

# Películas y recubrimientos comestibles: una alternativa favorable en la conservación poscosecha de frutas y hortalizas

*Eatable films and coverings: a favorable alternative in the postharvest conservation of fruits and vegetables*

Ing. Daybelis Fernández Valdés<sup>1</sup>, Dra. Silvia Bautista Baños<sup>2</sup>, Ing. Dayvis Fernández Valdés<sup>III</sup>, M.Sc. Arturo Ocampo Ramírez<sup>III</sup>, Dr.C. Annia García Pereira<sup>1</sup>, Dr.C. Alejandro Falcón Rodríguez<sup>IV</sup>

<sup>1</sup> Universidad Agraria de La Habana, Facultad de Ciencias Técnicas, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

<sup>II</sup> Instituto Politécnico Nacional-Centro de Desarrollo de Productos Bióticos, Yautepec, Morelos, México.

<sup>III</sup> Instituto Politécnico Nacional, Escuela Superior de Ingeniería Mecánica y Eléctrica, Unidad Zacatenco Sección de Estudios de Posgrado e Investigación, Ciudad de México, México.

<sup>IV</sup> Instituto Nacional de Ciencias Agrícolas (INCA), Departamento de Fisiología y Bioquímica Vegetal, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba.

**RESUMEN.** El creciente interés de los consumidores hacia productos sanos, nutritivos, naturales y que beneficiosos para la salud, ha orientado y motivado investigaciones hacia el desarrollo de películas y recubrimientos comestibles aplicados a productos hortofrutícolas, como una alternativa para cubrir estas necesidades. Estos se aplican con el objetivo de extender la vida útil de los alimentos y proveen la posibilidad de mejorar la seguridad del producto mediante la limitación de transferencia de humedad, oxígeno y compuestos responsables del sabor, color y aroma. El empleo de películas y recubrimientos comestibles a base de polisacáridos, proteínas, lípidos, aditivos y compuestos activos ha jugado un papel importante en la industria de alimentos y han demostrado ser efectivos en la conservación de frutas y hortalizas controlando transferencia de gases, crecimiento microbiano, así como manteniendo las características deseadas por los consumidores como, apariencia fresca, firmeza, brillo, color, calidad y valor comercial. La finalidad de esta revisión bibliográfica es demostrar que la utilización de cubiertas comestibles ayuda a la conservación y calidad de frutas y hortalizas.

**Palabras clave:** Cubiertas comestibles, preservación de frutas y hortalizas.

**ABSTRACT.** The growing interest of the consumers toward healthy, nutritious, natural products and its benefit for the health has guided and motivated researches toward the development of edible films and coverings applied to fruit and vegetable products. These coverings are applied with the objective of extending the lifespan of the foods and they provide the possibility to improve the security of the product by means of the limitation of the transfer of humidity, oxygen and compound responsible for the flavor, color and aroma. The employment of edible film and coverings of polysaccharides, proteins, lipids, preservatives and active compounds have played an important role in the industry of foods and they have demonstrated to be effective in the conservation of fruits and vegetables controlling the transfer of gases, microbial growth, as well as maintaining the characteristics wanted by the consumers such as fresh appearance, stability, shine, color, quality and commercial value. The purpose of this bibliographical revision is to demonstrate that the use of edible coverings helps to the conservation and quality of fruits and vegetables.

**Keywords:** Eatable coverings, preservation of fruits and vegetables.

## INTRODUCCIÓN

Se estiman que las pérdidas poscosecha de los productos hortofrutícolas que se producen en el mundo sobrepasan el 20%, debido a deterioros microbiológicos y fisiológicos, como consecuencia de factores de orden tecnológico como inadecuado proceso de recolección, empaques no apropiados e insuficientes

vías para la transportación, entre otros, lo que se traduce en un corto período de almacenamiento (Almeida *et al.*, 2011).

