



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN**  
**ALIMENTOS Y BIOTECNOLOGIA**



**CARRERA DE ALIMENTOS**

---

Efecto de la aplicación de ozono gaseoso en la conservación postcosecha de la pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*)

---

Informe Final de Integración Curricular, modalidad Proyecto de Investigación, previa a la obtención del Título de Ingeniera en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

**Autora:** Yessenia Nathaly Muyulema Infante

**Tutora:** Dra. Mirari Yosune Arancibia Soria

**Ambato – Ecuador**

**Septiembre 2022**

## **APROBACIÓN DEL TUTOR**

Dra. Mirari Yosune Arancibia Soria

Certifica:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto, autorizo la presentación de este Informe Final de Integración Curricular, bajo la modalidad de Proyecto de Investigación, el mismo que responde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad de Ciencias e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología.

Ambato, 01 de agosto del 2022

.....  
Dra. Mirari Yosune Arancibia Soria  
C.I. 1802142461  
TUTORA

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Yessenia Nathaly Muyulema Infante, manifiesto que los resultados obtenidos en el presente Informe Final de Integración Curricular modalidad Proyecto de Investigación, previo a la obtención del título de Ingeniera en Alimentos, son absolutamente originales, auténticos y personales, a excepción de las citas bibliográficas.



.....  
Yessenia Nathaly Muyulema Infante

1805284047

Autora

## **APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO**

Los suscritos profesores calificadores aprueban el presente Informe Final de Integración Curricular modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos y Biotecnología de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia, firman:

---

**Presidente del Tribunal**

---

Dr. Esteban Mauricio Fuentes Pérez

C.I:1803321502

---

Ing. Diego Manolo Salazar Garcés

C.I: 1803124294

Ambato, 30 de agosto de 2022

## DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este Informe Final de Integración Curricular o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los Derechos en línea patrimoniales de mi Informe Final de Integración Curricular, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este, dentro de las reglamentaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.



.....  
Yessenia Nathaly Muyulema Infante

1805284047

Autora

## DEDICATORIA

*Esta tesis va dedicada a mis padres Sergio y Rosa que constantemente me apoyaron, me brindaron su cariño, paciencia y amor durante toda la etapa de mi vida. Muchas gracias por enseñarme que las metas y sueños se pueden cumplir y que todo se logra con dedicación y esfuerzo.*

*A mis hermanas Erika y Gabriela por sus palabras de aliento que me han motivado a seguir adelante cumpliendo cada una de mis metas planteadas y por depositar en mí toda su confianza y apoyo incondicional.*

*A mis queridos sobrinos Estefanía y Andrés por brindarme su cariño y aprecio.*

*A mi mejor amigo Alex J por haberme brindado su apoyo durante mi etapa universitaria por estar siempre ahí dándome ánimos, consejos, por brindarme su amistad y por haberme enseñado que con paciencia y esfuerzo todo se puede lograr.*

*¡Lo logré familia esto fue por ustedes!*

*Los amo*

## AGRADECIMIENTOS

*Primeramente, agradezco a Dios por haberme permitido alcanzar cada una de las metas que me he planteado durante toda mi vida; a mis padres y a mis hermanas que me han brindado su apoyo incondicional y sus palabras motivacionales que me han dado la fuerza para salir adelante.*

*A la PhD. Mirari Arancibia por sus ayuda, consejos y recomendaciones que ha permitido que este trabajo se lleve a cabo con éxito.*

*Además, quiero agradecer a todos los docentes que han impartido en mi todo su conocimiento adquirido durante toda su vida, para que así me convierta en una persona profesional.*

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>APROBACIÓN DEL TUTOR</b> .....	ii
<b>DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD</b> .....	iii
<b>APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO</b> .....	iv
<b>DERECHOS DE AUTOR</b> .....	v
<b>DEDICATORIA</b> .....	vi
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	vii
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b> .....	viii
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b> .....	x
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xi
<b>RESUMEN</b> .....	xii
<b>ABSTRACT</b> .....	xiii
<b>CAPITULO I</b> .....	14
<b>MARCO TEORICO</b> .....	14
<b>1.1 Antecedentes Investigativos</b> .....	14
<b>1.1.1 Pitahaya</b> .....	14
<b>1.1.2 Variedades</b> .....	14
<b>1.1.3 Pitahaya amarilla</b> .....	14
<b>1.1.4 Cultivo de Pitahaya en Ecuador</b> .....	15
<b>1.1.5 Importancia nutricional</b> .....	17
<b>1.1.6 Manejo postcosecha en la pitahaya</b> .....	17
<b>1.1.7 Uso de ozono gaseoso durante el almacenamiento postcosecha</b> .....	20
<b>1.2 OBJETIVOS</b> .....	22
<b>1.2.1 Objetivo General</b> .....	22
<b>1.2.2 Objetivos específicos</b> .....	22
<b>CAPITULO II</b> .....	23



<b>METODOLOGÍA</b> .....	23
<b>2.1 Métodos</b> .....	23
<b>2.2 Herramientas de búsqueda y recursos de información científica</b> .....	23
<b>2.3 Estrategias de búsqueda</b> .....	23
<b>2.4 Criterios de selección</b> .....	23
<b>2.4.1 Criterios de inclusión</b> .....	23
<b>2.4.2 Criterios de exclusión</b> .....	23
<b>2.5 Selección de estudios</b> .....	24
<b>2.6 Análisis de información</b> .....	24
<b>CAPITULO III</b> .....	25
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	25
<b>3.1 Resultados de búsqueda</b> .....	25
<b>3.2 Aplicación de ozono en la conservación postcosecha de la pitahaya.</b> ...	25
<b>CÁPITULO IV</b> .....	32
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	32
<b>4.1 CONCLUSIONES</b> .....	32
<b>4.2 RECOMENDACIONES</b> .....	33
<b>BIBLIOGRAFÍA</b> .....	34

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Análisis fisicoquímicos de la pitahaya tratada con ozono gaseoso almacenada a 25 °C. ....	26
<b>Tabla 2.</b> Efecto del tratamiento con ozono gaseoso sobre la calidad visual de la pitahaya almacenados a 25°C.....	28
<b>Tabla 3.</b> Análisis microbiológicos de la pitahaya mínimamente procesada tratada con ozono gaseoso a una temperatura de almacenamiento de 5°C.....	30

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Fotografías de las diferentes variedades de pitahaya. A) pitahaya amarilla, B) pitahaya rosa con pulpa blanca, C) pitahaya rosa con pulpa rosa.....	14
<b>Figura 2.</b> Planta de pitahaya amarilla ( <i>Hylocereus megalanthus</i> ).....	15
<b>Figura 3.</b> Variedades de pitahaya cultivadas en Ecuador. A) pitahaya roja; B) pitahaya amarilla. ....	16
<b>Figura 4.</b> Grados de maduración de la pitahaya amarilla siendo 0 el más bajo y 6 el más alto.....	17
<b>Figura 5.</b> Operaciones postcosecha llevadas a cabo en la pitahaya .....	19
<b>Figura 6.</b> Generación de ozono por medio del método de descarga eléctrica.....	21

## RESUMEN

La pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) tiene una gran aceptación en el mercado ecuatoriano e internacional, debido a sus propiedades nutricionales, nutraceúticas y funcionales. Sin embargo, su corto tiempo de vida útil durante el almacenamiento postcosecha, genera pérdidas importantes para la industria.

