



Evaluación de la estabilidad sensorial del plátano verde pelado (*Musa paradisiaca*) a diferentes concentraciones de sales conservantes

Assessment of the sensory stability of peeled green plantains (*Musa paradisiaca*) with varying concentration of preservative salts

Manuel Ulises Solís¹, Fátima Arrocha², Rosa Gutiérrez³

¹ Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Coclé. Departamento de Ciencias y Tecnología de Alimentos. Panamá. ulises.solis@up.ac.pa <https://orcid.org/0000-0003-3994-7739>

² Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Coclé. Departamento de Ciencias y Tecnología de Alimentos. Panamá. fatima.arrocha@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0006-6455-2869>

³ Universidad de Panamá. Centro Regional Universitario de Coclé. Departamento de Ciencias y Tecnología de Alimentos. Panamá. rosa.gutierrez@up.ac.pa <https://orcid.org/0009-0002-0128-0908>

DOI <https://doi.org/10.48204/j.colonciencias.v10n2.a4141>

Recibido: 2 de mayo de 2023

Aceptado: 8 de junio de 2023

Resumen

El objetivo del presente estudio fue evaluar la estabilidad sensorial del plátano verde pelado (*Musa paradisiaca*) tratado a diferentes concentraciones de sales conservantes, ya que se trata de un rubro que presenta un rápido proceso de maduración que muchas veces se ve atenuado por las condiciones ambientales y un mal manejo postcosecha, provocando que los productores tengan que disminuir su costo y calidad. Los conservantes utilizados fueron ácido ascórbico, ácido cítrico y cloruro de sodio, preparados a concentraciones de 0.95%, 1.5% y 2.5%, y un grupo control al que no se le agregó ningún tipo de conservante. Los plátanos pelados fueron sumergidos en dichos conservantes, secados, empacados al vacío y colocados en refrigeración a una T° de 8°C durante un período de almacenamiento de 30 días. Posteriormente, se evaluó la aceptación del producto con un panel no entrenado a los 10, 20 y 30 días. Las características sensoriales evaluadas fueron color y textura respectivamente. El producto tratado con ácido ascórbico mostró mayor preferencia $P < 0.05$ en cuanto al color y la textura. Por otro lado, se puede concluir que cuando se combinan

vacío y refrigeración en el proceso de conservación, se logra una mayor estabilidad sensorial, por lo que se evitan las pérdidas postcosecha por maduración y deterioro del plátano verde crudo expuesto al medio ambiente.

Palabras clave: Sales conservantes; plátano verde; análisis sensorial; empacado al vacío; refrigeración.

Abstract

This study aimed to assess the sensory stability on peeled green plantains (*Musa paradisiaca*) after using different concentrations of preservative salts to prevent rapid maturation caused by environmental conditions and poor postharvest handling, causing producers to reduce cost and quality. Three preservatives (ascorbic acid, citric acid, and sodium chloride) were prepared at concentrations of 0.95%, 1.5%, and 2.5%, respectively, and a control group was used with no preservatives added. The peeled plantains were immersed in the preservatives, dried, vacuum packed, and refrigerated at a T° of 8°C for 30 days. An untrained panel evaluated the product's acceptance at 10, 20, and 30 days, specifically considering color and texture. Ascorbic acid was the most effective preservative, with a significant preference ($P < 0.05$) for color and texture. The combination of vacuum and refrigeration provided better sensory stability and prevented postharvest losses due to the ripening and decay of raw green plantains exposed to the environment.

Keywords: Preservatives salt; green banana; sensory analysis; vacuum packaging; refrigeration.

Introducción

El plátano verde (*Musa paradisiaca*) forma parte del grupo de los productos alimenticios de mayor demanda en Panamá, correspondiendo a 35 kilogramos consumidos por año per cápita, representado una parte importante de la canasta básica familiar, considerado como la segunda

fuelle de carbohidratos, superado solo por el arroz (Mi Diario, 2020). Por lo que este rubro se encuentra distribuido en todo el territorio panameño, siendo las áreas de mayor producción las provincias de Chiriquí, Bocas del Toro y Darién (MIDA, s.f). Sin embargo, es un rubro que sufre muchas pérdidas postcosecha a causa de las largas distancias que debe ser transportado y las condiciones climáticas que se presenten a lo largo de su distribución, desmejorando su calidad, provocando un rápido deterioro y por ende pérdidas de la producción.

