

Efecto de tres recubrimientos sobre algunos aspectos de calidad en mango 'Bocado' durante el almacenamiento

Effect of three coatings on some quality aspects of mango fruit 'Bocado' during storage

J. Zambrano, M. Maffei, W. Materano, I. Quintero y A. Valera

Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Grupo de Fisiología Poscosecha, Sector Carmona, Avda Medina Angarita Trujillo, Venezuela.

Resumen

Se investigó el efecto de diferentes recubrimientos comestibles sobre algunas variables de calidad de frutos de mango Bocado cosechados al estado verde preclimático. Como recubrimientos comestibles se utilizaron solución de almidón acuoso (2%), metil celulosa (3%) y quitosán (2%). Frutos no tratados se utilizaron como control. Los frutos fueron sumergidos en las soluciones de los recubrimientos y posteriormente se dejaron secar a temperatura ambiente, se embalaron en cajas de cartón y se almacenaron a $15\pm 1^{\circ}\text{C}/85\text{-}95\%$ de humedad relativa. Posteriormente, se tomaron muestras de los diferentes tratamientos y se analizaron para determinar la calidad de los frutos cada cuatro días. Los resultados indicaron que los sólidos solubles totales, el contenido de azúcares reductores y el pH fueron estadísticamente inferiores en los frutos recubiertos comparados con los controles, mientras que la acidez titulable resultó significativamente inferior en los controles. El cambio en el contenido de almidón se retardó significativamente en todos los mangos recubiertos. El contenido de materia seca fue estadísticamente similar tanto en los frutos control como en los frutos tratados durante todas las evaluaciones. Sobre la base de estos parámetros, se estima que la maduración de los frutos fue inhibida en los frutos recubiertos comparados con los no tratados.

Palabras clave: *Mangifera indica* L., metil-celulosa, almidón, quitosán, recubrimiento.

Abstract

The effects of different edible coatings on mango fruit on some quality variables during ripening were investigated. As edible coating were used starch solution (2%), methyl-cellulose (3%) and chitosan (2%). Untreated fruit were used as a control. Fruits were immersed in the coating and were allowed to dry at room temperature and packed in cardboard boxes, then stored at $15\pm 1^{\circ}\text{C}/85\text{-}95\%$ relative humidity. Samples were taken in order to be analyzed to determine quality every four days. Results indicated that total soluble solids, reducing sugar content and pH were significantly lower in coated fruits compared to controls, while the acidity was significantly lower in control fruits. Changes in starch content were significantly delayed in all coated mangoes. The dry matter content was statistically similar in the control and treated fruits during all evaluations. Based on these parameters, it is estimated that fruit ripening was inhibited in the treated fruits compared with non-coating ones.

Key words: *Mangifera indica* L., methyl-cellulose, starch, chitosan, coating.

Introducción

El mango (*Mangifera indica* L.) se caracteriza por ser un importante fruto tropical por su delicioso sabor y su alto valor nutritivo, sin embargo, su carácter perecedero reduce su vida de anaquel. El mango está considerado entre los principales productos frutícolas en regiones tropicales y sub tropicales. A pesar del gran potencial de exportación de los frutos de mango, la comercialización de esta fruta se lleva a cabo en un período muy corto, pues es un producto muy perecedero y susceptible al deterioro causado por desórdenes fisiológicos y patológicos durante la post-cosecha. Además, son frutos susceptibles a daños por el frío cuando se cosechan verdes pero con madurez fisiológica, si estos son almacenados a baja temperatura, no maduran normalmente (Mitra y Baldwin, 1997). En este sentido, se han desarrollado diferentes tratamientos físicos y químicos para controlar las pérdidas postcosecha en

