



Revista Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha

ISSN: 1665-0204

rebasa@hmo.megared.net.mx

Asociación Iberoamericana de
Tecnología Postcosecha, S.C.
México

Tapia, Carlos; Moscoso, Natalia; Vasco, Catalina; Valencia--Chamorro, Silvia
CAMBIO METABÓLICOS Y FISIOLÓGICOS EN LOS PRODUCTOS DE IV Y V GAMA
Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 16, núm. 1, 2015, pp. 1-7
Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.
Hermosillo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81339864001>

- 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

CAMBIOS METABÓLICOS Y FISIOLÓGICOS EN LOS PRODUCTOS DE IV Y V GAMA

Tapia Carlos¹, Moscoso Natalia¹, Vasco Catalina² y Valencia-Chamorro Silvia^{1*}

¹Departamento de Ciencia de Alimentos y Biotecnología, Escuela Politécnica Nacional; ²Departamento de Ciencias Nucleares, Escuela Politécnica Nacional. P.O. BOX 17 – 01 2759. Quito, Ecuador. silvia.valencia@epn.edu.ec.

Palabras clave: tasa de respiración, etileno, deterioro, pérdida de agua

RESUMEN

El consumo de productos mínimamente procesados se ha popularizado y ha ido en aumento durante las dos últimas décadas. Las razones para el incremento de estos productos son entre otras, el corto tiempo para la preparación de los alimentos en los hogares y la demanda de los consumidores por adquirir productos frescos listos para el consumo, sanos, y con alta calidad nutricional. En este ámbito, se ha incrementado la producción y consumo de los productos de IV y V gama. Los productos de IV gama, frutas u hortalizas, están sometidos a un tratamiento mínimo (corte, pelado, troceado, rallado, picado). Los productos de V gama están sometidos a un tratamiento calórico mínimo, involucran diversos ingredientes y en algunos casos son empacados al vacío. Este tipo de alimentos proporcionan valor agregado a las frutas y hortalizas, además disminuyen el tiempo de preparación y mantienen sus características organolépticas y nutricionales. Sin embargo, desde el punto de vista fisiológico, los productos de IV y V gama son tejidos vivos que han sufrido heridas/lastimaduras, lo que ocasiona una serie de reacciones metabólicas en cascada y pueden producir cambios de textura, madurez y senescencia aceleradas, aparición de malos olores y decoloración en la superficie cortada, entre otros efectos indeseables que disminuyen la calidad de estos productos. Las técnicas para reducir los cambios metabólicos en este tipo de productos, van desde la aplicación de diferentes productos químicos permitidos para reducir el pardeamiento enzimático hasta la utilización de tecnologías emergentes.

METABOLIC AND PHYSIOLOGICAL CHANGES IN IN FRESH-CUT AND READY-TO-EAT PROCESSED PRODUCTS

Key-words: respiration rate, ethylene, water loss

ABSTRACT

The consumption of minimally processed products has become popular and has increased over the past two decades. The rise of these products are due to the short time for the preparation of food in homes and consumer demand for purchasing fresh ready-to-eat, healthy, and high nutritional quality, among others. The 4th range products are fruits or vegetables that have been subjected to minimal treatment (cutting, peeling, slicing, grating, shredding). The 5th range products are subjected to a minimal heat treatment, involve various ingredients and in some cases are vacuum packed. These type of food provide added value to fruit and vegetables while also reducing preparation time and maintain their organoleptic and nutritional characteristics. However, from a physiological point of view, the products of 4th and 5th range are living tissues that have been injured, which causes a number of metabolic reactions and can cause cascading changes of texture, maturity and accelerated senescence, enzymatic browning, among other undesirable effects that diminish the quality of these products. Techniques to prevent the metabolic changes in these products, range from the application of different chemicals to reduce enzymatic browning to the use of emerging technologies.

