



Revista Iberoamericana de Tecnología
Postcosecha

ISSN: 1665-0204

rebas@hmo.megared.net.mx

Asociación Iberoamericana de
Tecnología Postcosecha, S.C.
México

De Ancos, Begoña; González--Peña, Diana; Colina--Coca, Clara; Sánchez--Moreno,
Concepción
USO DE PELÍCULAS/RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN LOS PRODUCTOS DE IV
Y V GAMA
Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, vol. 16, núm. 1, 2015, pp. 8-17
Asociación Iberoamericana de Tecnología Postcosecha, S.C.
Hermosillo, México

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=81339864002>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org



Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

USO DE PELÍCULAS/RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN LOS PRODUCTOS DE IV Y V GAMA

De Ancos, Begoña* ; González-Peña, Diana; Colina-Coca, Clara; Sánchez-Moreno, Concepción

Departamento de Caracterización, Calidad y Seguridad, Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos y Nutrición, ICTAN-CSIC, Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Calle José Antonio Novais, 10, 28040, Madrid, España. Telf: +34-91-5492300; *E-mail: ancoss@ictan.csic.es

Palabras clave: frutas y hortalizas mínimamente procesadas, envasado activo, postcosecha, antioxidantes, antimicrobianos.

RESUMEN

El uso de películas y recubrimientos comestibles surge como una alternativa prometedora para mejorar la calidad de los alimentos durante su procesado y conservación. Los recubrimientos y películas comestibles están constituidos por finas películas de polímeros naturales (polisacáridos, proteínas animales y vegetales, lípidos) biodegradables, por lo que es una tecnología respetuosa con el medio ambiente que responde a la demanda creciente por parte de los consumidores de alimentos naturales, seguros, saludables y obtenidos mediante un procesado mínimo. Las películas/recubrimientos comestibles son una barrera selectiva a los gases (O₂, CO₂, etileno), reducen la pérdida de agua, los procesos oxidativos (pardeamiento enzimático), el crecimiento microbiológico y aumentan la resistencia mecánica de la fruta y hortaliza mínimamente procesadas. Por tanto, reducen o eliminan los mecanismos causantes del deterioro del vegetal que tienen lugar durante un procesado mínimo. Además, los recubrimientos y películas comestibles pueden ser considerados envases activos ya que pueden incorporar en la matriz polimérica aditivos naturales como antimicrobianos, antioxidantes, reafirmantes de la textura, nutrientes o ingredientes bioactivos con el objetivo de incrementar la seguridad y las características sensoriales, nutricionales y funcionales de las frutas y hortalizas mínimamente procesadas.

USE OF EDIBLE FILMS AND COATINGS IN FRESH-CUT AND READY-TO-EAT PROCESSED PRODUCTS

Key-words: minimally processed fruit and vegetable, active packaging, postharvest, antioxidant, antimicrobial.

ABSTRACT

The use of edible films and coatings is emerging as a promising alternative for improving the quality of foods during processing and storage. Edible coatings and films are composed by thin films of biodegradable natural polymers (polysaccharides, animal and vegetable proteins, lipids), so it is a technology friendly to the environment that responds to the growing demand from consumers of natural, safe, healthy foods obtained by minimal processing. Edible films and coatings are selective barrier to gases (O₂, CO₂, ethylene), which reduce water loss, oxidative processes (enzymatic browning), microbiological growth and increase the mechanical strength of the fruit and vegetable minimally processed. Thus, edible films and coatings reduce or eliminate plant food degradation mechanisms which occur during the minimal processing. Moreover, edible coatings and films could be considered as active packaging since they can incorporate in the polymer matrix natural additives as antimicrobials, antioxidants, texturizing additives, nutrients or bioactive ingredients in order to gradually release then with the aim to increase the safety and sensory, nutritional and functional characteristics of minimally processed fruits and vegetables.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la demanda creciente por parte de los consumidores de alimentos fáciles de preparar o de consumir, seguros, naturales, con propiedades biológicas más allá de las

nutricionales, y todo ello sin renunciar a las características sensoriales de fresca del alimento, han motivado a los investigadores e industriales a desarrollar nuevas tecnologías de procesado y conservación conocidas como

“procesado mínimo”, cuyo principal objetivo es la inactivación de enzimas y de microorganismos alterantes y/o patógenos que dan lugar al deterioro del producto pero eliminando las consecuencias adversas de las tecnologías tradicionales (tratamientos térmicos, secado, acidificación, salado, aditivos químicos, etc.), relacionadas con la pérdida de calidad sensorial y nutricional (González-Aguilar et al., 2005; Oms-Oliu et al., 2010).

