

# Algunas investigaciones recientes en recubrimientos comestibles aplicados en alimentos

A. Velázquez-Moreira\* y J. A. Guerrero Beltrán

Departamento de Ingeniería Química, Alimentos y Ambiental, Universidad de las Américas Puebla  
Ex hacienda Sta. Catarina Mártir, C.P. 72810, San Andrés Cholula, Puebla, México.

---

## RESUMEN

En la actualidad existen tecnologías para prolongar la vida útil de alimentos frescos, mínimamente procesados y procesados. Entre estas tecnologías destaca el desarrollo y uso de recubrimientos comestibles (RC), los cuales tienen la capacidad de controlar la transferencia de agua y gases como oxígeno y dióxido de carbono, controlar la tasa de crecimiento microbiano y conservar las características de los alimentos. Dichos recubrimientos son elaborados con materiales como polisacáridos, lípidos, proteínas o mezclas de estos compuestos, los cuales confieren características específicas a cada uno de los productos. Actualmente, la investigación se ha centrado en probar nuevos componentes para la elaboración de RC aplicados a diversos alimentos y en la incorporación de aditivos que mejoren la calidad de los productos recubiertos. El objetivo de esta revisión es describir a los recubrimientos comestibles y dar a conocer algunas de las investigaciones recientes en cuanto a los materiales empleados para su preparación, así como los beneficios que éstos aportan a diferentes grupos de alimentos.

**Palabras clave:** recubrimientos comestibles, frutas, verduras, cárnicos, productos horneados.

## ABSTRACT

Nowadays, technologies exist to prolong the storage of fresh minimally processed and processed foods in aim to control the growth of microorganisms and maintain their overall quality. Among these technologies, the development and use of edible coatings (EC) may control the mass transfer such as water and gases (oxygen and carbon dioxide), the rate of microbial growth, and to preserve the food characteristics. Such coatings are made from materials such as polysaccharides, lipids, proteins or mixtures, which may confer specific characteristics to the coated foods. At present, investigations have been focused on testing new components for the production of EC applied to various foods and the incorporation of additives that improve the quality of the coated products. The aim of this review is to describe edible coatings to present some of the recent research regarding the materials used for their preparation, and the benefits they bring to different food groups.

**Keywords:** edible coatings, fruits, vegetables, meat, bakery.

\* Programa de Maestría  
en Ciencia de Alimentos  
Tel.: +52 222 229 2126  
Fax: +52 222 229 2727  
Dirección electrónica:  
adriana.velazquezma@udlap.mx

## Introducción

Los recubrimientos comestibles (RC) son definidos como sustancias que se aplican en el exterior de los alimentos de manera que el producto final sea apto para el consumo. Los RC se han utilizado durante siglos en la industria alimentaria, con el objetivo principal de evitar la pérdida de humedad en los alimentos. Estos recubrimientos deben ser legales, seguros para su consumo, aceptables para los consumidores y deben proporcionar un valor agregado al alimento (Baldwin, Hagenmaier y Bai, 2012). Además, los RC disminuyen los daños mecánicos, físicos y químicos que genera el medio ambiente al producto (Falguera, Quintero, Jiménez, Muñoz e Ibarz, 2011). A través de los años, el uso de estos RC ha cobrado gran importancia debido al incremento en la demanda de alimentos frescos.

La composición de los RC es muy variada, los materiales principales utilizados para elaborarlos son proteínas, polisacáridos y lípidos, que poseen características propias que benefician en diferentes aspectos a determinados alimentos. Además de estos componentes básicos, los recubrimientos pueden contener otros ingredientes como agentes antioxidantes, nutrimentos adicionales, compuestos antimicrobianos y otros componentes que incrementan la calidad, integridad mecánica, valor nutricional, inocuidad, funcionalidad y aceptabilidad del producto. La aplicación y uso de los RC ha ido evolucionando con el paso de los años y en la actualidad se puede encontrar una gran variedad de productos recubiertos como frutas, verduras, productos cárnicos, productos horneados, entre otros.