Introduction

Mango (*Mangifera indica* L.) characterizes by being an important tropical fruit by its exquisite taste and high nutritious value, however, its useful life reduces its appearance in the market. Mango is considered among the main fruit products in tropical and sub-tropical regions. In spite of its huge exporting potential of mangoes, the commercialization of this fruit takes place in a short period, because is a perishable product and sensitive to the damages caused by physiological and pathological disorders during the post-harvest. Also, are products sensitive to damages caused by cool by are cropped green, by with physiological ripening, if these are stored at low temperature, they do not ripe normally (Mitra and Baldwin, 1997). In this matter, different physical and chemical treatments have developed to control post-harvest loses in man-

mango. La aplicación de recubrimientos céreos 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). El éxito de los recubrimientos en la maduración y calidad de los frutos está en función de diversos factores tales como el tipo de recubrimiento, concentración de la formulación, naturaleza y madurez de los frutos y las condiciones de almacenamiento, entre otros (Dang *et al.*, 2008). Los recubrimientos son cada vez más utilizados para mantener frescos las frutas y hortalizas, el 'Semperfresh', recubrimiento a base de sacarosa puede alargar la vida postcosecha de los albaricokes en un 30 a 50% dilatando la maduración del fruto, conduciendo a preservar el color, el contenido de ácido ascórbico, la acidez titulable y el pH (Hoa and Ducamp, 2008). La aplicación de los recubrimientos crea una atmósfera modificada alrededor de la fruta proporcionando una barrera semipermeable al vapor de agua y gases evitando el deterioro y prolongando la vida útil de los mismos (Dang *et al.*, 2008). La aplicación de metil celulosa en frutos de aguacate demostró ser beneficiosa para retardar la maduración del fruto incrementando su vida de anaquel 1.5 veces comparadas con los testigos (Maftoonazad y Ramaswamy, 2005). En frutos de mango cv. Tainong, Wang *et al.* (2007) lograron retrasar el cambio en el color, pH y acidez mediante la aplicación de quitosan y polifenoles almacenados a $15\pm 1^{\circ}\text{C}$ durante 35 días.

El objetivo de esta investigación fue evaluar la calidad fisicoquímica de frutos de mango Bocado durante su

go. The application of waxy coatings is an alternative for keeping the quality of fruits, since improve the appearance and prorogates the commercial life by reduction of humidity and weight lost (Báez *et al.*, 2000). The success of coatings in the ripening and quality of fruits is in function of different factors such as coating, concentration of the formula, nature and ripening of fruits and the storing conditions, among others (Dang *et al.*, 2008). Coatings are every time more used to keep fresh fruits and vegetables, the "Semperfresh", coating based in sucrose, may prolong the post-harvest life of apricots from 30 to 50%, retarding the ripening of fruits, and carrying to preserve the color, content of ascorbic acid, titratable acidity and pH (Hoa and Ducamp, 2008). The application of coatings creates a modified atmosphere around the fruit providing a semi permeable barrier towards water vapor and gases, avoiding the deterioration and extending the useful life of these fruits (Dang *et al.*, 2008). The application of methyl-cellulose in avocado fruits showed to be beneficial to retard the ripening of the fruit thus, increasing its life in the market 1.5 times compare to witnesses (Maftoonazad and Ramaswamy, 2005). In mangoes cv. Tainong, Wang *et al.* (2007) accomplished to retard the change in color, pH and acidity applying chitosan and polyphenols stored at $15\pm 1^{\circ}\text{C}$ for 35 days. The objective of this research was to evaluate the physicochemical quality of mangoes Bocado during their storing in a modified atmosphere, generated by

almacenamiento en una atmósfera modificada, generada por tres coberturas superficiales, y determinar el tipo de cobertura superficial o película permeable más adecuada.

