

Artículos de Revisión

ESTADO ACTUAL DEL USO DE RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN FRUTAS Y HORTALIZAS

CURRENT STATUS OF THE USE OF EDIBLE COATINGS IN FRUIT AND VEGETABLES

STATUS ATUAL DO USO DE REVESTIMENTOS COMESTÍVEIS EM FRUTAS E LEGUMES

NATALIA MARCELA FERNÁNDEZ¹, DIANA CAROLINA ECHEVERRÍA²,
SILVIO ANDRÉS MOSQUERA³, SANDRA PATRICIA PAZ⁴

RESUMEN

El incremento sustancial en las pérdidas de productos vegetales a causa las inadecuadas prácticas en el momento de la cosecha, y las derivadas del acondicionamiento y tratamientos posteriores que inciden de manera significativa sobre las características de calidad, afectando además la rentabilidad de un sector que es llamado a fortalecer la alimentación de la humanidad, han suscitado gran inquietud entre los miembros de la cadena de abastecimiento para definir estrategias orientadas a minimizar los impactos y fortalecer la competitividad en los mercados cada vez más exigentes. Los investigadores se han preocupado por el desarrollo de técnicas amigables con el medio ambiente que permitan el uso de materiales naturales como polisacáridos, proteínas, lípidos y la mezcla de éstos compuestos, y ser aplicados como recubrimientos comestibles sobre frutas y hortalizas que permitan controlar el crecimiento de organismos patógenos y la acción deteriorativa de los agentes externos que ocasionan defectos en la ma-

Recibido para evaluación: 17 de julio de 2016. **Aprobado para publicación:** 25 de Marzo de 2017.

- 1 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo CYTBIA. Ingeniera Agroindustrial. Popayán, Colombia.
- 2 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo CYTBIA. Ingeniera Agroindustrial. Popayán, Colombia.
- 3 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo CYTBIA. Ingeniero Industrial de alimentos, Especialista en Gerencia de Producción, Magister en Ingeniería. Popayán, Colombia.
- 4 Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, Grupo CYTBIA. Ingeniera Agroindustrial. Popayán, Colombia.

Correspondencia: smosquera@unicauca.edu.co

duración, para prolongar la vida útil al reducir la transferencia de gases y vapor de agua y ofertar productos de apariencia fresca, elevada calidad nutricional y libres de patógenos.

ABSTRACT

The substantial increase in vegetable product losses are due to improper practices at the time of harvest and those derived from the conditioning and subsequent treatments that impact significantly on its quality characteristics. These also affect the profitability of a sector that is called to strengthen the feeding of humanity, arousing great concern among supply chains, to define strategies to minimize impacts and strengthen competitiveness in increasingly demanding markets. Researchers have been concerned about the development of friendly environmental techniques that allow the use of natural materials such as polysaccharides, proteins, lipids and the mixture of these compounds. These are applied as edible coatings on fruits and vegetables. This process controls the growth of pathogenic organisms and deteriorative action of external agents. These agents cause defects in ripening. The goal is to prolong their lifespan by reducing the transfer of gases and water vapor and offer fresh looking products, with high nutritional quality, free of pathogens.

RESUMO

O aumento substancial nas perdas de produtos vegetais porque as práticas impróprias no momento da colheita, e aqueles derivados do condicionado e tratamentos subsequentes impacto significativo sobre as características de qualidade, afetando também a rentabilidade de um setor que é chamado para fortalecer o poder da humanidade, eles levantaram sérias preocupações entre os membros da cadeia de abastecimento para definir estratégias para minimizar os impactos e fortalecer a competitividade em mercados cada vez mais exigentes. Os investigadores estão preocupados com o desenvolvimento de técnicas amigáveis com o ambiente que permitam o uso de materiais naturais, tais como polissacáridos, proteínas, lípidos e misturas destes compostos, e aplicada como revestimentos comestíveis em frutas e vegetais que irão controlar o crescimento os organismos patogênicos e ação deteriorativa de agentes externos que causam defeitos na maturação, para prolongar a vida, reduzindo a transferência de gases e vapor de água e oferecer produtos que procuram alta qualidade, fresca, nutricional e livre de patógenos.