El uso de los RC en combinación con otras barreras, métodos de procesamiento, buenas prácticas de higiene y condiciones de almacenamiento adecuadas, puede contribuir a mejorar la calidad e inocuidad en los alimentos frescos, mínimamente procesados y procesados. En la actualidad, la investigación se ha centrado en probar nuevos componentes para la elaboración de RC aplicados a diversos alimentos y en la incorporación de aditivos que mejoren la calidad de los productos recubiertos. La finalidad de esta revisión es describir a los recubrimientos comestibles y dar a conocer algunas de las investigaciones recientes en cuanto a los materiales y aditivos empleados para su preparación, así como los beneficios que aportan a diferentes grupos de alimentos.

## Revisión bibliográfica

### 1. Definición y aspectos generales de los recubrimientos comestibles

Un recubrimiento comestible es definido como una sustancia aplicada en el exterior de los alimentos de manera que el producto final sea apto para el consumo. Estos recubrimientos deben ser legales, inocuos, aceptables sensorialmente y deben proporcionar un valor agregado al alimento (Baldwin *et al.*, 2012). La función principal de los RC es proteger al producto de daños mecánicos, físicos, químicos y actividades microbiológicas que lo deterioren (Falguera *et al.*, 2011). Dependiendo de las características de los RC, éstos pueden ayudar a reducir dichos daños en el alimento mediante un proceso mínimo, retardando su deterioro, aumentando la calidad y mejorando su inocuidad, esto último, gracias a la actividad natural del recubrimiento contra los microorganismos o por la incorporación de compuestos antimicrobianos en la formulación (Rojas-Graü, Oms-Oliu, Soliva-Fortuny y Martín-Belloso, 2009).

El uso de los RC en alimentos y especialmente en productos altamente perecederos está condicionado por parámetros tales como el costo, la disponibilidad, la funcionalidad, las propiedades mecánicas como flexibilidad y tensión, las propiedades ópticas como brillo y opacidad, la barrera que proporcionan contra el flujo de gases, la aceptabilidad sensorial y la resistencia estructural contra agua y microorganismos. Dichas características dependen del tipo de material utilizado como matriz estructural, las condiciones en que se formaron los recubrimientos (tipo de disolvente, pH, concentración de componentes y temperatura) y el tipo y concentración de aditivos (Rojas-Graü *et al.*, 2009). Los aditivos son agregados durante el proceso de elaboración de los recubrimientos comestibles y pueden ser agentes antioxidantes, agentes antimicrobianos, agentes aromatizantes, pigmentos o nutrimentos (Pascall y Lin, 2013).

Un RC debe cumplir con exigencias de calidad, seguridad y rendimiento. Uno de los principales propósitos de los recubrimientos es mejorar la apariencia del producto, brindando brillo y a veces color, que debe mantenerse a través de los procesos de transporte, manejo y comercialización. Para que la aplicación sea exitosa en el producto, el recubrimiento debe secar rápidamente, no debe producir espuma y se debe remover fácilmente de los equipos. Una vez aplicado, no debe 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, el recubrimiento no debe fermentar, coagular, separarse, desarrollar sabores desagradables, entre otras anomalías (Baldwin *et al.*, 2012).

## 2. Tipos de recubrimientos comestibles

Los polisacáridos, las proteínas y los lípidos son los tres principales ingredientes poliméricos usados para producir RC. En muchos casos, dos o más materiales son mezclados para producir un material compuesto con mejores características físicas. Los RC a base de polisacáridos son hidrofílicos y permiten la formación de enlaces de hidrógeno, 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. Los RC a base de lípidos proporcionan una buena barrera contra la humedad debido a su naturaleza hidrofóbica, pero presentan propiedades mecánicas deficientes. Los RC a base de proteínas también son hidrofílicos y tienen una buena resistencia mecánica, por lo que pueden ser utilizados en frutas para reducir las lesiones durante su transporte; sin embargo, proporcionan una pobre barrera contra la humedad. La fabricación y el uso de recubrimientos de mezclas de materiales ayudan a minimizar las desventajas de los componentes individuales, mientras que hacen sinergia de sus propiedades funcionales y físicas (Pascall y Lin, 2013).

## 3. Algunas investigaciones recientes en recubrimientos comestibles en alimentos

Es un hecho que la aplicación de recubrimientos comestibles para proteger los alimentos no es un invento nuevo; sin embargo, dichos recubrimientos recientes todavía no están ampliamente aplicados en la industria de alimentos. En la actualidad, existe una amplia gama de investigaciones dedicadas al análisis de nuevos componentes para la formulación de soluciones de recubrimiento y metodologías más eficientes. Tales investigaciones contribuyen al desarrollo de la tecnología del recubrimiento y, por lo tanto, a un mayor interés por los productos recubiertos (Kokoszka y Lenart, 2007).

