

Calidad de frutos de pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) sometidos a diferentes recubrimientos durante el almacenamiento *

Javier Giovanni Álvarez-Herrera

Docente investigador, Grupo de Investigaciones Agrícolas (GIA) Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Uptc - Sede Tunja - Colombia
javier.alvarez@uptc.edu.co  <https://orcid.org/0000-0002-1737-6325>

Deisi Yohana Burgos-Chinome

Docente investigador Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Uptc - Sede Tunja - Colombia
dybch2145@gmail.com  <https://orcid.org/0000-0001-8629-8167>

Marilcen Jaime-Guerrero

Investigador, Grupo de Investigaciones Agrícolas (GIA) Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia - Uptc - Sede Tunja - Colombia
marilcen.jaime@uptc.edu.co  <https://orcid.org/0000-0003-4300-6800>

RESUMEN

PALABRAS CLAVE

Maduración; firmeza;
respiración; color;
recubrimiento

La pitahaya amarilla es susceptible a los daños mecánicos durante la vida en anaquel, lo que genera pérdidas económicas considerables, las cuales se pueden mitigar a través de la aplicación de ceras. Por lo anterior, se evaluó el efecto de recubrimientos comestibles en la calidad poscosecha de frutos de pitahaya amarilla con el fin de mantener la calidad por más tiempo. Se empleó un diseño de tres tratamientos completamente aleatorizados (cerabrix, cera natural y testigo sin aplicación). Las aplicaciones de ceras en los frutos de pitahaya disminuyeron la pérdida de masa (PM) en promedio en un 21% durante el almacenamiento, especialmente el recubrimiento con cerabrix. La firmeza de los frutos disminuyó drásticamente a partir de los seis días después de cosecha (ddc), al pasar de 51,2 a 7,3 N. Durante la poscosecha, los frutos de pitahaya mostraron un aumento en la intensidad respiratoria (IR) al pasar de 10,48 a 26,35 mg.kg⁻¹.h⁻¹ de CO₂, además, el pH aumentó de 4,13 a 5,17, mientras que los sólidos solubles totales (SST), la acidez total titulable (ATT) y la relación de madurez (RM) disminuyeron, no obstante, la aplicación de cerabrix mantuvo los valores más bajos de sólidos solubles totales (SST). Los frutos con aplicación de recubrimiento comestible presentaron al final del almacenamiento menores valores de luminosidad (L* = 62,6) con una tonalidad más oscura que los frutos sin aplicación (L* = 66,4), los cuales mantuvieron el color amarillo característico de la pitahaya. La aplicación de recubrimientos comestibles no afectó las características organolépticas de los frutos de pitahaya.

Recibido: 07/02/2022 Aceptado: 30/08/2022

* Este es un artículo Open Access bajo la licencia BY-NC-SA (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Cómo citar este artículo: ÁLVAREZ-HERRERA, Javier Giovanni; BURGOS-CHINOME, Deisi Yohana; JAIME-GUERRERO, Marilcen. Calidad de frutos de pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) sometidos a diferentes recubrimientos durante el almacenamiento. *En*: Entramado. Enero - Junio, 2023 vol. 19, no. 1, e-8507 p. 1-12 <https://doi.org/10.18041/1900-3803/entramado.1.8507>



Quality of pitahaya fruits (*Selenicereus megalanthus* Haw.) subjected to different coatings during storage

ABSTRACT

KEYWORDS

Ripening; firmness; respiration; color; coatings

Yellow pitahaya is very susceptible to mechanical damage during shelf life, which generates considerable economic losses, which can be mitigated through the application of coats. Therefore, the effect of edible coatings on the postharvest quality of yellow pitahaya fruits was evaluated in order to maintain quality for longer. A completely randomized three-treatment design was used (cerabrix, natural wax and control without application) was used. Wax applications in pitahaya fruits decreased PM by an average of 21% during storage, especially the cerabrix coating. The firmness of the fruits decreased drastically from six days after harvest, when going from 51.2 to 7.3 N. During the postharvest, the pitahaya fruits showed an increase in IR when going from 10.48 to 26.35 mg.kg⁻¹.h⁻¹ of CO₂, in addition, the pH increased from 4.13 to 5.17, while the TSS, TTA and MI decreased, however, the application of cerabrix maintained the lowest values of TSS. Fruits with edible coating application showed lower luminosity values at the end of storage (L* = 62.6) with a darker hue than fruits without application (L* = 66.4), which maintained the characteristic yellow color of the pitahaya. The application of edible coatings did not affect the organoleptic characteristics of pitahaya fruits.

Qualidade de frutos de pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) sujeitos a diferentes revestimentos durante o armazenamento

RESUMO

PALAVRAS-CHAVE

Amadurecimento; firmeza; respirando; cor; revestimentos

A pitáia amarela é muito suscetível a danos mecânicos durante a vida de prateleira, o que gera perdas econômicas consideráveis, que podem ser mitigadas com a aplicação de demãos. Portanto, avaliou-se o efeito de revestimentos comestíveis na qualidade pós-colheita de frutos de pitáia amarela, a fim de manter a qualidade por mais tempo. Um desenho de três tratamentos completamente randomizado foi usado. (cerabrix, cera natural e controle sem aplicação). A aplicação de cera em frutos de pitáia reduziu o PM em média 21% durante o armazenamento, principalmente o revestimento de cerabrix. A firmeza dos frutos diminuiu drasticamente após seis dias após a colheita, ao passar de 51,2 para 7,3 N. Durante a pós-colheita, os frutos de pitáia apresentaram aumento da IR ao passar de 10,48 para 26,35 mg.kg⁻¹.h⁻¹ de CO₂, além disso, o pH aumentou de 4,13 para 5,17, enquanto o TSS, TTA e MI diminuíram, porém, a aplicação de cerabrix manteve os menores valores de TSS. Frutos com aplicação de revestimento comestível apresentaram menores valores de luminosidade ao final do armazenamento (L* = 62,6) com tonalidade mais escura do que frutos sem aplicação (L* = 66,4), que mantiveram a coloração amarela característica da pitáia. A aplicação de coberturas comestíveis não afetou as características organolépticas dos frutos de pitáia.

I. Introducción

El fruto de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.) o fruta del dragón presenta gran demanda en el mercado. Este tiene un comportamiento climatérico cuando el estado de madurez es superior al 70% respecto a su corteza, no obstante, está catalogado como un fruto exótico no climatérico debido al grado de madurez en el que es cosechado ([Vásquez-Castillo, Aguilar, Vilaplana, Viteri, Viera y Valencia-Chamorro, 2016](#)). Este fruto presenta un alto valor nutricional ya que se destaca por sus altos contenidos de sustancias bioactivas, como polifenoles, antioxidantes y ácido ascórbico, que lo catalogan como un fruto con grandes propiedades nutraceuticas, las cuales benefician el cuidado de la salud y fortalecen el sistema inmune ([Quispe, Chávez, Medina-Pizzali, Loayza y Apumayta, 2021](#)). Además, el fruto es dulce y contiene colorantes naturales debido a la alta concentración de betalainas, dentro de las que se destacan las β -xantinas que proporcionan coloraciones amarillas y las β -cianinas que brindan tonalidades rojas, y son capaces de absorber radiaciones en el rango visible entre 476 a 600 nm, estas sustancias, tienen la capacidad de eliminar radicales libres y antioxidantes ([Ibrahim, Mohamed, Khedr, Zayed y El-kholy, 2018](#); [Verona-Ruiz, Urcia-Cerna y Paucar-Menacho, 2020](#); [García-Cruz, Salinas-Moreno y Valle-Guadarrama, 2012](#)).