INTRODUCCIÓN

Los recubrimientos comestibles son definidos como una fina capa de material comestible, depositada en un alimento como cubierta para extender la vida útil de vegetales frescos [1] al reducir procesos metabólicos, facilitar la distribución y la comercialización de los productos alimenticios [2], retardar el crecimiento microbiano y servir como barrera protectora para reducir respiración, retardando el proceso de senescencia y preservando la calidad [3], con el objeto de inhibir o reducir la migración de humedad, oxígeno,

PALABRAS CLAVE:

Poscosecha, Maduración, Recubrimiento comestible.

KEYWORDS:

Postharvest, Ripening, Edible coating.

PALAVRAS-CHAVE:

Pós-colheita, Maturação, Revestimento comestível.

dióxido de carbono y aromas, entre otros, pues promueven barreras semipermeables, además de transportar ingredientes alimenticios como antioxidantes, antimicrobianos y mejorar la integridad mecánica o las características de manipulación del alimento [1].

La composición de los recubrimientos comestibles es muy variada: los polisacáridos y las proteínas son buenos materiales para la formación de recubrimientos ya que muestran excelentes propiedades mecánicas y estructurales, pero presentan una pobre capacidad de barrera frente a la humedad [4], lo que implica una disminución de tasa de respiración en frutas y hortalizas [3], situación que no ocurre con los lípidos debido a sus propiedades hidrofóbicas, especialmente en los que poseen puntos de fusión altos, sin embargo, presentan deficientes propiedades mecánicas que deben contrarrestarse con el uso de aditivos [4]. Entre las ventajas que ofrecen los recubrimientos comestibles esta las propiedades antimicrobianas, permeabilidad selectiva a gases (CO_2 y O_2), mejor apariencia, buenas propiedades mecánicas, biodegradabilidad [5], no son tóxicos, son amigables con el ambiente y de bajo costo [6], se pueden elaborar en combinación de tal forma 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 del recubrimiento [7].

La finalidad de esta revisión es conocer sobre las bondades de los recubrimientos comestibles, su proceso de aplicación, los mecanismos de acción en los productos hortofrutícolas y las tendencias en el campo de la ingeniería.

FUENTES DE OBTENCIÓN

Un recubrimiento comestible se define como el revestimiento de un producto vegetal con una o varias capas finas de material natural y comestible elaborados con biopolímeros naturales de alto peso molecular [8], mientras que la película comestible es también una capa (o varias) fina de material polimérico comestible pero que es primero preformada y después colocada sobre el alimento o entre componentes del mismo [9], por lo que los recubrimientos comestibles son aplicados en forma líquida por inmersión o pulverización formándose la película sobre el alimento [10]. Hoy en día los recubrimientos comestibles son considerados una tecnología prometedora y respetuosa con el medio ambiente ya que reduce la utilización del envasado tradicional como

films plásticos, además son biopolímeros naturales y biodegradables, es decir, que pueden ser obtenidos a partir de recursos naturales o extraídos a partir de los subproductos de las industrias agroindustriales [11], además de ser envases activos cuando se incorporan en su matriz polimérica aditivos naturales con propiedades antimicrobianas y antioxidantes [12].

El uso de recubrimientos comestibles se ha incrementado en las últimas dos décadas debido a sus ventajas ambientales favorables frente a los recubrimientos sintéticos [13]. Las proteínas y los polisacáridos son los más utilizados para su elaboración, siendo los más usados la gelatina que es obtenida por proceso físico, químico o bioquímico de desnaturalización e hidrólisis de colágeno, ampliamente usada debido a su baja gelificación y punto de fusión [14]. La gelatina de pescado ha sido estudiada recientemente, pero tiene algunas limitaciones por la baja resistencia y alta solubilidad en el agua. Otras fuentes son la proteína de soya, las proteínas de suero lácteo que representan el 20% del total de las proteínas en la leche y son comercialmente conocidas como concentrados de proteína de suero lácteo (CPS) por su contenido en proteínas entre 25 y 80% [15]. Dentro de la composición del suero, se pueden encontrar compuestos como agua, lactosa, proteínas con alto valor nutricional, vitaminas hidrosolubles y minerales como sodio, potasio, magnesio, cloruro y fosfato [16].