Los productos vegetales frescos cortados (IV gama) y los denominados alimentos vegetales de V gama cumplen con las características de los denominados “alimentos mínimamente procesados (MF)”.

Productos vegetales de IV y V gama

Las frutas y hortalizas de IV gama también llamados “procesados en fresco” o “frescos cortados” (fresh-cut), son productos acondicionados para su consumo directo mediante un proceso de varias etapas (selección, lavado, deshojado, pelado, deshuesado, corte, higienizado, etc.), seguido de un envasado bajo un film plástico en condiciones de atmósfera modificada, lo que permite mantener la calidad del producto durante una vida útil de 7-10 días en condiciones de refrigeración (2-8 °C). Son alimentos preparados para ser consumidos directamente y su calidad es semejante a la del producto fresco del que provienen (Figura 1). Los productos vegetales de IV gama más consumidos son: las ensaladas de lechugas, de una sola variedad o mezcla de varias; pimientos rojos y verdes cortados; zanahoria cortada o pequeñas zanahorias enteras (baby); patata pelada y cortada; acelgas; espinacas, etc. (González-Aguilar et al., 2005).

Los productos vegetales de V gama son aquellos productos vegetales que han sido sometidos a operaciones culinarias y tratamientos térmicos de pasteurización (u otro tratamiento de conservación) de baja intensidad con el fin de conseguir un nivel de

calidad sensorial y nutricional similar a la del producto recién elaborado durante una vida útil de 2-6 meses en refrigeración, o 12 meses dependiendo de la intensidad del tratamiento térmico que reciban durante su preparación. Son alimentos listos para consumir (tras un calentamiento) por lo que son muy convenientes y de buena calidad sensorial y nutricional. Se envasan, conservan y distribuyen en refrigeración, si bien en algunos casos pueden ser almacenados a temperatura ambiente. Antes de ser consumidos se requiere la denominada “regeneración”, que consiste en un calentamiento en baño de agua (baño maría), en horno convencional o microondas, sin necesidad de grandes manipulaciones (Figura 2). Los productos vegetales de V gama desarrollados son numerosos y variados. Existen platos con un único vegetal cocido o asado (alcachofa, brócoli, pimiento, zanahoria, guisantes, champiñón, espárragos, etc.) o mezclas de varios vegetales.



Figura 1. Producto vegetal de IV Gama: Mezcla de hojas de lechuga preparadas para consumir.



Figura 2. Producto vegetal de V Gama: Mezcla de verduras asadas preparadas para consumir después de ser calentadas.

Necesidad de la utilización de películas comestibles (PC) y recubrimientos comestibles (RC) en los vegetales de IV gama

Las frutas y hortalizas de IV gama son más perecederas que los vegetales enteros de los que provienen debido a que durante el procesado tienen lugar importantes cambios fisiológicos y bioquímicos, y un mayor riesgo de contaminación microbiana. Estos procesos aceleran la pérdida de calidad y reducen la vida útil del producto (Martín-Beloso et al., 2006).

En los últimos 10 años se han realizado numerosos estudios científicos que demuestran que las PC y RC son una herramienta útil para mejorar la calidad de los alimentos vegetales mínimamente procesados debido a que forman una barrera semipermeable que reduce la pérdida de agua y de solutos, controlan el intercambio gaseoso incluida la velocidad de respiración (O₂ y CO₂) y la emisión de etileno, y disminuyen el riesgo de contaminación microbiana, los desórdenes fisiológicos y los cambios bioquímicos relacionados con reacciones oxidativas (pardeamiento enzimático) y la pérdida de firmeza. Algunos de estos estudios han sido reunidos en distintos trabajos de revisión (Vargas et al., 2008; Tapia et al., 2008a; Rojas-Graü et al., 2009; Oms-Oliu et al., 2010; Valencia-Chamorro et al., 2011; Dahall, 2013).

Teniendo en cuenta que los RC y PC van a ser ingeridos por el consumidor junto con el producto vegetal, los materiales que pueden ser utilizados en su formación deben reunir las siguientes características:

a) compuestos considerados GRAS (Generalmente Reconocidos como Seguros); b) estables en condiciones de alta humedad; c) buena barrera al oxígeno, dióxido de carbono y vapor de agua, aunque deben permitir un mínimo de 1-3% de oxígeno entorno al producto para evitar los efectos negativos de la anaerobiosis; d) buenas propiedades mecánicas y de adhesión al vegetal cortado; e)

sensorialmente aceptables, es decir, que no transfieran sabores y olores extraños, que mejoren la resistencia mecánica del producto y que sean translúcidos para no modificar el color original del vegetal; f) estables desde un punto de vista físico-químico y microbiológico; g) coste económico razonable (Olivas y Barbosa-Cánovas, 2005; Dahall, 2013).