En Colombia, para el año 2019, el cultivo de pitahaya tuvo un área sembrada de 1.546 ha con una producción anual de 15.171 t y un rendimiento de 9,81 t.ha⁻¹ mostrando una disminución del 6,7% frente al año 2018. Los departamentos que se destacan por el mayor rendimiento son en su orden, Huila, Santander y Boyacá respectivamente ([Agronet, 2021](#)). Este cultivo surge como una nueva alternativa de producción agrícola y tiene un desarrollo adecuado entre los 600 a 1.900 m s.n.m con temperaturas anuales promedio de 18 a 25 °C y precipitaciones de 1.200 a 2.500 mm, no obstante, cabe resaltar que las plantas de pitahaya son resistentes a la sequía ([Vásquez-Castillo et al., 2016](#)).

La maduración fisiológica de los frutos se presenta entre los 25 y 31 días después de la apertura floral, a su vez, estos presentan durante la maduración incrementos en los contenidos de sólidos solubles totales y azúcares reductores, mientras que las concentraciones de acidez disminuyen debido a que se reduce las cantidades de ácido ascórbico y el ácido málico ([Montesinos, Rodríguez-Larramendi, Ortiz-Pérez, Fonseca-Flores, Ruiz y Guevara-Hernández, 2015](#)). [Fan, Huber, Su, Hu, Gao, Li, Shi y Zhang \(2018\)](#) encontraron una disminución en los valores de la firmeza de hasta un 32% durante el almacenamiento y aumentos acelerados en la intensidad respiratoria (IR) ocasionados probablemente por el consumo de carbohidratos y ácidos orgánicos.

Una de las alternativas para disminuir la pérdida de calidad en la poscosecha es la aplicación de recubrimientos o ceras protectoras, las cuales permiten alargar la vida en anaquel de los frutos ya que reducen la pérdida de agua producto de la transpiración, debido a que actúan como barrera ante el intercambio gaseoso ([Razali, Sargent, Sims, Brecht, Berry y Cheng, 2021](#)). La pérdida de masa del fruto y la reducción de la turgencia celular podrían ocurrir debido a que las ceras protectoras naturales del fruto de pitahaya se pierden con facilidad debido a la manipulación durante la cosecha y el almacenamiento, por lo que los frutos disminuyen la calidad y acortan su vida útil, y una vez cosechados sufren un gran deterioro, el cual afecta negativamente las características organolépticas y los frutos pasan a tener poca aceptación por los consumidores ([Wu, Zhou, Zhang, Li, Jiang, Gao y Yun, 2020](#)).

Por lo anterior, el objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de diferentes encerados bajo condiciones de almacenamiento a temperatura ambiente, con el fin de preservar la vida útil de frutos de pitahaya durante la vida en anaquel y así mantener su calidad en poscosecha por más tiempo.

2. Materiales y métodos

Esta investigación se desarrolló en el laboratorio de Fisiología Vegetal adscrito a la Facultad de Ciencias Agropecuarias de la Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia (Boyacá, Colombia). Los frutos utilizados fueron cosechados de un cultivo comercial ubicado en el municipio de Miraflores Boyacá, vereda 'La Rusa', en la finca 'Las Guacamayas', ubicada a 1.432 m s.n.m., con latitud 5°23'N y una longitud de 73°19'W, en donde se presenta una pluviosidad que oscila entre 1.600 y 1.700 mm al año. Según el sistema municipal de áreas protegidas ([SIMAP, 2015](#)), las temperaturas oscilan entre los 17 y 32°C, mientras que la humedad relativa varía del 83,6% al 91%, con un promedio del 87,7%.

Los frutos fueron recolectados en grado dos de madurez (estado pintón) de acuerdo a la norma 3554 del Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación ([Icontec, 1996](#)). Se utilizó un diseño completamente aleatorizado con

tres tratamientos, cera natural (densidad de 1,076 g.cm⁻³), cerabrix para piña (densidad de 1,025 g.cm⁻³) y un control sin la aplicación de cera. Las ceras aplicadas son de tipo comercial. Cada tratamiento tuvo seis repeticiones que conformaron 18 unidades experimentales (UE), cada UE estuvo compuesta por 20 frutos.

Las variables determinadas fueron, pérdida de masa (PM), la cual se estableció en una balanza Acculab VIC 612 de 0,01 g de precisión (Sartorius Spain S.A., Madrid). Para la medición de firmeza de los frutos de pitahaya, se empleó un penetrómetro PCE-PTR200 (PCE Ibérica, España) con precisión de 0,05 N. Mediante un refractómetro HI 96803 (Hanna Instruments, Woonsocket, RI) con rango de 0% a 85% y aproximación de 0,1°Brix se determinaron los sólidos solubles totales (SST). La acidez total titulable (ATT) se halló con la medida de cantidad de NaOH añadido en 5 g de jugo y llevado con agua destilada a 50 ml, luego se agregó 5 gotas de fenofaleína hasta pH de 8,2 y luego se expresó el equivalente en gramos de ácido cítrico por ml de jugo de fruto acorde a [Rodríguez, Patiño, Lasprilla, Fischer y Galvis \(2005\)](#). El pH de 5 ml de jugo se determinó en un potenciómetro digital HI 8424 (Hanna Instruments, Woonsocket, RI) con previa calibración mediante una solución buffer de pH 4,0 y 7,0. El índice de madurez (IM) se estableció por medio de la relación SST/ATT.

La intensidad respiratoria (IR) se calculó tomando 300 g de frutos (equivalente a dos frutos) que fueron colocados en una cámara hermética con capacidad de 2 L SEE BC-2000 (Vernier Software & Technology, OR, USA), y después se midió la concentración de CO₂ por medio del sensor infrarrojo VER CO₂-BTA que cuantifica el CO₂ (Vernier Software & Technology, OR, USA) a través de la interfase LabQuest2 (Vernier Software & Technology, OR, USA). Durante 5 minutos, cada 4 segundos se tomaron los datos de CO₂ y con estos valores se halló la pendiente, que permitió obtener la IR medida en mg.kg⁻¹.h⁻¹ de CO₂.

Mediante un colorímetro digital PCE-RGB (PCE-Ibérica, España) se midió el color de la piel de los frutos (epidermis) y con la aplicación Open-RGB se realizó la transformación a la escala CIELab, con el fin de establecer los valores de L*, a* y b*. Luego se calculó el índice de color (IC), mediante la ecuación (1) empleada por [Álvarez-Herrera, Deaquiz y Rozo-Romero \(2021\)](#).

$$IC = \frac{1000a^*}{L^*b^*} \quad (1)$$

Para el análisis de los datos, se llevó a cabo una prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, con el fin de eliminar datos atípicos, luego se realizó un análisis de varianza (Anova) para establecer las diferencias entre tratamientos y finalmente, se hizo la prueba de diferencias mínimas significativas (DMS) ($P \leq 0,05$) con la cual se clasificaron los tratamientos. Se empleó el software SAS v 9.2e (Sas Institute Inc., Cary, NC).

