



USO DE CERAS NATURALES COMO MEDIO DE CONSERVACIÓN DE BANANO (*Musa acuminata*)

NATURAL WAXES AS BANANA (*Musa acuminata*) PRESERVATION MEDIUM

Villarroel Bastidas José Vicente^{1*}, Zambrano Denisse Margott¹, Abasolo-Pacheco Fernando², Pico Saltos Luis Gabriel¹, Pico Saltos Bolívar Roberto¹, Moreira Menéndez Mercedes Cleopatra¹

¹ Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Quevedo, Los Ríos EC.120501, Ecuador

² Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Técnica Estatal de Quevedo (UTEQ), Quevedo, Los Ríos EC.120501, Ecuador.

RESUMEN

Esta investigación establece los parámetros adecuados para la conservación de banano (*Musa acuminata*), mediante un recubrimiento con dos ceras de origen natural (Carnauba y de abeja) en dos variedades de banano (Cavendish Williams y banano orito). El modelo experimental permitió la aplicación de un diseño de bloques con arreglo factorial ABC, 12 tratamientos con 2 repeticiones, 24 unidades experimentales. Los factores en estudio fueron: Variedades (banano Cavendish Williams y banano orito), Tipos de Ceras (carnauba y de abeja) y Concentraciones de Ceras (0.00%, 0.02% y 0.04%). Para determinar los efectos que producen los distintos tratamientos se evaluaron las siguientes variables: pH, acidez, sólidos solubles, índice de madurez, cenizas y recuento total, mohos y levaduras. En los ensayos, se utilizaron bananos seleccionados libres de cualquier impureza y daños mecánicos. Posteriormente se aplicaron las ceras para ser almacenados a una temperatura de 23°C. La aplicación de la cera carnauba conservó de mejor manera los bananos.

Palabras claves: pH, acidez, sólidos solubles, índice de madurez, Cenizas.

ABSTRACT

This research establishes the appropriate parameters for the conservation of banana (*Musa acuminata*), through a two-natural origin waxes coating (Carnauba and bee) in two banana varieties (Cavendish Williams and orito bananas). The experimental model allowed the application of a ABC factorial arrangement design in blocks, 12 treatments with 2 repetitions, 24 experimental units. The factors under study were: Varieties (Cavendish Williams and orito bananas), types (carnauba and bee) and concentrations of waxes (0.00%, 0.02% and 0.04%). To determine the effects of the different treatments the following variables were evaluated: pH, acidity, soluble solids, maturity index, ashes and total count, molds and yeasts. In the trials bananas free of any impurity and mechanical damage were selected. Subsequently waxes were applied and bananas stored at 23°C. The application of the carnauba wax was the best preservation medium of the banana.

Keywords: pH, acidity, soluble solids, maturity index, ash

INTRODUCCIÓN

Las frutas son estructuras vivas cuya composición y calidad se encuentran sujetas a cambios provocados por la continuación de la actividad metabólica después de la cosecha (Villamizar, 2008). El banano es una de las frutas con amplia utilización lo que la hace una de las más importantes del mundo, (Rojas, 2006). Esta fruta tiene gran demanda en el mercado debido a sus propiedades nutricionales, según Asgar *et al.* (2010) la vida de almacenamiento del banano está limitada por varios factores, entre ellos la transpiración, respiración y enfermedades postcosecha que conllevan al aumento de la maduración y senescencia.

Los bananos del subgrupo Cavendish, entre ellos el Williams (AAA), son los más cultivados y dominan el mercado mundial, el cultivo de bananos se encuentra ampliamente distribuido en las regiones tropicales y subtropicales del mundo, donde ambos cultivos tienen gran importancia socioeconómica y nutricional, debido a que son fuente de alimento, empleo e ingreso económico (Ramírez *et al.*, 2012). El banano orito o bocadillo (*Musa acuminata*), puede ser almacenado por encima de 12°C (su temperatura crítica). Por debajo de esta temperatura el banano sufre lesiones por frío reflejándose principalmente en fluctuaciones de la intensidad respiratoria, bajos niveles de ácidos carboxílicos y azúcares; estas lesiones se evidencian con manchas oscuras en los haces vasculares, encharcamiento y cristalización en algunas zonas de la corteza, alta contaminación fúngica, pérdida de sabor y aroma, pardeamiento y falta de la transición de color verde a amarillo en la corteza (Castro *et al.*, 2005).