Algunos productos vegetales frescos-cortados (IV gama) con recubrimiento comestible comercializados en la actualidad son:

Frutas: manzana, pera, melocotón, melón, fresas, piña, papaya, mango, etc.

Hortalizas: zanahoria, cebolla, lechuga, patata, repollo, brócoli, tomate, etc.

Definición y composición de los RC y PC

Un RC se define como el revestimiento de un producto vegetal con una o varias capas finas de material polimérico natural y comestible, mientras que la PC 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. Por tanto, la principal diferencia entre RC y PC, es que los RC son aplicados en forma líquida por inmersión o pulverización formándose la película sobre el alimento (Figura 3), mientras que las PC son primero preformadas como láminas sólidas y después colocadas ya formadas sobre el alimento (Figura 4) (Valencia-Chamorro et al., 2011).



Figura 3. Formación de recubrimientos comestibles (RC) por inmersión del producto

El uso de RC y PC se considera una tecnología respetuosa con el medio ambiente por varios aspectos fundamentales. En primer lugar, reduce la utilización del envasado tradicional con films plásticos. Además, los RC y PC 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 agroalimentarias. Además, los RC y las PC pueden ser envases activos cuando se incorpora en su matriz polimérica aditivos naturales con propiedades antimicrobianas y antioxidantes (antiparadeamiento).



Figura 4. Formación de películas comestibles (PC).

También los RC y las PC pueden ser utilizados como un vehículo para incrementar las propiedades nutricionales y saludables del vegetal mínimamente procesado por la incorporación de compuestos bioactivos. Para mantener su carácter de película o recubrimiento comestible natural, estos aditivos deben de ser también aditivos naturales aprobados para su uso alimentario por la legislación de cada país (Silva-Weiss et al., 2003).

Composición de las matrices estructurales de los RC y PC

Los RC y las PC son biopolímeros que dependiendo del tipo de compuesto que incluyen en su formulación se pueden agrupar en tres categorías (Dahall, 2013):

-Hidrocoloides: Forman recubrimientos con buenas propiedades mecánicas y son una buena barrera para los gases (O_2 y CO_2), pero

no impiden suficientemente la transmisión de vapor de agua. Están constituidos por polisacáridos (derivados de celulosa, almidón, quitosano, alginatos, carragenanos, gelanos, pectinas de fruta) y proteínas de origen animal (gelatinas, caseínas y albúminas o proteínas de suero de leche) o de origen vegetal (soja, zeína de maíz).

-Lípidos: Están formados por compuestos hidrofóbicos no poliméricos con buenas propiedades barrera para la humedad, pero con poca capacidad para formar películas. Reducen la transpiración, la deshidratación, la abrasión en la manipulación posterior y puede mejorar el brillo y el sabor. Generalmente son ceras (carnauba, abeja), ácidos grasos y monoglicéridos (glicerol). En vegetales mínimamente procesados, los lípidos se combinan con hidrocoloides (polisacáridos y proteínas) capaces de formar películas.

-Composites o compuestos: Son formulaciones mixtas de hidrocoloides y lípidos. En general, los lípidos aportan resistencia al vapor de agua y los hidrocoloides la permeabilidad selectiva al O_2 y CO_2 y una buena cohesión estructural, integridad y duración de la película.

-Polisacáridos. La mayoría de los polisacáridos utilizados con éxito para formar RC y PC en frutas y hortalizas son de origen marino (algas), vegetal y también se utilizan biopolímeros producidos por microorganismos. Los polisacáridos más utilizados y abundantes en la naturaleza para la formación de recubrimientos en frutas y hortalizas son celulosa, almidón y quitosano.

La celulosa es el polímero más abundante en la naturaleza. Está constituido por cadenas lineales de glucosa unidas con enlaces β -(1-4). Para reducir su solubilidad en agua, la celulosa es tratada químicamente dando lugar a distintos derivados que son los que realmente se utilizan para la formación de recubrimientos como la metilcelulosa, carboximetilcelulosa, hidroxipropilcelulosa o hidroxipropil metilcelulosa (Dahall, 2013).