En este sentido, en la presente investigación bibliográfica se pretende sintetizar el efecto de la aplicación de ozono gaseoso en la pitahaya como una alternativa de conservación postcosecha y determinar el efecto del ozono sobre sus propiedades fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales.

A la vista de los resultados, el tratamiento con ozono es una alternativa eficaz frente a microorganismos del deterioro como son bacterias aerobias mesófilas, mohos y levaduras, este tratamiento demostró ser efectivo debido a que redujo la carga microbiana presente en la pitahaya.

Mediante la investigación se conoció que el ozono gaseoso actúa de manera positiva sobre la calidad fisicoquímica y sensorial ya que el tratamiento no presenta cambios significativos en estas propiedades.

**Palabras claves:** investigación bibliográfica, pitahaya, manejo postcosecha, ozono gaseoso, propiedades de alimentos, evaluación sensorial, calidad alimentaria, vida útil de alimento.

## ABSTRACT

The yellow pitahaya (*Hylocereus megalanthus*) is widely accepted in the Ecuadorian and international markets due to its nutritional, nutraceutical and functional properties. However, its short shelf life during post-harvest storage generates important losses for the industry.

In this sense, the present bibliographic research aims to synthesize the effect of the application of gaseous ozone on pitahaya as an alternative for postharvest conservation and to determine the effect of ozone on its physicochemical, microbiological and sensory properties.

In view of the results, ozone treatment is an effective alternative against spoilage microorganisms such as mesophilic aerobic bacteria, molds and yeasts; this treatment proved to be effective because it reduced the microbial load present in the pitahaya.

The research showed that gaseous ozone acts positively on the physicochemical and sensory quality since the treatment does not present significant changes in these properties.

**Keywords:** bibliographic research, pitahaya, postharvest handling, gaseous ozone, food properties, evaluation sensory, food quality, food shelf life.

# CAPITULO I

## MARCO TEORICO

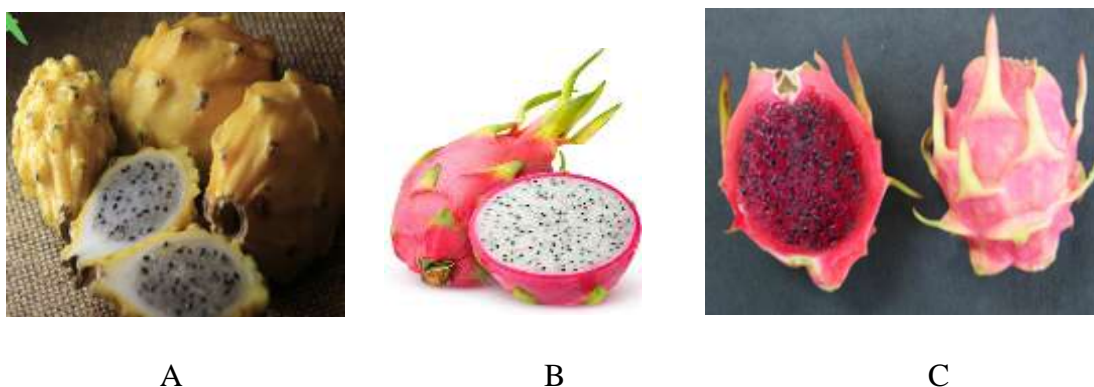
### 1.1 Antecedentes Investigativos

#### 1.1.1 Pitahaya

La pitahaya o fruta dragón pertenece a la familia *Cactaceae*, que abarca entre 1400-1500 especies de las cuales alrededor de 250 se consideran frutas (Kishore, 2016). Según (Obenland et al., 2016) la pitahaya tiene origen en Centro y Sur América y actualmente se cultiva en países como Ecuador, Perú, Colombia, México, Nicaragua, Israel, Estados Unidos entre otros.

#### 1.1.2 Variedades

Se conoce tres especies de pitahaya: *Hylocereus megalanthus*, *Hylocereus undatus* y *Hylocereus monacanthus* (Fig. 1) (Verona et al., 2020). La especie *Hylocereus megalanthus* antes conocida como *Selenicereus megalanthus* tiene una cáscara amarilla con espinas alrededor, pulpa blanca y semillas negras; la *Hylocereus undatus* posee una cáscara rojo-rosa, pulpa blanca y semillas negras, mientras que la *Hylocereus monacanthus* antes conocida como *Hylocereus polyrhizus* se diferencia por tener una cáscara rojo-rosa, pulpa rosa y semillas negras (Mercado, 2018).



**Figura 1.** Fotografías de las diferentes variedades de pitahaya. A) pitahaya amarilla, B) pitahaya rosa con pulpa blanca, C) pitahaya rosa con pulpa rosa

#### 1.1.3 Pitahaya amarilla

La pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*), es una planta trepadora, perenne, de tipo arbustivo es capaz de llegar a medir dos metros, esta se muestra en areolas y sus cladodios miden de 50-150 cm de largo mientras que de ancho 3-6 cm. Sus cladodios

tienen entre 3-5 aristas que le otorgan una forma triangular, sus flores son hermafroditas grandes de una tonalidad blanco-amarillo estas se hallan debajo las areolas y miden entre 20-25 cm (Huachi et al., 2015). El fruto es de tipo baya de forma ovalada, la cáscara tiene una coloración amarilla la cual se encuentra recubierta con espinas, de pulpa dulce con tonalidad blanca y gran cantidad de semillas negras (Fig. 2). Según Yoplac et al., (2021) la fruta del dragón (pitahaya) contiene vitamina C, hidratos de carbono, fibra hidrosoluble, minerales y alrededor de 80% de agua, composición raramente encontrada en otras frutas y por lo cual es considerada como un alimento funcional (Liangjie et al., 2022). Asimismo, el contenido de compuestos fenólicos y su potencial capacidad antioxidante y antitumoral, pueden ser utilizadas en beneficio de la salud humana y animal (Dionísio et al., 2020a, b). Este hecho hace que sea importante disminuir el tiempo de senescencia de la fruta y encontrar alternativas para extender su vida útil.