3. Resultados y Discusión

Pérdida de masa acumulada (PM)

Se observó un incremento en la PM conforme avanzaron las mediciones en el tiempo ([Figura 1](#)). El testigo con 33,2% y una pérdida diaria promedio de 2,21% obtuvo los mayores valores de PM, seguido de los frutos con aplicación de cera natural (2,01% por día). Hacia los 15 días después de cosecha (ddc) se presentaron diferencias estadísticas significativas entre el control y el tratamiento con cerabrix, estos últimos tuvieron la menor PM con un valor de 24,63% y un promedio de 1,64% de pérdida diaria de masa, similar a los valores obtenidos por [Utama, Setiawan y Fajri \(2020\)](#) de 1,47% en promedio de PM diaria para los tratamientos control y con aplicaciones de aceites esenciales de vainilla.

En general, se observó que la aplicación de cera en frutos de pitahaya disminuyó la PM, lo cual es similar a lo encontrado por [García-Cruz, Guerra-Ramírez, Martínez-Damián, Zuleta-Prada y Valle-Guadarrama \(2021\)](#) en *Stenocereus pruinosus* Otto ex Pfeiff. al aplicar goma guar, así mismo, [Utama et al. \(2020\)](#) en *Hylocereus polyrhizus* observó que, a los tres días de almacenamiento, la aplicación de aceites esenciales generó una menor PM. Del mismo modo, [Hernández-Valencia, Román-Guerrero, Aguilar-Santamaría, Cira y Shirai \(2019\)](#) en *S. pruinosus* tuvo pérdidas promedio diarias de 0,29% cuando aplicó ceras y emulsiones, comparadas con los valores de 0,42% de pérdida diaria que tuvieron los frutos del tratamiento control almacenados a 10°C. Cabe resaltar, que los frutos del presente estudio fueron cosechados directamente en finca y llevados al laboratorio en donde fueron almacenados a temperatura ambiente (18°C) para las mediciones poscosecha, mientras que, en los estudios reportados anteriormente, los frutos estaban sometidos a almacenamiento refrigerado, lo que explica los mayores valores de PM obtenidos.

Al respecto, es sabido que el uso de recubrimientos comestibles de cera disminuye la PM en los frutos, debido a que estas reducen el déficit de presión de vapor y el intercambio de gases entre el fruto y el ambiente que lo rodea, ya que la cera al actuar como una cubierta externa, impide la transpiración a través de los poros de la epidermis, lo cual genera que la pérdida de agua en los tejidos se reduzca (Sañudo-Barajas, Lipan, Cano-Lamadrid, Vélez, Noguera-Artiaga, Sánchez-Rodríguez, Carbonell-Barrachina y Hernández, 2019).

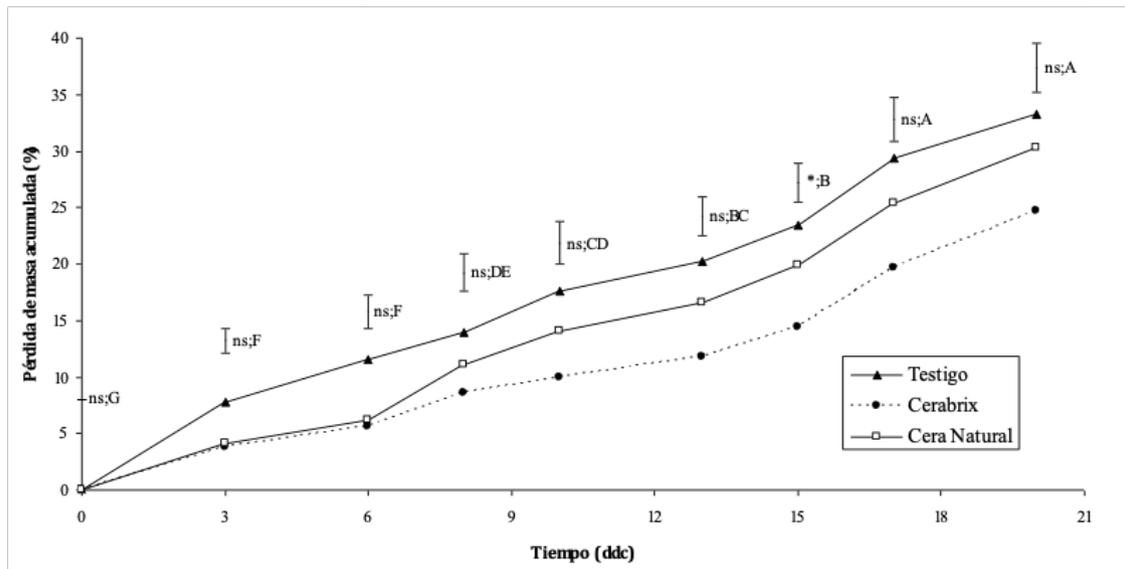


Figura 1. Pérdida de masa acumulada en frutos de pitahaya amarilla con aplicación de diferentes ceras comestibles. ns: no significativo, * y ** indican efecto significativo de acuerdo con el Anova ($P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$, respectivamente) entre tratamientos antes del punto y coma y entre las mediciones en el tiempo después del punto y coma de acuerdo a la prueba de DMS ($P \leq 0,05$). Las barras verticales indican el error estándar ($n = 9$).

Fuente: Los autores

Firmeza

La aplicación de ceras en los frutos de pitahaya no afectó de forma significativa la firmeza respecto al tratamiento control, lo cual es similar a lo reportado en *S. pruinosa* (Hernández-Valencia *et al.*, 2019; García Cruz *et al.*, 2021) y en pitahaya roja (*Hylocereus costaricensis*) (Razali *et al.*, 2021). Así mismo, Utama *et al.* (2020) encontraron que durante los primeros seis días de almacenamiento, la firmeza de los frutos de pitahaya roja (*H. polyrhizus*) no se vio afectada por los recubrimientos, y que solo hasta los nueve ddc se presentaron diferencias significativas explicadas por el inicio de la senescencia, aunado al efecto de las ceras, ya que estas reducen la transmisividad de la superficie de la fruta al actuar como una barrera ante el flujo de oxígeno, la cual retarda los procesos respiratorios y ralentiza la degradación de los almidones y carbohidratos estructurales, así como también reduce la pérdida de agua generada por la transpiración (Razali *et al.*, 2021). Al respecto, es sabido el efecto de los recubrimientos comestibles, ya que mantienen la firmeza por más tiempo debido a que modifican la atmósfera interna de los frutos, por lo que frutos sin aplicación de recubrimiento tendrán menor firmeza (Pellá, Silva, Pellá, M., Beneton, Caetano, Simões y Dragunski, 2020).