El plátano, se ve principalmente afectado por la reacción del pardeamiento enzimático, proceso que se da por la acción de enzimas como la polifenol oxidasa que actúa sobre sustratos como los polifenoles produciendo las quinonas que se polimerizan para dar finalmente el color marrón (Navas, 2016). Esto sucede debido a que el plátano posee un elevado contenido de compuestos fenólicos, considerado una de las principales causas de la pérdida de calidad y valor comercial, provocando cambios importantes en la apariencia, sabor y textura (García et al., 2006). En el plátano esta reacción de oxidación ocurre rápidamente a lo largo de la manipulación, operaciones de pelado y rebanado e inclusive en el almacenamiento disminuyendo la calidad del fruto (Dávila et al., 2016).

De acuerdo con esto diversas técnicas se han utilizado para la conservación del plátano verde, tanto físicas como químicas, como lo son la desinfección, refrigeración e inmersiones químicas antioxidantes (Dussán, Gaona y Hleap, 2017).

Entre los conservantes por métodos químicos utilizados para la conservación de alimentos (Tabla 1) se encuentra el ácido cítrico (ácido 2-hidroxi-1,2,3- propanotricarboxílico), el cual es un ácido carboxílico versátil y ampliamente utilizado en el campo de la alimentación (Ramesh y Kalaiselvam, 2011). Actúa bajando el pH del alimento, lo que afecta la enzima polifenol oxidasa, ya que con un pH menor a 4.5 se detecta poca actividad por parte de esta e incluso se puede llegar hasta una inactivación irreversible de la misma (Guzmán, 2014). Evitando la oxidación enzimática en alimentos se evita la degradación del color, debido a una reacción energéticamente favorable donde las especies de oxígeno reactivas se oxidan a partir del ascorbato, formando primero monodehidroascorbato y posteriormente dehidroascorbato (Dávila et al., 2016).

Otra sal conservante empleada en esta investigación es el ácido ascórbico, principalmente utilizado como un antioxidante, debido a que disminuye el pH inhibiendo el efecto de la enzima denominada polifenoloxidasas (PFO) y actúa como un agente reductor de *o*-quinonas a *o*-difenoles lo que previene que se produzcan los pigmentos de color oscuro (Guamangallo, 2018). Además, es considerado como un buen secuestrante (atrapador) de oxígeno que permite la remoción del oxígeno molecular en las reacciones de la PFO (Guerrero, 2009).

El cloruro de sodio, conocido comúnmente como sal de mesa, también es utilizado en la industria de alimentos ya que posee propiedades inherentes que contribuyen a potenciar el sabor, color y la textura. (Asociación de salinas marinas (SALIMAR, 2020). A la vez es un deshidratante que absorbe la humedad del producto, retrasa la fermentación, agrega niveles de pH, produce cambios moleculares que modifican la estructura natural del alimento, evitando que las bacterias proliferen y afecten prolongando así la vida útil (Higiaiberica, 2013).

Tabla 1

Cantidades permitidas de aditivos utilizados en hortalizas (incluidos hongos y setas, raíces y tubérculos, legumbres y leguminosas y áloe vera) algas marinas y nueces y semillas congeladas según el CODEX ALIMENTARIUS

Aditivos	Dosis Máxima
Ácido cítrico	BPM
Cloruro de sodio	BPM
Ácido ascórbico	BPM

Nota. Adaptado de CODEX STAN 192-1995, (2019).

Entre los métodos físicos empleados en la industria alimentaria que contribuyen a prolongar la estabilidad del alimento se encuentra el empaquetado al vacío es el método más simple y común, en donde el producto se coloca en un empaque de baja permeabilidad al oxígeno, se elimina el aire y se cierra, durante este proceso el material del empaque se pliega alrededor del producto como resultado de que la presión interna se torna inferior a la atmosférica, su propósito es contener al

alimento y brindar protección contra daños causados por microorganismos, calor, absorción o pérdida de humedad y oxidación, resguardando así al fruto a lo largo del almacenamiento y distribución (Torralba, 2013). Debe ser acompañado de otros métodos de conservación como refrigeración o congelación, ya que requiere de condiciones especiales de temperatura.

La refrigeración, también es un método de conservación físico que mantiene a los productos en niveles bajos de temperatura y de proliferación de bacterias, permitiendo que los alimentos sufran pocas modificaciones en cuanto a sus características sensoriales y el valor nutritivo, ya que conserva al alimento por un tiempo relativamente corto, sin embargo, esta vida útil dependerá tanto de la naturaleza del alimento, como del envase que lo proteja (Aguilar, 2012).