**Figura 2.** Planta de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*) (Vargas et al., 2020).

#### **1.1.4 Cultivo de Pitahaya en Ecuador**

En Ecuador, la fruta del dragón cuenta con 3000 Ha de producción distribuidas en 17 provincias, lo que ha convertido al país en uno de los principales exportadores seguido por Colombia (ESPOL, 2022). En el año 2021 Ecuador exportó 17.895 toneladas métricas de pitahaya, un 60% más que en el año 2020 y se espera que en el año 2022 el porcentaje de exportaciones se incremente en un 40% (El Universo, 2022).

En el país se cultivan dos variedades de pitahaya, rosa y amarilla. La variedad rosa usualmente se cultiva en las provincias de Guayas, Manabí, Santo Domingo de los Tsáchilas entre otros, mientras que de la pitahaya amarilla se derivan 2 ecotipos, la denominada “Nacional” que se cultiva en la provincia de Pichincha y cuyo fruto tiene un peso de 150 gramos, y el ecotipo “Palora” que generalmente se cultiva en la región oriental, específicamente en la provincia de Morona Santiago, cantón Palora, que cuenta con alrededor de 2.000 Ha de cultivo de las 3.000 Ha del país (**El Universo, 2021**). El fruto del ecotipo Palora tiene un peso aproximado de 350 gramos (**Trujillo, 2014**).



**Figura 3.** Variedades de pitahaya cultivadas en Ecuador. A) pitahaya roja; B) pitahaya amarilla. (El Productor, 2021 & Vargas et al., 2020).

La pitahaya amarilla se comercializa tanto como fruto fresco o como pulpa congelada y tiene gran aceptación en el mercado nacional e internacional debido a sus características fisicoquímicas, nutricionales, nutraceuticas y funcionales (**Verona et al., 2020**).

La pitahaya se cosecha en función del mercado destino, generalmente para exportación el grado de madurez recomendado es de 4-5 y para el consumo interno de 6 (Fig. 4). Conforme madura la fruta, la pulpa aumenta del 60-80% de su peso, sin embargo, la firmeza de la pulpa disminuye conforme avanza la madurez, esto debido a la degradación de las paredes celulares que hace que se debilite la adhesión intracelular (**Sotomayor et al., 2019**). Según **Vargas et al., (2020)** es importante identificar el estado de maduración adecuado de la pitahaya tanto en color sabor, firmeza y tamaño ya que las características sensoriales, nutricionales y de manejo postcosecha dependen del grado de madurez en el que se encuentre la fruta al momento de la cosecha.





**Figura 4.** Grados de maduración de la pitahaya amarilla siendo 0 el más bajo y 6 el más alto (NTC-3554, 1996).

### 1.1.5 Importancia nutricional

**Omidizadeh et al., (2011)** afirman que la pitahaya posee alta capacidad antioxidante principalmente por las semillas que tienen una elevada cantidad de ácidos grasos naturales, entre los que se destacan el ácido linoleico, ácido oleico y el ácido palmítico con un porcentaje de 64,5; 13,9 y 14,4 respectivamente (**Chino, 2020**). El ácido linoleico es capaz de atrapar el colesterol produciendo un efecto cardiotónico, por ello se vincula a la pitahaya con propiedades funcionales (**Chemah et al., 2010**).

Asimismo, **Esquivel & Araya (2012)** mencionan que las betalaínas, pigmentos rojo y amarillo, presentes en la pitahaya, producen 2 grupos: betacianinas y betaxantinas, sustancias similares a las vitaminas que en conjunto presentan actividad antioxidante.

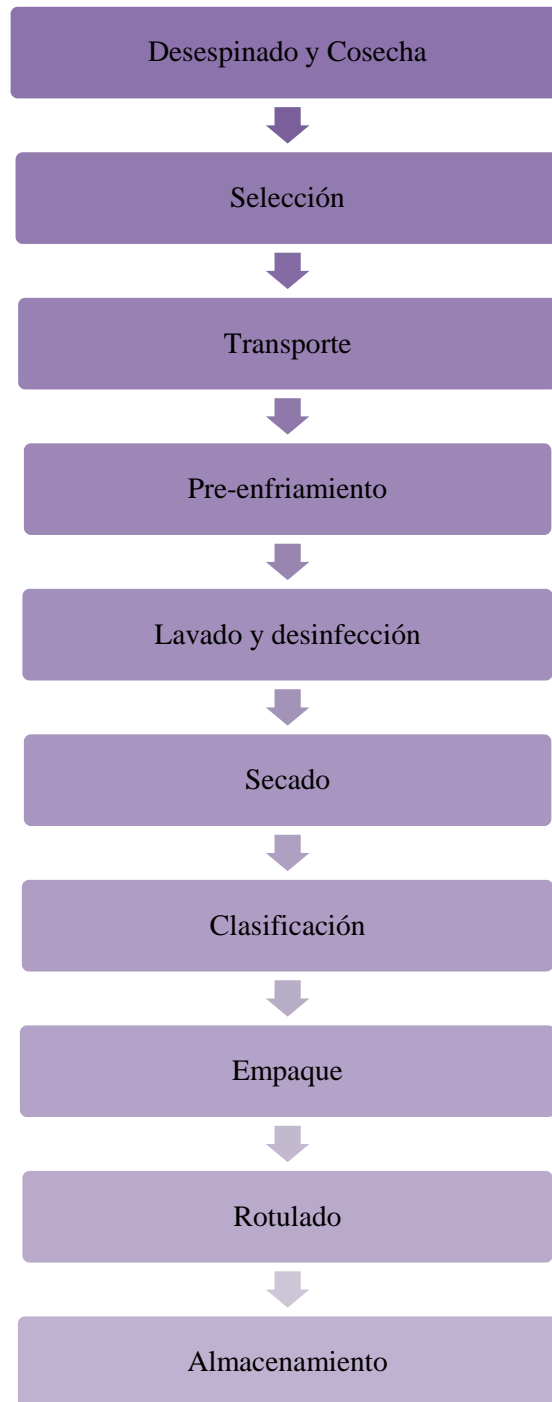
### 1.1.6 Manejo postcosecha en la pitahaya

La pitahaya es una fruta climatérica que alcanza su máxima calidad para consumo cuando se cosecha madura, sin embargo, su calidad se deteriora durante el almacenamiento (**Wu et al., 2019**). Al ser un cultivo relativamente nuevo, pocos estudios se han realizado sobre su manejo y conservación postcosecha. De ahí que es necesario realizar nuevas investigaciones que permita extender la vida útil del producto y conservar sus propiedades nutricionales y funcionales (**de Freitas & Mitcham, 2013**). La conservación postcosecha representa un reto especialmente para los países en vías de desarrollo, ya que tienen una cuantía media del 20-50% de pérdidas postcosecha, para disminuir estas pérdidas es necesario tener conocimiento

de los factores ambientales, fisiológicos y biológicos asociados con el deterioro. Entre los factores ambientales más relevantes se encuentra la temperatura, humedad relativa, ambiente en donde se encuentre la fruta, mientras que en los factores fisiológicos y biológicos los de mayor relevancia son la producción de etileno, velocidad de respiración, tasa de transpiración y daño ocasionado por microorganismos (**Bataller et al., 2010**).

