

ELABORACIÓN Y EVALUACIÓN DE UN RECUBRIMIENTO COMESTIBLE PARA LA CONSERVACIÓN POSTCOSECHA DEL TOMATE DE ÁRBOL *Cyphomandra betacea* Cav. Sendt

PREPARATION AND EVALUATION OF AN EDIBLE COATING FOR TOMATO TREE *Cyphomandra betacea* Cav. Sendt POST-HARVEST CONSERVATION

Johana Andrade Ch.¹; Diana Acosta A.¹; Mauricio Bucheli J.²; Gloria Cristina Luna C.³

Fecha de recepción: Enero 27 de 2013

Fecha aceptación: Noviembre 14 de 2013

RESUMEN

En el departamento de Nariño se estiman considerables pérdidas en cantidad y calidad de la producción hortofrutícola, debido al corto periodo de vida útil generado en gran medida por la ausencia de sistemas de protección, lo que ha conducido a la baja competitividad de esta cadena de valor, limitando seriamente su desarrollo y afectando directamente la economía de los productores. Por lo tanto se evaluó la viabilidad de utilizar cera de laurel *Morella pubescens* (H&B ex Willd-Wilbur) como materia prima para la elaboración de un recubrimiento comestible con el fin de prolongar la vida útil de los frutos.

A fin de determinar el mejor recubrimiento se estudiaron nueve formulaciones, en las que se mantuvo constante la cantidad de cera y de los aditivos utilizados, evaluando la proporción de almidón y agua, mediante un diseño de superficie de respuesta factorial 3², cuyo análisis llevó a la optimización de la formulación. El recubrimiento obtenido se probó sobre la calidad del tomate de árbol, mediante pruebas fisicoquímicas, cuyos resultados se analizaron con un diseño experimental de un factor categórico por comparación de muestras, a través de la diferencia de medias de Fisher.

1 Egresadas de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial, Ingenieras Agroindustriales. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. joha.intel0705@hotmail.com, alvear_diana@hotmail.com

2 Profesor catedrático. Ingeniero Agroindustrial. Facultad de Ingeniería Agroindustrial. Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. Mauricio_bucheli@yahoo.com

3 Profesora Tiempo Completo. I.A. M.Sc., Facultad de Ciencias Agrícolas, Universidad de Nariño, Pasto, Colombia. grupopifil@gmail.com

El análisis estadístico mostró un mejor comportamiento en pérdida de peso, transpiración, firmeza, índice de madurez y de respiración en las muestras recubiertas con respecto a los testigos, reflejados en un incremento del 25% en el tiempo de vida útil del tomate de árbol, demostrando así la viabilidad de la cera de laurel como componente de recubrimientos comestibles.

Palabras clave: Postcosecha, deterioro, vida útil, calidad, empaque.

ABSTRACT

In the department of Nariño, considerable losses in fruit quantity and quality, as well as vegetable production are estimated, due to the short shelf life greatly generated by the absence of protective systems. This has led to a low competitiveness of the value chain, severely limiting the region's development and directly affecting the producers' economy. Therefore, the viability of using bayberry *Morella pubescens* (H & B-Wilbur ex Willd) as raw material for the preparation of an edible coating in order to prolong fruit-life was evaluated. Nine formulations were studied in order to determine the most suitable coating, maintaining a constant amount of wax and additives used, and assessing the proportion of starch and water, using a 3² factorial response surface design, which allowed optimizing the formulation through the analyses. Tomato tree quality with the obtained coating was tested physicochemically and the results were analyzed, using an experimental design of a categorical factor by comparing samples through the Fisher mean difference. The statistical analysis showed a better performance in weight loss, transpiration, firmness, maturity index, and respiration in the coated samples with respect to the controls, as showed by a 25% increase in tomato tree lifetime; thus demonstrating the feasibility of bayberry as a component of edible coatings.

Keywords: Postharvest, deterioration, durability, quality, packaging.

INTRODUCCIÓN

Los recubrimientos comestibles, son una capa delgada que se forma directamente sobre la superficie de los alimentos como una envoltura protectora (Del Valle *et al.*, 2005). Estos se elaboran a partir de una gran variedad de proteínas, polisacáridos y lípidos, ya sea como componentes únicos o combinados (Kester y Fennema, 1986). El mecanismo por el cual conservan la calidad de frutas y vegetales es debido a que constituyen una barrera semipermeable a los gases y al vapor

de agua que retrasa su deterioro (Krochta y Mulder-Johnston, 1997), controlan la respiración y la senescencia de forma similar a las atmósferas modificadas, mejoran las propiedades sensoriales, ayudan a mantener la integridad estructural del producto que envuelven, a retener compuestos volátiles y también pueden actuar como vehículo de aditivos alimentarios (Tanada y Grosso, 2005).

Por su naturaleza hidrofóbica los recubrimientos a base de lípidos son muy

eficientes para reducir la deshidratación de los productos (Kester y Fennema, 1986), sin embargo, su falta de cohesividad e integridad estructural hace que presenten malas propiedades mecánicas formando recubrimientos quebradizos, razón que lleva a la utilización de aditivos, como plastificantes, que tienen como objetivo mejorar la flexibilidad de los recubrimientos, haciéndolos menos frágiles; emulsificantes, que favorecen la dispersión del lípido en la matriz hidrocoloide y forman una capa continua en la superficie del mismo, y tensoactivos, que mejoran la capacidad del recubrimiento para impregnar al alimento (Cisneros y Krochta, 2002).

