

Uso de la L-arginina y el ácido ascórbico para conservar mango "Tommy Atkins" mínimamente procesado

Use of L-arginine and ascorbic acid to preserve minimally processed "Tommy Atkins" mango

Johanna Victoria Escobar-Calderon^a  jvescobar@sena.edu.co

Elizabeth Álzate-Quintero^a  ealzatequi@sena.edu.co

Fray Alexander Arcila-Amariles^b  arcilafay2@gmail.com

Santiago Alexander Ceballos-Gallego^b  santicgm2018@gmail.com

^aServicio Nacional de Aprendizaje SENA – Regional Antioquia, Grupo de Investigación Innovación y Agroindustria (GIIA).

^bTecnoacademia-SENA, Semillero TAO (Tecnoacademia del Oriente Antioqueño).

Recibido: 16/02/2023 Aceptado: 15/06/2023

Citar, APA: Escobar-Calderón, J. V., Álzate-Quintero, E., Arcila-Amariles, F. A. y Ceballos-Gallego, S. A. (2023). Uso de la L-arginina y el ácido ascórbico (vitamina C) para conservar mango "Tommy Atkins" mínimamente procesado. *Revista Colombiana de Investigaciones Agroindustriales*, 10 (1), 85–93. <https://doi.org/10.23850/24220582.5263>

Resumen El mango es un fruto muy apetecido a nivel comercial que presenta un periodo de vida útil corto, sino se almacena y conserva correctamente. El objetivo de este estudio consistió en evaluar el efecto de diferentes concentraciones de L-arginina (Arg) y Ácido Ascórbico (Asc) en la conservación a vacío del mango Tommy mínimamente procesado. El mango fue cortado en rodajas de 3 a 4 mm, retirando el epicarpio y la semilla. Posteriormente, se distribuyeron en partes iguales de 200 g y cada muestra se sumergió durante 2 minutos en soluciones de: (Arg-25 mM, Arg-50 mM y Arg-100 Mm) y (Asc-0,25 %, Asc-0,50 % y Asc-1 %), finalmente se secaron a 27 °C ± 2 por 5 minutos, empacándose al vacío y se evaluó su almacenaje en cámara climática a 10 °C y 70 % HR durante 0, 3, 7, 13 y 21 días. Los parámetros fisicoquímicos analizados fueron: la firmeza como textura de corte, color y sólidos solubles. Los tratamientos Asc-1 %; y Arg-25mM, lograron obtener una textura 3 veces mayor hasta los 21 días de almacenamiento, por encima del tratamiento control. Los tratamientos que mantuvieron el color característico del mango sin oscurecimiento fueron Asc-0,25 %, Asc-0,50 % y Asc-1 %, contrario a lo evidenciado para los tratamientos con L-Arginina donde el oscurecimiento y pérdida de textura aumentaron a medida que aumentó su concentración. Los sólidos solubles (°BRIX), tuvieron diferencia de 3 °BRIX entre la fruta que no tuvo inmersión (11 °BRIX) y la fruta que fue sumergida en soluciones conservantes (8 °BRIX), no tuvo diferencias significativas de sólidos durante el almacenamiento. Los tratamientos Asc-1 % y Asc-0,50 %, lograron conservar el color característico del mango fresco evitando la pérdida de textura hasta los 21 días de almacenamiento.

Palabras clave: Mango (*Mangifera indica*), perecibilidad, vida útil, postcosecha, conservantes, antioxidantes, aminoácidos.

Abstract The mango is a very desirable fruit at a commercial level, but it has a short shelf life, if it is not stored and preserved correctly. The goal of this study was to evaluate the effect of different concentrations of L-arginine (Arg) and Ascorbic Acid (Asc) on the vacuum preservation of minimally processed Tommy mango. The mango was cut into 3 to 4 mm slices, removing the epicarp and the seed. Subsequently, they were distributed in equal parts of 200 g and each sample was submerged for 2 minutes in solutions of: (Arg-25 mM, Arg-50 mM and Arg-100 Mm) and (Asc-0,25 %, Asc-0,50 % and Asc-1 %), finally they were dried at 27 °C ± 2 for 5 minutes, vacuum packed and their storage was evaluated in a climatic chamber at 10 °C and 70 % RH for 0, 3, 7, 13 and 21 days. The physicochemical parameters analyzed were, firmness as cut texture, measure objective color and soluble solids. Asc-1% treatments; and Arg-25 mM, managed to obtain a texture 3 times greater up to 21 days of storage, above the control treatment. The treatments that maintained the characteristic color of the mango without darkening were Asc-0,25%, Asc-0,50% and Asc-1%, contrary to what was evidenced for the treatments with L-Arginine where the darkening and loss of texture increased. as his concentration increased. The soluble solids (°BRIX) had a difference of 3 °BRIX between the fruit that was not immersed (11 °BRIX) and the fruit that was immersed in preservative solutions (8 °BRIX), there were no significant differences in solids during storage. The Asc-1 % and Asc-0,50 % treatments managed to preserve the characteristic color of fresh mango, avoiding the loss of texture up to 21 days of storage.

Keywords: Mango (*Mangifera indica*), perishable, shelf life, post-harvest, food preservatives, antioxidants, amino acids.

