

Recubrimientos con cera de abeja, extractos de ajo y sauce para aumentar la vida postcosecha del banano Gran Enano

Beeswax coating, garlic, and willow extracts as preservatives for banana Grand Naine

Luis Cruz-Ortiz¹
Kimberly Escobar-Ventura²
Mariana Flores-Méndez³
Marcos Urbina-Reyes⁴
Alfredo Vázquez-Ovando⁵

¹Universidad Autónoma de Chiapas (México). Correo electrónico: cruzortizluisangel@gmail.com
orcid: <https://orcid.org/0000-0001-5013-3985>

²Universidad Autónoma de Chiapas (México). Correo electrónico: rositha07_jah@outlook.com

³Universidad Autónoma de Chiapas (México). Correo electrónico: marianafm44@gmail.com

⁴Universidad Autónoma de Chiapas (México). Correo electrónico: murbinar@unach.mx

⁵Universidad Autónoma de Chiapas (México). Correo electrónico: jose.vazquez@unach.mx
orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1397-3349>

Recibido: 22/04/2021 Aceptado: 30/08/2021

Cómo citar: Cruz-Ortiz, Luis; Escobar-Ventura, Kimberly; Flores-Méndez, Mariana; Urbina-Reyes, Marcos; Vázquez-Ovando, Alfredo (2021). Recubrimientos con cera de abeja, extractos de ajo y sauce para aumentar la vida postcosecha del banano Gran Enano. *Informador Técnico*, 85(2), 172 - 183.
<https://doi.org/10.23850/22565035.3685>

Resumen

El objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la cera de abeja como recubrimiento, y la aplicación de extractos de ajo y sauce en la conservación de banano Cavendish clon Gran Enano. Se emplearon 200 frutos sanos y en madurez fisiológica (40 por tratamiento) para ser sometidos a 5 tratamientos: T1 = testigo, T2 = cera de abeja, T3 = extracto de sauce 1:10 p/v, T4 = extracto de ajo 1:10 p/v, T5 = extracto de ajo combinado con cera de abeja. Los frutos tratados se almacenaron a temperatura ambiente. Cada 48 h se registró pérdida de peso (%), fructosa (°Brix), sólidos solubles totales (SST, °Brix), sacarosa (°Brix), color de la cáscara (G), firmeza (N), pH y acidez titulable (AT, %). Además, se realizó evaluación sensorial cuando los frutos alcanzaron la madurez de consumo. Todos los frutos tratados (T2-T5) mantuvieron el color verde durante el período de estudio. El uso de extracto de ajo y cera de abeja de manera individual y combinada ayudó a mantener por más tiempo la vida de anaquel de los frutos. El uso de extractos de sauce y de ajo dio como resultado frutos más dulces, con mayor olor a banano y miel, y con mayor masticabilidad. El uso de cera de abeja para recubrir frutos, así como de extractos de ajo y sauce, de manera individual y combinada, permite mantener por más tiempo las características físicas químicas y sensoriales de banano clon Gran Enano.

Palabras clave: firmeza; maduración; masticabilidad; pérdida de peso; postcosecha.

Abstract

The main objective was to evaluate the effect of beeswax as a coating, and the application of garlic and willow extracts in the conservation of the Cavendish banana clone Grand Naine. Two hundred healthy and mature green

fruits (40 per treatment) were used to undergo 5 treatments: T1 = control, T2 = beeswax, T3 = aqueous extract of willow 1:10 w/v, T4 = aqueous extract of garlic 1:10 w/v, T5 = aqueous extract of garlic combined with beeswax. The fruits were stored at room temperature. Weight loss (%), fructose (°Brix), total soluble solids (SST, °Brix), sucrose (°Brix), peel color (G), firmness (N), pH and titratable acidity (TA, %) were measured every 48 h. In addition, a sensory evaluation was performed when the fruits reached full maturity. All the treated fruits (T2-T5) maintained the green color during the study period. The use of garlic extracts (T3) and beeswax (T2) alone and in combination (T5) helped to maintain the shelf life of the fruits for longer. The use of aqueous extracts of willow and garlic resulted in sweeter fruits, with a greater smell of banana and honey, and with greater chewiness. The use of beeswax to coat fruits, as well as aqueous extracts of garlic and willow, individually and in combination, allows the physical, chemical, and sensory characteristics of the banana Gran Naine to be maintained for a longer time.

Keywords: firmness; maturation; chewiness; weight loss; postharvest.

1. Introducción

Las frutas climatéricas después de ser cosechadas continúan llevando a cabo sus procesos fisiológicos hacia la madurez comercial y también se encuentran expuestas a cambios o alteraciones provocadas por la actividad metabólica de diversos microorganismos (Martínez-González *et al.*, 2017). El banano (*Musa* sp.) es la fruta más consumida en el mundo, tiene gran demanda en el mercado por sus propiedades nutricionales y por sus características sensoriales, que resultan atractivas para los consumidores (Ramírez; García; Lindorf, 2012). Sin embargo, existen factores que aceleran la maduración poscosecha, entre ellos se encuentran la transpiración, respiración, daños físicos y enfermedades. Por lo tanto, se necesita manejo poscosecha para aumentar su vida después de ser cortada de la planta. La técnica más usada de conservación es la aplicación de refrigeración por encima de 12 °C, temperatura por debajo de esta, ocasionan daño a las frutas por frío (Villarroel *et al.*, 2016). Otras estrategias que se emplean para este propósito son el uso de inhibidores del etileno o plaguicidas sintéticos; sin embargo, existe una tendencia actual de uso de productos más naturales, debido a que la refrigeración supone un costo de inversión que muchas veces no puede ser asumido por pequeños productores (Zambrano *et al.*, 2017).

