



Revista Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha

ISSN: 1665-0204

rebasa@hmo.megared.net.mx

Asociación Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha, S.C.
México

Ruiz López, Gustavo A.; Qüesta, Ana G.; Rodriguez, Silvia del C.
EFECTO DE LUZ UV-C SOBRE LAS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES Y CALIDAD SENSORIAL
DE REPOLLO MÍNIMAMENTE PROCESADO.

Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 11, núm. 1, 2010, pp. 101-108
Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.
Hermosillo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81315093013>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

EFFECTO DE LUZ UV-C SOBRE LAS PROPIEDADES ANTIOXIDANTES Y CALIDAD SENSORIAL DE REPOLLO MÍNIMAMENTE PROCESADO.

Ruiz López, Gustavo A.; Qüesta, Ana G.; Rodriguez, Silvia del C.

Universidad Nacional de Santiago del Estero, Facultad de Agronomía y Agroindustrias, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Santiago del Estero, Argentina. Av. Belgrano (s) 1912. Tel. (0385) 4509528. E-mail: silviadepece@hotmail.com

Palabras clave: repollo, ácido ascórbico, fenoles totales, actividad antioxidante.

RESUMEN

Los vegetales mínimamente procesados, han cobrado gran relevancia a nivel mundial ya que los consumidores prefieren productos de alta calidad y listos para ser empleados o consumidos. Dentro de las hortalizas, el repollo se destaca por su contenido de vitaminas y minerales. En este trabajo se estudió, la evolución de calidad de repollo blanco mínimamente procesado analizando parámetros físico-químicos y sensoriales durante el almacenamiento refrigerado. Para ello se envasaron muestras de repollo cortado, en bandejas plásticas recubiertas con polietileno de baja densidad de 30 μm (PEBD 30) que se irradiaron con 0,6 y 1,2 J/cm² y se almacenaron a 6 °C durante 9 días. Se determinó el contenido de ácido ascórbico, fenoles totales, actividad antioxidante y los atributos de calidad sensorial: apariencia general, pardeamiento, deshidratación y olor. Las muestras irradiadas con luz UV-C en las dosis estudiadas presentaron un mejor comportamiento en cuanto a mantener el nivel de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en concentraciones superiores respecto de las muestras no tratadas. Desde el punto de vista sensorial, las dosis utilizadas no modificaron las características del producto durante su conservación refrigerada.

EFFECT OF UV-C LIGHT ON THE ANTIOXIDANT PROPERTIES AND SENSORY QUALITY OF MINIMALLY PROCESSED CABBAGE

Keywords: cabbage, ascorbic acid, total phenolics, antioxidant activity

ABSTRACT

Minimally processed vegetables have become globally important because consumers prefer high quality and ready to be used or consumed products. Among the vegetables, cabbage is known for its vitamins and minerals contents. In this study, the quality evolution of minimally processed white cabbage were studied by their physico-chemical and sensory changes during refrigerated storage. Sliced cabbage samples were packaged in plastic trays, covered with 30 μm low density polyethylene (LDPE 30), irradiated with 0.6 and 1.2 J/cm² UV-C light and stored at 6°C for 9 days. Ascorbic acid, total phenols, antioxidant activity and sensory quality attributes (overall appearance, browning, dehydration and odor) were determined. The samples irradiated with the doses studied of UV-C light performed better because their higher concentrations of phenolic compounds and antioxidant activity compared to untreated samples. The doses used did not change the sensory characteristics of the product during refrigerated storage.

INTRODUCCION

Los vegetales mínimamente procesados (VMP), también conocidos como productos de la IV gama, han cobrado gran relevancia a nivel mundial ya que los consumidores prefieren productos de alta calidad y listos para ser empleados o consumidos.

Los VMP, frente a los productos frescos, presentan la desventaja de que su vida útil es menor debido al procesamiento que han sufrido. Sin embargo, estos productos poseen un mayor valor agregado que, desde la perspectiva del productor y de la industria, los hace dignos de ser tenidos en cuenta.