Introducción

El mango (*Mangifera indica L.*) es considerado un fruto de interés comercial, siendo ampliamente estudiado por sus características nutricionales y biofuncionales, como por su aporte a nivel tecnológico. Desde una mirada nutricional, el mango aporta una alta fuente de carbohidratos, vitaminas y antioxidantes. En promedio, 100 g de pulpa de mango puede aportar un 47 % del requerimiento diario para un adulto promedio de vitamina C, un 25 % del requerimiento diario de vitamina A y un 13 % de vitamina E. Además, en cuanto a las propiedades biofuncionales, el mango contiene altas cantidades de antioxidantes, carotenoides y polifenoles, (Villanueva-Rodríguez, 2016).

Debido a las propiedades anteriormente descritas, el mango a nivel industrial ha permitido el desarrollo de una gran variedad de productos, como jugos y néctar, mango en cubos en almíbar, polvos, purés, preparado para postres, crema de mango, trozos de mango mínimamente procesados y rodajas deshidratadas (Alvarado y Moreno, 2012) (Dak, Verma, y Jaaffrey, 2007).

Aun con esta amplia diversificación comercial, los frutos mínimamente procesados presentan una gran problemática de conservación, ya que pueden sufrir algunos daños mecánicos durante su procesado, lo que promueve que algunos cambios metabólicos naturales se aceleren, haciendo que los frutos sean más vulnerables a la proliferación microbiana, lo que conlleva a la pérdida de especificaciones de calidad relacionadas con la textura y el color. De allí, la relevancia de implementar nuevas tecnologías de conservación, con el fin de prolongar la vida útil de productos poco procesados (Oms-Oliu, 2008).

En los últimos años, se han implementado diferentes métodos que permiten mitigar los daños generados en los frutos mínimamente procesados, entre ellos, se ha estudiado ampliamente el uso de los recubrimientos comestibles (RC), los cuales actúan como una capa fina que se adhiere al alimento, permitiendo la formación de una barrera que permeabiliza adecuadamente los

gases de la respiración y contrarresta la pérdida de humedad, logrando de esta manera minimizar cambios metabólicos en los frutos, evitando su maduración y la pérdida de las características de calidad (Ramírez *et al.*, 2013).

En el caso del mango mínimamente procesado, se han aplicado diferentes matrices de recubrimiento que buscan contrarrestar los efectos de perecibilidad causados por la rápida maduración como fruto climatérico, así como el retraso de la pérdida de peso y desecación de la superficie, mantenimiento de la integridad de la estructura original y reducción del pardeamiento. Dentro de estas matrices se destacan el uso de polisacáridos, almidones de diferentes orígenes, antioxidantes y aminoácidos (AGRUPPOST, 2020) (Chien *et al.*, 2007).

En este contexto, la presente investigación se planteó como objetivo de investigación conservar y prolongar la vida útil de mango mínimamente procesado, mediante el uso de la L-arginina y el ácido ascórbico (vitamina C).

Metodología

Los mangos variedad “Tommy Atkins” se obtuvieron del municipio de La Ceja (Antioquia) con un estado de madurez igual a 3 según la escala propuesta por Báez *et al.* 2018 y con sólidos solubles de 10 a 11 °BRIX. El total de la muestra para este estudio consistió en la selección de 15 frutos, y seguidamente a cada uno de ellos se les retiró la cascara y se les realizó cortes longitudinales de 3 a 4 mm con una cortadora de vegetales marca Setein. Posteriormente, se mezclaron las rodajas de los 15 mangos y se separó en 7 partes iguales para realizar la inmersión a diferentes tratamientos (**Figura 1**).

Cada porción de 200 g se sumergió en cada una de las concentraciones de ácido ascórbico (0,25, 0,50 y 1 %) y L-arginina (25, 50 y 100 mM) por 2 minutos, para un total de 7 tratamientos incluido el control que no conto con ninguna inmersión. Seguidamente se secaron con toallas de papel absorbente durante 5 minutos a temperatura de 27 °C ± 2, para posteriormente

realizar el empaqueo al vacío con bolsas plásticas multicapa de poliamina-polietileno con barrera al vapor de agua ($< 15 \text{ g/ m}^2/24\text{h/atm}$, $T = 38$

$^{\circ}\text{C}$) y Oxígeno ($60 \text{ cc/m}^2/24\text{h/atm}$, $23 \text{ }^{\circ}\text{C}$). El tratamiento control solo fue empacado al vacío sin realizar inmersión.



Figura 1

*Esquema de obtención del mango mínimamente procesado y evaluación de parámetros fisicoquímicos ($^{\circ}\text{BRIX}$, *Textura* y *Color*)*

Nota. Elaboración propia.

Durante el almacenamiento cada muestra se seleccionó de manera aleatoria evaluando las siguientes características fisicoquímicas:

-*Textura*: entendiéndose como la fuerza de corte realizada a la muestra, con un analizador de textura TA.XT2 plus con una celda de carga de 30 kgf y un accesorio de corte HDP Blade set. Este proceso se implementó modificando la metodología de *Alvis et al.* 2016.

-*Medición de color*: se realizó bajo las coordenadas CIE $L^*a^* b^*$, con iluminante C y observador de 2° , en la superficie de corte de la rodaja, utilizando un colorímetro Minolta (CR - 410). Esto de acuerdo al método de *Rodríguez y Henao*, 2016. Para la determinación de $^{\circ}\text{BRIX}$ se utilizó un refractómetro Atago PLA-1 siguiendo la metodología de *AOAC*, 1990 y *Pristijono et al.* 2017.

Las evaluaciones fisicoquímicas fueron realizadas durante los días de almacenamiento 0, 3, 7, 13 y 21 a condiciones controladas (Memmert HPP 110) de $10 \text{ }^{\circ}\text{C}$ y 70 % HR.

