-C se incluyen la intensidad de la dosis aplicada, la ubicación física de los microorganismos, la composición de los vegetales y su estado fisiológico y topografía. (Liu *et al.*, 1993; Ben Yoshua, 1992).

En nuestras experiencias, la carga microbiana inicial de bacterias mesófilas totales en los zapallos cubeteados fue de 2.59 log UFC/g y el recuento de hongos y levaduras fue de 2.68 log UFC/g. En los productos expuestos a radiación de luz UV-C, se determinó una reducción de más de 1 log UFC/g para la mayor dosis de radiación ensayada (3.14 kJ.m⁻²) mientras dosis de radiación de 2.04 kJ.m⁻² sólo se redujo el 10% de la población microbiana inicial. En sandías, Fonseca y Rushing (2006) encontraron resultados semejantes al aplicar dosis de 1.4, 4.1 y 6.9 kJ.m⁻² de luz UV-C. Durante el almacenamiento de los productos sin tratamiento se determinó un aumento en el número de microorganismos mesófilos totales, llegando a los 10 días prácticamente a duplicar el valor inicial de los recuentos microbiológicos. Sin embargo, los productos tratados con luz UV-C, a los 10 días de almacenamiento tuvieron recuentos inferiores a los controles, alcanzando a los 14 días de almacenamiento valores superiores a las 5.71 log UFC/g (Fig. 3). Este comportamiento podría explicarse en primera instancia como una respuesta del tejido ante el stress por radiación (Lamikanra *et al.*, 2002) y a la minimización de las diferencias entre recuentos microbianos de trozos irradiados y control durante el almacenamiento prolongado (Fonseca y Rushing, 2006), siendo los recuentos microbianos en-

contrados inferiores a los establecidos por la legislación de europea para los productos frescos cortados (Boletín Oficial del Estado, 2001).

El recuento de hongos y levaduras siguió una evolución similar a la informada para los microorganismos mesófilos totales (fig.4), aunque se detectaron niveles inferiores en 1 log UFC/g para los productos tratados con dosis de 2.08 kJ.m^{-2} a los 14 días de almacenamiento. Erkan *et al.*, (2001) informaron tendencias similares en la evolución de microorganismos mesófilos para rodajas de zucchini (*Cucurbita pepo* cv. "Tigress") almacenadas a 5°C y tratadas con radiación UV-C, sin embargo encontraron que dicha radiación tuvo un efecto más pronunciado sobre hongos y levaduras, lo cual probablemente se deba a diferencias de la matriz vegetal.

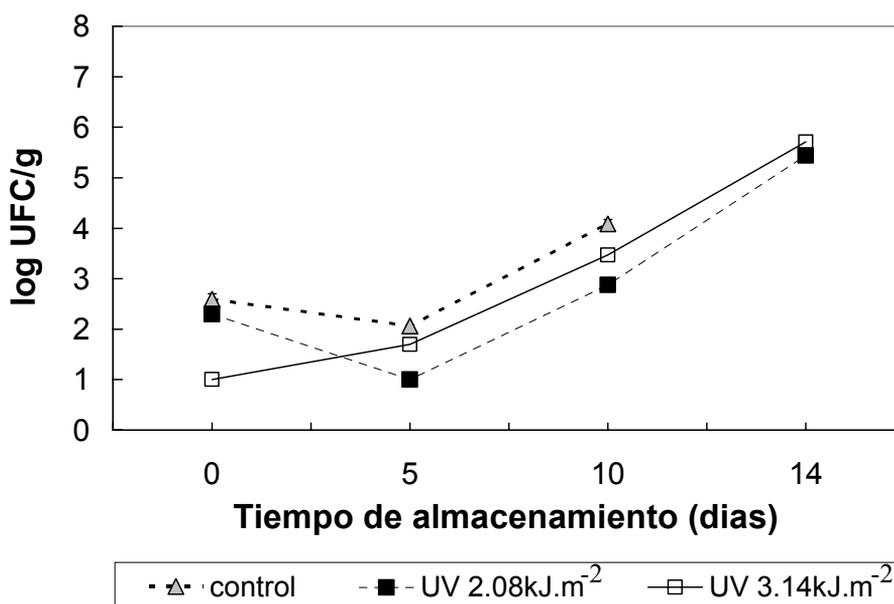


Fig. 3: Evolución de microorganismos mesófilos durante el almacenamiento de zapallo trozado control y luego del tratamiento con luz UV-C.