Las prácticas que se realizan durante y después de la recolección de la pitahaya tienen como objetivo mantener la calidad del producto entre estas operaciones están el desespinado y cosecha; selección; transporte; pre-enfriamiento; lavado y desinfección; secado; clasificación; empaque; rotulado y almacenado (Figura 5), cabe mencionar que el desespinado es la etapa más crítica ya que si no se realiza correctamente se provoca un daño mecánico, dando paso a la proliferación de microorganismos en la fruta (**Yoplac et al., 2021**).

Los principales problemas postcosecha de la pitahaya están relacionados con daño mecánico, daño por frío, pérdida de agua. El daño mecánico provoca zonas a manera de cortes por donde la fruta pierde agua, este hecho se podría prevenir con capacitación y mayor conocimiento del manejo postcosecha por parte del agricultor (**Bolaños & Calero, 2015**). Los daños por frío, manchas negras en la superficie de la fruta, se producen por almacenar la pitahaya a temperaturas no adecuadas, inferiores a los 5 °C. Según **Jiménez et al., (2017)** para reducir el proceso de deterioro de la fruta se recomienda almacenar a una temperatura de  $6 \pm 2$  °C con una HR de 72-92% y madurez inicial de 15-25%, fruta con color amarillo por un tiempo máximo de 25 días. Si bien este hecho depende de la variedad genética, se necesitan más estudios para identificar la temperatura óptima de almacenamiento.



**Figura 5.** Operaciones postcosecha llevadas a cabo en la pitahaya

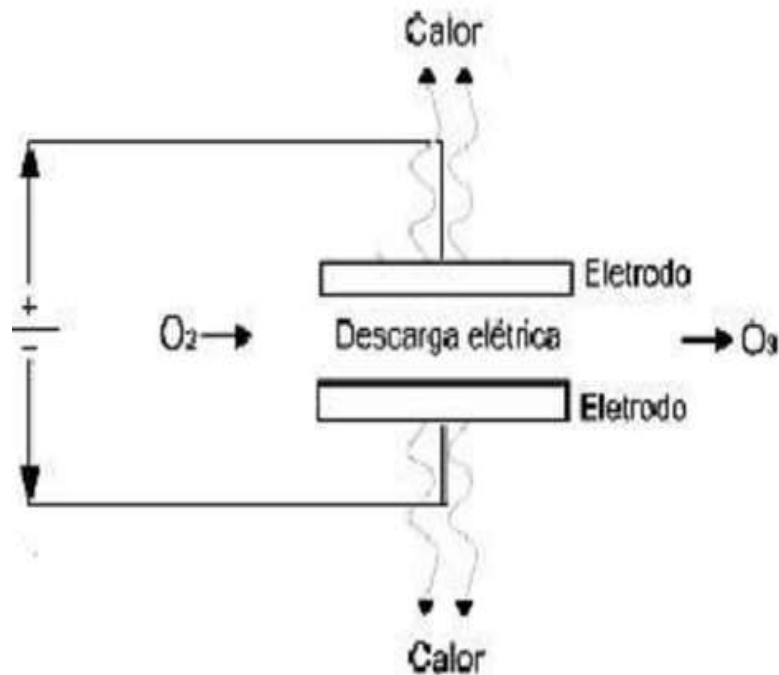
Dentro del manejo postcosecha, el empaque juega un rol crucial, originalmente el uso de bolsas plásticas perforadas (**Agrocalidad, 2020**), permitió disminuir la pérdida de agua y el rápido deterioro sin embargo se ha debido migrar a materiales amigables con el ambiente como el cartón o reutilizables como la madera en base a la legislación

vigente en cada país, con lo que se hace necesario más estudios utilizando estos empaques alternativos **(de Freitas & Mitcham, 2013)**.

#### **1.1.7 Uso de ozono gaseoso durante el almacenamiento postcosecha**

Según **Ferreira (2018)** existen algunos métodos generar ozono entre ellos métodos fotoquímicos y de descarga eléctrica, térmicos, radioquímicos y electroquímicos, generalmente para obtener ozono de manera comercial se utiliza el proceso de descarga eléctrica (Fig. 6.) también conocido como “proceso corona”, este tiene 2 electrodos sometidos a una gran diferencia de potencial (aproximadamente 1000 V), en el cual se produce ozono al pasar aire u oxígeno puro entre 2 electrodos, cuando los electrones han adquirido la suficiente energía para separar la molécula de oxígeno, empiezan a ocurrir colisiones que permiten la disociación del oxígeno y la consecuente formación de ozono, es necesario mencionar que el proceso de descarga eléctrica es capaz de convertir el oxígeno molecular en ozono en concentraciones de hasta un 4% en masa para la generación a partir del aire y hasta un 14% para la generación a partir de oxígeno puro.

Otro método es el electroquímico en el cual el agua se convierte en átomos de hidrógeno y oxígeno a través de la electrolisis, las moléculas de hidrógeno se separan del gas y el agua y los átomos de oxígeno se combinan para dar paso a la formación de ozono y oxígeno diatómico, en este método el ozono obtenido tiene concentraciones 3 o 4 veces más altas (10-18% de ozono en la producción de mezcla de gases) que el método de descarga eléctrica **(Ferreira, 2018)**.



**Figura 6.** Generación de ozono por medio del método de descarga eléctrica (Da Silva et al., 2011).

El ozono es un agente antimicrobiano con un alto poder biocida que inhibe el crecimiento de microorganismos patógenos que deterioran a los alimentos. La industria alimentaria se concentra en aplicar desinfectantes eficaces tanto para el lavado como la conservación de las frutas. **Bataller et al., (2010)** indica que a principios del año 2001 la FDA (Food and Drug Administration) aprobó al ozono como sustancia GRAS (sustancia reconocida como segura) para que se pueda emplearse en la industria alimentaria.