En el año 2000, se reportó que al mezclar aceite de girasol *Helianthus annuus* L. y almidón de maíz *Zea mays* L. con glicerol y sorbitol como plastificantes, se alcanzaron buenas propiedades mecánicas que permitieron al recubrimiento adherirse a la zanahoria *Daucus carota* y redujeron la pérdida de vapor de agua tres veces por debajo del control (García *et al.*, 2000).

Al realizar una mezcla de puré de manzana *Pyrus malus* L. con lípidos (ácidos grasos, alcoholes grasos, ceras y aceite vegetal) y glicerol como plastificante, para elaborar un recubrimiento y aplicarlo en trozos de manzana, también se han obtenido óptimas propiedades de barrera al oxígeno y al agua, buena adherencia. Además, se obtuvo reducción en la oxidación de los trozos de manzana y poca pérdida de humedad, de igual forma se mantuvo el sabor y el aroma del fruto, concluyendo que a medida que se incrementó la concentración de lípidos se redujo la pérdida de humedad (McHugh y Senesi, 2000).

Igualmente, los recubrimientos formados por varios compuestos se han diseñado para aprovechar las propiedades funcionales complementarias de los distintos tipos de materiales filmógenos comestibles y para limitar los inconvenientes propios de cada uno de ellos; a este tipo de asociación se le denomina recubrimientos de materiales compuestos. En el caso de los lípidos generalmente se crean asociaciones con una matriz estructural a base de hidrocoloide, ya que los lípidos y sus derivados poseen las mejores propiedades de barrera frente a la transferencia de agua, sin embargo se plantean numerosos problemas de aplicación, estabilidad mecánica y química y/o calidad organoléptica, que se corrigen gracias a esta mezcla (Bureau y Multon, 1995).

Entre los compuestos hidrocoloides más estudiados se encuentran los almidones de diferentes fuentes como trigo, maíz, yuca y papa, obteniendo con este último, películas con buenas propiedades de flexibilidad y permeabilidad al vapor de agua; en el caso de las proteínas, la de soya ha sido la más utilizada por su excelente capacidad para formar películas y por sus buenas propiedades de barrera frente al oxígeno en humedades relativamente bajas (Parra *et al.*, 2004).

Las diferentes investigaciones realizadas alrededor del mundo muestran que los recubrimientos comestibles presentan grandes beneficios reflejados en la conservación de los alimentos, así como ventajas a nivel de comercialización e incluso ambiental, es por ello que encontrar nuevas materias primas renovables es un punto de gran interés dentro del enfoque alimentario.

El laurel de cera *Morella pubescens* (H&B ex Willd- Wilbur), es una especie promisoriosa de

múltiples bondades ecológicas, industriales y medicinales, por su amplio rango de adaptación entre los 1600 y 3200 msnm se encuentra en Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia y algunos países de Centro América (Muñoz y Luna, 1999).

El laurel, tradicionalmente ha sido aprovechado por comunidades rurales que utilizan sus principios medicinales para curar enfermedades. Industrialmente, de los frutos del laurel se obtiene cera, cuyas características naturales permiten su uso en diversas aplicaciones, como en la elaboración de velones, jabón de baño, cera para pisos y betún, además también se emplea en el proceso de fabricación de panela para facilitar el desmoldado (Muñoz *et al.*, 2004). A nivel de recubrimiento se probó, esta cera, experimentalmente como sustituto de la parafina en quesos madurados, sin embargo existen parámetros como su permeabilidad y elasticidad que hay que controlar para que funcione adecuadamente (Mosquera y Ortega, 2002). Las características generales de esta cera, su proveniencia, su forma de extracción y su composición, hacen de este un material natural de aplicación viable dentro de la elaboración de recubrimientos comestibles, ya que se ajusta a los requerimientos actuales que buscan materias primas seguras y sustentables.

Por su parte, el tomate de árbol *Cyphomandra betacea* Cav. Sendt., es una especie tropical cuyo fruto se encuentra dentro del grupo de alimentos que por su valor nutricional y comercial son apetecidos en el mercado nacional e internacional (Villamizar, 2001), es una excelente fuente de vitaminas A, B6, C, E y minerales como el hierro; además, tiene un contenido bajo en carbohidratos y menos de 40 calorías por cada 100 g (Ordóñez *et al.*, 2004).

El fruto de tomate de árbol, como sistema biológico respira, transpira y libera etileno, y una vez cosechado manifiesta una serie de cambios a todo nivel; se destacan los fisicoquímicos, sensoriales, bioquímicos, entre otros, que generan el deterioro del fruto (Azcón-Bieto y Talón, 2003), sin embargo, su calidad y vida útil pueden mejorarse a través del control de los procesos fisiológicos mediante el uso de recubrimientos comestibles.