Entre las estrategias de menor costo y mayor sostenibilidad ambiental, el uso de recubrimientos comestibles representa una opción que ha mostrado incrementar la vida poscosecha de los frutos, conservando sus características sensoriales y minimizando el deterioro (Sapper; Chiralt, 2018). Los recubrimientos reducen la tasa respiratoria, la pérdida de peso y la degradación del color de los frutos, también mantienen la firmeza y, en algunos casos mejoran el sabor de los frutos. Dentro de los materiales usados para elaborar recubrimientos están las ceras de abeja, las cuales se ha reportado que mejoran los atributos en las frutas, controlan el desarrollo de los microorganismos causantes del deterioro, mejoran el brillo, disminuyen la pérdida de peso y mantienen la firmeza de la pulpa por un tiempo más largo (Eshetu; Ibrahim; Forsido; Kuyu, 2019). Se han empleado en naranja dulce (Shahid; Abbasi, 2011), guayaba (Ishak *et al.*, 2013), mango (Eshetu *et al.*, 2019), banano (Villarroel *et al.*, 2016), y chontaduro (*Bactris gasipaes*) (Tosne; Mosquera; Villada, 2014), mostrando en todos los casos, resultados positivos en las características de calidad de los frutos.

En la literatura también existe información sobre el uso de extractos vegetales para este propósito. El extracto de ajo (*Allium sativum*) se ha reportado como conservador natural, el cual cuenta con la capacidad de controlar el desarrollo de microorganismos que deterioran los alimentos (Juárez-Segovia *et al.*, 2019; Vwioko; Osemwegie; Akawe, 2020), adicionalmente, se ha demostrado que tiene capacidad antioxidante por el contenido de azufre orgánico (alil-cisteína, aliína, disulfuro de dialilo, trisulfuro de dialilo, ajoeno y alicina) (Suárez; Castro; Borja, 2014; Mahmoud; Ahmed; Abbas; Soliman, 2018). Existen reportes de que los compuestos antioxidantes resultan útiles para la conservación (Ulloa, Aguilar-Pusian; Rosas-Ulloa; Galvís-Ortiz; Ulloa-Rangel, 2009), los que permiten aumentar considerablemente la vida útil de los frutos (Ashwini; Nikhita, 2016, 2018). Mahmoud

et al. (2018) reportaron que el uso de extracto hexánico de ajo aplicado en peras reduce la pérdida de peso, así como la pudrición, los contenidos de pectina soluble total y la actividad de pectinasas, peroxidasas y polifenol oxidasas, además aporta mayores valores de firmeza de la fruta. Por otro lado, se ha reportado que el extracto de sauce (*Salix babylonica*) tiene alto contenido de ácido salicílico (Cuéllar; Sehtman; Donatti; Allevato, 2008), cuyo uso puede disminuir la pérdida de peso, mantener la firmeza de la pulpa y disminuir la respiración de frutos en la poscosecha (Báez-Sañudo *et al.*, 2018). Hasta donde tenemos conocimiento, no existen reportes de la aplicación de extractos de sauce en frutos para conservar la vida poscosecha. Por lo antes mencionado, el objetivo de este trabajo fue evaluar el efecto de la cera de abeja los extractos acuosos de ajo y sauce en la vida poscosecha de frutos de banano Cavendish clon Gran Enano almacenados a temperatura ambiente.

2. Materiales y métodos

2.1. Material biológico y tratamientos

Se utilizaron hojas de sauce (*Salix babylonica*) maduras, obtenidas de árboles plantados en el municipio de Villa Comaltitlán, México. Se adquirieron comercialmente bulbos sanos y libres de impurezas de ajo (*Allium sativum* L.), ecotipo Blanco Criollo en el mercado local, y la cera de abeja fue obtenida de apiarios del ejido Rio Florido, Tapachula, México. Las frutas de banano (*Musa* sp.) en madurez fisiológica se obtuvieron de la finca “La Esperanza”, ubicada en Ciudad Hidalgo, Chiapas, México. Se seleccionaron 200 frutos provenientes del mismo lote de corte, de tamaño homogéneo, sanos (40 por tratamiento) y libres de defectos, para ser sometidos a 5 tratamientos: T1 = testigo (sin tratamiento), T2 = recubrimiento con cera de abeja, T3 = aplicación de extracto de sauce (1:10 p/v), T4 = aplicación de extracto de ajo (1:10 p/v), T5 = aplicación de extracto de ajo + recubrimiento con cera de abeja.

2.2. Preparación de extracto de sauce

Se tomaron 100 g de hojas de sauce recién colectadas y se lavaron con agua potable. Posteriormente, en un vaso de precipitados se pusieron 800 mL de agua destilada y se calentaron a 100 °C. Cuando se alcanzó la ebullición, se pusieron las hojas y se mantuvieron por 5 min, después se filtraron con gasas para separar los sólidos, esto posteriormente se aforó a 1000 mL con agua destilada. La infusión se almacenó en congelación a -8 °C hasta la aplicación (menos de 12 h).

2.3. Preparación de extracto de ajo

Se pesaron 10 g de ajo sin cubierta y se mezclaron con 100 mL de agua destilada, se dejaron reposar 12 h, posteriormente la mezcla se molió usando licuadora a baja velocidad durante 1 min. Se filtró la solución con gasas estériles para separar los residuos de los bulbos de ajo. El extracto se almacenó en congelación a -8 °C hasta la aplicación (menos de 12 h).

