







Pitahaya (*Hylocerus undatus*) fresca y tratamiento postcosecha: estrategias para prolongar su vida útil y valor comercial. Una revisión sistemática de la literatura

*Fresh pitahaya (*Hylocerus undatus*) and post-harvest treatment: strategies to prolong its shelf life and commercial value. A systematic review of the literature*

Nicodemo Jamanca-Gonzales^{1*}, Reynaldo Silva-Paz¹, Robert Ocrospoma-Dueñas¹, Yolanda Equilas-Causi¹

¹ Universidad Nacional de Barranca, Lima, Perú

RESUMEN

La pitahaya (*Hylocereus undatus*), se ha popularizado por su valor nutricional y apariencia exótica; sin embargo, su alta perecibilidad plantea retos comerciales y logísticos. Esta revisión tuvo como objetivo analizar los tratamientos postcosecha aplicados a la pitahaya fresca entera y recién cortada para extender su vida útil y preservar su calidad. Se utilizó la metodología PRISMA para identificar y sintetizar 78 estudios relevantes extraídos de la base de datos Scopus. El análisis se dividió en dos enfoques: bibliométrico y técnico, siendo este último centrado en las tecnologías de conservación. Se evaluaron métodos físicos (almacenamiento en frío, atmósfera modificada y controlada, irradiación, luz UV-C, ozono, plasma frío, tratamientos térmicos y empaques), químicos (bacterias antagonistas y reguladores de crecimiento) y biológicos (recubrimientos comestibles, cloruro de calcio e inhibidores químicos). Los resultados sugieren que la combinación de técnicas físicas, químicas y biológicas es efectiva para reducir el deterioro fisiológico y microbiológico, contribuyendo a mejorar la conservación y el aprovechamiento comercial de la fruta. Este enfoque integral postcosecha resulta clave para optimizar la cadena de valor de la pitahaya en los mercados nacionales e internacionales.

Palabras clave: Fruta del dragón; almacenamiento; conservación física, biológica y química.

Cómo citar / Citation: Jamanca-Gonzales, N., Silva-Paz, R., Ocrospoma-Dueñas, R. y Equilas-Causi, Y. (2025). Pitahaya (*Hylocerus undatus*) fresca y tratamiento postcosecha: estrategias para prolongar su vida útil y valor comercial. Una revisión sistemática de la literatura. QuanTUNAB,4(2), exx. <https://doi.org/10.52807/qunab.v4i2.103>

ABSTRACT

The pitahaya (*Hylocereus undatus*) has become popular for its nutritional value and exotic appearance; however, its high perishability poses commercial and logistical challenges. This review aimed to analyze the post-harvest treatments applied to fresh, whole, and fresh-cut pitahaya to extend its shelf life and preserve its quality. The PRISMA methodology was used to identify and synthesize 78 relevant studies extracted from the Scopus database. The analysis was divided into two approaches: bibliometric and technical, with the latter focusing on conservation technologies. Physical methods (cold storage, modified and controlled atmosphere, irradiation, UV-C light, ozone, cold plasma, heat treatments, and packaging), chemical methods (antagonistic bacteria, and growth regulators), and biological methods (edible coatings, calcium chloride, and chemical inhibitors) were evaluated. The results suggest that the combination of physical, chemical, and biological techniques is effective in reducing physiological and microbiological deterioration, contributing to improved fruit preservation and commercial use. This comprehensive post-harvest approach is key to optimizing the pitahaya value chain in domestic and international markets.

Keywords: Dragon fruit; storage; physical, biological, and chemical preservation.

1. INTRODUCCIÓN

La pitahaya (*Hylocereus spp.*), conocida ampliamente como “Fruta del Dragón”, es una fruta exótica que ha ganado reconocimiento a nivel mundial. Este crecimiento en popularidad se debe a sus propiedades fisicoquímicas y nutricionales, así como a la presencia de compuestos bioactivos que lo reconocen como un alimento funcional. Además, destaca por sus notables cualidades organolépticas y su alto valor comercial (Verona-Ruiz et al., 2020).

La pitahaya o pitaya es conocida por distintos nombres dependiendo del país de origen, así en los países de habla inglesa, Dragon fruit o Belle of the night; en Alemania, Distelbrin; en Francia, Belle de nuit; en Vietnam, conocido como “Thanh Long” o “el dragón verde”; mientras que en los países latinoamericanos como Colombia es conocida como pitajaya; en Venezuela y Puerto Rico, flor de cáliz; y en Perú, se le conoce como pitahaya o fruta del dragón (Hoa et al., 2006). La pitaya se produce y conoce en **América, Asia, África, Oceanía y algunas partes de Europa**, siendo cada vez más popular por su valor nutricional, atractivo visual y demanda en mercados internacionales (Portal frutícola, 2025).

La pitahaya al igual que las demás frutas, presentan una naturaleza perecedera y su susceptibilidad a daños físicos y microbiológicos (Alegbeleye et al., 2022) limitan su potencial de exportación, por ello se vienen desarrollando tecnologías para conservar su calidad durante el proceso de postcosecha. A nivel mundial en promedio, las frutas y hortalizas pierden durante la postcosecha entre 28 % y 55 % de su producción, siendo los países en desarrollo los más afectados (Karoney et al., 2024), sin embargo, para la pitahaya que es una fruta tropical, podríamos asumir que las pérdidas globales en su exportación están dentro de ese amplio rango (10–80 %). En Perú, las pérdidas en la exportación de pitahaya durante el periodo 2020 fueron especialmente significativas debido a la pandemia y dificultades logísticas. Según cifras oficiales del Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego (Minagri, 2021), el valor de las exportaciones cayó de USD 59 336 en 2019 a USD 6 539 en 2020, lo que implica una disminución del 89 %, es decir, una pérdida de aproximadamente USD 52 797 (Agro Perú, 2021).

La calidad postcosecha de las frutas está determinada por diversos factores, entre ellos las prácticas culturales, la nutrición mineral, los aspectos genéticos y las condiciones climáticas. Asimismo, influyen elementos propios del manejo postcosecha como el grado de madurez, el método y el momento de la recolección, la precocción, los procesos de selección y clasificación, el tipo de empaque, tipo de almacenamiento (condicionado por la temperatura y humedad relativa) y transporte (Bekele, 2018).

En este contexto, la aplicación de tratamientos postcosecha resulta crucial para extender su vida útil, preservar sus características sensoriales y reducir pérdidas; considerando una clasificación convencional de tecnologías (Wang et al., 2024). Esta revisión tuvo por objetivo recopilar información reciente sobre las tecnologías postcosecha disponibles y en desarrollo según la aplicación de procesos físicos, biológicos y químicos en la conservación de pitahaya de las diversas variedades producidas a nivel mundial.

2. MÉTODO

Con el objetivo de obtener resultados alineados con el tema propuesto, la investigación se llevó a cabo utilizando como referencia la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses). Esta guía ayudó en la identificación, selección, evaluación y síntesis de la literatura relevante al tema tratado (Page et al., 2021). Las revisiones sistemáticas y los metaanálisis han cobrado cada vez mayor importancia en la atención médica (Moher et al., 2009), sin embargo, su metodología es empleado en los diferentes campos de la investigación, incluso ha sido usada en estudios similares de revisión relacionadas al aprovechamiento de la cáscara de pitahaya (Nicolas-Saldaña et al., 2023).

Se realizó una revisión sistemática de literatura científica publicada entre 2016 y 2025. Las fuentes incluyeron la principal base de datos Scopus. Se utilizaron palabras clave en inglés para una mayor capacidad de búsqueda, los términos incluyeron: “*post-harvest pitahaya*”, “*Hylocereus undatus storage*”, “*dragon fruit*” y “*pitaya fruit*”, empleando operadores booleanos (AND y OR), para mejorar la gestión de la búsqueda y generar varias cadenas en los artículos revisados.

Los criterios de inclusión incluyeron artículos de investigación relacionados a: (1) estudios experimentales con resultados cuantitativos sobre calidad postcosecha; (2) investigaciones con fruta fresca de *Hylocereus undatus*; y (3) revisiones sistemáticas sobre tecnologías de conservación en pitahaya. Se excluyeron trabajos duplicados, y aquellos enfocados exclusivamente en procesamiento industrial de la pitahaya en productos derivados (jugos, pulpas, uso de cáscara y semillas, etc.).

Se seleccionaron 63 estudios de los últimos 10 años, que abordaron directamente los efectos de diferentes tratamientos postcosecha sobre la vida útil, calidad nutricional y microbiológica de la pitahaya dentro de las Áreas de Agricultura y Ciencias Biológicas; las mismas que estuvieron relacionados al objetivo de la investigación sistemática.

3. RESULTADOS

3.1. Resultados bibliométricos

Las sintaxis empleadas para la búsqueda en la base de datos Scopus fueron definidas considerando la revisión de antecedentes, cuya lista por grupos y términos de búsqueda con los códigos booleanos, se muestra en la tabla 1.