### 3.1. Recubrimientos comestibles en frutas

El propósito de los RC en frutas radica en reducir la pérdida de agua, retardar el envejecimiento, impartir brillo y conservar el color, permitiendo así una mejor calidad y precio de estos productos (Baldwin *et al.*, 2012). Es amplio el desarrollo y aplicación de recubrimientos en frutas. El almidón, proveniente de distintas fuentes, ha sido ampliamente probado como componente principal en la elaboración de RC aplicados a diversos

alimentos. Un estudio realizado en gajos de toronjas (*Citrus maxima* Merr.) demostró que la aplicación de RC a base de almidones de yuca y arroz, mantienen la apariencia física, contenido de ácido ascórbico, color característico y peso de la fruta mediante un proceso mínimo, en comparación con la no recubierta. Los autores concluyen que el uso de la solución de almidón de yuca tiene un mayor efecto en la reducción de los cambios de calidad que el uso del recubrimiento de arroz (Kerdchoechuen, Laohakunjit, Tussavil, Kaisangsri y Matta, 2011).

El almidón de papa también ha sido un componente importante en la elaboración de RC. Achipiz, Castillo, Mosquera, Hoyos y Navia (2013) desarrollaron y evaluaron un RC a partir de almidón de papa (*Solanum tuberosum* L), aloe vera (*Aloe barbadensis* Miller) y cera de carnauba (*Copernicia cerifera*). Se evaluaron cuatro sistemas de frutas (guayabas); una muestra testigo sin almidón y muestras recubiertas con disoluciones con 2, 3 ó 4% de concentración de almidón, almacenadas a temperatura ambiente. Los sistemas presentaron diferencias benéficas en comparación a la muestra testigo, en la que se observó maduración acelerada y pérdida de calidad. Se encontró que el RC de 4% de almidón fue el más eficiente, incrementando 10 días la vida útil de la fruta, en comparación con el testigo. Los cambios presentados en la textura y pérdida de peso mostraron el efecto favorable del recubrimiento, debido a las propiedades de barrera y al retraso en la tasa de respiración, con un menor grado de deterioro como consecuencia (Achipiz, Castillo, Mosquera, Hoyos y Navia, 2013).

Mehyar, Al-qadiri y Swanson (2012) también elaboraron RC con almidones de distintas fuentes. Los autores probaron la adherencia del sorbato de potasio, que posee actividad antifúngica, a recubrimientos de goma guar, almidón de chícharo y almidón de papa, aplicados a manzanas y tomates frescos enteros. Las frutas se almacenaron durante 25 días a 4°C. Los resultados indicaron que los recubrimientos elaborados con goma guar mantuvieron la mayor concentración de sorbato de potasio superficial al igual que los de almidón de chícharo, mostrando ambos la mejor acción antifúngica, a diferencia del elaborado con almidón de papa. Esto indicó que ambos recubrimientos mostraron una buena retención de sorbato de potasio, protegiendo su actividad antifúngica durante el refrigerado.

Las mezclas de componentes en los RC aplicados a frutas son comunes, como es el caso de la combinación de almidón de maíz y quitosano, la cual ha mostrado mejores propiedades, como la permeabilidad al vapor de agua, en comparación con las membranas con sólo uno de los componentes. Además, se demostró que la actividad antibacteriana del quitosano logró

zonas de inhibición en placas de agar que contienen *Escherichia coli* O157: H7 (Liu, Qin, He, y Song, 2009).