2.4. Preparación de la emulsión de cera de abeja

Se calentó agua destilada hasta una temperatura de 65 °C en un vaso de precipitados de 1000 mL, luego se agregaron trozos de cera, con un agitador de cristal se mezcló hasta fundirla en su totalidad, se filtró con gasas estériles para separar los sólidos contaminantes. Se dejó solidificar a temperatura ambiente. Posteriormente, se pesaron 11,5 g de cera, que se fundieron a 90 °C en un vaso de precipitados de 500 mL, se agregaron 25 g de ácido esteárico y 7,5 g de trietanolamina para garantizar la formación de la emulsión. Se agitó la mezcla a 150 rpm durante 30 min y finalmente, se agregaron 450 mL de agua destilada tibia. La emulsión fue preparada en el momento de su uso y se aplicó antes de la solidificación de la cera.

2.5. Aplicación de extractos y recubrimientos en frutos

Los frutos de banano fueron lavados con agua destilada, luego sumergidos en una solución de cloro al 0,3 % v/v por 1 min. Posteriormente fueron separados del racimo de manera individual con una hoja de bisturí estéril y aleatoriamente asignados a cada uno de los 5 tratamientos. Con ayuda de una gasa estéril, se aplicaron la infusión de sauge (T3) y el extracto de ajo (T4 y T5) sobre la piel de las frutas hasta humedecerlas completamente. Se dejaron secar a temperatura ambiente (28-30 °C) durante 60 min y finalmente, se aplicó la emulsión de cera de abeja (T2 y T5) usando el mismo procedimiento con ayuda de gasa estéril. Los frutos recubiertos se almacenaron en estantes en un cuarto con temperatura ambiente (promedio de 30 °C) y HR de 85 %.

2.6. Evaluaciones fisicoquímicas de los frutos tratados

Durante diez días se evaluó cada 48 horas, la pérdida de peso (%) tomando como base el peso inicial menos los pesos en las diferentes fechas de muestreo del almacenamiento, usando balanza digital Adventurer, modelo AV264C (NJ, EUA) (Pérez; Aristizábal; Restrepo, 2016). Se determinaron los contenidos de los sólidos solubles totales (SST °Brix) usando el refractómetro Pal-1 Atago 3810 (Japón); fructosa (°Brix) y sacarosa (°Brix), usando refractómetros de la marca Hanna, modelos HI 96802 y HI96801 (Italia), respectivamente; previo a la determinación, los refractómetros se calibraron con agua destilada, posteriormente se preparó una suspensión de pulpa en agua (10 g de pulpa en 100 mL de agua destilada), a la cual se midieron los °Brix. El color de la cáscara se midió usando la aplicación Colormeter (Vistech.projects, GA, EUA) del sistema operativo Android, colocando los frutos en un recipiente totalmente cerrado de 45 x 15 x 10 cm, iluminado de manera continua con una lámpara de 7 W, donde se registraron los valores de cromaticidad G (verde a amarillo). Como referencia, los valores de G alcanzan un máximo de 255 (verde) y tienden a disminuir con la pérdida del tono. La firmeza se midió con un penetrómetro de mano (Try, Italia), que se tomó de forma vertical haciendo presión sobre la fruta hasta penetrar la cáscara con pulpa, lo que arrojó resultados en Newtons. Para el pH, se pesaron 10 g de la fruta macerada por unidad experimental, se mezclaron con 100 mL de agua destilada; se realizó la lectura directa de la solución con un potenciómetro Hanna Hi98130 (Italia). Para la acidez titulable (AT, %), se pesaron 5 g de pulpa, se diluyeron en 100 mL de agua destilada y se tituló el sobrenadante con NaOH 0,1 N, usando fenolftaleína como indicador; donde los resultados se expresaron como porcentaje de ácido málico. Los parámetros de pérdida de peso y color se midieron a todos los frutos que conformaban cada tratamiento, mientras que para los demás parámetros se emplearon tres frutos por cada muestreo y tres mediciones por cada fruto (9 mediciones por muestreo).

2.7. Evaluación sensorial

Cuando los frutos de banano alcanzaron la madurez de consumo (en días distintos, según el tratamiento), se realizó la evaluación sensorial con ayuda de 25 panelistas no entrenados (consumidores). Los panelistas fueron 12 mujeres y 13 hombres, estudiantes universitarios de entre 18 y 24 años. A cada panelista se le presentaron muestras de aproximadamente 5 g de pulpa de banano en vasos de plástico de 29,5 mL tapados herméticamente. Se les pidió que destaparon los recipientes y evaluaran cada uno de los siguientes atributos de sabor (dulce, acidez y afrutado), olor (fermentado, ácido, banano y miel) y textura (dureza, masticabilidad y cremosidad). Se entregó a cada panelista una hoja por cada tratamiento, en donde se pidió que calificaran en una escala de 1 (menor) a 7 (máximo) el nivel de intensidad percibido para cada descriptor.

2.8. Análisis de datos

Los datos obtenidos de las variables fisicoquímicas evaluadas se sometieron a análisis de varianza y posterior comparación de medias por la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$), usando el programa InfoStat v. 2016 (Di Rienzo *et al.*, 2011). Con los datos sensoriales, primeramente, se verificó la ausencia de efecto del tiempo de evaluación (distinto para cada tratamiento), considerando cada tiempo como bloque, mediante la prueba de Friedman.

Teniendo en cuenta que los bloques no influyen en el juicio de los panelistas, los datos fueron analizados mediante una prueba no paramétrica de Kruskal Wallis y, cuando fue requerido, se realizó comparación *post hoc* por la prueba de Tukey ($\alpha = 0,05$).

3. Resultados y discusión

Los frutos de todos los tratamientos perdieron peso a medida que avanzó el tiempo de almacenamiento; los tratamientos de cera de abeja (T2), extracto de sauce (T3), extracto de ajo (T4) y extracto de ajo combinado con cera de abeja (T5) mostraron resultados significativos con menos pérdida entre el 8-10 %, mientras el testigo tuvo 13,5 % a los 10 días de almacenamiento (Figura 1). La pérdida de peso es principalmente, consecuencia de la transpiración (migración de agua desde los espacios intercelulares hasta la cutícula), la disolución y difusión de las moléculas de agua a través de la membrana cuticular y la desorción en la superficie exterior (Suseno; Savitri; Sapei; Padmawijaya, 2014; Tosne *et al.*, 2014). Kader (2002) menciona que la pérdida de peso del 10 % es un valor aceptable para frutos de banano.