Materiales y métodos

Materiales

Se utilizaron frutos de mango tipo Bocado de huertos caseros ubicados en la zona de Agua Santa estado Trujillo, Venezuela. Los frutos fueron recolectados en la etapa de madurez fisiológica al estado verde preclimaterico. Se seleccionaron los frutos de acuerdo al tamaño, forma, color, ausencia de daños mecánicos y fitosanitarios y con uniformidad en la gravedad específica. Tres recubrimientos comestibles fueron utilizados: almidón al 2%, metil celulosa al 3% y quitosán al 2%. La solución de almidón (Starch GR, Merk-Chemicals USA) al 2% fue gelatinizada por calentamiento a 90°C, el pH fue ajustado a 5,6 con solución de ácido cítrico 50% (m/v), se añadió sorbitol como plastificante a la concentración de 2,0 gsoluto/solución (Ribeiro *et al.*, 2007). Metil celulosa (Sigma, St Louis MO, USA) se preparó solubilizando metil celulosa en polvo (3,0 g.100 mL⁻¹) en una mezcla de agua-alcohol etílico (31:11) a 75°C con agitación durante 15 min, luego se añadió glicerol como plastificante (1,9 g.100g⁻¹), se agitó durante 10 min y se guardó la solución bajo refrigeración (Maftoonazad y Ramaswamy, 2005). Para obtener la solución de quitosán se tomó 60 g de polvo (Crab Shell chitosan, Wintersun Chemical, California, USA) y se dispersaron en

three superficial coatings, and to determine the most adequate type of superficial coating or permeable film.

Materials and methods

Materials

Fruits of mango of the Bocado type coming from domestic orchards located in Agua Santa area, Trujillo state, Venezuela, were used. Fruits were collected in their ripening physiological phase to green preclimateric. Fruits were selected regarding the size, shape, color, absence of mechanical and phytosanitary damages and with uniformity in the specific gravity. Three eatable coatings were used: starch 2%, methyl-cellulose at 3% and chitosan at 2%. The starch solution (Starch GR, Merk-Chemicals USA) at 2% was gelatinised by heating at 90°C, pH was adjusted at 5.6 with a solution of citric acid 50% (m/v), sorbitol was added as a plasticizer to the concentration of 2.0 gsolute/solution (Ribeiro *et al.*, 2007).

Methyl-cellulose (Sigma, St Louis MO, USA) was prepared solubizing methyl-cellulose in powder (3.0 g.100 mL⁻¹) in a mix of water-ethyl alcohol (31:11) at 75°C agitating it for 15 min, later, glycerol was added as plasticizer (1.9 g.100g⁻¹), and agitated for 10 min, and was kept refrigerated (Maftoonazad y Ramaswamy, 2005). To obtain the chitosan solution, 60 g of powder were taken Crab Shell chitosan, Wintersun Chemical, California, USA) and distributed in 2500 mL of distilled water, then 150 mL of glacial acetic acid was added, pH of the solution was adjusted at 5

2500 mL de agua destilada, luego se añadió 150 mL ácido acético glacial y se ajustó el pH de la solución a 5 con NaOH 0,1 N (El-Ghaouth *et al.*, 1991).

Los frutos se desinfectaron previamente con una solución de hipoclorito de sodio al 2% durante 5 min y secados al aire durante 1 h. Posteriormente, los frutos fueron empacados en cajas de cartón perforadas y se almacenaron a $15\pm 1^{\circ}\text{C}/85\text{-}95\%$ de humedad relativa durante 16 días y evaluados cada cuatro días. Frutos no tratados se utilizaron como control.

Preparación de la muestra

La cascara y la semilla fueron removidas y la pulpa fue homogeneizada. Los análisis que requieren ser medidos en fresco (pH, acidez titulable, SST y materia seca), fueron realizados inmediatamente. Parte de la muestra fue congelada en nitrógeno líquido y luego liofilizada, para posteriormente determinar contenido de azúcares reductores y almidón.

Análisis químicos

pH: medido usando un pH-meter (Orion-Research model 701); la acidez titulable expresada como porcentaje de ácido cítrico, fue determinada por titulación con NaOH 0,1 N hasta alcanzar un pH de 8,2. Los sólidos solubles totales (SST) se determinaron a 20°C por refractometría en el sobrenadante obtenido por centrifugación de la pulpa a 7000 rpm durante 20 min, expresando los resultados en $^{\circ}\text{Brix}$.

El contenido de almidón se determinó en 0,1 g de muestra de pulpa liofilizada de acuerdo a Schmieder y Keeney (1980). Los azúcares reductores se determinaron mediante la técnica de Ting (1956) con cier-

with NaOH 0.1 N (El-Ghaouth *et al.*, 1991). Fruits were disinfected prior with a solution of sodium hypochlorite at 2% for 5 min and let dried for 1 h. Subsequently, fruits were packed in perforated cardboard boxed and stored at $15\pm 1^{\circ}\text{C}/85\text{-}95\%$ of relative humidity for 16 days and evaluated every four days. Untreated fruits were used as control.