Bajo este contexto, la presente investigación buscó determinar la formulación de un recubrimiento comestible a base de cera de laurel con buenas propiedades mecánicas y funcionales y evaluar los efectos fisicoquímicos del recubrimiento obtenido sobre los frutos de tomate de árbol.

MATERIALES Y MÉTODOS

Localización: La investigación se desarrolló en la planta piloto de la Facultad de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad de Nariño sede Pasto y en el laboratorio de control de calidad y manejo postcosecha del Centro Internacional de Producción Limpia Lope SENA regional Nariño, a una temperatura promedio de 16 °C y humedad relativa de 68% aproximadamente.

Materiales biológicos: Se utilizaron frutos de tomate de árbol *Cyphomandra betacea* Cav. Sendt., obtenido de un mismo proveedor, localizado en la ciudad de Pasto, Nariño, en estado de madurez tres, libres de lesiones, daños mecánicos o enfermedades, según las normas técnicas colombianas NTC 4105, luego fueron sometidos a operaciones de acondicionamiento como limpieza y desinfección.

Los compuestos empleados en la elaboración del recubrimiento alimentario fueron: cera de laurel (suministrada por el grupo de investigación PIFIL, de la Facultad de Ciencias Agrícolas de la Universidad de Nariño), aceite de oliva, agua, almidón de yuca comercial, propilenglicol, glicerol, Tween80 (monoestearato de sorbitan etoxilado) y glucosa.

Formulación de los recubrimientos: Se elaboraron nueve diferentes recubrimientos, que corresponden a los nueve tratamientos, cuyas formulaciones mantuvieron constantes las siguientes cantidades: 3g de cera de laurel, 0,5g de aceite de oliva, 0,2g de Tween 80, 0,7g de propilenglicol, 1g de glicerol y 0,2g de glucosa, obteniendo así una mezcla de partida, en base a la cual se definieron los intervalos funcionales de trabajo para el almidón y el agua, que corresponden a [0,5 - 2,5g] y [5 - 45g] respectivamente (Tab. 1.).

Tabla 1. Proporción de la mezcla de almidón y agua en la formulación de recubrimiento a base de cera de laurel, correspondiente a los tratamientos

TRATAMIENTOS	FACTORES	
	ALMIDÓN	AGUA
Formulación 1	0,5 g	5 g
Formulación 2	2,5 g	5 g
Formulación 3	4,5 g	5 g
Formulación 4	0,5 g	25 g
Formulación 5	2,5 g	25 g
Formulación 6	4,5 g	25 g
Formulación 7	0,5 g	45 g
Formulación 8	2,5 g	45 g
Formulación 9	4,5 g	45 g

Todas las formulaciones se prepararon mediante la dilución del almidón en agua, mezcla que se llevó a 70 °C bajo agitación constante (400 rpm) hasta alcanzar la gelificación o coagulación térmica, mecanismo de elaboración de la matriz hidrocoloide del recubrimiento, luego se adicionó la cera de laurel y el aceite de oliva, seguido por el Tween 80, propilenglicol, glicerol y glucosa, en su orden, la agitación continuó durante 15 minutos, tiempo en el cual se consigue una mezcla homogénea; para su aplicación sobre el fruto de tomate de árbol, se utilizó una tela de algodón que distribuyó uniformemente el recubrimiento sobre la superficie de la fruta, logrando una capa fina.

Para el análisis de los 9 tratamientos, se utilizó un diseño experimental de bloques con arreglo factorial 3², siendo los factores tres cantidades de almidón y tres de agua (Tab. 1) con 4 repeticiones, para un total de 36 unidades experimentales. El análisis de la variable de respuesta; pérdida de peso de los frutos (obtenida por el método de gravimetría) fue sometida a un análisis de varianza, mediante el uso del software estadístico Statgraphics Centurion XVI. II. El recubrimiento obtenido mediante el proceso experimental se caracterizó a nivel fisicoquímico, a través de análisis realizados por triplicado, para los parámetros: densidad, viscosidad (viscosímetro digital Visco Basic Plus, FUNGILABT: 20 °C, Aguja N. R3 a 60 rpm), pH (pH-metro HANNA HI 8314), humedad y cenizas.

Evaluación de la formulación optimizada: La formulación del recubrimiento obtenido tras el proceso de optimización se evaluó sobre la calidad del fruto de tomate de árbol, mediante pruebas por triplicado realizadas cada cuatro días, sobre las variables; pérdida

de peso, firmeza, pH, acidez titulable, sólidos solubles totales e intensidad respiratoria; bajo condiciones ambientales (T:18 \pm 2 °C y HR:68 \pm 5%) excepto para la transpiración, evaluada por cinco días seguidos en tres ambientes diferentes, en todos los casos las pruebas se realizaron con respecto a un número similar de muestras de frutos de tomates testigos.

