

Conservación de Frutas y Hortalizas Frescas y Mínimamente Procesadas con Recubrimientos Comestibles

Xochitl Ruelas-Chacón^{1*}, María de la Luz Reyes-Vega¹, Blanca Valdivia-Urdiales¹, Juan Carlos Contreras-Esquivel¹, Julio César Montañez-Saenz¹, Antonio Francisco Aguilera-Carbó², René Darío Peralta-Rodríguez³

¹Departamento de Investigación en Alimentos, Facultad de Ciencias Químicas, Universidad Autónoma de Coahuila.

²Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos, Universidad Autónoma Agraria Antonio Narro, ³Centro de Investigación en Química Aplicada. Autor para correspondencia: *xruelas@yahoo.com

RESUMEN

Las frutas y hortalizas son tejidos vivos hasta el momento en que son consumidas, preparadas para el consumo, o procesadas para conservación. El controlar la respiración de estos tejidos vegetales mejorará el almacenamiento y alargará la vida de anaquel, aunque se requiere de un nivel de respiración para prevenir que el tejido vegetal muera. Las frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas son tejido cortado, que experimenta el ablandamiento y encafecimiento o decoloración en la superficie. La intensidad de la respuesta a la herida se ve afectada por varios factores, que incluyen la especie, variedad, concentración de oxígeno y dióxido de carbono, presión del vapor de agua y la presencia de inhibidores (Famá *et al.*, 2003; Ohlsson, 2003). Los recubrimientos comestibles se utilizan para alargar la vida de anaquel de productos frescos y mínimamente procesados además de protegerlos de los efectos dañinos del medio ambiente. Estos recubrimientos han adquirido gran importancia considerando la demanda de alimentos mínimamente procesados y las tecnologías de almacenamiento. Al regular la transferencia de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aroma, y compuestos de sabor en el sistema de un alimento, los recubrimientos comestibles han demostrado la capacidad de mejorar la calidad de los alimentos y prolongar la vida de anaquel. También pueden emplearse para mejorar la integridad de las frutas y vegetales congeladas, y prevenir la absorción de humedad y oxidación de frutas o vegetales liofilizadas. Además, los recubrimientos comestibles pueden aceptar y transportar ingredientes funcionales tales como antioxidantes, antimicrobianos, nutrimentos y sabores para resaltar la estabilidad, calidad, funcionalidad y seguridad de los alimentos (Ammayappan y Jeyakodi-Moses, 2009; Falguera *et al.*, 2011). La finalidad de esta revisión es demostrar que el utilizar recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas ayuda a la conservación de estos productos. Se expondrán los atributos de calidad de las frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas y se establecerán las condiciones pre y postcosecha que se presentan durante el manejo de las frutas y hortalizas, se mencionarán los usos de los recubrimientos y los retos para el desarrollo de recubrimientos comestibles y se indicarán los materiales utilizados para la elaboración de los mismos, además se describirán algunas de las técnicas analíticas que se pueden utilizar para evaluar la funcionalidad del recubrimiento en los productos.

INTRODUCCION

Atributos de calidad de frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas

Los atributos más importantes que contribuyen a la mercadotecnia de los alimentos frescos y mínimamente procesados incluyen la apariencia, color, textura, sabor, valor nutrimental y seguridad microbiana (Cuadro 1). Estos atributos de calidad están determinados por la variedad de las plantas, estado de madurez, y las condiciones de pre y postcosecha, y todas pueden cambiar rápidamente durante la etapa de postcosecha.

Apariencia.

La apariencia es el atributo de mayor importancia en alimentos frescos y mínimamente procesados, con aspectos primarios considerados como tamaño y uniformidad de color, brillantez, y ausencia de defectos de contorno o aspecto de la piel (Falguera *et al.*, 2011). Muchas frutas y hortalizas sufren cambios de color como parte del proceso de maduración. El color es de suma importancia en frutas y hortalizas frescas y cortadas, dada la oxidación y encafecimiento enzimático que se presenta rápidamente al tener contacto con el oxígeno resultando en una decoloración. Otro aspecto de apariencia incluye una irregularidad en el tamaño y dimensión, pérdida de

brillantez, piel arrugada y manchada causada por la madurez o el crecimiento microbiano (Castillo *et al.*, 2010).

