

EFFECTO DE RECUBRIMIENTO NATURAL Y CERA COMERCIAL SOBRE LA MADURACIÓN DEL BANANO (*Musa sapientum*)

EFFECT OF NATURAL COATING AND COMMERCIAL WAX ON THE MATURATION OF BANANA (*Musa sapientum*)

PAOLA LYSETH BARCO¹, ANDREA CATALINA BURABANO², MAIRA MEDINA³,
SILVIO ANDRÉS MOSQUERA⁴, HÉCTOR SAMUEL VILLADA⁵

PALABRAS CLAVE:

Banano, recubrimiento, almidón hidrolizado, sólidos solubles, pH y firmeza.

KEYWORDS:

Banana, coating, hydrolyzed starch, soluble solids, pH and firmness.

RESUMEN

*Se evaluó y comparó el efecto de la cera comercial “Cerabrix de Banano” (TAO QUIMICA LTDA.), un recubrimiento natural a base de almidón de yuca hidrolizado y una muestra testigo sobre el pH, la acidez, la firmeza y sólidos solubles del banano (*Musa sapientum*) en estado de madurez organoléptica bajo condiciones ambientales. Se aplicó un diseño experimental completamente al azar con 7 repeticiones por tratamiento y los resultados fueron sometidos a un análisis de varianza, lo cual indicó que el pH y el índice de madurez no se vieron afectados por los tratamientos, considerando como causas de variación el tiempo y los tratamientos aplicados, con una probabilidad del 95%. Los valores promedio significativamente diferentes se compararon mediante la prueba de Duncan, para una probabilidad del 95%, dando como resultado que los bananos cubiertos con Cerabrix tuvieron mayor firmeza, en comparación con el recubrimiento natural.*

Recibido para evaluación: 5 de marzo 2009, Recibido para publicación: 22 de octubre 2009

1 Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. Universidad del Cauca. Popayán.

2 Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. Universidad del Cauca. Popayán.

3 Estudiante de Ingeniería Agroindustrial. Universidad del Cauca. Popayán.

4 Ingeniero Industrial de Alimentos. Especialista en Gerencia de Producción. Magíster en Ingeniería. Facultad de Ciencias Agropecuarias, Universidad del Cauca. Popayán. smosquera@unicauca.edu.co.

5 Ingeniero Agroindustrial. Magíster en docencia universitaria. Ph.D. Ingeniería. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Universidad del Cauca. Popayán.

ABSTRACT

*The effect of the commercial wax "Cerabrix of Banana" (TAO QUÍMICA LTDA), a coating based on natural hydrolyzed starch and a blank was evaluated and compared on pH, acidity, firmness and soluble solids of banana (*Musa sapientum*) in state of organoleptic maturity at ambient conditions. An experimental design totally at random with 7 repetitions by treatment was applied and the results were put under a variance analysis, which indicated that the pH and the maturity index were not affected by the treatments, considering variation causes the time and treatments applied, with a probability of 95%. The average values significantly different were compared by the Duncan test for a 95% probability, giving as a result that the bananas covered with Cerabrix had bigger firmness, in comparison with natural coating.*

INTRODUCCIÓN

El banano es un fruto que proviene de una planta herbácea de gran tamaño, provista de una raíz perenne o rizoma, a partir de la cual se perpetúa por medio de brotes. En el trópico, el tallo es anual, muere cuando madura el fruto y brota de nuevo a partir de las yemas del rizoma. Estos tallos o yemas son el medio normal de propagación y creación de nuevas plantas y su desarrollo es tan rápido que el fruto suele estar maduro diez meses después de la plantación de los brotes. [1].