A los seis ddc inició una drástica caída en la firmeza al pasar de 49,31 a 4,66 N a los 13 ddc, en el que los frutos con aplicación con cera natural fueron los menos firmes (Figura 2). Estos valores son superiores respecto a los observados por Razali *et al.* (2021), Rosas-Benítez, Trujillo-Cárdenas, Valle-Guadarrama, Salinas-Moreno y García-Cruz (2016) y García-Cruz, Valle-Guadarrama, Salinas-Moreno y Luna-Morales (2016) de 2,94, 2 y 2,3 N, respectivamente. Las diferencias en los valores pueden estar dadas por los equipos de medición empleados o también podrían ser explicadas debido a que la pitahaya amarilla podría tener mayor firmeza que las pitahayas evaluadas por los autores mencionados, así mismo es probable, que los frutos empleados en el presente estudio tuvieran un menor grado de madurez, por lo tanto, mayor dureza.

Al finalizar la poscosecha, a los 20 ddc la degradación de la firmeza fue similar independientemente de los tratamientos, lo cual implica el comienzo de la senescencia, probablemente relacionada con la sobremanipulación que conlleva a daños

mecánicos en los tratamientos cuyos frutos reciben la aplicación de las ceras, lo que acelera la intensidad respiratoria y aumenta la conversión de almidón en azúcares simples, así mismo, es probable que se presente un aumento en la actividad de enzimas como la pectinmetilesterasa (PME) y la poligalacturonasa (Sañudo-Barajas et al., 2019), que conllevan a la pérdida de firmeza homogénea en todos los tratamientos.

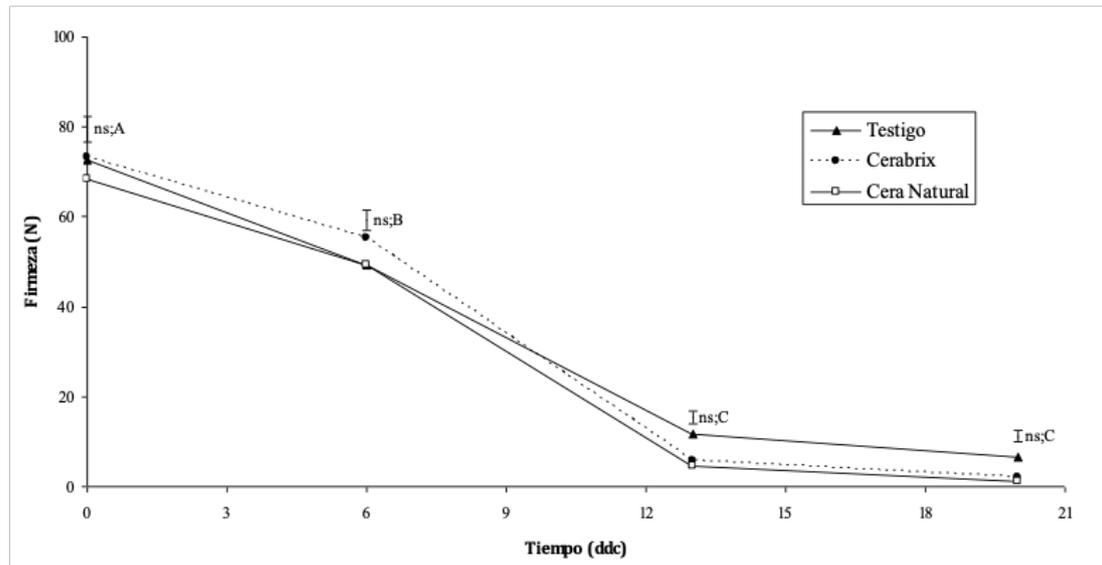


Figura 2. Firmeza de frutos de pitahaya amarilla con aplicación de diferentes ceras comestibles. ns: no significativo, * y ** indican efecto significativo de acuerdo con el Anova ($P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$, respectivamente) entre tratamientos antes del punto y coma y entre las mediciones en el tiempo después del punto y coma de acuerdo a la prueba de DMS ($P \leq 0,05$). Las barras verticales indican el error estándar ($n = 9$).

Fuente: Los autores

Intensidad respiratoria (IR)

No se obtuvieron diferencias estadísticas significativas en la IR de los frutos de pitahaya sometidos a diferentes aplicaciones de cera (Figura 3), sin embargo, Botton, Tonutti y Ruperti (2019) menciona que el uso de ceras disminuye la respiración y la producción de etileno de los frutos, lo que retarda la oxidación enzimática y la senescencia. La IR tuvo un promedio general durante todas las mediciones de $15,37 \pm 1,19$ similar al promedio de $12 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ de CO_2 obtenido por Rosas-Benítez et al. (2016) y de $19,5 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ de CO_2 encontrado por Ba, Cao, Ji, Ma, Wang y Luo (2021).

Durante la poscosecha se observó un aumento constante de la IR desde los seis ddc ($11,03 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ de CO_2) hasta el final del almacenamiento a los 20 ddc ($26,35 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ de CO_2), comportamiento similar en todos los tratamientos y que contrasta con la disminución de la IR reportada por Ba et al. (2021) en *H. undatus*. No obstante, estos valores son similares a los reportados por García-Cruz et al. (2016) de 24 y $28 \text{ mg.kg}^{-1}.\text{h}^{-1}$ de CO_2 , para frutos de pitahaya de pulpa roja y naranja almacenados a temperatura ambiente, respectivamente.

pH

Solo se tuvieron diferencias estadísticas significativas entre los tratamientos para el pH a los 13 ddc. Los frutos con aplicación de recubrimiento mostraron mayor valor (5,07) en promedio con respecto al testigo (4,8) (Tabla 1). Estos valores son similares a los encontrados por García-Cruz et al. (2021) y Hernández-Valencia et al. (2019) de 5,56 y de 5 a 5,9 durante la poscosecha, respectivamente, en *S. pruinosis*.

El pH mostró un aumento constante y progresivo en la poscosecha, con valores que variaron de 4,13 y hasta 5,17, lo cual concuerda al comportamiento reportado por García-Cruz et al. (2016) para frutos de pitahaya con pulpa roja y naranja cuyos valores oscilaron en la poscosecha de 5,7 a 5,8 y de 4,19 a 4,39, respectivamente. Sin embargo, García y Robayo (2008) obtuvieron para pitahaya verde y pintona valores de 4,05 y 3,99, respectivamente, aunque se apreció que en el almacenamiento éste parámetro fue aumentando.