Cuadro 1. Principales atributos de calidad de frutas y vegetales frescos.

Factor de calidad	Aspecto considerado
Apariencia (visual)	Tamaño
	Contorno y forma
	Color: intensidad, uniformidad
	Brillo
	Defectos
Textura (sensación bucal)	Firmeza/suavidad
	Crujientes
	Jugosidad y Fibrosidad
Sabor (sabor, aroma)	Dulzura
	Acidez
	Astringencia
	Amargor
	Compuestos volátiles
Valor nutricional	Vitaminas
	Minerales
Seguridad	Sustancias tóxicas
	Contaminantes químicos
	Contaminación microbiana

Fuente: Adaptado de Falguera *et al.*, 2011.

Textura.

La textura de frutas y hortalizas frecuentemente se considera en términos de firmeza, crujencia, jugosidad, y dureza (atribuida a la fibrosidad del tejido vegetal), donde el tejido firme o crujiente es generalmente deseado en frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas. La textura es un indicador de la calidad muy importante para el consumo y preparación, además de indicar efectos de estrés durante la transportación. Sin embargo, el desarrollo de fibra en los tallos, como en el espárrago, o endurecimiento ocasionado por la deshidratación en productos frescos es inaceptable. La pérdida en jugosidad tiene como consecuencia estructuras secas y duras que originan efectos adversos en la calidad (Emboscada y Huber, 2009).

Sabor.

El sabor involucra la percepción de varios componentes de sabor y aroma (Castillo *et al.*, 2010). Los componentes comunes del sabor en alimentos frescos son dulzura, acidez, astringencia y amargor. El nivel de azúcar en frutas frecuentemente determina si el producto ha alcanzado la madurez requerida para la venta. El nivel de acidez es crítico para el balance de sabor de ciertos frutos, tales como los cítricos y uvas, y generalmente decrece durante la madurez y almacenamiento postcosecha. El amargor y astringencia se puede desarrollar en varias frutas y hortalizas bajo ciertas condiciones de almacenamiento. El perfil del aroma puede cambiar dramáticamente durante la vida de postcosecha de los alimentos frescos, particularmente en frutos climatéricos, en donde la volatilidad de los componentes puede variar significativamente basándose en la madurez del fruto. El enfriamiento tiende a limitar el desarrollo del aroma en la maduración de los frutos (Emboscada y Huber, 2009).

Calidad nutricional.

Las frutas y hortalizas son fuentes importantes de nutrimentos, incluyendo vitaminas (B6, C, tiamina, y niacina, entre otros), minerales, fibra dietética, y cantidades significativas de fitoquímicos que juegan un papel importante en la salud humana. La pérdida de la calidad nutricional durante la postcosecha, particularmente el contenido de vitamina C y algunos fitoquímicos, puede ser substancial. Las pérdidas pueden incrementarse en frutas y hortalizas mínimamente procesadas (Serrano *et al.*, 2006).

Seguridad.

Los factores de calidad incluyen tóxicos presentes de manera natural en los alimentos, contaminantes tales como residuos químicos y metales pesados, y contaminación microbiana. Los alimentos frescos son altamente susceptibles al daño o deterioro por hongos. La contaminación por microorganismos patógenos es muy importante en frutas y hortalizas mínimamente procesadas. La sanitización y manipulación adecuada puede ayudar a reducir el riesgo potencial de contaminaciones (Zwietering, 2002; Azeredo *et al.*, 2011).