Entre los polisacáridos, el quitosano tiene un enorme potencial debido a sus propiedades fisicoquímicas, tales como la biodegradabilidad, biocompatibilidad con tejidos humanos, toxicidad nula y especialmente por sus propiedades antibacterianas y antifúngicas (Aider, 2010). La aplicación de recubrimientos elaborados con quitosano retrasa el proceso de maduración de ciertas frutas, como es el caso del plátano Cavendish, uvas de mesa y fruta estrella (*Averrhoa carambola* L.) enteros (Romanazzi, Nigro, Ippolito, Di Venere y Salerno, 2002; Nurul, Halimahton y Zaibunnisa, 2012; Suseno, Savitri, Sapei y Padmawijaya, 2014). En el caso del plátano, se redujo la pérdida de peso y se retrasó la degradación de la vitamina C con un RC preparado con 2% de quitosano (Suseno *et al.*, 2014). En las uvas de mesa se investigó el control de *Botrytis cinerea*, el llamado moho gris responsable de la reducción del agua y aumento del deterioro en uvas de mesa y otras frutas. Se pudo observar que con mayores concentraciones de quitosano, se desarrolló una significativa reducción del daño, además de un aumento de la actividad de la fenilalanina amino-liasas, la cual contribuye a preservar la calidad de la fruta (Romanazzi *et al.*, 2002). En el caso de la fruta estrella, se elaboraron RC a diferentes concentraciones de quitosano adicionando estearina de palma. Los resultados obtenidos mostraron que el recubrimiento redujo la pérdida de peso, mantuvo la firmeza y apariencia, disminuyó la producción de gases y redujo la producción de etileno. La concentración más adecuada fue 1:1 quitosano:estearina, ya que mostró una barrera efectiva contra agua, gases y otras propiedades que extendieron la vida de la fruta hasta 20 días en comparación con la demás muestras (Nurul *et al.*, 2012).

En el 2007, un grupo de investigadores desarrolló los primeros RC adicionados con probióticos basados en alginato y proteína con la adición de bifidobacterias viables, los cuales fueron aplicados en frutas frescas cortadas. Su estudio mostró que estos recubrimientos son adecuados para productos de elevada humedad, tales como manzana y papaya. Los autores concluyeron que los recubrimientos a base de proteína tienen mejores propiedades de barrera contra el agua que los elaborados con alginato y que la incorporación de bifidobacterias a las soluciones abre nuevas posibilidades para el desarrollo de productos elaborados con frutas recién cortadas con probióticos (Tapia, Rojas-Graü, Rodríguez, Ramírez, Carmona, y Martín-Belloso, 2007).

En un estudio elaborado por Adetunji *et al.* (2012) se evaluó el efecto del gel de *Aloe vera* como RC sobre la vida útil

de piña entera (*Ananas comosus* L. Merr.) almacenada a temperatura ambiente ( $27 \pm 2^\circ\text{C}$ ) y una humedad relativa de 55-60%. Se concluyó que el gel de *Aloe vera*, aplicado como RC en piñas, tiene efectos beneficiosos en el retraso del proceso de maduración, en comparación con el testigo. Este tratamiento fue eficaz como una barrera física, ya que redujo la pérdida de peso durante el almacenamiento después de la cosecha, además retrasó el reblandecimiento, conservó el ácido ascórbico y mantuvo la calidad de la fruta.

En cuanto al uso de lípidos vegetales, se han desarrollado tres RC con diferentes concentraciones de aceite vegetal, maltodextrina, goma de algarrobo, goma arábiga, alginato, surfactante y carboximetilcelulosa de sodio para aplicarlos en manzanas Golden Delicious enteras. El aumento en la tasa de respiración en el grupo no recubierto ocasionó una disminución de la firmeza y acidez titulable, y al mismo tiempo, un aumento en el color debido al rompimiento de almidón, mientras que el grupo recubierto no presentó estos cambios. La cantidad de sólidos solubles no tuvo cambios considerables entre ambos grupos. Por último, por medio de un análisis sensorial, se determinó que las manzanas recubiertas podrían conservarse durante al menos ocho semanas, sin caer por debajo del punto de aceptabilidad. A partir de estas observaciones, se concluyó que las formulaciones de recubrimientos tuvieron un efecto positivo en el mantenimiento de la calidad de la fruta durante dos meses (Conforti y Totty, 2007).

La zeína, proteína abundante en el maíz, ha sido estudiada junto con la gelatina, en la extensión de la vida útil del mango (*Mangifera indica* L.) entero. Se demostró que los RC elaborados con gelatina y zeína tuvieron un efecto benéfico sobre la pérdida de peso, cantidad de sólidos solubles, acidez titulable, pH, contenido de azúcar y cantidad de carotenoides totales, además se ha observado una alta retención de ácido ascórbico en comparación con el testigo. Retrasaron la maduración de la fruta mediante la disminución de la actividad de enzimas como son poligalacturonasa, pectina metil esterasa, celulasa y  $\beta$ -galactosidasa. En conclusión, la aplicación de un recubrimiento con zeína al 5% y gelatina al 10%, podría ser utilizada en el retraso de la maduración, el mantenimiento de los atributos de calidad y en la extensión de la vida útil del mango, durante el almacenamiento (Gol y Rao, 2013).