El propósito de esta investigación es evitar las pérdidas postcosecha de este rubro, beneficiando así a las industrias dedicadas a la elaboración de productos que utilicen el plátano verde para la transformación y comercialización ya sea en patacones, chips, entre otros, además, de que permitirá que en épocas de baja producción se cuente con la materia prima necesaria para futuro procesos.

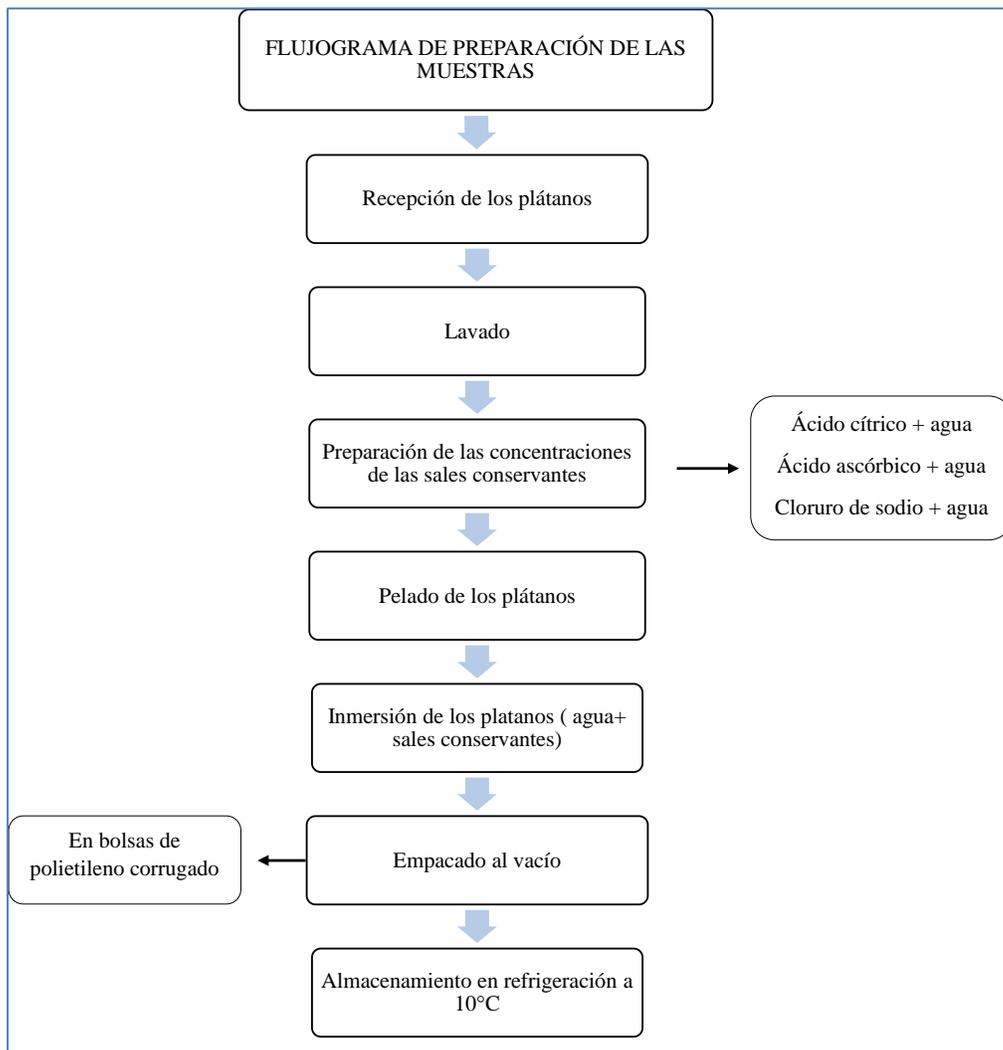
Debido a que se busca prolongar la estabilidad sensorial del plátano verde mediante el uso de sales conservantes, esta técnica debe ser combinada con procesos de empackado al vacío y temperatura de refrigeración, ya que durante su cosecha y almacenamiento el plátano verde está expuesto a condiciones ambientales adversas que tienden a acelerar el proceso de maduración

Metodología

La presente investigación experimental se realizó en el Centro Regional Universitario de Coclé, específicamente en los laboratorios de procesamiento y planta piloto de la Escuela de Alimentos. La materia prima fue obtenida del Mercado Público de Penonomé, Provincia de Coclé proveniente de la Provincia de Chiriquí.

