

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL CALLAO  
ESCUELA DE POSGRADO**

**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA  
PESQUERA Y DE ALIMENTOS**



**“CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS EN  
EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE NÉCTAR DE PITAHAYA  
(*American beauty*)”**

**TESIS PARA OPTAR EL GRADO ACADÉMICO DE MAESTRO EN  
INGENIERIA DE ALIMENTOS**

**AUTORES:**

**MAYRA ELIZABETH NAVARRETE ORMEÑO  
GERALDIN STEPHANIE SANCHEZ DAZA**

**ASESOR: Dr. GENARO CHRISTIAN PESANTES ARRIOLA**

**LINEA DE INVESTIGACIÓN: INGENIERÍA Y TECNOLOGÍA**

**Callao, 2025**

**PERÚ**





# TESIS 2025\_G.Sanchez\_M.NavarreteVs3

20%  
Textos  
sospechosos



26% Similitudes  
7% similitudes entre comillas (ignorado)  
< 1% entre las fuentes mencionadas  
7% Idiomas no reconocidos (ignorado)

Nombre del documento: TESIS 2025\_G.Sanchez\_M.NavarreteVs3.docx  
ID del documento: 05b8e749e7e0f7bc83b274583437cfe491f154a2  
Tamaño del documento original: 3,16 MB  
Autores: []

Depositante: Instituto de Investigación  
Fecha de depósito: 12/3/2025  
Tipo de carga: interface  
fecha de fin de análisis: 12/3/2025

Número de palabras: 10.480  
Número de caracteres: 71.692

Ubicación de las similitudes en el documento:



## Fuentes principales detectadas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>Documento de otro usuario</b> #860c73 El documento proviene de otro grupo 27 fuentes similares	11%		Palabras idénticas: 11% (1235 palabras)
2	<b>repositorio.unac.edu.pe</b> <a href="https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5519/PESANTES_ARRIOLA-M...">https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5519/PESANTES_ARRIOLA-M...</a> 24 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (446 palabras)
3	<b>repositorio.unac.edu.pe</b> <a href="https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5519/PESANTES_ARRIOLA-M...">https://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12952/5519/PESANTES_ARRIOLA-M...</a> 23 fuentes similares	4%		Palabras idénticas: 4% (445 palabras)
4	<b>ojs.brazilianjournals.com.br</b>   Efecto del blanqueo y la pasteurización sobre la c... <a href="https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/43085">https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/43085</a> 20 fuentes similares	2%		Palabras idénticas: 2% (248 palabras)
5	<b>hdl.handle.net</b>   Formulación y obtención de bebida funcional a base de jarabe d... <a href="https://hdl.handle.net/20.500.12893/9423">https://hdl.handle.net/20.500.12893/9423</a> 1 fuente similar	2%		Palabras idénticas: 2% (254 palabras)

## Fuentes con similitudes fortuitas

N°	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	<b>www.scielo.br</b>   SciELO - Brasil - Carbohidratos y proteínas en microalgas: potenc... <a href="https://www.scielo.br/bjft/a/vDxNKVFFrgTTBvz3JB9zzj/">https://www.scielo.br/bjft/a/vDxNKVFFrgTTBvz3JB9zzj/</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (39 palabras)
2	<b>sired.udenar.edu.co</b>   Elaboración de una bebida con características funcionales ... <a href="https://sired.udenar.edu.co/3217/1/89670.pdf">https://sired.udenar.edu.co/3217/1/89670.pdf</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (31 palabras)
3	<b>hdl.handle.net</b>   Evaluación de los componentes bioactivos, actividad inhibitoria ... <a href="https://hdl.handle.net/20.500.12672/11474">https://hdl.handle.net/20.500.12672/11474</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)
4	<b>repositorio.unf.edu.pe</b>   Revisión Bibliográfica; Bebidas lácteas fermentadas con ... <a href="http://repositorio.unf.edu.pe/handle/UNF/124">http://repositorio.unf.edu.pe/handle/UNF/124</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (19 palabras)
5	<b>fiarn.unac.edu.pe</b> <a href="https://fiarn.unac.edu.pe/wp-content/uploads/2023/03/1100-18-R-FinalProy3VRI-PROTOCOL...">https://fiarn.unac.edu.pe/wp-content/uploads/2023/03/1100-18-R-FinalProy3VRI-PROTOCOL...</a>	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (20 palabras)

## Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

- <https://orcid.org/0000-0002-3210-9081>
- <https://orcid.org/0000-0002-0747-5557>
- <https://orcid.org/0000-0001-7407-4385>
- <https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.04.023>
- <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13194>

## INFORMACIÓN BÁSICA

FACULTAD: INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS

UNIDAD DE INVESTIGACIÓN: UNIDAD DE POSGRADO DE LA FIPA

TÍTULO: “CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y COMPUESTOS BIOACTIVOS EN EL PROCESO DE ELABORACIÓN DE NÉCTAR DE PITAHAYA (*American beauty*)”

AUTORES: MAYRA ELIZABETH NAVARRETE ORMEÑO / <https://orcid.org/0000-0002-3210-9081> / DNI N°: 70428661  
GERALDIN STEPHANIE SANCHEZ DAZA / <https://orcid.org/0000-0002-0747-5557> / DNI N° 72694833

ASESOR: DR. GENARO CHRISTIAN PESANTES ARRIOLA / <https://orcid.org/0000-0001-7407-4385> / DNI N° 10554162

LUGAR DE EJECUCIÓN: CERTIFICACIONES ALIMENTARIAS, HIDROBIOLÓGICAS Y MEDIO AMBIENTALES S.A.C.

UNIDAD DE ANÁLISIS: NÉCTAR DE PITHAYA

TIPO DE INVESTIGACIÓN: APLICADA

ENFOQUE: CUANTITATIVO

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

TEMA OCDE 2.11.01

## HOJA DE REFERENCIA DEL JURADO Y APROBACIÓN

JURADO:

Presidente: Dr. ENRIQUE GUSTAVO GARCIA TALLEDO

Secretario: Dra. MARY DORIS BELLODAS HURTADO

Miembro: Mg. RODOLFO CÉSAR BAILÓN NEIRA

Miembro: Dr. JUAN TAUMATURGO MEDINA COLLANA

Asesor: Dr. GENARO CHRISTIAN PESANTES ARRIOLA

N° de libro: 01

Folio: 15

N° de acta de sustentación: 014-2025-EPG-UNAC

Fecha de aprobación de tesis: 15 de marzo del 2025

## **DEDICATORIA**

A mis padres, por su amor incondicional, apoyo constante y por ser mi fuente de inspiración en cada paso de este camino académico.