Tabla 1

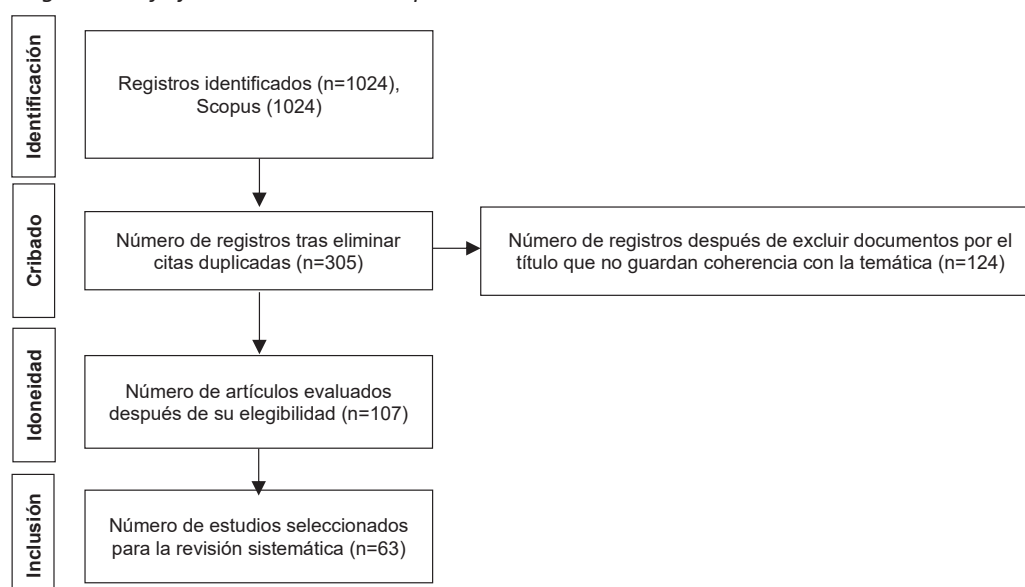
Sintaxis de los términos de búsqueda de revisión sistemática

| Grupo | Términos de búsqueda | Número de documentos |
|--------------|--|----------------------|
| 1 | post-harvest AND pitahaya | 5 |
| 2 | (post-harvest OR storage) AND pitahaya | 41 |
| 3 | (post-harvest OR storage) AND (pitahaya OR (Hylocereus AND undatus)) | 109 |
| 4 | (post-harvest OR storage) AND (pitahaya OR (Hylocereus AND undatus) OR (dragon AND fruit)) | 241 |
| 5 | (post-harvest OR storage) AND (pitahaya OR (Hylocereus AND undatus) OR (dragon AND fruit) OR (pitaya AND fruit)) | 314 |
| 6 | (post-harvest OR storage) AND (pitahaya OR (Hylocereus AND undatus) OR (dragon AND fruit) OR (pitaya AND fruit) OR (Selenicereus AND undatus)) | 314 |
| Total | | 1024 |

En la figura 1, se visualiza un resumen conciso de la metodología PRISMA (Page et al., 2021) utilizada en este artículo. Durante el trabajo se logró establecer una estrecha correspondencia entre los objetivos de la investigación y los estudios seleccionados, culminando en la identificación de un total de 63 trabajos para el análisis, de un universo de 1024 registros identificados acerca de las publicaciones sobre postcosecha y almacenamiento de la pitahaya fresca entera y recién cortada.

Figura 1

Diagrama de flujo PRISMA con sus respectivos niveles.



A partir de los artículos seleccionados, se elaboró un consolidado que recoge todas las características relevantes de los documentos, incluyendo los nombres de los autores, títulos, año de publicación, revista científica, resúmenes y demás información pertinente. Esto con el propósito de realizar un análisis detallado de las publicaciones científicas.

Posteriormente, los documentos fueron organizados según ciertos criterios y la información se representó a través de gráficos, proporcionando así una visión general de las tendencias y patrones emergentes en la investigación de este campo específico.

3.2. Resultados técnicos sobre postcosecha de la pitahaya fresca en almacenamiento

Actualmente, la conservación de la pitahaya tras la cosecha se realiza principalmente mediante tecnologías físicas, químicas y biológicas. Estas tecnologías sirven para retrasar el deterioro de la calidad postcosecha de la pitaya y prolongar su vida útil (Wang et al., 2024).

3.2.1. Métodos físicos de conservación

La conservación postcosecha de la pitahaya ha sido objeto de numerosos estudios enfocados en optimizar su vida útil, calidad sensorial y nutricional mediante diversas estrategias de almacenamiento y tratamientos físicos. Este análisis integra información de 28 estudios que emplean diferentes métodos, incluyendo almacenamiento a baja temperatura, atmósfera controlada y modificada, irradiación, luz UV-C, ozono, plasma frío, tratamientos de choque térmico, tratamiento térmico, tratamiento no térmico con luz y oscuridad, así como el uso de empaques.

Los resultados en torno a la aplicación de estos métodos en la conservación de la pitahaya, de acuerdo a la presentación de la fruta (en su mayoría estudiadas enteras, y muy pocas como recién cortadas) y color de la pulpa (mayoritariamente rojas), parámetros de control, condiciones de almacenamiento, período de vida máxima y la conclusión del estudio, obtenidas a partir de la revisión sistemática, se aprecian en la tabla 2.

Tabla 2

Publicaciones sobre métodos físicos de preservación de la pitahaya fresca.

| N° | Presentación de la fruta y color de la pulpa | Parámetros de control | Condiciones adicionales de almacenamiento | Período de vida | Conclusión del estudio | Referencia |
|--|--|---|---|-----------------|---|--------------------------------|
| ALMACENAMIENTO A BAJA TEMPERATURA | | | | | | |
| 1 | Entera, roja | 13 °C | Fruta producida con materia orgánica | 21 días | El tratamiento de fertilización orgánica interfiere los parámetros de calidad evaluados, atenuando la pérdida de calidad del fruto. | Duarte et al., (2017) |
| 2 | Entera, blanca | 5 °C por 5 semanas o a 13 °C durante 3 semanas. | Almacenamiento posterior a 20 °C. | 35 días | El tiempo de almacenamiento a 5 °C es a los 35 días, mientras que para el almacenamiento a 13 °C es entre 31 y 33 días. | Franco et al., (2022) |
| 3 | Entera, roja | 6 ± 1 °C y 22 ± 3 °C | --- | 24 días | Las frutas almacenadas en refrigeración presentaron menor pérdida de peso, mayor firmeza y grosor del epicarpio. | Hernández-Ramos et al., (2023) |

| N° | Presentación de la fruta y color de la pulpa | Parámetros de control | Condiciones adicionales de almacenamiento | Período de vida | Conclusión del estudio | Referencia |
|--|--|--|---|------------------|---|----------------------------------|
| 4 | Entera | 0, 5 y 10 °C | Almacenamiento posterior a 20 °C durante 3 días. | 26 días | La fruta almacenada a 0 y 10 °C (durante ambos 21-26 días) y la fruta de control mantenida a 20 °C durante 7 y 12 días sufrieron el mayor daño. | Ngoc et al., (2018) |
| 5 | Entera, roja | 2, 6 y 10 °C | -- | 2, 4 o 6 semanas | Almacenamiento más baja (2 °C), la fruta sufrió daños por frío. Los síntomas de frío y la incidencia de pudrición aumentaron drásticamente con el tiempo. | Nguyen et al., (2018) |
| 6 | Entera, blanca | Temperatura ambiente, 2°C y 4°C | --- | 15 días | El almacenamiento a bajas temperaturas ralentiza la degradación de la fruta. | Pesantes-Gallardo et al., (2024) |
| 7 | Entera, sin espinas, roja y naranja | 12 °C | --- | 21 días. | La eliminación de espinas solo afectó la pérdida de peso y se consideró una práctica aconsejable. | Rosas-Benítez et al., (2016) |
| 8 | Entera, roja | 2, 4, 6, 8 y 10 °C | ---- | 27 días | A 8 °C se muestra un efecto protector sobre la calidad de la fruta. | Sheng et al., (2021) |
| 9 | Entera, roja | 4 °C | --- | 1 semana | El almacenamiento refrigerado aumentó el contenido de betacianina, modificó su composición. | Yong et al., (2018) |
| ALMACENAMIENTO EN ATMÓSFERA CONTROLADA (AC) Y MODIFICADA (AM) | | | | | | |
| 10 | Entera | Condiciones de AC: 5% de O ₂ y 0% de CO ₂ , 2% de O ₂ y 0% de CO ₂ , 0.5% de O ₂ y 0% de CO ₂ , 2% de O ₂ y 5% de CO ₂ | 6°C | 50 días | La AC con 2 % de O ₂ y 0 % de CO ₂ fue óptima para el almacenamiento. | Ho et al., (2024) |
| 11 | Entera | AC de 2 kPa O ₂ + 5 kPa CO ₂ | 6 °C | 50 días | AC redujo significativamente el amarilleo de las escamas y mantuvo la acidez de la fruta. | Ho et al., (2021b) |
| 12 | Entera | Modelo de respiración basado en Michaelis-Menten extendido con una ecuación de Arrhenius para simular los efectos del O ₂ , el CO ₂ y la temperatura durante AC y AM. | 2 °C–35 °C | --- | La respiración postcosecha de la fruta no sigue la ley clásica de Arrhenius a temperaturas que aún podrían considerarse cercanas a las del campo. | Ho et al., (2020) |
| 13 | Entera | AM basado en absorbente (MAP) de gas con diferentes capacidades de absorción de O ₂ (30 cc; 60 cc; y 120 cc) | Plástico biodegradable y LDPE, en combinación con almacenamiento en frío. | 6 semanas | Mantiene la calidad de la fruta en frío. Sin embargo, se observan daños físicos cuando se transfiere a 27 °C sin MAP. | Primatama et al., (2023) |