Estos derivados presentan una muy buena capacidad para formar películas flexibles, moderadamente resistentes, transparentes y con una permeabilidad al agua y a la transferencia de gases (O_2 y CO_2) media. Los recubrimientos con derivados de celulosa se han utilizado en numerosos vegetales frescos cortados como manzana, patata (Baldwin et al., 1996; Pérez-Gago et al., 2005), melón, piña (Krasaekoopt y Mabumrung, 2008; Sangsuwan et al., 2008), pera (Olivas et al., 2003) y brócoli (Moreira et al., 2011), entre otros productos.

El almidón es el polímero natural más utilizado en la formulación de RC y PC por su abundancia, bajo precio y facilidad de uso. El almidón nativo puede ser convertido en un material termoplástico mediante el empleo de plastificantes como glicerol y sorbitol, que además de mejorar su resistencia al agua y sus propiedades barrera, dan lugar a películas brillantes, flexibles y extensibles (Vargas et al. 2008). El almidón está principalmente constituido por moléculas de amilopectina y amilosa. Los almidones con un alto porcentaje en amilosa como el de patata y maíz, forman películas más estables, mientras que el procedente de la yuca (tapioca) produce películas muy flexibles y con baja permeabilidad al agua. Recubrimientos con almidón de distinto origen (tapioca, patata, etc.) se han utilizado con vegetales mínimamente procesados como fresa (García et al., 2001), manzana (Chiumarelli y Hubinger, 2014), piña (Bierhals et al., 2011), zanahoria (Lai et al., 2013) o brócoli (Moreira et al., 2011).

El quitosano es un carbohidrato natural que proviene de la desacetilación de la quitina [poli- β -(1-4)-N-acetil-D-glucosamina] que es el principal componente del exoesqueleto de los crustáceos (camarones). El quitosano es un polisacárido catiónico de alto peso molecular que presenta buenas propiedades para formar películas además de alta actividad antibacteriana, antifúngica y antioxidante.

Además, las películas de quitosano presentan buenas propiedades mecánicas y una permeabilidad selectiva a los gases (CO_2 y O_2). Para reducir su alta permeabilidad al agua, el quitosano se combina con lípidos como el ácido oleico (Campos et al., 2011; Elsabee y Abdou, 2013). RC y PC de quitosano se han utilizado para aumentar la vida útil de vegetales mínimamente procesados como mango (Chien et al., 2007), papaya (González-Aguilar et al., 2009), zanahoria en tiras (Simoes et al., 2009) o calabaza (Ponce et al., 2008).

La pectina es un polisacárido complejo de carácter aniónico formado ácido β -(1-4)-d-galacturónico, donde las unidades de ácido urónico puede estar parcial o totalmente metiladas. Debido a la naturaleza catiónica del quitosano, éste combina perfectamente con las pectinas formando excelentes polímeros, sobre todos si se incorporan antimicrobianos en su matriz (aceites esenciales de orégano, canela o hierba limón). Estos recubrimientos combinados han sido ensayados con distintas frutas cortadas como pera, melón (Oms-Oliu et al., 2008, 2010) o papaya (Brasil et al., 2012).

También se han utilizado otros polisacáridos como alginatos, gelanos y carragenanos, que tiene la capacidad de formar polímeros insolubles o fuertes geles con muy buenas propiedades coloidales cuando reaccionan con cationes como el calcio (Rojas-Graü et al., 2007). El alginato es un polímero lineal formado por unidades de los ácidos D-manúrico y L-gulurónico y se obtienen de las algas pardas. El gelano es un tetrasacárido con unidades de ácido β -D-glucorónico y α -L-ramnosa en una proporción molar de 2:1:1 y es producido por la bacteria *Sphingomonas elodea*. Recubrimientos con gelano y alginato han sido utilizados con éxito en fruta cortada como manzana (Rojas-Graü et al., 2007), papaya (Tapia et al., 2008b), melón (Raybaudi-Massila et al., 2008), pera (Oms-Oliu et al., 2008), piña (Montero-Calderón et al., 2008; Azarakhsah et al., 2012; Mantilla et

al., 2013) y mango (Robles-Sánchez et al., 2013).

Los carragenanos son una mezcla compleja de polímeros de galactosa que forman parte de la pared celular de algas rojas. Son capaces de formar geles en presencia de cationes mono- y divalentes dando lugar a películas constituidas por una red polimérica tridimensional muy consistente. Recubrimientos con carragenanos han sido utilizados en vegetales cortados como manzana (Lee et al., 2003), banana (Bico et al., 2009) y papaya (Hamzah et al., 2013).