También se encuentra la zeína de maíz y gluten de trigo [17], colágeno, caseína, proteína de suero, proteína miofibrilar, proteína de la quinua y la queratina [18]. Los recubrimientos comestibles elaborados a partir de polisacáridos son hidrofílicos y permiten la formación de enlaces con hidrógeno [19], que se pueden utilizar para la unión con aditivos. Debido a sus propiedades químicas, estos recubrimientos constituyen una barrera muy eficiente contra el oxígeno, pero deficiente contra la humedad [20], entre ellos, el almidón de yuca que ha tenido gran acogida debido a que presenta buen aspecto, no es adherente, es un recurso de alta disponibilidad en diversas partes del mundo, es brillante y transparente, mejora el aspecto visual de la fruta y puede ser removido con agua, lo que representa una alternativa potencial para ser utilizado en la conservación de frutas y hortalizas, además de ser la base para la obtención de empaques naturales debido a su capacidad de gelificar, moldear y formar recubrimientos [4]. Otros polisacáridos encontrados son la pectina y los derivados de celulosa, los cuales pueden actuar como plastificante natural [21] como por

ejemplo la pectina y el quitosano que es un polímero natural derivado de la desacetilación de la quitina con propiedades tales como biocompatibilidad, biodegradabilidad y formación de filmes, de gran aplicación en el campo de la industria alimentaria [22], por su actividad antifúngica [23], alginato, carragenina, el pululano y la goma de gellan [18].

En cuanto a las sustancias hidrofóbicas, las fuentes lipídicas más usadas se encuentran las ceras animales y vegetales, los aceites esenciales que son considerados una alternativa a los fungicidas químicos para controlar cierto tipo de hongos [24], también están los ácidos grasos, especialmente aquellos que poseen puntos de fusión altos tales como la cera de abejas y cera de carnauba [18], sin embargo, no tienen buenas propiedades mecánicas, las cuales deben contrarrestarse con uso de aditivos en formulaciones en las que se incluye un material hidrocoloide y aditivos como plastificantes, emulsificantes y tensoactivos, dando lugar a recubrimientos compuestos [4]. En los recubrimientos mixtos o compuestos también son utilizados los plastificantes (es decir, glicerol, sorbitol, los monoglicéridos, glicol de polietileno, glucosa) que se utilizan a menudo para aumentar la flexibilidad y elasticidad del recubrimiento [18], presentando ventajas al permitir complementar las deficiencias que se pueden presentar utilizando un sólo recubrimiento, de tal manera que puede reducir la pérdida de peso y conserva las propiedades fisicoquímicas [25].

Se ha comprobado el efecto de los recubrimientos comestibles en guayabas recubiertas con sábila [26] con pérdida de 15,34% frente a 18,65% de la muestra testigo después de 14 días de evaluación, en aguacate recubiertos con 2% de almidón de yuca almacenadas a temperatura ambiental ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) durante 6 días de almacenamiento, donde se observó que al sexto día hubo una pérdida de peso de alrededor de 10,1%, menor que el control (13,36%) [27]. Por su parte, Perdomo e Insuasti [28] encontraron que en fresas recubiertas con propóleo y proteína de soya coadyuvó a una menor tasa de respiración y mantener la coloración roja en los frutos recubiertos durante el periodo de evaluación y conservar el color de una forma eficaz. Se comprobó el efecto del aloe vera, extracto etanólico de propóleo y aceite esencial de naranja sobre el tomate (*Solanum lycopersicum*) donde se encontró mayor eficacia en la tasa de respiración durante los días de evaluación respecto al tratamiento testigo, pero el recubrimiento más eficiente resultó ser el aceite esencial de naranja, ya que presentó mejores resultados

en pérdida de peso, firmeza, acidez titulable y tasa de respiración. También, se ha probado el efecto del recubrimiento de almidón de yuca modificado y aceite esencial de tomillo (*Thymus vulgaris*) sobre la conservación del pimentón (*Capsicum annum*) donde se observó que la aplicación del recubrimiento comestible a base de almidón de yuca modificado y aceite esencial de tomillo, presentó cambios significativos en las propiedades de barrera de las muestras, las cuales mostraron menores pérdidas de peso, además de un retraso en la pérdida de firmeza y disminución del deterioro en comparación a los frutos sin recubrir [29].