| N° | Presentación de la fruta y color de la pulpa | Parámetros de control | Condiciones adicionales de almacenamiento | Período de vida | Conclusión del estudio | Referencia |
|----------------------|--|---|---|-----------------|--|--------------------------------|
| IRRADIACIÓN | | | | | | |
| 14 | Entera | Aplicada a larvas de tercer estadio infestados con 0, 50, 100, 150, 200, 250, 300, 350 y 400 Gy | 27± 1°C y 11±1°C | 17 días | Se recomienda una dosis mayor que la genérica, tanto para la irradiación fitosanitaria como para la estabilización de la calidad de la fruta | Prasetia et al., (2023) |
| 15 | Entera, roja | Irradiación gamma a 400-600 Gy | ---- | 9 días | La irradiación gamma puede utilizarse como tratamiento fitosanitario. | Uthairatanakij et al., (2018) |
| 16 | Entera | Irradiación con rayos X a 0, 400 y 800 Gy, en cajas individuales | 22 °C | --- | En cajas individuales o mixtas, toleraron a 800 Gy. | Wall & Follett, (2017) |
| LUZ UV-C | | | | | | |
| 17 | Recién cortada | Tratamiento secuencial con UV-C a 3,2 kJ/m ² . Envasado en bandeja de espuma, envuelta con película de cloruro de polivinilo | 5 ± 1 °C y 95 % de HR | 6 días | Es un método de desinfección para la pitahaya recién cortada sin alterar su calidad. | Nimitkeatkai & Kulthip, (2016) |
| 18 | Entera | Irradiación ultravioleta-C (UV-C) a tasas más bajas (0, 0,25, 0,5, 0,75, 1,0 kJ/m ²) | --- | --- | la irradiación UV-C a 1.0 kJ/m ² fue eficaz para reducir la descomposición. | Ng et al., (2022) |
| OZONO GASEOSO | | | | | | |
| 19 | Recién cortada, roja | Ozono gaseoso de baja concentración y largo plazo (10 µL/L durante 60 min). | --- | --- | Reguló el metabolismo de las especies reactivas de oxígeno (ROS), mejoró el sistema de eliminación de ROS, y retrasó la senescencia. | Li et al., (2023) |
| 20 | Recién cortada, roja | Ozono | ---- | 10 días | Los datos cinéticos proporcionan una herramienta poderosa para controlar el almacenamiento, garantizar un buen valor nutricional y la calidad sensorial. | Li, Wang, et al., (2023) |
| 21 | Recién cortada, roja | Ozono gaseoso | 8 ± 2 °C | 4 días | El ozono prolonga la vida útil e influye en su valor como inductor fenólico y regulador de la actividad antioxidante. | Li et al., (2022) |
| PLASMA FRÍO | | | | | | |
| 22 | Recién cortada | Plasma frío no térmico (60 kV x 5 min) | --- | --- | Induce la acumulación fenólica y mejorar la actividad antioxidante. | Li et al., (2019) |

| N° | Presentación de la fruta y color de la pulpa | Parámetros de control | Condiciones adicionales de almacenamiento | Período de vida | Conclusión del estudio | Referencia |
|---|--|---|--|-----------------|---|--------------------------------|
| TRATAMIENTO DE CHOQUE TÉRMICO | | | | | | |
| 23 | Recién cortada | Pretratamiento de choque frío (-2 °C de aire frío durante 3 h) | --- | --- | Puede aliviar el estrés oxidativo inducido por heridas al modular la vía fenilpropanoide y el metabolismo de las especies reactivas de oxígeno (ROS), inhibiendo así el pardeamiento. | Li, et al., (2023) |
| TRATAMIENTO TÉRMICO (HT) | | | | | | |
| 24 | Entera | Tratamiento con agua caliente (46,5 °C durante 40 minutos) | Con adición de 1 kGy | --- | Estudio dilucida el potencial de la irradiación con haz de electrones como tratamiento fitosanitario seguro. | Pham & Hoang, (2024) |
| 25 | Recién cortada | Tratamiento de aire caliente (HA) a 42°C x 3 h | Almacenamiento a 4°C | 14 días | Podría ser un método eficiente y viable para mitigar el pardeamiento y conservar la calidad | Li et al., (2022) |
| 26 | Entera, blanca | Baños de agua caliente a diferentes temperaturas y tiempos para el control de la pudrición negra midiendo el diámetro de la lesión en fruta preinoculada con <i>Alternaria sp</i> | 50°C x 2 min y el fungicida imazalil (0,4 g/L) | 21 días | Los baños en agua caliente constituyen una alternativa no química para el control postcosecha de la podredumbre negra causada por <i>Alternaria sp</i> . | Vilaplana et al., (2018) |
| TRATAMIENTO NO TÉRMICO CON LUZ Y OSCURIDAD | | | | | | |
| 27 | Entera, blanca | 19°C | --- | 12 horas | El almacenamiento bajo condiciones de luz y oscuridad alternadas disminuye la vida útil postcosecha del fruto de pitahaya | Espitia-Basallo et al., (2024) |
| USO DE EMPAQUES | | | | | | |
| 28 | Entera, roja | Tipos de empaque: bolsa de periódico, bolsa de papel Kraft, bolsa de papel encerado y bolsa no tejida (NW). | Los tratamientos consistieron en evaluación de empaques. | --- | Las bolsas de papel y de periódico son más eficaces para el embolsado de frutos. | Costa et al., (2017) |

El almacenamiento a baja temperatura o en frío, es una técnica de conservación ampliamente utilizada para prolongar la vida útil de la pitahaya; sin embargo, los resultados muestran una alta variabilidad en su eficacia dependiendo de múltiples factores como la temperatura específica, la duración del almacenamiento, el tipo de pitahaya (pulpa roja o blanca), el uso de bolsas plásticas, y las condiciones de precosecha. Se observa que temperaturas entre 5 °C y 8 °C son las más eficaces para retardar el deterioro fisiológico

sin inducir daños por frío. El almacenamiento en frío es eficaz para prolongar la vida útil de la pitahaya, aunque su efectividad varía según temperatura, tipo de fruta y manejo previo. Las temperaturas entre 5 °C y 8 °C son óptimas, reduciendo la pérdida de calidad sin inducir daños (Franco et al., 2022; Hernández-Ramos et al., 2023). Temperaturas ≤ 2 °C provocan pudrición (Nguyen et al., 2018). La fertilización orgánica y la eliminación de espinas influyen positivamente (Duarte et al., 2017; Rosas-Benítez et al., 2016). A 4 °C se incrementan betacianinas (Yong et al., 2018) y ralentiza la degradación (Pesantes-Gallardo et al., 2024), y 8 °C ofrece protección integral (Sheng et al., 2021).

El almacenamiento en atmósfera controlada (AC) y modificada (AM) es eficaz para extender la vida útil de la pitahaya. Ho et al. (2024) identificaron que 2 % O₂ y 0 % CO₂ a 6 °C preservan la fruta hasta 50 días. Ho et al. (2021b) confirmaron que 2 kPa O₂ + 5 kPa CO₂ mantiene acidez y color. Ho et al. (2020) mostraron que la respiración postcosecha no sigue la ley de Arrhenius, revelando complejidad fisiológica. Primatama et al. (2023) evidenciaron que el uso de MAP con LDPE o bioplásticos conserva la calidad, pero fallas en la cadena de frío pueden generar daños a 27 °C.

La irradiación es una estrategia eficaz y segura para el tratamiento fitosanitario y la conservación postcosecha de la pitahaya, avalada por la FAO y la OMS. Prasetia et al. (2023) evidenciaron que se requieren dosis superiores a las genéricas para un control efectivo en frutos infestados, manteniendo su calidad por 17 días. Uthairatanakij et al. (2018) confirmaron la eficacia de 400–600 Gy para fines fitosanitarios a corto plazo. Wall y Follett (2017) demostraron que la pitahaya tolera hasta 800 Gy de rayos X sin daños visibles, lo que respalda su uso comercial por su seguridad y adaptabilidad tecnológica.

La luz UV-C es una tecnología postcosecha prometedora para la pitahaya, destacada por su acción germicida, bajo costo y ausencia de residuos. Nimitkeatkai y Kulthip (2016) demostraron que una dosis de 3.2 kJ/m² aplicada a pitahaya recién cortada, junto con envasado en PVC, conservó su calidad por seis días a 5 °C y 95 % de HR. Ng et al. (2022) hallaron que 1.0 kJ/m² fue eficaz para reducir la descomposición en fruta entera sin afectar atributos físicos. Estos hallazgos sugieren que la UV-C es una opción viable para preservar calidad en productos frescos, especialmente en cadenas logísticas de corta duración.

El ozono gaseoso es una alternativa eficaz para la conservación postcosecha de pitahaya roja recién cortada, destacando por su acción antimicrobiana y regulación del estrés oxidativo sin dejar residuos. Li et al. (2023) mostraron que una dosis de 10 µL/L durante 60 minutos regula el metabolismo de ROS y retrasa la senescencia. Li, Wang, et al. (2023) señalaron que el uso de ozono permite generar modelos cinéticos predictivos útiles para gestión de calidad. Además, Li et al. (2022) evidenciaron que su aplicación a 8 ± 2 °C por 4 días induce compuestos fenólicos y actividad antioxidante, aumentando el valor nutracéutico del fruto.

El plasma frío no térmico es una tecnología emergente eficaz para conservar frutas mínimamente procesadas, como la pitahaya, al inactivar microorganismos sin calor. X. Li et al. (2019) demostraron que aplicar plasma frío a 60 kV durante 5 minutos en pitahaya recién cortada estimula la acumulación de compuestos fenólicos y mejora la actividad antioxidante. Estos efectos fortalecen la resistencia oxidativa del fruto y elevan su valor

funcional y nutracéutico, atributos altamente valorados en mercados especializados. Su aplicación representa una estrategia limpia y prometedora para extender la vida útil y calidad de productos frescos sin comprometer su integridad.

El choque térmico mediante frío extremo ha mostrado ser una estrategia efectiva para conservar frutas mínimamente procesadas como la pitahaya. Li, et al. (2023) demostraron que un pretratamiento a $-2\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 3 horas en pitahaya roja recién cortada modula la vía fenilpropanoide y el metabolismo de especies reactivas de oxígeno (ROS), reduciendo el pardeamiento enzimático. Este efecto mejora la estabilidad visual del fruto, un factor clave para la aceptación del consumidor. Así, el choque térmico se presenta como una herramienta valiosa para preservar la calidad comercial sin comprometer el valor nutricional del producto.