Preparation of the sample

The rind and seed were removed and the pulp was homogenized. The analysis that need to be measured in fresh (pH, titratable acidity and fresh matter) were done immediately. Part of the sample was frozen in liquid nitrogen and freeze-dried to determine the content of reducer sugar and starch.

Chemical analysis

pH: measured using a pH-meter (Orion-Research model 701); the titratable acidity expressed as percentage of citric acid was determined tritratable with NaOH 0.1 N until reaching a pH of 8.2. The total soluble solids (SST) were determined at 20°C by refractometry in the obtained supernatant obtained by centrifugation of the pulp at 7000 rpm for 20 min, expressing the results in $^{\circ}\text{Brix}$.

The starch content was determined in 0.1 g of the freeze-dried pulp sample according to Schmieder and Keeney (1980). The reducer sugar was determined using the Ting technique (1956) with some modifications. To 0.1 g of freeze-dried pulp sample, 10 mL of ethanol was added at 80%, and was submitted to ebb for 1 hour at 80°C , agitating it every 10 minutes, was filtered and

tas modificaciones. A 0,1 g de muestra de pulpa liofilizada, se le añadió 10 mL de etanol al 80%, se sometió a reflujo durante 1 hora a 80°C, agitándose cada 10 minutos, se filtró y completó a volumen con etanol 80%, 1 mL de la dilución + 5 mL de ferricianuro alcalino, se llevó a calentamiento en baño María hirviendo durante 30 min, se dejó enfriar y se adicionó 10 mL de ácido sulfúrico 2N y 4 mL de reactivo de Nelson, fue leído a 745 nm en un espectofotómetro Perkin Elmer.

Se utilizó un diseño experimental aleatorizado con tres recubrimientos (almidón, metil celulosa y quitosán), con tres repeticiones, con quince frutos cada una. Se realizaron cinco evaluaciones durante el almacenamiento. Los análisis estadísticos se llevaron a cabo con el procesador de datos SAS® versión 9.0 (SAS®, 2002). Los datos cumplieron los supuestos de normalidad y homogeneidad de varianza.

Resultados y discusión

En la figura 1 (A, B y C) se observan los cambios en el pH, la acidez titulable y los SST en función del tiempo de almacenamiento. El pH aumentó y la acidez titulable decreció, durante todo el tiempo del experimento; siendo al pH más bajo en los frutos tratados comparados con los frutos control ($P < 0,05$). Frutos cubiertos con metil celulosa y quitosán mostraron valores más bajos de pH a los 16 días de almacenamiento.

La acidez titulable decreció drásticamente a partir de la tercera evaluación en los frutos control, alcanzan-

completed at volume with ethanol 80% 1mL of the dilution + 5 ml of alkaline ferrocyanides, was heated in double boiler boiling for 30 min, was let dried and added 10 ml of sulphur acid 2N and 4 mL of Nelson reactive, was read at 475 nm in a spectrophotometer Perkin Elmer.

A randomized experimental design was used with three coatings (starch, methyl-cellulose and chitosan) with three replications, with 15 fruits each. Five evaluations were done during storing. The statistical analysis were carried out with the data processor SAS® 9.0 (SAS®, 2002). The information fulfilled the variance suppose of normality and homogeneity.

Results and discussion

In figure 1 (A, B and C) are observed changes in pH, titratable acidity and SST in function of storing time. pH increased and the titratable acidity reduced during the experiment, being the lowest pH in the treated fruits than in control fruits ($P < 0.05$). Fruits cover with methyl-cellulose and chitosan showed lower values of pH within 16 days of storing.