El repollo (*Brassica olearacea* var. *capitata*), es una hortaliza de hoja cuya comercialización en Argentina se realiza principalmente en fresco. Desde el punto de vista nutricional se caracteriza por su alto contenido en minerales y vitaminas, especialmente hierro y vitaminas A y C.

El interés creciente en la caracterización de fitoquímicos antioxidantes en los vegetales se debe a sus diferentes propiedades bioactivas (Dillard y German, 2000; Shetty y McCue, 2003) dado que estos compuestos inhiben o disminuyen la oxidación inhibiendo la iniciación o propagación de las reacciones oxidativas en cadena (Bergman M.; Varxhovsky; Gottlieb y Grossman, 2001). Resultados de investigaciones recientes han demostrado que los diversos compuestos fenólicos presentes en las frutas y hortalizas son responsables de la alta capacidad antioxidante mostrada por estos productos (Proteggente, Pannala, Paganga, Van Buren, Wagner y Wiseman, 2002). En vista de ello, Prior y Cao (2000) sugirieron un aumento en el consumo de estos productos a fin de aprovechar los efectos beneficiosos de los antioxidantes fitoquímicos.

La presencia de especies reactivas de oxígeno (ROS) puede causar daño celular en los tejidos de las plantas. Las ROS se generan en los procesos metabólicos normales como subproductos del metabolismo celular y también participan activamente en la señalización y la función antioxidante de los sistemas dentro de la célula para desintoxicar los productos de reacción del estrés oxidativo (Mittler, 2005). Causas de estrés como la luz, la temperatura y lesiones, afecta a la fisiología de los productos frescos por desencadenar respuestas que podrían inducir a la acumulación de compuestos fenólicos y otros metabolitos secundarios (Kays, 1997; Saltveit, 1997). Por ejemplo, después de lesiones, la activación de fenilalanina amonio liasa (PAL) es seguida por la síntesis de compuestos fenólicos de protección para reducir la pérdida

de agua o el ataque de patógenos (Rhodes y Wooltorton, 1978).

Por otra parte, muchos estudios han mostrado efectos negativos de la luz UV-C sobre tejidos vegetales tales como disminución de la síntesis de proteínas, daño en el ADN (Danon y Gallois, 1998; Brosché, Fant, Bergkvist, Strid, Svensk, Olsson, Strid; 1999). Sin embargo actualmente se acepta el concepto de hormesis que establece que es posible obtener un efecto benéfico de la aplicación subletal de un agente capaz de inducir estrés físico o químico (Luckey, 1980). De esta forma la irradiación UV puede inducir al sistema antioxidante en cotiledones de girasol en respuesta a la irradiación aplicada (Costa, Gallego, Tomaro; 2002)

En los últimos años se han llevado a cabo muchos estudios sobre el efecto de la luz UV-C en diferentes vegetales, con el propósito de controlar enfermedades (Pan J, Vicente A R, Martinez G A, Chaves A R, Civello P M. 2004), retardar procesos relacionados con la maduración (Barka, Kalantari, Makhoulouf, Arul; 2000) y, también, para estudiar cómo el estrés provocado por esta irradiación afecta el desarrollo del daño por frío en algunos productos sensibles (Vicente, Pineda, Lemoine, Civello, Martinez, Chaves; 2005). Sin embargo no hay muchos estudios relacionados con el efecto de tratamientos de luz UV-C de corta duración en hortalizas de hojas cortadas mínimamente procesadas.

El objetivo del presente trabajo fue evaluar el efecto de la luz UV-C sobre el contenido de ácido ascórbico, fenoles totales, actividad antioxidante y características organolépticas en repollo blanco cortado mínimamente procesado durante su almacenamiento refrigerado.

MATERIALES Y METODOS

Preparación de las muestras

Se trabajó con repollo blanco, obtenido en fincas de la ciudad de Santiago del Estero, Argentina. A las cabezas, después de

eliminarse las hojas externas, se las cortó en tiras de 5 mm aproximadamente, luego fueron lavadas con agua clorada (150 ppm NaClO, 5 min) y escurridas e irradiadas con luz UV-C en las dosis de 0,6 y 1,2 J/cm².