### 3.2. Recubrimientos comestibles en hortalizas

La aplicación de RC en hortalizas ha sido igual de amplia que en las frutas y el quitosano ha sido probado en distintos estudios. Eissa (2008) sugiere que la aplicación de un recubrimiento elaborado a base de quitosano, es beneficiosa y debe ser conside-

rada para la aplicación comercial en la prolongación de la vida útil de champiñones recién cortados. Por ejemplo, en periodos cortos de transporte y distribución a poca distancia, el uso de un RC a base de quitosano se considera adecuado para retardar el pardeamiento de los champiñones; en periodos prolongados, es útil para controlar la decoloración asociada a actividad enzimática y el deterioro general. El quitosano también ha sido estudiado en combinación con otros componentes. García, Casariego, Díaz y Roblejo (2014) demostraron que la adición de zeolita en una concentración del 3% y Tween 80 al 0.1%, a una solución elaborada a base de quitosano al 1.5% y ácido láctico al 1%, mejoró las propiedades de revestimiento del recubrimiento, conservando los atributos de calidad durante el almacenamiento en refrigeración, al retrasar la maduración de tomates (*Lycopersicon sculentum* cv. FA-180 HAZERA) (García *et al.*, 2014).

En un estudio realizado con recubrimientos comestibles elaborados a base de biopolímeros (pectina, goma arábiga y goma xantana), cera de candelilla y aceite de jojoba, aplicados en pimientos verdes, se mejoraron los parámetros fisicoquímicos tales como pérdida de peso, apariencia, cambios de color, pH, cantidad de sólidos solubles totales y textura en dicho producto. Los mejores resultados se obtuvieron con el recubrimiento a base de goma arábiga, ya que se presentaron menos daños en la apariencia del pimiento en comparación con los recubrimientos restantes, prolongando la vida útil del vegetal durante el almacenamiento a  $25 \pm 2^\circ\text{C}$  (Ochoa-Reyes *et al.*, 2013).

La adición de calcio y vitamina E a RC, ha permitido incrementar el valor nutricional de zanahorias ("baby" frescas peladas), además de cumplir con su función principal, que es la de proveer una barrera contra la humedad y una superficie hidratante. La integración de calcio y vitamina E no afectó las propiedades funcionales básicas del RC. Todos los tratamientos de recubrimiento mantuvieron una humedad elevada en la superficie de las zanahorias, por lo que se logra un control efectivo de la deshidratación y de la decoloración de la superficie. El tratamiento no afectó significativamente el aroma, el sabor, la dulzura, la frescura y la cantidad de  $\beta$ -caroteno de las zanahorias (Mei, Zhao, Yang y Furr, 2002).

### **3.3. Recubrimientos comestibles en productos cárnicos**

Los alimentos de origen animal son ampliamente consumidos en todo el mundo por su alta disponibilidad de nutrientes, pero debido a ello, pueden proporcionar un ambiente adecuado para el crecimiento de microorganismos patógenos y

deteriorativos (Sánchez-Ortega *et al.*, 2014). Además, la carne y productos cárnicos son altamente susceptibles a la oxidación lipídica, lo que lleva a un rápido desarrollo de sabor rancio. Ciertos RC a base de polisacáridos pueden proporcionar una protección eficaz contra la oxidación de lípidos y otros compuestos de los alimentos de origen animal (Baldwin *et al.*, 2012). De tal forma, el uso de RC es una tecnología prometedora para la conservación de carnes crudas y procesadas, gracias a su efecto de barrera (Sánchez-Ortega *et al.*, 2014).