La acción de los microorganismos causan deterioro de los alimentos (Ramos *et al.*, 2010) y aspectos negativos para su comercialización, lo que disminuye su valor comercial. Se han desarrollado diferentes tecnologías para eliminar los daños producidos por los microorganismos y prolongar la vida útil de las frutas por ejemplo: conservación del fruto de banano bocadillo (*Musa AA Simmonds*) con la aplicación de permanganato de potasio (García *et al.*, 2012). Los efectos de tratamientos postcosecha (lavado, clasificado, empaquetado y almacenado) por el uso de sustancias para su conservación y manipulación de la fruta, genera un retraso

*Autor para correspondencia: José Vicente Villarroel Bastidas
Correo electrónico: jvillarroel@uteq.edu.ec

Recibido: 05 de agosto de 2016

Aceptado: 26 de noviembre de 2016

de cierta actividad interna en las células que interactúan en la fotorespiración que da lugar a la actividad enzimática de la cloroflase del banano bocadillo (*Musa Accuminata*) (Castro *et al.*, 2004). El uso de las ceras se ha desarrollado para mejorar los atributos en las frutas, controlando el efecto de los microorganismos causantes del deterioro. En consecuencia se ve mejorada la apariencia del fruto como es el color, brillo, entre otros factores, disminuyendo la incidencia de microorganismos durante la etapa de almacenamiento (Parra, 2013). Además las ceras proporcionan un aspecto brillante a la fruta para reducir la pérdida de peso y disminuir la senescencia durante su almacenamiento, actúan como películas protectoras manteniendo la firmeza de la pulpa por un período más largo de tiempo (Alves *et al.*, 2010).

En los últimos años se ha incrementado el uso de diferentes recubrimientos con el fin de mejorar la apariencia de los productos (Jiménez *et al.*, 2010). Existen investigaciones sobre el uso de propóleos en mango y aguacate para prolongar la vida de consumo de las mismas (Salvador *et al.*, 2003; Figueroa *et al.*, 2009). Otra investigación que efectuó Barrera *et al.* (2012) es sobre el empleo de un recubrimiento formulado con propóleos para el manejo postcosecha de frutos de papaya (*Carica papaya L. cv. Hawaiana*).

Por todo lo anterior, la presente investigación está orientada a determinar el efecto de la aplicación de dos tipos de ceras naturales: carnauba y de abeja, para recubrimiento de banano como medio de conservación. Adicionalmente se planteó determinar cuál de las variedades (Cavendish Williams o Banano Orito) responden de mejor manera a los dos tipos de ceras, evaluando diferentes concentraciones (0.00%, 0.02% y 0.04%).

MATERIALES Y MÉTODOS

El experimento se realizó en el laboratorio de biotecnología en condiciones controladas de temperatura a 23°C ± 2, en la Universidad Técnica Estatal de Quevedo (79°28'30" O, 1°6' S). Se utilizó un diseño con arreglo factorial (ABC), empleando distintas variedades de bananos (banano Williams y banano Orito), tipos (cera carnauba y cera de abeja) y concentraciones (0.00%, 0.02% y 0.04%) de ceras. La materia prima se recolectó de la zona de Patricia Pilar cuya ubicación es Latitud: -0.55 Longitud: -79.3667 que pertenece a la provincia de Los Ríos. Los análisis se efectuaron por duplicado en cada tratamiento (Tabla 1).

Recubrimiento de ceras en la conservación del banano

Se recolectaron 25 bananos Williams y 25 bananos Orito, previamente seleccionados por la empresa que se encarga en la exportación de este tipo de fruta. Los bananos fueron lavados con agua potable, para luego sumergirlos en una solución de ácido cítrico para su desinfección por un tiempo de 20 min con lo que se evita oxidaciones en la corteza de la fruta y evitar el desarrollo de microorganismos (bacterias, mohos y levaduras). Los frutos se secaron por un lapso de 30

Tabla 1. Diseño experimental para determinar el uso de ceras en dos variedades de banano.

Table 1. Experimental design to determine the use of waxes in two banana varieties.

Factores	Niveles	Símbolo	Combinación de Tratamientos
A	Variedades de banano a ₀ a ₁	Cavendish Williams	Banano Cavendish Williams + Cera carnauba + Concentración al 0.00%.
		Banano Orito	
		a ₀ b ₀ c ₁	Banano Cavendish Williams + Cera carnauba + Concentración al 0.02%.
		a ₀ b ₀ c ₂	Banano Cavendish Williams + Cera carnauba + Concentración al 0.04%.
B	Tipos de ceras b ₀ b ₁	Cera Carnauba	Banano Cavendish Williams + Cera de abeja + Concentración al 0.00%.
		Cera de Abeja	
		a ₀ b ₁ c ₁	Banano Cavendish Williams + Cera de abeja + Concentración al 0.02%.
		a ₀ b ₁ c ₂	Banano Cavendish Williams + Cera de abeja + Concentración al 0.04%.
C	Concentraciones de ceras c ₀ c ₁ c ₂	0.00%	Banano Orito + Cera carnauba + Concentración al 0.00%.
		0.02%	
		0.04%	
		a ₁ b ₀ c ₁	Banano Orito + Cera carnauba + Concentración al 0.02%.
		a ₁ b ₀ c ₂	Banano Orito + Cera carnauba + Concentración al 0.04%.
		a ₁ b ₁ c ₁	Banano Orito + Cera de abeja + Concentración al 0.00%.
		a ₁ b ₁ c ₂	Banano Orito + Cera de abeja + Concentración al 0.02%.
			Banano Orito + Cera de abeja + Concentración al 0.04%.