Los frutos tratados con extracto de ajo (T4) mostraron mayor firmeza a los 10 días de almacenamiento con 40 N, en comparación con los frutos del testigo (18 N, Figura 1). Todos los frutos tratados (T2-T5) mostraron mayor firmeza con relación a los no tratados (testigo) para todos los días de almacenamiento, lo cual da cuenta de la efectividad de la cera y los extractos usados para retrasar la actividad de enzimas implicadas en la pérdida de firmeza, a saber, hidrolasas como poligalacturonasa (PG), pectinmetilesterasa (PME), pectato liasa (PL) y celulasas en la pulpa del fruto (Cano *et al.*, 1997; Imsabai; Ketsa; Van Doorn, 2006). Los valores de color de los frutos tratados se mantuvieron en un índice de cromaticidad G de 179-220, mientras que los del tratamiento testigo (T1) llegaron a valores bajos de 120, donde los valores menores fueron indicativos de mayor tono amarillo. El cambio de color que ocurre en la corteza de las frutas de banano durante la maduración se debe a la degradación de clorofila y desenmascaramiento de carotenoides en los plástidos (Clendennen; May, 1997; Yang; Song; Fillmore; Pang; Zhang, 2011). La acción de enzimas clorofilasas conlleva al desarrollo de coloración amarilla en la corteza, debido al desenmascaramiento y síntesis de *novoo* de carotenoides (Castro; Jerz; Winterhalter; Restrepo, 2007).

Así mismo, los frutos tratados con cera de abeja (T2) y extracto de ajo combinado con cera de abeja (T5) mostraron menores contenidos de fructosa y SST, mientras que los frutos tratados con extracto de ajo (T4), cera de abeja (T2), o extracto de ajo combinado con cera de abeja (T5) obtuvieron los menores contenidos de sacarosa (Figura 2). El contenido de SST aumentó a partir del día 4 en los frutos no tratados (testigo), y después del día 8 en los frutos tratados (T2-T5). Este comportamiento se debe a la hidrólisis del almidón a azúcares a través del metabolismo primario para entregar sustrato respiratorio para las actividades biológicas de la fruta con el consiguiente aumento de dulzor (Passos, Mendes; Cunha; Pigozzi; Carvalho, 2016).

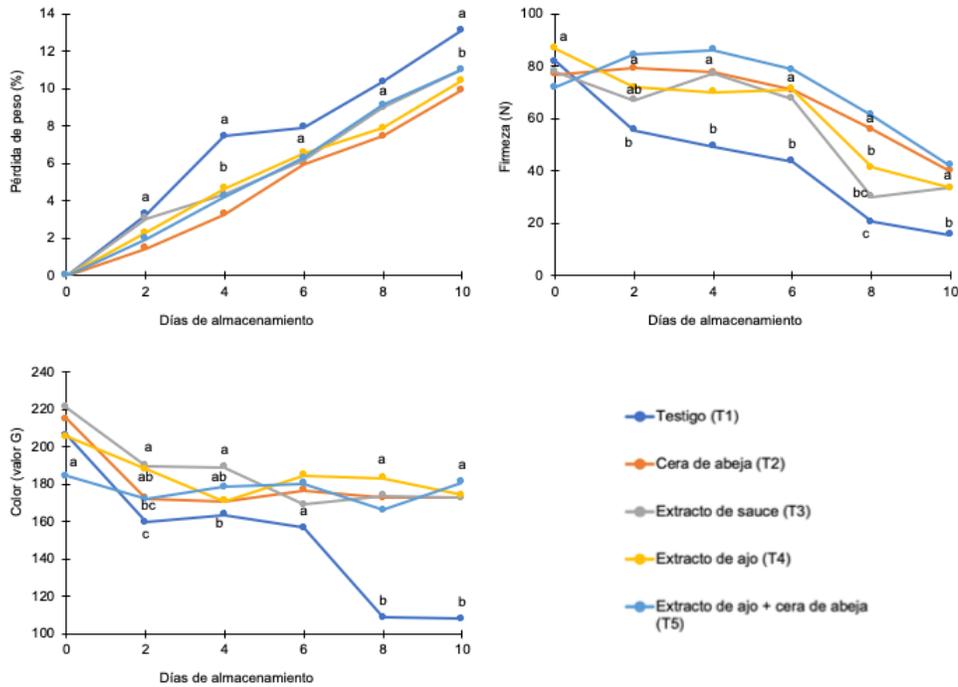


Figura 1. Comportamiento de la pérdida de peso, color de la cáscara (G), y firmeza (N) de los frutos de banano clon Gran Enano almacenados durante 10 días a temperatura ambiente. Fuente: elaboración propia.