Este fruto es uno de los principales cultivos amiláceos en países en vía de desarrollo, en donde se consume como alimento que proporciona energía y se usa en diversas preparaciones culinarias. Debido a que es un fruto climatérico cuya producción de etileno es alta, su proceso de maduración natural es rápido, siendo este un criterio a tener en cuenta en el momento de la selección de los bananos, dado que incide en la calidad del fruto y en las condiciones de almacenamiento durante largos períodos de tiempo, obligando a su consumo de manera rápida. En cuanto a las variables en la madurez del banano, la firmeza no cambia significativamente durante las etapas tempranas de maduración, pero al progresar el crecimiento pueden ocurrir cambios en ella así como en el pH y la acidez de la pulpa. Algunos híbridos del banano se caracterizan por una disminución del pH en la pulpa y el aumento en la acidez al avanzar el desarrollo de la fruta, mientras que en otros híbridos no existen cambios significativos [1].

Se han abordado estudios relacionados con el efecto de la aplicación de ceras y recubrimientos naturales en diferentes frutas y hortalizas, como por ejemplo en el tomate [2], donde se evaluó el efecto del almidón nativo de yuca sobre la firmeza y tasa de respiración, comparado con frutos recubiertos con cera comercial y una muestra testigo (sin cobertura) a temperatura ambiente. Los tomates cubiertos con cera comercial mostraron mayor firmeza y menor índice de respiración mientras que los frutos cubiertos con solución de almidón presentaron pérdida de la firmeza e índice de respiración menor debido a la poca sensibilidad del recubrimiento como barrera protectora.

También se han usado recubrimientos a base de polisacáridos en manzanas [3], debido a sus propiedades de barrera contra los gases y vapor de agua y su habilidad para servir como medio de transporte de agentes antioxidantes y antimicrobianos. Se encontró que las manzanas frescas cortadas se pueden conservar de forma adecuada mediante el uso combinado de sustancias de origen natural y recubrimientos comestibles de base polisacárida, los cuales permiten retrasar de manera efectiva la pérdida de calidad inducidos por las operaciones de procesado.

Se aplicaron ceras comerciales en frutos de mango de los cultivares Palmer y Keitt, *Mangifera indica* L. para prolongar su vida en almacenamiento [4]. Los frutos se sumergieron en una suspensión acuosa de Prolong al 1% y en Primafresh C a la concentración original

de 20%, luego se colocaron en envases plásticos de 20 L y se almacenaron a 15°C y humedad relativa del 85-95% para la medición del color de la cáscara y de la pulpa, pérdida de peso, sólidos solubles totales y acidez titulable. Tres frutos fueron analizados durante 18 días a intervalos de 3 días; no se observó efecto en el color de la cáscara, pero sí en la pulpa. Los sólidos solubles se incrementaron durante el periodo de almacenamiento, siendo menor en los frutos tratados que en los controles; también se encontraron diferencias en la acidez del fruto; la pérdida de peso fue menor en las cubiertas cerosas, situación que fue más marcada en los frutos tratados con Prolong.

El banano tiene gran demanda en el mercado debido a sus propiedades nutricionales pero tiene un periodo de vida útil corto [5], lo que impulsó a la utilización de los recubrimientos para analizar el efecto de su aplicación sobre la maduración (índice de madurez, pH y firmeza).

MÉTODO

Materiales

Banano: se usaron bananos (*Musa sapientum*) seleccionados y en estado de madurez organoléptica, obtenidos de un productor del Municipio de Cajibío en el Departamento del Cauca.

Cera comercial: el producto utilizado fue Cerabrix banano [6] suministrado por la empresa TAO Química de la ciudad de Medellín, Antioquia.

Recubrimiento natural: se usó almidón hidrolizado, (producto degradado, se presenta en estado de polvo granular fino) [7] de yuca extraído en la planta piloto de productos vegetales de la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad del Cauca.

Glicerol: fue suministrado por la empresa DISAN S.A, de Yumbo, Valle. Este plastificante fue de grado reactivo.

Adicionalmente, se usaron los siguientes elementos: agua destilada, ácido cítrico, ácido acético, cloruro de sodio, hipoclorito de sodio, hidróxido de sodio e indicador fenolftaleína.

Para la realización de los ensayos se usaron además de los anteriores: penetrómetro Extech modelo 475040, refractómetro Atago escala 0-32°Brix, ollas, estufa, termómetro de vidrio escala 0 a 100°C, esponjas, bandejas, Balanza de precisión, peachímetro, macerador, equipo de titulación, beakers, bureta de 50 mL.