Los tratamientos térmicos postcosecha, como el uso de agua o aire caliente, son eficaces para conservar la pitahaya al controlar patógenos y reducir el deterioro sin químicos. Pham & Hoang (2024) aplicaron agua caliente ($46.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 40 min) más irradiación, destacando su potencial como tratamiento fitosanitario para exportación. Li et al. (2022) emplearon aire caliente ($42\text{ }^{\circ}\text{C}$ por 3 h), logrando menor pardeamiento y mejor calidad tras 14 días a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$. Vilaplana et al. (2018) demostraron que baños a $50\text{ }^{\circ}\text{C}$ reducen la pudrición negra por *Alternaria sp.*, incluso sin fungicidas, mostrando una opción sustentable.

Los tratamientos no térmicos basados en luz y oscuridad alternadas han sido explorados por su influencia en procesos fisiológicos de frutas. Sin embargo, su efectividad depende del tipo de fruta y condiciones de aplicación. En pitahaya blanca, Espitia-Basallo et al. (2024) evaluaron ciclos luz/oscuridad a $19\text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 12 horas y observaron una reducción en la vida útil postcosecha. A diferencia de otras especies, estos ciclos podrían inducir estrés en la pitahaya, acelerando la senescencia. Esto sugiere que la alternancia luminosa no es adecuada para su conservación, y podría comprometer su estabilidad fisiológica en condiciones postcosecha.

El empaque postcosecha es clave para conservar frutas frescas como la pitahaya roja, ya que regula el microambiente del fruto y prolonga su vida útil. Costa et al. (2017) evaluaron distintos materiales y concluyeron que las bolsas de papel y periódico fueron las más eficaces para mantener la calidad. Estas permiten un adecuado intercambio gaseoso, reducen la acumulación de humedad que favorece patógenos y minimizan la deshidratación al actuar como barrera parcial. Así, la elección del empaque influye directamente en la fisiología del fruto y representa una estrategia simple y sostenible para mejorar su conservación postcosecha.

3.2.2. Métodos biológicos de conservación

La pitahaya (*Hylocereus spp.*), fruta tropical de alto valor nutricional y comercial, enfrenta importantes desafíos postcosecha relacionados con su rápida senescencia y susceptibilidad a daños fisiológicos y microbiológicos. En este acápite se sintetizan los resultados de 17 investigaciones recientes que exploran los métodos biológicos de conservación, como bacterias con función antagonista y el uso de reguladores de crecimiento, cuyo consolidado se aprecian en la tabla 3.

Tabla 3

Publicaciones sobre métodos biológicos de preservación de la pitahaya fresca.

| N° | Presentación de la fruta y color de la pulpa | Parámetros de control | Condiciones adicionales de almacenamiento | Período de vida | Conclusión del estudio | Referencia |
|--|--|---|--|-----------------|---|--------------------------------|
| BACTERIAS CON FUNCIÓN ANTAGONISTA | | | | | | |
| 1 | Entera, blanca | Se analizó la actividad curativa de dos levaduras seleccionadas, <i>Candida inconspicua</i> (CPN3) y <i>Pichia kluyveri</i> (B1), para establecer su antagonismo contra <i>Alternaria alternata</i> . | --- | --- | Aunque se observó actividad curativa al utilizar CPN3 y B1, se necesitan estudios sobre su acción preventiva para establecer el potencial antagonístico de ambas levaduras. | Vilaplana et al., (2020) |
| USO DE REGULADORES DE CRECIMIENTO | | | | | | |
| 2 | Entera, blanca | Aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP) en tres tratamientos: 0, 300 y 600 mg/L | --- | 28 días | Ralentizó la pérdida de color en la fruta, ya que la dosis de 600 mg/L mantuvo la luminosidad de la fruta por más tiempo, redujo los cambios de color. | Álvarez-Herrera et al., (2016) |
| 3 | Entera, roja | Tratamiento con melatonina | --- | 10 días | La melatonina podría contribuir a retrasar la senescencia. Se demuestra el potencial uso de la melatonina en el almacenamiento postcosecha. | Ba et al., (2021) |
| 4 | Recién cortada | Concentraciones de melatonina (0, 50, 100 y 200 $\mu\text{mol L}^{-1}$) sobre la calidad y la actividad antioxidante | --- | --- | La melatonina podría contribuir a retrasar la maduración y la senescencia. | Ba et al., (2022) |
| 5 | Entera | Tratamientos de recubrimiento de quitosano | 8°C | --- | Tuvo una tasa de respiración más lenta produciendo la inhibición de la biosíntesis de etileno. | Castro et al., (2021) |
| 6 | Entera, roja | Aplicación precosecha de forclorfenurón (CPPU) | Empaque bolsa de PE perforado. Almacenado a 5-0,5 °C y 90-5 %HR | 21 días | La aplicación de CPPU antes de la cosecha más el empaque perforado es la mejor combinación para el almacenamiento a 5 °C. | Chang, (2021) |
| 7 | Entera, roja | Put (0, 2, 4 y 6 mM) | 8°C | -- | El tratamiento con Put puede mantener la calidad postcosecha de la pitaya al regular la poliamina, atenuar el daño por ROS y aumentar los niveles de energía | Du et al., (2025) |
| 8 | Entera, roja | Combinación con la aplicación de 1-metilciclopropeno (1-MCP) A 300 nL/L con almacenamiento en frío (CS; 21 kPa O ₂ + 0,03 kPa CO ₂), atmósfera controlada (CA; 2 kPa O ₂ + 5 kPa CO ₂) y AM; bolsas de polietileno de baja densidad de 40 μm de espesor. | 13 \pm 2 °C y 90 \pm 5% HR, seguidos de 3 días de exposición a temperatura ambiente (20 \pm 3 °C y HR del 70 \pm 5 %). | 20 días | El CS, el AC y el MA, añadidos al tratamiento con 1-MCP, son tecnologías prometedoras para el almacenamiento de la pitahaya. | Fernandes et al., (2023) |

| N° | Presentación de la fruta y color de la pulpa | Parámetros de control | Condiciones adicionales de almacenamiento | Período de vida | Conclusión del estudio | Referencia |
|----|--|--|---|-----------------|---|-----------------------------------|
| 9 | Entera, roja | El día de la floración, se pulverizaron 100 mg/L de CPPU sobre las brácteas. | 5°C | --- | La fruta tratada con CPPU presenta una incidencia más tardía de daño por frío y presentó una mayor pérdida de peso y un ligero aumento de la tasa de respiración. | Jiang et al., (2020) |
| 10 | Entera | El 1-metilciclopropeno (1-MCP) es un antagonista del etileno ampliamente utilizado para conservar la calidad y prolongar el periodo de almacenamiento postcosecha. | --- | --- | Presentó efectos menores en los parámetros internos de calidad de la fruta, incluyendo la calidad nutricional y el sabor, pero podría conservar el color verde, reducir los trastornos fisiológicos y retardar los procesos de senescencia. | Li et al., (2016) |
| 11 | Recién cortada, roja | El etileno como molécula señal en la biosíntesis fenólica inducida por heridas a niveles fisiológicos y de expresión génica. | --- | --- | El pretratamiento con etileno induce la biosíntesis fenólica en la pitaya recién cortada al regular la vía de señalización del etileno. | Li et al., (2022) |
| 12 | Entera, roja | Se trataron con 1 µL/L 1-MCP, 20 µL/L CVR o su combinación (1-MCP + CVR). | 7°C | 30 días | Este estudio sugiere que el 1-MCP combinado con CVR podría ser un método útil para la conservación de la pitaya. | Liu et al., (2019) |
| 13 | Entera | Se sumergieron en etefón a concentraciones de 0, 100, 200, 400 y 800 ppm durante 2 minutos. | Temperatura ambiente (27 ± 2 °C) | 8 días. | El tratamiento con etileno (100-800 ppm) tuvo un efecto significativo en el color, la firmeza, la tasa de respiración y la actividad enzimática. | Nguyen et al., (2018) |
| 14 | Recién cortada, roja y blanca | Se inyectó 1-MCP gaseoso. | Envasadas en bandejas de tereftalato de polietileno (PET) con envoltura de película estirable de cloruro de polivinilo (PVC) almacenadas a 5-10 °C. | --- | En ambas especies, el 1-MCP retrasó el deterioro de la calidad visual y aumentó la actividad antioxidante. El tratamiento post-corte con 5 ppm de 1-MCP puede mejorar la calidad de almacenamiento de la pitahaya roja y blanca recién cortada. | Tadeo et al., (2018) |
| 15 | Recién cortada, blanca | Aplicación de 1-MCP en las propiedades viscoelásticas. | Los parámetros viscoelásticos se determinaron mediante los modelos reológicos de Maxwell Generalizado y Peleg | --- | Las muestras de pitahaya tratadas y no tratadas con 1-MCP disminuyeron su comportamiento elástico. La fruta tratada con 1-MCP mostró un mayor componente elástico que las muestras no tratadas durante el almacenamiento. | Torres-Vallenzuela et al., (2016) |

| N° | Presentación de la fruta y color de la pulpa | Parámetros de control | Condiciones adicionales de almacenamiento | Período de vida | Conclusión del estudio | Referencia |
|----|--|---|---|-----------------|--|---------------------|
| 16 | Entera | Se utilizaron diferentes concentraciones (0,05, 0,10 y 0,50 mmol/L) de melatonina exógena (MT) | --- | --- | El tratamiento con MT mejoró la actividad enzimática antioxidante, facilitando la eliminación oportuna de las ROS generadas durante la senescencia de la fruta y reduciendo el daño oxidativo causado por estas. | Wang et al., (2024) |
| 17 | Entera, roja | Tratamiento postcosecha con 1,0 mmol/L de melatonina (MT) y 0,1 mmol/L de metil jasmonato (MeJA). | 2 ± 0,5 °C. | 3 días | MeJA o MT inhibieron el daño por frío al regular el sistema antioxidante. | Yang et al., (2024) |

El uso de levaduras con función antagónica representa una estrategia biológica prometedora para el control postcosecha de enfermedades fúngicas en frutas como la pitahaya. En el estudio de Vilaplana et al. (2020), se evaluó la actividad curativa de *Candida inconspicua* (CPN3) y *Pichia kluyveri* (B1) frente a *Alternaria alternata* en pitahaya blanca. Los resultados indicaron una respuesta antagonista positiva, lo que sugiere un potencial para su uso como tratamiento biocontrolador. Sin embargo, los autores subrayan la necesidad de realizar estudios enfocados en su eficacia preventiva, a fin de validar su aplicación como alternativa sostenible y libre de químicos.