min a temperatura ambiente. Posteriormente se procedió a derretir las respectivas ceras a baño maría a una temperatura de 80°C, para proceder a recubrir los frutos distribuyendo uniformemente la cera con la ayuda de una brocha. Los frutos se almacenaron a una temperatura de 23°C, para controlar la conservación del banano según (Gómez, 2011).

Para esta investigación se utilizaron 50 unidades de bananos de las cuales 25 fueron de Orito con un peso apro-

ximado de 82.86 g y 25 unidades de la variedad Cavendish Williams con un peso de 195.94 g. A las variedades de banano se les sometió a un tratamiento para su conservación mediante recubrimiento con cera (carnauba y cera de abeja). Los tratamientos incluyeron concentraciones de ceras al 0.00%, 0.02% y 0.04%. Una vez finalizado el proceso del recubrimiento se efectuó control del tiempo mediante la toma de datos en lo referente a peso debido a la deshidratación que se produce, sólidos solubles de cada uno de los tratamientos para estimar el cambio de estado fisiológico por el incremento de azúcares presentes en la fruta.

Análisis Físico-Químicos y Microbiológicos

Para determinar el pH se utilizó un potenciómetro en referencia a la Norma Técnica Ecuatoriana 1529; Sólidos solubles mediante un refractómetro, de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana 2337; acidez titulable se efectuó de acuerdo al método basado en una titulación con NaOH 0.1 N, de acuerdo a la Norma Técnica Ecuatoriana 0381; ceniza mediante la calcinación en referencia con la Norma Técnica Ecuatoriana 0401 y los análisis microbiológicos del recuento total de mohos y levaduras se emplearon placas de acuerdo a la norma NTE INEN 1529.

Análisis estadístico

Para el análisis de datos se realizaron pruebas de normalidad y homogeneidad de varianza usando las pruebas de Kolmogorov-Smirnov y Levene, respectivamente. Se utilizó una ANOVA para determinar las diferencias estadísticas entre las variables medidas en el experimento. Finalmente se realizó la prueba post hoc de comparación de rangos múltiples HDS Tukey. Se fijó un nivel de significancia de $P < 0.5$. Los análisis estadísticos se realizaron con el programa estadístico StatGraphics v. 16.1.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Recubrimiento con ceras

Para el Factor A (Variedades de banano; Figura 1), se determinaron valores de pH de 5.22 (a_0) en Banano Williams y 4.93 (a_1) en Orito, estos valores reportan por debajo de 5.40 de los datos obtenidos de Barco, et al. (2009), debido a que algunos híbridos del banano se caracterizan por una disminución del pH lo que en su estudio lo refleja sobre el efecto de recubrimiento natural y cera comercial sobre la maduración del banano el mismo que se refleja en el pH reportado es de 5.40 por el retraso de la maduración a causa de la aplicación de las ceras, las mismas que impiden la respiración de las frutas. En lo que concierne a la acidez se observaron valores de 0.25 (a_0) Banano Williams y 0.26 (a_1) Orito, los cuales se encuentran por debajo de los valores reportados por Ramírez et al. (2010), en la cual evaluaron la calidad de fruta de banano, se diferenció que la respiración del fruto fue de menor proporción ya que se creó una barrera para evitar la transpiración y de este modo se redujo la pérdida de peso en la fruta. Con lo que respecta a los sólidos

solubles, se apreciaron valores de 18.25 (a_0) Banano Williams a 19.00 (a_1) Orito, inferiores al valor 21.00 planteado por la Norma Técnica Ecuatoriana 2337, se considera menor ya que en el proceso de maduración fue retrasado por la aplicación de las ceras. En lo que respecta al índice de madurez se determinaron valores de 72.75 (a_0) Banano Williams y 75.50 (a_1) Orito estos son inferiores a 95.70 a los datos de Barco et al. (2009) debido a que valores de acidez y sólidos solubles son menores por que aún no alcanzan su madurez completa las variedades de banano. Con lo referente a la ceniza se observaron valores de 0.86 (a_0) Banano Williams a 0.87 (a_1) Orito, estos son superiores a lo expuesto por López (2011), debido a que presentan un contenido mayor de minerales en banano.