Métodos

Preparación del recubrimiento natural: se disolvieron 20 g de almidón hidrolizado en 500 mL de agua, se homogenizó esta mezcla y se adicionaron 25 g de ácido cítrico, 10 mL de glicerina, 12,5 mL de ácido acético y 5 g de NaCl [2]. Se colocó al baño maría a una temperatura de 80 °C, durante 20 min.

Desinfección y limpieza de los bananos: los bananos se seleccionaron y se lavaron con agua fría y luego se sumergieron en una solución de hipoclorito de sodio de 5 ppm para su desinfección.

Recubrimiento de los bananos: se tomaron 15 bananos para cada tratamiento, los cuales se recubrieron con la cera comercial (T3) y la solución de almidón (T2) con la ayuda de una espuma, posteriormente se dejaron secar. Estos frutos se colocaron sobre una bandeja junto con la muestra testigo (T1) de 15 bananos para hacerles las pruebas contenidas en las metodología y realizar el seguimiento.

Medición de variables: se tomaron 3 bananos (uno por cada tratamiento) para determinar la firmeza. Luego se pelaron y maceraron, se tomó una gota de la pulpa y se colocó sobre el refractómetro para hacer la lectura de los sólidos solubles; posteriormente se tomó el pH. Luego de lo anterior, se tomaron 2 g de pulpa que se mezclaron con 20 mL de agua destilada, a los que se añadieron 3 gotas de Fenolftaleína para la titulación con NaOH 0,1 N y se determinó la acidez.

Diseño experimental

El diseño experimental que se utilizó fue completamente al azar con dos recubrimientos (comercial y natural) y una muestra testigo. Se evaluó 1 banano para cada tratamiento al cual se le midió firmeza, pH, acidez titulable y sólidos solubles. Esto se realizó durante 7 días a temperatura ambiente, para un total de 21 bananos evaluados.

Los resultados obtenidos se sometieron a un análisis de varianza, considerando como causas influyentes en la maduración natural del banano las condiciones ambientales y el tratamiento aplicado para cada una de las variables, con una probabilidad del 95% utilizando la prueba de Duncan.

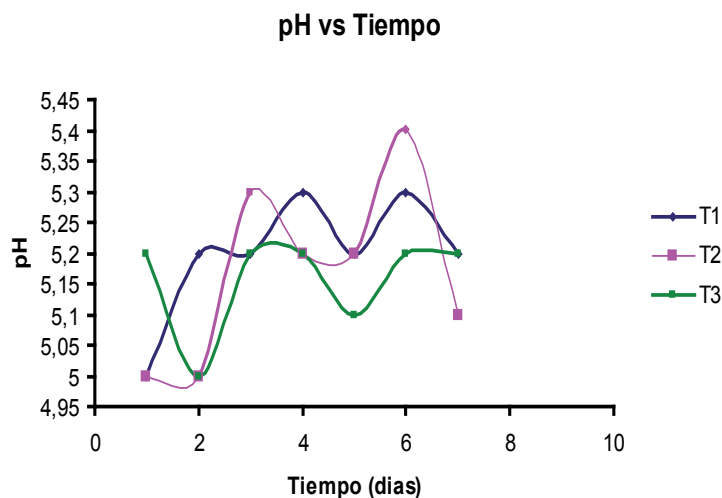
RESULTADOS

pH: se utilizaron bananos cuyo estado de madurez no permitió percibir un cambio significativo en el color de la cáscara, por lo que se puede concluir que el pH no se vio afectado significativamente por el grado de madurez, tal como se aprecia en la Tabla 1 y Figura 1.