INTRODUCCIÓN

En las dos últimas décadas la producción de alimentos vegetales mínimamente procesados (frutas y hortalizas) o de IV gama se ha incrementado notablemente. Estos productos se definen como cualquier fruta u hortaliza fresca o una combinación de ellas, que aunque han sido alteradas físicamente en su forma original mantienen su estado fresco (Garrett, 2002). La preparación de estos productos involucra un procesamiento con un tratamiento mínimo que incluyen lavado, pelado, cortado, troceado, rallado, picado. Estos alimentos se empaquetan con diferentes láminas/envases plásticos, y se almacenan en refrigeración, su período de vida útil varía entre 7 y 14 días (Gorny y Thompson, 2004; Robles et al., 2007). A diferencia de los productos enteros, en los productos de IV gama se incrementa su perecibilidad. Los productos de V gama se obtienen luego de un tratamiento calórico mínimo, se empaquetan al vacío y se almacenan en refrigeración, su tiempo vida útil es mayor que el de los anteriores (al menos 4 semanas). En general, estos productos son muy apetecidos por los consumidores puesto que disminuyen el tiempo de preparación ya que están listos para consumir o requieren de un calentamiento corto, proporcionan valor agregado a las frutas y hortalizas, y mantienen sus características organolépticas y nutricionales (Montero, Rojas, Soliva y Martín, 2009). Los productos de IV y V gama son tejidos vivos que han sufrido heridas/lastimaduras. Por tanto, desde el punto de vista fisiológico, los procesos utilizados en la preparación de estos productos aceleran las reacciones de deterioro, y ocasionan una serie de reacciones metabólicas en cascada que producen una disminución de la calidad debido a los cambios en la textura, madurez y senescencia aceleradas, presencia de malos olores, y decoloración en la superficie cortada entre otros efectos indeseables (Baldwin y Bai, 2011).

RESPIRACIÓN

La respiración es el proceso mediante el cual las reservas orgánicas de los productos (carbohidratos, proteínas y grasas) son degradadas a compuestos más simples con la liberación de energía (Kader, 2002).

La pérdida de las reservas de material orgánico en el producto, durante la respiración, acelera la senescencia conforme, reduce el valor nutritivo, disminuye las características organolépticas y se presenta mayor susceptibilidad del producto al ataque de microorganismos (Gómez-López, Ragaert, Debevere y Devlieghere, 2008). Los daños físicos provocados durante el procesamiento de los productos de IV y V gama incrementan la velocidad de respiración como respuesta a los cortes de los tejidos vegetales (Toivonen y DeEll, 2002). Altas tasas de respiración de los productos cortados producen pérdidas rápidas de ácidos, azúcares y otros compuestos que determinan su calidad nutricional y su sabor, como consecuencia de esto los tiempos de vida útil de estos productos son cortos (Cantwell y Suslow, 2002).

La tasa de deterioro de productos mínimamente procesados es generalmente proporcional a la tasa respiratoria, las condiciones de almacenamiento también influyen en los cambios de la misma. En el caso de espárragos mínimamente procesados, se ha reportado que a diferentes condiciones de luminosidad la tasa de respiración (TR) se incrementó y sus características sensoriales como la textura disminuyeron (Sanz, Olarte, Ayala y Echávarri, 2009). En otro estudio con tomates en rodajas almacenados a una temperatura de 8 °C, observaron un incremento de la TR del 40 % con respecto a tomates enteros (Toivonen y DeEll, 2002). El tipo de utensilio utilizado en el corte de estos productos influye en la TR. La utilización de cuchillos desafilados produjo un incremento de la TR inmediatamente después del corte en pitahaya la remoción de la cáscara en pitahayas y en lechugas mínimamente

procesadas (Martínez, et al. 2005). La inclusión de la cáscara en pitahayas cortadas influyó en la TR, al inicio de la experimentación ésta fue menor (390 mL de CO₂Kg⁻¹h⁻¹) para rodajas con cáscara que para aquellas sin cáscara (650 mL de CO₂Kg⁻¹h⁻¹). Sin embargo después de 30 min la TR se estabilizó en valores similares a los de la pitahaya entera 20 mL de CO₂Kg⁻¹h⁻¹ (Vargas, Tamayo, Cortez, Veloz y Duch, 2007)

El aumento de la respiración también provoca el aumento de la producción de etileno que estimula la síntesis de enzimas como la fenilalanina amonioliasa (PAL) involucrada con los procesos de senescencia (Artes, Gomez y Artes Hernandez, 2007). La temperatura de almacenamiento juega un papel importante en la variación de la TR de los productos mínimamente procesados, a mayor temperatura de almacenamiento mayor tasa TR y mayor producción de etileno, como el reportado en dos variedades de brócoli (Martínez-Hernández, Artés-Hernández, Gómez, y Artés, 2013).

