

RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES EN LA CONSERVACIÓN DEL MANGO Y AGUACATE, Y PERSPECTIVA, AL USO DEL PROPÓLEO EN SU FORMULACION

EDIBLE COATINGS IN THE CONSERVATION OF MANGO AND AVOCADO, AND PERSPECTIVE TO USE IN THE FORMULATION PROPOLIS

FIGUEROA, JORGE^{1*} Ing. Agroindustrial; SALCEDO, JAIRÓ² Esp.; AGUAS, YELITZA² M.Sc.; OLIVERO, RAFAEL² M.Sc.; NARVAEZ, GERMAN² Esp.

^{1*}Universidad de Sucre – Colciencias. Grupo de investigación en Procesos Agroindustriales y Desarrollo Sostenible “PADES”. Colombia. ²Docente Universidad de Sucre, Facultad de Ingeniería, Colombia. Grupo de investigación en Procesos Agroindustriales y Desarrollo Sostenible. Colombia.

*correspondencia: jorgefig12@hotmail.com

Recibido: 14-09-2011; Aceptado: 30-11-2011

Resumen

El presente trabajo propone y aborda un estudio sobre recubrimientos comestibles, su efecto en la conservación de las frutas del mango y aguacate y tendencias al uso del propóleo como alternativa natural en su formulación. Estudios recientes muestran que los recubrimientos han surgido como una tecnología postcosecha emergente para la conservación, extensión de la vida comercial de las frutas y mejora de su calidad. Su uso radica en generar una atmósfera modificada con el fin de reducir la capacidad de transferencia de masa de los gases causantes de la pérdida de peso, color, textura y firmeza de las frutas después de su recolección que repercuten en el aumento de las pérdidas postcosecha.

Palabras claves: recubrimientos, conservación, pérdidas postcosecha, mango, aguacate, propóleo.

Abstract

This paper proposes and discusses a study on edible coatings, its effect on the conservation of mango and avocado fruits and trends in the use of propolis as a natural alternative in its formulation. Recent studies show that the coatings have emerged as an emerging technology for post harvest storage, shelf life extension and improvement of fruit quality. Its use lies in generating a modified atmosphere in order to reduce the ability of mass transfer of gases that cause weight loss, color,

texture and firmness of the fruit after harvest that affect the growth of post harvest losses.

Keywords: coatings, storage, post harvest losses, mango, avocado, propolis.

Introducción

Un recubrimiento comestible se puede definir como una matriz continua, delgada, que se estructura alrededor del alimento generalmente mediante la inmersión del mismo en una solución formadora del recubrimiento. Dichas soluciones formadoras del recubrimiento pueden estar conformadas por un polisacárido, un compuesto de naturaleza proteica, lipídica o por una mezcla de los mismos (QUINTERO *et al.*, 2010).

Los recubrimientos se han desarrollado con el fin de extender la vida útil de los productos alimenticios, usarse como soporte de agentes antimicrobianos, antioxidantes o nutrientes, para enlentecer la migración de humedad y lípidos o el transporte de gases y solutos. Éstos, deben poseer propiedades mecánicas que garanticen la adecuada adhesividad a los alimentos y manipuleo de ellos sin deterioro de las mismas y, además, deben ser totalmente neutras con respecto al color, tacto y olor del alimento (FAMÁ *et al.*, 2004).

En productos hortofrutícolas, como el mango y el aguacate, pueden emplearse como barrera a gases y vapor de agua, para este propósito se aplican sobre la superficie del alimento con la función primordial de restringir la pérdida de humedad de la fruta hacia el ambiente, reducir la absorción de O₂ para disminuir su tasa respiratoria, aumentar su vida útil y reducir las pérdidas postcosecha (KESTER y FENNEMA, 1989; DEBEAUFORT *et al.*, 1998).

Para su formulación se pueden incorporar productos naturales con actividad antimicrobiana procedentes de plantas, organismos marinos, insectos o microorganismos como alternativas viables al uso de los químicos de síntesis. Dentro de estos productos se encuentra el propóleo – producto producido por la abeja *Apis mellifera* – debido a sus propiedades antibióticas, antifúngicas y antioxidantes derivadas de los flavonoides y compuestos fenólicos (SÁNCHEZ-GOZALEZ *et al.*, 2008). El propóleo se destaca por sus variadas y disímiles propiedades biológicas, lo que ha incrementado en los últimos años su utilización como materia prima para la industria farmacéutica, de cosméticos y de alimentos (CHAILLOU *et al.*, 2004).