Factores precosecha

Existen numerosos factores precosecha que afectan la calidad postcosecha y la vida de frutas y hortalizas, incluyendo la madurez, cultivar o variedad, clima, y suelo en el que se produce y crece, aplicación de químicos, y estatus del agua. La variación genotípica también influye en la composición, calidad y vida postcosecha. El tipo de

suelo y la fertilidad afecta también a la composición química de un producto. En algunos casos, el contenido de mineral en frutas, tales como el fósforo, potasio y calcio pueden utilizarse para predecir la calidad postcosecha. Los factores climáticos, especialmente la intensidad de luz y temperatura, influyen fuertemente en la composición y calidad nutrimental de frutas y hortalizas. Aquellas frutas y hortalizas expuestas constantemente al sol pueden ser de diferente calidad y características postcosecha de aquellas que crecen y se desarrollan a la sombra (Ladaniya, 2008).

Factores postcosecha

Las frutas y hortalizas sufren varios cambios fisiológicos durante el almacenamiento postcosecha, incluyendo ablandamiento de tejido, aumento en niveles de azúcar, y descenso en los niveles de ácidos orgánicos, degradación de clorofila, acompañada por la síntesis de antocianinas o carotenoides durante la maduración, producción y pérdida de compuestos volátiles de sabor, descenso en el contenido fenólico y aminoacídico, y el rompimiento de materiales celulares debido a la respiración (Bautista-Baños *et al.*, 2006) (Cuadro 2).

Cuadro 2. Principales factores que afectan la calidad y vida de anaquel postcosecha de frutas y hortalizas.

Factores físicos que contribuyen a la pérdida de calidad postcosecha.	
1.	Pérdida de humedad, causando marchitamiento y/o encogimiento.
2.	Pérdida de energía de almacenamiento (tales como carbohidratos).
3.	Pérdida de otros constituyentes de los alimentos (como vitaminas).
4.	Ataques de pesticidas o enfermedades.
5.	Pérdida en calidad por desordenes fisiológicos.
6.	Desarrollo de fibra.
7.	Enverdecimiento (papas).
8.	Crecimiento de raíz y brotes.
9.	Germinación de semilla.
Daño en productos frescos.	
1.	Crecimiento y actividad de microorganismos patógenos.
2.	Insectos y roedores.
3.	Acción/daño inapropiado debido a enzimas de las planta.
4.	Cambios fisiológicos originados por congelamiento, sequedad y presión, entre otros.

Fuente: Adaptado de Sharma y Singh, 2000.

El procedimiento postcosecha determina la extensión de la variabilidad en madurez y daños fisiológicos. Los daños fisiológicos llevan a la pérdida de agua y vitamina C y aumenta la susceptibilidad para la descomposición por hongos o patógenos durante el almacenamiento (Bautista-Baños *et al.*, 2006; Lucerato *et al.*, 2010). La temperatura y la humedad relativa (RH) afectan directamente la respiración postcosecha y la transpiración de frutas y hortalizas. La temperatura elevada acelera la velocidad de respiración, ocasionando un aumento en la producción de etileno y niveles altos de dióxido de carbono, y así cambios en sabor, color, textura, apariencia y nutrimentos de los productos. Procedimientos adecuados de manejo postcosecha deben aplicarse, incluyendo el control de temperaturas (frescas) y humedad relativa, atmósferas (contenido de oxígeno y dióxido de carbono), limpieza, encerado, y aplicación de empaques. La temperatura de los productos frescos se debe reducir inmediatamente después de la cosecha y debe controlarse por encima del daño por frío. Los ambientes con atmósferas modificadas

(MA) con oxígeno reducido y niveles elevados de dióxido de carbono por encima del 10 %, han demostrado reducir la pérdida de ácido ascórbico y extiende la vida postcosecha de numerosas variedades de frutas y hortalizas (Bico *et al.*, 2009). Sin embargo, la respuesta al ambiente MA varía mucho entre especies, estado de madurez, duración y exposición a una temperatura dada. El etileno generalmente promueve el proceso de maduración de frutas y hortalizas. La exposición de frutas y hortalizas a cantidades no deseadas de etileno se debe evitar al regular con aire fresco la cantidad de etileno presente en los cuartos de almacenamiento.