FORMA DE PREPARACIÓN

Recubrimientos elaborados a partir de almidón de yuca han sido aplicados en frutos como el pimiento [29], Tomate de árbol [4], Mango [30], Piña [25], y Plátano hartón [31] y elaborados así: se hace la dilución del almidón de yuca en agua, mezcla que se lleva a 70°C bajo agitación constante (1200 rpm) hasta alcanzar la gelificación o coagulación térmica (mecanismo de elaboración de la matriz hidrocoloide del recubrimiento), luego se adicionan los aceites y se continua la agitación por 15 minutos más, tiempo en el cual se consigue una mezcla homogénea y estable, resultado de la interacción generada entre los componentes no polares que conforman los diferentes tratamientos, la acción emulsificante del tween 80 que actúa reduciendo la tensión superficial entre compuestos insolubles y la fuerza mecánica de la agitación que juega un vital en la emulsificación de las soluciones formadores de recubrimientos [4]. Esta metodología puede variar si se utilizan otros almidones, por ejemplo el almidón de avena y plátano que se prepara a 95°C por 10 minutos y 250 rpm, luego se disminuye la temperatura a 60°C para agregar aditivos como betalaínas y se continua la agitación por 15 minutos más a 250 rpm [32].

El Quitosano ha sido aplicado en zanahorias [33], Mango [34], Chirimoya [35], Níspero [36] y kiwi rojo [37] y se obtiene disolviendo 10,0 g kg^{-1} de quitosano en solución de ácido acético (pH 2,0 a 2,3) en virtud de una agitación continua en una placa magnética 2 días a 40°C . Después de la mezcla, la solución formadora de recubrimiento se desgasifica al vacío y se filtra para eliminar las partículas no disueltas. Otra metodología indica que la solución se prepara disolviendo Quitosano (1,5:1,5 g) en agua destilada (80 mL), con un contenido de ácido láctico (0,7 mL), con agitación usando

un agitador magnético, se incubaba toda la noche a 22°C, se ajusta pH a 5,5, se adiciona glicerol (25% p/p de quitosano) y la solución es agitada a temperatura ambiente por 30 minutos [34].

El aloe vera se ha aplicado a frutos como el Kiwi [38], Frambuesa [39] Fresa [40], luego de diluir 200 mL de gel Aloe vera comestible en 4 L de agua destilada. La matriz de Aloe Vera se separa de la corteza exterior, la parte incolora y uniforme se mezcla en una licuadora y se filtra para eliminar las fibras, los frutos se sumergen a 20°C durante 5 minutos en Aloe Vera diluido en agua destilada [40].

Se encuentran recubrimientos con mezclas de varios componentes como es el caso de almidón de maíz con quitosano y aceite esencial de girasol para recubrimientos en cítricos en la cual la preparación de las soluciones formadoras de películas se realiza por etapas donde primero se hace una solución de almidón con glicerol, luego una solución de quitosano con ácido acético, después una solución mezcla a partir de las formulaciones anteriores de almidón gelatinizado con agregado de glicerol y quitosano a 12.500 rpm durante 3 minutos, y por último una solución mezcla con incorporación de una fase lipídica mediante la adición de aceite de girasol y Tween 80, la dispersión se realizó a 12.500 rpm [41].

PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN

La aplicación de recubrimientos tanto en frutas como hortalizas ha ido evolucionando con el paso del tiempo y en la actualidad se puede encontrar una gran variedad de métodos para su aplicación. Los aspectos que hay que tener en cuenta en el momento de la aplicación de los recubrimientos son, rápido secado, no producir espuma y ser de fácil remoción: posterior a la aplicación, éste no se debe acidificar, coagular, desarrollar sabores desagradables, agrietarse, decolorarse o caerse durante la manipulación, no debe reaccionar de manera adversa con los alimentos ni poner en riesgo la calidad sensorial del producto, pero debe restringir el paso de gases como oxígeno y dióxido de carbono durante el almacenamiento de los productos [20]. Uno de los métodos más utilizados es el de inmersión debido a que da como resultado un recubrimiento uniforme, para lo cual la fruta debe ser lavada y secada previamente, luego se sumerge directamente en la formulación del recubrimiento, se deja drenar el material sobrante y se procede a secar, este método es muy aplicado en recubrimientos comestibles con cera en

frutas enteras, garantizando un impregnado completo para formar una película membranosas delgada sobre la superficie de la fruta u hortaliza [42]. La aplicación de un recubrimiento comestible en melones se hace sumergiendo las secciones cortadas en la solución obtenida por un periodo de 5 minutos y luego se envasan en recipientes plásticos [43]. Para el tomate de manera manual se deben lavar, secar y seleccionar los productos para luego aplicar sobre la superficie con la ayuda de una brocha, formando una delgada capa desde el hemisferio del tomate donde se encuentra el pedúnculo hasta recubrir la parte apical [44]. En frutas con superficies lisas y uniformes, el método más utilizado es el de aspersion ya que se obtienen capas de recubrimientos más delgados y uniformes que los obtenidos por inmersión, al presurizar la solución mediante la regulación de la presión y conseguir diferentes tamaños de gota que salen por aspersores [43].

TENDENCIAS

En la actualidad, las líneas principales de investigación van dirigidas a la formación de las matrices poliméricas e incorporación de nutrientes o ingredientes bioactivos mediante el empleo de nanotecnologías como la microencapsulación y la formación de nanopelículas mediante el sistema de multicapas. La microencapsulación de compuestos bioactivos (enzimas, probióticos, prebióticos, ácidos grasos omega 3) favorece su protección frente a situaciones extremas (calor, humedad) que comprometen su estabilidad y facilita su liberación controlada [12].

Por otra parte, el transporte de compuestos bioactivos es importante debido a que los consumidores día a día exigen que los alimentos frescos y mínimamente procesados estén exentos de sustancias de síntesis química y buscan aquellos enriquecidos con sustancias de origen natural que traigan beneficios para su salud y que mantengan las características nutritivas y sensoriales de los productos adquiridos [45], razón por la que se ha prestado una mayor atención a la búsqueda de nuevas sustancias de origen natural que permitan actuar como posibles fuentes alternativas de antioxidantes y antimicrobianos [46].

De igual forma cabe resaltar el sistema de multicapas el cual consiste en la inmersión del producto en dos o más soluciones formadoras de películas que contienen especies cargadas de signos opuestos [9]. Por ejemplo, una combinación de capas sucesivas de quitosa-

no, poli-L-lisina, alginato, pectina, con la incorporación de ingredientes naturales antimicrobianos y antioxidantes, sería un ejemplo de recubrimientos multicapa "capa a capa" [12]. En conclusión, los recubrimientos comestibles son estructuras capaces de transportar sustancias que traen beneficios no sólo para el alimento, sino que también pueden generar bienestar mediante la encapsulación de compuestos bioactivos [47], lo cual ofrece la posibilidad de desarrollar productos nuevos e innovadores con efecto nutracéutico o funcional [48]. Es indispensable reconocer que los recubrimientos comestibles deben ser evaluados con respecto a su estabilidad microbiológica, adhesión, cohesión, humectabilidad, solubilidad, transparencia, propiedades mecánicas, sensoriales y de permeabilidad tanto al vapor de agua como a los gases [49], ya que de éstas se pueden predecir y optimizar su composición y comportamiento [46]. En la actualidad los estudios siguen encaminados hacia la caracterización de nuevos recubrimientos basados en hidrocoloides de fuentes no convencionales y hacia la determinación de la capacidad que estas poseen para liberar compuestos con funciones preestablecidas [50].