A través del presente trabajo se pretende revisar y hacer una síntesis de diversos estudios en el uso de recubrimientos de frutas, su efecto sobre la conservación de las frutas del mango y aguacate. Además, se busca proporcionar una actualización concerniente al desarrollo e implementación de recubrimientos de frutas a base de propóleo, como alternativa natural, y viable desde el punto de vista medioambiental para la conservación de productos hortofrutícolas.

Recubrimientos comestibles: Generalidades

Un recubrimiento comestible es una película que envuelve al alimento y que puede ser consumida como parte del mismo (PASTOR *et al.*, 2005), y cuya función es mantener la calidad de los productos recubiertos que permitan evitar la ganancia o pérdida de humedad, provocar una modificación de la textura, turgencia; retardar cambios químicos que pueden afectar el color, aroma o valor nutricional del alimento; actuar como barrera al intercambio de gases que puede influir en gran medida en la estabilidad de los alimentos sensibles a la oxidación de lípidos, vitaminas y pigmentos; mejorar la estabilidad microbiológica y aumentar la integridad mecánica en el caso de las frutas y hortalizas (DEBEAUFORT, 1998).

Se emplea en forma de finas capas mediante inmersión, pulverización o envolturas, y el método depende, de las propiedades reológicas de las películas y la superficie de los frutos. Cabe resaltar, que la divergencia en la aplicación de los recubrimientos, es un factor limitante para el desarrollo e implantación de esta tecnología postcosecha, lo que reduce su versatilidad y condicionan su efectividad.

En general, los recubrimientos comestibles están compuestos de ceras naturales, polisacáridos y proteínas, formando un envase ideal desde el punto de vista medioambiental, puesto que son biodegradables y pueden ser consumidos con el producto. Además, en el futuro los recubrimientos comestibles podrían reducir la necesidad de refrigeración y el coste de almacenamiento por el uso atmósferas controladas (PÉREZ-GAGO *et al.*, 2008).

El uso de recubrimientos en aplicaciones alimentarias y en especial en productos altamente perecederos, como los pertenecientes a la cadena hortofrutícola, se basa en ciertas características tales como costo, disponibilidad, atributos funcionales, propiedades mecánicas (tensión y flexibilidad), propiedades ópticas (brillo y opacidad), su efecto barrera frente al flujo de gases, resistencia estructural

al agua a microorganismos y su aceptabilidad sensorial. Estas características son influenciadas por parámetros como el tipo de material implementado como matriz estructural (conformación, masa molecular, distribución de cargas), las condiciones bajo las cuales se preforman las películas (tipo de solvente, pH, concentración de componentes, temperatura, entre otras), y el tipo y concentración de los aditivos (plastificantes, agentes entrecruzantes, antimicrobianos, antioxidantes, emulsificantes, etc.) (QUINTERO *et al.*, 2010).

En cuanto a su campo de empleo, éste se extiende enormemente ya que esta tecnología permite diseñar y formular productos que se adapten según la forma de aplicación (directamente en campo, durante la confección en almacén o en el envasado) y el tipo de producto al que vayan destinados (fresco, entero, troceado, mínimamente procesado).

Los recubrimientos comestibles dependiendo del tipo de compuesto que incluyen en su formulación pueden agruparse en tres categorías: **1) Hidrocoloides:** por lo general 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. **2) Lípidos:** formados por compuestos hidrofóbicos y no poliméricos con buenas propiedades barrera para la humedad, pero con poca capacidad para formar films. Reducen la transpiración, la deshidratación, la abrasión en la manipulación posterior y pueden mejorar el brillo y el sabor; y **3) Composites o compuestos:** formulaciones mixtas de hidrocoloides y lípidos que aprovechan las ventajas de cada grupo y disminuyen los inconvenientes. En general, los lípidos aportan resistencia al vapor de agua y los hidrocoloides, permeabilidad selectiva al O_2 y CO_2 , la duración del film y la buena cohesión estructural o integridad del film (PASTOR *et al.*, 2005).