Figura 1

Flujograma del proceso de preparación de las muestras



Para el procesamiento (véase Figura 1), se efectuó el pelado de 120 plátanos verdes, posteriormente, se tomaron en cuenta las distintas concentraciones como factores de estudio desde 0 (control), 0, 95, 1.5 y 2.5%, por cada concentración se utilizaron 12 plátanos cortados a la mitad los cuales fueron sumergidos en estas por un período de 30 minutos, mientras que los otros ocho plátanos cortados a la mitad de las muestras control únicamente se sumergieron en agua hervida refrigerada.

Los plátanos ya tratados con sales conservantes se secaron con papel absorbente reutilizable y se empaquetaron en bolsas de polietileno corrugado al vacío en una proporción de dos plátanos cortados a la mitad por bolsa. Incluyendo las muestras control.

El envasado se realizó en una empacadora al vacío marca White Dolphin y se colocaron en refrigeración a temperaturas normales de 10°C en una refrigeradora domestica marca White Westinghouse y finalmente se analizaron a los 10, 20, y 30 días.

Análisis Sensorial

Se realizó una prueba sensorial tipo afectiva que se llevó a cabo en el Laboratorio de Procesamiento para evaluar la aceptación del producto por medio de los parámetros físicos (color y textura), usando como panel, 8 panelistas tipo consumidor de la Universidad de Panamá, C.R.U de Coclé considerando que nos arrojarían una mayor idea de la aceptación del producto por parte consumidor.

Para el análisis se le proporcionó a cada panelista muestras control y de los diferentes porcentajes de sales conservantes a los cuales se les asignó un código para facilitar sus evaluaciones. También se utilizó una escala hedónica (Tabla 2) con números positivos y negativos para permitir la marcación de los atributos, siendo el -2 el menos aceptado y el +2 el más aceptado. La Figura 2 presenta el diseño experimental de los tratamientos evaluados según muestra evaluada a los 10, 20 y 30 días por tipo de conservante.