Tabla 1. Datos de los ensayos

	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7
Acidez titulable							
T1	2,0	1,2	1,0	0,9	0,8	0,7	0,6
T2	2,7	1,2	1,2	1,0	0,8	0,7	0,7
T3	3,2	1,5	1,2	1,0	0,8	0,8	0,7
Sólidos solubles							
T1	23,0	24,5	25,3	26,0	26,5	27,0	27,0
T2	23,0	23,1	23,8	24,0	24,5	24,5	25,0
T3	22,8	23	23,2	24,0	24,0	24,0	24,0
firmeza							
T1	0,64	0,38	0,32	0,29	0,26	0,22	0,19
T2	0,86	0,38	0,38	0,32	0,26	0,26	0,22
T3	1,03	0,48	0,38	0,32	0,26	0,26	0,22
Índice de madurez							
T1	35,9	63,8	76,1	90,3	104,0	120,5	140,6
T2	26,6	60,2	62,0	75,0	95,7	95,7	111,6
T3	22,3	47,9	60,4	75,0	93	93,8	107,1
pH							
T1	5,0	5,2	5,2	5,3	5,2	5,3	5,2
T2	5,0	5,0	5,3	5,2	5,2	5,4	5,1
T3	5,2	5,0	5,2	5,2	5,1	5,2	5,2

Figura 1. Comportamiento del pH



Es muy posible que las alteraciones en el pH dependan del híbrido, razón por la cual no se presentan cambios significativos [1]. Los mismos autores indican que el valor del pH tiene cambios desde la cosecha hasta que alcanza el punto climatérico, en donde ocurre una migración de ácidos orgánicos al exterior de las vacuolas de almacenamiento en las células, cambiando el color de verde a amarillo [8].

Acidez titulable: en la Tabla 1 y Figura 2 se observa que la acidez disminuye al pasar los días, sin embargo, a partir del día cuatro, la disminución es menor y muy similar en los tres tratamientos.

En la referencia [4], el recubrimiento con las ceras artificiales afectó la acidez titulable, observándose diferencias en el contenido de acidez en los frutos tratados respecto a los controles; situación opuesta a lo encontrado en este estudio en donde no hubo diferencia significativa, observándose que la acidez disminuyó con el tiempo en los tres tratamientos, dado que durante la maduración, los ácidos orgánicos son convertidos en azúcares, por consiguiente, se espera que su contenido decline [9].

Lo contrario se reporta en [2], donde la acidez titulable se incrementó en los tomates recubiertos debido al ataque de microorganismos, lo que no ocurrió en este ensayo.

Firmeza: la firmeza puede ser definida como la fuerza requerida para deformar o penetrar un producto [3]. La

pérdida de la firmeza o ablandamiento durante la maduración ha sido asociada con tres procesos: el primero es la degradación del almidón para formar azúcar; el segundo proceso es la degradación de las paredes celulares o reducción en la cohesión de la lamella media debido a la solubilización de las sustancias pépticas; el tercero es el movimiento de agua desde la cáscara hacia la pulpa debido al proceso de ósmosis [1].

Al observar la Tabla 1 y Figura 3, la firmeza disminuyó en los tres tratamientos, pero en el tratamiento 1 la pérdida de firmeza fue más notable que en los tratamientos 2 y 3, que mostraron un comportamiento semejante al que se reporta en [2].

La cera comercial (T3) contribuyó a mantener la firmeza de los bananos, ya que actúa como barrera ante el oxígeno, retardando los procesos de respiración y disminuyendo la degradación del almidón la degradación de los carbohidratos estructurales y la pérdida de agua [3], [10]. El recubrimiento natural (T2) mostró mejor desempeño que la muestra testigo (T1), sin llegar a ser tan eficaz como el T3, esto puede darse probablemente porque la formulación no fue la adecuada, en cuanto a la concentración del glicerol que tiene influencia significativa en la deformación de las películas, ya que incrementos en su concentración favorecen un aumento del coeficiente de difusión al vapor de agua, así como de la concentración de almidón que junto con el pH son variables que influyen en la permeabilidad al dióxido de carbono [10].