A mis docentes y asesores, cuya guía y enseñanzas han sido fundamentales para mi crecimiento profesional y personal.

A mis amigos y seres queridos, por su comprensión, aliento y motivación en los momentos de desafío.

Este trabajo es el reflejo de su

## **AGRADECIMIENTO**

Con profundo respeto y gratitud, elevo mi reconocimiento a Dios, cuya luz y fortaleza han iluminado cada paso de este recorrido académico. Sin su guía, este logro no habría sido posible.

## ÍNDICE

ÍNDICE DE TABLAS.....	4
ÍNDICE DE FIGURAS .....	5
RESUMEN .....	6
RESUMO .....	7
INTRODUCCIÓN .....	8
I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	9
1.1. Descripción de la realidad problemática .....	9
1.2. Formulación del problema .....	10
1.2.1. Problema General.....	10
1.2.2. Problemas específicos.....	10
1.3. Objetivos.....	10
1.3.1. Objetivo General.....	10
1.3.2. Objetivo Específico .....	10
1.4. Justificación.....	10
1.4.1. Teórica .....	10
1.4.2. Tecnológica.....	11
1.4.3. Económicas .....	11
1.4.4. Social.....	11
1.4.5. Práctica.....	11
1.4.6. Justificación Legal .....	12

1.5.	Delimitantes de la investigación .....	12
1.5.1.	Delimitante teórica .....	12
1.5.2.	Delimitante Temporal .....	12
1.5.3.	Delimitante Espacial .....	12
II.	MARCO TEÓRICO .....	15
2.1.	Antecedentes.....	15
2.1.1.	Antecedentes Internacionales .....	15
2.1.2.	Antecedentes Nacionales.....	18
2.2.	Bases teóricas.....	21
2.3.	Marco Conceptual.....	27
2.3.1	Pitahaya .....	27
2.3.2	Capacidad antioxidante.....	28
2.3.3	Compuestos bioactivos .....	28
2.3.4	Escaldado.....	29
2.3.5	Combinación de tiempo y temperatura.....	29
2.4	Definición de términos básicos .....	29
III.	HIPOTESIS Y VARIABLES .....	31
3.1.	Hipótesis .....	31
3.1.1.	Hipótesis general.....	31
3.1.2	Hipótesis específicas.....	31
3.2.	Definición conceptual de las variables .....	31

3.3. Operacionalización de las variables.....	32
IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO.....	33
4.1. Diseño metodológico.....	33
4.2. Método de investigación.....	33
4.3. Población y muestra.....	33
4.4. Lugar de estudio. ....	34
4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información .....	34
4.6. Análisis y procesamiento de datos .....	34
V. RESULTADOS .....	39
VI. DISCUSIONES DE RESULTADOS.....	45
6.1 Contrastación y demostración de la Hipótesis con el resultado.....	45
6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares .....	47
6.3 . Aspectos Éticos en Investigación.....	48
VII. CONCLUSIONES.....	49
VIII. RECOMENDACIONES .....	50
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	51
X. ANEXOS:.....	55

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.

Matriz de Operacionalización de las Variables .....32

Tabla 2.

Caracterización Fisicoquímica del fruto de pitahaya roja ..... 39

Tabla 3.

Efecto del escaldado en la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en la pulpa de pitahaya roja escaldada..... 41

Tabla 4.

Eficiencia térmica de penetración de calor en pasteurización de 90°C x 20 min. .... 42

Tabla 5.

Tiempos de destrucción térmica para el proceso de pasteurización del néctar de pitahaya roja..... 43

Tabla 6.

Efecto de la pasteurización en la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos del néctar de pitahaya roja ..... 44

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	
Ubicación del Fundo Huaca de Oro .....	13
Figura 2.	
Fundo Huaca de Oro .....	13
Figura 3.	
Frutos de pitahaya del fundo Huaca de Oro .....	14
Figura 4.	
Representación de la reacción de estabilización de un radical por un antioxidante .....	27
Figura 5.	
Flujo de elaboración de néctar de pitahaya .....	38
Figura 6.	
Curva de calentamiento durante la pasteurización del néctar de pitahaya roja.....	43

## RESUMEN

El presente trabajo estudia el impacto del escaldado y la pasteurización en la retención de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos dentro del proceso de elaboración de néctar específicamente de pitahaya (*Hylocereus* spp.). Se mide el resultado sobre los efectos de del escaldado, donde a 90°C durante 6 minutos afecta los valores de la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos. La pasteurización a 90°C durante tiempos cortos permitió una mayor retención de compuestos bioactivos en comparación con tratamientos térmicos prolongados. Los resultados evidenciaron que la vitamina C es el compuesto más susceptible a la degradación térmica durante la elaboración del néctar, mientras que las betalaínas demostraron mayor estabilidad. La combinación adecuada de escaldado y pasteurización optimiza la calidad funcional, favoreciendo su potencial como producto funcional. Estos hallazgos pueden contribuir al desarrollo de productos innovadores con beneficios para la salud y mayor vida útil.

**Palabras clave:** Néctar de pitahaya, escaldado, pasteurización, capacidad antioxidante, compuestos bioactivos.

## RESUMO

Este trabalho estuda o impacto do branqueamento e da pasteurização na retenção da capacidade antioxidante e dos compostos bioativos no processo de produção de néctar, especificamente de pitaiaiás (*Hylocereus* spp.). O resultado é medido pelos efeitos do branqueamento, onde 90°C por 6 minutos afeta os valores da capacidade antioxidante e dos compostos bioativos. A pasteurização a 90°C por curtos períodos permitiu maior retenção de compostos bioativos em comparação aos tratamentos térmicos prolongados. Os resultados mostraram que a vitamina C foi o componente mais suscetível à degradação térmica durante a produção do néctar, enquanto as betalaínas demonstraram maior estabilidade. A combinação adequada de branqueamento e pasteurização otimiza a qualidade funcional, aumentando seu potencial como um produto funcional. Esses recursos podem contribuir para o desenvolvimento de produtos inovadores com benefícios à saúde e maior prazo de validade.

