

Uso de recubrimientos comestibles y baja temperatura para mantener la calidad de frutos de mango 'Bocado' durante el almacenamiento

Use of edible coatings and low temperature for keeping the quality on storage of mango 'Bocado' fruit

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

Universidad de Los Andes, Núcleo Universitario Rafael Rangel, Grupo de Fisiología de Poscosecha, Trujillo, Venezuela.

Resumen

Se evaluó el efecto de tres recubrimientos sobre la vida útil de frutos de mango 'Bocado' cosechados en estado verde preclimatérico. Los frutos fueron desinfectados y secados al aire, se trataron con soluciones de almidón (2%), metil-celulosa (3%) y quitosán (2%), y frutos no recubiertos como control; se sumergieron en la solución de revestimiento durante 1 min a temperatura ambiente, se secaron al aire durante 10 min y almacenaron a $15 \pm 1^\circ\text{C}$ / 85-95% de humedad relativa, en cajas de cartón perforadas. A intervalos de 4 días, se evaluó la firmeza, la pérdida de peso y los parámetros de color de la pulpa (Luminosidad, a^* y b^*). El color y la firmeza de los frutos se midieron mediante técnicas instrumentales. Los mangos recubiertos con quitosán mostraron menores valores de b^* indicando menor amarillamiento; respecto a la firmeza, esta fue mayor en los frutos recubiertos en comparación con el control. Los tres revestimientos redujeron la pérdida de peso, pero no mostraron diferencias significativas entre ellos ($P < 0,05$). El resultado de este estudio sugiere que las formulaciones de los recubrimientos aumentó la vida útil de los frutos de mango sin pérdidas apreciables en la calidad.

Palabras clave: mango, almidón, metil-celulosa, quitosán, calidad.

Abstract

Three coating formulations were evaluated for beneficial effects on the shelf-life of mango Bocado (*Mangifera indica* L.) fruits harvested at the mature but unripe stage. Mangoes were initially surface disinfected, washed and air-dried. Fruits were treated with 2% starch solution, 3% methyl-cellulose, and

Recibido el 30-6-2010 • Aceptado el 5-9-2011

Autor de correspondencia e-mail: annemarie@ula.ve; zjudithe@ula.ve

2% chitosan solution and non-coated control. They were then immersed on the coating solution for 1 min at room temperature, air-dried for 10 min and stored at $15 \pm 1^\circ\text{C}$ / 85-95% relative humidity (RH), in carton boxes. At 4-day intervals, fruits were removed and evaluated for firmness, weight loss and pulp color (Lightness, a^* and b^*). Coated mangoes demonstrated slightly color changes showing lower b^* values and higher firmness as compared with the uncoated control during the entire storage. All three coatings reduced weight loss even though there were not significant differences among coated treatments. The result of this study suggests that the coating formulations increased the shelf-life of mangoes without perceptible losses in quality.

Key words: mangoes, starch, methyl-cellulose, chitosan, quality, storage.

Introducción

El mango como fruto climatérico madura rápidamente después de cosechado, siendo así altamente perecedero lo cual restringe su mercado. La sensibilidad a las enfermedades, a temperaturas bajas y la perescibilidad debido a la maduración y reblandecimiento del fruto, limita su potencial en términos de almacenamiento, empaque y transporte (Mitra y Baldwin, 1997). Las cubiertas comestibles son usadas en frutas y vegetales para prolongar la vida útil y para el manejo de otros factores poscosecha, este tipo de materiales puede reducir la pérdida de peso, retardar el proceso de maduración y dar brillo a los frutos mejorando de esta forma su apariencia. Baldwin (2005) observó que las cubiertas comestibles pueden proporcionar una atmósfera adecuada de O_2 y CO_2 para reducir la tasa de maduración en muchos frutos climatéricos. Ciertas cubiertas comestibles tienen la ventaja adicional de suministrar una barrera que reduce la deshidratación en los frutos durante el almacenamiento. Los recubrimientos han sido utilizados en el pasado en los cítricos (shellac), en manzanas (goma laca y cera de