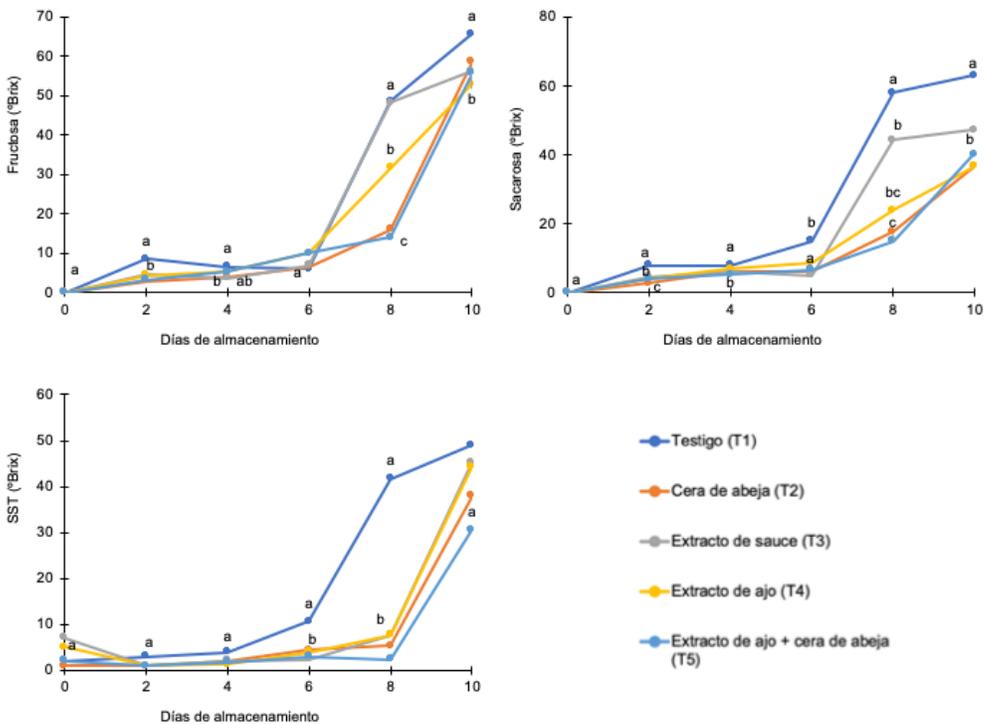


Figura 2. Dinámica de fructosa, sacarosa y sólidos solubles (°Brix) la pulpa de banano clon Gran Enano almacenados durante 10 días a temperatura ambiente. Fuente: elaboración propia.

Los frutos recubiertos con cera de abeja (T2) y los tratados con extracto de ajo y cera de abeja (T5) presentaron valores bajos de AT a los 8 días de almacenamiento (Tabla 1), comparados con los reportados por García, Balaguera-López y Herrera (2012) en banano Bocadillo, cuyo valor fue de 0,32 %. Los valores de pH más altos se encontraron en los frutos tratados con extracto de ajo combinado con cera de abeja (T5) a los 8 días de almacenamiento, en un rango de 6,5 y 7 (Tabla 2). Estos datos son muy diferentes a los reportados en bananos Williams y Orito con pH de 5,22 y 4,93, respectivamente (Villarroel *et al.*, 2016). Botrel, Freire, Vasconcelos y Barbosa (2002), así como Silva *et al.* (2006) mencionan que los valores oscilaron entre 4,7 y 4,82 y entre 4,2 y 5,3, respectivamente. Lo anterior denota que el pH de la pulpa de los bananos de la variedad Gran Enano no sufre grandes variaciones durante la maduración comercial, y que los valores son más básicos en comparación con otras variedades.

Tabla 1. Contenido de ácido málico (%) medido como acidez titulable de la pulpa de banano clon Gran Enano tratado con diferentes estrategias de conservación poscosecha.

Días	Ácido málico (%)				
	Testigo (T1)	Cera de abeja (T2)	Extracto de sauce (T3)	Extracto de ajo (T4)	Extracto de ajo y cera de abeja (T5)
0	0,04±0,04 a	0,05±0,05 a	0,04±0,04 a	0,06±0,05 a	0,02±0,02 a
2	0,17±0,01 a	0,15±0,02 a	0,13±0,03 a	0,16±0,01 a	0,13±0,02 a
4	0,10±0,01 b	0,06±0,01 a	0,08±0,00 ab	0,10±0,01ab	0,08±0,02 ab
6	0,10±0,03 a	0,07±0,02 a	0,08±0,01 a	0,08±0,00 a	0,05±0,00 a
8	0,30±0,02 c	0,15±0,02 a	0,28±0,01 c	0,21±0,01 b	0,13±0,03 a
10	0,32±0,02 a	0,29±0,01 a	0,29±0,07 a	0,25±0,02 a	0,29±0,02 a

^{a-b} Valores seguidos con letras diferentes denotan diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tratamientos de acuerdo con un diseño completamente al azar.

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Evolución del pH de la pulpa de banano clon Gran Enano tratado con distintas estrategias y conservado en condiciones ambientales.

Días	pH				
	Testigo (T1)	Cera de abeja (T2)	Extracto de sauce (T3)	Extracto de ajo (T4)	Extracto de ajo y cera de abeja (T5)
0	6,45±0,17 a	6,32±0,05 a	6,915±0,14 a	7,01±0,14 a	6,29±0,00 a
2	5,94±0,03 a	6,31±0,03 d	6,08±0,03 ab	6,27±0,03 cd	6,15±0,03 bc
4	6,36±0,22 b	6,01±0,09 a	5,89±0,05 a	5,80±0,07 a	5,94±0,07 a
6	5,73±0,32 a	6,05±0,07 a	5,98±0,07 a	5,73±0,32 a	6,21±0,12 a
8	6,24±0,06 a	6,77±0,16 b	6,4±0,13 ab	6,75±0,24 b	7,20±0,09 c
10	6,75±0,15 a	6,48±0,03 a	6,65±0,30 a	6,51±0,05 a	6,47±0,18 a

^{a-c} Valores seguidos con letras diferentes denotan diferencia significativa ($p < 0,05$) entre tratamientos de acuerdo con un diseño completamente al azar.

Fuente: elaboración propia.