Durante el tratamiento con luz UV-C el producto fue mezclado y rotado por lo menos tres veces a fin de asegurar la incidencia de la luz UV en toda la superficie. La intensidad de la radiación fue medida con un radiómetro digital (Cole-Parmer Instrument Company, Vernon Hill, Illinois).

Posteriormente el repollo fue envasado en bandejas plásticas de PVC de 40 g y recubiertas con polietileno de baja densidad (PEBD) de 30µm. Como control se envasaron muestras sin irradiar. Todas las bandejas se almacenaron a 6°C durante 9 días.

Luego de la irradiación y en forma diaria se tomaron muestras hasta el tercer día, y luego a los 6 y 9 días para evaluar el contenido de ácido ascórbico, fenoles totales y actividad antioxidante.

Acido ascórbico

Determinado según la metodología de Carvalho; Mantovani; Carvalho y Moraes (1990), la cual se basa en la reducción del indicador 2,6 – diclorofenolindofenol por el ácido ascórbico. Expresándose los resultados como mg de ácido ascórbico / 100 g de tejido fresco.

Preparación de los extractos

Se tomaron 5 g de muestra y se los homogenizó con 20 ml de metanol. A los extractos se los trasvasó a frascos color ámbar y se refrigeraron a 6°C durante 12 h. Transcurrido este tiempo, se centrifugaron las muestras durante 15 min y se tomó el sobrenadante para realizar las determinaciones de fenoles totales y actividad antioxidante.

Fenoles Totales

Se determinaron siguiendo la metodología de Singleton, Orthofer y Lamuela-Raventós,

(1999), la cual se basa en tomar 500 µl de extracto al que se le añaden 8 ml de agua destilada y 0,5 ml del reactivo de Follin – Ciocalteu; se agita y se deja reaccionar en la oscuridad durante 3 minutos; luego se añade 1 ml de carbonato de sodio y se deja reaccionar durante 10 min en oscuridad; transcurrido este tiempo se centrifuga durante 15 minutos y se procede a medir la absorbancia en espectrofotómetro a 725 nm. La curva de calibración se realizó empleando ácido clorogénico como patrón.

Actividad Antioxidante

Determinados según la metodología de Brand-Williams, Cuvelier y Berset (1995), la cual consiste en tomar 150 µl del extracto metabólico y adicionarle 2850 µl de DPPH de absorbancia 0,1,1; se deja reaccionar al abrigo de la luz el tiempo necesario hasta que las mediciones de absorbancia no presentan variación. Se midieron las absorbancias a 515 nm. La curva de calibración se realizó empleando Trolox como patrón.

Análisis Sensorial

Se realizó un análisis descriptivo cuantitativo, con panel entrenado de 10 jueces, evaluándose las muestras mediante el empleo de una escala hedónica de 1-9 puntos (1 muy malo y 9 excelente). Se consideraron los siguientes parámetros sensoriales: apariencia general, pardeamiento, deshidratación y olor. Se estableció como límite de aceptabilidad para su comercialización el valor de 5 puntos (Jacxsens, Devlieghere y Debevere, 2002; Torricella Morales, Zamora Utset y Pulido Alvarez, 2007; Zamora Utset, 2007).

Diseño experimental y tratamiento estadístico de los datos.

Las experiencias se realizaron según un diseño factorial. Se llevaron a cabo por lo menos cuatro ensayos de almacenamiento y las determinaciones se efectuaron por

triplicado. Los resultados obtenidos fueron analizados empleando StatGraphics Plus Network 3.0. Las diferencias significativas se determinaron utilizando ANOVA. La diferencia entre medias fue estudiada mediante el test LSD para un α igual a 0,05.