Introduction

By being a climacteric fruits, mango after harvested matures quickly, became highly perishable that makes difficult its marketing. Sensibility to diseases, to low temperatures and perish ability because ripening and softening of fruit, limits its potential in terms of storage, package and transport (Mitra and Baldwin, 1997). Edible coatings are used in fruits and vegetables to extend the useful life and for management of other factors post-harvest; this type of materials can reduce the weight loss, to retard the ripening process and to give brilliant to fruits improving its appearance. Baldwin (2005) observed that edible coatings can proportion an adequate atmosphere of O_2 and CO_2 to reduce the rate of ripening in many climacteric fruits. Some edible coatings have the additional advantage of supplying a barrier that reduces dehydrating in fruits during storage. The coatings have been used in citric (shellac), in apples (shellac and carnauba wax), in tomatoes (mineral oil) and in cucumber (different waxes);

carnauba), en tomates (aceite mineral) y en pepinos (diferentes ceras); no obstante, el uso de estos recubrimientos ha sido menos estudiado en los albaricoques, piñas, plátanos, cerezas, dátiles, guayabas, mangos, melones y nectarinas o melocotones (Baldwin, 2005). Sin embargo, materiales polisacáridos y proteínas se han desarrollado en los últimos años, incluidos la celulosa-sacarina en albaricoque (Sumnu y Bayindirli, 1995), celulosa sobre mango (Baldwin, 2005) y el quitosán en fresa (El-Ghaouth *et al.*, 1991). El quitosán es un carbohidrato natural modificado derivado de la quitina, encontrado en una amplia gama de fuentes naturales como los crustáceos, hongos, insectos y algunas algas (Tolamite *et al.*, 2000).

El objetivo de este estudio fue comparar el efecto de tres cubiertas cerosas (almidón, metil-celulosa y quitosán) sobre algunos parámetros de calidad poscosecha de mangos Bocado.

Materiales y métodos

Se utilizaron frutos de mango tipo Bocado, recién cosechados y en estado de madurez fisiológica provenientes de huertos caseros de la zona de Agua Santa estado Trujillo, Venezuela. Los frutos fueron seleccionados de acuerdo al tamaño, forma, color, ausencia de daños mecánicos, fitosanitarios y con uniformidad en la gravedad específica. A continuación se desinfectaron con una solución de hipoclorito de sodio al 2% durante 5 min y se secaron al aire durante 1 h. Seguidamente, los fru-

however, the use of these coatings have been less studied in apricots, pineapples, plantains, cherries, dates, guavas, mangos, melons and nectarines or peaches (Baldwin, 2005). Nevertheless, polysaccharide materials and proteins have been developed last years, included cellulose-sucrose in apricot (Sumnu and Bayindirli, 1995), and cellulose in mango (Baldwin, 2005) and chitosan in strawberry (El-Ghaouth *et al.*, 1991). Chitosan is a natural carbohydrate modified derived from chitin, found in a wide range of natural sources like crustacean, fungi, insects and some algae (Tolamite *et al.*, 2000).

The purpose of this research was to compare the effect of wax coatings (starch, methyl-cellulose and chitosan) on some quality parameters post-harvest in mangos "Bocado".

Materials and methods

Mango fruits type "Bocado", just harvested and physiologically matures coming from homemade orchards were used, "Agua Santa" sector, Trujillo state, Venezuela. Fruits were selected according size, shape, color, absence of mechanical damages, healthy and with uniformity in specific gravity. After, fruits were disinfected by using a solution of sodium hypochlorite to 2% during 5 min and they were air-dried during 1 h. Subsequently, fruits were immersed 1 min on starch solutions to 2%, methyl-cellulose to 3% and chitosan to 2% used like edible coatings. The starch solution (Starch

tos fueron sumergidos durante 1 min en las soluciones de almidón al 2%, metil-celulosa al 3% y quitosán al 2% utilizadas como recubrimientos comestibles. La solución de almidón (Starch GR, Merk-Chemicals USA) al 2% (m/v) 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). La 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 (1,9.100 g⁻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 60g de polvo (Crab Shell chitosan, Wintersun Chemical, California, USA) y se dispersaron en 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 M (El-Ghaouth *et al.*, 1991). Posteriormente, los frutos fueron empacados en cajas de cartón perforadas y se almacenaron a 15±1°C / 85-95% de humedad relativa durante 16 días y evaluados cada cuatro días. Frutos no tratados fueron utilizados como control.

La pérdida de peso fresco fue monitoreada, tomando el peso de tres frutos de cada tratamiento seleccionados al azar a los 4, 8, 12, y 16 días de almacenamiento, y calculado como el porcentaje de pérdida de peso con respecto al peso inicial.