**Palavras-chave:** Néctar de pitaiaiás, branqueamento, pasteurização, capacidade antioxidante, compostos bioativos.

## INTRODUCCIÓN

La tendencia por el consumo de alimentos funcionales y super alimentos han crecido de manera considerablemente a nivel mundial, debido a los cambios en las tendencias del consumo de alimentos, pues en estos tiempos se ha retomado el pensamiento hipocrático el cual postulaba: "... que tu alimento sea tu medicina". En ese sentido, se ha generado un auge del mercado y la oferta de alimentos funcionales, específicamente a base de frutas y hortalizas con propiedades antioxidantes y compuestos bioactivos que permiten mantener un buen estado de salud

En el Perú en el 2020 la producción de Pitahaya fue de 336 toneladas (42%) más respecto al 2019, teniendo de 34 hectáreas cosechadas en el 2019 a 45 hectáreas cosechadas en el 2020 (Direcciones Regionales Agrarias 2020). La Pitahaya dentro de Perú se desarrolla principalmente en los departamentos de Amazonas y San Martín; asimismo se ha introducido en otras zonas del país, como la sierra de Piura, Junín (Chanchamayo), Lima (Huaral y Cañete) e Ica. Esto refleja la gran expectativa que este cultivo ha generado en el país, debido a que este producto posee un alto potencial industrial por ser una fuente natural de pigmentos para a industria alimentaria, cosmética y por la presencia de pigmento (betalaína) favorece a la actividad de la enzima detoxificadora en la quimio prevención del cáncer y evita la proliferación de células del melanoma maligno (Montesinos et al, 2015)

Dentro de la industrialización de esta materia prima implica la aplicación de operaciones de conservación que traen consigo ciertas modificaciones en las características nutricionales, fisicoquímicas, compuestos bioactivos degradando la calidad del producto. Durante el procesamiento de las frutas, la composición nutricional del alimento puede verse alterada, como así también su contenido, biodisponibilidad y actividad, incluyendo la capacidad antioxidante y de compuestos bioactivos presentes en los mismos.

# **I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

## **1.1. Descripción de la realidad problemática**

A nivel mundial, los néctares y bebidas de frutas tienen gran aceptación, son populares y una opción rápida de consumo en el mercado. Es por ello, que se espera que las técnicas de conservación empleadas brinden un producto inocuo y que conserve sus propiedades de la materia prima como pueden ser los antioxidantes, propiedades químicas, propiedades físicas y propiedades nutricionales. En muchos países como Estados Unidos el 95% de estos productos comercializados pasan por proceso térmico que puede afectar las propiedades de la materia prima como el caso de la pasteurización. (Bedri, 2014).

En el Perú los productores de néctares, jugos y bebidas de fruta están familiarizados con los procesos térmicos de la elaboración como es el escaldado y la pasteurización, que tiene como finalidad reducir la carga microbiana presente en el alimento, de manera específica los patógenos, (Cammarata, 2010) este proceso térmico, puede producir reacciones indeseables tales como pérdida de su valor nutricional, compuestos fenólicos, alteraciones fisicoquímicas que afectan negativamente la calidad del alimento tratado (López – Malo 444).

La pitahaya se consume principalmente como producto fresco, lo que genera la accesibilidad a este producto se reduzca a sus periodos de cosecha. En este sentido, el desarrollo de productos procesados a base de este fruto, que permitan la retención de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos, es la tarea pendiente que tiene la industria para permitir un crecimiento sostenible de su cultivo y poner a disposición de los consumidores alimentos funcionales que coadyuven al cuidado de la salud.

Por lo antes mencionado, el presente trabajo pretende desarrollar un néctar de pitahaya, en el cual se maximice la retención de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema General**

¿Cómo varía la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de Néctar de Pitahaya?

### **1.2.2. Problemas específicos**

¿Cómo afecta el tiempo de escaldado en la capacidad antioxidante y en los compuestos bioactivos del Néctar de Pitahaya?

¿Cómo afecta la combinación de tiempo y temperatura de pasteurización en la capacidad antioxidante y en los compuestos bioactivos del Néctar de Pitahaya?

## **1.3. Objetivos**

### **1.3.1. Objetivo General**

Determinar la variación de la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de Néctar de Pitahaya

### **1.3.2. Objetivo Específico**

Evaluar cómo afecta el tiempo de escaldado en la capacidad antioxidante y en los compuestos bioactivos en el Néctar de Pitahaya

Evaluar cómo afecta la combinación de tiempo y temperatura de pasteurización en la capacidad antioxidante y en los compuestos bioactivos en el Néctar de Pitahaya

## **1.4. Justificación**

### **1.4.1. Teórica**

El presente trabajo de investigación establecerá parámetros tecnológicos en el proceso de producción de néctar de pitahaya de la variedad *American Beauty*, maximizando la retención de la capacidad antioxidante y

de los compuestos bioactivos presentes en el fruto fresco y además brindará la posibilidad de consumo de este producto durante todos los meses del año.

#### **1.4.2. Tecnológica**

Desde el aspecto tecnológico, los resultados de la presente investigación permitirán a la industria de frutas y hortalizas la posibilidad de brindar a sus consumidores y esta experiencia podrá ser aplicada a materias primas de similar potencial.

#### **1.4.3. Económicas**

Los resultados de esta investigación promoverán el cultivo de pitahaya; lo que permitirá incrementar la superficie sembrada de pitahaya, generando de esta manera, mayor cantidad de puestos de trabajo en toda la región del secano costero y en la selva alta.

#### **1.4.4. Social**

Los resultados de esta investigación promoverán un mayor consumo de pitahaya tanto en fresco como procesada bajo la forma de néctar; lo que coadyuvará a insertar en el mercado un producto que brinda propiedades del estado de salud de la población.

#### **1.4.5. Práctica**

Los resultados de esta investigación podrán ser extrapolados para otras variedades de frutos, especialmente los de color rojo denominados, ya que estos se caracterizan por presentar mayores contenidos de compuestos bioactivos y mejores características organolépticas.

#### **1.4.6. Justificación Legal**

De acuerdo a la Ley Universitaria N° 30220, capítulo V. Artículo 45. Estatuto de la Universidad Nacional del Callao, Título V. N°226 y Directiva N° 004-2022-R (aprobado con resolución rectoral N° 319-2022-R del 22 de abril de 2022). Por otro lado, la legislación alimentaria específicamente la Ley de Inocuidad, aprobada con el D.L. 1062 del año 2018, en su principio uno, de alimentación saludable y segura, establece que: las autoridades competentes, consumidores y agentes económicos involucrados en toda la cadena alimentaria tiene el deber general de actuar respetando y promoviendo el derecho a una alimentación saludable y segura en concordancia con los principios generales de Higiene del Codex Alimentarius.