Aunque a partir del día 6 se mostraron cambios en el color de los frutos (Figura 1), la maduración completa se alcanzó hasta los 12 días para el tratamiento testigo (T1), cera de abeja (T2) al día 17, extracto de sauce (T3) al día 14, extracto de ajo (T4) al día 16, y extracto de ajo y cera de abeja (T5) hasta el día 18 de almacenamiento a temperatura ambiente (datos no mostrados). El aspecto visual de los frutos a los 14 días de almacenamiento se muestra en la Figura 3. Sanwal y Payasi (2007) usaron extracto de ajo combinado con metabisulfito de sodio para alargar la vida útil del banano 14 días en comparación con el testigo, que maduró a los 7 días. Así, también Banjoko, Olatidoye, Oyelola, Ajibosin y Adebayo (2019) demostraron que, usando jengibre combinado con extracto de ajo, se alarga la vida útil de banano hasta los 16 días en comparación con el testigo que maduró a los 6 días.



Figura 3. Frutos de banano clon Gran Enano tratados con distintas estrategias después de 14 días de almacenamiento a condiciones ambientales.
Fuente: elaboración propia.

Los frutos tratados con extracto de sauce (T3) y extracto de ajo (T4) obtuvieron el sabor más dulce, y mayor olor a banano y miel (Figura 4). Para los sabores afrutado y fermentado, no se encontró diferencia significativa ($p > 0,05$) entre tratamientos, así también para dureza, masticabilidad y cremosidad. Los frutos recubiertos con extracto de ajo combinados con cera de abeja (T5) tuvieron valores altos en sabor y olor para el atributo ácido, lo cual, sin embargo, no correlaciona del todo con los valores encontrados para la AT (Tabla 1). Tres de los cuatro tratamientos aplicados a los frutos no mostraron efecto negativo sobre la mayoría de los descriptores evaluados a los frutos de banano Gran Enano, a excepción de los tratados con cera de abeja (T2), los cuales resultaron un poco menos dulces, con menor olor a banano y ligeramente más ácidos, lo cual puede deberse a que el proceso normal de la maduración se vio alterado por interrupción en la transferencia de gases (Passos *et al.*, 2016). Al observar los resultados sensoriales desde la perspectiva global, los tratamientos con extractos de ajo (T3) y extracto de sauce (T4) tienden a tener mejor aceptabilidad, lo que se refleja en mejores evaluaciones; lo anterior coincide con los reportado por Banjoko *et al.* (2019), quienes obtuvieron mayor aceptabilidad usando extracto de jengibre en banano.

Se presume que los extractos de ajo y sauce tienen capacidad antioxidante, por eso se deduce que al usarlo como recubrimiento mejora la apariencia de los frutos (Suárez *et al.*, 2014). Hay muchos antioxidantes que alargan la vida útil de los frutos, como el ácido salicílico, ácido cítrico, ácido láctico, fenoles y flavonoides (Báez-Sañudo *et al.*, 2018). Además, se ha usado extracto de ajo para controlar microorganismos que dañan a los alimentos y alarga su vida útil de los mismos (Bender-Bojalil; Bárcenas-Pozos, 2013). Los recubrimientos con cera de abeja hacen una barrera en los frutos y disminuyen el intercambio de gases, manteniendo las frutas hidratadas, y disminuyendo la pérdida de peso por más tiempo, además la cera se ha reportado como agente antiséptico (García *et al.*, 2012).

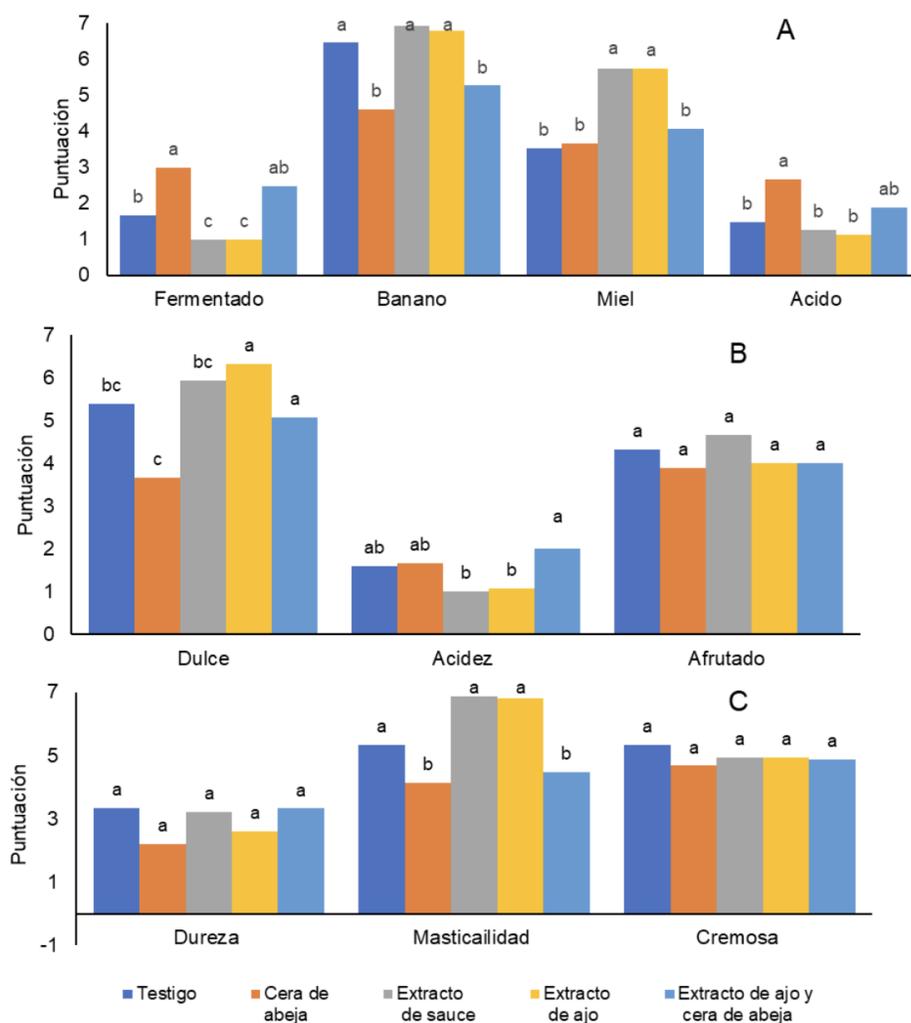


Figura 4. Evaluación sensorial de los atributos de olor (A), sabor (B) y textura (C) en pulpa de banano Gran Enano almacenados durante 10 días a temperatura ambiente.