Con el objetivo de evitar o minimizar los efectos adversos de los factores citados y conjuntamente prolongar la vida poscosecha de los productos hortofrutícolas se han implementado

diferentes tecnologías, entre ellas se pueden mencionar, el almacenamiento a bajas temperaturas, aplicación de radiaciones gamma y ultravioleta, el control biológico, la conservación por atmósfera controlada, la utilización de empaques plásticos, el uso de películas y la aplicación de recubrimientos comestibles, entre otras (Núñez *et al.*, 2012; Aguilar, 2012).

Esta última revelando un papel significativo en la vida de anaquel de los alimentos debido a que reducen la pérdida de agua, permiten el control respiratorio, retrasan el envejecimiento y mejoran la calidad y valor comercial de los mismos, manteniendo sus atributos de calidad y valor nutritivo. Por tal motivo muchos investigadores han dedicado su estudio sobre el uso de estas tecnologías aplicadas a una amplia gama de productos hortofrutícolas<sup>1,2,3</sup> (Vargas *et al.*, 2007; Díaz *et al.*, 2010; Restrepo y Aristizába, 2010)

Un recubrimiento comestible (RC) se puede definir como una matriz transparente continua, comestible y delgada, que se estructura alrededor de un alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento con el fin de preservar su calidad y servir de empaque. Por otra parte, una película comestible (PC) es una matriz preformada, obtenida por moldeo, cuyo espesor es siempre es mayor al de los RC (Del-Valle *et al.*, 2005). Dichas soluciones formadoras de la película o recubrimiento pueden estar conformadas por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de éstos. A pesar de sus diferencias, ambas proceden de igual manera frente a diversas sustancias que actúan sobre el alimento como barrera frente al transporte de gases y vapor de agua durante su conservación (Vasconez *et al.*, 2009).

En tal efecto, la importancia de potenciar la Agroindustria en Cuba constituye una de las líneas fundamentales que figura en la política económica de nuestro país, donde la estrategia a seguir es la búsqueda de tecnologías factibles que contribuyan al aumento de la producción de alimentos alargando el tiempo de vida útil de los productos. En este sentido, el presente trabajo hace una revisión bibliográfica sobre la aplicación de

tecnologías como películas y recubrimientos comestibles más utilizados en la conservación de frutas y hortalizas, ya que son evidentes sus efectos favorables sobre la minimización de pérdidas postcosecha. Se mencionarán algunas ventajas, propiedades, composición e implementación de las PC y RC más utilizados en la conservación postcosecha de frutas y hortalizas.

### Ventajas y propiedades que presentan los recubrimientos comestibles

Un RC o PC es un material de envoltura (empaque) delgado empleado en la industria de alimentos y que puede ser consumido como parte del mismo, debido a que proviene de polímeros biodegradables, no tóxicos y que ayudan a incrementar la calidad de los alimentos durante su conservación (Sánchez-González *et al.*, 2011). Según (Falguera *et al.*, 2011) las películas y recubrimientos deben presentar ciertas exigencias funcionales que permitan controlar o aminorar las causas de alteración de los alimentos a recubrir, algunas de estas ventajas y propiedades son:

- Ser libres de tóxicos y seguros para la salud.
- Deben requerir una tecnología simple para su elaboración.
- Ser protectores de la acción física, química y mecánica.
- Presentan propiedades sensoriales: deben ser transparentes y no ser detectados durante su consumo.
- Mejoran las propiedades mecánicas y preservan la textura.
- Prolongan la vida útil de alimentos a través del control sobre el desarrollo de microorganismos.
- Pueden regular distintas condiciones de interfase o superficiales del alimento, a través del agregado de aditivos como antioxidantes, agentes antimicrobianos y nutrientes.
- Presentan propiedades de barrera como transferencia de distintas sustancias, adecuada permeabilidad al vapor de agua, solutos y una permeabilidad selectiva a gases y volátiles, desde el alimento hacia el exterior y viceversa, ver Figura 1.