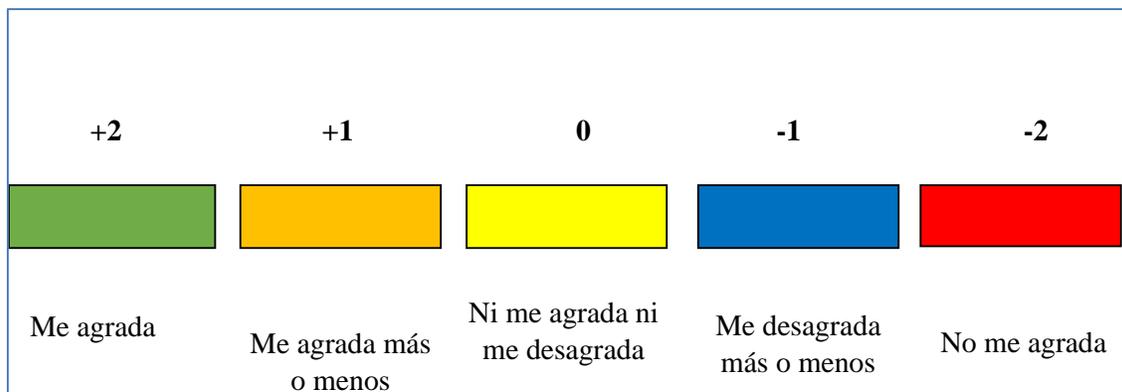


Tabla 2

Escala Hedónica tipo afectiva para el Análisis Sensorial

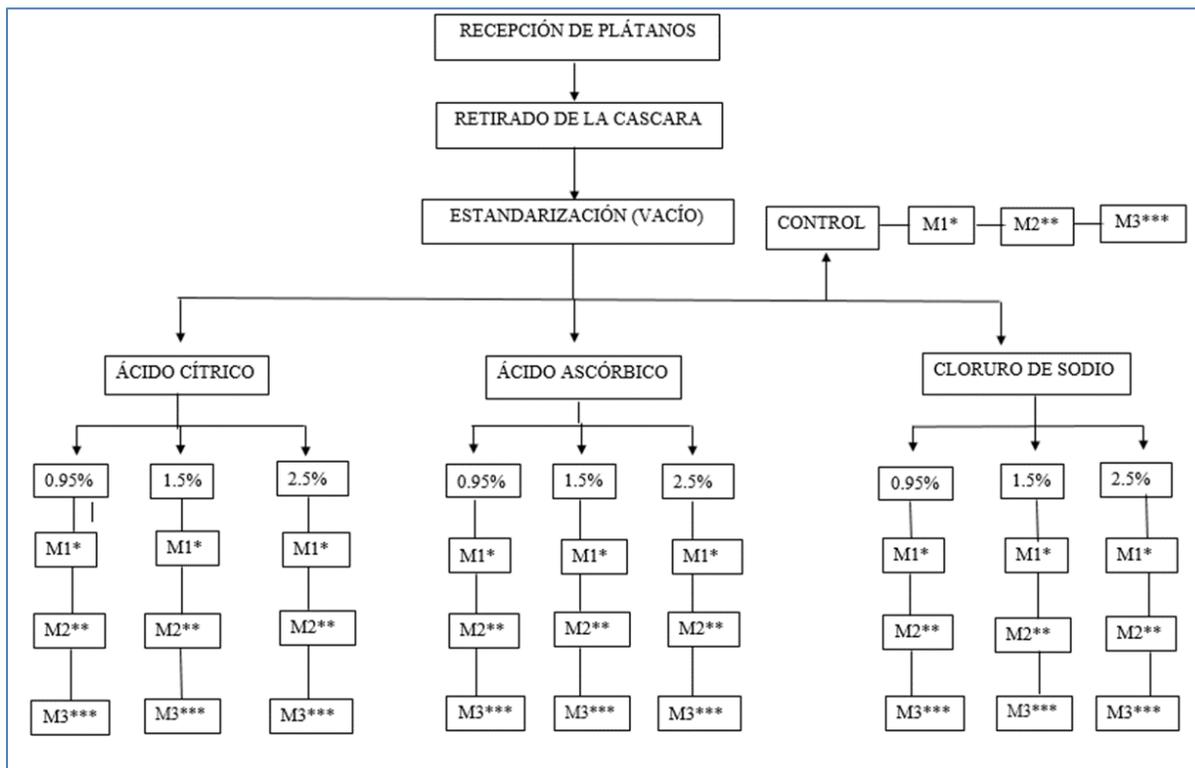
Nivel de Aceptación	Atributos	
	Color	Textura
Me agrada		
Me agrada más o menos		
Ni me agrada ni me desagrada		
Me desagrada más o menos		
No me agrada		

Fuente: Adaptado de Martínez, López y Solís (2020).

La finalidad de esta investigación era determinar el mejor conservante al momento de preservar la estabilidad sensorial del plátano verde pelado. Realizándose pruebas sensoriales cada 10 días durante un período de 30 días.

Figura 2

Diseño experimental de los Tratamientos Evaluados



Nota: muestra de 10 días *, muestra de 20 días ** y muestra de 30 días ***.

Fuente: Elaborado por los autores

La finalidad de esta investigación era determinar el mejor conservante al momento de preservar la estabilidad sensorial del plátano verde pelado. Realizándose pruebas sensoriales cada 10 días durante un período de 30 días.

Resultados

Análisis sensorial

Los datos obtenidos de las distintas degustaciones fueron analizados por medio del programa Statgraphic plus versión 5.1, utilizando el método de análisis de varianza (ANOVA) simple para medias y pruebas de múltiples rangos. Los resultados se muestran en la Tabla 3.

Tabla 3

Valor -p de los productos crudos a distintas concentraciones de sales conservantes empacados al vacío

Concentración	Días	Atributos	Valor - <i>p</i> Crudo
0.95%	10	Color	0.8013
		Textura	0.8013
	20	Color	0.1080
		Textura	0.5805
	30	Color	0.1249
		Textura	0.1036
1.5%	10	Color	0.5163
		Textura	0.6549
	20	Color	0.5671
		Textura	0.7486
	30	Color	0.4608
		Textura	0.1155
2.5%	10	Color	0.4791
		Textura	0.4376
	20	Color	0.2834
		Textura	0.2076
	30	Color	0.0955
		Textura	0.1146

Fuente: Elaborado por los autores.

Se pudo observar que el producto crudo a diferentes concentraciones de sales conservantes la mayoría de los atributos color y textura el valor -p fue mayor a 0.05 indicando que no existe una diferencia estadísticamente significativa, por lo que es necesario la realización del análisis de las pruebas de múltiples rangos para conocer la media de las distintas muestras y así determinar cuál presenta el valor más elevado (Tabla 4).