Las frutas y hortalizas son susceptibles a la descomposición por microorganismos. La descomposición postcosecha se ha estimado un cuarto del total del producto cosechado. La supervivencia y crecimiento de microorganismos patógenos son la mayor preocupación en las frutas y hortalizas frescas mínimamente procesadas, debido a la contaminación

durante la preparación e incremento de nutrimentos en el fluido celular en la superficie cortada de los productos. El implementar una operación de sanitización postcosecha apropiada durante la preparación, procesamiento y mantenimiento del producto en refrigeración y condiciones de sanitización es esencial para controlar el crecimiento microbiano, y así proporcionar productos seguros y de gran calidad (Cagri *et al.*, 2004).

Uso de recubrimientos comestibles para frutas y hortalizas frescas mínimamente procesadas

Los recubrimientos comestibles se han utilizado desde hace tiempo para mantener la calidad y extender la vida de anaquel de algunas frutas y hortalizas, tales como cítricos, manzanas y pepinos. Las frutas y hortalizas son frecuentemente cubiertas al sumergir o asperjar un variado número de materiales comestibles. De esta manera, se forma una membrana semipermeable en la superficie para reducir la respiración, controlar la pérdida de humedad y proporcionar otras funciones (Eissa, 2007). Una variedad de materiales comestibles, incluyendo lípidos (Famá *et al.*, 2004), polisacáridos, y proteínas, solos o en combinaciones, se han formulado para producir recubrimientos comestibles. Los recubrimientos a base de lípidos hechos de monoglicéridos acetilados (AM), ceras (cera de abeja, carnauba, candelilla, parafina, y salvado de arroz) y surfactantes se han utilizado exitosamente en frutas y hortalizas enteras, para reducir la superficie de abrasión durante el manejo y como barrera ante la pérdida de humedad. Suspensiones coloidales de aceites o ceras dispersas en agua fueron la primera formulación típica como recubrimiento para frutas (Valverde *et al.*, 2005).

Los recubrimientos formulados apropiadamente pueden ser utilizados en la mayoría de los alimentos para responder a los retos asociados con la estabilidad de la calidad, seguridad comercial, valor nutricional y los costos económicos de producción. A reserva de la industria de productos frescos, los beneficios potenciales de utilizar recubrimientos comestibles incluyen (Figura 1):

1. Proporcionar una barrera contra la pérdida de humedad en la superficie del producto. La pérdida de humedad durante el almacenamiento postcosecha de productos frescos lleva a la pérdida de peso y a cambios de textura, sabor, y apariencia.
2. Proporcionar una barrera de gases suficiente para controlar el intercambio gaseoso entre el producto fresco y la atmósfera que lo rodea, lo que retardará la respiración y el proceso de deterioro. La función como barrera gaseosa podría retardar la oxidación enzimática y proteger a los productos frescos de la decoloración por encafecimiento y ablandamiento de textura durante el almacenamiento.
3. Restringir el intercambio de compuestos volátiles entre el producto fresco y el ambiente que lo rodea al proporcionar barreras gaseosas, que previenen la pérdida natural de compuestos volátiles de sabor, color de productos frescos y la adquisición de olores extraños.
4. Proteger de daño físico causado por impacto mecánico, presión, vibraciones y otros factores mecánicos.
5. Actuar como acarreadores de otros ingredientes funcionales, tales como agentes antimicrobianos, antioxidantes, nutraceuticos, ingredientes de color y sabor para reducir la carga microbiana, retardar la oxidación y decoloración y mejorar la calidad (Falguera *et al.*, 2011).