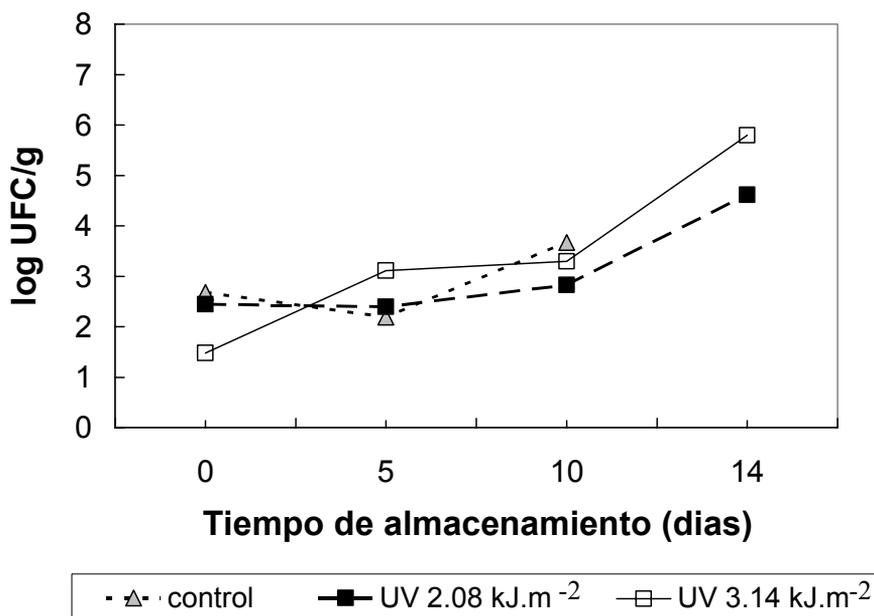


Fig. 4: Recuento total de hongos y levaduras durante el almacenamiento de zapallo trozado control y tratado con luz UV-C.

CONCLUSIONES

Los tratamientos con radiación UV-C con dosis de 2.08 y 3.14kJ.m⁻² aplicados a los zapallos anco cubeteados fueron efectivos en el control de la carga microbiológica y la retención de las características sensoriales del producto. Los niveles de acidez y carotenoides se mantuvieron invariables y el contenido de azúcares siguió una tendencia similar a los productos control.

Por medio de radiación de luz UV-C se logró extender la vida útil del producto asegurando su calidad sensorial e inocuidad, si bien aún se desconocen los mecanismos por los cuales ocurren los procesos involucrados.

AGRADECIMIENTOS

La Ing. Carola Andrea Sosa por la Beca otorgada por la UTN para la ejecución de su tesis doctoral. Este trabajo forma parte del Proyecto XI.22 "Desarrollo de Tecnologías de Conservación de Frutos Frescos Cortados" financiado por CYTED, España, ya finalizado.