Figura 2. Comportamiento de la acidez

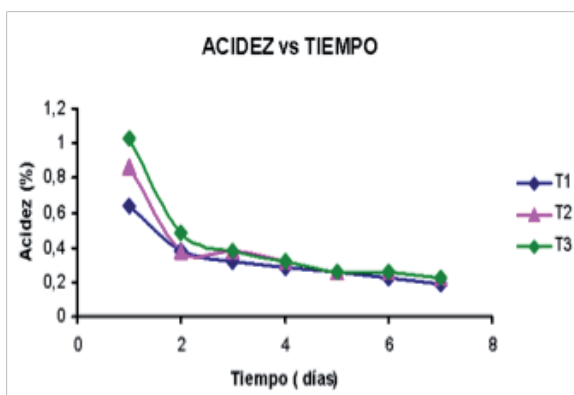
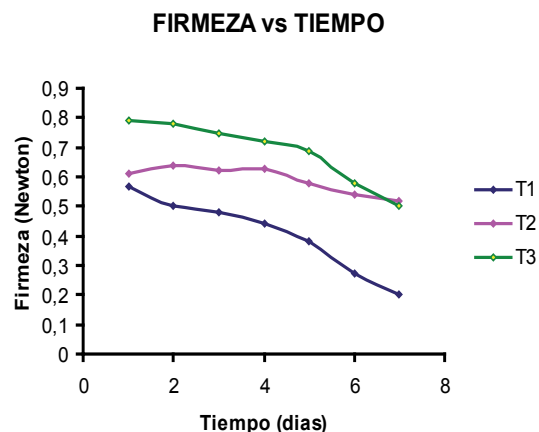


Figura 3. Comportamiento de la firmeza



La determinación de características químicas como el contenido de sólidos y ácidos, relación, contenido de almidón y azúcares al igual que el porcentaje de jugo de los productos agrícolas ayuda en la determinación del estado de maduración, sobre todo cuando el producto se destina para procesamiento industrial [9] y [11].

Sólidos solubles: los sólidos solubles deben incrementarse debido a la degradación hidrolítica de los carbohidratos de cadena larga; en donde es frecuente casi toda la conversión de almidón en azúcar, haciendo que el fruto sea más dulce [8].

En los tres tratamientos se presentó un incremento en los valores de los sólidos solubles (Tabla 1 y Figura 4), aunque en menor proporción para T2 y T3 puesto que los recubrimientos son una barrera contra el proceso de respiración y, por tanto, la degradación del almidón en azúcares es mucho más lenta, coincidiendo con lo reportado en [2] y [4].

El análisis estadístico no mostró preferencias por alguno de los tratamientos, debido a que en T1 y T2 se tuvo un comportamiento parecido en el índice de madurez a partir del día 5, pero que se presentó en menor proporción con respecto a T1, igual que en lo reportado en [4], sin embargo el recubrimiento con Cerabrix banano muestra un menor variación para esta variable, siendo el mejor tratamiento. Esto se observa en los datos de la Tabla 1 y Figura 5.

CONCLUSIONES

El pH de los bananos recubiertos no es una variable determinante para comparar el efecto de los tratamientos aplicados para retardar la madurez de los frutos cuando estos ya están en un estado de madurez avanzado.

Los recubrimientos utilizados ayudaron a mantener la firmeza de los bananos en donde la cera comercial arrojó mejores resultados.

Figura 4. Comportamiento de los sólidos solubles

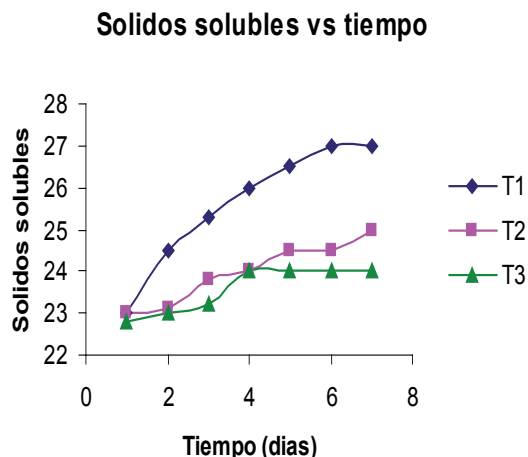
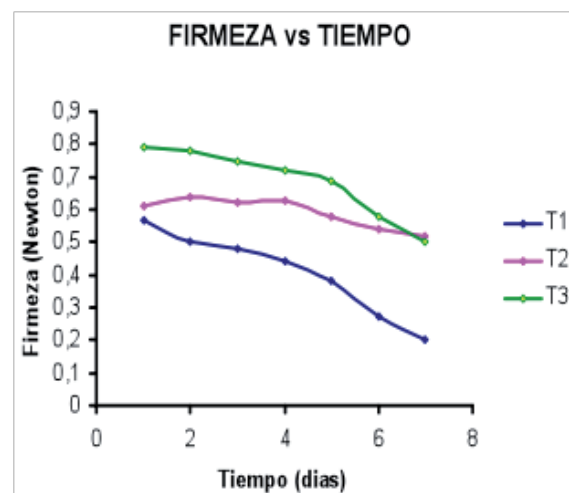