FIGURA 1. Transferencias que pueden ser controladas por barreras comestibles (Adaptado de Falguera *et al.*, 2011).

<sup>1</sup> AVILA, R.; LÓPEZ, A.: "Aplicación de sustancias antimicrobianas a películas y recubrimientos comestibles", Temas selectivos de Ingeniería de alimentos, 2(2): 4-13, 2008  
<sup>2</sup> BARCO, P.L.; BURBANO, A.C.; MOSQUERA, S.A.; VILLADA, H.S.; NAVIA, D.P.: "Efecto del recubrimiento a base de almidón de yuca modificado sobre la maduración del tomate", Revista Lasallista de Investigación, 8(2): 96-103, 2011.  
<sup>3</sup> DÍAZ, G.C.; PÉREZ, L.E.; HERNÁNDEZ, L.C.; RAMÍREZ, M.M.: Desarrollo de un recubrimiento comestible a base de mucílago de linaza y quitosano y su aplicación para extender la vida útil de fresas, En: XII CONGRESO NACIONAL DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS, pp. 1341-1346, México, 2010.

Dichos recubrimientos al controlar transferencia de humedad, gases, y compuestos volátiles, han demostrado la capacidad de mejorar la integridad y la calidad de los alimentos, además de prolongar su vida de almacenamiento. Sin embargo, al recubrir un fruto u hortaliza para retardar la pérdida de humedad, es necesario que exista una cierta permeabilidad al oxígeno y dióxido de carbono para evitar una respiración anaeróbica que podría inducir desórdenes fisiológicos y una pérdida rápida de la calidad y vida de anaquel en los mismos. También, las PC y RC pueden admitir y transportar ingredientes funcionales tales como antioxidantes, antimicrobianos, nutrimentos, sabores y colorantes para destacar la calidad, funcionalidad y seguridad de los alimentos, siendo esta actualmente una de las características más importantes en el uso de cubiertas (Falguera *et al.*, 2011).

### Composición de películas y recubrimientos comestibles

Las PC y RC pueden ser elaborados a partir de una gran variedad de polisacáridos, proteínas y lípidos, solos o en combinaciones que logren aprovechar las ventajas de cada grupo, dichas formulaciones pueden incluir, conjuntamente plastificantes y emulsificantes que se utilizan de diversa naturaleza química con la finalidad de ayudar a mejorar las propiedades finales de la película o recubrimiento. Las mismas presentan bondades como comestibilidad, dureza, transparencia, buenas propiedades de barreras contra el oxígeno y vapor de agua (Ribeiro *et al.*, 2007).

Los polisacáridos y las proteínas son polímeros que forman redes moleculares cohesionadas por una alta interacción entre sus moléculas, estas les confiere buenas propiedades mecánicas y de barrera a gases ( $O_2$  y  $CO_2$ ), por lo cual retardan respiración y envejecimiento de muchas frutas y hortalizas (Eric, 2009). Los polisacáridos son los hidrocoloides más utilizados en la industria alimenticia, ya que forman parte de la mayoría de las formulaciones que actualmente existen en el mercado. Sin embargo; una desventaja que presentan es que son hidrónicos y por lo tanto, constituyen una pobre barrera a la pérdida de humedad. Los utilizados en la formación de recubrimientos comestibles son: las pectinas de alto y bajo metoxilo, la celulosa y sus derivados, el alginato, el quitosano, la dextrina, el carragenato, y las goma arábiga, entre otros (Krochta y Mulder-Johnston, 1997).

Los lípidos se caracterizan por ser hidrofóbicos y no poliméricos, presentando excelentes propiedades de barrera frente a la humedad, sin embargo, su falta de cohesividad e integridad estructural hace que presenten malas propiedades mecánicas formando recubrimientos quebradizos; sin embargo, reducen la transpiración, la deshidratación, la abrasión en la manipulación posterior y pueden mejorar el brillo y la apariencia de muchos de los alimentos. Dentro del grupo de lípidos aplicados a recubrimientos y películas comestibles se pueden mencionar las ceras (abejas, candelilla y carnauba), resinas, monoglicéridos, diglicéridos y los ácidos grasos tales como el ácido esteárico,

palmitico, láurico y oleico, entre otros (Kester y Fennema, 1986).