RESULTADOS Y DISCUSION

En la Figura 1 se presentan los resultados correspondientes a las determinaciones de ácido ascórbico. Se observó que el contenido inicial de este parámetro en las muestras control fue de, aproximadamente, 13 mg Ac. Ascórbico / 100 g de tejido fresco. Luego de realizados los tratamientos con luz UV-C, con ambas dosis, no hubo variaciones significativas en las muestras tratadas, presentando los mismos niveles del valor inicial.

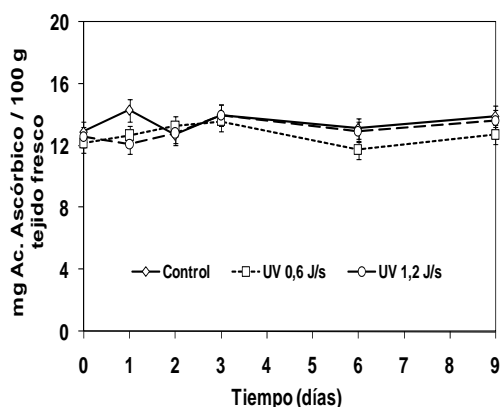


Figura 1: Acido ascórbico para repollo cortado mínimamente procesado almacenado a 6°C, tratado con luz UV-C. LSD(0,05) = 2,5

Se encontró que a lo largo del almacenamiento no hubo diferencias significativas para los distintos tratamientos empleados y el control. Resultados similares fueron obtenidos por Rinaldi, Benedetti y Calore (2005) para repollo mínimamente procesado, recubierto con PVC y almacenado a 5 y 10°C.

En la Figura 2 se presentan los resultados correspondientes a las determinaciones de fenoles totales.

El contenido de fenoles totales, expresados como mg de ácido clorogénico/100 gramos de tejido fresco, en las muestras control fue de aproximadamente 148. Luego de aplicado el tratamiento de luz UV-C se observó que en las muestras los niveles de fenoles totales fueron inferiores al del control ($P < 0,05$). A su vez los niveles de fenoles en las muestras tratadas con 0,6 J/cm² y 1,2 J/cm² también fueron significativamente diferentes entre sí, presentando valores de 137 y 122 mg ácido clorogénico/100 gramos de tejido fresco respectivamente.

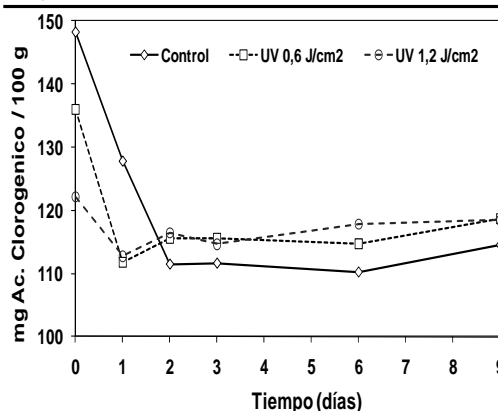


Figura 2: Fenoles totales para repollo cortado en tiras mínimamente procesado tratado con luz UV-C y almacenado a 6°C. LSD (0,05) = 2,9

En las muestras control se observó que hubo una marcada disminución en la concentración de fenoles totales hasta los 2 días de almacenamiento, de aproximadamente un 26%. Posteriormente estos compuestos permanecieron prácticamente constantes hasta el final de la conservación.

En las muestras tratadas con UV-C también hubo una disminución en el nivel de los fenoles pero solo hasta el primer día de almacenamiento, a partir del cual hubo un ligero incremento hasta niveles de aproximadamente 118 mg ácido clorogénico/100 gramos de tejido fresco. Posteriormente el contenido de los fenoles permaneció prácticamente constante hasta el

final del almacenamiento. No se encontraron diferencias significativas entre las muestras tratadas con ambas dosis.

Las muestras tratadas con UV-C presentaron a partir del segundo día una concentración ligeramente mayor ($P < 0,05$) que el control.

En la Figura 3 se presentan los valores correspondientes a la actividad antioxidante del repollo cortado tratado con diferentes dosis de luz UV-C.

