

# Películas comestibles como alternativa para mitigar las pérdidas poscosecha en frutas

Edible films as an alternative to reduce post-harvest losses on fruits

**Carla María Blanco-Lizarazo\***, Jesús Antonio Galvis V y Ángela María Farias-Campomanes

Grupo de investigación “Conservación de Frutas y hortalizas”, programa de Ingeniería de Alimentos, Facultad de Ingeniería, Fundación Universitaria Agraria de Colombia.

**Fecha de recepción:** febrero de 2019 / **Fecha de aceptación:** junio de 2019

## Resumen

Cada vez es mayor la demanda de los consumidores por productos sanos, nutritivos, naturales y beneficiosos para la salud, lo cual ha motivado y orientado investigaciones hacia el desarrollo de películas y recubrimientos comestibles aplicados a productos hortofrutícolas como una alternativa para satisfacer estas necesidades.

Las películas y los recubrimientos comestibles se aplican con el objetivo de extender la vida útil de los alimentos y proveen la posibilidad de aumentar la seguridad del producto a través de la barrera que presentan a la transferencia de humedad, oxígeno y compuestos responsables de sabor, color y aroma. El uso de recubrimientos comestibles a base de polisacáridos, proteínas, lípidos, aditivos y compuestos activos juega un papel importante en la industria de alimentos y ha demostrado ser efectivo en la conservación de frutas y hortalizas, ya que controlan la transferencia de gases, el crecimiento microbiano y mantienen las características deseadas por los consumidores, como la apariencia fresca, la firmeza, el brillo, el color, la calidad y el valor comercial de un alimento fresco.

**Palabras clave:** sabor, color, aroma, crecimiento microbiano.

\* Correspondencia: Blanco.olga@uniagraria.edu.co

## Abstract

Currently the demand of consumers for healthy, nutritive and natural food is high. This panorama has increased research about the development of edible films and coatings for vegetables and fruits as an alternative to fulfill these requirements. Edible films and coatings are applied for extend shelf life and allowed enhancing the safety of the product because are a good barrier against vapor, oxygen, and compounds related to taste, color and aroma. The application of different components like polysaccharides, proteins, lipids, additives and other active compounds in different kinds of edible films has been efficient for fruits preservation because controlled gas transfer, microbial growth, and maintain quality characteristics for consumers as fresh appearance, firmness, brightness, color, and cost of fresh food.

**Keywords:** taste, color, aroma, microbial growth.

## Introducción

Se estima que las pérdidas poscosecha de los productos hortofrutícolas a nivel mundial sobrepasan el 20 % y sus causas son de índole mecánico, fisiológico, biológico y físico. Entre las razones se incluye también el incorrecto proceso de recolección, el uso de empaques inadecuados y las vías ineficientes para el transporte de los productos, entre otros, lo cual se traduce en un corto periodo de vida útil (Almeida, Reis, Santos, Vieira y da Costa, 2011). En Colombia, estas pérdidas fluctúan entre el 25 % y el 80 % de la producción total y son asociadas al daño mecánico, físico y biológico, este último causado por la presencia de insectos y microorganismos en las superficies, los cuales están presentes en concentraciones de 3 a 4 Log UFC.g<sup>-1</sup> de mohos y levaduras y  $\geq 6$  Log UFC.g<sup>-1</sup> de bacterias, aproximadamente. El daño biológico genera cambios indeseables en apariencia, aromas e invasión al interior de la fruta, comprometiendo la inocuidad del producto y acelerando su deterioro (Min y Krochta, 2005).

Por otro lado, Cagri, Ustunol y Ryser (2004) afirman que cada vez es más alto el número de consumidores que demandan alimentos de alta calidad y frescos, actualizando el concepto de empaques activos, los cuales alteran las condiciones alrededor del alimento para mantener en el producto la calidad y la frescura, proveyendo propiedades sensoriales y aumentando su vida útil. Esta situación ha llevado a los investigadores a desarrollar tecnologías amigables con el medioambiente a través de

la búsqueda y el uso de materiales naturales, entre los que sobresalen los polisacáridos, las proteínas, los lípidos y las mezclas de estos compuestos para ser utilizados como recubrimientos comestibles en la superficie de frutas y hortalizas, con el objetivo de controlar el crecimiento de patógenos y acciones de deterioro, causados por agentes externos que ocasionan defectos en la maduración, así como prolongar la vida útil con la reducción de la transferencia de gases y vapor de agua (Fernández, Echeverría, Mosquera y Paz, 2017).