El uso de RC elaborados con quitosano es una buena alternativa para el control de la microbiota presente principalmente en carnes como salami y hamburguesas de cerdo. En un trabajo elaborado en el 2011, las propiedades antimicrobianas intrínsecas del quitosano se combinaron con las propiedades termoplásticas del caseinato de sodio, para preparar soluciones formadoras de recubrimiento (Moreira, Pereda, Marcovich y Roura, 2011). Se evaluó la eficacia antimicrobiana del caseinato de sodio, quitosano y una mezcla de ambos en la microflora nativa del salami. Las soluciones de quitosano y quitosano/caseinato de sodio ejercieron una acción microbicida significativa en el recuento de mesófilos, psicrótrofos, levaduras y mohos, con una reducción de 2 a 4.5 ciclos logarítmicos. Ese mismo año, se estudió la aplicación de RC elaborados a base de quitosano de alto peso molecular, pero ahora con la incorporación de aceite de girasol. Dicho recubrimiento disminuyó las pérdidas de agua y condujo a la reducción de los recuentos microbianos de las muestras durante el almacenamiento, evitando efectos indeseables en la superficie de las hamburguesas revestidas, en comparación con los recubrimientos con quitosano puro (Vargas, Albors y Chiralt, 2011).

Abdeldaiem (2014) estudió el efecto combinado de un RC adicionado con un extracto etanólico de hojas de papaya (*Carica papaya* L.) al 2% e irradiación gamma de 2, 4 y 6 kGy, sobre las características químicas, microbiológicas y sensoriales de muslos de pollo picados y almacenados a temperatura de refrigeración ( $4 \pm 1^\circ\text{C}$ ). Las muestras fueron divididas en tres grupos: no recubiertas (testigo), recubiertas sin aditivo y recubiertas con aditivo e irradiadas a todos los niveles probados. Los resultados obtenidos mostraron que la irradiación gamma junto con la aplicación del recubrimiento comestible, redujeron el recuento inicial total bacteriano, las bacterias psicrófilas y las bacterias ácido lácticas, prolongando la vida útil de las muestras bajo investigación. En las muestras recubiertas, la irradiación con 2 kGy redujo los recuentos de Enterobacterias, *Staphylococcus aureus* y *Bacillus cereus*, además de eliminar *Salmonella* spp.; mientras que las irradiaciones a 4 y 6 kGy, eliminaron completamente estas bacterias. Además, el trata-

miento combinado no tuvo efectos adversos en las propiedades sensoriales de las muestras.

### **3.4. Recubrimientos comestibles en productos elaborados con cereales**

Las grasas y aceites se han utilizado tradicionalmente en bocadillos o galletas para cumplir con la función de aromatizante o adhesivo de condimentos; sin embargo, como resultado de la creciente demanda de bocadillos bajos en grasa, muchas empresas han introducido productos con recubrimientos comestibles que cumplen con esa función y que además poseen un reducido valor calórico. Los recubrimientos de polisacáridos se han utilizado para reducir la pérdida de color y el ablandamiento en panadería de baja humedad y productos extruidos tales como cereales, galletas y bocadillos que tienen una textura crujiente (Baldwin *et al.*, 2012).

Bravin, Peressini y Sensidoni (2005) evaluaron la eficacia de un recubrimiento comestible compuesto de almidón de maíz, metilcelulosa y aceite de soya, en el control de la transferencia de la humedad de galletas, un alimento a base de cereal con baja actividad de agua ( $a_w$ ). Observaron que las galletas recubiertas tenían menores tasas de transmisión al vapor de agua que las galletas no recubiertas y, por lo tanto, una mayor vida útil, confirmando el potencial del RC para convertirse en una parte integral del alimento.

En los últimos años, ha surgido el interés por utilizar los RC como vehículo de sabor y olor para los cereales. Laohakunjit y Kerdchoechuen (2007) recubrieron arroz blanco con almidón de arroz plastificado, con un 30% de sorbitol, que contenía 25% de extracto de hoja de pandan (*Pandanus amaryllifolius* Roxb.) natural, que es el principal responsable del aroma a jazmín del arroz aromático. Se recubrieron tres variedades de arroz blanco no aromático y se almacenaron en bolsas de plástico durante seis meses a 25°C, así como un testigo. Con este estudio se estableció que el arroz con el recubrimiento de almidón con extracto de pandan natural presentó aromas similares a los del arroz aromático. Además, el recubrimiento redujo el contenido del n-hexanal de los granos almacenados. Esta técnica de recubrimiento es un enfoque prometedor para mejorar el aroma de cereales y al mismo tiempo, para reducir los procesos perjudiciales que ocurren durante el almacenamiento del grano, tales como la oxidación de lípidos.