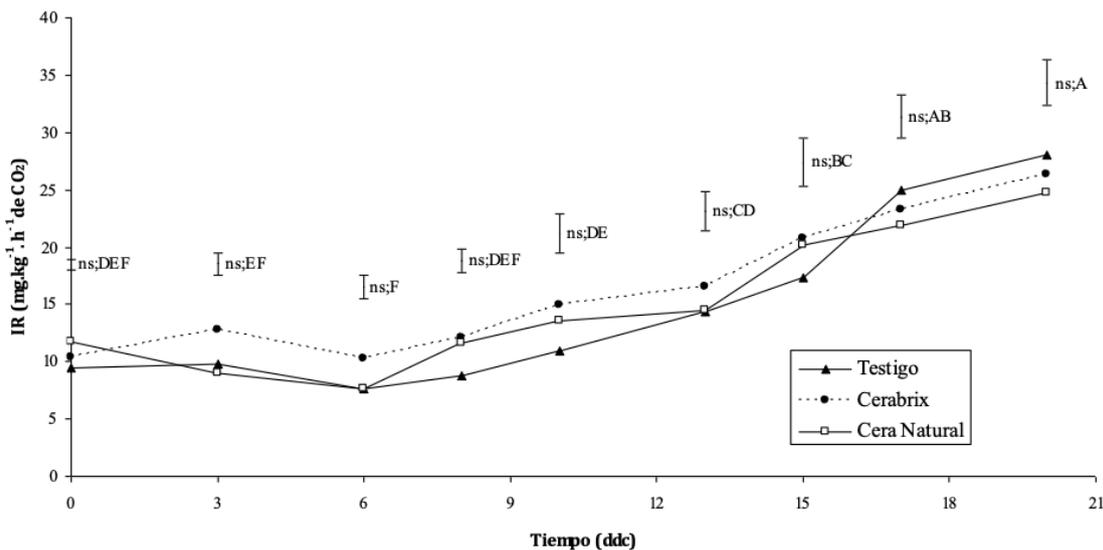


Figura 3. Intensidad respiratoria en frutos de pitahaya amarilla con aplicación de diferentes ceras comestibles. ns: no significativo, * y ** indican efecto significativo de acuerdo con el Anova ($P \leq 0,05$ y $P \leq 0,01$, respectivamente) entre tratamientos antes del punto y coma y entre las mediciones en el tiempo después del punto y coma de acuerdo a la prueba de DMS ($P \leq 0,05$). Las barras verticales indican el error estándar (n = 9).

Fuente: Los autores

Tabla 1.

Parámetros fisicoquímicos (pH, SST, ATT, RM) evaluados en frutos de pitahaya amarilla, sometidos a diferentes recubrimientos comestibles durante el periodo poscosecha.

Variable	ddc	Tratamientos		
		Testigo	Cerabrix	Cera natural
pH	0	4,44±0,02 ^{A;a}	4,31±0,02 ^{B;b}	4,41±0,01 ^{A;b}
	6	4,49±0,01 ^{A;a}	4,59±0,05 ^{A;b}	4,44±0,09 ^{A;b}
	13	4,67±0,09 ^{B;a}	5,08±0,19 ^{AB;a}	5,17±0,07 ^{A;a}
	20	4,80±0,25 ^{A;a}	5,04±0,15 ^{A;a}	5,10±0,13 ^{A;a}
SST	0	18,97±0,15 ^{AB;a}	18,53±0,20 ^{B;a}	20,00±0,49 ^{A;a}
	6	18,03±0,30 ^{A;a}	16,87±0,44 ^{B;a}	18,33±0,20 ^{A;b}
	13	14,47±0,33 ^{A;b}	12,17±0,91 ^{B;b}	13,90±0,35 ^{AB;c}
	20	14,53±1,33 ^{A;b}	11,23±2,25 ^{A;b}	14,53±0,09 ^{A;c}
ATT	0	1,16±0,19 ^{A;a}	0,89±0,04 ^{A;a}	1,23±0,15 ^{A;a}
	6	0,25±0,02 ^{A;b}	0,29±0,02 ^{A;b}	0,28±0,01 ^{A;c}
	13	0,80±0,10 ^{A;a}	0,88±0,11 ^{A;a}	0,62±0,16 ^{A;bc}
	20	0,79±0,09 ^{A;a}	0,68±0,09 ^{A;a}	0,72±0,01 ^{A;b}
IM	0	17,21±2,52 ^{A;b}	20,86±1,23 ^{A;b}	16,60±1,45 ^{A;b}
	6	73,06±6,01 ^{A;a}	59,32±4,21 ^{B;a}	65,21±3,01 ^{AB;a}
	13	18,60±2,37 ^{AB;b}	14,34±2,35 ^{B;b}	25,76±6,26 ^{A;b}
	20	19,31±3,58 ^{A;b}	16,28±1,15 ^{A;b}	20,07±0,10 ^{A;b}

ddc: días después de cosecha; pH: potencial de hidrogeno; SST: sólidos solubles totales; ATT: acidez total titulable; IM: índice de madurez. Promedios con letras mayúsculas diferentes en la misma fila indican diferencias significativas entre tratamientos; letras minúsculas diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas en el tiempo para cada tratamiento de acuerdo con la prueba de DMS ($P \leq 0,05$).

Fuente: Los autores

Sólidos solubles totales (SST)

Los frutos de pitahaya tratados con cerabrix tuvieron menores valores de SST durante el almacenamiento y mostraron diferencias significativas con respecto a los demás tratamientos en la poscosecha, a excepción de la medición a los 20 ddc

(Tabla 1), probablemente, por la variabilidad producida debido al deterioro de los frutos. En contraste, [Razali et al. \(2021\)](#) mencionan que la adición de ceras no afectó el contenido de SST en pitahaya roja (*H. costaricensis*).

Los SST de los frutos de pitahaya tuvieron un comportamiento descendente al pasar de 19,16 a 13,43°Brix durante el almacenamiento, comportamiento similar al reportado por [Utama et al. \(2020\)](#) quienes obtuvieron datos desde 16,1 y hasta los 13,4°Brix para pitahaya roja (*Hylocereus polyrhizus*). Esta disminución durante la vida poscosecha del fruto en los SST de la pitahaya amarilla también fue observada por [Deaquiz, Álvarez-Herrera y Fischer \(2014\)](#), lo que es atribuido a la síntesis de ácidos orgánicos producto de la degradación de los hidratos de carbono ([Vázquez-Castillo et al. 2016](#)). Por otro lado, debido a la naturaleza no climatérica del fruto de pitahaya, es probable que los valores de SST tiendan a permanecer constantes ([García-Cruz et al., 2021](#)), similar a lo reportado para *S. pruinosus* por [Hernández-Valencia et al. \(2019\)](#), quienes encontraron leves fluctuaciones entre 10 y 12,5°Brix durante el almacenamiento.

Acidez total titulable (ATT)

La ATT de los frutos no mostró diferencias estadísticas significativas entre tratamientos durante el periodo de almacenamiento (Tabla 1), acorde a lo encontrado por [Hernández-Valencia et al. \(2019\)](#). Contrario a lo anterior, [Miranda, Alvis y Arrazola \(2014\)](#) afirman que la ATT en los frutos presenta un comportamiento ascendente los días de poscosecha; lo que se atribuye tal vez a la síntesis de ácido D-galacturónico, producto de la degradación de sustancias pécticas, ya que la fase de maduración del fruto es caracterizada por tener una alta actividad metabólica, en la que, los ácidos provenientes del ciclo de Krebs constituyen una gran reserva de energía en el fruto. Por esta razón, los ácidos orgánicos liberados en estos procesos aumentan la ATT, situación que no ocurre cuando los frutos han sido encerados acorde a [Pellá et al. \(2020\)](#) quienes reportan que al final de la poscosecha, los valores de ATT en los frutos encerados fueron menores que los del tratamiento testigo.

La ATT fue disminuyendo conforme avanzó el periodo poscosecha al pasar de 1,09% a 0,73%, acorde a lo apreciado por [Deaquiz et al. \(2014\)](#) en pitahaya amarilla y [Fan et al. \(2018\)](#) en pitahaya roja. Así mismo, [Utama et al. \(2020\)](#) encontraron en pitahaya roja disminuciones que iban desde 2,05% hasta 0,95%, lo cual es atribuido a que, durante el almacenamiento, los ácidos orgánicos son empleados como sustrato respiratorio y generan el descenso en los valores de ATT ([Vallarino y Osorio, 2019](#)).