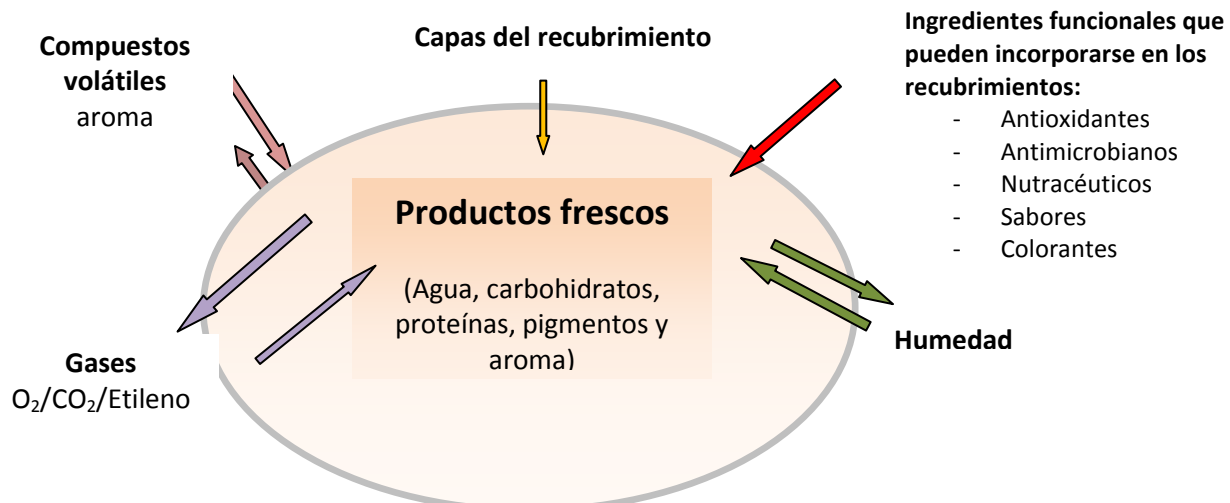


Figura 1. Propiedades funcionales de un recubrimiento comestible en frutas y hortalizas frescas.
Fuente: Falguera *et al.*, 2011.

Retos en el desarrollo de recubrimientos comestibles para frutas y hortalizas

Los retos a atender para el desarrollo de recubrimientos comestibles podríamos englobarlos en generar recubrimientos comestibles a base de polímeros que permitan conservar las características propias de las frutas y hortalizas frescas, y que éstos posean la propiedad de barrera para humedad, oxígeno y dióxido de carbono bajo condiciones de almacenamiento. Numerosos recubrimientos comestibles, incluyendo celulosa, caseína, zeína (Romero-Batista *et al.*, 2004), proteína de soya y quitosano, han demostrado poseer las características deseables para los productos frescos: buenas propiedades de barrera, inodoros, insípidos y transparentes (Majeti y Kumar, 2000; Valverde *et al.*, 2005; Eissa, 2007). Sin embargo, el éxito comercial todavía está en desarrollo.

Materiales empleados como recubrimientos comestibles para frutas y hortalizas

La mayoría de las frutas y hortalizas poseen una capa de cera natural en la superficie, llamada cutícula. Esta capa cerosa generalmente tiene una baja permeabilidad para el vapor de agua. Al aplicar una capa externa se aumentará la barrera natural o la reemplazará en el caso de que la capa se haya removido o alterado durante el manejo postcosecha o procesamiento. Los recubrimientos proporcionan una barrera parcial a la humedad e intercambio gaseoso, mejorando la manipulación mecánica adecuada para ayudar a mantener la integridad estructural, retener los compuestos volátiles de sabor y acarrear otros ingredientes funcionales en el alimento.

Los polímeros tales como proteínas, polisacáridos, lípidos y resinas son comúnmente materiales para formar recubrimientos que se pueden utilizar solos o en combinaciones. Las características físicas y químicas de los biopolímeros influyen grandemente en la funcionalidad del recubrimiento resultante. La selección de materiales para recubrimientos se basa generalmente en la solubilidad con el agua, naturaleza hidrofílica e hidrofóbica, facilidad de formación del recubrimiento y propiedades sensoriales (Falguera *et al.*, 2011).