#### **1.5. Delimitantes de la investigación**

##### **1.5.1. Delimitante teórica**

La presente investigación evalúa el efecto del proceso de elaboración de néctar a partir de la pitahaya roja de la variedad *American Beauty* sobre la capacidad antioxidante hidrofílica, fenoles totales (expresados como ácido gálico), vitamina C y betalainas.

##### **1.5.2. Delimitante Temporal**

Como delimitante temporal se tiene que la presente investigación evaluará la data generada en los meses establecidos en el cronograma de trabajo para la ejecución de los ensayos y evaluaciones.

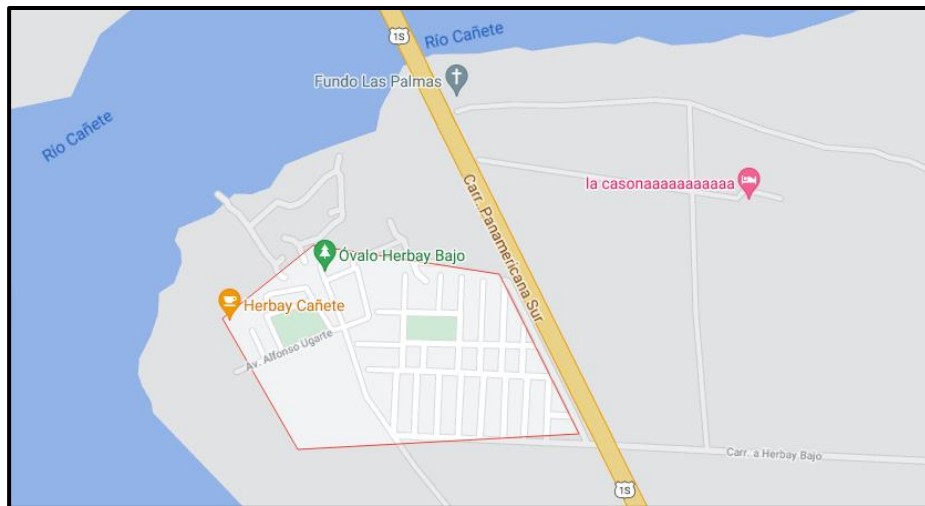
##### **1.5.3. Delimitante Espacial**

La presente investigación se desarrollará utilizando pitahayas rojas de la variedad *American Beauty*, procedentes del fundo Huaca de Oro, ubicado en el centro poblado de Herbay bajo (46 m.s.n.m.), distrito de San Vicente de la provincia de Cañete, departamento de Lima – Perú. Además, el proceso de elaboración y los ensayos se realizarán en los laboratorios

químico, físico sensorial, y microbiológico de la empresa Certificaciones Alimentarias, Hidrobiológicas y Medio Ambientales S.A.C.

Figura 1.

*Ubicación del Fundo Huaca de Oro.*



Fuente y elaboración: Google Maps

Figura 2.

*Fundo Huaca de Oro*



Fuente y elaboración: tesistas.

Figura 3.

*Frutos de pitahaya del fundo Huaca de Oro*



Fuente y elaboración: tesistas.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

**Pérez (2017)**, *Optimización del proceso de extracción y determinación de la estabilidad de las betalaínas del fruto de la pitaya S. stellus*. Tesis de posgrado. Instituto Politécnico Nacional. El objeto de investigación en este trabajo se centra en el efecto de los pretratamientos como microondas, ultrasonido y enzimáticos frente a la variación de betacianinas, betaxantinas, betalaínas totales, compuestos fenólicos totales y la capacidad antioxidante (CA) que se encuentran en la pulpa en su presentación con o sin semillas de la pitahaya *S. stellatus*. Los resultados del análisis se revisaron mediante ANDEVA y un análisis de componentes principales. Donde los resultados mostraron que la pulpa sin semillas mantiene mayor concentración de compuestos bioactivos con un pretratamiento con ultrasonido por 15 min aumentó significativamente la cantidad de betacianinas, betaxantinas y betalainas totales alcanzaron 13.5, 12.7 y 13.1% respectivamente frente al testigo referencial, Por lo tanto, se concluye que es viable la preservación de compuestos bioactivos de la pitahaya tras el uso de tratamientos.

**Quiroz (2019)**. *Estabilidad microbiológica, sensorial y nutraceútica de jugo de Pitaya (Stenocereus pruinosus)*, tesis de posgrado. Universidad Autónoma Chapingo. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de alta presión hidrostática combinado con ozono sobre el impacto en la inocuidad, conservación enzimática, propiedades fisicoquímicas, compuestos bioactivos, actividad antioxidante y aceptabilidad sensorial del jugo de pitaya. En este caso bajo las condiciones de vida útil almacenado hasta 60 días a 5°C. Para los ensayos el jugo de pitaya se inoculó con *Saccharomyces cerevisiae* y *Listeria innocua*. A este último se trató con bajo los parámetros de presión hidrostática de 400-600 MPa por 7.6-15 min y ozono-APH de 1.8 - 9.6 min de ozono a 24 mg/L·min entre 179 - 321 MPa. Los resultados se midieron con la metodología de superficie de respuesta, dando como conclusión que la *L. innocua* fue

reducida en más de 5 log<sub>10</sub> UFC m/L mediante la aplicación de 550 MPa en 16 min y 600 MPa en 12 min, mientras que *S. cerevisiae* fue eliminada con 300 MPa en 5 min. Además, se evidencian resultados similares que se obtuvieron con *L. innocua* con la aplicación de 7 min de ozono, seguido de 316 MPa por 5 min. Se vio la influencia de las variables del tratamiento afectan directamente en el tiempo de la vida útil, disminuyendo 30 días. Al final del experimento se evidencia se mantienen las características sensoriales del jugo. Cabe resaltar que el tratamiento no disminuyó, demostrando así que se tienen tratamientos que no afectan o con poca influencia sobre los compuestos bioactivos.