Para los análisis microbiológicos, los valores alcanzados estuvieron por debajo de 0.42 (a_0) Banano Williams a 0.33 (a_1) Orito estos valores están por debajo de 1 unidad formadora de colonia (UFC) (Márquez y Pretell, 2013), dentro de los requisitos microbiológicos de pulpa de fruta, la cera además de ser un recubrimiento para retardar su maduración actúa como una barrera para los microorganismos.

Tipos de ceras

En el Factor B (Tipos de Ceras; Figura 2), los valores de pH correspondientes a 5.12 (b_0) cera carnauba y 5.03 (b_1) cera de abeja se encuentran por debajo de 5.40 reportado por Barco et al. (2009), esto se debe al tipo de cera aplicada ya que retardó la maduración del fruto sin que exista mucha variación en el pH. En lo que concierne a la acidez se obtuvo valores de 0.25 en los dos tipos de ceras carnauba y de abeja, los cuales estuvieron por debajo del valor de 0.38, referido por Ramírez et al. (2010), uno de los puntos más importantes es el tipo de cera y la cantidad aplicada crea una barrera contra los microorganismos y conserva la fruta.

Los sólidos solubles presentaron valores de 18.50 (b_0) cera carnauba y 18.75 (b_1) cera de abeja, estos fueron inferiores al valor 21.00 planteado por la Norma INEN 2337. En lo que respecta al índice de madurez se determinaron valores de 72.27 (b_0) en cera carnauba a 75.98 (b_1) en cera de abeja, estos fueron inferiores a 95.70 planteados por Barco et al. (2009) en base a esto podemos inferir que los valores presentados se deben al retardo en su maduración por acción de las ceras. Con lo referente a la ceniza se obtuvieron valores de 0.88 (b_0) en cera carnauba a 0.85 (b_1) en cera de abeja estos son superiores (0.80) a lo expuesto por López (2011). En base a esto se puede concluir que no presentó cambio en los componentes del banano por acción de los azúcares. Para los análisis microbiológicos se obtuvieron valores de 0.25 (b_0) en cera carnauba a 0.50 (b_1) en cera de abeja estos valores se presentaron por debajo de 1 UFC, reportado por Gavira (2013), lo cual representa una ventaja permite que la fruta contenga una baja carga microbiana, lo que mantendrá al fruto por mayor tiempo de conservación (Barrera et al., 2012).