Los principales métodos para la conservación a nivel industrial de frutas en fresco son la desinfección por aspersión, inmersión y el almacenamiento en refrigeración; sin embargo, los agentes antimicrobianos usados para la desinfección se difunden rápidamente de la superficie del producto a su interior, lo que reduce la concentración mínima inhibitoria para controlar microorganismos alterantes y patógenos (Min y Krochta, 2005). Respecto a la refrigeración, los resultados encontrados en moras por Horvitz, Chanaguano y Arozarena (2017) muestran que durante el almacenamiento refrigerado se mantiene constante la población de mohos y levaduras. Por otro lado, este método no disminuye la pérdida de masa, la cual incrementa constantemente hasta el 9 % después de 10 días en refrigeración. Por tanto, se hace importante diseñar métodos para aumentar la vida útil de las frutas sin alterar sus características físicas, sensoriales y nutricionales.

Un recubrimiento comestible se puede definir como una matriz transparente continua, comestible y delgada que se

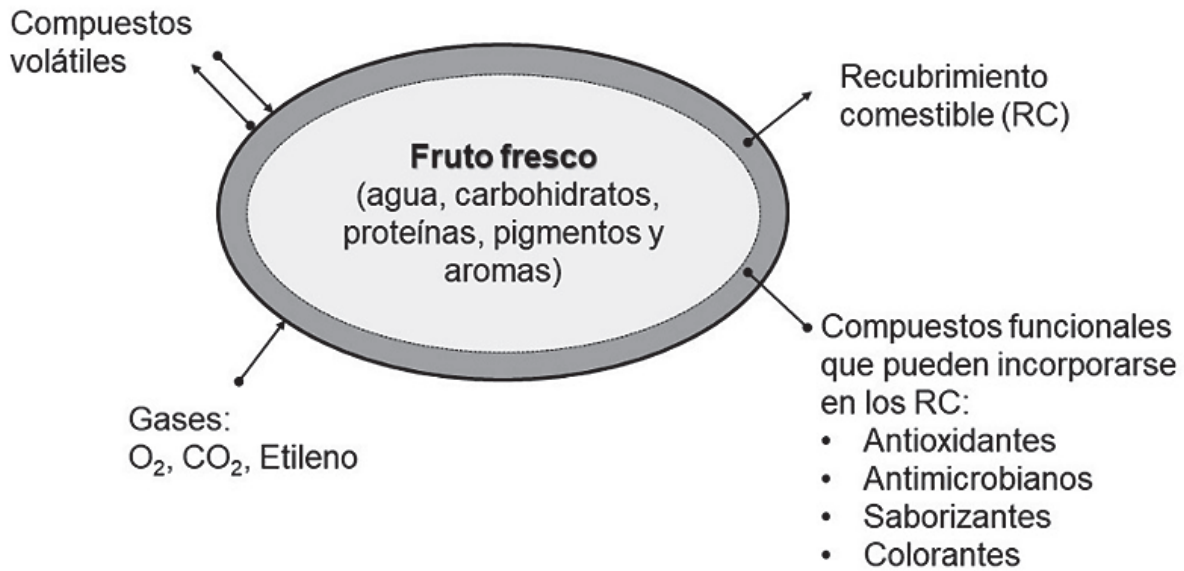
estructura alrededor de un alimento, generalmente mediante la inmersión de este en una solución formadora de recubrimiento, con el fin de preservar su calidad y servir de empaque. Las soluciones formadoras de películas o de recubrimientos comestibles pueden estar conformadas por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de estos (Rhim, 2004; Vásconez, Flores, Campos, Alvarado y Gerschenson, 2009). Sánchez, Vargas, González, Chiralt y Cháfer (2011) sostienen que un recubrimiento o una película comestible es un material de envoltura (empaque) delgado empleado en la industria de alimentos y que puede ser consumido como parte de este, debido a que proviene de polímeros biodegradables, no tóxicos y que ayudan a mantener la calidad de los alimentos durante su conservación.