Por otra parte, la metilcelulosa (MC) y la hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) han sido utilizadas en formulaciones de recubrimiento para reducir la absorción de aceite en discos de masa de trigo para hornear. En dicho estudio, los revestimientos de MC fueron más eficaces en la reducción de la absorción

de aceite que los elaborados con HPMC. También se evaluó el efecto de la adición de plastificante (sorbitol). La mejor formulación fue la de 0.75% de sorbitol, representando una reducción de absorción de aceite de 35.2%, en comparación con las muestras sin recubrir; el aumento en el contenido de agua fue de 25.7%. No se observaron diferencias significativas en la textura de las muestras con y sin recubrimiento. Aunque se detectaron diferencias de color instrumentales, todas las muestras fueron aceptadas sensorialmente por un panel no entrenado. Este es un resultado favorable, ya que el objetivo fue incorporar el revestimiento para reducir la absorción de aceite sin tener un impacto significativo en las características sensoriales de los productos finales (García, Ferrero, Bértola, Martino y Zaritzky, 2002).

## **Conclusiones**

Los recubrimientos comestibles aplicados a alimentos tienen como objetivo mejorar la calidad de los productos, extendiendo su vida útil y proporcionando en varios casos un valor agregado. Con base en las investigaciones recientes expuestas en esta revisión, se concluye que los materiales estudiados para la elaboración de RC aplicados a diferentes grupos de alimentos, han tenido efectos positivos en varias propiedades de los productos. Los materiales más empleados han sido quitosano, almidones de distintas fuentes y gomas, los cuales han sido ampliamente estudiados con buenos resultados. También se ha estudiado la incorporación de aditivos a los componentes de los RC (con buenos resultados). Es necesario continuar con investigaciones para probar los beneficios de las nuevas formulaciones aplicadas a distintos alimentos.

## **Agradecimientos**

La autora Adriana Velázquez Moreira agradece al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) y a la Universidad de las Américas Puebla por el apoyo recibido para el financiamiento de sus estudios de maestría.