La pérdida de peso se evaluó por el método gravimétrico, utilizando una balanza analítica ADAM con precisión de 0,1mg; la firmeza se determinó utilizando un penetrómetro BISHOP FT 327, con una punta de 5mm de diámetro; el pH del jugo se evaluó con un pH- metro HANNA HI 8314, previamente calibrado; la medición de los sólidos solubles se realizó mediante el uso del refractómetro Atago ATC-1 (0-32 °bx a 18 °C); la acidez se obtuvo por titulación con NaOH 0,1N y fenoltaleína como indicador, mediante una bureta digital marca JENCONS DIGITRATE PRO 50 ml; la intensidad respiratoria se determinó en un ambiente herméticamente cerrado, con el Medidor de CO₂ Lutron GC 2028; la transpiración se realizó en tres ambientes, refrigeración (4 °C \pm 0,5 °C; HR 68 \pm 5%), incubación (26 °C \pm 2 °C; HR

55 \pm 5%), y ambiente (18 °C \pm 1 °C; HR 68 \pm 5%), y fue evaluada por gravimetría, incluyendo el índice de transpiración en su determinación.

Para el análisis de las variables evaluadas sobre los frutos de tomates de árbol recubiertos con la formulación y los tomates testigos, se realizaron análisis de varianza al 95% de confiabilidad y para la comparación de promedios se utilizó una prueba LSD al 95%, mediante el programa estadístico Statgraphics Centurion XVI.II.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Formulación del recubrimiento

El análisis estadístico para la optimización de la formulación refleja mediante la figura 1., correspondiente al diagrama de Pareto la importancia relativa de los factores que sobrepasan la línea superpuesta por las barras, definida por el intervalo de confianza del 95%, de modo que la interacción almidón-agua (AB) y el agua (B) como factor individual, tienen un efecto inversamente proporcional a la variable respuesta, pérdida de peso, lo cual es vital en la conservación del fruto de tomate de árbol.

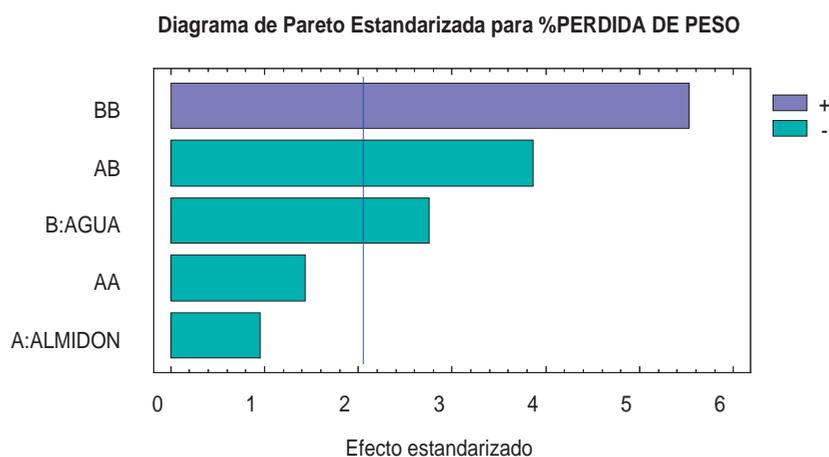


Figura 1. Diagrama de Pareto Estandarizado para porcentaje pérdida de peso

La figura 2., muestra que los dos factores estudiados, almidón y agua, presentan una interacción importante, puesto que su efecto reductor sobre la variable respuesta pérdida de peso no se da de forma independiente, si

no que deben estar ligados para cumplir con su objetivo, esto se justifica teniendo en cuenta que la matriz hidrocoloide se constituye de estos dos compuestos y de ella depende la estabilidad y funcionalidad del recubrimiento.

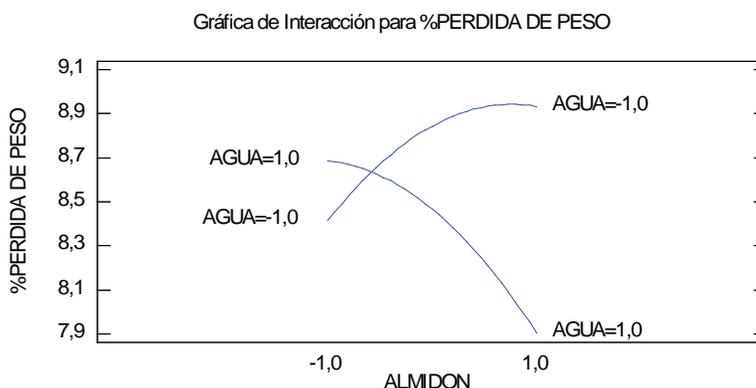


Figura 2. Gráfica de interacción para porcentaje de pérdida de peso

La figura 3., correspondiente a la superficie de respuesta estimada, indica que al trabajar el agua en el límite inferior o el superior sin importar la cantidad de almidón utilizado en la formulación, se genera un incremento en la pérdida de peso de los tomates, de modo que la cantidad de agua debe trabajarse en

un punto medio y no en los extremos de su intervalo, además la figura conlleva un proceso de optimización en el que se indica que para minimizar la pérdida de peso en los frutos, los factores almidón y agua deben trabajarse en niveles 1 y 0,39 respectivamente, equivalentes a 4,5g de almidón y 32,8g de agua.