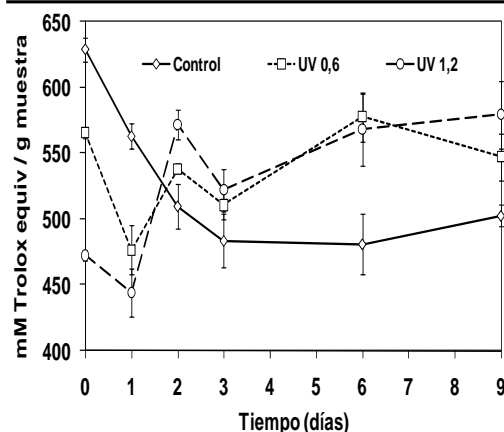


Figura 3: Actividad antioxidante en repollo cortado mínimamente procesado almacenado a 6°C luego del tratamiento con luz UV-C. $LSD(0,05)=21,2$.

Como se observa, los valores iniciales de las muestras control y irradiadas con luz UV-C presentaron diferencias significativas para los distintos tratamientos aplicados antes del almacenamiento siendo mayor en las muestras control que en las irradiadas con 0,6 J/cm² y ésta, a su vez, mayor que las irradiadas con 1,2 J/cm². Las muestras control presentaron una disminución sostenida hasta los 2 días en aproximadamente un 20% respecto al valor inicial (629 mM Trolox equiv./g muestra). Posteriormente estos niveles permanecieron prácticamente constantes hasta los 9 días de almacenamiento.

Con respecto a las muestras tratadas con UV-C se observó un comportamiento similar para ambas dosis aplicadas durante el almacenamiento refrigerado. Las muestras

presentaron una disminución en los valores iniciales respecto del control, si bien fue más marcada en las tratadas con 1,2 J/cm², alcanzando un valor mínimo el primer día de almacenamiento de aproximadamente 440 y 480 mM Trolox equiv./g muestra para las tratadas con 1,2 y 0,6 J/cm² respectivamente. A partir del día 1 se observó un incremento significativo en los niveles de la capacidad antioxidante y la evolución fue muy similar para ambos tratamientos. Si bien hubo algunas variaciones en el tiempo a partir del segundo día de conservación los niveles de la actividad antioxidante fueron mayores en las tratadas que en las muestras control.

Al final del almacenamiento se observaron niveles de aproximadamente 550 mM Trolox equiv./g muestra, que es inferior al valor inicial (13%) que presentaron las muestras control.

Estos resultados difieren de lo observado por Vicente A R, y cols. (2005) para pimientos, ya que las muestras tratadas con UV-C presentaron inmediatamente de irradiadas mayor poder antioxidante y luego una ligera disminución durante el almacenamiento refrigerado.

Por su parte, Costa y cols. (2006) encontraron para floretes de brócoli que inmediatamente de irradiados las muestras presentaron mayor capacidad antioxidante y también durante todo el almacenamiento respecto del control.

Esta diferencia encontrada entre los trabajos mencionados y los resultados que se presentan en este trabajo, al momento inicial del tratamiento, podría explicarse a que el repollo ya presentaba un gran estrés provocado por el corte de las hojas en tiras y luego fue sometido a otro estrés como lo es la luz UV-C.

El incremento del contenido de fenoles se atribuiría a que como es ya bien conocido, compuestos fenilpropanoides se sintetizan en respuesta a tratamientos con UV-C, debido a que mecanismos de protección de los tejidos vegetales se activarían en respuesta a la

excesiva radiación (Bieza, Lois; 2001). Por otra parte estudios previos encontraron que tratamientos con UV-C induce la enzima PAL, enzima clave en la regulación del metabolismo de los fenilpropanoides (Costa y cols. 2006).

Con relación a la calidad sensorial del producto se observó que los atributos que presentaron modificaciones como consecuencia de los tratamientos fueron sólo la apariencia general y el pardeamiento, el cual fue visible en la zona de los bordes de las tiras de repollo.