The titratable acidity decreased dramatically after the third evaluation in control fruits, reaching values of 0.22% at the end of the storing, while it kept in 0.38, 0.46 and 0.42 in fruits treated with starch, methyl-cellulose and chitosan respectively. It is probably that the modified atmosphere generated by coatings accumulates CO_2 in the tissue, resulting in more acidity. The retention of titratable acidity was

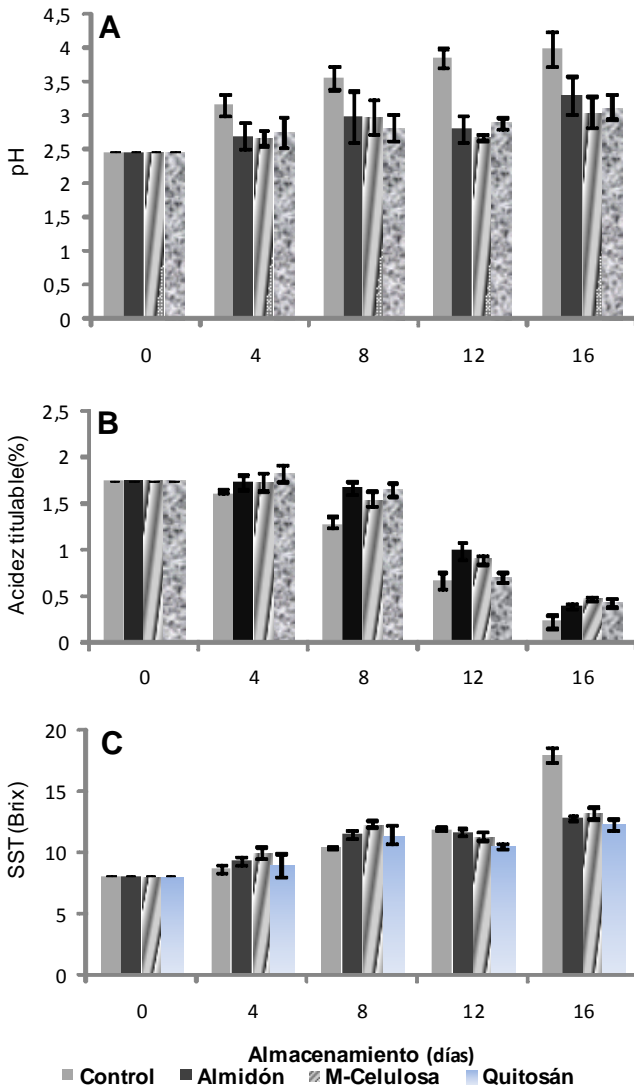


Figura 1. Cambios en pH (A), acidez titulable (B) y sólidos solubles totales (C) en frutos de mango Bocado recubiertos con almidón, metil celulosa y quitosán y almacenados hasta 16 días a 15°C. Promedio de 3 replicas ± desviación estándar.

Figure 1. Changes in pH (A), titratable acidity (B) and total soluble solids (C) in mango fruits "Bocado" covered with starch, methyl-cellulose and chitosan, and stored for 16 days at 15°C. Average of 3 replications ± standard deviation.

do valores de 0,22% al final del almacenamiento, mientras que se mantuvo en 0,38 0,46 y 0,42% en los frutos tratados con almidón, metil celulosa y quitosán respectivamente. Es probable que en la atmósfera modificada generada por los recubrimientos se acumule CO₂ en el tejido resultando en mayor acidez. Retención de la acidez titulable fue reportada por Dahlla y Hanson (1988) en mangos 'Julie' tratados con Semperfresh.

La tasa de incremento del contenido de SST fue inhibida en los frutos recubiertos, siendo significativamente diferente ($P < 0,05$) a los 16 días de almacenamiento con respecto a los frutos control (figura 1 C). Los SST en los frutos recubiertos fueron estadísticamente similares. Wang *et al.*, (2007) utilizando quitosán y polifenoles en mangos cv 'Tainong' reportaron resultados similares.