Para el análisis de resultados se aplicó un Diseño Experimental completamente al azar con un arreglo bifactorial (Concentración de conservante natural x Tiempo de almacenamiento) con un total de 7 tratamientos incluido el tratamiento control, evaluados durante los días 0, 3, 7, 13 y 21 para un total de 35 unidades experimentales estudiadas.

Los análisis estadísticos para las variables respuesta estudiadas, se realizaron utilizando el paquete Statgraphics Centurión XVI y se utilizó la diferencia mínima significativa (LSD) a $p \leq 0,05$ para determinar la diferencia significativa entre las medias.

Resultados y Discusión

La textura del mango en rodajas fue afectada significativamente ($p < 0,05$) por el tiempo de almacenamiento en la mayoría de los tratamientos estudiados. El tratamiento Asc-1%, conservó una textura mayor hasta los 21 días de almacenamiento (15,667 N), comparado con

el tratamiento control o mango sin tratar (4,458 N). Por el contrario, el tratamiento Arg-100 mM, Asc-0,25 % y Control, se vieron seriamente afectados durante el tiempo de almacenamiento teniendo una caída de textura a los 21 días de 4,005, 3,091 y 4,458 N, respectivamente (Figura 2A y B).

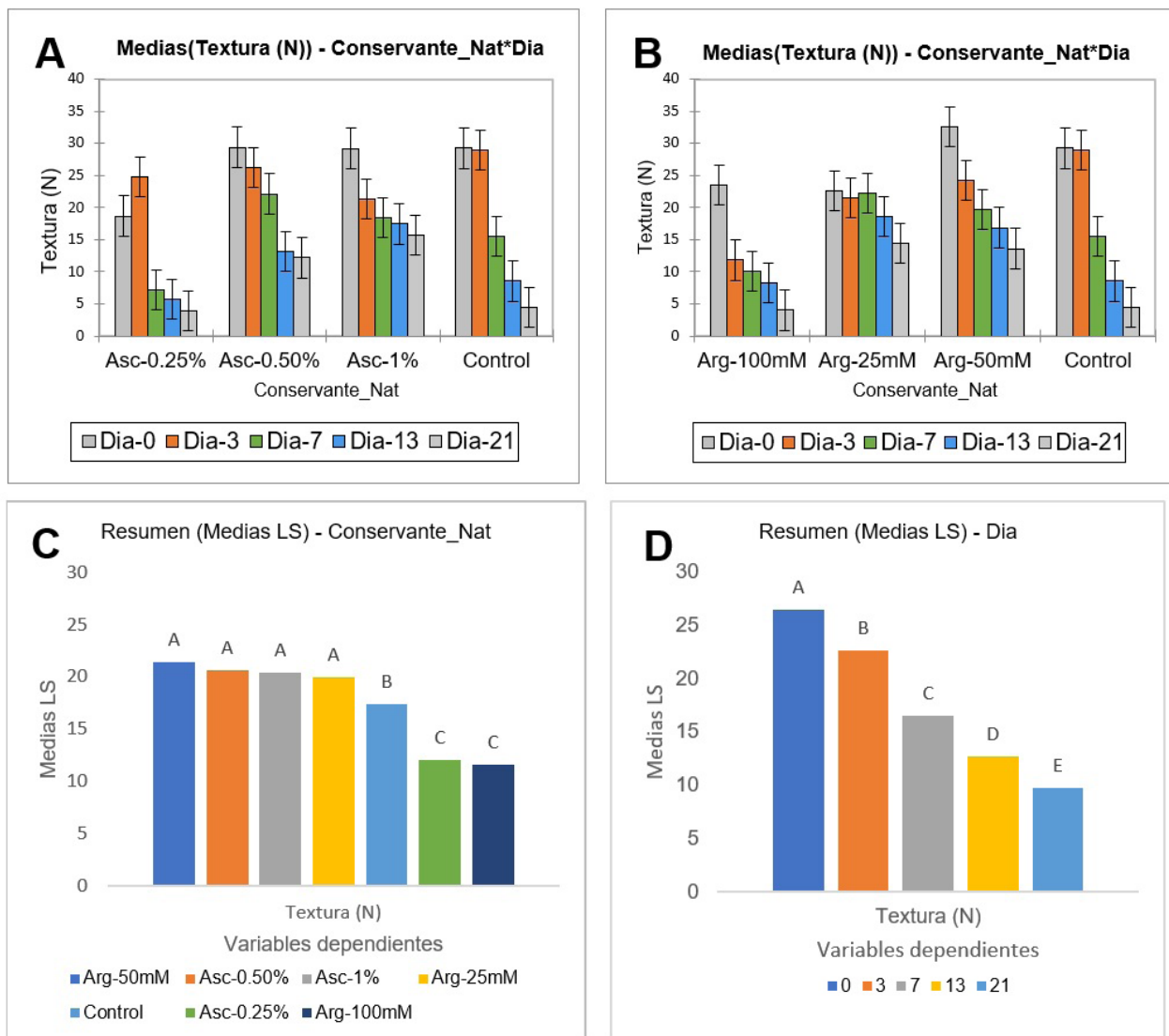


Figura 2

Efecto de las diferentes concentraciones de (A) Acido Ascórbico (Asc) y (B) L-Arginina (Arg) sobre la textura medida en Newtons (N) durante 0, 3, 7, 13 y 21 días de almacenamiento a 10 °C y 70 % HR. Valoración de medias estadísticamente significativas para los factores tipo de conservante (C) y Tiempo de almacenamiento (D)

Nota. Elaboración propia.