Los recubrimientos comestibles que se están ensayando en postcosecha son formulaciones mixtas de compuestos lipídicos e hidrocoloides. Los lípidos aportan la barrera al vapor de agua y los hidrocoloides la permeabilidad selectiva al CO_2 y O_2 (PÉREZ-GAGO *et al.*, 2008). Generalmente ambos se usan combinadamente para contrarrestar las deficiencias que presentan cada grupo por separado. Entre los carbohidratos estudiados para el desarrollo de películas y recubrimientos comestibles se encuentran: celulosa y sus derivados, metilcelulosa, alginatos, pectinas, goma arábica, almidones y almidones modificados. En el caso de proteínas; las provenientes de cereales como maíz, trigo o avena, las lácteas, las obtenidas de animales marinos como peces y camarones, la gelatina o las proteínas de soya. Los lípidos empleados incluyen ceras (carnauba, abeja),

acilglicéridos y ácidos grasos (ABRAJÁN, 2008).

La implementación y estudio de recubrimientos en frutas y hortalizas, es muy variada. Existe, un sinnúmero de investigaciones encaminadas a evaluar el efecto de los recubrimientos en la conservación de diferentes especies de productos hortofrutícolas a partir de una gama disímil de materiales (biológicos y no biológicos). Esto, repercute en que la formulación y composición de los recubrimientos sea muy diversa, lo que limita la comparación entre ellos, y trunca el avance a nivel científico y su implementación como tecnología postcosecha.

En la actualidad, para el desarrollo de recubrimientos comestibles se viene potencializando el uso de productos naturales biodegradables y amigables con el medio ambiente y la salud del consumidor. Algunos trabajos consultados en bibliografía, enmarcan el uso de estos materiales en la conservación de frutas frescas y cortadas, con el fin de mejorar la calidad de los productos y extender su tiempo de vida útil.

Efecto del recubrimiento en las frutas del mango y aguacate

Tanto el mango como el aguacate son frutos climatéricos y tienen una vida en anaquel muy corta. La comercialización de estas frutas se lleva a cabo en un período muy corto, pues son productos altamente perecederos y susceptibles al deterioro causado por desórdenes fisiológicos y patológicos en la postcosecha (CÁCERES *et al.*, 2003; SANDOVAL *et al.*, 2010).

La solución idónea para preservar la calidad global (organoléptica, comercial, microbiológica y nutritiva) de estos productos hortofrutícolas y satisfacer las crecientes exigencias de los mercados internacionales, consiste en mejorar los tratamientos postrecolección (ARTÉS, 2000). En este sentido, la aplicación de recubrimientos comestibles es una alternativa para mantener la calidad de los frutos ya que mejora su apariencia y prolonga la vida comercial por reducción de la humedad y de la pérdida de peso (BÁEZ *et al.*, 2000; CÁCERES *et al.*, 2003).

De acuerdo a estudios realizados se pueden enumerar diferentes efectos físicos y fisiológicos, obtenidos en las frutas del mango y aguacate durante el manejo postcosecha, cuando han sido envueltas por recubrimientos comestibles obtenidos a partir de productos naturales. A continuación se detallan los cambios más representativos en aspectos como color/apariencia, pérdida de peso, índice de madurez y tasa de respiración.

Color/apariencia: El color es el cambio más obvio que se presenta en muchos frutos y es, a menudo, el principal criterio utilizado por los consumidores para determinar si un fruto está maduro o no. Los cambios de color durante la maduración de la mayoría de los frutos, son producto, principalmente, de la degradación de la clorofila y la síntesis de pigmentos tales como carotenoides y antocianinas (BROWNLEADER *et al.*, 1999; AGUILAR, 2005).

Debido a que los recubrimientos en frutos pueden crear una atmósfera modificada entre la película y la superficie de los mismos y evitar la degradación de la clorofila, debido, a la ausencia de CO₂ en la atmósfera de almacenamiento (MAFTOONAZAD y RAMASWAMY, 2005). SALVADOR *et al.* (1999) y AGUILAR (2005) reportaron que el uso de películas simple de quitosán tuvieron un efecto benéfico en la conservación de la clorofila de las superficies de los aguacates, mejorando la calidad organoléptica y la apariencia visual del producto.