Uno de los tratamientos utilizados para alargar el tiempo de vida útil de los alimentos es el empleo de ozono. El ozono es una alternativa sustentable para el manejo postcosecha de las frutas, este puede ser aplicado como solución acuosa o forma gaseosa, la ozonización tiene varios propósitos en la etapa postcosecha como es: la inhibición de bacterias; destrucción de pesticidas y residuos químicos; prevención de la proliferación fúngica y el control de plagas durante el almacenamiento, sin embargo su producción y aplicación en alimentos requiere tecnologías complejas (**Sarron et al., 2021**).

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Desarrollar una investigación bibliográfica sobre el efecto del ozono gaseoso en la calidad postcosecha de la pitahaya (*Hylocereus megalanthus*).

### **1.2.2 Objetivos específicos**

- Recopilar estudios relevantes a partir de fuentes de información científica relacionadas con el efecto del ozono en las características físico-químicas de la pitahaya.
- Describir el efecto del ozono sobre la calidad sensorial de la pitahaya.
- Identificar el efecto del ozono sobre la vida útil de la pitahaya.

## CAPITULO II

### METODOLOGÍA

#### 2.1 Métodos

El presente trabajo consistió en una revisión bibliográfica de los estudios referentes al efecto del ozono gaseoso en la calidad postcosecha de la pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*).

#### 2.2 Herramientas de búsqueda y recursos de información científica

Para la recopilación de información se utilizó libros digitales asociados al tema, los mismos que se encontraron disponibles en la biblioteca virtual de la Universidad Técnica de Ambato, además se utilizó el repositorio institucional, revistas, tesis, artículos científicos, entre otros.

#### 2.3 Estrategias de búsqueda

Los términos de la búsqueda se delimitaron en las siguientes palabras en castellano e inglés: “pitahaya”, “postcosecha”, “ozono”, “sensorial”, “calidad”, “conservación” y “organoléptica”. Los términos anteriormente mencionados se asociaron con operadores lógicos y otros comandos que facilitarán la recopilación de información. Cabe mencionar que se utilizará información específica que se encuentre en el título de las investigaciones para así precisar la búsqueda, como indica **Cardona et al.,(2016)**.

#### 2.4 Criterios de selección

##### 2.4.1 Criterios de inclusión

Para la revisión bibliográfica se seleccionó investigaciones experimentales asociadas a una matriz alimentaria como la pitahaya en donde se aplicó ozono y en donde se evidencie el efecto en sus propiedades fisicoquímicas y organolépticas. Los trabajos de investigación que se tomaron en cuenta se delimitaron en los últimos doce años (2010-2022).

##### 2.4.2 Criterios de exclusión

No se tomó en cuenta a las investigaciones experimentales que no cumplieran con los criterios de inclusión.

## **2.5 Selección de estudios**

La elección de información bibliográfica se realizó después de haber aplicado las estrategias de búsqueda y criterios de selección. El procedimiento consistió en leer el resumen de las investigaciones para así desestimar información que no se encontrará asociada al tema de estudio. Para la exportación de información se ocupó el gestor de referencias bibliográficas Mendeley.

## **2.6 Análisis de información**

Mediante la recopilación de información se procedió a realizar las tablas de resultados, en estos se colocará los aspectos más relevantes como: concentración sugerida, aplicación, características físico-químicas, calidad sensorial, entre otros.



## CAPITULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1 Resultados de búsqueda

En base a la búsqueda se obtuvo 36 investigaciones de los cuales 3 se encuentran relacionados con la aplicación de ozono gaseoso en la pitahaya, mientras que los 33 restantes se asocian con la aplicación de ozono como una técnica de conservación postcosecha, manejo postcosecha de pitahaya y efecto de la aplicación de ozono en las frutas.

#### 3.2 Aplicación de ozono en la conservación postcosecha de la pitahaya.

**Wu et al., (2019)** indican que con el pasar de los años se han diseñado algunas técnicas de procesamiento postcosecha de las frutas, entre ellos el tratamiento térmico, tratamiento de polifenoles de manzana, tratamiento con ozono, entre otros, estos tratamientos tienen como finalidad inhibir la proliferación de microorganismos, retrasar el deterioro y descomposición de la fruta.

El ozono cuenta con un alto poder oxidante y germicida este se puede utilizar en solución acuosa o aire ya que se descompone espontáneamente sin dejar residuos (**Bataller et al., 2010**). **Ferreira (2018)** sugiere aplicar ozono gaseoso en la pitahaya mediante el proceso de descarga eléctrica debido a que el ozono producido ingresa a un dispositivo ozonizador en donde entra en contacto con la fruta de manera uniforme y el exceso de ozono pasa a través de un filtro de carbón activado posteriormente se burbujea en una solución de yoduro de potasio para neutralizarlo. Por otra parte, **Wu et al., (2019)** proponen utilizar ozono gaseoso mediante el uso de una plataforma de esterilización refrigerada acoplada con un sistema de generación y detección de ozono, generalmente se utiliza el ozono en estado gaseoso ya que tiene mayor eficiencia al momento desinfectar y conservar a la pitahaya. El tratamiento con ozono gaseoso permite elevar la rentabilidad de la producción al reducir las pérdidas postcosecha, debido a que este posee un alto espectro de actividad antimicrobiana siendo capaz de eliminar hongos, levaduras, bacterias patógenas ya que este actúa en la lisis celular de los microorganismos provocando que estos no puedan adquirir resistencia (**Sachadyn-Król & Agriopoulou, 2020**).

**Tabla 1.** Análisis fisicoquímicos de la pitahaya tratada con ozono gaseoso almacenada a 25 °C.

Matriz	E.A	[ ]	T.E	Propiedades fisicoquímicas	Periodo de almacenamiento (Días)	Análisis Estadístico	Resultado	Referencia
Pitahaya	Gaseoso	4 mg/m <sup>3</sup>	10 horas	Sólidos solubles totales (°Brix)	7	Análisis de varianza (ANOVA) y Prueba de rango múltiple de Duncan	Durante el periodo de almacenamiento el tratamiento con ozono inhibió significativamente el contenido de acidez total y la tasa de respiración mientras se mantuvo el contenido de sólidos solubles totales a comparación de las muestras control.	(Wu et al., 2019)
				Acidez Titulable (g/Kg)	7			
				Tasa de respiración CO <sub>2</sub> (mg/Kg*h)	7			

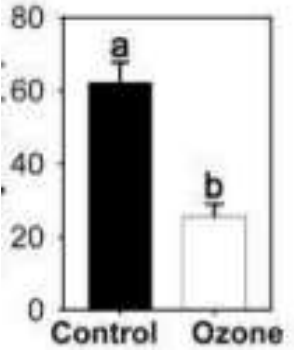
E.A: estado de aplicación de O<sub>3</sub>; [ ]: concentración; T.E: tiempo de exposición.