**Cabanillas y Aurora (2020).** *Cinética de degradación de vitamina C y luminosidad del color de pulpa de pitahaya (Hylocereus monacanthus) pasteurizada. Artículo de la Revista Revista de la Universidad Señor de Sipán.* El objetivo de esta investigación se centra en evaluar la cinética de degradación de vitamina C y color en la pulpa de pitahaya (*Hylocereus monacanthus*), donde esta pulpa a pasado por tratamiento térmico como la pasteurización a diferentes niveles de temperaturas siendo los puntos de monitoreo 75°C, 80°C, 85°C, 90°C. En los tiempos de control 0 min, 2 min, 4 min, 6 min, 8 min, 10 min, 12 min y 14 min. Con los resultados se analizó la varianza de los dos factores, para ajustar la significancia de entre las medidas se utilizó Tukey con un nivel de 5% de significancia. Como resultado se obtuvo que la temperatura y el tiempo tienen un efecto significativo sobre las variables dependientes de manera negativa. La degradación del ácido ascórbico y de color se ajustaron a los modelos cinéticos de primer orden y además la dependencia de la temperatura se ajustó a la ley de Arrhenius. Dado los resultados del experimento se concluye que el tratamiento termina afecta directamente proporcional a la cantidad de pigmento, con una velocidad de 0.0557, 0.0820, 0.0991 y 0.1598 h<sup>-1</sup> a y temperaturas de 75, 80, 85 y 90°C respectivamente con una energía de activación de 70.4168 Kcal/mol para la degradación de vitamina C.

**Díaz (2020).** *Influencia de la pitahaya roja (Hylocereus undatus) liofilizada y lactosuero en las propiedades fisicoquímicas, antioxidantes y sensoriales de una*

*bebida fermentada*. Tesis de posgrado. Escuela Superior Politécnica Agropecuaria de Manabí Manuel Félix López, Calceta. Ecuador, la investigación nos trae la evaluación de la influencia del uso de lactosuero dulce sobre las características fisicoquímicas y funcionales en una bebida láctea fermentada. Se aplicaron dos concentraciones 55% y 60% dentro de 3 distintos porcentajes de pitahaya liofilizada 1%, 1.5% y 2%, los tratamientos fueron replicados por tres y se efectuaron análisis fisicoquímicos, fenoles totales con el método Folin Ciocalteu y actividad antioxidante con el método ABTS. La pulpa liofilizada de pitahaya al 2% demostró influencia positiva al mejorar las características fisicoquímicas en la bebida, el uso minimiza la pérdida de estas propiedades en el transcurso del tiempo debido a la liofilización de la fruta; la bebida demostró tener una aceptación adecuada entre los jueces no entrenados y cumplir con los requisitos fisicoquímicos de la NTE INEM 2337:2008.

**Giménez (2021).** *Caracterización de zumo y bagazo de pitaya y inaccesibilidad de sus principales compuestos bioactivos*. Tesis de grado. Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronomía y del Medio natural, España, la investigación nos muestra la caracterización del zumo de pitaya amarilla y la generación de bagazo. Inicialmente se determinó el contenido en compuestos funcionales, y su capacidad antioxidante. De la caracterización de la pitaya nos demuestra que tanto el zumo como el bagazo son fuertes fuentes de compuestos bioactivos que se pueden aprovechar para la elaboración de alimentos funcionales. Donde el bagazo presenta mayores valores de acidez, cenizas, fibra, vitamina C, compuestos fenólicos y mayor capacidad antioxidante en comparación con el zumo, Por otra parte, el equilibrio de zumo presenta como característica una mejor relación entre acidez y sólidos solubles totales. Se determinaron cuantitativamente los carotenoides en el zumo y su distribución se pudo constatar al observar la muestra por microscopía óptica. Por lo cual se muestra que la mayor biodisponibilidad de compuestos bioactivos se encuentra en el zumo.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

**León (2018).** *Determinación de compuestos bioactivos en la Mashua (Tropaeolum tuberosum)*. Tesis de grado. Universidad Nacional Del Callo, Lima, la investigación nos indica que los compuestos bioactivos también están presentes en la mashua (*Tropaeolum tuberosum*), tubérculo originario del Perú. La cuantificación de estos compuestos se realizó con el método DPPH con el reactivo: 1,1-difenil-2-picril-hidrazilo, adicionalmente con el método denominado ABTS con el reactivo: ácido 2,2 -azino -bis-3-etilbenzotrazolin -6 - sulfónico, ambos métodos se fundamentan en mediciones espectro métricas, ayudando de esta manera a medir la actividad antioxidante total, En este ejercicio se obtuvo 77.5 mg/ 100g de ácido ascórbico, 2.36mg/ 100g de carotenoides, 82.60mg de ácido clorogénico/ 100g y capacidad antioxidante, según el método DPPH 241.95 mg eq trolox/g, y ABTS - lipofílica 262.31 mg eq trolox/g y ABTS - hidrofílica 279.25 mg eq trolox/ g. Del análisis ejecutado se obtuvo la siguiente caracterización pH 6.2 y 8.5 grados Brix. La composición proximal de la mashua resulta que esta materia prima posee gran cantidad de compuestos bioactivos y nos muestra los métodos para determinarlos.

**Cardozo, J., y Ruiz, D. (2019).** *Evaluación físico química y microbiológica del néctar de pitahaya amarilla (Hylocereus triangularis), sometido a tratamiento por radiación con luz ultravioleta y pasteurización*. Tesis de grado. Universidad Señor de Sipán, Chiclayo, la investigación estudió la evaluación físicoquímica considerando los valores como el pH, acidez, sólidos solubles y compuestos fenólicos y microbiológica, estos últimos basados en los microorganismos como coliformes, mohos y levaduras en el néctar de pitahaya amarilla, en un néctar elaborado sin tratamiento térmico, con la finalidad de comparar y buscar identificar la mejor opción de tratamiento de conservación. Como resultado se obtuvo el pH, sólidos solubles y acidez varió significativamente para ninguno de los tratamientos, los resultados son muy similares a los requeridos para la categoría del producto dentro de la NTP 203:110.2009. Por otro lado, los compuestos fenólicos se evidencian diferencia estadística significativa al

comparar ambos tratamientos. a su vez as concentraciones finales mostraron ser menores a la muestra testigo presentó la mayor diferencia significativa en ambos tratamientos en relación a la muestra testigo, sin embargo, los valores de unidades formadoras de colonias fueron menores a 10ufc. No se evidencio crecimiento de coliformes para ninguno de los tratamientos durante los días de evaluación. Los dos mejores tratamientos escogidos para radiación con luz ultravioleta y pasteurización fueron a 75°C/ 20min y 85°C/ 10 min; R-10cm/15 y R-10cm/ 25 min respectivamente.