En consecuencia, la aplicación de películas comestibles en frutas podría ser una alternativa viable debido a que estas matrices permiten: (1) controlar la permeación de diversos gases implicados en la maduración del producto y reacciones de deterioro, (2) mitigar el crecimiento bacteriano, (3) reducir la migración de humedad, grasas, solutos, y (4) conservar

las características sensoriales del fruto (figura 1) (Falcó *et al.*, 2019; Min y Krochta, 2005). Por otro lado, pueden generar mayor control en el crecimiento microbiano respecto a otras alternativas convencionales como la desinfección por aspersión o inmersión, debido a que la incorporación de antimicrobianos en películas comestibles reduce la difusión hacia el interior del alimento (Min y Krochta, 2005), lo que permitiría conservar la concentración mínima inhibitoria en la superficie del fruto durante más tiempo. Además, las películas comestibles presentan una alternativa verde de conservación de alimentos porque reducen los desechos por envases, los cuales representan una problemática ambiental creciente. Asimismo, minimizan el uso de aditivos químicos para la conservación, lo cual se enmarca en dos megatendencias en el diseño de alimentos (Falcó *et al.*, 2019; Torres-León *et al.*, 2018).

El objetivo de esta revisión es presentar las principales propiedades de las películas comestibles, los mecanismos de acción y los avances recientes de su aplicación en frutas, así como las perspectivas más importantes para futuras investigaciones.

Figura 1. Transferencias controladas por barreras comestibles



Fuente: adaptado de Falguera, Quintero, Jiménez, Muñoz e Ibarz (2011).

## Conceptos básicos de las películas comestibles

El uso de películas comestibles ha suscitado alto interés por la mitigación del crecimiento microbiano, el control en la permeación de gases y la disminución en la pérdida de humedad. En consecuencia, la aplicación de recubrimientos comestibles podría aumentar la calidad, la vida útil del producto y su inocuidad, así como conservar su valor nutricional y características sensoriales (Villegas y Albarracín, 2016).

La aplicación de películas comestibles en frutas y vegetales ha aumentado por su impacto en la frescura asociada al control del intercambio de oxígeno y dióxido de carbono

entre el producto y el ambiente, así como en la mitigación del crecimiento bacteriano a través de la adición de antimicrobianos. Por otro lado, reducen la migración de humedad, grasas, solutos y permiten la retención de volátiles asociados con el *flavor* (Falcó *et al.*, 2019; Min y Krochta, 2005). Adicionalmente, el mercado global de películas comestibles seguirá aumentando, ello asociado con la necesidad de proponer estrategias verdes en alimentos para minimizar el uso de aditivos químicos, disminuir la generación de desechos y aumentar la vida útil de alimentos frescos (Falcó *et al.*, 2019).

En el diseño de películas comestibles es necesario considerar de manera holística las necesidades de conservación de frutas. Por consiguiente, se requiere la incorporación

de múltiples componentes de diversa naturaleza química, así como emulsificantes, antioxidantes y antimicrobianos. Por lo tanto, es deseable diseñar una película comestible que contenga hidrocoloides, componentes de naturaleza lipídica y antimicrobianos con denominación gras (generalmente reconocidos como seguros, por sus siglas en inglés), debido a que la mayoría de las películas compuestas por componentes hidrofílicos e hidrofóbicos presentan mejores propiedades funcionales que los compuestos solamente por hidrocoloides, cuyas propiedades dependen de su compatibilidad, así como su heterogeneidad microestructural (Palou, Ali, Fallik y Romanazzi, 2016; Galus y Kadzińska, 2015). Estas películas compuestas son obtenidas por bicapas o emulsiones, donde los lípidos están dispersos en la matriz de biopolímeros. La mayor desventaja de las películas bicapa es que la técnica de preparación requiere de cuatro etapas: dos de aplicación y dos de secado, lo que dificulta su uso industrial.