Los tratamientos Arg-50 mM, Asc-0,50 %, Asc-1 % y Arg-25 mM, lograron mantener la firmeza o textura de corte significativamente más alta en comparación con el tratamiento control (Figura 2C), aumentado la conservación en este parámetro fisicoquímico, principalmente en los tratamientos Asc-1 % y Asc 0,50 % hasta los 21 días de almacenamiento a 10 °C y 70 %. El ácido ascórbico logro mantener la textura

del mango de manera eficiente durante los 21 días de almacenamiento, posiblemente por el bajo efecto osmodeshidratante que tiene la sustancia, lo que ayuda a la retención de sólidos solubles; este mismo conservante actúa disminuyendo el pH lo cual podría inhibir a los microorganismos causantes de degradación de azúcares, carbohidratos y sólidos que componen la fruta (Salsamendi *et al.*, 2013).

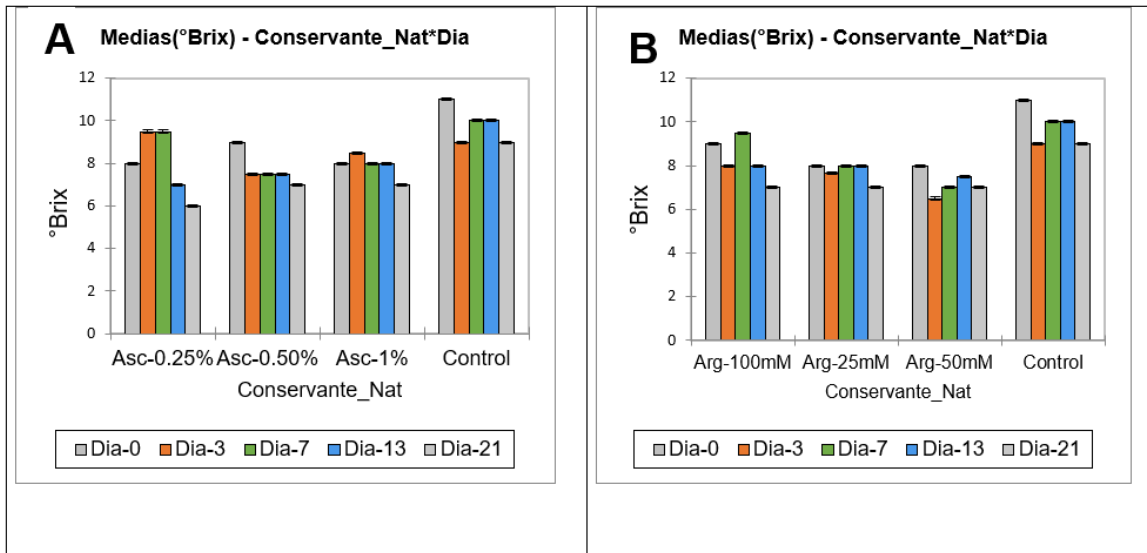


Figura 3

Efecto de las diferentes concentraciones de (A) Ácido Ascórbico (Asc) y (B) L-Arginina (Arg), en función de los °BRIX durante el tiempo de almacenamiento a 10 °C y 70 % HR

Nota. Elaboración propia.

Durante la evaluación del día 0 de almacenamiento se evidenció que los sólidos solubles (°Brix), disminuyeron en todos los tratamientos (8 - 9 °BRIX), con respecto al control que no fue sometido a ningún tipo de inmersión (11 °BRIX). Estos resultados concuerdan con lo reportado por Zapata y Montoya (2012) quienes evaluaron la misma variedad con igual grado de madurez de las muestras. Por otra parte, los tratamientos donde no se evidenció una variación alta en los sólidos solubles de la fruta correspondieron a: Asc-1 %, y Arg-25 mM (Figura 3A y 3B).

Respecto a la pérdida de grados BRIX en las muestras procesadas de mango, se considera relacionado con las diluciones en la materia prima ocasionadas durante el proceso de

inmersión, incorporando agua con conservantes naturales a la matriz y afectando los sólidos solubles de los tratamientos que fueron sumergidos en las soluciones durante 2 minutos. A pesar de la disminución de sólidos solubles en el producto, la incorporación de ácido ascórbico en la matriz no afectó la textura del producto en esos tratamientos. En el tratamiento control también hubo una pérdida de sólidos solubles durante el almacenamiento, lo cual pudo deberse al rompimiento de estructuras celulares por procesos metabólicos y formación de lixiviados (Salsamendi *et al.*, 2013). Este comportamiento difiere al mango entero durante su proceso de maduración postcosecha, ya que al ser un fruto climatérico continúa con los procesos de maduración y aumenta sus grados BRIX después de la cosecha (Villamizar *et al.*, 2019).