El olor y la deshidratación de las hojas cortadas, no presentaron variaciones significativas durante el almacenamiento refrigerado. Asimismo, no se encontraron diferencias significativas entre las muestras control y las tratadas con luz UV-C.

En las Figuras 4 y 5, se presentan la evolución de la apariencia general y el pardeamiento del producto, en las cuales se puede observar que ambos atributos se mantuvieron por encima del nivel de aceptación para ambas dosis de luz UV-C hasta los 9 días de almacenamiento a 6°C.

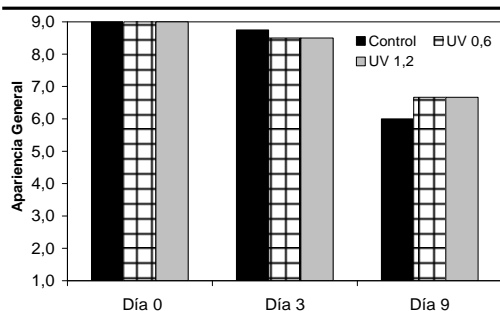


Figura 4: Apariencia general para repollo mínimamente procesado almacenado a 6 °C luego del tratamiento con Luz UV-C. LSD(0,05) =0,8

No se observaron diferencias significativas entre las muestras control y las tratadas con luz UV-C tanto para apariencia general y pardeamiento. Por lo tanto se podría afirmar que las dosis empleadas de luz UV-C no modificaron los parámetros sensoriales del repollo cortado en tiras, durante su almacenamiento a 6°C.

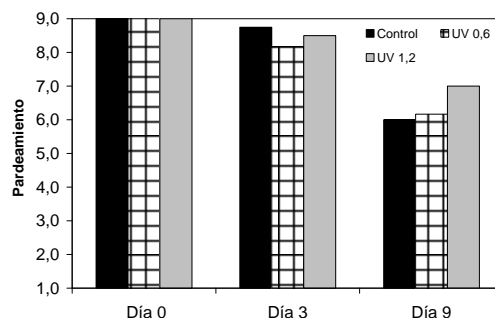


Figura 5: Pardeamiento para repollo mínimamente procesado tratado con luz UV-C y almacenado a 6 °C. LSD(0,05) =0.9

CONCLUSIONES

Las muestras irradiadas con luz UV-C en las dosis estudiadas presentaron un mejor comportamiento en cuanto a mantener el nivel de compuestos fenólicos y actividad antioxidante en concentraciones superiores respecto de las muestras no tratadas. Desde el punto de vista sensorial, las dosis utilizadas no modificaron las características del producto durante su conservación refrigerada.

REFERENCIAS

- Barka E A, Kalantari S. Makhlof J, Arul J. 2000. Impact of UV-C irradiation on the cell wall-degrading enzymes during ripening of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.) fruit. *J. Agric. Food Chem.* 48, 667-671.
- Bergman, M.; Varshavsky, L.; Gottlieb, H. E.; Grossman, S. 2001. The antioxidant activity of aqueous spinach extract: chemical identification of active fractions. *Phytochemistry*, 58. pp. 143-152.
- Bieza, Lois R. 2001. An Arabidopsis mutant tolerant to lethal ultraviolet-B levels shows constitutively elevated accumulation of flavonoids and other phenolics. *Plant Physiol.* 126, 1105-1115.
- Brand-Williams, W.; Cuvelier, M. E. and Berset, C.; Use of a Free Radical Method to Evaluate Antioxidant Activity. *LWT - Food Science and Technology*, Vol. 28 pag. 25-30 (1995).