**Calixto (2020).** *Evaluación de los compuestos bioactivos, actividad inhibitoria hialuronidasa y la capacidad antioxidante de Pourouma cecropiifolia C. Martius "Uvilla Amazónica".* Tesis de Maestría. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Lima, en la investigación mostro a los compuestos bioactivos y su actividad inhibitoria y la capacidad antioxidante de la fruta Pourouma. El extracto de la fruta paso por un proceso de liofilizado al extracto. Los compuestos bioactivos de la unidad experimental tienen un contenido total de polifenoles, tales como flavonoides totales, antocianinas y ácido ascórbico, los cuales fueron analizados por espectrofotometría. Se realizaron tres pruebas *in vitro* para medir la capacidad antioxidante, es decir su poder reductor, la capacidad de captación del radical DPPH y la capacidad de adherencia del radical ABTS. Para esto último se utilizó HPLC y HPLC/ EM/ EM. De esta manera se evaluo el perfil de polifenoles e identifico sus compuestos. La muestra evaluada presento un comportamiento cinético inhibitorio y su capacidad inhibitoria con la presencia de la hialuronidasa, se utilizó para la evaluación el ensayo turbidimétrico. Los resultados fueron  $142.25 \pm 3.19$  mg EAClo/100g. de CPT  $61.72 \pm 17.00$  mg ECA/100g. de CFT  $1.86 \pm 0.05$  mg AA/100g de AA y  $34.82 \pm 6.03$  mg ECi/Kg de ANT en cada caso es de 100g de fruta. La capacidad antioxidante fue  $169.12 \pm 1.29$ ,  $134.55 \pm 1.62$  y  $115.07 \pm 1.30$  µg/mL, como IC<sub>50</sub> de PR, DPPH y ABTS respectivamente. Los análisis por cromatografía líquida de alta eficiencia detectaron ácidos fenólicos de tipo hidroxicinámicos como los flavonoides y antocianinas. Adicionalmente tentativamente se identificaron 10 compuestos

como el ácido clorogénico y las procianidinas. Los resultados muestran a la cromatografía.

**Guzmán (2021).** *Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el procesado del zumo de huito (Genina americana L.).* Tesis de Maestría. Universidad Nacional Agraria la Molina. Lima, en la investigación se estudió el efecto del procesamiento sobre la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en un zumo de huito. Para esto se trabajaron cuatro tratamientos integrando al proceso la adición y la no adición de conservantes y la ejecución del proceso de pasteurización y sin pasteurización, siendo evaluados en varios tiempos cero, quince y treinta días de almacenamiento a temperatura ambiente, el zumo fue almacenado por 90 días, después de los cuales fue caracterizado en su composición química, pH, acidez, vitamina C, polifenoles totales, capacidad antioxidante, genipina (agente reticulante), ácido geniposídico y contenido mineral. Se determinó que el zumo de huito contiene poca cantidad de grasa y mayor cantidad de carbohidratos resultando 0,43% y 13,49% respectivamente y consecuentemente evidenciando contiene 219,18 mg EAG/100g de polifenoles totales. Se mostro que el sumo que contenía conservante tubo mejores resultados frente al crecimiento microbiano en el tiempo. Además se evidencio un comportamiento en el cual los procesos mecánicos y de pasteurización aumentaron la capacidad antioxidante, pero disminuyeron la presencia vitamina C y polifenoles totales, Si bien no vario significativamente la capacidad antioxidante, se manifestó un incremento positivo durante el procesamiento.

**Pesantes, G., & Tejada, S. (2021).** *Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de zumo de arándanos (Vaccinium corymbosum.).* Tesis de Maestría. Universidad Nacional del Callao. Lima, en la investigación se midió el efecto de clarificado en la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos en el zumo de arándano. Dentro del ensayo se manejaron dos técnicas de clarificado como el estacionario y el con placas filtrantes y tres tratamientos térmicos de pasteurización en los siguientes puntos 85°C x

30,22min, 90°Cx21,27 min y 95°C x 14,88min. Donde se muestra que el proceso del zumo de arándanos es parte de la pérdida de la capacidad antioxidante y presencia de compuestos bioactivos como se muestra reflejado en los resultados obtenidos. El tratamiento de clarificado cuando se utiliza placas filtrantes muestra alcanza una mayor retención de la capacidad antioxidante al lograr tener 64,19 µmol TROLOX eq/g de muestra y donde el zumo pasteurizado logra una menor pérdida de la capacidad antioxidante y de disponibilidad de compuestos bioactivos en los zumos tratados a 95°C.

## 2.2. Bases teóricas

**Los alimentos funcionales** contienen componentes biológicamente activos que proporcionan beneficios para la salud más allá de las características básicas nutricionales, con lo descrito se convierten en alimentos base para desarrollar alimentos que además de nutritivos y con características funcionales sean aceptados de manera masiva por los consumidores, sin afectar las consideraciones del mercado como el precio. (Olmedo V., 2019)

Los alimentos funcionales tienen un aporte de nutrimentos, que en conjunto con una alimentación adecuada combinada con ejercicio regular, fungen de protector en la salud.

Si bien la definición de este tipo de alimentos suele ser muy amplia, se consideran a los alimentos funcionales como aquellos alimentos cuyo consumo por sus propiedades nutritivas, contribuyen a mantener y mejorar el estado de salud, estos alimentos que contienen alguna sustancia que proporciona nutrientes y beneficios adicionales para el organismo que los consumen. Desde la parte de procesamiento un alimento funcional es aquel que incremento en la concentración de por lo menos un componente natural. Ejemplo de lo anteriormente mencionado es la fortificación sumando un componente que normalmente no está presente. Es decir, reemplaza algún macronutriente. Incremento de la disponibilidad y estabilidad de un componente con efectos favorables. Reducción y/o eliminación de un componente alimenticio precursor de un trastorno, sustancias alergénicas, como por ejemplo la lactosa o el gluten.

A los alimentos funcionales se adicionan componentes biológicamente activos como las fibras, azúcares de pocas calorías, ácidos grasos no saturados, aminoácidos, vitaminas, minerales, fitoesteroles, antioxidantes, bacterias ácido-lácticas denominados probióticos, los fructooligosacáridos conocidos como prebióticos.

Los alimentos funcionales disponibles en el mercado por sus componentes funcionales, se tienen varios ejemplos como el caso de los huevos con alto contenido en ácidos grasos omega3, los cereales fortificados por la adición de fibra alimentaria, vitaminas como la B9 y minerales, zumos con adición de vitaminas y minerales, los productos lácteos que incluyan probióticos y margarinas con fitoesteroles como benecol.