CONCLUSIONES

En esta revisión se explicó que los recubrimientos comestibles aplicados en frutas y hortalizas pueden ser formulados a partir de diferentes fuentes como lo es polisacáridos, lípidos y proteínas, de igual forma se pueden elaborar a base de mezclas de estos y actúan como antioxidantes y antimicrobianos a la vez. Dentro de la investigación se concluye que el objetivo que tienen los recubrimientos comestibles es mejorar la calidad de los productos hortifrutícolas extendiendo su vida útil y proporcionando valor agregado en el producto. Los recubrimientos comestibles se pueden aplicar a la fruta para disminuir la pérdida de agua, color y regular el pH y la acidez durante el almacenamiento. Los recubrimientos comestibles también son biodegradable y ayudará a proteger el medio ambiente, por lo que es importante continuar realizando investigaciones que permitan dar continuidad a los recubrimientos comestibles.

REFERENCIAS

- [1] AGUIRRE, E. Aplicación de revestimientos comestibles en papaya (*Carica papaya*) mínimamente procesada. *Ciencia, Tecnología e Innovación*, 2(1), 2015, P. 16-21,
- [2] SÁNCHEZ, D. *et al.* Caracterización de películas comestibles a base de extractos pécticos y aceite esencial de limón Mexicano. *Journal of Food*, 13(1), 2015, p. 17-25.
- [3] GUERREIRO, A. *et al.* The effect of alginate-based edible coatings enriched with essential oils constituents on *Arbutus unedo* L. fresh fruits storage. *Postharvest Biology and Technology*, 1, 2014, p. 226-233.
- [4] ANDRADE, J. *et al.* Desarrollo de un Recubrimiento Comestible Compuesto para la Conservación del Tomate de Árbol (*Cyphomandra betacea* S). *Revista Ciencias Agrícolas*, 25(6), 2014, p. 57-66.
- [5] DURANGO, A., SOARES, N. and ARTEAGA, N. Edible films and coatings as biodegradable active packaging in the preservation of food products. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 9(1), 2011, p. 112-118.
- [6] BEZERRA, A., FITZGERALD, A. and SANTANA, L. Impact of edible chitosan–cassava starch coatings enriched with *Lippia gracilis* Schauer genotype mixtures on the shelflife of guavas (*Psidium guajava* L.) during storage at room temperatura. *Food Chemistry*, 171, 2014, p. 108-116.
- [7] FERNÁNDEZ, N. Efecto de barrera contra el vapor de agua de recubrimientos comestibles sobre el tomate (*Solanum lycopersicum*) [Tesis ingeniería agroindustrial]. Popayán (Colombia): Universidad del Cauca, Facultad de Ciencias Agrarias, 2015.
- [8] ESCOBAR, A. *et al.* Application of heat treatment, edible coating and chemical dip as postharvest treatments for the conservation of fresh-cut vegetables. *Acta agronómica*, 63(1), 2014, p. 1-10.
- [9] PARSHAD, V. and KALIA, A. Novel trend store volutionize preservation and packaging of fruits/fruit products: microbiological and naotechnology perspectives. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 55, 2015, p. 159-182.
- [10] DAHALL, R. Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53, 2013, p. 435-450.
- [11] ELSABEE, M. and ABDU, E. Chitosan based edible films and coatings. *Materials Science and Engineering*, 33, 2013, p. 1819-1841.
- [12] BEGOÑA, D., PEÑA, G. y SÁNCHEZ, C. Uso de películas/recubrimientos comestibles en los productos de IV y V gama. *Revista Iberoamericana de Tecnología Poscosecha*, 16(1), 2015, p. 8-17.
- [13] MONCAYO, D., BUITRAGO, G. and ALGECIRA, N. The surface properties of biopolymer-coated fruit: A review. *Ingeniería e Investigación*, 33(3), 2013, p. 11-16.