- Carvalho, C.R.L.; Mantovani, D.M.B.; Carvalho, P.R.N.; Moraes, R.M., Análises químicas de alimentos. Campinas: ITAL, 1990.
- Costa H, Gallego S M, Tomaro M L. 2002. Effect of UV-B radiation on antioxidant defense system in sunflower cotyledons. *Plant Sci.* 162,939-945.
- Costa L, Vicente A R, Civello P M, Chaves A R, Martinez G A. 2006. UV-C treatments delay postharvest senescence in broccoli florets. *Postharvest Biology and Technology* 39. 204-210.
- Danon A, Gallois P. 1998. UV-C radiation induces apoptotic-like changes in *Arabidopsis thaliana*. *FEBS let.* 437, 131-136.
- Dillard, C. J., & German, J. B. (2000). Phytochemicals: nutraceuticals and human health. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 80, 1744–1756.
- Jacxsens, L.; Devlieghere, F.; Debevere, J.; Temperature dependence of shelf-life as affected by microbial proliferation and sensory quality of equilibrium modified atmosphere packaged fresh produce, *Postharvest Biology and Technology* 26 (2002) 59–73.
- Kays, S. J. (1997). Stress in harvested products. In S. J. Kays (Ed.), *Postharvest physiology of perishable plant products* (pp. 335–407).
- Luckey T D. 1980. Hormesis with Ionizing Radiation. CRC press, Boca raton.
- Mittler, R. (2005). Oxidative stress. Available from <http://www.ag.unr.edu/mittler/oxistress.pdf> (accessed September 2005).
- Pan J, Vicente A R, Martinez G A, Chaves A R, Civello P M. 2004. Combined use of UV-C irradiation and heat treatment to improve postharvest life of strawberry fruit. *J Sci. Food Agric.* 84, 1831-1838.
- Prior, R. L., & Cao, G. (2000). Analysis of botanicals and dietary supplements for antioxidant capacity: a review. *Journal of the Association of Official Analytical Chemists International*, 83, 950–956.
- Proteggente, A. R., Pannala, A. S., Paganga, G., Van Buren, L., Wagner, E., Wiseman, S. (2002). The antioxidant activity of regularly consumed fruit and vegetables reflects their phenolic and vitamin C composition. *Free Radical Research*, 36, 217–233.
- Rhodes, J. M., & Woollorton, L. S. C. (1978). The biosynthesis of phenolic compounds in wounded plant storage tissues. In G. Kahl (Ed.), *Biochemistry of wounded plant tissues* (pp. 243–286). Berlin, Germany: Walter de Gruyter & Co.
- Rinaldi, M. M.; Benedetti, B. C.; Calore, L.; Efeito da embalagem e temperatura de armazenamento em repolho minimamente processado. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 25(3): 480-486, jul.-set. 2005.
- Saltveit, M. E. (1997). Physical and physiological changes in minimally processed fruits and vegetables. In F. A. Toma's-Barberá'n & R. J. Robins (Eds.), *Phytochemistry of fruit and vegetables. Proceedings of the phytochemical society of Europe* (Vol. 41, pp. 205–220). New York, NY: Oxford University. Athens, GA: Exon Press.
- Shetty, K., & McCue, P. (2003). Phenolic antioxidant biosynthesis in plants for functional food application: integration of systems biology and biotechnological approaches. *Food Biotechnology*, 17, 67–97.
- Singleton, V. L., Orthofer, R., and Lamuela-Raventós, R. M.; Analysis of Total Phenols and Other Oxidation Substrates and Antioxidants by Means of Folin-Ciocalteu Reagent; *Methods in Enzymology*. Vol. 299. 1999.
- Torricella Morales, R. G., Zamora Utset, E., Pulido Alvarez, H., Evaluación Sensorial Aplicada a la Investigación, desarrollo y control de la calidad en la Industria Alimentaria; Editorial Universitaria, La Habana, Cuba, 2007.

Vicente A R, Pineda C, Lemoine L, Civello P M, Martinez G A, Chaves A R. 2005. UV-C treatments reduce decay, retain quality and alleviate chilling injury in pepper. *Postharvest Biology and Technology* 35. 69-78.

Zamora Utset, E., *Evaluación Objetiva de la Calidad Sensorial de Alimentos Procesados*; Editorial Universitaria, La Habana, Cuba, 2007.