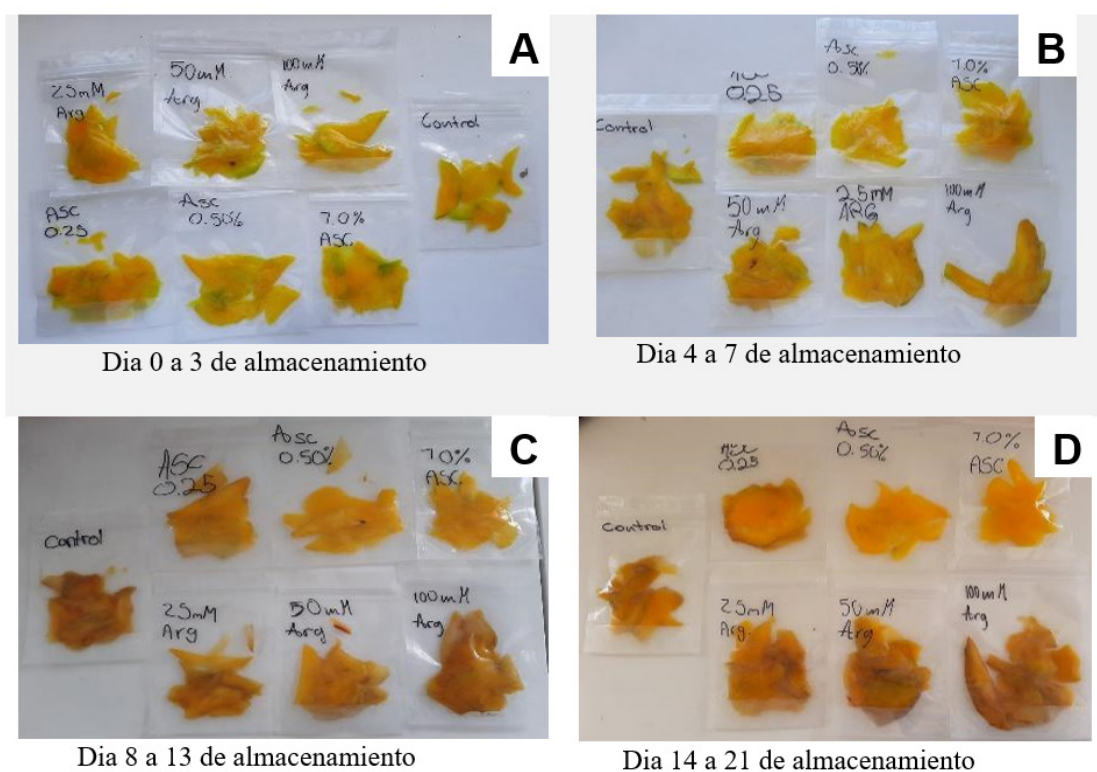


Figura 4

Esquema de Cambios de color en los 7 tratamientos evaluados, durante el almacenamiento del mango “Tommy Atkins” mínimamente procesado.

Nota. Elaboración propia.

Con respecto al color de los mangos mínimamente procesados, de manera visual se evidenció la conservación del color en los tratamientos Asc-1 % y Asc-0,50 %, durante los 21 días de almacenamiento que tardó el estudio (Figura 4D). El tratamiento Asc-0,25 % hasta los 13 días de almacenamiento logró mantener buenas características de color (Figura 4C), sin embargo, a los 21 días presenta coloración marrón y síntomas de oscurecimiento de la fruta en los bordes de las rodajas evaluadas. Por otra parte, evaluando los tratamientos con L-Arginina y su respectivo control, se evidenció una coloración marrón y lo que podría asociarse principalmente a los procesos de oxidación de la muestra analizada a partir de los 13 días de almacenamiento. Respecto a las propiedades de aroma y sabor el cambio fue notorio, lo cual se debe principalmente a la descomposición de los frutos (Figura 4C y D).

Durante el día 0 de almacenamiento los mangos mínimamente procesados mostraron en las coordenadas L* (blanco 100; negro 0) y

matices cromáticos a* (-a verde; + rojo) y b*(-b azul; + b Amarillo) un color de muestra amarillo claro por tener un valor de L* en 67,615 (mayor luminosidad) y valor positivo en b* de 56,352 (tonalidad amarilla). Al incrementar el tiempo de almacenamiento los valores de L* (luminosidad) y b* (amarillo) fueron disminuyendo de manera significativa ($p < 0,05$) (Figura 5 A y B)

Los tratamientos Arg-100 mM y Arg-50 mM fueron los que presentaron efectos significativos en el color ($p < 0,05$) con un cromático (C) o índice de saturación del color bajo a los 21 días de almacenamiento (Figura 5D). Los tratamientos de Ácido ascórbico, lograron mantener el color amarillo típico de esta variedad, sin diferencias estadísticamente significativas durante todo el estudio, en comparación con el tratamiento control (Figura 5C), esto puede deberse a que el ácido ascórbico es un compuesto eficiente en la inhibición del

pardeamiento enzimático reduciendo quinonas o componentes causantes del pardeamiento antes que reaccionen con el oxígeno para la

generación de pigmentos oscuros, en los frutos especialmente cortados (Salsamendi *et al.*, 2013).