GR, Merk-Chemicals USA) to 2% (m/v) was gelatinized by heating to 90 °C, pH was adjusted to 5.6 with citric acid solution to 50% (m/v), sorbitol was added like laminate to the concentration of 2.0 gsolute/solution (Ribeiro *et al.*, 2007). La methyl-cellulose (Sigma, St Louis MO, USA) was prepared by making soluble methyl-cellulose in powder (3.0 g.100 mL⁻¹) in a mixture of water-ethylic alcohol (31:11) to 75°C with agitation during 15 min, after that, Glycerol was added like laminate (1.9.100 g⁻¹), and agitated during 10 min and solution was refrigerated (Maftoonazad and Ramaswamy, 2005). To obtain the chitosan solution, 60 g of powder were taken (Crab Shell chitosan, Wintersun Chemical, California, USA) and they were dispersed in 2500 mL distilled water, then 150 mL of glacial acetic acid was added and pH of solution was adjusted to 5 with NaOH 0.1 M (El-Ghaouth *et al.*, 1991). Moreover, fruits were packed in wood boxes perforated and stored to 15 ± 1°C / 85-95% of relative humidity during 16 days and evaluated each four days. Untreated fruits were used as control.

The fresh weight loss was checked, taking weight of three fruits from each treatment were at random selected at 4, 8, 12, and 16 storage days, and then, the percentage of weight loss was estimated respect to the initial weight.

Firmness was determined by using a manual penetrometer mark EFFEGI model FT327, introducing a metallic cylinder 1/4", on one of sides in medium zone of fruit, the result was expressed on kg.cm⁻².

La firmeza se determinó utilizando un penetrómetro manual marca EFFEGI modelo FT327, introduciendo un cilindro metálico de diámetro 1/4", sobre una de las caras en la zona media del fruto, se expresó el resultado en $\text{kg}\cdot\text{cm}^{-2}$.

Los frutos fueron seccionados longitudinalmente de la base al ápice, alejados de la semilla, realizando la medición de color de la pulpa en el centro del lóbulo, utilizando un equipo Minolta CR-200 Chromameter (Minolta, Oxaca, Japan). Se midieron las coordenadas L^* referidas a la luminosidad, los componentes verde/rojo expresado como a^* y b^* que corresponde a los componentes azul/amarillo (Pérez-Rivero *et al.*, 2003).

Los análisis de varianza y las pruebas de medias por Dunnett ($P \leq 0,05$) se realizaron 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

Se observó reducción estadísticamente significativa ($P < 0,05$) en la pérdida de peso después de 12 días de almacenamiento. La cobertura a base de almidón fue más efectiva seguida por el quitosán y la metil-celulosa (figura 1 A). Procesos fisiológicos como la respiración y la transpiración son responsables de la máxima pérdida de peso. Estas cubiertas proporcionan una barrera protectora que reduce la deshidratación de los frutos durante almacenamiento, aminorando la pérdida de peso de los frutos (Baldwin, 2005).

Fruits were longitudinally selected from base to the apex, moved away from seed, making color measurement of pulp in center of lobe, using an equipment Minolta CR-200 Chromameter (Minolta, Oxaca, Japan). The coordinates L^* referred to the luminosity, the components green/red expressed like a^* and b^* that correspond to the components blue/yellow (Pérez-Rivero *et al.*, 2003).

The analysis of variance and the mean test by Dunnett ($P \leq 0.05$) were accomplished on data processor SAS® version 9.0 (SAS, 2002). Data were in agreement to the normality supposition and homogeneity of variance.

Results and discussion

A reduction statistically significant ($P < 0.05$) was observed in weight loss after 12 storage days. The coating based on starch was more effective followed by chitosan and methyl-cellulose (figure 1 A). Physiological processes like respiration and transpiration are responsible of maximum weight loss. These coatings offer a protector barrier that reduces fruits dehydration during storage, decreasing the fruits weight loss (Baldwin, 2005).

The figure 1 (B), shows the changes in fruits firmness as a function of storage time. During all storage time, firmness of coating fruits was higher than in untreated fruits ($P < 0.05$). Data showed reveal similar tendency in firmness decrease toward the end of storage. The best retaining of firmness can be attributed to the delay in degradation of insoluble protopectins to soluble pectins because