Índice de madurez (IM)

El índice de madurez en los frutos de pitahaya no mostró diferencias estadísticas significativas para las aplicaciones de cera evaluadas, lo que indica un efecto limitado del encerado en esta propiedad, similar a lo reportado por [Razali et al. \(2021\)](#) en *H. costaricensis*. Este resultado es ideal debido a que no se afecta la calidad del sabor con la aplicación de recubrimientos comestibles, los cuales buscan mantener la calidad de los frutos por más tiempo.

Durante el almacenamiento, el IM se incremento desde la cosecha (18,22) hasta los seis ddc en donde alcanzó un máximo de 65,86, para luego descender hasta 18,55. Este descenso se dio de manera uniforme debido a que los SST y la ATT disminuyen en igual proporción durante la fase de poscosecha (Tabla 1). Lo anterior es similar a lo reportado para pitahaya roja en poscosecha por [Hernández-Valencia et al. \(2019\)](#), quienes obtuvieron valores para el IM que pasaron de 65 a 40. Del mismo modo, [García-Cruz et al. \(2021\)](#) mencionan que *S. pruinosus* esta clasificada como un fruto de baja acidez con IM que alcanzaron valores máximos de 117,8, por lo que es percibida como un fruto muy dulce. Así mismo, [Liu, Gao, Chen, Fang y Wu \(2019\)](#) menciona que el IM alcanzó valores de 17,9 en *H. polyrhizus*, mientras que [Razali et al. \(2021\)](#) encontraron valores promedio de 35,97 para frutos de *H. costaricensis* sometidos a diferentes tratamientos de encerado.

Color de la epidermis

No se obtuvieron diferencias estadísticas significativas entre tratamientos, en cuanto al índice de color (IC) de las pitahayas (Tabla 2), sin embargo, al finalizar el periodo de almacenamiento a temperatura ambiente, los frutos del tratamiento control mostraron color amarillo, mientras que los frutos con aplicación de ceras exhibieron un color más oscuro. Según [Madani, Mirshekari y Imahori \(2019\)](#), el oscurecimiento de la piel o pérdida de luminosidad en el fruto está dado por el daño oxidativo, cuya producción excesiva de peróxido de hidrógeno acelera la modificación de las estructuras de la membrana celular, lo que incrementa la actividad de la polifenol oxidasa, la cual esta altamente correlacionada con el pardeamiento.

Además, [Del Valle, Hernández-Muñoz, Guarda y Galotto \(2005\)](#) mencionan que la pérdida de humedad que sufren los frutos de pitahaya en la poscosecha puede ocurrir debido al aumento en la transpiración y en el metabolismo respiratorio y enzimático, lo anterior ocasiona la pérdida de calidad y provoca el pardeamiento oxidativo.

Así mismo, el IC fue aumentando durante la poscosecha al pasar de -9,75 a -4,15. Los parámetros de L*, a* y b* no presentaron diferencias significativas y oscilaron desde 51,4 y hasta 63,9, -15 y -9,23, y de 30 a 36,68, respectivamente, durante el almacenamiento. Estos valores son similares a los reportados por [Álvarez-Herrera, Deaquiz, y Herrera \(2016\)](#), para pitahaya amarilla sometida a tratamientos de 1-metilciclopropeno, con rangos que oscilaron para L*, a* y b* así, 45,44 a 59,98, -3,75 a 6,39 y 38,24 a 47,8, respectivamente. Al respecto, cabe señalar que, una de las transformaciones más importantes que ocurre en la maduración y durante el almacenamiento en los frutos es la síntesis de carotenoides y antocianinas (cuyos colores van del amarillo al rojo-morado, respectivamente), lo cual provoca la degradación del color verde ([Deaquiz et al., 2014](#)).

Tabla 2.

Parámetros de color (L*, a*, b*) e índice de color (IC), evaluados en frutos de pitahaya amarilla, sometidos a diferentes recubrimientos comestibles durante el periodo poscosecha.

Variable	ddc	Tratamientos		
		Testigo	Cerabrix	Cera natural
L*	0	52,63±0,86 ^{A,c}	48,91±2,9 ^{A,b}	53,79±1,15 ^{A,a}
	3	51,01±0,58 ^{A,c}	59,01±3,56 ^{A,ab}	54,43±2,06 ^{A,a}
	6	62,58±5,46 ^{A,ab}	59,68±4,5 ^{A,ab}	63,29±5,65 ^{A,a}
	8	54,84±3,03 ^{AB,bc}	56,70±3,65 ^{A,ab}	53,00±2,91 ^{B,a}
	10	52,34±1,64 ^{A,c}	55,30±3,31 ^{A,ab}	56,10±3,39 ^{A,a}
	13	56,06±2,01 ^{A,a}	54,16±3,13 ^{A,ab}	60,20±5,31 ^{A,a}
	15	57,12±3,26 ^{A,abc}	55,00±4,74 ^{A,ab}	55,97±3,62 ^{A,a}
	17	50,94±1,49 ^{A,c}	57,90±3,86 ^{A,ab}	54,23±2,3 ^{A,a}
a*	0	-15,73±0,32 ^{B,c}	-13,22±0,70 ^{A,ab}	-16,08±0,45 ^{B,e}
	3	-13,51±0,96 ^{A,bc}	-17,06±2,11 ^{A,c}	-14,77±1,51 ^{A,de}
	6	-15,38±2,88 ^{A,c}	-16,79±2,12 ^{A,bc}	-19,98±1,88 ^{A,f}
	8	-13,32±0,89 ^{A,bc}	-14,21±1,82 ^{A,abc}	-13,98±2,15 ^{A,ode}
	10	-12,26±2,19 ^{A,abc}	-11,64±0,13 ^{A,a}	-12,83±1,37 ^{A,bcde}
	13	-11,32±1,20 ^{A,abc}	-11,96±0,67 ^{A,a}	-11,39±0,20 ^{A,abcd}
	15	-8,12±1,72 ^{A,a}	-12,20±0,50 ^{A,a}	-10,25±0,58 ^{A,abc}
	17	-9,76±0,22 ^{A,ab}	-10,82±0,22 ^{A,a}	-9,35±0,98 ^{A,ab}
b*	0	30,88±0,52 ^{A,c}	28,62±1,38 ^{A,b}	31,67±0,58 ^{A,a}
	3	30,11±0,31 ^{A,c}	33,70±1,83 ^{A,ab}	31,84±1,15 ^{A,a}
	6	36,47±3,08 ^{A,ab}	34,42±2,3 ^{A,a}	37,13±3,09 ^{A,a}
	8	32,39±1,74 ^{AB,bc}	32,93±2,12 ^{A,ab}	31,44±1,79 ^{B,a}
	10	31,10±0,98 ^{A,c}	32,79±1,96 ^{A,ab}	33,19±1,93 ^{A,a}
	13	32,88±0,98 ^{A,bc}	30,85±1,54 ^{A,ab}	35,42±2,88 ^{A,a}
	15	33,67±1,79 ^{A,abc}	31,35±1,96 ^{A,ab}	33,04±2,24 ^{A,a}
	17	30,02±0,76 ^{A,c}	33,69±1,75 ^{A,ab}	31,68±0,94 ^{A,a}
	20	38,40±2,71 ^{A,a}	34,59±2,24 ^{A,a}	37,08±1,89 ^{A,a}