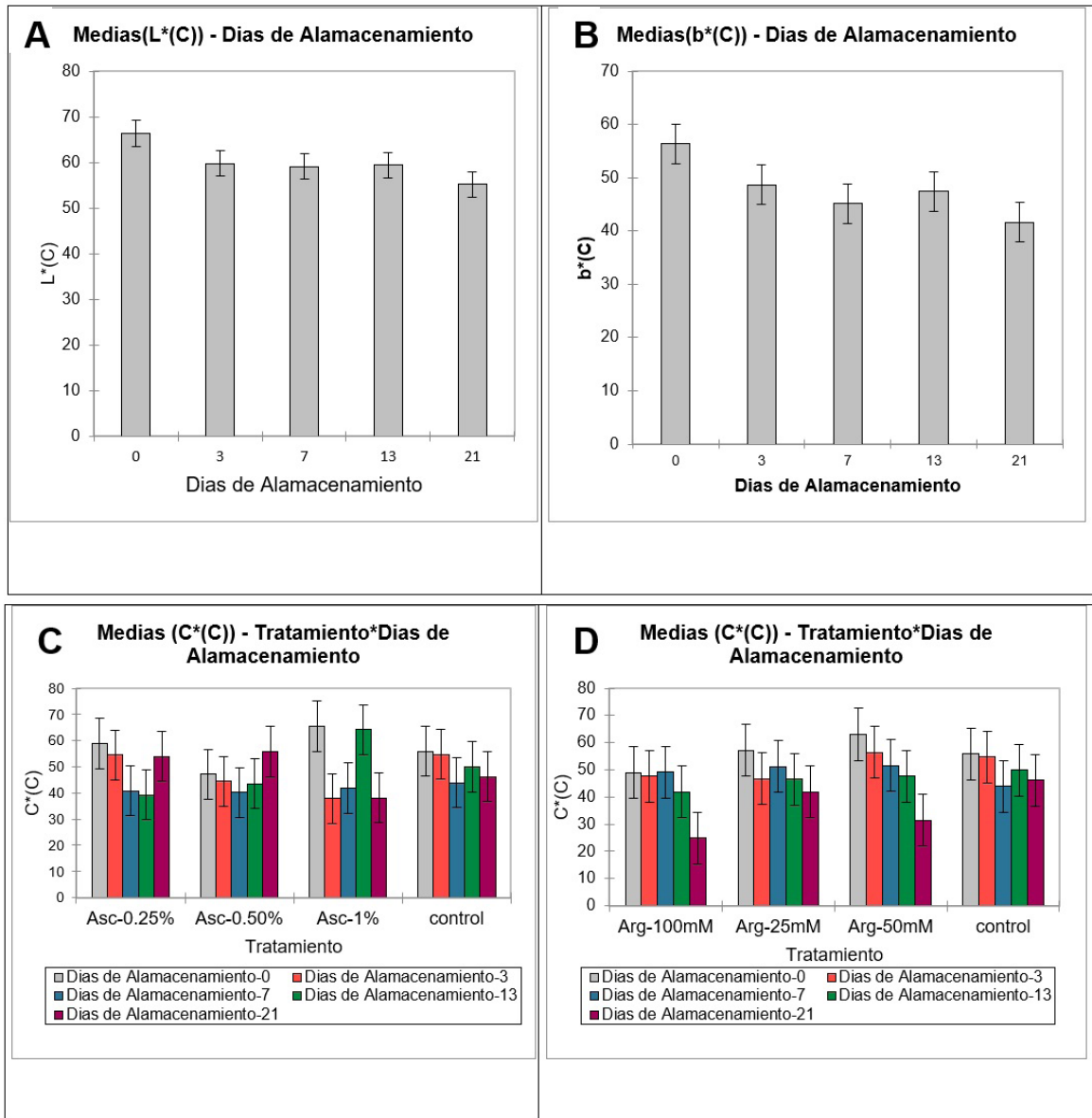


Figura 5

Valoración de medias estadísticamente significativas para el factor tiempo de almacenamiento sobre las coordenadas de color L^* (A) y b^* (B). Efecto de las diferentes concentraciones de Acido Ascórbico (Asc) (C) y L-Arginina (Arg) (D) en el croma o índice de saturación del color (C^*) en función del tiempo de almacenamiento a 10 A °C y 70 % HR del mango mínimamente procesado.

Nota. Elaboración propia.

Con el análisis de Delta E se observó al igual que en el índice de saturación, una disminución significativa de ΔE (ab) para la mayor concentración de L-Arginina (Arg-100 mM)

(Figura 6B), evidenciando que este aminoácido no inhibió los procesos de oscurecimiento de la fruta si no que por el contrario acelero su degradación. Esto difiere de los resultados

encontrados por Wills y Li (2016) para manzanas y lechuga mínimamente procesadas donde las concentraciones de 50 mM y 100 mM de L-arginina, aumentaron de manera respectiva, 15 veces y 2 veces más la vida útil de estos productos almacenados a 5 °C. De igual manera, evaluando de calidad postcosecha de la fresa entera, se obtuvo resultados satisfactorios con arginina a una concentración de 1 mM, sin embargo al mezclarla con L-arginina a 0,2 mM, la severidad de los daños en la fruta

aumentaron considerablemente (Shu *et al.*, 2020). Finalmente, cabe destacar la importancia de la evaluación de los conservantes naturales en diferentes materias primas, ya que las rutas de oxidación, trastornos o actividades metabólicas, así como las tasas de respiración de cada fruta, pueden afectar significativamente los procesos de degradación de los productos frescos o con mínimo proceso (Castellanos *et al.*, 2014; Meza, 2013; Rosas, 2011).