Otro aspecto importante de la respiración en productos mínimamente procesados es la susceptibilidad al metabolismo anaerobio cuando el producto empacado se expone a altas concentraciones de CO₂ y bajas concentraciones de O₂, por lo tanto se debe tener especial cuidado con el tipo de empaque utilizado para prevenir la fermentación y aparición de sabores extraños (Cantwell y Suslow, 2002). En el caso de lechuga cortada, ésta es menos susceptible al desarrollo del metabolismo fermentativo que en las lechugas enteras y en contraparte las zanahorias enteras son menos susceptibles al metabolismo anaerobio que las zanahorias ralladas (Toivonen y DeEll, 2002).

ETILENO

El etileno es una fitohormona presente en forma endógena en algunas frutas y hortalizas como la manzana, papaya, melón, pera, brócoli, entre otras (Kader, 2002). Esta

hormona es capaz de inducir la madurez organoléptica de las frutas climatéricas y reducir la vida útil de las hortalizas. Varios factores como daños mecánicos, daños por frío, contaminación microbiana y deshidratación, incrementan la producción de etileno en frutas y hortalizas. Por tanto, se presentan efectos indeseables sobre los atributos de calidad como la pérdida de coloración verde en brócoli debido a la degradación de la clorofila, amarillamiento de tejidos verdes y aceleración de la senescencia (Martínez-Hernández, et al. 2013).

El tipo y la fisiología de los tejidos influyen en la producción de etileno. En frutos como kiwi, tomate y frutilla se ha reportado un incremento de la producción de etileno cuando están cortados, a diferencia de la pera que presenta menor producción de etileno que la de aquellas enteras (Toivonen y DeEll, 2002). La madurez del producto (especialmente de los climatéricos) es otro factor que influye en la producción de etileno. Se ha reportado que la preparación de ensalada de pera cortada presentó mejores características al utilizar materia prima de cosecha tardía antes que peras cosechadas en la época regular. De esta manera la producción de etileno fue menor y como resultado mejoró el sabor y el pardeamiento fue ligero (Bai, Wu, Manthey, Goodner, y Baldwin, 2008). En cambio en frutas no climatéricas, el estado de madurez deber ser el adecuado para asegurar el sabor característico de los productos frescos cortados. En algunas frutas, la aplicación de etileno acelera la degradación de la clorofila, lo cual mejora la apariencia del producto final. La operación de corte en el procesamiento de los productos mínimamente procesados causa un incremento en la tasa de respiración y en la producción de etileno. Como consecuencia de esto, la vida útil se reduce considerablemente (Robles, et al. 2007). La tasa de producción de etileno es mayor en pedazos de frutos maduros (3/4 o 4/4 maduros) que en aquellos

menos maduros (1/4 o 1/2 maduro). El tamaño de los pedazos de los frutos también influye en la producción de etileno, así por ejemplo pedazos muy pequeños de frutos (0,2 mm) tienen un mayor incremento en la producción de etileno, al contrario pedazos grandes (1 a 2 cm) no son diferentes en su fisiología que los frutos enteros (Cantwell y Suslow, 2005). En el puerro (*Allium porrum*) cortado, se ha reportado que el crecimiento de las hojas en el interior de los empaques durante el almacenamiento refrigerado, incrementó tanto la tasa de respiración (incremento en 2,5 veces) como la de producción de etileno (incremento del 8%), comparada con la producción en el día de procesamiento (Tsouvaltzi, Siomosa, Gerasopoulos, y Bosabalidis, 2010). En vegetales como el brócoli (*Brassica oleracea*) la producción elevada de etileno provoca el amarillamiento del florete de tal forma que su vida comercial disminuye (Martínez-Hernández, et al., 2013).

Un inhibidor de la actividad del etileno es el 1-metilciclopropano (1-MCP) que se lo utiliza comercialmente y permite extender la vida útil de los productos. El tratamiento recomendable para productos de IV gama sensibles al etileno es la aplicación de 0,5 a 1 ppm de 1-metilciclopropeno (1-MCP) durante 6 horas (Huber, 2008). La aplicación de 1-MCP en rodajas de manzanas almacenadas en aire (tres meses) y en atmósfera controlada (12 meses) conservaron las características de textura. Además, la evaluación sensorial realizada por un panel entrenado y un panel de consumidores determinaron que estos productos tenían mejores atributos de calidad, apariencia, textura, sabor y aceptabilidad total (Siddiq, et al., 2014).