Variable	ddc	Tratamientos		
		Testigo	Cerabrix	Cera natural
IC	0	-9,69±0,23 ^{A;d}	-9,50±0,50 ^{A;cd}	-9,45±0,27 ^{A;d}
	3	-8,60±0,64 ^{A;cd}	-10,31±0,81 ^{A;d}	-8,62±0,80 ^{A;cd}
	6	-7,08±1,66 ^{A;cd}	-8,13±0,30 ^{A;bc}	-8,62±0,77 ^{A;cd}
	8	-7,57±0,69 ^{A;cd}	-7,56±0,21 ^{A;b}	-8,27±0,31 ^{A;cd}
	10	-7,41±0,87 ^{A;cd}	-6,58±0,87 ^{A;ab}	-6,86±0,12 ^{A;bc}
	13	-6,23±0,91 ^{A;cb}	-7,19±0,36 ^{A;ab}	-5,59±1,02 ^{A;b}
	15	-4,22±0,91 ^{A;ab}	-7,23±0,79 ^{A;ab}	-5,74±0,90 ^{A;b}
	17	-6,40±0,32 ^{A;cb}	-5,67±0,70 ^{A;a}	-5,44±0,46 ^{A;ab}
	20	-3,49±0,95 ^{A;a}	-5,40±0,75 ^{A;a}	-3,57±0,79 ^{A;a}

ddc: días después de cosecha; L*: Luminosidad; a*: cromaticidad de verde a rojo; b*: cromaticidad de azul a amarillo; IC: índice de color. Promedios con letras mayúsculas diferentes en la misma fila indican diferencias significativas entre tratamientos; letras minúsculas diferentes en la misma columna indican diferencias estadísticas en el tiempo para cada tratamiento de acuerdo con la prueba de DMS ($P \leq 0,05$).

Fuente: Los autores

4. Conclusiones

Las aplicaciones de ceras en los frutos de pitahaya disminuyen la PM durante el almacenamiento, especialmente las del recubrimiento con cerabrix, así mismo, el encerado no afectó las características organolépticas de los frutos de pitahaya. La firmeza de los frutos disminuyó drásticamente a partir de los seis ddc. Durante la poscosecha, los frutos de pitahaya mostraron un aumento en la IR y en el pH, mientras que los SST, ATT y RM disminuyeron, no obstante, la aplicación de cerabrix mantuvo los valores más bajos de SST. Los frutos con aplicación de recubrimiento comestible presentaron al final del almacenamiento una tonalidad más oscura que los frutos sin aplicación, los cuales mantuvieron el color amarillo característico de la pitahaya. ≡

Conflicto de intereses

Los autores manifiestan no tener ningún conflicto de intereses.

Referencias bibliográficas

1. AGRONET. Área sembrada, área cosechada, producción y rendimiento del cultivo de pitahaya según departamento 2016-2017. 2021. https://www.agronet.gov.co/Documents/35-PITAHAYA_2017.pdf
2. ÁLVAREZ-HERRERA, Javier Giovanni; DEAQUIZ, Yuli Alexandra; HERRERA, Anibal O. Effect of different 1-methylcyclopropene doses on the postharvest period of pitahaya fruits (*Selenicereus megalanthus* Haw). In: Revista Facultad Nacional Agronomía. 2016. Medellín, vol. 69, no. 2, p. 7975-7983. <https://doi.org/10.15446/rfna.v69n2.59142>
3. ÁLVAREZ- HERRERA, Javier; DEAQUIZ, Yuli; ROZO-ROMERO, Ximena. Effect of storage temperature and maturity stage on the postharvest period of 'Horvin' Plums (*Prunus domestica* L.). In: Ingeniería e investigación. 2021. vol. 41, no. 2, e82530. <https://doi.org/10.15446/ing.investig.v41n2.82530>
4. BA, Liangjie; CAO, Sen; JI, Ning; MA, Chao; WANGD, Rui; LUO, Donglan. Exogenous melatonin treatment in the postharvest storage of pitaya fruits delays senescence and regulates reactive oxygen species metabolism. In: Food Science and Technology, 2021. <https://doi.org/10.1590/fst.15221>
5. BOTTON, Alessandro; TONUTTI, Pietro; RUPERTI, Benedetto. Biology and Biochemistry of ethylene", In: Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables, E.M. Yahia, A. Carrillo-López (eds.). Elsevier, Kidlington. 2019. p. 93-112. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813278-4.00005-1>
6. DEAQUIZ, Yuli Alexandra; Álvarez-Herrera, Javier; Fischer Gerhard. Ethylene and 1-MCP affect the postharvest behavior of yellow pitahaya fruits (*Selenicereus megalanthus* Haw.). In: Agron. colomb. 2014. vol. 32, no. 1. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v32n1.41950>
7. DEL VALLE, Valeria; HERNÁNDEZ-MUÑOZ, Pilar; GUARDA, Abel; GALOTTO, Maria Jose. Development of a cactus-mucilage edible coating (*Opuntia ficus indica*) and its application to extend strawberry (*Fragaria ananassa*) shelf-life. In: Food Chem. 2005. vol. 91, no. 4, p. 751-756. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2004.07.002>
8. FAN, Panhui; HUBER, Donald; SU, Zihan; HU, Meijiao; GAO, Zhaoyin; LI, Min; SHI, Xuequn; ZHANG, Zhengke. Effect of postharvest spray of apple polyphenols on the quality of fresh-cut red pitaya fruit during shelf life. In: Food Chemistry. 2018. vol. 243, p. 19-25. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.103>