La ingesta de alimentos funcionales va en aumento, incrementando al mismo tiempo la necesidad de una regulación específica y de mayor investigación.

**La Pitahaya variedad (*Hylocereus trigonus*).** También conocida como la fruta del dragón, pitaya o pitahaya, es una planta que pertenece a la familia Cactaceae, la cual tiene dos géneros predominantes *Hylocereus* y *Selenicereus*. Comercialmente se cultiva predominantemente la de género *Hylocereus* la cual tiene 16 diferentes especies.

Alrededor del mundo esta fruta también es conocida como pera fresa, thangloy en vietnamita, pitaya roja en español, y la pitahaya rouge en francés. Los frutos se cultivan en plantas cactus trepadoras que alcanzan 6 metros de largo de tallo, la cual se desarrollan en zonas con menos precipitaciones anuales son más aptas para el cultivo (Jalgaonkar et al., 2020). Las especies se encuentran principalmente en Mesoamérica donde se pueden presenciar entre los 500 y 2000 mm de lluvia y hasta la altura de 1700 msnm. El cultivo pitahaya se desarrolla en alrededor de 20 países, donde se encuentran Tailandia, Indonesia, Taiwán, Vietnam, Srilanka, Bangladesh, Japón, Malasia, Filipinas, Australia, Estados Unidos y China. La India es uno de los principales importadores de fruta del dragón, sin embargo, el área de cultivo dentro del país está aumentando hoy en día (Jalgaonkar et al., 2020).

Composición Química de este fruto presenta un alto valor nutricional, destacando la cantidad de ácido ascórbico entre 4-25 mg/100g de fruta, según su especie, presentando la mayor cantidad la especie de roja. “La Pitahaya de pulpa roja también denominada *Hylocereus trigonus* tiene en su fruta una alta capacidad antioxidante que es 160,84 mg de Trolox/100 mL de jugo, el cual tiene mayor valor que otros frutos rojos como la tuna dentro de las cactáceas. Los compuestos bioactivos como son las betalainas, los cuales tienen impacto sobre el stress y procesos antiinflamatorio, también tiene betaninas y betacianinas que son una fuente de colorante natural (Verona et al., 2020). La pitahaya posee un alto valor nutritivo. La fracción comestible ( pulpa sin semillas) es el 55%, cuando se caracteriza 100 gramos de parte comestible se obtienen los siguientes resultados; ácido ascórbico 25 mg, 89,4 g Carbohidratos, Grasa Total 9,20 g 0,10 g Fibra, Proteínas 0,30 g, 0,50 g Ceniza, 0,40 g Calcio, 6,00 mg Fósforo, 19,00 mg Riboflavina, 0,03 mg, Niacina 0,02 mg. Recuperado de Medina & Mendoza (2011). Dentro de las variedades, hay tres variedades que se cultivan comercialmente incluyen, *Hylocereus undatus* (fruta del dragón blanco), *Hylocereus trigonus* (fruta del dragón rojo) y *Selenicereus megalanthus* (fruta del dragón amarillo) (Jalgaonkar et al., 2020). Las variedades más comunes de fruta del dragón en crecimiento tienen una tasa de producción de etileno muy baja de 0,03 – 0,09µl/kg/ h. El 20 etileno la aplicación a la fruta no da como resultado el desarrollo del color.

La tasa de respiración alcanza su mejor ejecución bajo los siguientes parámetros 75 - 144 mg CO<sub>2</sub>/kg 20-23 °C durante las primeras etapas de la fruta crecimiento (Jalgaonkar et al., 2020).

Dentro de las propiedades de la pitahaya tiene propiedades medicinales y nutricionales altamente beneficiosas para el organismo con la presencia de fósforo, calcio, vitamina C y fibra, que fortalecen los huesos y dientes siendo viable para el con por lo que se sugiere su consumo en niños y jóvenes. Presenta un alto contenido de vitamina C que refuerza el sistema inmunológico, su capacidad antioxidante evita el envejecimiento promoviendo la generación de colágeno, teniendo así una amplia gama de aplicaciones frente a problemas estomacales e intestinales, además cuenta con la capacidad de reducir los

niveles de presión arterial se estudia su relación con la diabetes y enfermedades como el cáncer (Zorrilla et al., 2004). Las propiedades fisicoquímicas más resaltantes son las reductoras de la glucosa 30-55 g/L y fructosa 4-20 g/L, la acidez de la pulpa generalmente baja 2.4-3.4 g/L, los ácidos orgánicos principales presentes en el Características Fruta del dragón blanca (*Hylocereus undatus*) Fruta del dragón roja (*Hylocereus ocamponis*) Fruta del dragón amarilla (*Selenicereus megalanthus*) Forma de fruta Ovoide Redonda Ovoide Color de pulpa Blanco Rojo-Violeta Blanco Color de piel Rojo Rojo Amarillo 21 zumo son ácido cítrico, ácido láctico que se presentan en rango de 0.3-1.5%. El principal aminoácido presente en el jugo de pitahaya es la Prolina 1.1-1.6 g/L (Huachi et al., 2015).

### **Compuestos bioactivos:**

Los componentes bioactivos se pueden clasificar principalmente en tres grandes grupos, los terpenoides que agrupan carotenoides, capsaicina y fitoesteroles, los compuestos fenólicos que agrupan antocianinas, catequinas, flavonoides, isoflavonas, lignanos y taninos y los tioles que contienen a los compuestos organosulfurados.

Se realizó una revisión del impacto de los compuestos bioactivos de los alimentos sobre la flora intestinal, su efecto sobre la capacidad específicamente antiinflamatoria que proporciona estos compuestos. Los compuestos estudiados son los antocianos, ácidos fenólicos como el ácido hidroxibenzoico y el ácido hidroxicinámico donde resalta la acción de la curcumina y estilbenos como el resveratrol y los glucosinatos, quienes están presentes en alimentos vegetales, además de los prebióticos y probióticos. (Urrialde et al., 2022).

### **Compuestos fenólicos**

Los compuestos fenólicos cuentan con un grupo hidroxilo que está unido por el anillo bencénico el cual recibe el nombre de fenoles, es así como el fenol es el nombre específico para el hidroxibenceno, este nombre se asigna de manera general para la familia de compuestos que derivan de este último (Salomón, 2000). Los flavonoides parte de la familia de los polifenoles se encuentran

flavonas, flavanoles, antocianinas. Dentro de las antocianinas, hay una gran diversidad que contribuye favorablemente a la existencia de 300 diferentes sustituciones glucosídicas en la naturaleza (Leighton, 1999).