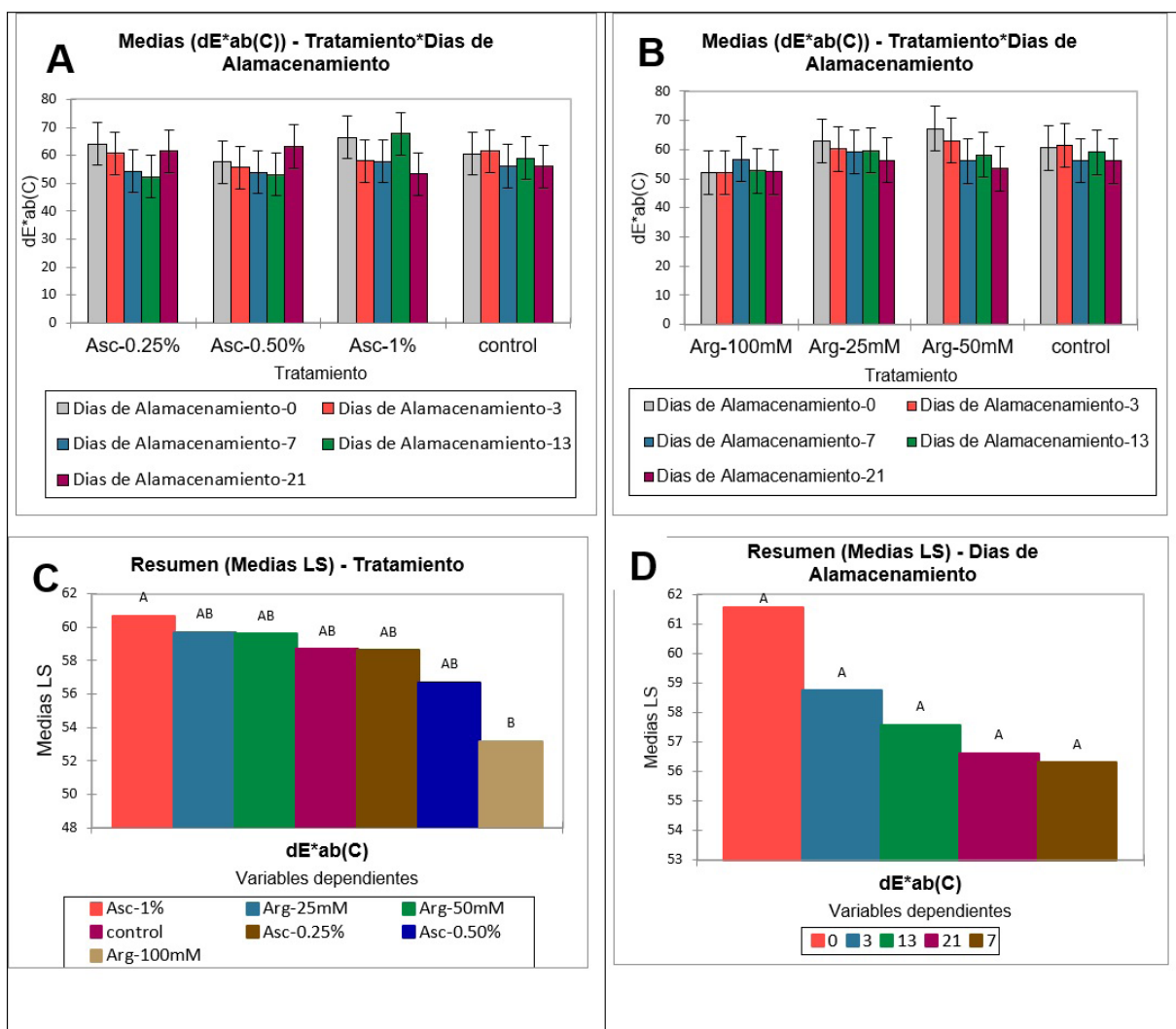


Figura 5

Efecto de las diferentes concentraciones de Ácido Ascórbico (Asc) (A) y L-Arginina (Arg) (B) en el Delta E o diferencia de color (ΔE) en función del tiempo de almacenamiento a 10 °C y 70 % HR del mango mínimamente procesado. Valoración de medias estadísticamente significativas para los factores tipo de conservante (C) y Tiempo de almacenamiento (D).

Nota. Elaboración propia.

Conclusiones

Los niveles de ácido ascórbico más efectivos para inhibir la pérdida de firmeza o textura de corte de mango “Tommy Atkins” mínimamente procesado, así como para controlar su pérdida de color corresponde a los tratamientos con Ácido ascórbico al 1 % y 0,50 %.

Para los tratamientos con la aplicación de diversas concentraciones de L-arginina, los efectos no fueron tan favorables en cuanto a prolongar la vida útil postcosecha del mango, ya que las mayores concentraciones de Arginina (50 mM y 100 mM), favorecieron la descomposición severa y cambios a nivel de coloración de este fruto procesado.

Se requiere seguir evaluando diferentes concentraciones de ácido ascórbico en torno a variables fisicoquímicas, sensoriales, funcionales y microbiológicas, ya que en este estudio la conservación de mango mínimamente procesado hasta los 21 días de almacenamiento fue positiva con este conservante natural.

Agradecimientos

El grupo de Semillero Tecnoacademia del Oriente Antioqueño TAO- Línea de Biotecnología, agradece a la Corporación de Investigación Agropecuaria AGROSAVIA por el préstamo de las instalaciones y equipos de laboratorio para todo el desarrollo y ejecución del estudio científico. Asimismo, al sistema de investigación del SENA, SENNOVA, otorgando a los estudiantes movilidad y financiamiento para el desarrollo de actividades experimentales.