## Ventajas y propiedades de los recubrimientos comestibles

Falguera *et al.* (2011) y Fernandez *et al.* (2017) afirman que los recubrimientos comestibles deben presentar ciertas exigencias funcionales que permitan controlar o disminuir las causas de alteración de los alimentos a recubrir. Algunos de estos requisitos son:

- i) Ser libres de tóxicos y seguros para la salud.
  - ii) Requerir de una tecnología simple para su elaboración.
  - iii) Ser protectores de acción física, química y mecánica.
  - iv) Presentar propiedades sensoriales: deben ser transparentes y no ser detectados durante su consumo.
  - v) Mejorar las propiedades mecánicas y preservar la textura.
  - vi) Prolongar la vida útil del alimento a través del control sobre el desarrollo de microorganismos.
  - vii) Pueden regular distintas condiciones de interfase o superficiales del alimento a través de la adición de aditivos como antioxidantes, agentes antimicrobianos y nutrientes.
  - viii) Presentar 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.
- No obstante, resulta importante considerar que cuando se recubre una fruta para retardar la pérdida de humedad es necesario que exista una cierta permeabilidad al oxígeno y al dióxido de carbono para evitar la respiración anaeróbica que puede inducir desórdenes fisiológicos, afectando la calidad y la vida de anaquel en los productos agrícolas (Falguera *et al.*, 2011). En este sentido, Rhim (2004) concluyó que las películas y los recubrimientos comestibles muestran un alto potencial para el control de la transferencia

de humedad, oxígeno, compuestos de lípidos, aroma y sabor en los sistemas de alimentos, trayendo como resultado que mejoran la calidad del alimento y su vida útil, y reducen el uso de materiales plásticos sintéticos.

## Componentes de películas comestibles

Los componentes de las películas comestibles son proteínas, lípidos y carbohidratos. Las proteínas más usadas son: colágeno, gelatina, caseína, proteína de suero lácteo, gluten, proteína de soja, proteína de huevo, miofibrilares, quinoa y queratina. Respecto a los carbohidratos, los más usados son almidones, celulosa y sus derivados, pectina, quitosano, alginatos, carrageninas y goma gellan; los plastificantes usados para incrementar la flexibilidad y la elasticidad son glicerol, sorbitol, monoglicéridos, polietilenglicol y glucosa. En relación con los componentes de naturaleza lipídica, los más usados son aceites vegetales de maíz y girasol, así como ceras (Galus y Kadzińska, 2015; Tavassoli-Kafrani, Shekarchizadeh y Masoudpour-Behabadi, 2016).

Dentro de los carbohidratos, para la elaboración de las películas comestibles cobran especial importancia las gomas de polisacáridos por su potencial de sostenibilidad, biodegradabilidad y bioseguridad. Las gomas se clasifican con base en su origen botánico, forma, carga y estructura química, donde las principales usadas para la conservación de frutas y vegetales son arábica, goma de semillas de

albahaca, xantana, guar, gellan, goma de almendra, tragacanto, goma de durazno, proveniente de linaza, karaya, tara y carragenina (Tahir *et al.*, 2019).

Adicionalmente, las películas comestibles para aplicación en frutas contienen otros componentes como aditivos antipardeamiento, antimicrobianos, antioxidantes, modificadores de textura, colorantes, sabores, nutrientes, especias, surfactantes y plastificantes. Entre los más usados están los plastificantes como monosacáridos, disacáridos, oligosacáridos, polioles y fosfolípidos, los que son compuestos no volátiles, de bajos pesos moleculares y que se adhieren a los polímeros contribuyendo a la flexibilidad y a la fuerza de la película. La desventaja de los plastificantes y otros aditivos es que incrementan la permeabilidad a oxígeno, humedad, aroma y aceites. Adicionalmente, reducen la atracción intermolecular entre cadenas poliméricas (Tavassoli-Kafrani *et al.*, 2016). La selección de un empaque comestible depende principalmente de las características específicas del producto que requiere protección y de las condiciones de almacenamiento.

En general, los hidrocoloides proveen buenas características de barrera contra los gases, pero malas propiedades como barrera contra el agua debido a su carácter hidrofílico. De esta manera, los lípidos por su naturaleza hidrofóbica proveen una barrera efectiva contra la humedad y contribuyen a generar brillo para mejorar la apariencia del producto (Palou *et al.*, 2016). Las películas comestibles a base de lípidos se han usado por siglos para proteger los alimentos y prevenir la pérdida de humedad. El primer

uso reportado fue en China durante el siglo xx en limones y naranjas para prevenir la pérdida de humedad y darles brillo (Galus y Kadzin´ska, 2015).