- [14] WU, J. *et al.* The preparation, characterization, antimicrobial stability and in vitro release evaluation of fish gelatin films incorporated with cinnamones sential oil nanoliposomes. *Food Hydrocolloids*, 43, 2014, p. 427-435.
- [15] GONZALES, R., URBINA, N. y MORÓN L. Caracterización Viscoelástica de Biopelículas Obtenidas a base de Mezclas Binarias. *Información Tecnológica*, 26(3), 2015, p. 71-76.
- [16] GRANDA, D. *et al.* Development and characterization of an active biodegradable film with antioxidants (alpha-tocopherol) from whey proteins. *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 21(1), 2014, p. 11-19.
- [17] HOSSEINI, Y. *et al.* Fabrication of bio-nanocomposite films based on fish gelatin reinforced with chitosan nanoparticles. *Revista Food Hydrocolloids*, 44, 2015, p. 172-182.
- [18] GALUS, S. and KADZINSKA, J. Food applications of emulsion-based edible films and coatings. *Trends in Food Science and Technology*, 45, 2015, p. 273-283.
- [19] GUZMÁN, L. *et al.* Elaboración de una película comestible a base de colágeno incorporado con nisina como agente antimicrobiano. *Información Tecnológica*, 26(3), 2015, 17-24.
- [20] VELÁZQUEZ, A. y GUERRERO, J. Algunas investigaciones recientes en recubrimientos comestibles aplicados en alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 2, 2014, p. 5-12.
- [21] CAVALCANTE, E. *et al.* Produção de revestimento comestível à base de resíduo de frutas e hortaliças: aplicação em cenoura (*Daucus carota* L.) minimamente Processada. *Scientia Agropecuaria*, 6, 2015, p. 59-68.
- [22] BLANQUICET, R. *et al.* Synthesis and film properties of chitosan and whey. *Revista Técnico Científico*, 25(1), 2015, p. 58-69.
- [23] AYALA, A. *et al.* Evaluación de la actividad antifúngica del quitosano contra el hongo *Mycosphaerella fijiensis* Morelet que produce la sigatoka negra que ataca el plátano. *Revista Iberoamericana de Polímeros*, 15(6), 2014, p. 312-338.
- [24] GUÉDEZ, C. *et al.* Actividad antifúngica del aceite esencial de naranja (*Citrus sinensis* L.) sobre hongos postcosecha en frutos de lechosa (*Carica papaya* L.). *Revista de la Sociedad Venezolana de Microbiología*, 34, 2014, p. 81-85.
- [25] DUSSÁN, S., REYES, P. y HLEAP, J. Efecto de un recubrimiento comestible y diferentes tipos de empaque en los atributos físico-químicos y sensoriales de piña `Manzana´ mínimamente procesada. *Información Tecnológica*, 25(5), 2014, p. 41-46.
- [26] ACHIPIZ, S. *et al.* Efecto de recubrimiento a base de almidón sobre la maduración de la guayaba (*Psidium guajava*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, Edición especial, 2, 2013, p. 90-98.
- [27] PINEDA, L. *et al.* Efecto de la aplicación de un recubrimiento de almidón hidrolizado de yuca (*Manihot sculenta* Crantz) sobre la maduración del aguacate (*Persea americana* Miller) variedad Hass. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 2014, p. 30-39.
- [28] PERDOMO, P. e INSUASTI, A. Efecto de recubrimiento a base de propóleo y proteína de soya sobre la calidad de la fresa (*Fragaria x ananass* Duch [Tesis Ingeniería Agroindustrial]. Popayán (Colombia): Universidad del Cuca, Facultad de Ciencias Agrarias, 2015.
- [29] ORDOÑEZ, D. *et al.* Effect of coating of starch from cassava modified and thyme oil applied to the pepper (*Capsicum annuum*). *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 5(5), 2014, p. 795-805.
- [30] ESTRADA, E., PADILLA, F. y MÁRQUEZ, C. Efecto de recubrimientos protectores sobre la calidad del mango (*Mangifera indica* L.) en poscosecha. *Actualidad & Divulgación Científica*, 18(1), 2015, p. 181-188.
- [31] MÁRQUEZ, C., PALACÍN, J. and FUENTES, L. Effect of cassava-starch coatings with ascorbic acidic and N-acetylcysteine on the quality of har-ton plantain (*Musa paradisiaca*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, 68(2), 2015, p. 7689-7701.
- [32] ZAMUDIO, P. *et al.* Physicochemical, mechanical, and structural features of oxidized at and banana starch films enriched with betalains. *Agrociencia*, 49(5), 2015, p. 483-498.
- [33] LECETA, I. *et al.* Quality attributes of mappack aged ready-to-eat baby carrots by using chitosan-based coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 100, 2015, p. 142-150.
- [34] CISSÉ, M. *et al.* Preservation of mango quality by using functional chitosan lactoperoxidase stems coatings. *Postharvest Biology and Technology*, 101, 2015, p. 10-14.
- [35] LIU, K. *et al.* Influence of postharvest citric acid and chitosan coating treatment on ripening attributes and expression of cell wall related genes in cherimoya (*Annona cherimola* Mill.) fruit. *Scientia Horticulturae*, 198, 2016, p. 1-11.