La aplicación de reguladores de crecimiento postcosecha en pitahaya ha mostrado efectos positivos en la conservación de la calidad, retraso de la senescencia y tolerancia al frío. El 1-metilciclopropeno (1-MCP) ha sido ampliamente investigado; Álvarez-Herrera et al. (2016), y Tadeo et al. (2018) reportaron que mantiene el color y mejora la calidad visual en fruta entera y recién cortada, y mejora su componente elástico (Torres-Valenzuela et al., 2016), siendo una tecnología muy prometedora (Fernandes et al., 2023). Liu et al. (2019) y Li et al. (2016) destacaron su efecto combinado con CVR para extender la vida útil. La melatonina (MT) también mostró potencial como antioxidante y agente antisenescencia (Ba et al., 2021; Ba et al., 2022; Wang et al., 2024), mientras que Yang et al. (2024) encontró que su combinación con metil jasmonato (MeJA) reduce el daño por frío. Du et al. (2025) reportó que la putrescina (Put) mejora la calidad regulando las poliaminas. Tratamientos como etileno (Nguyen et al., 2018; X. Li et al., 2022) y etefón también influyen en firmeza y actividad enzimática. Por otro lado, el uso precosecha de CPPU (Chang, 2021; Jiang et al., 2020) y recubrimientos como quitosano (Castro et al., 2021) demuestran que el manejo hormonal puede integrarse exitosamente en estrategias de conservación postcosecha.

3.2.3. Métodos químicos de conservación

Los métodos de conservación química comprenden la aplicación procedimientos químicos tales como: Inhibidores químicos, recubrimiento comestible y tratamiento con cloruro de calcio, cuyos estudios alcanzan 18 publicaciones.

Tabla 4

Publicaciones sobre métodos químicos de preservación de la pitahaya fresca.

| N° | Presentación de la fruta y color de la pulpa | Parámetros de control | Condiciones adicionales de almacenamiento | Período de vida | Conclusión del estudio | Referencia |
|--------------------------|--|--|---|-----------------|---|----------------------------|
| INHIBIDOR QUÍMICO | | | | | | |
| 1 | Entera, roja | Papeles activos con oleoresina de residuos de destilación de hoja de canela | Temperatura ambiente | 9 días | El mejor método para mantener la calidad fue el método de envoltura | Aziz et al., (2018) |
| 2 | Entera | Aplicación de carbón activado adsorbido en aceite de menta a diferentes concentraciones (100–1000 µL/L) con la fruta en la caja de 1 L | a 25 ± 2 °C y 75 ± 5% HR | 21 días | El vapor de aceite esencial mantuvo la firmeza del fruto, el verdor de la bráctea, el índice de acidez titulable y el contenido fenólico total. | Chaemsanit et al., (2018) |
| 3 | Recién cortada, roja | Agua electrolítica ácida (AEW) | 4°C | --- | El tratamiento con AEW preserva la calidad al activar el metabolismo de las ROS y la vía fenilpropanoide, lo que ofrece potencial para el almacenamiento postcosecha del producto | Ding et al., (2024) |
| 4 | Entera, blanca | Elicitores naturales, salicilato de metilo (MeSa), jasmonato de metilo (JaMe), ácido salicílico (SA) y ácido oxálico (OA) en concentraciones de 0,1 mM (MeSa y JaMe) y 5 mM (SA y OA), aplicados a los frutos en condiciones de invernadero antes de la cosecha. | --- | --- | Los elicitores naturales pueden ser una alternativa para mejorar la calidad y la vida útil. | Eraza-Lara et al., (2024) |
| 5 | Entera | Aditivos alimentarios (carbonato de sodio, SC y sorbato de potasio, PS) al 0%, 1%, 2%, 3% y 4% peso por volumen en la germinación de esporas de <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , <i>C. capsici</i> y <i>Fusarium sp.</i> Las muestras de fruta fueron tratadas en una solución calentada (55 °C) de 1% PS durante 5 min y luego enfriadas en agua a 10 °C (PS-55 °C + H ₂ O fría). | 13°C | 15 días | El tratamiento con PS-55 °C + H ₂ O fría podría ser un método alternativo seguro para suprimir la podredumbre de la fruta, manteniendo al mismo tiempo la calidad durante el almacenamiento en frío. | Jitareerat et al., (2018) |
| 6 | Entera, roja | Se trataron con los conservantes compuestos (natamicina, EDTA-Na ₂ , pectina) y <i>Metschnikowia pulcherrima</i> CICC 32343. | 25 ± 2°C y 75±5% de HR | 10 días. | Tanto el conservante compuesto como <i>M. pulcherrima</i> pueden desempeñar un cierto papel en la conservación de la fruta. | Li, Xuemei, et al., (2023) |
| 7 | Entera, roja | Extracto seco de frutos de <i>Garcinia atroviridis</i> (GAFE) en combinación con goma arábiga (GA) contra la antracnosis causada por <i>Colletotrichum gloeosporioides</i> , | --- | --- | La aplicación del recubrimiento a la concentración más alta de 15 mg/mL de GAFE seco + 10% de GA afectó la calidad fisicoquímica al presentar un efecto fitotóxico en las pitahayas. | Mustafa et al., (2018) |

| N° | Presentación de la fruta y color de la pulpa | Parámetros de control | Condiciones adicionales de almacenamiento | Período de vida | Conclusión del estudio | Referencia |
|-----------------------------------|--|--|---|-----------------|---|-----------------------------------|
| 8 | Entera, blanca | Se probaron tratamientos con bicarbonato de sodio (SBC) para el control de la podredumbre negra en la fruta tratada, con 298 mM (2.5%) de bicarbonato de sodio (SBC) | 12 °C, más 5 días de vida útil a 20 °C. | 21 días | El tratamiento con 298 mM de SBC es potencialmente útil para controlar la podredumbre negra sin afectar su calidad sensorial. | Vilaplana, Alba, et al., (2018) |
| RECUBRIMIENTOS COMESTIBLES | | | | | | |
| 9 | Entera, roja | Recubrimiento compuesto de 10% de goma arábica (GA) y extractos crudos de jengibre, cúrcuma y "dukung anak" por separado a 5, 10 y 15 g/L | 11 ± 2C, 80% HR | 28 días | La incorporación de un 10% de AG con extracto de cúrcuma a una alta concentración puede servir como un biofungicida potencial en el manejo postcosecha de productos frescos al reducir la fitotoxicidad y mejorar la aceptabilidad general de la fruta. | Bordoh et al., (2022) |
| 10 | Recién cortada, roja | Con 5 g a.i /L polifenoles de manzana (APP) | 20 °C | 4 días | El tratamiento con APP suprimió fuertemente el crecimiento microbiano. | Fan et al., (2018) |
| 11 | Entera, roja | Recubrimiento compuesto a base de 1% de quitosano (p/v) y 0,2% (p/v) de κ-carragenina con 0,75% (p/v) de glicerol como plastificante. | 10°C | | El recubrimiento compuesto no presentó un efecto fuerte en la mejora de las actividades de quitinasa y β-1-3 glucanasa de las frutas durante el almacenamiento y el control de los síntomas de la enfermedad | Nguyen et al., (2021) |
| 12 | Entera, roja | Solución de quitosano reticulado con hidroxipropilmetilcelulosa con aceite de Neem atrapado (16 g/L) | 10 ± 2 °C con 80±5% HR | 15 días | El recubrimiento a base de quitosano con Neem extendió la vida útil. | Hernández-Valencia et al., (2019) |
| 13 | Entera | Solución de recubrimiento con 0.1 y 0.2% de cera de salvado de arroz, recubrimiento de cera comercial. | 10°C. | 21 días | El recubrimiento con 0,1% de cera de salvado de arroz puede utilizarse como método alternativo para mantener la calidad de la pitahaya durante el almacenamiento a bajas temperaturas. | Namsri et al., (2018) |
| 14 | Entera, roja | Ácido giberélico (GA3) o inmersión en jasmonato de metilo (MeJA) combinado con un recubrimiento compuesto a base de quitosano y κ-carragenina | 10 °C, 90-95 % HR. | 30 días | El recubrimiento compuesto a base de quitosano y κ-carragenina mantiene la frescura y el color de las brácteas, y en combinación con GA3 o el pretratamiento con MeJA fue mejor para retener el contenido de clorofila y la calidad de consumo. | Nguyen et al., (2021) |

| N° | Presentación de la fruta y color de la pulpa | Parámetros de control | Condiciones adicionales de almacenamiento | Período de vida | Conclusión del estudio | Referencia |
|--|--|--|---|-----------------|--|-----------------------------|
| 15 | Entera, roja | Agua caliente (HWT) a 50 °C durante 5 minutos, seguido de un recubrimiento compuesto a base de quitosano al 1,0% y κ-carragenina al 0,2% para contrarrestar los problemas. | 10 °C. | 30 días | El HWT solo o el HWT combinado con el recubrimiento compuesto mejoró la comestibilidad de la fruta en términos de contenido fenólico y actividad antioxidante. | Nguyen et al., (2020) |
| 16 | Entera, roja | La fruta se sumergió en un recubrimiento a base de aceite vegetal (VOC; Sta-Fresh® 2981) o en un recubrimiento a base de carnauba (CC; Endura-Fresh™ 6100) | 7 °C con 85% HR | 20 días | CC como el COV mantuvieron la calidad durante 15 días a 7 °C y 85% HR al retrasar el marchitamiento del exocarpio. | Razali et al., (2021) |
| 17 | Recién cortada, roja | La aplicación de una película de quitosano-gelatina con piruvato de etilo sobre la calidad microbiana y sensorial de la fruta. | 4±0.5°C | 12 días | La película de gelatina de quitosano con piruvato de etilo prolonga eficazmente la calidad y prolonga la vida útil de la fruta. | Wang et al., (2021) |
| TRATAMIENTO CON CLORURO DE CALCIO | | | | | | |
| 18 | Recién cortada | Tratamiento con cloruro de calcio (CaCl ₂) sobre la calidad y la acumulación de ácido γ-aminobutírico (GABA) | 10 °C | 3 días | El tratamiento con CaCl ₂ no solo pudo retrasar eficazmente el deterioro de la calidad, sino también promover la acumulación de GABA, posiblemente regulando la formación del complejo Ca ₂ ⁺ -CaM. | Li, Tianrong et al., (2022) |