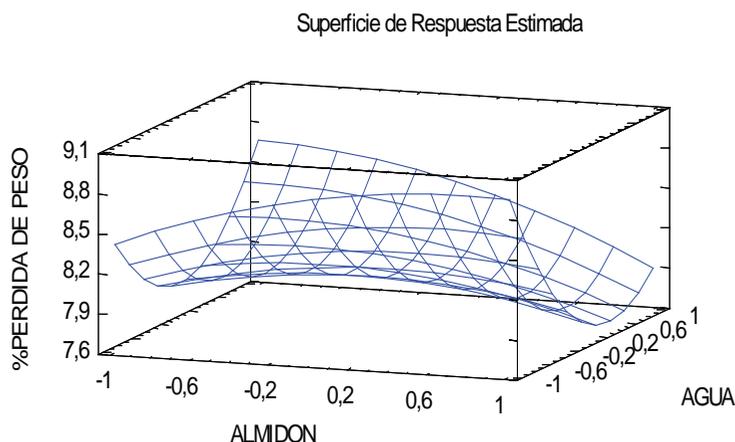


Figura 3. Superficie de respuesta estimada para porcentaje de pérdida de peso

Definir estas proporciones es vital para la formulación del recubrimiento al generar en él una barrera más efectiva frente a la pérdida de agua, lo que se constituye como una ventaja para la conservación de la fruta, este parámetro se relaciona directamente con el deterioro de los productos hortofrutícolas, entre ellos el tomate de árbol, ya que las bajas en su valor involucran un detrimento en apariencia y firmeza.

El recubrimiento comestible obtenido presenta valores de densidad (0,952 mg/ml) y viscosidad (952,86 cP) elevados debido al alto contenido de hidrocoloide, reafirmando así la teoría de Parzanese (2010), que indica que estos parámetros se incrementan en la medida que se adiciona más hidrocoloide a la formulación, presenta un pH (6,35) neutro que no afecta los frutos, el porcentaje de humedad (54,26) se debe a la base acuosa del recubrimiento mientras que las cenizas (0,56%) representan los minerales presentes en él.

Efectividad del recubrimiento sobre el fruto de tomate de árbol

La formulación del recubrimiento optimizado se aplicó sobre las muestras de tomate de árbol y se evaluó su efectividad en función de los parámetros fisicoquímicos, mostrando los siguientes resultados:

Pérdida de peso y dureza. Los resultados obtenidos revelaron que el revestimiento redujo en un 30% la pérdida de peso y conservó por más tiempo la firmeza de los frutos recubiertos con respecto a los testigos, presentando una diferencia estadísticamente significativa, con un nivel de confianza del 95%, como se refleja en la figura 4. Estos resultados coinciden con los obtenidos por Heredia *et al.* (1999) y Báez-Sañudo *et al.* (2002), quienes encontraron que el uso de cubiertas cerasas reduce la pérdida de peso y aumenta la firmeza, confirmando de esta manera que la cera de laurel genera en el recubrimiento una barrera efectiva a la pérdida de agua en los frutos.

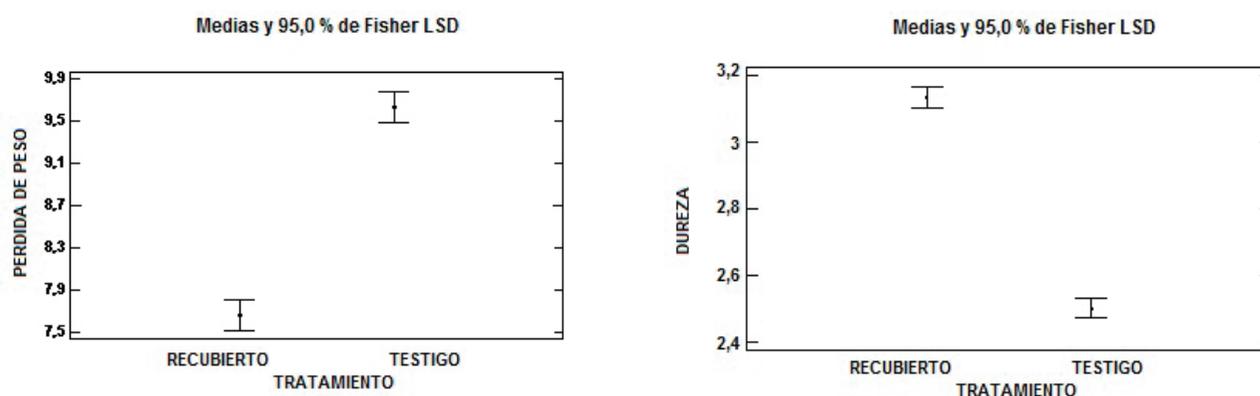


Figura 4. Gráfico de medias para pérdida de peso y dureza.

Sólidos solubles (°Brix), pH y acidez titulable. Los parámetros de calidad correspondientes a sólidos solubles, pH y acidez titulable, presentaron una tendencia

inherente a la maduración de los frutos, razón que justifica la disminución del contenido de ácido cítrico y por ende el incremento del pH y sólidos solubles con el transcurso de los días.

Los análisis realizados mostraron una reducción estadísticamente significativa ($P=0,0498$) para sólidos solubles en la muestra con recubrimiento respecto a los testigos, como se indica en la Figura 5. Esta tendencia

podría estar relacionada con el retardo del proceso de maduración en las muestras con recubrimiento, debido a su acción protectora, comportamiento observado anteriormente por Castricini (2009).