## Efectos de la aplicación de películas comestibles en frutas

Taqi, Mutihac y Stamatina (2014) prepararon películas comestibles utilizando pectina de manzana y almidón de mandioca con diferentes concentraciones de aceite de *Laurus nobilis* L. y ácido oleico para su aplicación en frutas, los autores concluyeron que las propiedades funcionales y mecánicas de la película dependen de la concentración y la naturaleza de cada uno de los componentes de la formulación. Villegas y Albarracín (2016) aplicaron un recubrimiento comestible de hidroximetilcelulosa y cera de abejas en moras de Castilla, lo que fue efectivo para reducir la fluctuación de acidez titulable, sólidos solubles, índice de madurez, pérdida de peso e índice de respiración. Por otro lado, Ruiz, Ávila y Ruales (2016) aplicaron un recubrimiento comestible en fresas compuesto por glicerol, aceite esencial de canela, almidón, agar-agar, aplicado a una temperatura de 45°C y concluyeron que el tiempo de vida útil aumentó de tres a siete días y no se generó un impacto sensorial negativo en el producto; además, los autores documentaron la influencia de las concentraciones de cada componente, así como la temperatura de aplicación (35 y 45°C). Por su parte, Torres-León *et al.* (2018) diseñaron una película comestible para duraznos a partir de cáscara de mango,

resultando en un producto de buenas propiedades de permeabilidad a oxígeno, etileno y CO<sub>2</sub>, color, capacidad antioxidante y alta hidrofobicidad.

La aplicación de películas comestibles en frutas incorporan solamente componentes de naturaleza hidrofílica, como los resultados encontrados por Mannozi *et al.* (2017), quienes aplicaron películas comestibles de pectinas, alginato y su combinación en arándanos, y demostraron que la aplicación de películas no generó cambios en la pérdida de peso, la materia seca y el pH durante el almacenamiento refrigerado; sin embargo, la aplicación de los recubrimientos indujo cambios en la luminosidad y aumentó la intensidad de color azul y el ángulo hue, lo que podría atribuirse a la disminución en la oxidación o las reacciones de condensación de los compuestos fenólicos y, por tanto, la pérdida de antocianinas. Igualmente, la aplicación de la pectina y alginatos permitió la retención de la firmeza de las frutas, lo que podría explicarse con la reducción de la degradación de pectina y protopectina involucradas en la integridad estructural de las frutas. Asimismo, los autores encontraron que estos materiales de película reducen las cinéticas de crecimiento de levaduras y aerobios mesófilos.

## Conclusiones y perspectivas de investigación

De esta revisión se concluye que el diseño de los recubrimientos comestibles aplicados en frutas debe considerar la inclusión de diferentes fuentes como los



polisacáridos, los lípidos y las proteínas en su formulación. Además, se pueden elaborar a base de mezclas de estos y actúan como antioxidantes y antimicrobianos a la vez, ya que se tiene en cuenta que el objetivo de los recubrimientos comestibles es mejorar la calidad de los productos frutícolas, prolongar su vida útil y dar valor agregado al producto, así como disminuir la pérdida de agua, color y regular el pH y la acidez durante el almacenamiento.

Los recubrimientos comestibles son biodegradables, con lo cual se ayuda a proteger el medioambiente. Por último, es importante continuar con las investigaciones que permitan dar continuidad a los recubrimientos comestibles en frutas, la búsqueda de ingredientes con énfasis en hidrocoloides, así como antimicrobianos y antioxidantes gras.