Los inhibidores químicos han demostrado ser eficaces para conservar la calidad poscosecha de la pitahaya, aunque su éxito depende del tipo de compuesto y su aplicación. Aziz et al. (2018) y Chaemsanit et al. (2018) destacaron que la oleoresina de canela y el vapor de menta, respectivamente, preservaron firmeza y frescura en fruta entera. En pitahaya recién cortada, Ding et al. (2024) mostraron que el agua electrolítica ácida activa la vía fenilpropanoide, mejorando la defensa antioxidante. Erazo-Lara et al. (2024) probaron elicitores naturales precosecha, con efectos positivos en la vida útil. Jitareerat et al. (2018) y Vilaplana et al. (2018) reportaron que el sorbato de potasio y el bicarbonato de sodio controlan eficazmente la podredumbre sin dañar la calidad. Li et al. (2023) observaron beneficios con conservantes combinados con *Metschnikowia pulcherrima*. No obstante, Mustafa et al. (2018) advirtieron sobre la fitotoxicidad de altas concentraciones de extracto de *Garcinia atroviridis*, destacando la necesidad de una dosificación adecuada.

Los recubrimientos comestibles son una estrategia efectiva para prolongar la vida útil de la pitahaya, mejorando su calidad microbiológica, sensorial y visual. Bordoh et al. (2022) evidenciaron que la goma arábiga con cúrcuma reduce la fitotoxicidad y actúa como biofungicida. Fan et al. (2018) demostraron que los polifenoles de manzana inhiben el crecimiento microbiano en fruta recién cortada. El quitosano, por su efecto antimicrobiano, ha sido eficaz en combinación con κ-carragenina y aceite de neem (Nguyen et al., 2021; Hernández-Valencia et al., 2019). Sin embargo, su impacto sobre enzimas de defensa

fue limitado (Nguyen et al., 2021). Combinaciones con GA3 o MeJA conservaron color y frescura (Nguyen et al., 2021), y el tratamiento previo con agua caliente mejoró la actividad antioxidante (Nguyen et al., 2020). Namsri et al. (2018) destacaron el uso de cera de salvado de arroz, y Razali et al. (2021) confirmaron la eficacia de recubrimientos comerciales. Wang et al. (2021) reportaron que una película de quitosano-gelatina con piruvato de etilo mantuvo calidad por 12 días.

El tratamiento postcosecha con cloruro de calcio (CaCl_2) es eficaz para prolongar la vida útil de frutas al mejorar la firmeza y reducir enfermedades. En pitahaya, Li et al. (2022) demostraron que su aplicación a 10 °C durante tres días no solo retrasó el deterioro, sino que también estimuló la acumulación de ácido γ -aminobutírico (GABA), asociado a respuestas al estrés y regulación metabólica.

4. CONCLUSIONES

El tratamiento postcosecha de la pitahaya fresca representa una estrategia fundamental para su posicionamiento comercial a nivel global. Las técnicas revisadas muestran que es posible extender el período de almacenamiento o postcosecha de la pitahaya, especialmente considerando su alta perecibilidad y creciente demanda comercial. Para abordar este reto de manera efectiva, se requiere un enfoque multidimensional que integre distintas estrategias de conservación. En este sentido, la combinación de almacenamiento a baja temperatura, atmósferas controladas y tecnologías de recubrimiento sean estas físicas, químicas o biológicas, emerge como una solución prometedora. La aplicación conjunta de estas técnicas permite no solo retrasar el deterioro fisiológico y microbiológico de la fruta, sino también preservar su calidad sensorial y nutricional. Además, es fundamental adaptar estas tecnologías a las condiciones específicas de cada región productora, así como a las características particulares de las distintas variedades de pitahaya. El desarrollo de sistemas de conservación postcosecha personalizados, que consideren factores climáticos, infraestructura y necesidades del mercado, será esencial para maximizar la eficiencia y sostenibilidad del manejo postcosecha de esta fruta. En consecuencia, la investigación futura debe centrarse en la optimización e integración de tecnologías de conservación, con base en un enfoque holístico y orientado al contexto productivo real de cada país, particularmente al caso peruano.

AGRADECIMIENTOS

Este artículo fue desarrollado gracias al apoyo que brindó la Vicepresidencia de Investigación de la Universidad Nacional de Barranca mediante el proyecto “Impacto de los tratamientos combinados de ácido ascórbico/ CaCl_2 y luz ultravioleta sobre las propiedades reológicas y texturales de la pitahaya recién cortada” con financiamiento de la I Convocatoria de Estudios de Iniciación en la Investigación con Financiamiento interno 2023, aprobado con Resolución de Comisión Organizadora N° 336-2024-UNAB, el agradecimiento por los soportes técnicos, académicos y financieros.

REFERENCIAS

- Agro Perú. (2021). Exportaciones de pitahaya cayeron -89 % el 2020. *AGROPERÚ Informa*. <https://www.agroperu.pe/exportaciones-de-pitahaya-cayeron-89-el-2020/>
- Alegbeleye, O., Odeyemi, O. A., Strateva, M., & Stratev, D. (2022). Microbial spoilage of vegetables, fruits and cereals. *Applied Food Research*, 2(1), 100122. <https://doi.org/10.1016/j.afres.2022.100122>
- Álvarez-Herrera, J. G., Deaquiz, Y. A., & Herrera, A. O. (2016). Effect of different 1-methylcyclopropene doses on the postharvest period of pitahaya fruits (*Selenicereus megalanthus* Haw.). *Revista Facultad Nacional de Agronomía - Medellín*, 69(2), 7975-7983.
- Aziz, M. S. H., Manuhara, G. J., Utami, R., & Khasanah, L. U. (2018). The Application of Active Paper Incorporated with Oleoresin of Cinnamon Leaf (*Cinnamomum burmanii*) Distillation Residues on Maintaining Dragon Fruits (*Hylocereus costaricensis*) Quality during Storage. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 333(1), 012063. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/333/1/012063>
- Ba, L., Cao, S., Ji, N., Ma, C., Wang, R., & Luo, D. (2021). Exogenous melatonin treatment in the postharvest storage of pitaya fruits delays senescence and regulates reactive oxygen species metabolism. *Food Science and Technology*, 42, e15221. <https://doi.org/10.1590/fst.15221>
- Ba, L. J., Cao, S., Ji, N., Ma, C., Wang, R., & Luo, D. L. (2022). Effects of melatonin treatment on maintenance of the quality of fresh-cut pitaya fruit. *International Food Research Journal*, 29(4), 796-805.
- Bekele, D. (2018). Review on Factors Affecting Postharvest Quality of Fruits. *Journal of Plant Science and Research*, 5(2). <https://www.opensciencepublications.com/fulltextarticles/JPSR-2349-2805-5-180.pdf>
- Bordoh, P. K., Ali, A., Dickinson, M., Siddiqui, Y., & Ansah, F. A. (2022). Bioefficacy of Composite Medicinal Plant Extracts and Gum Arabic on Improving Postharvest Quality in Dragon Fruit. *International Journal of Food Science*, 2022, 3889563. <https://doi.org/10.1155/2022/3889563>
- Castro, A. C., Esguerra, E. B., Agravante, J. U., & Fernando, L. M. (2021). Physiological responses to low temperature conditioning and Chitosan coating of red-fleshed dragon fruit [*Hylocereus polyrhizus* (Weber) Britton & Rose]. *Philippine Agricultural Scientist*. <https://www.ukdr.uplb.edu.ph/journal-articles/940>
- Chaemsanit, S., Matan, N., & Matan, N. (2018). Effect of peppermint oil on the shelf-life of dragon fruit during storage. *Food Control*, 90, 172-179. <https://doi.org/10.1016/j.foodcont.2018.03.001>
- Chang, P.-T. (2021). Effect of Preharvest Application of CPPU and Perforated Packaging on the Postharvest Quality of Red-Fleshed Pitaya (*Hylocereus polyrhizus* sp.) Fruit. *Horticulturae*, 7(8), Article 8. <https://doi.org/10.3390/horticulturae7080253>
- Costa, A. C., Ramos, J. D., Menezes, T. P. D., Laredo, R. R., & Duarte, M. H. (2017). Quality of pitaia fruits submitted to field bagging. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 39, e. <https://doi.org/10.1590/0100-29452017377>