Además, CÁCERES *et al.* (2003) empleando recubrimientos a base de cera de carnauba y éster de sacarosa, y HOA con DUCAMP (2002) utilizando metilcelulosa y zein hidroxipropil (una proteína de la planta del maíz) observaron una reducción en el desarrollo del color (verde a amarillo) para frutos de mango recubiertos, en relación con aquellos frutos sin recubrimientos.

Pérdida de peso: El mecanismo principal de pérdida de humedad, en frutas frescas y vegetales, es la difusión del vapor de agua. Lo anterior debido a un gradiente de presión entre el interior y el exterior del fruto. Las películas sobre la superficie de los frutos actúan como barreras a la difusión del vapor de agua, lo que se traduce en menores tasas de pérdida de humedad (MAFTOONAZAD y RAMASWAMY, 2005).

Estos mismos autores, reportaron disminuciones del 50% en la pérdida de humedad para frutos de aguacate recubiertos con películas comestibles, a base de metilcelulosa, después de 6 días de almacenamiento a 20°C. Por su parte, AGUILAR (2005) obtuvo disminuciones de pérdida de peso en aguacates entre un 12 y 22%, empleando recubrimientos comestibles a base de almidón y glicerol, bajo condiciones de refrigeración a 6°C.

En mango, varios estudios han examinado el efecto de una cobertura comestible para fruta basada en la cera de carnauba o la cera de abejas (BALDWIN *et al.*, 1999; FEYGENBERG *et al.*, 2005; DANG *et al.*, 2008; HOA y DUCAMP, 2008.

Todos estos estudios muestran que las cubiertas de cera son eficientes en la reducción de pérdidas de agua durante el almacenamiento.

Índices de madurez: Durante el proceso de maduración, en los frutos carnosos se generan cambios en la composición química, color, textura, tasa respiratoria y cambios químicos en los carbohidratos de la pared celular, que al degradarse incrementan el nivel de azúcares que contribuyen a mejorar la palatabilidad del fruto (BRADY, 1987; KADER, 1992; RODRÍGUEZ *et al.*, 2006).

El menor índice de madurez, a través de una menor evolución de los sólidos solubles y un mantenimiento de la acidez total se ha observado en frutos del mango al ser recubiertos por celulosa, cera de carnauba o éster de sacarosa (BALDWIN *et al.*, 1999; CACERES *et al.*, 2003), así mismo en frutos de aguacate recubiertos por cera de abeja o cera de carnauba (FEYGENBERG *et al.*, 2005).

En ninguno de estos trabajos se da una explicación del papel del recubrimiento sobre la inducción de un menor índice de madurez, pero es muy probable que sea debido a la menor tasa de respiración exhibida por los frutos tratados comparados con los de control, ya que el aumento del CO₂ se debe a la utilización de sustratos de reserva en el ciclo de Krebs, que en el caso de los frutos son los azúcares y los ácidos orgánicos.

Tasa respiratoria: Las células vegetales continúan siendo metabólicamente activas después de la cosecha, y siguen obteniendo la energía necesaria del proceso de respiración aeróbica (DEL VALLE y PALMA, 1997). La tasa de deterioro (perecibilidad) de productos cosechados es proporcional a la tasa respiratoria (KADER, 1992).

En frutos de aguacate, MAFTOONAZAD y RAMASWAMY (2005), observaron un retraso en la maduración, por 2 días cuando se recubrían con películas de metilcelulosa y obtuvieron valores máximos de producción de CO₂ de 127 mL/Kg.h para los frutos recubiertos, después de mantenerlos 8 días a 20°C. Por su parte AGUILAR (2005), observó un proceso de maduración muy lento de las frutas y obtuvo una producción de 104,56 mL/Kg.h de CO₂ a 20°C, por debajo de la reportada por MAFTOONAZAD y RAMASWAMY (2005). Estos resultados, resaltan la importancia y ventaja del uso de recubrimientos que forman una barrera en la superficie del fruto, modificando la composición gaseosa interna, lo cual disminuye la tasa de respiración y por lo tanto, prolongando la vida postcosecha del producto (PÉREZ y BÁEZ, 2003).