Se observó que el contenido de materia seca decreció ligeramente durante el transcurso del almacenamiento en los frutos control y los frutos tratados, siendo estadísticamente similares sus valores durante todas las evaluaciones (figura 2 A)

El contenido de azúcares reductores aumentó gradualmente siendo significativamente diferente ($P < 0,05$) en todos los tratamientos (figura 2 B). Este aumento puede atribuirse a la rápida conversión de almidón a azúcares, como resultado de los cambios fisiológicos durante el almacenamiento.

Se observaron diferencias significativas ($P < 0,05$) en el contenido de almidón durante el almacenamiento (figura 2 C). Los valores de este parámetro decrecieron drásticamente desde 15,78 a 1,71 mg.100g⁻¹ en los

reportado by Dahlla and Hanson (1988) in mangoes "Julie" treated with Semperfresh.

The increment rate of the SST content was inhibited in fruits covered, being significantly different ($P < 0.05$) within 16 days of storing, in relation to control fruits (figure 1C). The SST in covered fruits were statistically similar. Wang *et al.*, (2007) using chitosan and polyphenols in mangoes cv "Tainong" reported similar results.

It was observed that the content of dry matter decreased slightly during the storing in control fruits and in treated fruits, being statistically similar their values during all the evaluations (figure 2A).

The content of reducer sugar increased gradually being significantly different ($P < 0.05$) in all treatments (figure 2B). This increment may be attributed to the fast conversion from starch to sugar, as a result of physiological changes during storing.

Significant differences were observed ($P < 0.05$) in the content of starch during storing (figure 2C). The values of this parameter decreased dramatically from 15.78 to 1.71 mg.100g⁻¹ in control fruits from the beginning until 16 days of storing, while in the fruits covered, were observed values from 2.28, 2.84 and 2.55 mg.100g⁻¹ (starch, methyl-cellulose and chitosan, respectively).

The results in this research suggest that the use of eatable coatings in fruits of mango "Bocado" show to be effective in the inhibition of the ripening in these fruits, which is reflected by the values found in the chemical evaluation done,

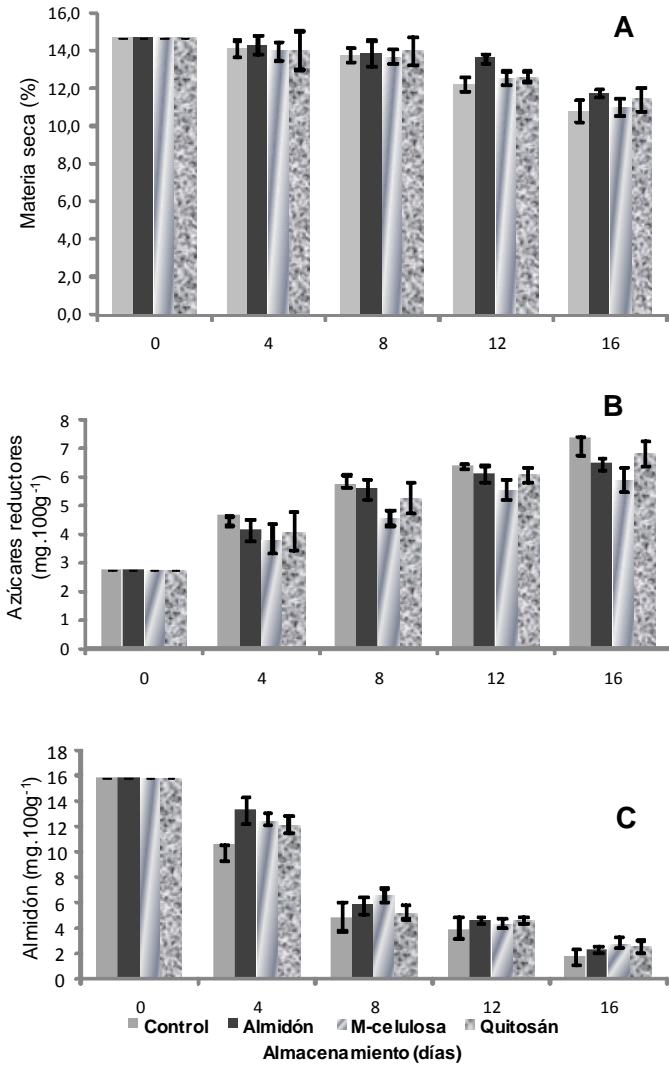


Figura 2. Cambios en contenido de materia seca (A), azúcares reductores (B) y contenido de almidón (C) en frutos de mango Bocado recubiertos con almidón, Metil celulosa y quitosán y almacenados hasta 16 días a 15°C. Promedio de 3 replicas \pm desviación estándar.