Generalmente, se utilizan combinaciones de polímeros de distinta naturaleza química con el fin de mejorar las propiedades físicas, mecánicas, reducir la transferencia gaseosa e incrementar el efecto antimicrobiano de las PC y los RC. Así, se han utilizados combinaciones de quitosano con almidones, alginatos, carragenatos y gelatinas (Elsabee y Abdou, 2013), o de quitosano con metil-celulosa en trozos de melón y piña (Sangsuwan et al., 2008), o combinados de puré de manzana y alginato en trozos de manzana (Rojas-Graü et al., 2007).

Proteínas. Las películas de base proteica pueden ser de origen animal como las gelatinas y las proteínas de suero de leche, o de origen vegetal como las proteínas de soja y de maíz (zeína). Forman películas con mejores propiedades mecánicas y de barrera frente al oxígeno y dióxido de carbono que los polisacáridos, pero también requieren combinaciones con lípidos para mejorar sus propiedades de barrera frente al agua. En vegetales frescos cortados no es frecuente el empleo de películas de gelatina pero sí se han utilizado RC y PC a base de caseinatos de calcio y proteínas de suero de leche en combinación con polisacáridos. Por ejemplo, se han ensayado RC a base de proteínas de suero en manzana cortada (Pérez-Gago et al., 2006).

Lípidos. No forman películas pero siempre están presentes en los RC y PC de proteínas y polisacáridos para aumentar su resistencia al

vapor de agua y su flexibilidad. Generalmente son ceras (carnauba, abeja), ácidos grasos y monoglicéridos (glicerol).

Aditivos naturales en los RC y PC

En la actualidad, los RC y las PC están siendo utilizados como vehículos para incorporar a los alimentos determinados aditivos de forma más eficaz. Esta vía de incorporación de aditivos a los alimentos mejora su efectividad y reduce la cantidad necesaria para su acción con el consiguiente beneficio para la seguridad y calidad sensorial y nutricional del producto de IV y V gama (Oms-Oliu et al., 2008; Raybuadi-Massilia et al., 2008; Rojas-Graü et al., 2009; Silva-Weiss et al., 2013).

En los RC y las PC se pueden incorporar aditivos con distintas funciones como sustancias para mantener la textura, antimicrobianos, antioxidantes, nutrientes e ingredientes bioactivos capaces de incrementar el valor nutricional y funcional del alimento vegetal. Los aditivos naturales con propiedades antimicrobianas que han sido intensamente estudiados en los últimos años son: enzimas como las lactoperoxidasas (leche) y lisozimas (clara de huevo); bacteriocinas como la nisina (bacterias lácticas); polisacáridos como el quitosano (esqueleto de los crustáceos); ácidos orgánicos (ascórbico, cítrico, oxálico) y compuestos fenólicos (plantas y especias).

Dentro de este último grupo se han utilizado aceites esenciales de plantas aromáticas (romero, tomillo, orégano, hierba limón, etc.) y especias (vainilla, canela, etc.) y también sus principios activos como carnosol, timol, carvacrol, citral, vainillina, cinamaldehído, etc. También se están ensayando extractos fenólicos de otros vegetales como té verde, ajo, cebolla y aceituna. Como aditivos antipardeamiento se han utilizado el ácido ascórbico (Robles-Sánchez et al., 2013) o derivados nitrogenados como la cisteína y N-acetilcisteína. Los aditivos

que se adicionan para mejorar la textura suelen ser sales de calcio (Rojas-Grau et al., 2009; Oms-Oliu et al., 2010).

En la actualidad, existe un creciente interés en incorporar a los RC y PC ingredientes funcionales como vitaminas (E o C), minerales, ácidos grasos, probióticos (bifidobacterias), etc., con el fin de incrementar las propiedades beneficiosas para la salud de los alimentos vegetales de IV gama (Tapia et al., 2007, 2008a; Rojas-Grau et al., 2009).

Sin embargo, la capacidad de polimerización y las propiedades mecánicas de los RC y PC pueden verse modificadas negativamente con la incorporación de los aditivos o ingredientes funcionales, por lo que cada combinación de película y aditivo ha de ser estudiado por separado (Silva-Weiss et al., 2013).

RC y PC en productos de V gama

Los recubrimientos comestibles también han sido utilizados con éxito para mejorar la calidad y prolongar la vida útil de alimentos procesados listos para consumir o de V gama. Si bien existen escasas referencias a su aplicación en vegetales, el éxito alcanzado en distintos alimentos indica que pueden ser también utilizados con vegetales. Así, se ha descrito la utilización de recubrimientos de quitosano en carne asada (Beverly et al., 2008) y de alginato sódico combinado con lisozima y nisina en salmón ahumado (Datta et al., 2008), entre otras aplicaciones. Los recubrimientos comestibles en alimentos de V gama son muy útiles para evitar el crecimiento de microorganismos alterantes y evitar la contaminación con microorganismos patógenos gracias a la liberación progresiva de los antimicrobianos de la matriz polimérica. Además, los RC y PC con antioxidantes ayudan a reducir los procesos oxidativos sobre todo en alimentos con un alto contenido en grasa (Campos et al., 2011).