Otros componentes de gran importancia en la elaboración de PC y RC son los plastificantes y emulsificantes. En el caso particular de los plastificantes (moléculas pequeñas de bajo peso molecular), se adicionan con el objetivo de mejorar la flexibilidad y funcionabilidad de los recubrimientos, haciéndolos menos frágiles. Dentro de los agentes plastificantes más utilizados se encuentran: el glicerol, ácidos grasos, sorbitol, aceites, ceras y otros, mientras que, los emulsificantes favorecen la dispersión del lípido en la matriz hidrocoloide y reducen la actividad de agua superficial, además también se emplea la adición de antioxidantes a fin de mejorar las propiedades y la capacidad de las cubiertas<sup>4</sup>.

### Conservación de frutas y hortalizas mediante recubrimientos comestibles

El mecanismo por el cual los recubrimientos conservan la calidad de frutas y vegetales es debido a que crean una barrera física a los gases, permitiendo modificar la atmósfera interna de la fruta y de esta manera retardar la maduración y senescencia<sup>5</sup> (Rojas-Grau *et al.*, 2009). El desarrollo de recubrimientos a base de polisacáridos ha conllevado un incremento significativo en la industria alimenticia por las variedades de aplicaciones que estos confieren y en la magnitud de productos que pueden ser tratados, entre los polisacáridos más utilizados en la elaboración de PC y RC se encuentran los derivados de la celulosa, el almidón, quitosano, alginato, carragenina, pectina, entre otros (Cagri *et al.*, 2004<sup>6</sup>). Ellos presentan una interesante alternativa debido a su fácil procesamiento, bajo costo, abundancia, no tóxico, y fácil manipulación, lo que ayudaría a las necesidades de alcanzar una agricultura sostenible (Bautista-Baños *et al.*, 2005).

Sin duda uno de los avances de mayor interés actual y perspectivas de futuro es la utilización de polímeros comestibles y biodegradables obtenidos a partir de macromoléculas de origen natural. Aunque el uso de biopolímeros parece algo novedoso, la realidad es que ya se empleaban en la antigüedad, aunque quizás con otra perspectiva. Durante los siglos trece y catorce, ya se practicaba en China el recubrimiento de naranjas y limones por inmersión en ceras para retardar la pérdida de agua y con igual fin se recubría la carne con manteca en Inglaterra en el siglo dieciséis y desde 1930 en Estados Unidos se empezó a utilizar comercialmente la cera en naranjas y manzanas para mejorar su presentación y calidad, reducir la pérdida de agua o aplicar fungicidas superficiales para retardar sus modificaciones (Cagri *et al.*, 2004).

### Atributos del quitosano como cubierta

El quitosano (CH) es uno de los polisacáridos más utilizados, el mismo se obtiene del exoesqueleto de crustáceos, alas de algunos insectos, pareces celulares de hongos, algas y otros, mediante la desacetilación parcial de la quitina (Kucukgulmez *et al.*, 2011), ofrece un amplio potencial que puede ser aplicado a la industria alimentaria debido a sus propiedades

<sup>4</sup> AGUILAR, M.A.: Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate, 69pp., Tesis (en opción al Título de Maestro en Tecnología Avanzada), Instituto Politécnico Nacional, México, 2005.

<sup>5</sup> ROJAS, M.A.: Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: Una nueva estrategia de conservación, 310pp., Tesis (en opción al grado científico de Doctor en Ciencias), Universidad de Lleida, España, 2006.