BIBLIOGRAFÍA

- ALASALVAR, C., M. AL-FARSI, P.C. QUANTICK, F. SAHIDI y R. WIKTOROWICZ, 2005. Effect of chill storage and modified atmosphere packaging (MAP) on antioxidant activity, anthocyanins, carotenoids, phenolics and sensory quality of ready-to-eat shredded orange and purple carrots. *Food Chemistry*, 89: 69-76.
- ALLENDE, A. y F. ARTES, 2003a. UV-C radiation as a novel technique for keeping quality of fresh processed "Lollo Rosso" lettuce. *Food Research International*, 36: 739-746.
- ALLENDE, A. y F. ARTES, 2003b. Combined ultraviolet-C and modified atmosphere packaging treatments for reducing microbial growth of fresh processed lettuce. *Lebensm.-Wiss. u.-Technol.*, 36: 779-786.
- ALLENDE, A.; J.L. MC EVOY; Y. LUO; F. ARTES y C. WANG, 2005. Effectiveness of two sided UV-C treatments in inhibiting natural microflora and extending the shelf life of minimally processed "Red Oak Leaf Lettuce". *Food Microbiology*.
- BEN-YEHOSHUA, S.; J.V. RODOV; J.J. KIM y S. CARMELIO, 1992. Preformed and induced antifungal materials of citrus fruits in relation to the enhancement of decay resistance by heat and ultraviolet treatments. *J. Agric. Food Chem.*, 40: 1221-1217.
- BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO (BOE), 2001. *Normas de higiene para la elaboración, distribución y comercio de comidas preparadas*. Madrid, España, Real Decreto 484/2000: 1435-1441.
- CANTWELL, M.A. y T.V. SUSLOW, 2002. Postharvest handling systems: fresh-cut fruits and vegetables. In: Kader, A.A.(ed.): *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. 3rd ed. Univ. Calif., Agric. Natural Res. Publ. 3311, Oakland, C.A, pp. 445-463. citado en: Toivonen, P.M.A.; D.A. Brummell, 2008. Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*, 48: 1-14.
- ERKAN, M.; C.Y. WANG y D.T. KRIZEK, 2001. UV-C radiation reduces microbial populations and deterioration in *Cucurbita pepo* fruit tissue. *Environmental and Experimental Botany*, 45: 1-9.
- DE ESCALADA PLA, M.F.; N.M. PONCE; C.A. STORTZ; L.N. GERSCHENSON y A.M. ROJAS, 2007. Composition and functional properties of enriched fiber products obtained from pumpkin (*Cucurbita moschata* Duchesne ex Poiret). *LWT. Food Science and Technology*, 40: 1176-1185.
- FDA, 2002. U.S. Department of Health and Human Services. Food and Drug Administration. Center for Food Safety and Applied Nutrition (CFSAN).
- FONSECA, J. y J. RUSHING, 2006. Effect of ultraviolet-C light on quality and microbial population of fresh-cut watermelon. *Postharvest Biology and Technology*, 40: 256-261.
- GEBHARD, S.E. y R.G. THOMAS, 2002. Nutritive Values of Foods. Home and Garden Bulletin.72. pp. 90. En: http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/Data/HG72/hg72_2002. Consultado en Noviembre de 2007.
- GLIEMMO, M.F.; M.E. LATORRE; L.N. GERSCHENSON y C.A. CAMPOS, 2007. Color stability of pumpkin (*Cucurbita moschata*, Duchesne ex Poiret) puree during storage at room temperature: Effect of pH, potassium sorbate, ascorbic acid and packaging material. *LWT. Food Science and Technology*, 42: 196-201.
- GONZÁLEZ, E.; M. MONTENEGRO; M. NAZARENO y B. LÓPEZ de MISHIMA, 2001. Carotenoid composition and vitamin A value of an Argentinian squash (*Cucurbita moschata*). *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 51 (4): 1-9.
- GONZALEZ-AGUILAR, G.A.; M.A. VILLEGAS-OCHOA, M.A.; F. CUMEA-NAVARRO y J.F. AYALA-ZAVALA, 2005. Efecto de la irradiación sobre la calidad de mango fresco cortado. Pp. 59-64. En: Gonzalez-Aguilar, G.A. y Cumea Navarro, F. (ed.): *Aseguramiento de la calidad microbiológica*. México.