## Referencias

- Almeida, A., Reis, J.D., Santos, D., Vieira, T. y da Costa, M. (2011). Estudio de la conservación de la papaya (*Carica papaya* L.) asociado a la aplicación de películas comestibles. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 2, 49-60.
- Cagri, A., Ustunol, Z. y Ryser, E. (2004). Antimicrobial edible films and coatings. *Journal of Food Protection*, 67, 833-848. Recuperado de <https://doi.org/10.4315/0362-028X-67.4.833>
- Falcó, I., Flores, P., Randazzo, W., Sánchez, G., López, A. y Fabra, M. (2019). Antiviral activity of alginate-oleic acid based coatings incorporating green tea extract on strawberries and raspberries. *Food Hydrocolloids*, 87, 611-618. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.08.055>
- Falguera, V., Quintero, J., Jiménez, A., Muñoz, J. e Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 292-303. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.TIFS.2011.02.004>
- Fernandez, N., Echeverria, D.C., Mosquera, A. y Paz, S. (2017). Estado actual del uso de recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 15, 134. Recuperado de [https://doi.org/10.18684/BSAA\(15\)134-141](https://doi.org/10.18684/BSAA(15)134-141)
- Galus, S. y Kadzińska, J. (2015). Food applications of emulsion-based edible films and coatings. *Trends in Food Science & Technology*, 45, 273-283. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.07.011>
- Horvitz, S., Chanaguano, D. y Arozarena, I. (2017). Andean blackberries (*Rubus glaucus* Benth) quality as affected by harvest maturity and storage conditions. *Scientia Horticulturae* (Amsterdam), 226, 293-301. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2017.09.002>
- Mannozi, C., Cecchini, J.P., Tylewicz, U., Siroli, L., Patrignani, F., Lanciotti, R., Rocculi, P., Dalla Rosa, M. y Romani,

- S. (2017). Study on the efficacy of edible coatings on quality of blueberry fruits during shelf-life. *Journal of Food Science and Technology*, 85, 440-444. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.12.056>
- Min, S. y Krochta, J. (2005). Antimicrobial films and coatings for fresh fruit and Vegetables, in: Jongen, W. (ed.), *Improving the Safety of Fresh Fruit and Vegetables* (pp. 454-492). California: Woodhead Publishing Limited. Recuperado de <https://doi.org/10.1533/9781845690243.3.454>
- Palou, L., Ali, A., Fallik, E. y Romanazzi, G. (2016). GRAS, plant- and animal-derived compounds as alternatives to conventional fungicides for the control of postharvest diseases of fresh horticultural produce. *Postharvest Biology and Technology*, 122, 41-52. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2016.04.017>
- Rhim, J. (2004). Food science and biotechnology.
- Ruiz, M., Ávila, J. y Ruales, J. (2016). Diseño de un recubrimiento comestible bioactivo para aplicarlo en la frutilla (*Fragaria vesca*) como proceso de poscosecha. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 17, 276-287.
- Sánchez, L., Vargas, M., González, C., Chiralt, A. y Cháfer, M. (2011). Use of essential oils in bioactive edible coatings: A review. *Food Engineering Reviews*, 3, 1-16. Recuperado de <https://doi.org/10.1007/s12393-010-9031-3>
- Tahir, H., Xiaobo, Z., Mahunu, G., Arslan, M., Abdalhai, M. y Zhihua, L. (2019). Recent developments in gum edible coating applications for fruits and vegetables preservation: A review. *Carbohydrate Polymers*, 224, 115141. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2019.115141>
- Taqi, A., Mutihac, L. y Stamatina, I. (2014). Physical and barrier properties of apple pectin/cassava starch composite films incorporating laurus nobilis L. Oil and Oleic Acid. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38, 1982-1993. Recuperado de <https://doi.org/10.1111/jfpp.12174>
- Tavassoli, E., Shekarchizadeh, H. y Masoudpour, M. (2016). Development of edible films and coatings from alginates and carrageenans. *Carbohydrate Polymers*, 137, 360-374. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2015.10.074>
- Torres-León, C., Vicente, A., Flores, M., Rojas, R., Serna, L., Álvarez, O. y Aguilar, C. (2018). Edible films and coatings based on mango (var. Ataulfo) by-products to improve gas transfer rate of peach. *Journal of Food Science and Technology*, 97, 624-631. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.07.057>

Vásconez, M.B., Flores, S.K., Campos, C.A., Alvarado, J. y Gerschenson, L. (2009). Antimicrobial activity and physical properties of chitosan–tapioca starch based edible films and coatings. *Food Research International*, 42, 762-769. Recuperado de <https://doi.org/10.1016/j.FOODRES.2009.02.026>

Villegas, C. y Albarracín, W. (2016). Aplicación y efecto de un recubrimiento comestible sobre la vida útil de la mora de castilla (*Rubus glaucus* benth). *Vitae*, 23, 202-210. Recuperado de <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.v23n3a06>