Técnicas analíticas para evaluar los recubrimientos comestibles aplicados a frutas y hortalizas.

Para evaluar la efectividad de un recubrimiento comestible aplicado en frutas y hortalizas, la calidad de los parámetros de los productos cubiertos es generalmente considerada como un indicador. Estos parámetros pueden incluir pérdida de agua, tasa de respiración, textura, color,

cuenta microbiana, pH, acidez total y contenido de sólidos solubles del producto durante el almacenamiento. Algunos de las funcionalidades del recubrimiento incluyen la permeabilidad al agua y gas, grosor del recubrimiento, morfología y adhesión a la superficie del recubrimiento (Martínez-Romero *et al.*, 2006; Mahdi-Ojagh *et al.* 2010). La mayoría de los parámetros de calidad pueden medirse al utilizar los procedimientos estándares y están bien documentados en las investigaciones.

CONCLUSIONES

Los recubrimientos aplicadas a frutas y hortalizas frescas y mínimamente procesadas son efectivos para alargar la vida de anaquel, manteniendo su calidad microbiológica, sensorial y nutricional. Algunas formulaciones han sido específicamente probadas por la habilidad de inhibir la actividad enzimática (polifenoloxidasas) y retardar las reacciones de encafecimiento. Además, los recubrimientos comestibles son capaces de transportar sustancias que proporcionan algunos beneficios, no únicamente para el producto sino también para el consumidor, a través del encapsulamiento de componentes bioactivos, desarrollando nuevos productos con nutraceuticos o efectos funcionales. Las propiedades más importantes para evaluarse en un recubrimiento comestible son la estabilidad microbiológica, adhesión, cohesión, humedad, solubilidad, transparencia, propiedades mecánicas, sensoriales y permeabilidad de vapor de agua y gases. Conociendo estas propiedades, la composición y comportamiento del recubrimiento puede predecirse y optimizarse. Actualmente, los retos en el uso de los componentes activos incluyen por ejemplo la reducción del consumo de aceite en productos freídos, transporte de compuestos bioactivos y la extensión de la vida de anaquel en productos altamente perecederos. La investigación en este campo apunta a la caracterización de nuevos recubrimientos con nuevos hidrocoloides de fuentes no convencionales, así como la determinación de la habilidad de estos componentes para liberar moléculas con funciones específicas tales como vitaminas, antioxidantes, colores naturales, sabores, olores y acceso a interacciones que pueden proporcionar estas moléculas con la encapsulación.