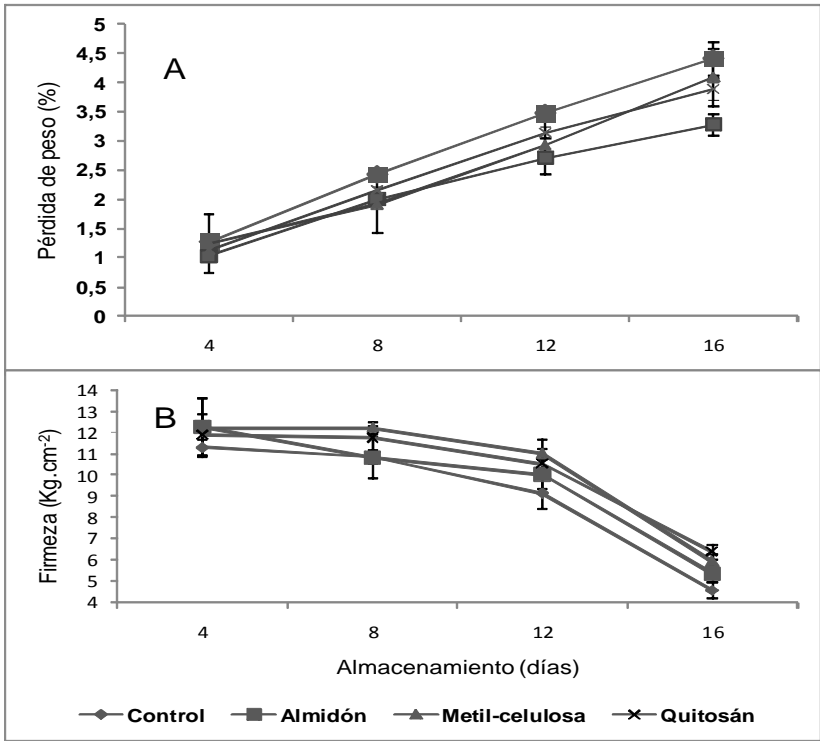


Figura 1. Cambios en la pérdida de peso fresco (A) y en la firmeza (B) de frutos de mango Bocado tratados con recubrimientos comestibles, almacenados a 15°C ± 1°C durante 16 días (las barras verticales representan ± la desviación estándar de la media de 4 replicas).

Figure 1. Changes on fresh weight lost (A) and on firmness (B) of mango "Bocado" fruits treated with edible coatings, stored to 15°C ± 1°C during 16 days (vertical bars represent mean standard deviation of 4 replicates).

La figura 1 (B), muestra los cambios en la firmeza de los frutos en función del tiempo de almacenamiento. Durante todo el tiempo de almacenamiento, la firmeza en los frutos recubiertos fue mayor que en los frutos no tratados ($P < 0,05$). Los datos presentados revelan similar tendencia en la disminución de la firmeza

the coatings. Similar results were found by Zhu *et al.* (2008) by using chitosan at different concentrations in mangoes cv 'Tainong'.

The results of color measurement in fruits are shown in table 1, during storage through terms L^* , a^* and b^* . The value of L^* showed significant differences at 4 days of evaluation in

hacia el final del almacenamiento. La mejor retención de la firmeza puede atribuirse al retardo en la degradación de las protopectinas insolubles a pectinas solubles debido a los recubrimientos. Resultados similares fueron encontrados por Zhu *et al.* (2008) utilizando quitosán a diferentes concentraciones en mangos cv 'Tainong'.

En el cuadro 1, se muestran los resultados de la medición de color de los frutos durante el almacenamiento a través de los términos L^* , a^* y b^* . El valor de L^* mostró diferencias significativas a los 4 días de evaluación en los frutos tratados con almidón y quitosán respecto al control, mientras que a los 8 días de evaluación los 3 recubrimientos fueron estadísticamente diferentes al control, no obstante, el valor de L^* a los 12 y 16 días de evaluación fue estadísticamente similar. El valor de L^* decreció ligeramente durante almacenamiento indicando que la pulpa se tornó menos brillante.

El valor de a^* fue más negativo a los 4 días de almacenamiento mostrando la influencia del verde en la pulpa, mientras que a los 8 y 12 días fue estadísticamente similar en los frutos tratados comparados con el control. En la cuarta evaluación se observó que los tres recubrimientos fueron efectivos en la retención del color de la pulpa, cotejados los valores de a^* con el control, lo cual puede atribuirse a la inhibición de la degradación de la clorofila y/o reducción de la síntesis de antocianinas y carotenoides.

En los valores de b^* sólo se observó diferencias con respecto al con-

fruits treated with starch and chitosan respect to control, whereas at 8 days of evaluation the 3 coatings were statistically different to control, however, the value of L^* at 12 and 16 days of evaluation was statistically similar. The L^* value lightly decreased during storage showing that pulp become less brilliant.

The value of a^* was more negative at 4 days of storage showing the influence of green in pulp, while at 8 and 12 days was statistically similar in fruits treated in comparison to control. In fourth evaluation, three coatings were effective in retention of color of pulp, comparing the values of a^* with control, which can be attributed to the inhibition of degradation of chlorophyll and/or reduction of synthesis of anthocyanins and carotenoids.