## Referencias

- Achipiz, S., Castillo, A., Mosquera, S., Hoyos, J. L. y Navia, D. P. (2013). Efecto de recubrimiento a base de almidón sobre la maduración de la guayaba (*Psidium guajava*). *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 2, 92-100.
- Abdeldaiem, M. (2014). Using of combined treatment between edible coatings containing ethanolic extract of papaya (*Carica papaya* L.) leaves and gamma irradiation for extending shelf- life of minced chicken meat. *American Journal of Food Science and Technology*, 2 (1), 6-16.
- Adetunji, C., Fawole, O., Arowora, K., Nwaubani, S., Ajayi, E., Oloke, J. y otros. (2012). Effects of edible coatings from aloe vera gel on quality and postharvest physiology of *Ananas comosus* (L.) fruit during ambient storage. *Global Journal of Science Frontier Research Bio-Tech & Genetics*, 12 (5), 39-43.
- Aider, M. (2010). Chitosan application for active bio-based films production and potential in the food industry: review. *Food Science and Technology*, 12, 837-842.
- Baldwin, E., Hagenmaier, R. y Bai, J. (2012). *Edible coatings and films to improve food quality*. Boca Raton: CRC Press.
- Bravin, B., Paressini, D. y Sensidoni, A. (2005). Development and application of polysaccharide-lipid edible coating to extend shelf-life of dry bakery products. *Journal of Food Engineering*, 76, 280-290.
- Conforti, F. y Totty, J. (2007). Effect of three lipid/hydrocolloid coatings on shelf life stability of Golden Delicious apples. *International Journal of Food Science and Technology*, 42, 1101-1106.
- Eissa, H. A. (2008). Effect of chitosan coating on shelf-life and quality of fresh-cut mushroom. *Polish Journal of Food and Nutrition Sciences*, 58(1), 95-105.
- Falguera, V., Quintero, J. P., Jiménez, A., Muñoz, J. A. e Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings: Structures, active functions and trends in their use. *Trends in Food Science & Technology*, 22, 292-303.
- García, M. A., Ferrero, C., Bértola, N., Martino, M. y Zaritzky, N. (2002). Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 3, 391-397.
- García, M., Casariego, A., Díaz, R. y Roblejo, L. (2014). Effect of edible chitosan/zeolite coating on tomatoes quality during refrigerated storage. *Emirates Journal of Food and Agriculture*, 26(3), 238-246.
- Gol, N. y Rao, R. (2013). Influence of zein and gelatin coatings on the postharvest quality and shelf life extension of mango (*Mangifera indica* L.). *Fruits*, 69(2), 101-115.
- Hardenburg, R.E. (1967). Wax and related coatings for horticultural products. A Bibliography. *Agr. Res. Bull USD*, 51-15.
- Kerdchoechuen, O., Laohakunjit, N., Tussavil, P., Kaisangsri, N. y Matta, F. (2011). Effect of starch-based edible coatings on quality of minimally processed pummelo (*Citrus maxima* Merr.). *International Journal of Fruit Science*, 11, 410-423.
- Kokoszka, S., y Lenart, A. (2007). Edible coatings - Formation characteristics and use - A review. *Polish Journal Of Food and Nutrition Sciences*, 57(4), 399 - 404.
- Laohakunjit, N. y Kerdchoechuen, O. (2007). Aroma enrichment and the change during storage of non-aromating milled rice coated with extracted natural flavor. *Food Chemistry*, 339-344.
- Liu, F., Qin, B., He, L. y Song, R. (2009). Novel starch/chitosan blending membrane: antibacterial, permeable and mechanical properties. *Carbohydrate Polymers*, 1, 146-150.
- Mehyar, G., Al-qadiri, H. y Swanson, B. (2012). Edible coatings and retention of potassium sorbate on apples, tomatoes and cucumbers to improve antifungal activity during refrigerated storage. *Journal of Food Processing and Preservation*, 38, 1745-1749.
- Mei, Y., Zhao, Y., Yang, J. y Furr, H. (2002). Using edible coating to enhance nutritional and sensory qualities of baby carrots. *Sensory and Nutritive Qualities of Food*, 67(5), 1964-1968.
- Moreira, M., Pereda, M., Marcovich, N. y Roura, S. (2011). Antimicrobial effectiveness of bioactive packaging materials from edible chitosan and casein polymers: assessment on carrot, cheese, and salami. *Journal of Food Science*, 76(1), 54-63.
- Nurul, M., Halimahton, M. y Zaibunnisa, A. (2012). Effect of chitosan-palm stearin edible coating on the post harvest life of star fruits (*Averrhoa carambola* L.) stored at room temperature. *International Food Research Journal*, 19(4), 1433-1438.
- Ochoa-Reyes, E. Martínez-Vázquez, G., Saucedo-Pompa, S., Montañez, J., Rojas-Molina, R., de Leon-Zapata, M. A., Rodríguez-Herrera, R. y Aguilar, C. N. (2013). Improvement of shelf life quality of green bell peppers using edible coating formulations. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Sciences*, 2(6), 2448-2451.

- Pascall, M. y Lin, S.-J. (2013). The application of edible polymeric films and coatings in the food industry. *Food, Processing and Technology*, 4(2), 1-2.
- Rojas-Graü, M. A., Oms-Oliu, G., Soliva-Fortuny, R. y Martín-Belloso, O. (2009). The use of packaging techniques to maintain freshness in fresh-cut fruits and vegetables: a review. *International Journal of Food Science and Technology*, 4, 875-889.
- Romanazzi, G., Nigro, F., Ippolito, A., Di Venere, D. y Salerno, M. (2002). Effects of pre- and postharvest chitosan treatments to control storage grey mold of table grapes. *Food Microbiology and Safety*, 67(5), 1862-1867.
- Sánchez-Ortega, I., García-Almendárez, B., Santos-López, E., Amaro-Reyes, A., Barboza-Corona, E. y Regalado, C. (2014). Antimicrobial edible films and coatings for meat and meat products preservation. *The Scientific World Journal*, 2014, 1-18.
- Suseno, N., Savitri, E., Sapei, L. y Padmawijaya, K. (2014). Improving shelf-life of cavendish banana using chitosan edible coating. *Procedia Chemistry*, 9, 113-120.
- Tapia, M., Rojas-Graü, M., Rodríguez, F., Ramírez, J., Carmona, A. y Martín-Belloso, O. (2007). Alginate- and gellan-based edible films for probiotic coatings on fresh-cut fruits. *Food Engineering and Physical Properties*, 72(4), 190-196.
- Vargas, M., Albors, A. y Chiralt, A. (2011). Application of chitosan-sunflower oil edible films to pork meat hamburgers. *Procedia Food Science*, 1, 39-43.