Nota: Letras desiguales demuestran diferencias significativas entre tratamientos (prueba de Tukey, $p > 0,05$)

Fuente: elaboración propia.

4. Conclusiones

Los cuatro tratamientos evaluados lograron aumentar la vida útil de banano clon Gran Enano en comparación con el testigo, en distinto grado. La combinación de extracto de ajo y recubrimiento con cera de abeja permite mantener por más tiempo la vida de anaquel de los frutos. Los extractos de sauce y de ajo usados de manera individual permiten tener frutos con mejores características sensoriales. El uso de extractos de ajo y sauce y el recubrimiento con cera de abejas se pueden posicionar como alternativas de conservación de frutos frescos.

5. Referencias

- Ashwini, M.; Nikhita, Desai (2018). Biopreservative effect of plant extracts on the shelf life of mango cv Raspuri. *Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry*, 7(6), 2245-2248.
- Ashwini, M.; Nikhita, Desai (2016). Biopreservation of guava by plant extracts. *Journal of Pure and Applied Microbiology*, 10(4), 2975-2980.
<http://doi.org/10.22207/JPAM.10.4.66>
- Báez-Sañudo, Reginaldo; Mercado-Ruiz, Jorge; García-Robles, Jesús; Valle-Sotelo, Edith; Falcón-Verdugo, Luis; Martínez-Gárate, Alonso; Herrera-Cebreros, Jesús; Anaya-Dyck, José (2018). Ácido acetilsalicílico y cubiertas comestibles para la conservación de frutos: Tomate como modelo. *Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha*, 19(1), 74-87.
- Banjoko, I. O.; Olatidoye, Olawale; Oyelola, A. O.; Ajibosin, O. A.; Adebayo, Sijuwade (2019). Influence of aqueous extract of ginger and garlic on shelf life studies of plantain fingers (*Musa paradisiacal*) at ambient and refrigerated conditions. *EC Nutrition*, 14(3), 301-308.
- Bender-Bojalil, Denise; Bárcenas-Pozos, María (2013). El ajo y sus aplicaciones de alimentos. *Temas Selectos de Ingeniería de Alimentos*, 7(1), 25-36.
- Botrel, Neide; Freire, Murilo; Vasconcelos, Rafaela; Barbosa, Henriqueta (2002). Inibição do amadurecimento da banana-‘prata-anã’ com a aplicação do 1-metilciclopropeno. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24(1), 53-56.
<https://doi.org/10.1590/S0100-29452002000100012>
- Cano, Pilar; Ancos, Begoña; Matallana, María; Cámara, Montaña; Reglero, Guillermo; Tabera Javier (1997). Differences among Spanish and Latin-American banana cultivars: morphological, chemical and sensory characteristics. *Food Chemistry*, 59(3), 411-419.
[https://doi.org/10.1016/S0308-8146\(96\)00285-3](https://doi.org/10.1016/S0308-8146(96)00285-3)
- Castro, B.; Jerz, G.; Winterhalter, P.; Restrepo, R. (2007). Degradación de la clorofila en la corteza del baby banano (*Musa acuminata*) durante diferentes estados de maduración. En *Memorias VIII Congreso Nacional del Color* (pp. 19-21). Cartagena: Red Alfa Agrotech.
- Clendennen, Stephanie; May, Cregory (1997). Differential gene expression in ripening banana fruit. *Plant Physiology*, 115(2), 463-469.
<https://doi.org/10.1104/pp.115.2.463>
- Cuéllar, Liliana; Sehtman, Ariel; Donatti, Lucila.; Allevato, Miguel (2008). Ácido salicílico. *Acta Terapéutica Dermatológica*, 31, 108-112.
- Di Rienzo, J. A.; Casanoves, F.; Balzarini, M. G.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. W. (2011). *Infostat versión 2016*. Grupo InfoStat, FCA. Córdoba: Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Eshetu, Abonesh; Ibrahim, Ali; Forsido, Sirawdink; Kuyu, Chala (2019). Effect of beeswax and chitosan treatments on quality and shelf life of selected mango (*Mangifera indica* L.) cultivars. *Heliyon*, 5(1), e01116.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2018.e01116>
- García, Juan; Balaguera-López, Helber; Herrera, Aníbal (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.
<https://doi.org/10.17584/rcch.2012v6i2.1974>