- Ding, X., Ma, J., Liu, S., Dong, X., Pan, X., & Dong, B. (2024). Acid electrolytic water treatment improves the quality of fresh-cut red pitaya fruit by regulating ROS metabolism and phenylpropanoid pathway. *Postharvest Biology and Technology*, *207*, 112636. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112636>
- Du, X., Wang, X., Chen, J., Luo, D., Cao, S., & Ba, L. (2025). Putrescine maintains postharvest pitaya quality by regulating polyamine and reactive oxygen homeostasis and energy metabolism. *LWT*, *220*, 117573. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2025.117573>
- Duarte, M. H., Queiroz, E. de R., Rocha, D. A., Costa, A. C., & Abreu, C. M. P. de. (2017). Qualidade de pitaia (*Hylocereus undatus*) submetida à adubação orgânica e armazenada sob refrigeração. *Brazilian Journal of Food Technology*, *20*, e2015115. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.11515>
- Erazo-Lara, A., García-Pastor, M. E., Padilla-González, P. A., Valero, D., & Serrano, M. (2024). Preharvest Elicitors as a Tool to Enhance Bioactive Compounds and Quality of Both Peel and Pulp of Yellow Pitahaya (*Selenicereus megalanthus* Haw.) at Harvest and during Postharvest Storage. *International Journal of Molecular Sciences*, *25*(10), Article 10. <https://doi.org/10.3390/ijms25105435>
- Espitia-Basallo, E., Fontecha-Camacho, D., Fischer, G., Herrera-Arévalo, A., Espitia-Basallo, E., Fontecha-Camacho, D., Fischer, G., & Herrera-Arévalo, A. (2024). Stomatal aperture and physicochemical qualities in yellow pitahaya (*Hylocereus megalanthus* Bauer) fruits in response to day/night rhythm in pre and postharvest. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, *18*(3). <https://doi.org/10.17584/rcch.2024v18i3.18175>
- Fan, P., Huber, D. J., Su, Z., Hu, M., Gao, Z., Li, M., Shi, X., & Zhang, Z. (2018). Effect of postharvest spray of apple polyphenols on the quality of fresh-cut red pitaya fruit during shelf life. *Food Chemistry*, *243*, 19-25. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.09.103>
- Fernandes, R. C., Anami, J. M., Espíndola, B. P., Nohatto, M. A., & Steffens, C. A. (2023). Diferentes condições de armazenamento e 1-metilciclopropeno na conservação pós-colheita de pitaia. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, *22*(1), Article 1. <https://doi.org/10.5965/223811712212023037>
- Franco, R. K. G., Esguerra, E. B., Tababa, J. L., & Castro, A. C. (2022). Harvest maturity affects the quality and storage behavior of white-fleshed dragon fruit [*Hylocereus undatus* (Haworth) Britton and Rose]—KU Leuven. *Food Research*, *6*(2), 423-433.
- Hernández-Ramos, L., Mateos, M. del R. G., Castillo-González, A. M., & Ybarra-Moncada, M. C. (2023). Integrated Postharvest of Pitahaya fruits (*Hylocereus ocamponis*) stored at different temperatures. *Journal of the Professional Association for Cactus Development*, *25*, 59-77. <https://doi.org/10.56890/jpacd.v25i.521>
- Hernández-Valencia, C. G., Román-Guerrero, A., Aguilar-Santamaría, Á., Cira, L., & Shirai, K. (2019). Cross-Linking Chitosan into Hydroxypropylmethylcellulose for the Preparation of Neem Oil Coating for Postharvest Storage of Pitaya (*Stenocereus pruinosus*). *Molecules*, *24*(2), Article 2. <https://doi.org/10.3390/molecules24020219>
- Ho, P. L., Tran, D. T., Hertog, M. L. A. T. M., & Nicolai, B. M. (2020). Modelling respiration rate of dragon fruit as a function of gas composition and temperature. *Scientia Horticulturae*, *263*, 109138. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.109138>

- Ho, P. L., Tran, D. T., Hertog, M. L. A. T. M., & Nicolai, B. M. (2021). Effect of controlled atmosphere storage on the quality attributes and volatile organic compounds profile of dragon fruit (*Hylocereus undatus*). *Postharvest Biology and Technology*, *173*, 111406. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2020.111406>
- Ho, P. L., Tran, D. T., Hertog, M. L. A. T. M., & Nicolai, B. M. (2024). Effect of controlled atmosphere storage on the aroma profile of dragon fruit (*Hylocereus undatus*). *Acta Horticulturae*, *1386*, 291-298. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2024.1386.39>
- Hoa, T. T., Clark, C. J., Waddell, B. C., & Woolf, A. B. (2006). Postharvest quality of Dragon fruit (*Hylocereus undatus*) following disinfesting hot air treatments. *Postharvest Biology and Technology*, *41*(1), 62-69. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2006.02.010>
- Jiang, Y.-L., Chen, L.-Y., Lee, T.-C., & Chang, P.-T. (2020). Improving postharvest storage of fresh red-fleshed pitaya (*Hylocereus polyrhizus* sp.) fruit by pre-harvest application of CPPU. *Scientia Horticulturae*, *273*, 109646. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2020.109646>
- Jitareerat, P., Sripong, K., Masaya, K., Aiamla-or, S., & Uthairatanakij, A. (2018). Combined effects of food additives and heat treatment on fruit rot disease and quality of harvested dragon fruit. *Agriculture and Natural Resources*, *52*(6), 543-549. <https://doi.org/10.1016/j.anres.2018.11.019>
- Karoney, E. M., Molelekoa, T., Bill, M., Siyoum, N., & Korsten, L. (2024). Global research network analysis of fresh produce postharvest technology: Innovative trends for loss reduction. *Postharvest Biology and Technology*, *208*, 112642. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2023.112642>
- Li, B., Li, M., Li, J., Wang, J., Li, X., Li, F., & Zhang, X. (2023). Alleviating Effect and Mechanism of Cold Shock Pretreatment on Browning of Fresh-Cut Pitaya Fruit. *Food Science*, *44*(13), 97-104. <https://doi.org/10.7506/spkx1002-6630-20220909-082>
- Li, C., Tao, J., & Wu, Z. (2023). Gaseous ozone regulates reactive oxygen species metabolism and ascorbate–glutathione cycle to delay the senescence of fresh-cut red pitaya (*Selenicereus undatus*) fruit. *Scientia Horticulturae*, *312*, 111839. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2023.111839>
- Li, C., Wang, S., Tao, J., Wang, J., & Wu, Z. (2023). Monitoring quality parameters and antioxidant potential of fresh-cut red pitaya fruit treated with gaseous ozone using kinetic models. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *17*(4), 4208-4224. <https://doi.org/10.1007/s11694-023-01927-3>
- Li, C., Wang, S., Wang, J., Wu, Z., Xu, Y., & Wu, Z. (2022). Ozone treatment promotes physicochemical properties and antioxidant capacity of fresh-cut red pitaya based on phenolic metabolism. *Frontiers in Nutrition*, *9*. <https://doi.org/10.3389/fnut.2022.1016607>
- Li, L., Lichter, A., Chalupowicz, D., Gamrasni, D., Goldberg, T., Nerya, O., Ben-Arie, R., & Porat, R. (2016). Effects of the ethylene-action inhibitor 1-methylcyclopropene on postharvest quality of non-climacteric fruit crops. *Postharvest Biology and Technology*, *111*, 322-329. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2015.09.031>

- Li, Tianrong, Tang, Jing, Zhu, Jingfang, You, Wanli, Jin, Peng, & Zheng, Yonghua. (2022). Effect of calcium chloride treatment on quality and 7-aminobutyric acid accumulation of fresh-cut pitaya fruit. *Journal of Nanjing Agricultural University*, 45(4), 769-776.
- Li, X., Li, B., Li, M., Fu, X., Zhao, X., Min, D., Li, F., & Zhang, X. (2022). Ethylene pretreatment induces phenolic biosynthesis of fresh-cut pitaya fruit by regulating ethylene signaling pathway. *Postharvest Biology and Technology*, 192, 112028. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2022.112028>
- Li, X., Li, M., Ji, N., Jin, P., Zhang, J., Zheng, Y., Zhang, X., & Li, F. (2019). Cold plasma treatment induces phenolic accumulation and enhances antioxidant activity in fresh-cut pitaya (*Hylocereus undatus*) fruit. *Food Science & Technology*, 115, 108447-. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108447>
- Li, X., Xuemei, H., Li, J., Wang, Y., Chen, Y., Sun, J., & Li, L. (2023). Effect of compound preservatives and Metschnikowia pulcherrima treatment on the quality of dragon fruit. *Food and Fermentation Industries*, 49, 183-189.
- Li, Z., Li, B., Li, M., Fu, X., Zhao, X., Min, D., Li, F., Li, X., & Zhang, X. (2022). Hot air pretreatment alleviates browning of fresh-cut pitaya fruit by regulating phenylpropanoid pathway and ascorbate-glutathione cycle. *Postharvest Biology and Technology*, 190, 111954. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2022.111954>
- Liu, R., Gao, H., Chen, H., Fang, X., & Wu, W. (2019). Synergistic effect of 1-methylcyclopropene and carvacrol on preservation of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). *Food Chemistry*, 283, 588-595. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.01.066>
- Minagri. (2021). Exportaciones de pitahaya cayeron -89 % el 2020. *AGROPERÚ Informa*. <https://www.agroperu.pe/exportaciones-de-pitahaya-cayeron-89-el-2020/>
- Moher, D., Liberati, A., Tetzlaff, J., & Altman, D. G. (2009). Preferred reporting items for systematic reviews and meta-analyses: The PRISMA statement. *BMJ*, 339, b2535. <https://doi.org/10.1136/bmj.b2535>
- Mustafa, N. A. A., Bordoh, P. K., & Azhane, A. (2018). Dried garcinia atroviridis crude extracts incorporated with gum arabic coating controlled postharvest anthracnose diseases in dragon fruits. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 41(4). <https://myjurnal.mohe.gov.my/public/article-view.php?id=135850>
- Namsri, S., Pongprasert, N., & Srilaong, V. (2018). Effect of coating solution containing rice bran wax on postharvest quality of dragon fruit. *Acta Horticulturae*, 1208, 385-392. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2018.1208.53>
- Ng, L. C., Tan, J. S., & Fauziah, T. A. (2022). Efficacy of Ultraviolet-C Irradiation to suppress fruit decay and retain the postharvest quality of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*). *Malaysian Applied Biology*, 51(1), Article 1. <https://doi.org/10.55230/mabjournal.v51i1.2150>
- Ngoc, N. K., Phong Nguyen, N. V., An, P. T. M., Woolf, A. B., & Fullerton, R. A. (2018). Effect of storage temperatures on postharvest diseases of dragon fruit (*Hylocereus undatus* Haw.) in the Mekong Delta Region, Vietnam. *Acta Horticulturae*, 1213, 453-460. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1213.67>