Figura 5. Comportamiento del Índice de madurez



Los sólidos totales aumentaron en los tres tratamientos, sin embargo para T2 y T3 esta variable se incremento en menor proporción que para T1.

La acidez titulable disminuyó con el tiempo, sin embargo, a partir del día cuatro, los tres tratamientos presentaron un comportamiento muy similar.

Los resultados sugieren que el uso de recubrimientos naturales y comerciales en los frutos del banano tiene poco efecto sobre el pH, sin embargo, inciden en la reducción de la intensidad de la maduración.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] DADZIE, B.K. Evaluación rutinaria poscosecha de híbridos de bananos y plátanos: criterios y métodos. Internet: (http://www.bioiversityinternational.org/fileadmin/bioiversity/publications/pdfs/235_ES).
- [2] AMAYA, Paola; PEÑA, Lorna y MOSQUERA, Andrés. Efecto de recubrimiento de almidón nativo de yuca sobre la firmeza y tasa de respiración del tomate (*Lycopersicon esculentum mill*). Trabajo de grado de Ingeniería Agroindustrial. Popayán: Universidad del Cauca. Facultad de Ciencias Agropecuarias. Departamento de Agroindustria, 2008. 115 p.
- [3] ROJAS, María. Recubrimientos comestibles y sustancias de origen natural en manzana fresca cortada: una nueva estrategia de conservación. Internet: (http://biblioteca.universia.net/html_bura/ficha/params/id/22585912.html).
- [4] ZAMBRANO, Judith y BRICEÑO Sagrario. Cambios en la maduración de frutos de mango cubiertos con ceras, durante el almacenamiento. Internet: (http://www.ceniap.gov.ve/pbd/Revistas-Cientificas/Agronomia%20Tropical/at4701/arti/zambrano_j.htm).
- [5] [En línea]. Recomendaciones para mantener la calidad poscosecha de banano. 5 Ene 2009 [Citada en 5 Feb., de 2009]. Disponible en Internet. <http://postharvest.ucdavis.edu/Produce/ProduceFacts/Espanol/Banano.html>.
- [6] TAO QUÍMICA. Ficha técnica provisional Cerabrix Banano. Internet: (<http://www.taoquimica.com/medellin/c>).
- [7] [En línea]. Almidón de maíz Modificado Hidrolizado. 23 Ene 2009. [Citada en 5 Feb. 2009]. Disponible en Internet. <http://www.ledesma.com.ar/docsazucar/h/almidones03.html>.
- [8] ALDANA, Héctor Miguel. Ingeniería y agroindustria. Bogotá: , 2001. 147-153 p.
- [9] ANGÓN, Pedro. Índices para la determinación de las condiciones óptimas de maduración de un fruto. Internet: (<http://www.utm.mx/~temas/temas-docs/ensayo1t30.pdf>).
- [10] AGUILAR, Miguel. Propiedades de barrera y mecánicas de películas biodegradables y su empleo en el recubrimiento de frutos de aguacate Internet: (http://www.pncta.com.mx/pages/pncta_investigaciones_05j.asp?page=05e2).
- [11] PÉREZ, M. Recubrimientos comestibles en frutas y hortalizas. Internet: (<http://www.horticom.com/poscosecha/article.php?sid=69985>).