Tabla 4

Pruebas de múltiples rangos para los productos crudos a distintas concentraciones de sales conservantes empacadas al vacío

Concentración	Días	Atributos	Medias			
			Ácido Cítrico	Ácido Ascórbico	Cloruro Sodio	Control
			Crudo	Crudo	Crudo	Crudo
0.95%	10	Color	1.875	1.875	1.875	2.0
		Textura	1.875	1.875	1.875	2.0
	20	Color	1.875	2.0	1.75	1.125
		Textura	1.5	1.625	1.5	1.0
	30	Color	1.625	1.875	0.75	1.25
		Textura	1.125	1.875	1.5	0.75
1.5%	10	Color	1.75	1.75	1.75	2.0
		Textura	1.875	1.75	1.75	2.0
	20	Color	1.375	1.75	1.25	1.125
		Textura	1.375	1.5	1.375	1.0
	30	Color	1.5	1.75	1.25	1.25
		Textura	1.0	1.875	1.5	0.75
2.5%	10	Color	1.5	1.75	1.75	2.0
		Textura	1.875	1.75	1.625	2.0
	20	Color	2.0	1.75	1.5	1.0
		Textura	1.875	1.625	1.5	1.0
	30	Color	1.5	1.75	1.25	1.25
		Textura	1.375	1.875	1.625	0.75

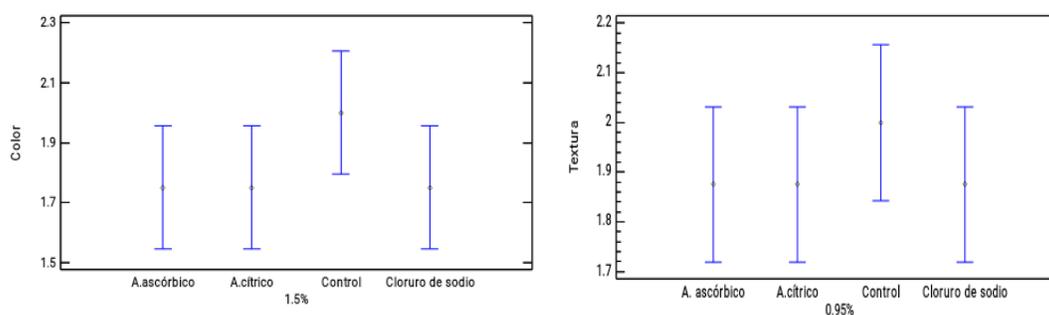
Sobre el color y textura

Día 10

Se puede apreciar en la Tabla 3, que las medias más altas tanto para el atributo color y textura a las concentraciones 0.95%, 1.5% y 2.5%, fueron obtenidas por la muestra control. Este comportamiento también fue evidenciado en un estudio realizado por Walteros et al. (2002) en el que se demostró que los frutos de plátano pelados y empacados al vacío sin ningún tratamiento con antioxidantes mantienen una buena apariencia hasta el día 11 de almacenamiento.

Figura 3

Datos de las variables color y textura al día 10 de almacenamiento



En la Figura 3, se muestra que los tres conservantes fueron evaluados con valores similares, sin embargo, la muestra control tuvo una mayor aceptabilidad para los atributos sensoriales de color y textura.

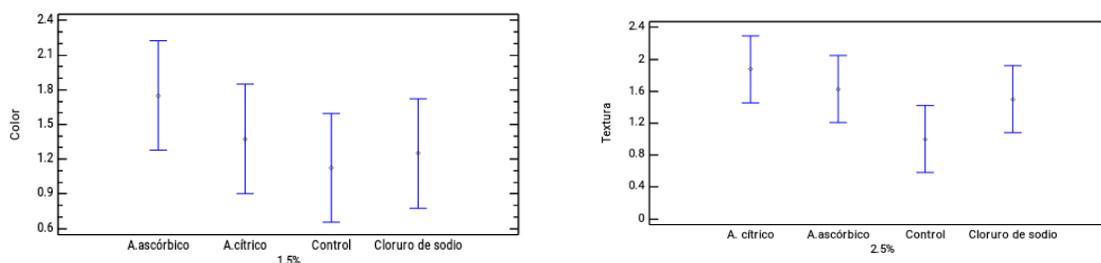
Día 20

Los atributos color y textura las muestras tratadas con ácido ascórbico poseen una tendencia a las medias más altas en las concentraciones de 0.95% y 1.5% mientras que para la concentración de 2.5% fue la muestra tratada con ácido cítrico. Evidenciando de esta manera que ambos tienen

un buen comportamiento, sin embargo, el ácido cítrico requiere de una mayor concentración, para mantener la estabilidad sensorial del plátano verde pelado.