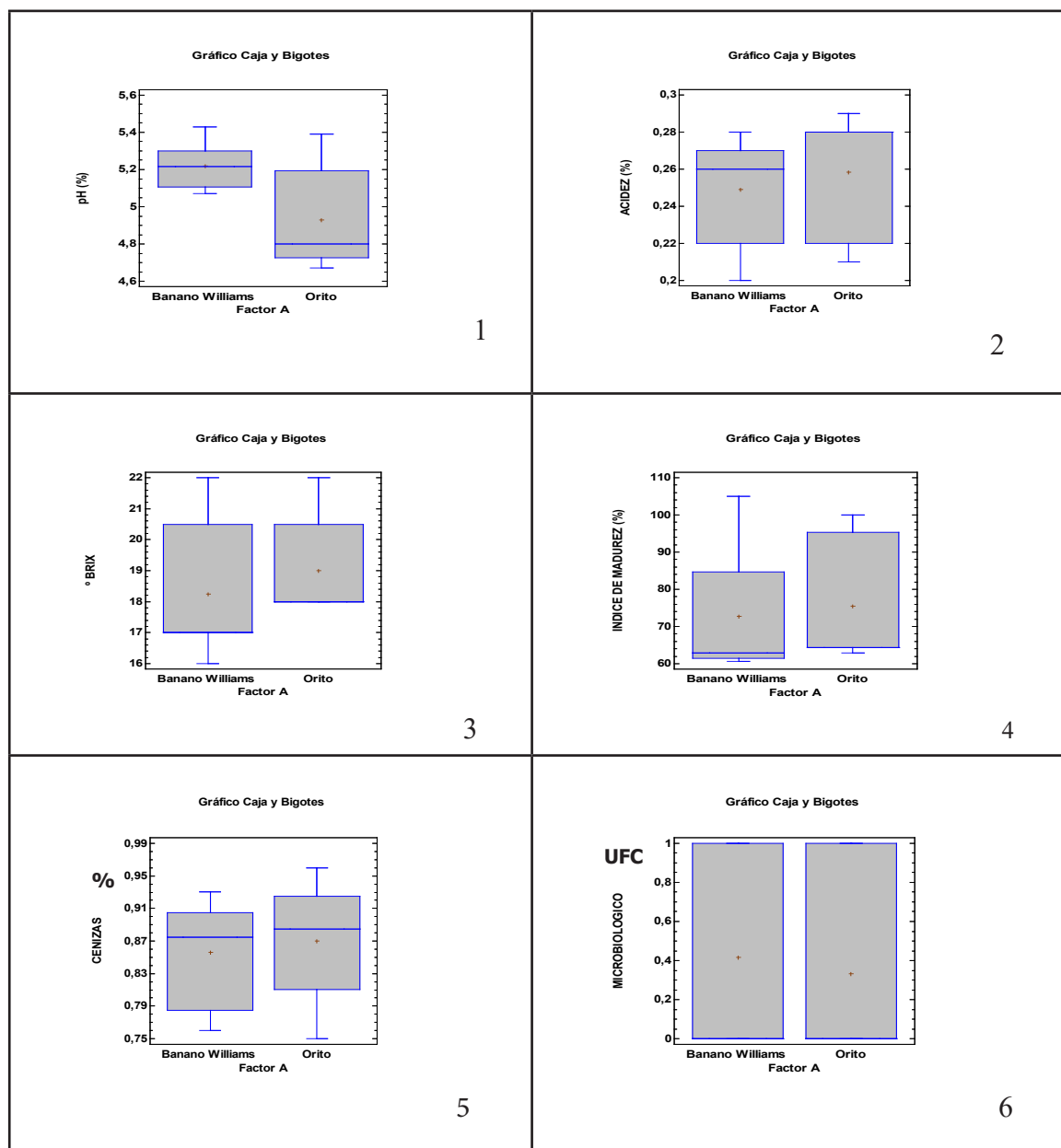


Figura 1. Resultados de la diferencia de medias entre variedades de banano Williams y Orito en el Factor A. Prueba de significación de Tukey ($p < 0.05$). 1. pH (DS); 2. Acidez (DS); 3. °Brix (DS); 4. Índice de Madurez; 5. Ceniza; 6. Microbiológico.

Figure 1. Results of the mean difference between Williams and Orito banana in Factor A. Tukey test significance ($p < 0.05$). 1. pH (DS); 2. Acidity (DS); 3. °Brix (DS); 4. Maturity Index; 5. Ash; 6. Microbiological.