9. GARCÍA, María Cristina; ROBAYO, Pilar. Evaluación del uso de atmósferas modificadas pasivas y temperaturas bajas en la conservación de pitaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Shuman). En: Revista Corpoica, Ciencia y Tecnología Agropecuaria. 2008. vol. 9, no. 1, p. 30-39. https://doi.org/10.21930/rcta.vol9_num1_art:102
10. GARCÍA-CRUZ, Leticia; GUERRA-RAMÍREZ, Diana; MARTÍNEZ-DAMIÁN, María Teresa; ZULETA-PRADA, Holber; VALLE-GUADARRAMA, Salvador. Shelf life of pitaya [*Stenocereus pruinosus* Otto ex Pfeiff.] Buxb.] fruit affected by temperature and guar gum, beeswax, oleic acid, and thyme essential oil coatings. In: Acta Agrícola y Pecuaria. 2021. vol. 7, no. 1. <https://doi.org/10.30973/aap/2021.7.0071011>
11. GARCÍA-CRUZ, Leticia; SALINAS-MORENO, Yolanda; VALLE-GUADARRAMA, Salvador. Betaína, compuestos fenólicos y actividad antioxidante en pitahaya de mayo (*Stenocereus griseus* H.). En: Revista Fitotecnia Mexicana. 2012. vol. 35, no. 5, p. 1-5.
12. GARCÍA-CRUZ, Leticia; VALLE-GUADARRAMA, Salvador; SALINAS-MORENO, Yolanda; LUNA-MORALES, Cesar del Carmen. Postharvest quality, soluble phenols, betalains content, and antioxidant activity of *Stenocereus pruinosus* and *Stenocereus stellatus* fruit. In: Postharvest Biology and Technology. 2016. vol. 111, p. 69–76, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.07.004>
13. HERNÁNDEZ-VALENCIA, Carmen; ROMÁN-GUERRERO, Angélica; AGUILAR-SANTAMARÍA, Ángeles; CIRA, Luis; SHIRAI, Keiko. Cross-linking chitosan into hydroxypropylmethylcellulose for the preparation of neem oil coating for postharvest storage of pitaya (*Stenocereus pruinosus*). In: Molecules. 2019. vol. 24, no.2, p. 219. <https://doi.org/10.3390/molecules24020219>
14. IBRAHIM, Sabrin; MOHAMED, Gamal; KHEDR, Amgad; ZAYED, Mohamed; EL-KHOLY, Amal. Genus hylocereus: beneficial phytochemicals, nutritional importance, and biological relevance: A review. In: Journal of Food Biochemistry. 2017 vol. 42, no. 2, e12491. <https://doi.org/10.1111/jfbc.12491>
15. ICONTEC, Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación. NTC 3554, "Frutas frescas. Pitahaya amarilla", Bogotá, 1996.
16. LIU, Ruiling; GAO, Haiyan; CHEN, Hangjun; FANG, Xiangjun; WU, Weijie. Synergistic effect of 1-methylcyclopropene and carvacrol on preservation of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). In: Food Chemistry. 2019 vol. 283, p. 588-595. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.066>
17. MADANI, Babak; MIRSHAKARI, Amin; IMAHORI, Yoshihiro. Biology and Biochemistry of ethylene", In: Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables, E.M. Yahia, A. Carrillo-López (eds.). Elsevier, Kidlington. 2019. p. 405-423. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813278-4.00020-8>
18. MIRANDA, Abraham; ALVIS, Armando; ARRAZOLA, Guillermo. Efectos de dos recubrimientos sobre la calidad de la papaya (*Carica papaya*) variedad tainung. En: Temas Agrarios. 2016. vol. 19, no. 1, p. 7-18. <https://doi.org/10.21897/rta.v19i1.721>
19. MONTESINOS, Josefina; RODRÍGUEZ-LARRAMENDI, Luis; ORTIZ-PÉREZ, Rodobaldo; FONSECA-FLORES, María de los Á; RUIZ, Giovanni; GUEVARA-HERNÁNDEZ, Francisco. Pitahaya (*Hylocereus spp.*) un recurso fitogenético con historia y futuro para el trópico seco mexicano: revisión bibliográfica. En: Cultivos Tropicales. 2015. vol. 36, no. especial, p. 67-76.
20. PELLÁ, Michelly; SILVA, Otavio; PELLÁ, Matheus; BENETON, Adriana; CAETANO, Josiane; SIMÕES, Márcia; DRAGUNSKI, Douglas. Effect of gelatin and casein additions on starch edible biodegradable films for fruit surface coating. In: Food Chemistry. 2020. vol. 309, 125764. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125764>
21. QUISPE, Estefany; CHÁVEZ, Jorge Antonio; MEDINA-PIZZALI, María Luisa; LOAYZA, Lillyan; APUMAYTA, Eder. Chemical characterization, polyphenol content and antioxidant capacity of two pitahaya ecotypes (*Hylocereus spp.*). In: Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 2021 vol. 74, no. 3, p. 9723-9734. <https://doi.org/10.15446/rfnam.v74n3.92821>
22. RAZALI, Nur; SARGENT, Steven; SIMS, Charles; BRECHT, Jeffrey; BERRY, Adrian; CHENG, Guiwen. Potential of Postharvest Coatings to Maintain Freshness of Red-Fleshed Pitaya (*Hylocereus costaricensis*). In: Agriculture. 2021. vol. 11, no. 9, 892. <https://doi.org/10.3390/agriculture11090892>
23. RODRÍGUEZ, Diana; PATIÑO, María del Pilar; LASPRILLA, Diego; FISCHER, Gerhard; GALVIS, Jesús Antonio. Efecto de dos índices de madurez y dos temperaturas de almacenamiento sobre el comportamiento en poscosecha de la pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.). En: Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín. 2005. Vol. 58, No. 2, p. 2827-2837.
24. ROSAS-BENÍTEZ, Adrián; TRUJILLO-CÁRDENAS, Lucia; VALLE-GUADARRAMA, Salvador; SALINAS-MORENO, Yolanda; GARCÍA-CRUZ, Leticia. Quality attributes of pitaya (*Stenocereus pruinosus*) fruit handled in postharvest with and without thorns under refrigerated storage. In: Revista Chapingo Serie Horticultura. 2016. vol. 22, no. 3, p. 191-207. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2016.04.011>
25. SAÑUDO--BARAJAS, J. Adriana; LIPAN, Leontina; CANO-LAMADRID, Marina; VÉLEZ, Rosabel; NOGUERA-ARTIAGA, Luis; SÁNCHEZ-RODRÍGUEZ, Lucia; CARBONELL-BARRACHINA, Ángel A.; HERNÁNDEZ, Francisca. Texture. In: Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables, E.M. Yahia, A. Carrillo-López, (Eds.), First edition. Kidlington, UK: Elsevier. 2019. p. 293-314. 2019. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813278-4.00014-2>
26. SISTEMA MUNICIPAL DE ÁREAS PROTEGIDAS (SIMAP). Convenio CNV 2015 143 entre Corpoboyacá-Zetaquirá-Miraflores SIMAP-ZETAQUIRA / SIMAP- MIRAFLORES. 2015. p. 1-184. <https://www.corpoboyaca.gov.co/sirap/wp-content/uploads/2019/08/informe-simap-miraflores.pdf>
27. UTAMA, Nafi Ananda; SETIAWAN, Chandra Kurnia; FAJRI, I. Effect of alginate based edible coating enriched with vanilla essential oil on shelf-life of fresh-cut red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). In: IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science. 2020. vol. 458, 012046. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/458/1/012046>
28. VALLARINO, José; OSORIO, Sonia. Organic acids. In: Postharvest physiology and biochemistry of fruits and vegetables, E.M. Yahia, A. Carrillo-López (eds.). Elsevier, Kidlington. 2019. p. 207-224. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-813278-4.00010-5>
29. VÁSQUEZ-CASTILLO, Wilson; AGUILAR, Karina; VILAPLANA, Rosa; VITERI, Pablo; VIERA, William; VALENCIA-CHAMORRO, Silvia. Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus* Haw.) en Ecuador. En: Agronomía Colombiana. 2016. vol. 34, no. 1, p. 1081–1083. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n1supl.58279>

30. VERONA-RUIZ, Anggie; URCIA-CERNA, Juan; PAUCAR-MENACHO, Luz. Pitahaya (*Hylocereus spp.*): cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. En: Scientia Agropecuaria. 2020. vol. 11, no. 3, p. 439 – 453. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>
31. WU, Qixian; ZHOU, Yijie; ZHANG, Zhengke; LI, Taotao; JIANG, Yueming; GAO, Huijun; YUN, Ze. Effect of blue light on primary metabolite and volatile compound profiling in the peel of red pitaya. In: Postharvest Biology and Technology. 2020. vol. 160, 111059. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.111059>