- Nguyen, H. T., Boonyaritthongchai, P., Buanong, M., Supapvanich, S., & Wongs-Aree, C. (2021). Chitosan- and κ -carrageenan-based composite coating on dragon fruit (*Hylocereus undatus*) pretreated with plant growth regulators maintains bract chlorophyll and fruit edibility. *Scientia Horticulturae*, 281, 109916. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.109916>
- Nguyen, H. T., Boonyaritthongchai, Panida, Buanong, Mantana, Supapvanich, Suriyan, & Wongs-Aree, C. (2020). Postharvest Hot Water Treatment Followed by Chitosan- and κ -Carrageenan-Based Composite Coating Induces the Disease Resistance and Preserves the Quality in Dragon Fruit (*Hylocereus undatus*). *International Journal of Fruit Science*, 20(sup3), S2030-S2044. <https://doi.org/10.1080/15538362.2020.1851342>
- Nguyen, N. V. P., Tung, T., Clark, C. J., & Woolf, A. B. (2018). Effect of storage temperature and low temperature conditioning on quality and chilling injury of 'LÐ1' red fleshed dragon fruit. *Acta Horticulturae*, 1213, 123-128. <https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2018.1213.16>
- Nguyen, T. D., Mongkolchaiyaphruek, A., & Srilaong, V. (2018). Effect of ethylene concentrations on the quality and enzyme activity of Dragon Fruit (*Hylocereus Undatus*). *Italian Journal of Food Science*, 30(5), 77-81.
- Nguyen, T. H., Boonyaritthongchai, P., Buanong, M., Supapvanich, S., & Wongs-Aree, C. (2021). Edible coating of chitosan ionically combined with κ -carrageenan maintains the bract and postharvest attributes of dragon fruit (*Hylocereus undatus*). *International Food Research Journal*, 28(4), 682-694.
- Nicolas-Saldaña, G. M., Paz Reyes, M. F., Chávez-Romero, Z. B., & Torres-Mildez, K. F. (2023). Use of the Pitahaya peel. A Systematic Review of the Literature. *3rd LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development – LEIRD 2023*.
- Nimitkeatkai, H., & Kulthip, J. (2016). Effect of sequential UV-C irradiation on microbial reduction and quality of fresh-cut dragon fruit. *International Food Research Journal*, 23(4), 1818-1822.
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pesantes-Gallardo, M. G., Reyna-Gonzales, K., Huaman-Grandez, E. O., Valdivia-Culqui, J. E., Paredes-Tarillo, F. A., Raymundo-Vasquez, P. A., Medina-Mendoza, M., Cayo-Colca, I. S., Castro-Alayo, E. M., & Balcazar-Zumaeta, C. R. (2024). Changes in the physicochemical properties of yellow pitahaya (*Hylocereusmegalanthus*) during storage. *Food Research*, 8(6), 18-27. [https://doi.org/10.26656/fr.2017.8\(6\).283](https://doi.org/10.26656/fr.2017.8(6).283)
- Pham, T. T. T., & Hoang, S. M. T. (2024). Impact of Electron Radiation on *Bactrocera dorsalis* Hendel Development on Dragon Fruit. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1399(1), 5.
- Portal frutícola. (2025). *La pitahaya conquista mercados internacionales con exportaciones récord*. <https://www.industriaalimentaria.org/blog/contenido/la-pitahaya-conquista-mercados-internacionales-con-exportaciones-record>

- Prasetia, H. A., Budiawan, S., Salbiah, Syahputra, A., Indarwatmi, M., & Murdita, W. (2023). New Proposed Dose of Irradiation to Control Fruit Flies (Diptera:Tephritidae) and its Influence to Super Red Pittaya (*Hylocereus costaricensis*) Quality. *HAYATI Journal of Biosciences*, 30(4), Article 4. <https://doi.org/10.4308/hjb.30.4.612-620>
- Primatama, S., Affandi, F. Y., Kistanti, A., Kurniawati, M., & Nugraha, B. (2023). Gas Absorbent Based Modified Atmosphere Packaging to Optimize Dragon Fruit Shelf Life. *BIO Web of Conferences*, 80, 04004. <https://doi.org/10.1051/bioconf/20238004004>
- Razali, N. A., Sargent, S. A., Sims, C. A., Brecht, J. K., Berry, A. D., & Cheng, G. (2021). Potential of Postharvest Coatings to Maintain Freshness of Red-Fleshed Pitaya (*Hylocereus costaricensis*). *Agriculture*, 11(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/agriculture11090892>
- Rosas-Benítez, A., Trujillo-Cárdenas, L., Valle-Guadarrama, S., Salinas-Moreno, Y., García-Cruz, L., Rosas-Benítez, A., Trujillo-Cárdenas, L., Valle-Guadarrama, S., Salinas-Moreno, Y., & García-Cruz, L. (2016). Quality attributes of pitaya (*Stenocereus pruinosus*) fruit handled in postharvest with and without thorns under refrigerated storage. *Revista Chapingo. Serie Horticultura*, 22(3), 191-207. <https://doi.org/10.5154/r.rchsh.2016.04.011>
- Sheng, K., Saichao, W., Jun, M., & Jing, X. (2021). Chilling Injury, Physicochemical Properties, and Antioxidant Enzyme Activities of Red Pitahaya (*Hylocereus polyrhizus*) Fruits under Cold Storage Stress. *Phyton-International Journal of Experimental Botany*, 90(291-305). <https://doi.org/10.32604/phyton.2020.012985>
- Tadeo, P. M. R., Castillo-Israel, C. A. T., Serrano, E. P., Gandia, J. B. L., & Absulio, W. L. (2018). Physiological responses and storage quality of fresh-cut red and white dragon fruit (*Hylocereus* spp.) treated with 1-methylcyclopropene (1-MCP). *International Food Research Journal*, 25, 2090-2098.
- Torres-Valenzuela, L. S., Ayala-Aponte, A. A., & Serna-Cock, L. (2016). Viscoelastic behavior of yellow pitahaya treated with 1-MCP. *DYNA*, 83(196), 119-123. <https://doi.org/10.15446/dyna.v83n196.50402>
- Uthairatanakij, A., Cholmaitri, C., Aiamla-or, S., & Jitareerat, P. (2018). Gamma irradiation as phytosanitary treatment for red flesh dragon fruit | International Society for Horticultural Science. *Acta Horticulturae 1210*. http://www.actahort.org/books/1210/1210_20.htm
- Verona-Ruiz, A., Urcia-Cerna, J., & Paucar-Menacho, L. M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo, características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, 11(3), 439-453. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>
- Vilaplana, R., Alba, P., & Valencia-Chamorro, S. (2018). Sodium bicarbonate salts for the control of postharvest black rot disease in yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*). *Crop Protection*, 114, 90-96. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2018.08.021>
- Vilaplana, R., Cifuentes, C., Vaca, L., Cevallos-Cevallos, J. M., & Valencia-Chamorro, S. (2020). Curative activity of possible biocontrol agents in the postharvest of yellow pitahaya and organic banana. *Postharvest Biology and Technology*, 159, 111030. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2019.111030>

- Vilaplana, R., Páez, D., Vásquez, W., Viera, W., & Valencia-Chamorro, S. (2018). Hot water treatments to control black rot caused by *Alternaria* sp. in yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus*). *Acta Horticulturae*, *1194*, 209-214. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2018.1194.31>
- Wall, M. M., & Follett, P. A. (2017). Quality of mixed tropical fruit following irradiation treatment. *Acta Horticulturae*, *1178*, 99-104. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2017.1178.18>
- Wang, B., Bai, X., Li, W., Chang, H., Zhou, J., & Wang, Y. (2021). Application of chitosan-gelatin active film with ethyl pyruvate on quality of fresh-cut pitaya fruit. *Acta Horticulturae*, *1319*, 139-146. <https://doi.org/10.17660/actahortic.2021.1319.16>
- Wang, B., Yuan, X., & Lin, C. (2024). Effects of Exogenous Melatonin Treatment on Storage Quality and ROS Scavenging Capacity of Harvested Pitaya Fruit. *Science and Technology of Food Industry*, *45*(21), 302–309. <https://doi.org/10.13386/j.issn1002-0306.2023120053>
- Wang, X., Chen, J., Luo, D., & Ba, L. (2024). Advances in the Understanding of Postharvest Physiological Changes and the Storage and Preservation of Pitaya. *Foods*, *13*(9), Article 9. <https://doi.org/10.3390/foods13091307>
- Yang, X., Xie, G., Tan, S., & Gu, G. (2024). Melatonin and methyl jasmonate inhibited the chilling injury of postharvest pitaya fruit after cold storage by regulating the antioxidant system. *New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science*, 1-11. <https://doi.org/10.1080/01140671.2024.2384922>
- Yong, Y. Y., Dykes, G., Lee, S. M., & Choo, W. S. (2018). Effect of refrigerated storage on betacyanin composition, antibacterial activity of red pitahaya (*Hylocereus polyrhizus*) and cytotoxicity evaluation of betacyanin rich extract on normal human cell lines. *LWT*, *91*, 491-497. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2018.01.078>