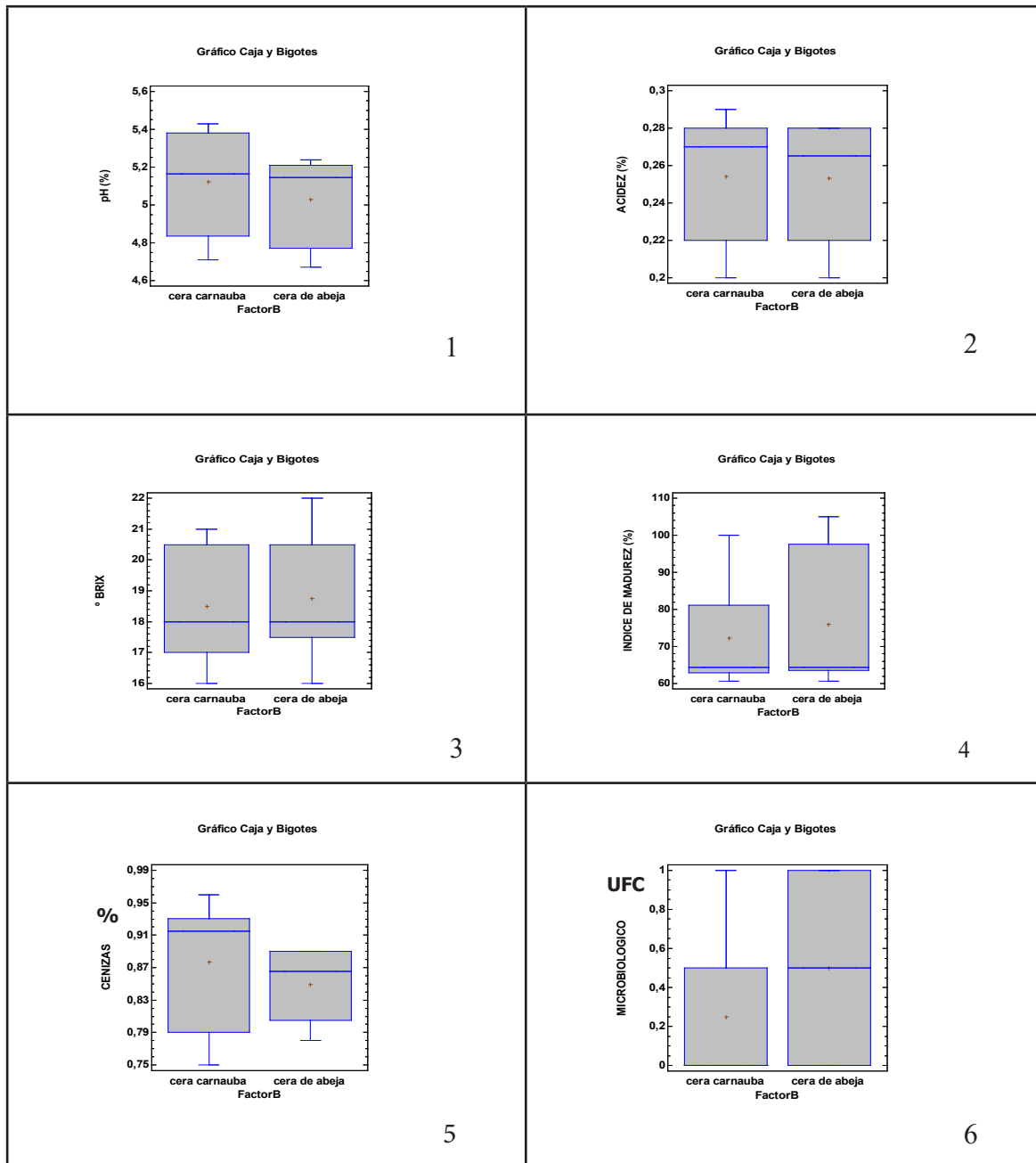


Figura 2. Resultados de la diferencia de medias entre tipos de ceras (carnauba y de abeja) del factor B. Prueba de significación de Tukey ($p < 0.05$). 1. pH (DS); 2. Acidez; 3. °Brix 4. Índice de Madurez; 5. Ceniza (DS); 6. Microbiológico (DS).

Figure 2. Results of the mean difference between the Carnauba Wax and Beeswax in factor B. Tukey test significance ($p < 0.05$). 1. pH (DS); 2. Acidity; 3. °Brix 4. Maturity Index; 5. Ash (DS); 6. Microbiological (DS).

Concentraciones de ceras

Para el Factor C (concentraciones de ceras; Figura 3), se determinaron valores de pH de 4.95 (c_0) en la concentración de 0.00%, de 5.27 (c_1) en concentración al 0.02% y de 5.01 (c_2) en concentración al 0.04%. Estos valores fueron inferiores a lo reportado por Barco *et al.*, (2009). De acuerdo a las concentraciones de cera influyen directamente en el desarrollo fisiológico del fruto y por ende en sus características físico-químicas. En lo que concierne a la acidez se observaron valores de 0.21 (c_0) en concentración al 0.00%, 0.27 (c_1) en concentración al 0.02%, y 0.28 (c_2) en concentración al 0.04%

los cuales se encuentran por debajo del valor de 0.38 referido por Ramírez *et al.* (2010), debido a que la maduración fue retrasada por efecto de las ceras. La acidez está influenciada por el grado de madurez de cada una de las frutas. Con lo que respecta a los sólidos solubles se observaron valores de 17.38 (c_1) en concentración al 0.02%, y 17.50 (c_2) en concentración de 0.04%. Estos fueron inferiores 21.00 planteado por la Norma INEN 2337. En el índice de madurez se determinaron valores de 63.46 (c_1) en concentración al 0.02%, y 63.78 (c_2) en concentración al 0.04%, estos son inferiores a 95.70 valor planteado por Barco *et al.* (2009), ya que la fruta no se