En cuestión, se observa que los recubrimientos proporcionan una atmósfera adecuada para frutas reduciendo la tasa de respiración, máxime en frutos climatéricos como el mango y aguacate, controlando una serie de procesos metabólicos y fisicoquímicos que mantienen su condición inicial y aumentan su vida útil.

Propóleo como producto natural para la formulación de recubrimientos comestibles.

El própolis o propóleo es una resina cerosa natural, de composición compleja y consistencia viscosa, que las abejas elaboran a partir de partículas resinosas de diferentes vegetales. Su composición difiere en función de la variedad de las abejas, el clima, la flora, la época de recolección y la situación geográfica (FARRÉ *et al.*, 2004).

Los principales componentes del propóleo son resinas y bálsamos, compuestas por flavonoides, terpenos, ácidos fenólicos y sus ésteres, ceras, aceites esenciales, polen y compuestos orgánicos (JULIANO *et al.*, 2007). También contiene provitamina A y vitaminas del grupo B, especialmente B3 (MOREIRA, 1986; WALKER y CRANE, 1987; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ *et al.*, 2008). Es prácticamente insoluble en agua, pero soluble en alcohol, razón por la cual la mayoría de las aplicaciones se realizan a través de extractos etanólicos. El propóleo es una sustancia de color verde pardo, castaño o incluso casi negro, dependiendo de su origen botánico. La consistencia varía según la temperatura; por debajo de los 15°C es duro y frágil, alrededor de los 30-35°C es suave y moldeable, entre los 35 y 60°C es pegajosa y se funde a los 60-70°C y es bastante termoestable, manteniendo sus propiedades antibacterianas después de haber sido sometido a temperaturas de 100° C durante media hora (RUBIRA *et al.*, 2008).

Una de las propiedades más estudiada de los propóleos es su actividad antibacteriana. Además, se reportan propiedades antibióticas, antifúngicas, antioxidantes, antivirales, inmunomoduladoras y antiparasitaria. Estudios recientes atribuyen éstas propiedades a la presencia de compuestos del tipo terpénico, flavonoides y antraquinonas (MARTÍNEZ, 2009). Los compuestos identificados corresponden a flavononas, dihidroflavonas, sesquiterpeno farnesol (KOO *et al.*, 2002; LIBÉRIO *et al.*, 2009); así como acacetina, ácido cinámico, cumarina,

galangina, izalpina, kaempferido pinocebrina, preniletina, viscidona y vanillina (MUÑOZ *et al.*, 2001).

KALOGEROPOULOS *et al.* (2009) estudiaron el efecto de la actividad antibacteriana de varios extractos etanólicos de propóleos en varias bacterias. La actividad fue asociada a la presencia de emodina y crisofanol. Con base en los resultados obtenidos los autores recomiendan el uso de estos propóleos como aditivos de origen natural para conservación en alimentos.

En la bibliografía revisada, se ha encontrado un par de estudios que incorporan extractos de propóleo a películas comestibles para su posterior aplicación y estudio en alimentos. PASTOR *et al.* (2010a) utilizaron un recubrimiento comestible a base de hidroxipropilmetilcelulosa (HPMC) y extractos etanólicos de propóleo en uvas variedad *Moscatei*, considerando que los recubrimientos a base de extractos etanólicos de propóleo mejoran la apariencia de la uva y pueden ser considerados como buenos revestimientos para obtener productos más saludables, puesto que, contribuyen a reducir la pérdida de peso y controlar la producción de CO₂. Además, las películas revelaron una notable actividad antifúngica contra los hongos probados, mostrando un mayor efecto inhibitorio sobre *Aspergillus niger*. Asimismo, QIANG-HUA *et al.* (2009) cuantificaron una mejor calidad postcosecha de las naranjas, impregnadas con un recubrimiento formularon con extractos de propóleo, gelatina y éster de sacarosa.

En relación a lo anterior, se puede resaltar la importancia de evaluar la actividad antifúngica de extractos de propóleo en hongos del genero *Colletotrichum* fundamentalmente las especies *C. gloeosporioides* y *C. acutatum* responsables de la antracnosis en frutas como el mango, papaya, aguacate, guanábana y las hortalizas durante su cultivo; enfermedad que constituye una limitante para la productividad y el mercadeo de este renglón de la actividad frutícola en nuestro país.