Referencias

Agrupación Española de Servicios y Procesos Pós cosecha. [AGRUPOST]. (02 de 07 de 2020), Beneficios de los recubrimientos y tratamientos poscosecha en la reducción de las pérdidas y desperdicio

de alimentos. https://www.poscosecha.com/es/noticias/beneficios-de-los-recubrimientos-y-tratamientos-poscosecha-en-la-reduccion-de-las-perdidas-y-desperdicio-de-alimentos/_id:80943/

Alvarado M, J. R. y Moreno A, L. A. (2012), Acuerdo de Competitividad Cadena Productiva del Mango en Colombia, Bogotá: Cadena Productiva del mango. <https://sioc.minagricultura.gov.co/Mango/Normatividad/004%20-%20D.C.%20-%20Acuerdo%20Competitividad%20Cadena%20Mango.pdf>

Alvis, A., García, C., y Dussán, S. (2016). Cambios en la textura y color en mango (Tommy Atkins) presecado por deshidratación osmótica y microondas. *Información Tecnológica*, 27(2), 31–38. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642016000200005>

Association of Official Analytical Chemist [AOAC]. (1990). *Official Methods of Analysis, Section 954.10*. Washington D. C, USA. <https://law.resource.org/pub/us/cfr/ibr/002/aoac.methods.1.1990.pdf>

Báez, M., Crisosto, G., Contreras, R., Wilkins, K., y Crisosto, C. (2018). Entendiendo el Rol de la Madurez Fisiológica y las Condiciones de Envío en la Calidad de Llegada del Mango. *Centro de Investigación En Alimentación y Desarrollo, A.C. Unidad Culiacán*, 1–24.

Castellanos, D. A., Algecira, N. A., y Villota, C. P. (2014). Aspectos relevantes en el almacenamiento de banano en empaques con atmósferas modificadas. *Rev. Iber. Tecnología Postcosecha*, 12(2), 114–134. <http://www.redalyc.org/pdf/813/81320900002.pdf>

Dak, M., Verma, R., y Jaaffrey, S., (2007). Effect of temperature and concentration on rheological properties of “Kesar” mango juice. *Food Engineering*, 80(1), 1011–1015, doi: <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.08.011>

Meza, J. (2013). *Aplicación de hidrogenofriamiento y una cubierta de Polímero al melón cantaloupe para disminuir su tasa de respiración y actividad enzimática*. [Tesis de doctorado, Universidad Autónoma De Nuevo León]. Repositorio Universidad Autónoma de Nuevo León. <http://eprints.uanl.mx/3575/1/1080256802.pdf>

Oms-Oliu, G., (2008). *Alternativas de envasado de peras y melón frescos cortados en atmosfera modificada*. [Tesis, Universitat de Lleida]. Repositorio Universitat de Lleida. <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/8381/Tg001de1.pdf>

Pristijono, P., Scarlett, C. J., Bowyer, M. C., Vuong, Q. V., Stathopoulos, C. E., Jessup, A. J., & Golding, J. B. (2017). Use of low-pressure storage to improve the quality of tomatoes. *Journal of Horticultural Science and Biotechnology*, 92(6), 583–590. <https://doi.org/10.1080/014620316.2017.1301222>

Ramírez Quirama, J. D., Aristizábal Torres, I. D., y Restrepo Fernández, J. I. (2013), Conservación de mora de castilla mediante la aplicación de un recubrimiento comestible de gel de mucilago de penca de sábila. *Vitae*, 20(3), 172–183. <https://doi.org/10.17533/udea.vitae.13468>

Rodríguez, P., y Henao, J. (2016). Maduración del Aguacate (Persea Americana Mill. c.v Hass) y calidad de los Frutos. *Agronomía Colombiana*, I(1), 914–917. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb>

Rosas, C. (2011). Contenido de compuestos bioactivos y su contribución a la capacidad antioxidante durante la maduración de piña cv. "Esmeralda." In Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C. https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/179/1/Rosas_Dominguez_2011_MC.pdf

Salsamendi, M., Pórtela, G., y Ponzio, N. (2013). Efecto de distintas concentraciones de sacarosa, miel y ácido ascórbico en la calidad sensorial y microbiológica de una mezcla de frutas cortadas. *Revista de Ciencia y Tecnología*, (19), 35-44. Recuperado en 20 de Enero de 2023, de http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1851-75872013000100006&lng=es&tlng=es.

Shu, P., Min, D., Ai, W., Li, J., Zhou, J., Li, Z., Zhang, X., Shi, Z., Sun, Y., Jiang, Y., Li, F., Li, X., & Guo, Y. (2020). L-Arginine treatment attenuates postharvest decay and maintains quality of strawberry fruit by promoting nitric oxide synthase pathway. *Postharvest Biology and Technology*, 168 (June), 111253. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111253>

Villamizar-Vargas, R., Quiceno-Gómez, C., y Giraldo-Giraldo, G. (2019). Cambios fisicoquímicos durante la maduración del mango Tommy Atkins en la poscosecha. *Rev. U.D.C.A Act. & Div. Cient.* 22(1):e1159. <https://doi.org/10.31910/rudca.v22.n1.2019.1159>

Villanueva-Rodríguez, S. J. (2016). Introducción a la Tecnología del Mango. Primera Edición. (pp.1-13) Guadalajara: CIATEJ https://ciatej.mx/files/divulgacion/divulgacion_5a42c3f240411.pdf

Wills, R. B. H., & Li, Y. (2016). Use of arginine to inhibit browning on fresh cut apple and lettuce. *Postharvest Biology and Technology*, 113, 66–68. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.11.006>

Zapata, J. E., y Montoya, A. (2012). Deshidratación osmótica de láminas de mango cv. tommy atkins aplicando metodología de superficies de respuesta. *Rev. Fac. Nal. Agr. Medellín*, 65(1), 6507–6518. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/23803/1/ZapataJose_2012_icalaminasMangoMetodologiaSuperficiesRespuesta.pdf