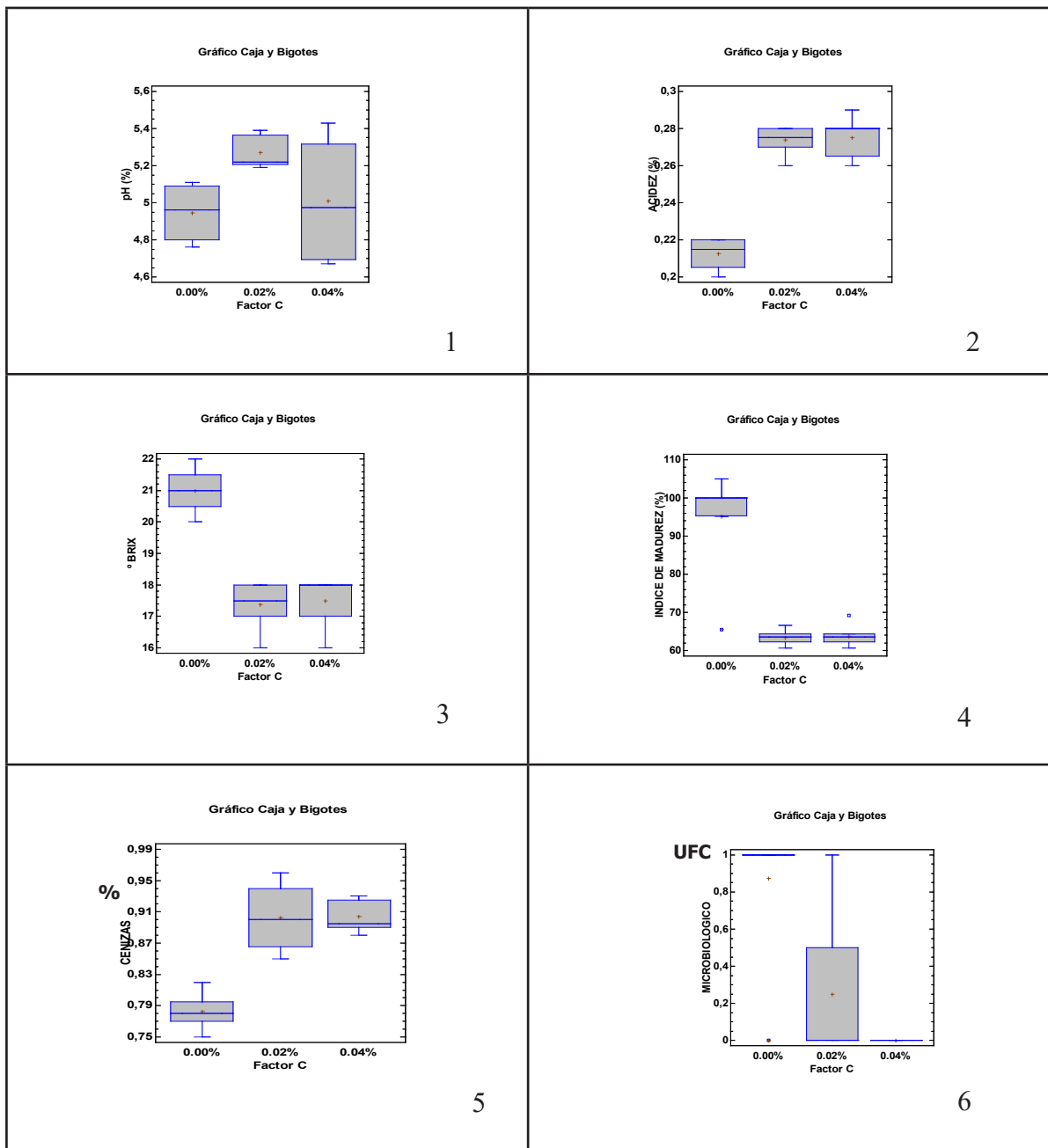


Figura 3. Resultados de la diferencia de medias entre las concentraciones de ceras (0.00%, 0.02% y 0.04%) en el factor C. Prueba de significación de Tukey ($p < 0.05$). 1. pH (DS); 2. Acidez (DS); 3. °Brix (DS); 4. Índice de Madurez (DS); 5. Ceniza (DS); 6. Microbiológico (DS).
Figure 3: Results of the mean difference between Waxes concentrations (0.00%, 0.02% and 0.04%) in factor C. Tukey test significance ($p < 0.05$). 1. pH (DS); 2. Acidity (DS); 3. °Brix (DS); 4. Maturity Index (DS); 5. Ash (DS); 6. Microbiological (DS).

deshidrató y su respiración se disminuyó por la cera que creó una película disminuyendo estos dos tipos de actividades en el proceso de maduración. Con lo referente a la ceniza se observaron valores de 0.90 en ambas concentraciones (c_1 y c_2) al 0.04%. Estos son superiores a lo expuestos por López (2011), mientras que en (c_0) (concentración al 0.00%) se presentaron valores de 0.78, el cual es inferior a lo que expone el autor, esto se debe a que este tratamiento presenta una maduración normal sin la presencia de ceras. Para los análisis microbiológicos se presentaron valores de 0.88 (c_0) en concentración 0.00%, 0.25 (c_1) en concentración 0.02%, y 0 (c_2) en concentración de 0.04% estos valores están por debajo de 1 UFC reportado por Gavira (2013) estos datos son inferiores ya que las ceras crean una barrera contra el ataque de microorganismos y evita que la fruta se contamine.

CONCLUSIONES

El Banano Williams presentó efectos significativos en la prolongación del tiempo de conservación con la aplicación de la cera carnauba. Los recubrimientos a base de cera carnauba tuvieron efecto positivo en el pH, acidez, sólidos solubles e índice de madurez. La barrera que crea la cera evita la maduración por la acción de los microorganismos, la concentración de 0.04% presentó efectos significativos al mejorar la apariencia del fruto, en la interacción de los diferentes factores estudiados se encontró que la combinación de la variedad de banano Williams, cera de carnauba y concentración de 0.04% presentó las mejores características físico-químicas. Mientras en la acidez mostró diferencia significativa se puede aplicar en la variedad orito * cera carnauba * Concentración al 0.04. En cuanto a los sólidos solubles, presentó diferencia significativa por lo que se puede trabajar con la variedad banano Williams * cera carnauba * Concentración al 0.04%.