Las frutas son alimentos perecederos por ende es necesario contar con un adecuado manejo postcosecha por tal motivo se ha considerado el tratamiento con ozono gaseoso debido a que esta sustancia posee un alto poder biocida, no deja residuos y permite que el alimento aumente el tiempo de vida útil. Según **Wu et al., (2019)** el contenido de sólidos solubles, acidez titulable y la tasa de respiración son indicadores importantes para definir la calidad de la pitahaya, en la Tabla 1 se indica los resultados de los análisis fisicoquímicos de la pitahaya tratada con ozono gaseoso, en donde se observa que el contenido de sólidos solubles totales se mantuvo durante el periodo de almacenamiento, **Sotomayor et al., (2019)** afirman que durante el periodo de almacenamiento no se incrementa el contenido de sólidos solubles en la pitahaya ya que incrementan la mayor cantidad de SST en la etapa final de desarrollo en la planta, en las muestras control no se observó el mismo comportamiento ya que al final del período de almacenamiento se tuvo una disminución significativa en esta propiedad.

De la misma manera la acidez titulable en la pitahaya se mantuvo durante el almacenamiento al aplicar el tratamiento con ozono gaseoso, por el contrario **Ali et al., (2014)** en su investigación tuvo diferentes resultados en la papaya durante el tiempo de almacenamiento ya que no se presentó una variación significativa de la acidez tanto en las muestras control y ozonizada, por otro lado en los resultados reportados se indica que la acidez titulable en la muestra control aumento significativamente, **Bolaños & Calero (2015)** manifiestan que el aumento de acidez de la fruta se debe al estado de madurez del 75%.

Por otra parte, en la Tabla 1 se describe la tasa de respiración de la pitahaya en donde en las muestras ozonizadas hubo un mínimo incremento de esta propiedad durante el periodo de almacenamiento, sin embargo, en las muestras control existe un incremento evidente, según **Osuna et al., (2011)** la pitahaya tiende a liberar etileno conforme avanza su madurez, con un aumento equivalente para atender los requerimientos energéticos de las enzimas que ayudan a su senescencia. En base a los resultados reportados se observa que el tratamiento con ozono gaseoso ayudo a mantener las propiedades fisicoquímicas de la pitahaya durante el periodo de almacenamiento postcosecha.

**Tabla 2.** Efecto del tratamiento con ozono gaseoso sobre la calidad visual de la pitahaya almacenados a 25°C.

Matriz	E.A	[ ]	T.E	Análisis Sensorial	Periodo de almacenamiento (Días)	Tratos		Resultado	Referencia
						Sin tratamiento	Ozono		
pitahaya	Gaseoso	4 mg/m <sup>3</sup>	10 horas	Calidad Visual	10		Mediante la aplicación del tratamiento con ozono gaseoso la descomposición física de la pitahaya se retrasó notablemente de 62 a 25 %.	(Wu et al., 2019)	

E.A: estado de aplicación de O<sub>3</sub>; [ ]: concentración; T.E: tiempo de exposición

En la industria alimentaria se producen pérdidas postcosecha que provocan cambios en las propiedades de la pitahaya, **Nieto (2010)** señala que estas pérdidas oscilan del 20-50% en países en vía de desarrollo, los cambios que sufre la fruta durante esta etapa no se pueden detener, pero es posible reducirla mediante la aplicación de tratamientos de conservación. En la Tabla 2 se describen los resultados del efecto del tratamiento con ozono gaseoso sobre la calidad visual de la pitahaya, en donde los resultados obtenidos fueron favorables a comparación de la muestra control ya que el tratamiento actuó de manera significativa dado que la tasa de descomposición de la pitahaya se redujo de 62,22% a 25,5% con el tratamiento de ozonización permitiendo que la pitahaya mantenga su calidad visual durante el período de almacenamiento. **Urbano (2018)** reporta en su investigación que el tratamiento de ozonización a una concentración de 0,4 ppm actuó de manera eficaz en la conservación postcosecha de la mora dado que la fruta mantuvo su calidad visual durante los 10 días de almacenamiento.

**Tabla 3.** Análisis microbiológicos de la pitahaya mínimamente procesada tratada con ozono gaseoso a una temperatura de almacenamiento de 5°C.

Matriz	E.A	[ ]	T.E	Análisis microbiológico	Periodo de almacenamiento (Días)	Tratos		Análisis Estadístico	Resultados	Referencia
						Sin tratamiento	Ozono			
pitahaya	Gaseoso	14 mg/min	20 minutos	Bacterias mesófilas aerobias (UFC)	0	121±6,56	101±6,11	Análisis de varianza (ANOVA) y Prueba de Tukey	En el conteo de las bacterias se observa que hay una diferencia significativa al tratar las muestras con ozono gaseoso ya que este tratamiento ayudo a reducir la proliferación de los microorganismos, por otro lado, en el conteo de los hongos y levaduras las muestras tratadas con ozono solo presentan una disminución significativa solo hasta el tercer día.	(Ferreira, 2018)
					3	372±3,06	213±6,1			
					5	378±18,46	296±6,93			
					7	564±3,46	414±12,22			
				hongos/levaduras (UFC/mL)	0	225±10,07	43±11,72			
					3	189±7,57	140±7,21			
					5	208±18,48	207±5,51			
					7	282±6,93	256±13,86			

±: Desviación estándar; **E.A**: estado de aplicación de O3; [ ]: concentración; **T.E**: tiempo de exposición; **UFC**: unidad formadora de colonia; **Muestra**: cortada en semicírculos 0,5 cm de espesor y 4cm de diámetro.

**Mohapatra et al., (2017)** mencionan que las frutas son alimentos ricos en hidratos de carbono, vitaminas y minerales, su pH va de 7 a ligeramente ácidos, estas condiciones permiten que el alimento sea idóneo para la proliferación de bacterias, levaduras y hongos (**Ramos et al., 2013**). En la Tabla 3 se describe los análisis microbiológicos de la pitahaya en donde el tratamiento actuó de manera eficaz frente a la muestra control, en el conteo de bacterias mesófilas aerobias se observa que hay una notable diferencia significativa a comparación de las muestras control durante los siete días de almacenamiento, demostrando así la eficiencia del tratamiento de ozono gaseoso en la conservación postcosecha de la pitahaya.