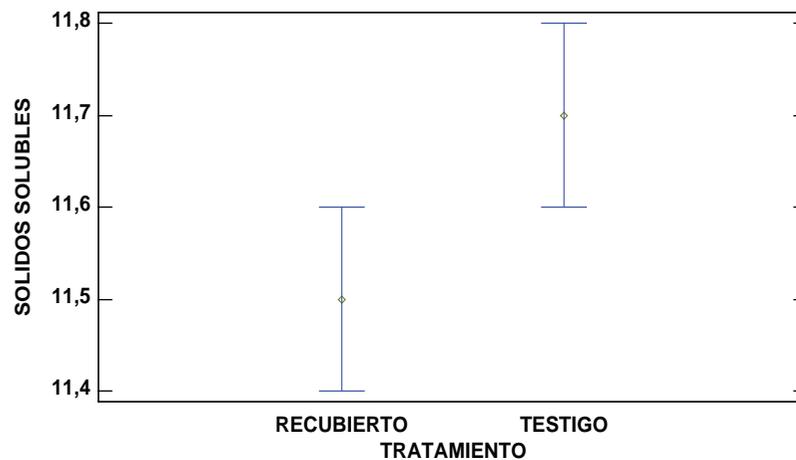


Figura 5. Gráfica de Medias para Sólidos Solubles

En cuanto al pH y acidez titulable se presentaron valores muy similares entre muestras, de modo que no existen diferencias

significativas entre los valores de acidez titulable y de pH entre los tratamientos, como se muestra en la Figura 6.

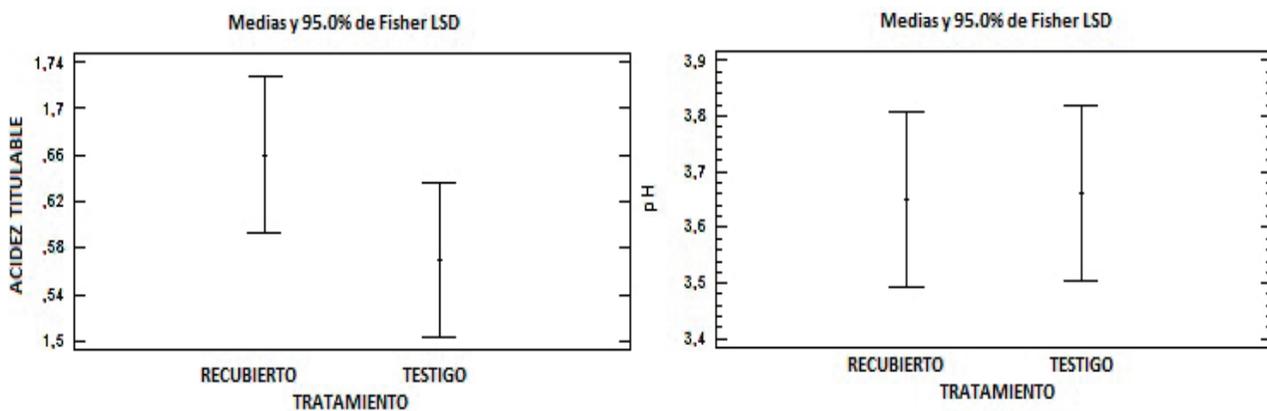


Figura 6. Gráfico de medias para acidez titulable y pH

Estos resultados son similares a los presentados en estudios realizados por Mulkey *et al.* (2004) y por Yusof *et al.* (1992) quienes señalan que factores como los

sólidos solubles, acidez titulable y pH, no son afectados por la mayoría de los recubrimientos comestibles que se han investigado.

Índice de madurez. La dinámica del índice de madurez estudiada en las diferentes muestras, revela una reducción en este parámetro para los frutos de tomates recubiertos con respecto al testigo, como se observa en la Figura 7.,

de modo que el revestimiento desacelera el proceso de maduración de las muestras recubiertas, lo cual implica una gran ventaja ya que se extiende el tiempo de anaquel de la fruta.

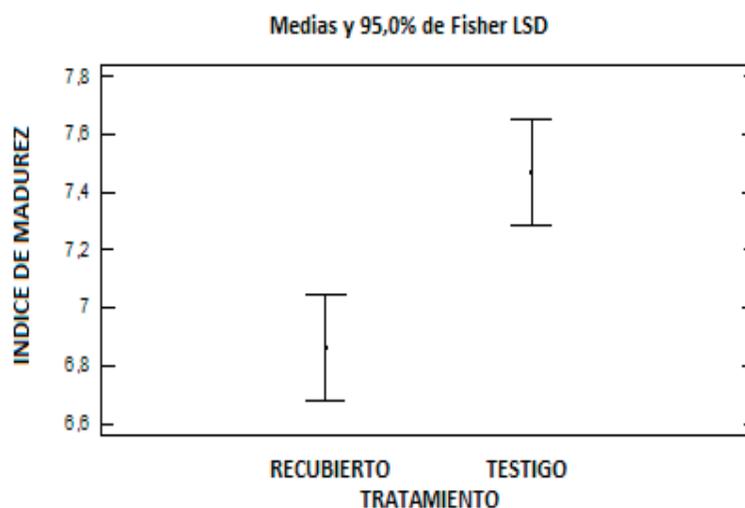


Figura 7. Gráfico de medias para índice de madurez.