Asimismo, considerar el efecto benéfico de las propiedades antioxidantes de los extractos de propóleo en la preservación del color y la apariencia de los frutos, aspecto relevante a controlar y estudiar en la implementación de recubrimientos para la conservación de las frutas del mango y aguacate.

Al mismo tiempo, PASTOR *et al.* (2010b), citan que las películas elaboradas con hidroxipropil-metilcelulosa (HPMC) y extractos etanólicos de propóleo presentan excelentes características reológicas. En este sentido, se puede considerar la

viabilidad tecnológica de los extractos de etanólicos como recubrimiento y establecer su aptitud como método de conservación de productos hortofrutícolas.

Por otra parte, se pueden resaltar algunas investigaciones que han utilizado la cera de abeja – componente del propóleo, en un 30% como alternativa para el desarrollo de recubrimientos comestibles. Por ejemplo, BALDWIN *et al.* (1999); FEYGEMBERG *et al.* (2005); DANG *et al.* (2008); HOA y DUCAMP (2008) utilizaron la cera de abeja como tecnología postcosecha para la conservación del mango. Todos los estudios mostraron que las cubiertas de cera son eficientes en la reducción de pérdidas de agua del mango durante el almacenamiento. Por su parte, NAVARRO *et al.* (2007) implementaron la cera de abeja con HPMC en mandarinas, ciruelas y naranjas, y obtuvieron resultados benéficos en la mejora de la firmeza, textura y extensión de la vida útil de las frutas al reducir su deshidratación sin alterar su calidad organoléptica.

Cabe resaltar, que la cera de abeja presenta excelentes propiedades hidrofóbicas como recubrimiento comestible. Sin embargo, los extractos etanólicos de propóleo pueden convertirse en una tecnología postcosecha emergente con mejores propiedades para su implementación como recubrimiento, debido, al alto porcentaje de solubilidad de los componentes de propóleo en alcohol, sumado a las propiedades antifúngicas, antibacterianas y antioxidantes que presentan y las excelentes propiedades reológicas encontradas en los mismos.

Conclusiones

El recubrimiento comestible es una tecnología postcosecha que permite prolongar la vida útil, mejorar la calidad y generar valor agregado a frutas y hortalizas, frescas o mínimamente procesadas. Es así que los recubrimientos comestibles aplicados en frutas de mango y aguacate han permitido reducir la pérdida de peso, la velocidad de respiración y la maduración, lográndose extender la vida comercial del producto y mejorar su apariencia; debido, a que ésta tecnología actúa como una atmosfera modificada, que restringe la transferencia de gases (O₂, CO₂ y vapor de agua) y se convierte en una barrera para la transferencia de compuestos aromáticos.

En concordancia a la implementación de productos biodegradables y respetuosos con el medio ambiente, el propóleo ha surgido como una alternativa natural para la elaboración de recubrimientos comestibles. Sus propiedades antimicrobianas y antioxidantes, ha potencializado su uso en búsqueda de tecnologías emergentes

en el manejo postcosecha de frutas y hortalizas, que propendan a reducir las pérdidas postcosecha y los costes de conservación.

Referencias

ABRAJÁN, V.M. 2008. *Efecto del método de extracción en las características químicas y físicas del mucílago del nopal (Opuntia ficus-indica) y estudio de su aplicación como recubrimiento comestible*. Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Tecnología de Alimentos. Valencia, España.

AGUILAR, M.M. 2005. *Propiedades físicas y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate*. Tesis de Maestría. Instituto Politécnico Nacional. Coordinación General de Postgrados e Investigación. México D.F., México.

ARTÉS, F. 2000. Conservación de los productos vegetales en atmósferas modificadas. Cap. 4, págs. 105-125 en: Lamúa, M. (ed.), *Aplicación del frío en los alimentos*. Mundi Prensa. Madrid, España.

BÁEZ, R.; BRINGAS, E.; MENDOZA, A.M.; GONZÁLEZ A.G; OJEDA A.J. 2000. Recubrimientos de tratamientos especiales en frutos de mango tratados hidrotérmicamente. Págs. 71-74 en: Villamizar, F.; Báez, R. (eds), *Segundo Congreso Iberoamericano de Tecnología Postcosecha*. Universidad Nacional de Colombia. Departamento de Ingeniería Agrícola. Bogotá, Colombia.