Por otro lado, en el conteo de hongos/ levaduras enumerado en la Tabla 3, se puede apreciar que durante los tres primeros días de almacenamiento el tratamiento con ozono gaseoso redujo notablemente la carga microbiana de la fruta, sin embargo, a partir del quinto día no se presentó ninguna diferencia significativa dado que el ozono perdió su eficiencia, dando como resultado un conteo de microorganismos igual que la muestra control. En las muestras analizadas se observa que durante el período de almacenamiento hay un incremento constante de microorganismos, posiblemente estos valores se encuentren relacionados con el contenido de sólidos solubles (**Ferreira, 2018**), **Verona et al., (2020)** indican que los niveles altos de sólidos solubles provocan que la pitahaya sea más propensa a la proliferación de microorganismos. **Sarron et al., (2021)** aseguran que en condiciones ácidas (pH entre 3-4) el ozono es estable y su tasa de descomposición es lenta, pero en condiciones por debajo o alrededor de 7 la degradación del ozono se acelera debido a la formación de radicales hidroxilo que causan que el ozono se descomponga rápidamente, además aclara que el tratamiento actúa mejor en alimentos con superficies lisas e intactas ya que facilita el contacto del ozono con los microorganismos.

## **CÁPITULO IV**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

#### **4.1 CONCLUSIONES**

- El ozono gaseoso demostró ser un eficaz tratamiento para la conservación postcosecha de la pitahaya, ya que permitió mantener el contenido de sólidos solubles y la acidez titulable mientras que la tasa de respiración tuvo un mínimo aumento a comparación de las muestras control que presentaron cambios significativos durante el periodo de almacenamiento.
- Se determinó que el tratamiento con ozono gaseoso actúa de manera positiva en la pitahaya debido a que fue capaz de disminuir la tasa de descomposición de 62,2 a 25,5 %, lo cual permitió que la fruta mantenga su calidad visual durante el periodo de almacenamiento postcosecha.
- Se mostró que aplicación del ozono gaseoso es una buena alternativa para el tratamiento postcosecha de la pitahaya ya que disminuye la carga microbiana de la fruta permitiendo que se alargue la vida útil de la misma.
- Se determinó que la aplicación de ozono gaseoso en la pitahaya permite aumentar la rentabilidad de la producción dado que el tratamiento reduce las pérdidas postcosecha.



## **4.2 RECOMENDACIONES**

- Se recomienda tener en cuenta que el ozono en condiciones acidas es estable y su tasa de descomposición es lenta, pero en condiciones cercanas o mayores a un pH 7 su degradación se acelera.
- Se recomienda no utilizar altas concentraciones de ozono y elevados tiempos de exposición ya que las propiedades fisicoquímicas de la fruta se pueden ver afectadas de manera negativa.
- No almacenar la pitahaya a una temperatura menor a 4°C debido a que podría causar quemaduras por frío.

## BIBLIOGRAFÍA

- Agrocalidad. (2020). *Requerimientos para centros de acopio de pitahaya*.  
<https://www.agrocalidad.gob.ec/wp-content/uploads/2020/05/pita2.pdf>
- Ali, A., Ong, M., & Forney, C. (2014). Effect of ozone pre-conditioning on quality and antioxidant capacity of papaya fruit during ambient storage. *Food Chemistry*, *142*, 19–26. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2013.07.039>
- Bataller, M., Santa, S., & García, M. (2010). El ozono: una alternativa sustentable en el tratamiento poscosecha de frutas y hortalizas. *Revista CENIC. Ciencias Biológicas*, *41*(3), 155–164.
- Bolaños, G., & Calero, C. (2015). *Calidad poscosecha y componentes bioactivos de pitahaya (Hylocereus triangularis) y guayaba (Psidium guajava) debido a índices de madurez y temperatura de conservación*.
- Cardona, J., Higueta, L., & Ríos, L. (2016). Aspectos teóricos de las revisiones sistemáticas. *En Revisiones Sistemáticas de La Literatura Científica: La Investigación Teórica Como Principio Para El Desarrollo de La Ciencia Básica y Aplicada, 2016*, 17–24.
- Chemah, T., Aminah, A., Noriham, A., & Wan Aida, W. (2010). Determination of pitaya seeds as a natural antioxidant and source of essential fatty acids. *International Food Research Journal*, *17*(4), 1003–1010.
- Chino, J. (2020). “*Composición química y efecto terapéutico de pitahaya (hylocereus undatus) Arequipa-2020*.” Universidad Privada Autónoma del Sur.
- Da Silva, S., De Mello Luvielmo, M., Geyer, M. C., & Prá, I. (2011). Potencialidades del uso del ozono en el procesamiento de alimentos. *Semina: Ciencias Agrarias*, *32*(2), 659–682. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2011v32n2p659>
- de Freitas, S., & Mitcham, E. (2013). Quality of pitaya fruit (*Hylocereus undatus*) as influenced by storage temperature and packaging. *Scientia Agricola*, *70*(4), 257–262. <https://doi.org/10.1590/S0103-90162013000400006>
- Dionísio, A., da SILVA, M., Carioca, A., Adriano, L., de ABREU, F., Wurlitzer, N., Pinto, C., & Pontes, D. (2020). Effect of yacon syrup on blood lipid, glucose and

metabolic endotoxemia in healthy subjects: A randomized, double-blind, placebo-controlled pilot trial. *Food Science and Technology (Brazil)*, 40(1), 194–201. <https://doi.org/10.1590/fst.38218>

Dionísio, A., de Carvalho, L., Vieira, N., Wurlitzer, N., Pereira, A., Borges, M., Garruti, D., & Araújo, I. (2020). Antioxidant and prebiotic effects of a beverage composed by tropical fruits and yacon in alloxan-induced diabetic rats. *Food Science and Technology (Brazil)*, 40(1), 202–208. <https://doi.org/10.1590/fst.34518>

El Productor. (2021, May 13). *Ecuador: La pitahaya roja sigue ganando espacio en el mercado internacional* . <https://elproductor.com/2021/05/ecuador-la-pitahaya-roja-sigue-ganando-espacio-en-el-mercado-internacional/>

El Universo. (2021). *Preocupación en el sector cacaotero por 15.000 toneladas que se quedarán sin exportar en 2021 por crisis logística* . <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/preocupacion-en-el-sector-cacaotero-por-15000-toneladas-que-se-quedaran-sin-exportar-en-2021-por-crisis-logistica-nota/>

El Universo. (2022, February 3). *Ecuador exportó 17.895 toneladas de pitahaya en 2021, 60 % más que en 2020*. <https://www.eluniverso.com/noticias/economia/ecuador-exporto-17895-toneladas-de-pitahaya-en-2021-60-mas-que-en-2020-nota/>

ESPOL. (2022, March 18). *Proyecto de ESPOL para potenciar la producción de Pitahaya en el país* . <https://www.espol.edu.ec/noticias/proyecto-espol-potenciar-produccion-pitahaya-Ecuador>

Esquivel, P., & Araya, Y. (2012). Características del fruto de la pitahaya (*Hylocereus* sp.) y su potencial de uso en la industria alimentaria. *Revista Venezolana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 3(1), 113–129. <http://www.rvcta.org>

Ferreira, A. (2018). *Influência da aplicação de ozônio na qualidade e vida de prateleira de pitaia (hylocereus polyrhizus) minimamente processada*. Universidade Estadual Paulista.

Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, M. F., Coronel, D., & Coba, P. (2015). Desarrollo de

- la pitahaya (*Cereus* sp) en Ecuador. *Ciencias de La Vida*, 22(2), 50–58. <https://doi.org/10.17163/lgr.n22.2015.05>
- Jiménez, L., González, M., Yanez, Á., Cruz, S., & Villacís, L. (2017). Características organolépticas de frutas de pitahaya amarilla (*Cereus triangularis* Haw.) bajo dos condiciones de almacenamiento. *Journal of the Selva Andina Biosphere*, 5(2), 160–167. <https://doi.org/10.36610/J.JSAB.2017.050200160>
- Kishore, K. (2016). Phenological growth stages of dragon fruit (*Hylocereus undatus*) according to the extended BBCH-scale. *Scientia Horticulturae*, 213, 294–302. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2016.10.047>
- Liangjie, B., Sen, C., Ning, J., Rui, W., & Donglan, L. (2022). Exogenous melatonin treatment in the postharvest storage of pitaya fruits delays senescence and regulates reactive oxygen species metabolism. *Food Science and Technology (Brazil)*, 42(2012). <https://doi.org/10.1590/fst.15221>
- Mohapatra, D., Mishra, S., Giri, S., & Kar, A. (2017). Application of hurdles for extending the shelf life of fresh fruits. *Trends in Post Harvest Technology*, 1(1), 37–54.
- Nieto, V. (2010). *Estudio sobre el comportamiento poscosecha del fruto de uvilla (Physalis peruviana), en el cantón Cevallos de la provincia de Tungurahua*. Universidad Técnica de Ambato.
- Obenland, D., Cantwell, M., Lobo, R., Collin, S., Sievert, J., & Arpaia, M. L. (2016). Impact of storage conditions and variety on quality attributes and aroma volatiles of pitahaya (*Hylocereus* spp.). *Scientia Horticulturae*, 199, 15–22. <https://doi.org/10.1016/J.SCIENTA.2015.12.021>
- Omidzadeh, A., Yusof, R., Ismail, A., Roohinejad, S., Nateghi, L., & Bakar, M. (2011). Cardioprotective compounds of red pitaya (*Hylocereus polyrhizus*) fruit. *Journal of Food, Agriculture and Environment*, 9(3–4), 152–156.
- Osuna, T., Ibarra, M., Muy, M., Valdez, J., Villareal, M. V., & Hernández, S. (2011). Calidad poscosecha de frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus* Haw.) cosechados en tres estados de madurez. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 34(1), 63–72.

- Ramos, B., Miller, F. A., Brandão, T. R. S., Teixeira, P., & Silva, C. L. M. (2013). Fresh fruits and vegetables - An overview on applied methodologies to improve its quality and safety. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 20, 1–15. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2013.07.002>
- Sachadyn-Król, M., & Agriopoulou, S. (2020). Ozonation as a Method of Abiotic Elicitation Improving the Health-Promoting Properties of Plant Products—A Review. *Molecules*, 25(10). <https://doi.org/10.3390/MOLECULES25102416>
- Sarron, E., Gadonna, P., & Aussenac, T. (2021). Ozone treatments for preserving fresh vegetables quality: A critical review. *Foods*, 10(3). <https://doi.org/10.3390/foods10030605>
- Sotomayor, A., Pitizaca, S., Sánchez, M., Burbano, A., Díaz, A., Nicolalde, J., Viera, W., Caicedo, C., & Vargas, Y. (2019). Evaluación físico química de fruta de pitahaya *Selenicereus megalanthus* en diferentes estados de desarrollo. *Enfoque UTE*, 10(1), 89–96. <https://doi.org/10.29019/ENFOQUEUTE.V10N1.386>
- Trujillo, D. (2014). MICROORGANISMOS ASOCIADOS A LA PUDRICIÓN BLANDA DEL TALLO Y MANCHADO DEL FRUTO EN EL CULTIVO DE PITAHAYA AMARILLA EN ECUADOR. TUMBACO - PICHINCHA. In *Universidad Central del Ecuador*.
- Urbano, M. (2018). *Efecto del ozono sobre la calidad postcosecha de moras de Castilla (Rubus glaucus Benth) Trabajo* [Universidad Técnica De Ambato Facultad]. <http://repo.uta.edu.ec/bitstream/handle/123456789/5301/Mg.DCEv.Ed.1859.pdf?sequence=3>
- Vargas, Y., Pico, J., Díaz, A., Sotomayor, D., Burbano, A., Caicedo, C., Paredes, N., Congo, C., Tinoco, L., Bastidas, S., Chuquimarca, J., Macas, J., & Viera, W. (2020). Manual del cultivo de Pitahaya para la amazonia Ecuatoriana. In *Manual* N° 117 (Issue June). <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/5551/1/INIAPMANUAL117-2020.pdf>
- Verona, A., Urcia, J., & Paucar, M. (2020). Pitahaya (*Hylocereus* spp.): Cultivo,

características fisicoquímicas, composición nutricional y compuestos bioactivos. *Scientia Agropecuaria*, *11*, 439–453. <https://doi.org/10.17268/sci.agropecu.2020.03.16>

Wu, Q., Zhang, Z., Zhu, H., Li, T., Zhu, X., Gao, H., Yun, Z., & Jiang, Y. (2019). Comparative volatile compounds and primary metabolites profiling of pitaya fruit peel after ozone treatment. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, *99*(5), 2610–2621. <https://doi.org/10.1002/jsfa.9479>

Yoplac, I., Chávez, R., & Santos, J. (2021). Manual de cosecha y poscosecha de pitahaya amarilla (*Hylocereus megalanthus*). In I. N. de I. A.- INIA (Ed.), *Instituto Nacional de Innovación Agraria*. <http://repositorio.inia.gob.pe/handle/20.500.12955/1420>