<sup>6</sup> CAGRI, A.; USTUNOL, Z.; RYSER, E.T.: "Antimicrobial edible films and coatings", Journal of Food Protection, 67(4): 833-848, 2004.

fisicoquímicas particulares, tales como biodegradabilidad y biocompatibilidad con los tejidos humanos. Este compuesto de origen biológico se ha convertido en los últimos años en el preferido debido a su capacidad para formar RC y PC, por no ser tóxico, su abundancia en la naturaleza y a sus propiedades antimicrobianas y antifúngicas que lo hacen ser de vital interés para la preservación de muchos alimentos (Aider, 2010).

En la industria de frutas y hortalizas se ha encontrado que el CH tiene la capacidad de retardar el crecimiento de algunos microorganismos que son mortales en la etapa de postcosecha. Aunque la actividad antimicrobiana del quitosano ha sido comprobada contra diferentes tipos de microorganismos, varios estudios han demostrado que ésta es mayor contra bacterias que contra hongos (Ziani *et al.*, 2009).

En la literatura se ha confirmado que la capacidad fungicida del quitosano está correlacionada en gran medida con su concentración, encontrando a su vez que medios suplementados con altas concentraciones de quitosano son capaces de inhibir el crecimiento de micelios, en patógenos tales como *Alternaria alternata*, *Bipolaris oryzae*, *Botrytis cinerea*, *Cladosporium cucumerinum*, *Fusarium oxysporum*, entre otros (Bautista-Baños *et al.*, 2006; Badawy y Rabea, 2011).

Mediante la evaluación del efecto del moho gris (*Botrytis cinerea*), sobre tejidos de frutos de pimiento en presencia de quitosano, se pudo determinar que el hongo sufrió daño celular en las hifas invasoras y se redujo la producción de poligalacturonasa, lo cual justificaría la conservación de la firmeza de los tejidos (El Ghaouth *et al.*, 1992). También la composición de recubrimientos comestibles a base de goma arábiga (GA) a diferentes concentraciones (5, 10, 15 y 20% w/v), quitosano 95% desacetilado (0,5, 1,0 y 1,5% w/v) y películas compuestas de goma arábiga + quitosano (GA + CH) han sido aplicadas sobre frutos frescos de banano, con el objetivo de determinar su potencial en el control de *Colletotrichum musae*, hongo causante de la antracnosis en el fruto, que afecta la calidad postcosecha y se desarrolla con mayor facilidad durante el transporte y almacenamiento de la fruta (Maqbool *et al.*, 2010).

El CH es una sustancia que permite ser utilizada de conjunto con otros compuestos como es el caso de su mezcla con

almidones, proteínas y lípidos, donde han demostrado poseer las características deseables para los productos frescos: buenas propiedades de barrera, insípidos y transparentes (Atarés *et al.*, 2010), tal es el caso de su combinación con carboximetilcelulosa para aumentar la vida de almacenamiento de uva, encontrando que la combinación de estos compuestos disminuyen la tasa respiratoria de esta fruta y aumentan la resistencia mecánica a los daños (Sánchez-González *et al.*, 2011).

Además es capaz de actuar en combinación con aceites esenciales de diferentes orígenes, estos son ampliamente conocidos por conferirle al producto atributos sensoriales y poseer características como capacidad antioxidante y antimicrobiana, con importantes perspectivas para el control de crecimiento de microorganismos patógenos y alterantes como es el caso del aceite de bergamota, canela, vainilla, rosas, cítricos como el limón, mandarina y naranja, entre otros. Asimismo resultaron ser favorables los aceites esenciales de limón y naranja en películas comestibles de CH al 1% y 2% encontrando una reducción significativa en la presencia de coliformes, psicrófilos, hongos y levaduras a fin de ser usadas en la biopreservación del mango mínimamente procesado (Rico *et al.*, 2012).