Índice de respiración. El índice de respiración entre los frutos recubiertos y los testigos presentó una reducción del 32,5 %, factor benéfico que indica la efectividad del recubrimiento para generar una barrera semipermeable al dióxido de carbono y al oxígeno, capaz de hacer que los tomates con el tratamiento disminuyan la intensidad respiratoria, conservando su calidad fisicoquímica y sensorial por un tiempo mayor que los testigos; estos resultados se pueden comparar con los obtenidos por Restrepo y Aristizábal (2009) quienes reportaron comportamientos similares para ciruela *Prunus domestica* L. y fresa *Fragaria vesca* L., respectivamente.

El índice de respiración presentado por el fruto de tomate de árbol *Cyphomandra betacea* Cav. Sendt. se redujo debido a la acción

semipermeable del recubrimiento frente a los gases como O_2 y CO_2 , factor vital ya que al trabajar con películas totalmente impermeables se impide la entrada y salida de gases generando reacciones anaerobias que se traducen en alteraciones de las frutas como aparición de olores desagradables o maduración anormal.

Transpiración. La Figura 8., revela el comportamiento de la transpiración de los frutos de tomates recubiertos y los testigos, expuestos a diferentes condiciones ambientales; en ella se observa que en los tres casos, los tomates con el recubrimiento presentaron un valor menor para este parámetro frente a los testigos. La reducción obtenida fue de un 26,5% en refrigeración, de un 25% en condiciones ambientales y de 40% en incubación.

Estos resultados muestran la funcionalidad del recubrimiento en los tres medios, de modo que puede ser utilizado en un rango amplio de temperaturas sin perder sus propiedades protectoras ni su capacidad de barrera frente

al agua y los gases, además se demuestra que las condiciones extremas de temperatura no generan la pérdida del recubrimiento sobre los frutos.

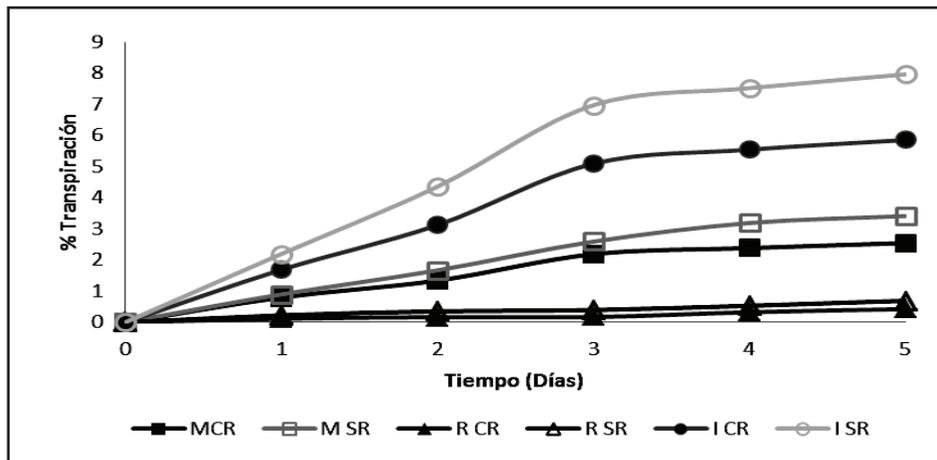


Figura 8. Dinámica de la transpiración del fruto de tomate de árbol con recubrimiento (CR) y sin recubrimiento (SR) en condiciones ambientales (M), refrigeración (R) e incubación (I).

CONCLUSIONES

El recubrimiento óptimo para frutos de tomate de árbol, se compone de una mezcla base, integrada por: 3 g de cera de laurel, 0,5 g de aceite de oliva, 0,2 g de Tween 80, 0,7 g de propilenglicol, 1g de glicerol y 0,2 g de glucosa, que forman una emulsión con la matriz hidrocoloide, constituida por la dilución de 4,5 g de almidón en 32,8 g de agua, esta composición mantiene la estabilidad estructural brindando al revestimiento buenas características funcionales y mecánicas.

El recubrimiento es una buena alternativa de conservación postcosecha del fruto de tomate de árbol *Cyphomandra betacea* Cav. Sendt. debido a sus propiedades de barrera frente a la transferencia de agua, las cuales se ven reflejadas en la reducción de la pérdida de peso, una mayor firmeza y una buena apariencia

del fruto incrementando su vida de anaquel en un 25% más con respecto a las muestras testigo expuestas a condiciones ambientales similares. El recubrimiento redujo los porcentajes de pérdida de peso en tres condiciones ambientales diferentes, lo que indica que puede ser utilizado en un rango de temperatura amplio, sin sufrir alteraciones que afecten su funcionalidad.

BIBLIOGRAFÍA

AZCÓN-BIETO, J. y TALÓN M. 2003. Fundamentos de fisiología vegetal. España. Primera edición. McGraw Hill. Madrid, 198 p.