Figura 4

Datos de las variables color y textura al día 20 de almacenamiento



En la Figura 4, se muestran los resultados de las variables sabor y textura, observándose que los productos tratados con ácido ascórbico y ácido cítrico obtuvieron la mayor media indicando que tiene una buena aceptación por parte de los panelistas.

Día 30

A los treinta días, se muestra que en cuanto al atributo color y textura, las medias más altas en las distintas concentraciones estuvieron dadas por las muestras tratadas con ácido ascórbico a las concentraciones de 0.95%, 1.5% y 2.5%. En la Figura 5 se puede establecer que en los atributos sensoriales de color y textura el producto con la media más alta fue el tratado con ácido ascórbico. Por otro lado, la Figura 6 se muestra el aspecto en cuanto a la variable color que toma el plátano verde (*Musa paradisiaca*) cuando se almacena en refrigeración con diferente intervalo de tiempo.

Figura 5

Datos de las variables color y textura al día 30 de almacenamiento

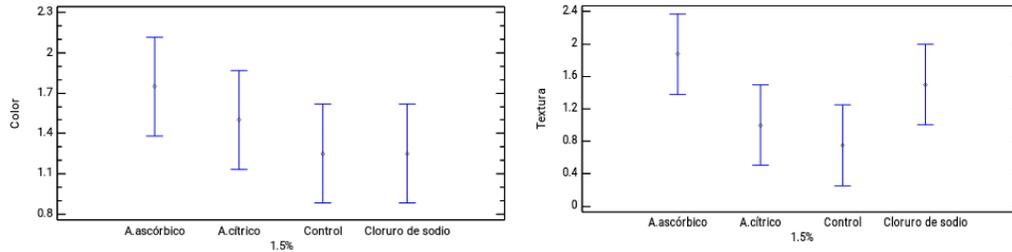


Figura 6

Aspectos ilustrativos del color que muestra el plátano verde con los diferentes tratamientos a diferentes intervalos de conservación.

Evaluación al día 10			
	0.95%	1.5%	2.5%
Ácido cítrico			
Ácido ascórbico			
Cloruro de sodio			

Evaluación al día 20			
	0.95%	1.5%	2.5%
Ácido cítrico			
Ácido ascórbico			
Cloruro de sodio			

Evaluación al día 30			
	0.95%	1.5%	2.5%
Ácido cítrico			
Ácido ascórbico			
Cloruro de sodio			

Conclusiones

En los atributos sensoriales evaluados (color y textura), no se encontró diferencias significativas $p > 0.05$, sin embargo, el producto tratado con ácido ascórbico mostró la mejor media.

Se evidenció que el uso de sales conservantes, combinadas con el empacado al vacío y el almacenamiento en refrigeración contribuyen a mantener las características sensoriales, color y textura en el producto.

Se pudo determinar que la estabilidad sensorial del plátano tratado con cloruro de sodio solo se mantuvo hasta los 10 días en las concentraciones de 0.95%, 1.5% y 2.5%, mientras que el ácido cítrico a la concentración 2.5% obtuvo el mejor comportamiento hasta el día 20. Sin embargo, el ácido ascórbico en las tres concentraciones establecidas presentó los mejores resultados frente a las distintas de sales conservantes evaluadas.

Con este estudio, se pudo demostrar que los atributos sensoriales del producto tratado con ácido ascórbico se mantienen aproximadamente 30 días en mejores condiciones al comparar con los otros dos productos. Sin embargo, una vez transcurrido este tiempo comienza a mostrarse un deterioro notable.

Conflicto de interés

Los autores se declaran que no existe conflicto de interés en este artículo.