Figure 2. Changes in the content of dry matter (A), reducer sugar (B) and starch content (C) in mango fruits "Bocado", covered with starch, Methyl-cellulose and chitosan, and stored for 16 days at 15°C. Average of 3 replications \pm standard deviation.

frutos control desde el inicio hasta los 16 días de almacenamiento, mientras que en los frutos recubiertos, se observaron valores de 2,28; 2,84 y 2,55 mg.100g⁻¹ (almidón, metil celulosa y quitosán respectivamente).

Los resultados del presente estudio sugieren que el uso de cubiertas comestibles en frutos de mango Bocado refleja ser efectivo en la inhibición de la maduración de estos, lo cual se evidencia por los valores encontrados en la evaluación química realizada. Destacándose la metil celulosa como el recubrimiento con mejor desempeño en las variables de calidad durante el almacenamiento del mango.

Literatura citada

- Báez, R., E. Bringas, A.M. Mendoza, A.G. González y A. J. Ojeda Conteras. 2000. Recubrimientos de tratamientos especiales en frutos de mango tratados hidrotérmicamente. 2^{do} Congreso Iberoamericano de Tecnología Post-cosecha y Agroexportaciones. pp 71-74.
- Dahlla, R. and S.W. Hanson. 1988. Effect of permeable coating on the storage life of fruits. II Pro-long treatment of mangoes (*Mangifera indica* L. cv. Julie). Intern. Journal of Food Science and Technology 23:107-112.
- Dang, K.T.H., Z. Singh and E.E. Swinny. 2008. Edible Coatings Influence Fruit Ripening, Quality, and Aroma Biosynthesis in Mango Fruit *J. Agric. Food Chem.* 2008, 56, 1361-1370.
- El-Ghaouth, A., J. Arul, R. Ponnampalam and M. Boulet. 1991. Chitosan coating effect on storability and quality of fresh strawberries. *J. Food Sci.* 56:1618-1620.
- Hoa, T.T. and M.N. Ducamp. 2008. Effect of different coating on biochemical highlighting methyl-cellulose as the coating with a better performance in the quality variables during the storing of mango.
- End of english version*
-
- changes of 'cat Hoa loc' mangoes in storage. *Postharvest Biology and Technology* 48:150-125.
- Maftoonazad, N and H.S. Ramaswamy. 2005. Postharvest shelf life extension of avocados using metil celulosa-based coating. *LWT* 38:617-624.
- Mitra, S.K., and E.A. Baldwin. 1997. Mango. p. 297-308. En: Mitra, S.K. (Ed.) *Postharvest Physiology and storage of tropical and subtropical fruits*. CAB International, New York EU.
- Ribeiro, C., A.A. Vicente, J.A., Teixeira, and C. Miranda. 2007. Optimization of edible coating composition to retard strawberry fruit senescence. *Postharvest Biology and Technology* 44:63-70.
- SAS®. 2002. *Statistical Analysis Systems*. SAS Institute Inc. Version 9.0. North Carolina SAS Institute, Inc. User's Guide. SAS Help and Documentation.
- Schmieder, R. and P. Keeney. 1980. Characterization and quantification of starch in cocoa beans and chocolate products. *J. Food Sci.* 45:555-557.
- Ting, S. 1956. Rapid colorimetric methods for simultaneous determination of total reducing sugar and fructose in citrus juices. *Agric. Food Chem.* 43: 263 - 266.
- Wang, J., B. Wang, W. Jiang, and Y. Zhao. 2007. Quality and shelf life of mango (*Mangifera indica* L. cv. 'Tainong') coated by using chitosan and polyphenols. *Food Sci Tech Int* 13(4):317-322.