REFERENCIAS

- Ammayappan L., Jeyakodi-Moses J.** 2009. Study of antimicrobial activity of *Aloe vera*, chitosan, and curcumin on cotton, wool, and rabbit hair. *Fiber and Polymers* **10** (2):161-166.
- Azeredo G. A., Montenegro-Stamford T. L., Campos-Nunes P., Gomez-Neto N. J., Gomez de Oliveira M. E., Leite de Souza E.** 2011. Combined application of essential oils from *Origanum vulgare L.* and *Rosmarinus officinalis L.* to inhibit bacteria and autochthonous microflora associated with minimally processed vegetables. *Food Research International* **44**:1541-1548.
- Bautista-Baños S., Hernández-López M., Guillén-Sánchez D., Alia-Tejacal I.** 2006. Influencia del recubrimiento con quitosano y la temperatura de almacenamiento en la calidad postcosecha y niveles de infección en la ciruela mexicana. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*. **7** (2): 114-121.
- Bico S. L. S., Raposo M. F. J., Morais R. M. S. C. Morais A. M. M. B.** 2009. Combined effects of chemical dip and/or carrageenan coating and/or controlled atmosphere on quality of fresh-cut banana. *Food Control* **20**:508-514.
- Cagri A., Ustunol Z., Ryser E.** 2004. Antimicrobial edible films and coatings. *Journal of Food Protection* **67**(4):833-848.
- Castillo S., Navarro D., Zapata P. J., Guillén F., Valero D., Serrano M., Martínez-Romero D.** 2010. Antifungal efficacy of *Aloe vera* in vitro and its used as preharvest treatment to maintain postharvest table grape quality. *Postharvest Biology and Technology* **57**:183-188.
- Eissa Hesham A. A.** 2007. Effect of chitosan coating on shelf life and quality of fresh-cut mushroom. *Journal of Food Quality* **30**:623-645.
- Embuscado M. E., Huber K. C.** 2009. Edible films and coatings for food applications. Nueva York. Editorial Springer Science y Business Media, 1890 p.
- Falguera V., Quintero. P., Jiménez A., Muñoz J. A., Ibarz A.** 2011. Edible films and coatings: Structures, active function and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology* **22**:292-303.
- Famá L., Rojas A. M., Goyanes S., Gerschenson L.** 2003. Películas comestibles de aplicación industrial. Jornadas SAM/CONAMET/SIMPOSIO MATERIA 2003. [En línea] <http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/bariloche/Trabajos/A10/1021.PDF> Consultado en septiembre 2011.
- Famá L., Rojas A. M., Goyanes S., Gerschenson L.** 2004. Comportamiento mecánico dinámico de películas comestibles a bajas temperaturas, influencia del contenido de sorbato y grado de acidez. Congreso CONAMET/SAM 2004. [En línea] <http://www.materiales-sam.org.ar/sitio/biblioteca/laserena/30.pdf> Consultado en septiembre 2011.
- Ladaniya M. S.** 2008. Preharvest factors affecting fruit quality and postharvest life. *Citrus Fruit Biology, Technology and Evaluation*. 79-101 p.
- Lucera A., Costa C., Mastromatteo M., Conte A., Del Nobile M. A.,** 2011. Influence of different packaging systems on fresh-cut zucchini (*Curcubita pepo*). *Innovative Food Science and Emerging Technologies* **11**: 361-368.
- Mahdi-Ojagh S., Rezaei M., Hadi-Razavi S., Hashem-Hasseini S. M.** 2010. Effect of chitosan coatings enriched with cinnamon oil on the quality of refrigerated rainbow trout. *Food Chemistry* **120**:193-198.
- Majeti N. V., Kumar R.** 2000. A review of chitin and chitosan applications. *Reactive and Functional Polymers* **46**:1-27.

Martínez-Romero D., Alburqueque N., Valverde J. M., Guillén F., Castillo S., Valero D., Serrano M. 2006. Postharvest sweet cherry quality and safety maintenance by *Aloe vera* treatment: A new edible coating. *Postharvest Biology and Technology* **39**:93-100.

Ohlsson T. 2003. Minimally processed foods. *Encyclopedia of Food Science and Nutrition*. 4023-4027 p.

Romero-Bastida C. A., Martín-Polo M. O., Velázquez G., Torres J. A. 2004. Effect of plasticizer, pH and hydration on the mechanical and barrier properties of zein and ethylcellulose films. *Ciencia y Tecnología Alimentaria* **4** (4):251-256.

Sharma R.M., Singh R.R. 2000. Harvesting, postharvest handling and physiology of fruits and vegetables. In: Verma L.R., Joshi V.K., editors. *Postharvest technology of fruits and vegetables Vol. 1. Handling, processing, fermentation and waste management*. Tagore Garden, New Delhi. Editorial Industrial Publishing Company. 983 p.

Serrano M., Valverde J. M., Guillén F., Castillo S., Martínez-Romero D., Valero D. 2006. Use of *Aloe vera* gel coating preserves the functional properties of table grapes. *J. Agric. Food Chem.* **54**: 3882-3886.

Valverde J. M., Valero D., Martínez-Romero D., Guillén F., Castillo S., Serrano M. 2005. Novel edible coating based on *Aloe vera* gel to maintain table grapes quality and safety. *J. Agric. Food Chem.* **53**:7807-7813.

Zwietering M. H. 2002. Quantification of microbial quality and safety in minimally processed foods. *International Dairy Journal* **12**:263-271.