Situación legal de los RC y las PC

Según el Reglamento Europeo (UE) nº 1130/2011 y el de Estados Unidos (FDA, 2014), los RC y las PC deben cumplir los requerimientos exigidos a los alimentos, ingredientes y aditivos alimentarios, a los materiales en contacto con los alimentos y a los materiales de envasado. Además, al ser un elemento comestible, todos los materiales, elementos formadores de la película o ingredientes funcionales, deben ser aptos para el consumo humano.

Tendencias actuales en RC y PC

En la actualidad, las líneas principales de investigación se dirigen 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 (Tapia et al., 2007; López-Rubio et al., 2006; Kalia y Parshad, 2015). Por otro lado, el sistema de multicapas consiste en la inmersión del producto en dos o más soluciones formadoras de películas que contienen especies cargadas de signos opuestos. Por ejemplo, una combinación de capas sucesivas de quitosano, poli-L-lisina, alginato, pectina, con la incorporación de ingredientes naturales antimicrobianos y antioxidantes, sería un ejemplo de recubrimientos multicapa "capa a capa". Un ejemplo de aplicación de recubrimientos multicapa de quitosano-pectina o alginato-pectina con un aditivo antimicrobiano (cinamaldehído) microencapsulado ha sido descrito para papaya (Brasil et al., 2012) y piña cortada (Mantila et al., 2013). Este tipo de aplicación multicapa está recomendada para las frutas y

vegetales frescos cortados por presentar un alto grado de humedad (Vargas et al., 2008; Silva-Weiss et al., 2013).

AGRADECIMIENTOS

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

REFERENCIAS

- Azarakhsh, N., Osman, A., Ghazali, H.M., Tan, C.P., y Mohd Adzahan, N. (2012). Optimization of alginate and gellan-based edible coatings formulations for fresh-cut pineapples. *Int Food Res J*, 19(1):279-285.
- Baldwin, E.A., Nisperos, M.O., Chen, X. y Hagenmair, R.D. (1996). Improving life of cut apple and potato with edible coating. *Postharvest Biol Technol*, 9:151-163.
- Beverlyaa, R.L., Janes, M.E., Prinyawiwatkulaa, W. y No, H.K. (2008). Edible chitosan films on ready-to-eat roast beef for the control of *Listeria monocytogenes*. *Food Microbiology* 25: 534–537
- Bico, S.L.S., Raposo, M.F.J., Morais, R.M.S.C. y 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.
- Bierhals, V.S., Chiumarelli, M. y Hubinger, M.D. (2011). Effect of cassava starch coating on quality and shelf life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill cv "Pérola"). *J Food Sci*, 76 (1):E62-72.
- Brasil, I.M., Gomes, C., Pureta-Gomez, A., Castell-Perez, M.E. y Moreira, R.G. (2012). Polysaccharide-based multilayered antimicrobial edible coating enhances quality of fresh-cut papaya. *LWT-Food Sci Technol*, 47: 39-45.
- Campos, C.A, Gerschenson, L.N. y Flores, S.K. (2011). Development of edible films and coatings with antimicrobial activity. *Food Bioprocess Technol*, 4:849-875.
- Chien, P.J., Sheu, F. y Yang, F.H. (2007). Effects of edible chitosan coating on quality and shelf-life of sliced mango fruit. *J Food Eng*, 78: 225-229.
- Chiumarelli, M. y Hubinger, M.D. (2014). Evaluation of edible films and coatings formulated with cassava starch, glycerol, carnauba wax and stearic acid. *Food Hydrocolloids*, 38, 20-27.
- Dahall, R.K. (2013). Advances in edible coatings for fresh fruits and vegetables: a review. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 53:435-450.
- Datta, S., Janes, M.E., Xue, Q.G. y La Peyre, J.F. (2008). Control of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella annatum* on the surface of smoked salmon coated with calcium alginate coating containing oyster lysozyme and nisin. *J Food Sci*, 73: M67-M71.
- Elsabee, M.Z. y Abdou, E. (2013). Chitosan based edible films and coatings: A review. *Mater Sci Eng C*, 33:1819-1841.
- FDA (2014). Federal Regulation 21CFR172. Food additives permitted for direct addition to food for human consumption. Subpart C. Coatings, films and related substances.
- García, M.A., Martino, M.N. y Zaritzky, N.A. (2001). Composite starch-based coatings applied to strawberries (*Fragaria ananassa*). *Nahrung/Food*, 45:267-272.
- González-Aguilar, G.A., Gardea, A.A. y Cuamea-Navarro F. (2005) Nuevas tecnologías de conservación de productos vegetales frescos cortados, Centro de Investigación y Desarrollo, A.C. (CIAD, A.C.) (Editorial), Hermosillo, México.
- González-Aguilar, G.A., Valenzuela-Soto, E., Lizardi-Mendoza, J. Goycoolea, F., Martínez-Téllez, M.A., Villegas-Ochoa, M.A. y Ayala-Zavala, J.F. (2009). Effect of chitosan in preventing deterioration and preserving the quality of fresh-cut papaya "Maradol". *J Sci Food Agric*, 89:15-23.