REFERENCIAS

- Alves, F., Gonc, M., Geraldo S. y Lourcen, L. 2010. El control poscosecha de la podredumbre parda y *Rhizopus* podredumbre en las ciruelas y nectarinas con cera carnauba. *Poscosecha Biología y Tecnología*. 3: 55-86
- Asgar, A., Magbool, M., Ramachandran, S. y Alderson, P. 2010. Goma arabe como recubrimiento comestible para aumentar la vida útil y mejorar la calidad poscosecha de tomate (*Solanum lycopersicum* L) de frutas. *Poscosecha biología y tecnología*. 2: 34-22
- Bailen, G. 2006. El uso del carbon activado en el interior de envases en atmosfera modificada para mantener la calidad del fruto de tomate durante el almacenamiento en frio. *Agric-food Chem*. 54.
- Barco, P., Burbano, A., Medina M., Mosquera S., y Villada, H. 2009. Efecto de recubrimiento natural y cera comercial sobre la maduración del banano. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 7(2).

- Barrera, E., Gil M., García, C., Durango D., y Gil J. 2012. Empleo de un Recubrimiento Formulado con Propóleos para el Manejo Poscosecha de Frutos de Papaya (*Carica papaya* L. cv. Hawaiana). *Revista Facultad Nacional de Agronomía – Medellín*. 65(1): 6497-6506.
- Castro, B. y Restrepo L. 2004. Efectos de tratamientos poscosecha en la actividad enzimática de la clorofila del banano bocadillo (*Musa accuminata*). *Memorias XVI*.
- Castro, M., Restrepo, L. y Narváez, C. 2005. Actividad de clorofila durante la maduración del banano bocadillo. *Actualidades Biológicas*. 27(83): 151-158.
- Figuroa, J., Salcedo, J., Aguas, R. y Narvaez, G. 2011. Recubrimientos comestibles en la conservación del mango y aguacate, y perspectiva, al uso del propóleo en su formulacion. *Revista Colombiana de Ciencia Animal*. 3: 386-400.
- García, J., Balaguera, H. y Herrera, A. 2012. Conservación del fruto de banano bocadillo (*Musa AA Simmonds*) con la aplicación de permanganato de potasio (KMnO₄). *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*. 6(2): 161-171.
- Gomez, E. 2011. Recubrimiento para frutas y hortalizas. *Tecnología poscosecha y proceso minimo*. 1-13.
- Lopez, A. 2011. Análisis Fundamentales de Alimentos. Recuperado el 11 de 07 de 2016, de <https://analisisinstrumentalmeh.files.wordpress.com/2011/.../determinacion-del-conten>.
- Márquez, L. y Pretell, C. 2013. Irradiación UV-C en frutas tropicales mínimamente procesadas. *Scientia Agropecuaria*. 4: 147-161.
- NTE INEN 2 337. 2008. Jugos, Pulpas, Concentrados, Nectares, Bedidas de Frutas y Vegetales. Quito- Ecuador. El Instituto Ecuatoriano de Normalización.
- Parra, A. C. 2013. Efecto de la aplicación de recubrimientos comestible en la calidad poscosecha de tomate de arbol (*Solanum betaceum* Cav.). Recuperado el 19 de 11 de 2014, de <http://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/6103/1/CD-4809.pdf>
- Ramirez, C., Tapia, A., y Calvo, P. 2010. Evaluación de la calidad de fruta de Banano de altura que se produce en el cantón de Turrialba, Costa Rica *Revistas de la Sede Regionales*. 11(20): 107-127.
- Ramírez, M., García, E., y Lindorf, H. 2012 Análisis de patrones morfológicos y anatómicos en la embriogénesis somática del banano Williams (AAA). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 14(1), 41-52.
- Rojas, M. 2006. Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzanas. Recuperado el 30 de 11 de 2014, de <http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8377/Trgmj1de4.pdf;jsessionid=F0BE38138DDF7B743ED06B9203B06BFF.tdx1?sequence=1>
- Salvador, A., Cuquerella, J., y Monterde, A. 2003. Efecto del quitosano aplicado como recubrimiento en mandarinas fortune. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 5(2): 122-127.
- Villamizar, F. 2008. Fisiología de maduración poscosecha de banano. *Ingeniería e Investigación*. 1-25.