BALDWIN, E.; BURNS, J.; KAZOKAS, W.; BRECHT, J.; HAGENMAIER, R.; BENDER, R.; PESIS, E. 1999. Effect of two coatings with different permeability characteristics on mango (*Mangifera indica* L.) ripening during storage. *Postharvest Biology and Technology* 17(3):215 - 226.

BRADY, C. 1987. Fruit Ripening. *Annual Review of Plant Physiology* 38: 155-178.

BROWNLEADER, M.; JACKSON, P.; MOBASHERI, A.; PANTELIDES, A.; SUMAR, S.; TREVAN, M.; DEY, P. 1999. Molecular aspects of cell wall modification during fruit ripening. *Critical Review in Food Science* 39(2):149-164.

CÁCERES, I.; MULKAY, T.; RODRÍGUEZ, J.; PAUMIER, A.; SISINO, A. 2003. Influencia del encerado y tratamiento térmico en la calidad postcosecha del mango. *Revista Simiente* 73(1-2):25 -29.

CHAILLOU, L.; HERRERA, H.; MAIDANA, J. F. 2004. Estudio de propóleos de Santiago del Estero, Argentina. *Ciencia e Tecnología de Alimentos* 24(1):11-15.

DANG, K.; SINGH, Z.; SWINNY, E. 2008. Edible coatings influence fruit ripening, quality and aroma biosynthesis in mango fruit. *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 56(4):1361-1370.

DEBEAUFORT, F.; QUEZADA-GALLO, J.; VOILLEY, A. 1998. Edible films and coatings: tomorrow's packagings: A review. *Critical Reviews in Food Science*. 38(4):299-313.

DEL VALLE, J.; PALMA, M. 1997. Preservación II: Atmosferas controladas y modificadas. Págs. 89-130 en: Aguilera, J. M. (ed.), *Temas en tecnología de alimentos*. Instituto Politécnico Nacional. México D.F., México.

FAMÁ, L.; FLORES, S.; ROJAS, A. M.; GOYANES, S.; GERSCHENSON, L. 2004. Comportamiento mecánico dinámico de películas comestibles a bajas temperaturas: influencia del contenido de sorbato y grado de acidez. *Revista SAM* 1(1):157-162.

FARRÉ, R.; FRASQUET, I.; SÁNCHEZ, A. 2004. El própolis y la salud. *Revista Ars Pharmaceutica* 45(1):21-43.

FEYGENBERG, O.; HERSHKOVITZ, V.; BEN-ARIE, R.; JACOB, S.; PESIS, E.; NIKITENKO, T. 2005. Postharvest use of organic coating for maintaining bio-organic avocado and mango quality. *Acta Horticulturae* 682(3):507-512.

HOA, T.; DUCAMP, M. N. 2008. Effects of different coatings on biochemical changes of "cat Hoa loc" mangoes in storage. *Postharvest Biology and Technology* 48(1):150-152.

JULIANO, C.; PALA, C.; COSSU, M. 2007. Preparation and characterization of polymeric films containing própolis. *Journal of Drug Delivery Science and Technology* 17(3):177-181.

KADER, A. 1992. Índices de madurez, factores de calidad, normalización e inspección de productos hortícolas. Págs. 49-58 en: Yahía, E.; Higuera, C. (eds.),

Fisiología y tecnología postcosecha de productos hortícolas. Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo. México D.F., México.

KALOGEROPOULOS, N.; KONTELES, S.; TROULLIDOU, E.; MOURTZINOS, I., KARATHANOS, V. 2009. Chemical composition, antioxidant activity and antimicrobial properties of propolis extracts from Greece and Cyprus. *Food Chemistry* 116:452-461.

KESTER, J.; FENNEMA, O. 1989. Resistance of lipid films to water vapor transmission. *Journal of the American oil Chemists' Society* 66(8):1139-1146.

MAFTOONAZAD, N.; RAMASWAMY, H. 2005. Postharvest shelf – life extension of avocados using methyl cellulose – based coating. *LWT - Food Science and Technology* 38(6):617- 624.