Los almidones de diferentes fuentes como trigo, maíz, papa y yuca se han utilizado como recubrimientos de la misma manera, obteniendo, con este último, películas con buenas propiedades de flexibilidad y permeabilidad al vapor de agua (Parra *et al.*, 2004). Igualmente (Dussán-Sarria *et al.*, 2014) evaluó en un estudio un recubrimiento comestible a base de almidón de yuca; pero con la incorporación de glicerol, cera de carnauba y aceite de canola en mangos cv *Tommy Atkins* mínimamente procesado manteniendo con este los atributos de calidad sensorial, físicos y químicos y logrando prolongar su vida útil hasta 24 días en condiciones de refrigeración (5±1°C y 90±2% de HR), en relación a este mismo fruto se han demostrado efectivos recubrimientos a base de cera de carnauba y cera de abejas en estudios realizados por (Dang *et al.*, 2008).

A continuación en la Tabla 1 se describe otros estudios de las funciones y componentes utilizados como recubrimientos comestibles reportados por diferentes autores aplicados a productos hortofrutícolas.

**TABLA 1. Recubrimientos comestibles aplicados a frutas y hortalizas**

| Aplicación | RC  | Función  | Referencia                        |
|------------|---|--|-----------------------------------|
| Mango      | Quitosano   | Reducción en la pérdida de agua, propiedades sensoriales y se inhibió el crecimiento de microorganismos. | (Chien <i>et al.</i> , 2007)      |
|            | Almidón de papa y yuca                                    | Mantuvo la apariencia, color, firmeza y reducción de respiración.  | (Navarro <i>et al.</i> , 2011)    |
| Banano     | Ácido ascórbico, cloruro de Calcio, cisteína, Carragenina | Reducción del pardeamiento enzimático y mantenimiento de la firmeza <sup>1</sup> .                       |                                   |
| Brócoli    | Quitosano   | Reducción de la carga microbiana mesófila <sup>2</sup> .   |                                   |
| Manzana    | Alginato, goma gellan                                     | Reducción de pérdida de humedad.<br>Ralentización de la respiración                                      | (Rojas-Graü <i>et al.</i> , 2007) |

| Aplicación | RC   | Función  | Referencia   |
|------------|--|--|--|
| zanahoria  | Cera de abeja, gomas (Guar y Xanthan), aceite de canola, tintura de propóleo | Inhibición del crecimiento de mohos y levaduras.<br>Reducción de pérdida de peso y color.  | Moreno Herrera, 2013                                       |
| Fresa      | Mucílago de cactus<br>Quitosano  | Mantuvo la textura, color y atributos sensoriales.<br>Barrera a los gases, reducción de pérdida de humedad y efecto antifúngico <sup>3</sup> . | (Del-Valle <i>et al.</i> , 2005)<br>(Assis y Pessoa, 2004) |
|            | Quitosano, almidón con aceite esencial de canela                             | Mantuvo el contenido de fenoles totales y capacidad antioxidante.<br>Retrasó el desarrollo microbiano.   | (López <i>et al.</i> , 2012)                               |
| Pera       | Metilcelulosa  | Reducción del pardeamiento.  | (Olivas <i>et al.</i> , 2003)                              |
| Tomate     | Cera de laurel, aceite de oliva, Tween 80, propilenglicol, glicerol, glucosa | Buenas características funcionales y mecánicas.<br>Reducción de la pérdida de peso, una mayor firmeza y buena apariencia.                      | Andrade <i>et al.</i> , 2014                               |