- Hamzah, H.M., Osman, A., Tan, C.P. y Ghazali, F.M. (2013). Carragenan as an alternative coating for papaya (*Carica papaya* L. cv. Esotika). *Postharvest Biol Technol*, 75:142-146.
- Kalia, A y Parshad, V.R. (2015). Novel trends to revolutionize preservation and packaging of fruits/fruit products: microbiological and nanotechnological perspectives. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 55:159-182.
- Krasaekoopt, W. y Mabumrung, J.(2008). Microbiological evaluation of edible coating fresh-cut cantaloupe. *Kasetsart J Nat Sci*, 42:552-557.
- Lai, T.Y., Chen, C.H. y Lai, L.S. (2013). Effects of tapioca starch/decolorization hsian-tsa leaf gum based active coatings on the quality of minimally processed carrots. *Food Bioprocess Technol*, 6:249-258.
- Lee, J.Y., Park, H.J., Lee, C.Y. y Choi W.Y. (2003). Extending shelf-life of minimally processed apples with edible coatings and antibrowning agents. *LWT-Food Sci Technol*, 36:323-329.
- López-Rubio, A., Gavara, R., y Lagaron, J.M. (2006). Bioactive packaging: turning foods into healthier foods through biomaterials. *Trends Food Sci Technol*, 17:567-575.
- Mantilla, N., Castell-Perez, M.E., Gomes, C. y Moreira, R.G. (2013). Multilayered antimicrobial edible coating and its effect on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). *LWT-Food Sci Technol*, 51:37-43.
- Martín-Belloso, O., Soliva-Fortuny, R. y Oms-Oliu, G. (2006). Fresh-cut fruits. In: *Handbook of fruits and fruit processing*. Hui, Y.H. (Ed). Blackwell Publishing, Oxford, pp. 129-144.
- Montero-Calderon, M., Rojas-Grau, M.A. y Martín-Belloso, O. (2008). Effect of packaging conditions on quality and shelf-life of fresh-cut pineapple (*Ananas comosus*). *Postharvest Biol Technol*, 50:182-189.
- Moreira, M.R., Ponce, A., Ansorena, R. y Roura, S.I. (2011). Effectiveness of edible coatings combined with mild heat shocks on microbial spoilage and sensory quality of fresh cut broccoli (*Brassica oleracea* L.). *J Food Sci*, 76:M367-M373.
- Olivas, G.I. y Barbosa-Cánovas, G.V. (2005). Edible coatings for fresh-cut fruits. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 45:657-670.
- Olivas, G.I., Rodríguez, J.J. y Barbosa-Cánovas, G.V. (2003). Edible coatings composed of methylcellulose, stearic acid and additives to preserve quality of pear wedges. *J Food Process Preserv*, 27, 299-320.
- Oms-Oliu, G., Rojas-Graü, M.A., Alandes González, L, Varela, P., Soliva-Fortuny, R., Hernando Hernando, M.I., Pérez Munuera, I, Fiszman, S. y Martín-Belloso, O. (2010) Recent approaches using chemical treatments to preserve quality of fresh-cut fruit: A review. *Postharvest Biol Technol.*, 57:139-148.
- Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R. y Martín-Belloso, O. (2008). Edible coatings with antibrowning agents to maintain sensory quality and antioxidant properties of fresh-cut pear. *Postharvest Biol Technol*, 50: 87-94.
- Pérez-Gago, M.B., Serra, M. y del Río, M. (2006). Color change of fresh-cut apples coated with whey protein concentrate-based edible coatings. *Postharvest Biol Technol*, 39:84-92.
- Pérez-Gago, M.B., Serra, M., Alonso, M., Mateos, M. y del Río M.A. (2005). Effect of whey protein- and hydroxypropyl methylcellulose-based edible composite coatings on color change of fresh-cut apples. *Postharvest Biol Technol*, 39:84-92.
- Ponce, A.G., Roura, S.I., del Valle, C.E. y Moreira, M.R. (2008). Antimicrobial and antioxidant activities of edible coatings enriched with natural plant extracts: in vitro and in vivo studies. *Postharvest Biol Technol*, 49:294-300.