MARTÍNEZ-GALÁN, J. 2009. *Caracterización físico-química y evaluación de la actividad antifúngica de propóleos recolectados en el suroeste antioqueño.* Tesis de Maestría. Universidad Nacional de Colombia. Facultad Ciencias Agropecuarias. Medellín, Colombia.

MOREIRA, T.E. 1986. Chemical composition of própolis, vitamins and amino acids. *Revista Brasileira de Farmacognosia* 1(1):12–19.

MUÑOZ, O.; URETA, E.; PEÑA, R.; G. MONTENEGRO. 2001. Propolis of matorral of Central Chile hives. *Z Naturforsch A* 56(1):269-272.

NAVARRO, P.C. 2007. *Recubrimientos comestibles a base de hidroxipropilmetilcelulosa: Caracterización y aplicación.* Tesis Doctoral. Universidad Politécnica de Valencia. Departamento de Tecnología de Alimentos. Valencia, España.

PASTOR, C.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.; MARCILLA, A.; CHIRALT, A.; CHÁFER, M.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, CH. 2010a. Quality and safety of table grapes coated with hydroxypropyl-methylcellulose edible coatings containing própolis extract. *Postharvest Biology and Technology* 60(1):64-70.

PASTOR, C.; SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.; MARCILLA, A.; CHIRALT, A.; CHÁFER, M.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, CH. 2010b. Physical and antifungal properties of hydroxypropyl-methylcellulose based films containing propolis as affected by moisture content. *Postharvest Biology and Technology* 82(4):1174-1183.

PASTOR, C.; VARGAS, M.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C. 2005. Recubrimientos comestibles: Aplicación a frutas y hortalizas. Revista: Alimentación, Equipos y Tecnología 197(24):130-135.

PÉREZ, B.; BÁEZ, R. 2003. Utilización de ceras comestibles en la conservación de frutas. Revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos 345(6):59-65.

PÉREZ-GAGO, M.; DEL RIO, M.; ROJAS-ARGUDO, C. 2008. Recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. Centro de Postcosecha del Instituto Valenciano de Investigaciones Agrarias (IVIA). Revista Horticultura 207:54-57.

QUINTERO, C.; FALGUERA, V.; MUÑOZ, A. 2010. Películas y recubrimientos comestibles: Importancia y tendencias recientes en la cadena hortofrutícola. Revista Tumbaga 1(5):93-118.

RAMOS-GARCÍA, M.; BAUTISTA-BAÑOS, S.; BARRERA-NECHA, L. 2010. Compuestos antimicrobianos adicionados en recubrimientos comestibles para uso en productos hortofrutícolas. Revista Mexicana de Fitopatología 28(1):44 – 57.

RODRÍGUEZ, M.; ARJONA, H.; GALVIS, J. 2006. Maduración del fruto de feijoa (*Acca sellowiana Berg*) en los clones 41 (Quimba) y 8-4 a temperatura ambiente en condiciones de la Sabana de Bogotá. Rev. Agronomía Colombiana 24(1):67-76.

RUBIRA, C. J. 2008. *Evaluación del efecto de extractos etanólicos de própolis sobre el control de Alternaria solani en cultivo ecológico de tomate (Solanum lycopersicum)*. Tesis de Especialista. Escuela Superior de Agricultura de Barcelona. Ingeniería Técnica Agrícola. Barcelona, España.

SALVADOR, L.; MIRANDA, S.; ARAGÓN, N.; LARA, V. 1999. Recubrimiento de quitosán en aguacate. Revista de la Sociedad Química de México 43(01):18-23.

SÁNCHEZ-GONZÁLEZ, L.; VARGAS, M.; GONZÁLEZ-MARTÍNEZ, C.; CHÁFER, M. y CHIRALT, A. 2008. *Incorporación de productos naturales en recubrimientos comestibles para la conservación de alimentos*. En: Memorias VIII Congreso SEAE “Alimentación y Agricultura Ecológica”. Ed. Sociedad Española de Agricultura Ecológica. Bullas, Murcia, España.

SANDOVAL, A.; FORERO F.; GARCÍA, J. 2010. *Postcosecha y transformación de aguacate: Agroindustria rural innovadora*. Ministerio de Agricultura. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (CORPOICA). Tolima, Colombia.

WALKER, P.; CRANE, E. 1987. Constituent of própolis. *Rev. Apidologie* 18(4):327-334.