In values of b^* differences were only observed respect to control in fruits recovered with chitosan, however the values of this color component were lightly increased during softening reflecting the appearance of a light yellow tone.

Conclusion

It is possible to deduce that edible coatings help to preserve quality parameters of mango fruits by extending the useful life in shelf. From coatings evaluated, chitosan detached in firmness parameters and color. It is important that next studies with edible coatings involve the evaluation of sensorial aspect like complement to the final selection.

End of english version

Cuadro 1. Cambios en la coloración en frutos de mango Bocado recubiertos con almidón, metil-celulosa y quitosán, almacenados a 15°C, durante 16 días.

Table 1. Changes in collocation of mango "Bocado" fruits covered with starch, methyl-cellulose and chitosan, stored at 15°C, during 16 days.

Tiempo (días)	Tratamiento	L*	a*	b*
4	Control	61,666±4,571	-4,111±1,117	49,222±4,571
	Almidón	66,000±2,252*	-5,333±1,117	46,333±4,153
	Metil-celulosa	61,222±2,242	-3,888±1,118	47,444±4,251
	Quitosán	65,888±2,245*	-1,888±1,118*	42,777±4,572*
8	Control	67,333±2,682	1,111±1,117	57,333±4,751
	Almidón	61,444±2,681*	0,777±1,117	53,666±4,453
	Metil-celulosa	58,222±2,684*	0,777±1,118	58,444±4,762
	Quitosán	62,444±2,683*	1,000±1,118	45,666±4,051*
12	Control	59,888±2,091	0,666±0,823	52,555±3,451
	Almidón	59,888±2,070	1,000±0,823	47,888±3,402
	Metil-celulosa	61,555±2,072	0,911±0,823	51,555±3,123
	Quitosán	63,666±2,074	1,555±0,823	44,888±3,101*
16	Control	61,666±1,572	5,888±0,907	61,444±1,592
	Almidón	61,444±1,883	3,555±0,908*	60,555±1,593
	Metil-celulosa	60,222±1,242	3,666±0,908*	59,777±1,582
	Quitosán	58,666±1,881	3,555±0,907*	56,333±1,258*

Cada valor representa la media de tres réplicas ± la desviación estándar. El asterisco indica diferencias significativas respecto al control en base al test de Dunnett a P<0,05.

trol en los frutos recubiertos con quitosán, no obstante los valores de este componente del color se incrementaron levemente durante el almacenamiento reflejando la aparición de un tenue tono amarillento.

Conclusión

Del presente estudio se infiere que los recubrimientos comestibles ayudan a preservar los parámetros de calidad de los frutos de mango alargando la vida útil en anaquel. De los revestimientos evaluados el quitosán se destacó en los parámetros de firmeza y color. Es importante que futuros estudios con recubrimientos comestibles involucren la evaluación del aspecto sensorial como complemento a la selección final.

Literatura citada

- Baldwin, E.A. 2005. Edible coatings. In: Ben-Yehoshua, S., editor. Environmentally Friendly Technologies for Agricultural Produce Quality. CRC Taylor & Francis Group Boca Raton, FL. p. 301-314.
- 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: 1618-31.
- Maftoonazad, N and H.S. Ramaswamy. 2005. Postharvest shelf life extensión of avocados using methyl cellulose-based coating. *LWT* 38:617-624.
- Mitra, S.K., and E.A. Baldwin. 1997. Mango. En: Postharvest Physiology and storage of Tropical and subtropical fruits. Mitra, S.K. (Ed.). CAB International, New York EU, 95 pp. 297-308.
- Pérez-Rivero, B., E. Bringas, L. Cruz y R. Báez-Sañudo. 2003. Aplicación de cera comestible en mango. Parte I: Efecto en las características fisicoquímicas durante el almacenamiento comercial. *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha* 5(2):100-112.
- 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.
- Sumnu, G. and L. Bayindirli. 1995. Effects of sucrose polyester coating on fruit quality of apricots. *J. Sci. Food Agr.*, 67: 537-540.
- Tolaimate, A., J. Desbrières, M. Rhazi, M. Alagui, M. Vincendon and P. Vottero. 2000. The influence of deacetylation process on the physicochemical characteristics of chitosan from squid chitin. *Polymer.*, 41: 2463-9.
- Zhu, X., W. Qiuming, C. Jiankang y J. Weibo. 2008. Effects of chitosan coating on postharvest quality of mango (*Mangifera indica* cv Taining) fruits. *J. of Food Processing and Preservation* 32:770-784.