- Ishak, Ruzaina; Norizzah, A.; Halimahton, M.; Cheow, C.; Sikin, Adi; Noorakmar, A.; Mohd, Adi (2013). Utilisation of palm-based and beeswax coating on the postharvest-life of guava (*Psidium guajava* L.) during ambient and chilled storage. *International Food Research Journal*, 20(1), 265-274.
- ImSabai, Wachiraya; Ketsa, Saichol; Van Doorn, Wouter (2006). Physiological and biochemical changes during banana ripening and finger drop. *Postharvest Biology and Technology*, 39(2), 211-216.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2005.10.001>
- Juárez-Segovia, K.; Díaz-Darcía, E.; Méndez-López, M.; Pina-Canseco, M.; Pérez-Santiago, A.; Sánchez-Medina, M. (2019). Efecto de extractos crudos de ajo (*Allium sativum*) sobre el desarrollo *in vitro* de *Aspergillus parasiticus* y *Aspergillus niger*. *Polibotánica*, 47(8), 99-111.
<https://doi.org/10.18387/POLIBOTANICA.47.8>
- Kader, Adel (2002). *Postharvest technology of horticultural crops* (3ra ed.). Berkeley: Universidad de California.
- Mahmoud, Gehan; Ahmed, Samar; Abbas, Mohamed; Soliman, Amira (2018). Effect of garlic and onion extracts as a preharvest applications on the post-harvest quality and oxidative enzyme activity of pearfruit during cold storage. *Journal of Biological Chemistry & Environmental Science*, 13(4), 329-356.
- Martínez-González, Mónica; Balois-Morales, Rosendo; Alia-Tejacal, Irán; Cortes-Cruz, Moises; Palomino-Hermosillo, Yolotzin; López-Gúzman, Graciela (2017). Poscosecha de frutos: maduración y cambios bioquímicos. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 19, 4075- 4087.
<https://doi.org/10.29312/remexca.v0i19.674>
- Passos, Flavia; Mendes, Fabricia; Cunha, Mariana; Pigozzi, Mariana; Carvalho, André (2016). Propolis extract in postharvest conservation banana 'prata'. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 38(2), e-931.
<https://doi.org/10.1590/0100-29452016931>
- Pérez, Andrés; Aristizábal, Iván; Restrepo, Jorge (2016). Conservación de mango tomy atkins mínimamente procesado mediante la aplicación de un recubrimiento de aloe vera (*Aloe barbandensis* Miller). *Revista de la Facultad de Ciencias Farmacéuticas y Alimentarias*, 23(1), 65-77.
<http://doi.org/10.17533/udea.vitae.v23n1a07>
- Ramírez, Maribel; García, Eva; Lindorf, Helga (2012). Análisis de patrones morfológicos y anatómicos en la embriogénesis somática del banano Williams (AAA). *Revista Colombiana de Biotecnología*, 14(1), 41-52.
- Sanwal, Girdhay; Payasi, Anarag (2007). Garlic extract plus sodium metabisulphite enhances shelf life of ripe banana fruit. *International Journal of Food Science and Technology*, 42(3), 303-311.
<https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2006.01222.x>
- Sapper, Mayra; Chiralt, Amparo (2018). Starch-based coatings for preservation of fruits and vegetables. *Coatings*, 8(152), 2-20.
<https://doi.org/10.3390/coatings8050152>
- Shahid, Muhammad; Abbasi, Nadeem (2011). Effect of bee wax coatings on physiological changes in fruits of sweet orange CV. "blood red". *Sarhad Journal of Agriculture*, 27(3), 385-394.
- Silva, Cíntia; Lima, Luciana; Santos, Haydee; Camili, Elisangela; Vieira, Cássia; Martin, Cristhiane; Vieites, Rogério (2006). Amadurecimento da banana-prata climatizada em diferentes dias após a colheita. *Ciência e Agrotecnologia*, 30(1), 103-111.
<https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000100015>
- Suárez, Silvia; Castro, Américo; Borja, Neptalí (2014). Actividad antioxidante in vitro de un extracto acuoso de *Allium Sativum* variedad Huaralino. *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 30(4), 308-316.

- Suseno, Natali; Savitri, Emma; Sapei, Lnny; Padmawijaya, K. (2014). Improving shelf-life of Cavendish banana using chitosan edible coating. *Procedia Chemistry*, 9, 113-120.
<https://doi.org/10.1016/j.proche.2014.05.014>
- Tosne, Zulma; Mosquera, Silvio; Villada, Héctor (2014). Efecto de recubrimiento de almidón de yuca y cera de abejas sobre el chontaduro. *Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 12(2), 30-39.
- Ulloa, José; Aguilar-Pusian, J.; Rosas-Ulloa, Petra; Galavíz-Ortíz, K.; Ulloa-Rangel, B. (2009). Effect of soaking conditions with citric acid, ascorbic acid and potassium sorbate on the physicochemical and microbiological quality of minimally processed jackfruit. *CYTA-Journal of Food*, 8(3), 193-199.
<https://doi.org/10.1080/19476330903348791>
- Villarroel, José; Zambrano, Margott; Abasolo-Pacheco, Fernando; Pico, Luis; Pico, Boívar; Moreira, Mercedes (2016). Uso de ceras naturales como medio de conservación de banano (*Musa acuminata*). *Biotecnia*, 19(1), 3-9.
<https://doi.org/10.18633/biotecnia.v19i1.362>
- Vwioko, Dennis; Osemwegie, Omorefosa; Akawe, Juliet (2020). The effect of garlic and ginger phytonics on the shelf life and microbial contents of homemade soursop (*Annona muricata* L.) fruit juice. *Biokemistri*, 25(2), 31-38.
<https://www.ajol.info/index.php/biokem/article/view/94976>
- Yang, Xiaotang; Song, Jung; Fillmore, Shery; Pang, Xuequn; Zhang, Zhaoqi (2011). Effect of high temperature on color, chlorophyll fluorescence and volatile biosynthesis in green-ripe banana fruit. *Postharvest Biology and Technology*, 62(3), 246-257.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2011.06.011>
- Zambrano, Judit; Valera, Anne; Maffei, Miguel; Materano, Willian; Quintero, Ibis; Graterol, Karen (2017). Efecto de un recubrimiento comestible formulado con mucílago del cactus (*Opuntia elatior* Mill.) sobre la calidad de frutos de piña mínimamente procesados. *Bioagro*, 29(2), 129-136.