Referencias

Aguilar, J. (2012). Métodos de Conservación de Alimentos. http://www.aliat.org.mx/BibliotecasDigitales/economico_administrativo/Metodos_de_conservacion_de_alimentos.pdf

Asociación de Salinas Marinas. (9 de enero de 2020). *¿Por qué la sal marina es un magnífico conservante de alimentos?* <https://asosalimar.com/por-que-la-sal-marina-es-un-magnifico-conservante-de-alimentos/>

CODEX STAN 192-1995. (2019). *Normas internacionales de los alimentos.* http://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/en/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B192-1995%252FCXS_192s.pdf

Dávila, R., Cortés, M. y Gil, J. (2016). Cambios Físicos y Físicoquímicos durante el Almacenamiento en Plátano Impregnado al Vacío con Soluciones Antioxidantes. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*. 14 (2), 125 – 134. <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v14n2/v14n2a15.pdf>

Dussán, S., Gaona, A. y Hleap, J. (2017). Efecto del Uso de Antioxidantes en Plátano Verde Dominicano-Hartón (*Musa AAB Simmonds*) Cortado en Rodajas. *Revista Información Tecnológica*, 28(4), 3-10. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000400002>

García, C., Giraldo, G., Hurtado, H. y Mendivil, C. (2006). Cinética enzimática de la polifenol oxidasa del banano *Gros Michel* en diferentes estados de maduración. *Revista de la Facultad de Química Farmacéutica*, 13 (2), 13-19. <http://www.scielo.org.co/pdf/vitae/v13n2/v13n2a02.pdf>

Guamangallo, J.V. (2018). *Determinación del efecto antioxidante del ácido ascórbico a diferentes concentraciones y tiempo de maduración en el banano (musa cavendish) para la deshidratación.* Universidad Nacional de Chimborazo. <http://dspace.unach.edu.ec/bitstream/51000/4528/1/UNACH-EC-ING-AGRO-2018-001.pdf>

Guerrero, C. (2009). *Inhibición de la actividad enzimática de la polifenoloxidasas extraída del banano (Cavendish valery) mediante sistemas bifásicos acuosos con isoespintanol y ácido ascórbico*. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/3342>

Guzmán, P. (2014). *Estudio experimental de la elaboración de puré de banano orgánico de la región Piura*. [Tesis de Grado, Universidad de Piura]. <https://pirhua.udep.edu.pe/handle/11042/2044>

Higiaiberica. (22 de mayo de 2013). *¿Por qué la sal conserva los alimentos?* <https://www.higiaiberica.com/noticias/por-que-la-sal-conserva-los-alimentos/>

Instituto de Nutrición de Centroamérica y Panamá (3 de marzo de 2020). *Análisis Sensorial para control de calidad de los alimentos*. <https://www.incap.int/index.php/es/noticias/201-analisis-sensorial-para-control-de-calidad-de-los-alimentos>

Martínez, C., López, B., Solís, M. (2020). Preparación de varios productos alimenticios a partir de la guayabita sabanera (*Psidium guineense*). *Revista Científica Guacamaya*, 4 (2), 18 – 41. <https://revistas.up.ac.pa/index.php/guacamaya/article/view/1310>

Mi Diario. (4 de septiembre de 2020). Mi agr. Banano y plátano sigue su producción en Bocas del Toro a pesar de la pandemia. *MiDiario.com*. <https://www.midiario.com/nacionales/mi-agro-banano-y-platano-sigue-su-produccion-en-bocas-del-toro-a-pesar-de-la-pandemia/>

Ministerio de Desarrollo Agropecuario MIDA. (s.f.). *Proyección de la Oferta Exportable para el Año 2020-2024*. Unidad de Agronegocios. https://intelcom.gob.pa/doc/otros/informe_oferta_exportable_mida.pdf

Navas, C. (2016). *Pardeamiento enzimático*. <https://es.slideshare.net/CindyNavasPaladines/pardeamiento-enzimatico-67657292>

- Ramesh, T. y Kalaiselvam, M. (2011). An experimental study on citric acid production by *Aspergillus niger* using *Gelidiella acerosa* as a substrate. *Indian Journal of Microbiology*, 51 (3). <https://doi.org/10.1007/s12088-011-0066-9>
- Torralba, A. (2013). *Efecto del empaçado al vacío y del almacenamiento a bajas temperaturas sobre las características fisicoquímicas y microbiológicas de la pitaya (Stenocereus pruinosus)*. [Tesis de Grado, Universidad Tecnológica de la Mixteca]. http://jupiter.utm.mx/~tesis_dig/11679.pdf
- Walteros, C., Ramírez. B., Arcila, P. (2002). *Efecto del empaque sobre la conservación y vida postcosecha del fruto verde del plátano semiprosesado en el Departamento del Quindío*. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/16751/40950_26523.pdf?sequence=1&isAllowed=y