## CONCLUSIONES

- Al regular transferencia de humedad, oxígeno, dióxido de carbono, aroma, y compuestos de sabor en alimentos, los recubrimientos y películas comestibles han demostrado la capacidad de mejorar la calidad sensorial y nutricional, generar valor agregado y prolongar su vida de anaquel.
- Los recubrimientos comestibles a base de quitosano como queda demostrado en muchos estudios mejoran la calidad del producto tratado, retrasan la maduración y deterioro de los mismos, incrementando características como contenido de sólidos solubles, acidez titulable y contenido de ácido ascórbico, preservando de tal forma sus atributos comerciales y alimenticios.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGUILAR, J.M.: *Métodos de conservación de alimentos*, ed. Eugenia López Buendía, Ed. Red Tercer Milenio, t. Primera edición, ISBN-978-607-733-150-6, 2012.
- AIDER, M.: "Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry", *Food science and technology*, ISSN: 1344-6606, 43: 837 – 842, 2010.
- ALMEIDA, A.; REIS, J.D.; SANTOS, D.; VIEIRA, T.; MARIANA, da C.: "Estudio de la conservación de la papaya (*Carica papaya* L.) asociado a la aplicación de películas comestibles", [en línea] *Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos.*, ISSN-2218-4384, 2 (1): 12, 2011. Disponible en: <http://ri.ufs.br:8080/handle/123456789/71> [Consulta: 12 de diciembre de 2014].
- ANDRADE, J.; ACOSTA, D.; BUCHELI, M.; LUNA, G.C.: "Elaboración y evaluación de un recubrimiento comestible para la conservación postcosecha del tomate de árbol *Cyphomandra betacea* cav. sendt/preparation and evaluation of an edible coating for tomato tree *Cyphomandra betacea* cav. sendt post-harvest conse", [en línea] *Revista de Ciencias Agrícolas*, 30 (2), 2014. Disponible en: <http://revistas.udenar.edu.co/index.php/rfacia/article/view/1675> [Consulta: 17 de noviembre de 2014].
- ATARÉS, L.; BONILLA, J.; CHIRALT, A.: "Characterization of sodium caseinate-based edible films incorporated with cinnamon or ginger essential oils", [en línea] *Journal of Food Engineering*, DOI-doi: 10.1016/j.jfoodeng.2010.05.018., 100 (4): 678-687, 2010.
- BADAWY, M.E.; RABEA, E.: "A Biopolymer Chitosan and Its Derivatives as Promising Antimicrobial Agents against Plant Pathogens and Their Applications in Crop Protection", [en línea] *International Journal of Carbohydrate Chemistry*, DOI-10.1155/2011/460381, 2011: 1-29, 2011.
- BAUTISTA-BAÑOS, S.; HERNÁNDEZ-LAUZARDO, A.N.; VELÁZQUEZ-DEL VALLE, M.G.; HERNÁNDEZ-LÓPEZ, M.; AIT BARKA, E.; BOSQUEZ-MOLINA, E.; WILSON, C.L.: "Chitosan as a potential natural compound to control pre and postharvest diseases of horticultural commodities", [en línea] *Crop Protection*, DOI-doi: 10.1016/j.cropro.2005.03.010, 25(2), 2006.
- CHIEN, P.; SEP, F.; YANG, F.: "Effects of edible chitosan coating on quality and shelf life of sliced mango fruit", *Journal of Food Engineering*, ISSN: 0260-8774, 78: 225-229, 2007.
- DANG, K.; SINGH, Z.; SWINNY, E.: "Edible coatings influence fruit ripening, quality and aroma biosynthesis in mango fruit", *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, DOI: 10.1021/jf072208a 56(4): 1361-1370, 2008.
- DEL-VALLE, V.; HERNÁNDEZ-MUÑOZ, P.; GUARDA, A.; GALOTTO, M.: "Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life.", *Food Chemistry*, ISSN: 0308-8146. DOI: 10.1016/j.foodchem.2004.07.002 91(4), 2005.
- DUSSÁN-SARRIA, S.; TORRES-LEÓN, C.; HLEAP-ZAPATA, J.I.: "Efecto de un Recubrimiento Comestible y de Diferentes Empaques durante el Almacenamiento Refrigerado de Mango Tommy Atkins Minimamente Procesado", [en línea] *Información tecnológica*, ISSN-0718-0764, DOI-10.4067/S0718-07642014000400014, 25(4): 123-130, 2014. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_ar](http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_ar)