- [36] PETRICCIONE, M. *et al.* Influence of a chitosan coating on the quality and nutraceutical traits of loquat fruit during postharvest life. *Scientia Horticulturae*, 197, 2015, p. 287-296.
- [37] KAYA, M. *et al.* Chitosan coating of red kiwifruit (*Actinidia melanandra*) for extending of the shelf-life. *International Journal of Biological Macromolecules*, 85, 2016, p. 355-360.
- [38] BENÍTEZ, S. *et al.* Aloe vera as an alternative to traditional edible coating used in fresh cut fruits: A case of study with kiwi fruits lices. *LWT – Food Science and Technology*, 61, 2015, p. 184-193.
- [39] HASSANPOUR, H. Effect of Aloe vera gel coating on antioxidant capacity, antioxidant enzyme activities and decay in rasp berry fruit. *LWT – Food Science and Technology*, 60(1), 2015, p. 495-501.
- [40] BANIN, O., KOUSHESH, M. and EMAMIFAR, A. Aloe vera and ascorbic acid coatings maintain postharvest quality and reduce microbial load of straw berry fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 114, 2016, p. 29-35.
- [41] LOCASO, D. Bioempaque de interés cítrico. *Revista Ciencia, Docencia y Tecnología Suplemento*, 4(4), 2014, p. 72-81.
- [42] VELÁZQUEZ, A. y GUERRERO, J. Recubrimientos en frutas con biopelículas. *Revista Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 2, 2013, p. 23-29.
- [43] ARENAS, C. *et al.* Evaluación del efecto de la aplicación de un recubrimiento comestible en melones (*Cucumis melo L.*, var. cantaloupe) cortados y almacenados en refrigeración. *Revista Saber*, 25(2), 2013, p. 218-226.
- [44] RAMOS, G. *et al.* Extensión de la vida de poscosecha en frutos de tomate por efecto de un látex polimérico comestible. *Revista Internacional de Botánica Experimental*, 83, 2014, p. 139-143.
- [45] MANTILLA, N. *et al.* Multilayered antimicrobial edible coating and its effect on quality and shelf life of fresh cut pineapple (*Ananas comosus*). *LWT Food Sci Technol*, 51, 2013, p. 37-43.
- [46] QUINTERO, J., FALGUERA, V. y MUÑOZ, A. Películas y recubrimientos comestibles: importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. *Revista Tumbaga*, 1(5), 2010, p. 93-118.
- [47] ROBLES, R. *et al.* Influence of alginate based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh cut mangoes. *Journal of Food Science and Technology*, 50, 2013, p. 240-246.
- [48] WEISS, S. *et al.* Natural additives in bioactive edible films and coatings: functionality and applications in foods. *Food Engineering Reviews*, 5, 2013, p. 200-216.
- [49] PATRIGNANI, F. *et al.* Innovative strategies based on the use of essential oils and their components to improve safety, shelf-life and quality of minimally processed fruits and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 46, 2015, p. 311-319.
- [50] FERNÁNDEZ, D. *et al.* Eatable films and coverings: a favorable alternative in the postharvest conservation of fruits and vegetables. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 24(3), 2015, p. 52-57, 2015.