- Raybuaudi-Massilia, R.M., Mosqueda-Melgar, J, y Martín-Belloso, O. (2008). Edible alginate-based coatings as carrier of antimicrobials to improve shelf-life and safety of fresh-cut melón. *Int J Food Microbiol*, 121, 313-327.
- RE-Reglamento (UE) N° 1130/2011 sobre aditivos alimentarios, para establecer una lista de aditivos alimentarios de la Unión autorizados para ser empleados en aditivos alimentarios, enzimas alimentarias, aromas alimentarios y nutrientes. <http://eur-lex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2011:295:0178:0204:ES:PDF> (Consultado 15-09-2014).
- Robles-Sánchez, R.M., Rojas-Grau, M.A., Odriozola-Serrano, I., González-Aguilar, G. y Martín-Belloso, O. (2013). Influence of alginate-based edible coating as carrier of antibrowning agents on bioactive compounds and antioxidant activity in fresh-cut mangoes. *LWT-Food Sci Technol*, 50: 240-246.
- Rojas-Grau, M.A., Raybaudi-Massilia, R.M., Soliva-Fortuny, R.C., Avena-Bustillos, R.J., McHugh, T.H. y Martín-Belloso, O. (2007). Apple puree-alginate edible coating as carrier of antimicrobial agents to prolong shelf-life of fresh-cut apples. *Postharvest Biol Technol.*, 45: 254-264.
- Rojas-Grau, M.A., Soliva-Fortuny, R. y Martín-Belloso, O. (2009). Edible coating to incorporate active ingredients to fresh-cut fruits: a review. *Trends Food Sci Technol*, 20: 438-447.
- Rojas-Grau, M.A., Tapia, M.S. y Martín-Belloso, O. (2008). Using polysaccharide-based edible coatings to maintain quality of fresh-cut Fuji apples. *LWT-Food Sci Technol*, 41:139-147.
- Sangsuwan, J., Rattanapanone, N. y Racthanapun, P. (2008) Effect of chitosan/methyl cellulose films on microbial and quality characteristics of fresh-cut cantaloupe and pineapple. *Postharvest Biol Technol*, 49: 403-410.
- Silva-Weiss, A., Ihl, M., Sobral, P.J.A., Gómez-Guillén, M.C. y Bifani, V. (2013). Natural additives in bioactive edible films and coatings: functionality and applications in foods. *Food Eng Rev*, 5:200-216.
- Simoës, A.D., Tudela, J.A., Allende, A., Puschmann R. y Gil, M.I. (2009). Edible coating containing chitosan and moderate modified atmospheres maintain quality and enhance phytochemicals in carrot sticks *Postharvest Biol Technol*, 51: 364-370.
- Tapia, M.S., Rojas-Grau, M.A., Carmona, A., Rodríguez F.J., Soliva-Fortuny, R. and Martín-Belloso, O. (2008b). Use of alginate- and gellan-based coatings for improving barrier, texture and nutritional properties of fresh-cut papaya. *Food Hydrocolloids* 22: 1493-1503.
- Tapia, M.S., Rojas-Grau, M.A., Carmona, A. y Rodríguez, F.J. (2008a). Optimization of edible coating formulations for fresh-cut pineapple. *Int Food Res J*, 19(1): 279-285
- Tapia, M.S., Rojas-Grau, M.A., Rodríguez, F.J., Ramírez, J., Carmona, A., y Martín-Belloso, O. (2007). Alginate- and gellan-based edible films for probiotic coatings on fresh-cut fruits. *J Food Sci*, 72: E190-E196.
- Valencia-Chamorro, S.A., Palou, L., Del Río, M.A. y Pérez-Gago, M.B. (2011) Antimicrobial edible films and coatings for fresh and minimally processed fruits and vegetables. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 51:872-900.
- Vargas, M., Pastor, C., Chiralt, A., McClements, D.J. y González-Martínez, C. (2008). Recent advances in edible coatings for fresh and minimally processed fruits. *Crit Rev Food Sci Nutr*, 48, 496-511.