PARDEAMIENTO ENZIMÁTICO

Los procesos utilizados en la preparación de productos de IV y V gama, pelado, cortado, rallado, etc., deterioran el tejido vegetal, lo cual producen una desorganización de la

estructura celular y por consiguiente una pérdida del normal funcionamiento de la célula. En los tejidos vivos de estos productos, que presentan heridas/lastimaduras, se producen reacciones metabólicas en cascada que ocasionan cambios como la madurez y senescencia aceleradas, sabores desagradables, decoloración, y otros efectos indeseables que pueden resultar en productos inaceptables para su comercialización y consumo (Barret, Beaulie, Shewfelt, 2010). Todo esto provoca una disminución de la calidad y por consiguiente importantes pérdidas económicas.

El procesamiento de este tipo de productos ocasiona pardeamiento enzimático. Las principales enzimas implicadas en el pardeamiento enzimático son la polifenoloxidasas (PPO), la peroxidasa (POD) y la fenilalanina amonioliasa (PAL) (Oms-Oliu, et al., 2010; Ferreira, Tomoyuki, Tsuyoshi, & Guerra, 2010; Hajizadeh, Kazemi, 2012). El pardeamiento enzimático se produce como resultado de la descompartimentación de los sustratos y las enzimas oxidativas, debido a que los tejidos de los productos cortados están expuestos al oxígeno. El mecanismo de pardeamiento involucra la interacción de los sustratos fenólicos, PPO, en presencia de oxígeno. La PPO cataliza dos reacciones. En la primera reacción se produce la hidroxilación de monofenoles a difenoles, esta reacción es relativamente lenta y se generan compuestos incoloros. La segunda reacción es una oxidación de difenoles a quinonas, esta reacción es relativamente rápida y los productos resultantes están coloreados. Como resultado de las reacciones de las quinonas se produce una acumulación de melanina, que son los pigmentos de color café o negro asociados con el pardeamiento en los tejidos cortados (Toivonen y Brummell, 2008; Oms-Oliu, et al., 2010). La POD puede contribuir también al pardeamiento enzimático oxidando los hidrógenos en presencia de peróxido de hidrógeno.

Se han reportado varios métodos para prevenir el pardeamiento enzimático mediante la inactivación térmica de la enzima, exclusión del O₂ y/o fenoles, reducción del pH, y aplicación de tratamientos antipardeantes que pueden afectar a la enzima o su sustrato (Hesham, Fadel, Ibrahim, Hassan, y Elrashid, 2006;). Los principales compuestos antipardeantes usados para controlar el pardeamiento enzimático en productos cortados incluyen ácido ascórbico, calcio y sus sales, N-acetilcisteína y glutatión, ácido cítrico, ácidos fenólicos, entre otros. aditivos alimentarios (Ayala-Zavala y González-Aguilar, 2011). La eficacia de algunos de estos compuestos incorporados en recubrimientos comestibles ha sido ampliamente revisado (Oms-Oliu, et al., 2010; Valencia-Chamorro, et al. 2011)

PÉRDIDA DE AGUA

La calidad de los vegetales se reduce después de la cosecha debido a los procesos metabólicos en general. Además la remoción de la capa protectora -la eliminación de la barrera natural- debido al corte, pelado o cualquier otro procedimiento físico-mecánico, ocasiona una modificación de la fisiología natural del vegetal (Toivonen y DeEll, 2002). Así, uno de los principales problemas de los productos mínimamente procesados es la pérdida de agua por transpiración. Como resultado se produce deshidratación, liberación de enzimas y un deterioro acelerado de la calidad de los productos (Baldwin, y Bai, 2011; Hajizadeh, Kazemi, 2012). Por tanto, a mayor transpiración y respiración, menor tiempo de vida útil de los productos (Martín-Belloso, Soliva-Fortuny, Oms, Oliu, 2008). La pérdida de agua en las frutas y hortalizas provoca, marchitez, pérdida de la apariencia, disminución de la textura y sabor, y pérdida de la calidad nutricional y comercial.