- GONZÁLEZ-AGUILAR, M.A.; M.A. VILLEGAS-OCHOA; A.A. MARTÍNEZ-TÉLLEZ; J.F. GARDEA y F. AYALA-ZAVALA, 2007. Improving Antioxidant Capacity of Fresh-Cut Mangoes Treated with UV-C. *Journal of Food Science*, 72 (3): 198-202.
- HOUGH, G.; S. FISZMAN, 2005. *Estimación de la vida útil sensorial de los alimentos*. CYTED, Madrid: 23-24.
- ICMSF, 1982. Técnicas de análisis microbiológico. En: *Microorganismos de los Alimentos*, Vol. I. Ed. Acribia, Zaragoza, España. pp. 3-8; 112-118.
- KADER, A., 2002. Quality parameters of Fresh-cut Fruit and Vegetable Products. Pp. 14-15. En: Lamikanra, O. (Ed.); *Fresh-cut Fruits and Vegetables. Science Technology and Market*. CRC Press. Boca Raton, Florida, USA.
- LAMIKANRA, O.; O. RICHARD and A. PARKER. 2002. Ultraviolet induced response in fresh cantaloupe. *Phytochemistry*, 60: 27-32.
- LIU, J.; C. STEVENS; V.A. KAHN; Y.J. LU; C.L. WILSON; O. ADEYEYE; M.K. KABWE; P.L. PUSEY; E. CHALUTZ; T. SULTANA y S. DROBY, 1993. Application of ultraviolet-C light on storage rots and ripening of tomatoes. *J. Food Prot.*, 56: 868-872.
- LUCKEY, T.D., 1980. Hormesis with ionizing radiation. Boca Raton: CRC Press. Citado en: Shama, G. y P. Alderson. 2005. UV hormesis in fruits: a concept ripe for commercialization. *Trends in Food Science and Technology*, 16: 128-136.
- MARQUENIE, D.; A.H. GEERAERD; J. LAMMERTYN; C. SOONTJENS; J.F. VAN IMPE; C.W. MICHIELS y B.M. NICOLAI, 2003. Combinations of pulsed white light and UV-C or mild heat treatment to inactivate conidia of *Botrytis cinerea* and *Monilia fructigena*. *Int. J. Food Microbiol.*, 85: 185-196.
- MURKOVIC, M.; U. MULLEDER y H. NEUNTEUFL, 2002. Carotenoid content in different varieties of pumpkins. *Journal of Food Composition and Analysis*, 15: 633-638.
- NICHOLSON, W.L. y B. GALEANO, 2003. UV resistance of *Bacillus anthracis* spores revisited: validation of *Bacillus subtilis* spores as UV surrogates for spores of B-anthraxis Sterne. *Appl. Environ. Microbiol.*, 69(11): 1327-1330.
- PIROVANI, M.E.; A.M. PIAGENTINI; D.R. GUEMES y J.H. DI PENTIMA, 1998. Quality of minimally processed lettuce as influenced by packaging and chemical treatment. *J. Food Qual.*, 21: 475-484.
- RIESENMAN, P.J. y W.L. NICHOLSON, 2000. Role of the spore coat layers in *Bacillus subtilis* spore resistance to hydrogen peroxide, artificial UV-C, UV-B, and solar UV radiation. *Appl. Environ. Microbiol.*, 66: 620-626.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D., 1999. Changes in carotenoides during processing and storage of foods. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*: 38-47.
- SHAMA, G. y P. ALDERSON, 2005. UV Hormesis in fruits: a concept ripe for commercialization. *Trends in Food Science y Technology*, 16: 128-136.
- SOUTHGATE, P., 1976. *Determination of food carbohydrates*. D.A.T. London: Applied Science Publishers. p.108.
- STEVENS, C.; V.A. KAHN; Y.J. LU; C.L. WILSON; P.L. PUSEY; M.K. KABWE; E.C.K. IGWEGBE; E. CHALUTZ and S. DROBY, 1998. The germicidal and hormetic effects of UV-C light on reducing brown rot disease and yeast microflora of peaches. *Crop Protection*, 17 (1): 75-84.
- TOIVONEN, P.M.A. y J.R. DEELL, 2002. Physiology of Fresh-cut Fruits and Vegetables. Pp. 101-123. En: Lamikanra, O (Ed.): *Fresh-cut Fruits and Vegetables. Science, Technology, and Market*. CRC Press. Boca Raton, Florida, USA.

WONG, E.; R.H. LINTON and D.E. GERRARD, 1998. Reduction of *Escherichia coli* and *Salmonella senftenberg* on pork skin and pork muscle using ultraviolet light. *Food Microbiol.*, 15: 415-423.

Recibido/Received/: 30-Dic-2008
Aceptado/Accepted/: 26-Jun-2009