BÁEZ-SAÑUDO, R., SAUCEDO, C., PÉREZ, B., BRINGAS, E. y MENDOZA, A. 2002. Efecto de la aplicación de cera comestible y agua caliente sobre la conservación de melón reticulado. Fitotecnia Mexicana. 25(4):375 - 379.

- BUREAU, G. y MULTON, J. 1995. Embalaje de los alimentos de gran consumo. Zaragoza, España. Editorial Acribia SA. 398 p.
- CASTRICINI, A. 2009. Aplicação de revestimentos comestíveis para conservação de mamões (*Carica papaya* L.) 'Golden'. Tese Doutorado en Fitotecnia. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Departamento de Fitotecnia, Instituto de Agronomia. 110 p.
- CISNEROS, Z. y KROCHTA, L. 2002. Internal modified atmospheres of coated fresh fruits and vegetables: understanding relative humidity effects. *Journal of Food Science*. 67(8):2792 - 2797.
- DEL VALLE, V., HERNÁNDEZ MUÑOS, P., GUARDA, A. y GALOTTO, M. 2005. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia Picus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. *Food Chemistry*. 9:751 - 756.
- GARCÍA, M., MARTINO, M. y ZARITZKY, N. 2000. Lipid addition to improve barrier properties of edible starch-based films and coatings. *Journal of Food Science*. 65:941 - 947.
- HEREDIA, J., CONTRERAS, L. y SILLER, J. 1999. Efectos del uso de ceras comestibles sobre la maduración poscosecha en papaya cv. Maradol. p216. En: VIII Congreso de Horticultura, Manzanillo, Colima. México.
- KESTER, J. y FENNEMA, O. 1986. Edible films and coatings: A review. *Food Technology*. 40:47 - 59.
- KROCHTA, J. y MULDER-JOHNSTON, C. 1997. Edible and biodegradable polymer films: changes and opportunities. *Food Technol*. 51:61 - 72.
- MCHUGH, T. y SENESI, E. 2000. Apple Wraps: A novel method to improve the quality and extend the shelf life of fresh-cut apples. *Journal of Food Science*. 65:480 - 485.
- MOSQUERA, S. y ORTEGA, A. 2002. Evaluación de la cera de laurel (*Myrica pubescens*) en el recubrimiento de quesos maduros. Tesis de grado Zootecnista. Facultad Ciencias Pecuarias, Universidad de Nariño. Pasto. 116 p.
- MULKAY T., CÁCERES, J., RODRÍGUEZ, A. y PAUMIER. 2004. Manejo de la maduración en frutos de papaya (*Carica papaya* L.) cv Maradol. *Revista CitriFrut*. 21:9 - 13.
- MUÑOZ, J. y LUNA, C. 1999. Guía para el cultivo, aprovechamiento y conservación de Laurel de Cera (*Myrica pubescens* H& B ex. Willdenow). Convenio Andrés Bello, Serie Ciencia y Tecnología. Bogotá. Colombia. 36 p.
- MUÑOZ, J., LUNA, C., CUEVA, K., LASCANO, M. y GUERRERO, P. 2004. El laurel de cera una especie promisoría de los Andes. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación FAO, Santiago (Chile). Oficina Regional para América Latina y el Caribe; Universidad de Nariño, Facultad de Ciencias Agrícolas, San Juan de Pasto, Colombia. 124 p.
- ORDÓÑEZ, R., VATTUONE, M., y ISLA, M. 2004. Changes in carbohydrate content and related enzyme activity during *Cyphomandra betacea* (Cav.) Sendt. Fruit maturation. *Postharvest Biology and Technology*. 35:293 - 301.
- PARRA, D. F., TADINI C.C., PONCE P. y LUGÃO A.B. 2004. Mechanical properties and water vapor transmission in some blends of cassava starch edible films. *Carbohydrate Polymers*. 58:475 - 481.
- PARZANESE, M. 2010. Películas y recubrimientos comestibles. Tecnología para la industria alimentaria. Ministerio de agricultura de Argentina. Asistencia técnica en línea. En: http://www.alimentosargentinos.gov.ar/contenido/sectores/tecnologia/Ficha_07_PeliculaComestible.pdf; consulta: diciembre, 2012.

RESTREPO, J. y ARISTIZÁBAL I. 2009. Conservación de fresa (*Fragaria x ananassa Duch cv. Camarosa*) mediante la aplicación de recubrimientos comestibles de gel de mucílago de penca de sábila (*Aloe barbadensis Miller*) y cera de carnauba. Revista VITAE. 17(3):252 - 263.

TANADA, S.P. y GROSSO, C. 2005. Effect of edible wheat gluten-based films and coatings on refrigerated strawberry (*Fragaria anassa quaility*) Postharvest Biology and Technology. 36:199 - 208.

VILLAMIZAR, F. 2001. Manual de prácticas. Manejo tecnológico poscosecha de frutas y hortalizas. Unidad De Publicaciones Facultad de Ingeniería Universidad Nacional De Colombia, Sede Bogotá. 110-130.

YUSOF, S. y SALLEH, M. 1992. Physico-chemical response of papaya to waxing. Acta Horticultura 292:223-230. Asistencia técnica en línea. En: http://www.actahort.org/books/292/292_29.htm; consulta: diciembre, 2012.