En las frutas y hortalizas enteras, el agua se encuentra contenida en los espacios inter e intracelulares y por tanto no está expuesta al

ambiente. Durante el procesamiento de los productos de IV y V gama, se producen cortes/lesiones que dañan los tejidos. Así, los productos cortados están expuestos al ambiente, lo que produce un incremento de la velocidad de evaporación y de deshidratación de los mismos. La pérdida de agua por evaporación reduce la turgencia del tejido vegetal y en consecuencia se produce una mayor susceptibilidad a la marchitez de los productos ocasionando una pérdida de calidad sensorial del producto final. En un estudio de la calidad y retención de nutrientes en frutas enteras y cortadas de piñas, mangos, melón, sandía, y kiwi almacenadas hasta 9 días a 5 °C, en general las frutas cortadas se deterioraron antes y presentaron una pérdida significativa de nutrientes (Gil, Aguayo y Kader, 2006).

En los productos mínimamente procesados, el tipo de corte manual o mecánico, influye en la pérdida de agua. Los productos preparados utilizando un tratamiento manual con cuchillos pierden menos agua que los que son cortados en forma mecánica con cortadoras mecánicas. El uso de cortadoras mecánicas produce mayores lesiones en los tejidos que las que se producen en forma manual (Toivonen y DeEll, 2002).

El uso de empaques y recubrimientos comestibles en productos cortados puede disminuir la pérdida de agua, puesto que actúan como una barrera al intercambio gaseoso y de vapor de agua. Además los recubrimientos comestibles pueden actuar como un agente de sacrificio, perdiendo agua primero el recubrimiento antes que el tejido del producto, de esta manera se puede retrasar la pérdida de agua en los productos cortados (Baldwin, y Bai, 2011)

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado en el marco de la red CYTED HORTYFRESKO (113RT0480) "Producción artesanal de hortalizas de IV y V gama: inocuidad y valor funcional".

BIBLIOGRAFÍA

- Ayala-Zavala, J. & González- Aguilar, G. (2011). Use of additives to preserve the quality of fresh-cut fruits and vegetables. En: *Advances in Fresh-Cut Fruits and Vegetables Processing*. Martín-Belloso, O. y Soliva-Fortuny, R. (Eds.). Taylor and Francis. Boca Ratón, pp.232-254.
- Artés, F., Gómez, P. A., & Artés-Hernández, F. (2007). Physical, Physiological and Microbial Deterioration of Minimally Fresh Processed Fruits and Vegetables. *Food Science and Technology International*, 13,177-188.
- Bai, J., Wu, P., Manthey, J., Goodner, K., & Baldwin, E. (2008). Effect of harvest maturity on quality of fresh-cut pear salad. *Postharvest Biology and Technology*, 51, 250-256.
- Baldwin, E. y Bai, J. (2011). Physiology of fresh-cut fruits and vegetables. In: *Advances in fresh-cut fruits and vegetables processing*. Olga Martín-Belloso y Robert Soliva-Fortuny (Eds). Taylor and Francis Group. Boca Raton, pp:87-113.
- Barret, D., Beaulieu, J., Shewfelt, R. (2010). Color, Flavor, Texture, and Nutritional Quality of fresh fruits and vegetables: desirable levels, instrumental and sensory measurement, and the effect of processing. *Critical reviews in Food Science and Nutrition*. 50, 369-389.
- Cantwell, M. y Suslow, T. (2002). Postharvest handling systems: fresh-cut fruits and vegetables. In: *Postharvest technology of horticultural crops*. A. Kader. (Ed.). USA: University of California. pp. 445-463.
- Ferreira, D., Tomoyuki, K., Tsuyoshi, K., & Guerra, M. P. (2010). Enzymatic Browning, Polyphenol Oxidase Activity, and Polyphenols in Four Apple Cultivars: Dynamics during Fruit Development. *HortScience*, 45 (8), 1150–1154.
- Garrett, E. (2002). Fresh-cut Produce: Tracks and Trends. In: *Fresh-Cut Fruits and Vegetables: Science, Technology and Market*. Lamikanra, O. (Ed.). Texas, USA: CRC PRESS. pp. 11-20.
- Gil, M.I., Aguayo, E., y Kader, A. (2006). Quality changes and nutrient retention of fresh-cut versus whole fruits during storage. *Journal Agricultural and Food Chemistry*. 54 (12); 4284-96.
- Gómez-López, V. M., Ragaert, P., Debevere, J. y Devlieghere, F. (2008). Decontamination methods to prolong the shelf-life of minimally processed vegetables, state-of-the-art. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 48(6), 487–95.
- Gorny, J. y Thompson, J. (2004). *Fresh-Cut Product Preparation*. UC Davis. USA. pp. 1-13.
- Hesham, A. E., Fadel, H., Ibrahim, G., Hassan, I., & Elrashid, A. A. (2006). Thiol containing compounds as controlling agents of enzymatic browning in some apple products. *Food Research International*, 39, 855-863.
- Huber, D. J. (2008). Suppression of Ethylene Responses Through Application of 1-Methylcyclopropene: A powerful tool for elucidating ripening and senescence mechanisms in climacteric and nonclimacteric fruits and vegetables. *HortScience*, 106-111.
- Kader, A. (2002). *Postharvest Biology and Technology: An Overview*. In: *Postharvest Technology of Horticultural Crops*. (Third Edition). Adel Kader (Ed). University of California, USA. Publication 3311. pp 39-47.
- Hajizadeh, H., Kazemi, M. (2012). Investigation for approaches to preserve postharvest quality and safety in fresh-cut fruits and vegetables. *Research Journal of Environmental Sciences*. 6 (3): p. 14.
- Martín-Belloso, O. y Soliva-Fortuny, R. (2011). In: *Advances in fresh-cut fruits and vegetables processing*. Olga Martín-Belloso y Robert Soliva-Fortuny (Eds). Taylor and Francis Group. Boca Raton, pp:87-113.
- Martín-Belloso, O., Soliva-Fortuny, R., & Oms-Oliu, G. (2006). Fresh-Cut fruits. En:

- Handbook of Fruit and Fruit Processing. Y.H. Hui (Ed). Blackwell Publishing, USA. pp. 129-144.
- Martínez-Hernández, G., Artés-Hernández, F., Gómez, P. & Artés, F. (2013). Comparative behaviour between kailan-hybrid and conventional fresh-cut broccoli throughout shelf-life. *LWT—Food Science and Technology*. 50, 298–305.
- Martínez, J. A., Chiesa, A., Tovar, F. y Artés, F. (2005). Respiration rate and ethylene production of fresh cut lettuce as affected by cutting grade, *Agricultural and Food Science*. 14 (4) 354–361.
- Montero, M., Rojas, M., Soliva, R. y Martín, B. (2009). Tendencias en el procesado mínimo de frutas y hortalizas frescas. *Horticultura Internacional*, 69, 48-51.
- Oms-Oliu, G., Rojas-Graü, M., González, L. Varela, P., Soliva Fortuny, R., Hernando, M., munuera, I., Frizman, S., Martín-Belloso, O. (2010). Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review. *Postharvest Biology and Technology*. 57, 139-149.
- Robles, M., Gorinstein, S., Martín, O., Astiazarán, H., González, G. y Cruz, R. (2007). Frutos tropicales mínimamente procesados: potencial antioxidante y su impacto en la salud. *INTERCIENCIA*, 32:4, 227-232.
- Sanz, S., Olarte, C., Ayala, F. y Echávarri, J. F. (2009). Evolution of quality characteristics of minimally processed asparagus during storage in different lighting conditions. *Journal of Food Science*, 74(6), 296–302.
- Siddiq, M., Harte, J. B., Beaudry, R. M., Dolan, K. D., Singh, S. P., & Saha, K. (2014). Physicochemical properties of whole fruit and sensory quality of fresh-cut apples pre-treated with 1 methylcyclopropene (1-MCP). *International Journal of Food Properties*, 17,5, 1092-1092.
- Toivonen, P. y Brummell, D. (2008). Biochemical bases of appearance and texture changes in fresh-cut fruit and vegetables. *Postharvest Biology and Technology*. 48, 1, 1-14.
- Toivonen, P. y DeEll, J. (2002). Physiology of fresh-cut fruits and vegetables. In: *Fresh-cut fruits and vegetables. Science, technology, and market*. L. Olusola. (Ed.). USA: CRC-Press. pp. 100-132.
- Tsouvaltzi, P., Siomosa, A. S., Gerasopoulos, D., & Bosabalidis, A. M. (2010). Extension, anatomy and metabolic activity of leaves in minimally processed leek stalks. *Postharvest Biology and Technology*, 57,149-154.
- Valencia-Chamorro, S. A., Palou, L., del Río M. A. & Pérez-Gago M. B. (2011). Antimicrobial edible films and coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 51:872-900.
- Vargas, L. V. Y., Tamayo, E., Cortez, J. T., Veloz, C. S. y Duch, E. S. (2007). Changes of respiration and ethylene production of slices of pitahaya (*Hylocereus undatus*), 1(1), 789–794.