### **Capacidad antioxidante**

La capacidad antioxidante dentro de un alimento dependerá de la naturaleza y concentración que presenta como parte de la composición. Los alimentos vegetales (frutas y verduras) tienen compuestos antioxidantes que se debe a la cantidad de vitamina C, E o  $\beta$ - caroteno, además de compuestos fenólicos como las flavonas, isoflavonas, flavonoides, antocianinas, catequinas e isocatequinas. (Avello y Suwalsky, 2006).

La capacidad antioxidante se da por la presencia de moléculas que tienen uno o más grupos hidroxilos unidos a un anillo aromático, bajo este mismo principios los compuestos fenólicos y las vitaminas son antioxidantes que se integran a la dieta al consumir frutas, hortalizas, cereales y raíces. Esta característica viene asociada al color y características sensoriales. Se encuentran en las plantas y se van a clasificar en diferentes tipos de grupos funcionales. Se conocen aproximadamente 8000 compuestos fenólicos identificados y estos pueden dividirse en grupos de acuerdo a su estructura química como ácidos fenólicos, estilbenos, cumarinas, lignanos y flavonoides (De Nutrición,2012).

De acuerdo a Huang et al. (2005), se cuenta con métodos para medir la capacidad antioxidante que se dividen en dos grupos dependiendo del mecanismo de reacción en la detección basados en la transferencia de un átomo de hidrógeno y métodos basados en la transferencia de electrones. La mayoría de los ensayos basados en la transferencia de un átomo de hidrogeno aplica un esquema competitivo en el cual el antioxidante y el sustrato compiten por estabilizar a los radicales generados, como el radical peroxilo a través de la donación de un átomo de hidrógeno. Los ensayos basados en la transferencia electrones, la capacidad de un antioxidante en la reducción de un oxidante, que

cambia de color cuando se reduce, reflejado en el cambio de color correlacionado con las concentraciones de antioxidantes de la muestra (Zuloeta et al., 2009).

### **Mecanismo de Reacción de los Antioxidantes.**

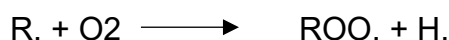
Según Velandia y Rueda (2016), los antioxidantes también se pueden clasificar por su mecanismo de acción en:

#### **Antioxidantes primarios**

Son radicales libres que limitan o inhiben la fase inicial y en el mejor de los casos interrumpen la etapa de propagación de la autooxidación, reacción cuando las moléculas de hidrógenos son separadas de una molécula, para formar un radical.



El radical reacciona con el oxígeno de manera casi instantánea, formando un radical peróxido en una reacción de propagación:



#### **Antioxidantes Secundarios**

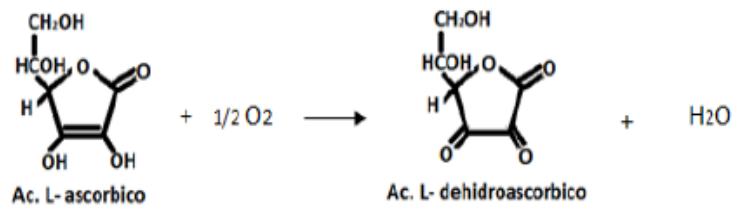
Los antioxidantes secundarios reducen la velocidad de oxidación sin generar la estabilidad de los radicales, además pueden quelar metales prooxidantes y desactivar la reacción, al restituir hidrógenos de los antioxidantes primarios al descomponer hidroperóxidos a radicales:

- Quelatos: Los metales pesados y la transición que promueven la oxidación actuando como catalizadores, estos cambian su estado de oxidación para interactuar con hidroperóxidos o con lípidos insaturados generando radicales libres.
- Eliminadores de oxígenos y agentes reductores: La producción de moléculas de oxígenos en el proceso de crecimiento celular como los radicales aniónico superóxido y un radical hidroxilo. Las moléculas que no son radicales libres como el peróxido de hidrogeno y oxígenos singletes son oxidadas y

estabilizadas por la acción de los antioxidantes como el ácido L-ascórbico, como se aprecia en la figura 4.

#### Figura 4

Representación de la reacción de estabilización de un radical por un antioxidante



Fuente: Velandia y Rueda (2016).

### 2.3. Marco Conceptual

#### 2.3.1 Pitahaya

La pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) es característica de zonas subtropicales y amazónicas. Dentro de América del sur se ha desarrollado mayor relevancia como producto convirtiéndose en un producto agrícola de alto valor, destacando como principales productores de Colombia e Israel. Siendo los destinos comerciales países como: Singapur, Hong Kong, Taiwán, Filipinas, Malasia y Tailandia (Diéguez K, et al 2020).

La pitahaya proviene de una planta igual a un cactus con un fruto en la baya con forma ovoide, que tiene un fruto que puede ser de amarillo o rojo, el fruto cuenta con sabor agradable y refrescante con gran presencia de semillas. El término pitahaya corresponde a la familia Cactaceae, los géneros *Hylocereus* y *Selenicereus*, donde la variedad más cultivada es *Hylocereus* que en sus 16 especies. Los cultivos de pitahaya que se desarrollan en América son principalmente la pitahaya roja - *Hylocereus undatus* y pitahaya amarilla. Los países como Ecuador llegan a exportar 17 895 toneladas de fruta como en el 2021. La pitahaya ha ganado importancia preferentemente en su forma fresca

como fuente de pigmentos naturales en el procesamiento de alimentos, debido a la alta cantidad de betalaínas, componentes bioactivos como polifenoles y actividad antioxidante. El consumo de antioxidantes exógenos de origen vegetal como las frutas ha demostrado que el consumo de frutas reduce el estrés oxidativo y modifica el perfil lipídico, consecuentemente disminuyendo el riesgo de enfermedades originada por la presencia de radicales libres (Daza et al., 2014). Los ácidos fenólicos y flavonoides están en la preferencia de las industrias alimentarias buscando su aplicación a mayor escala en productos industrializados. La madurez de *Hylocereus undatus* se mide por factores como el color de la cascara el cual debe tener una coloración homogénea roja, la cantidad de sólidos solubles, el grado de acidez y el tiempo hasta la cosecha. Estudios indican que los niveles de madurez de la pitahaya varían drásticamente se efectuó la evaluación de los cambios físicos y químicos durante la maduración de pitahaya, cambios significativos en el transcurso de su desarrollo, presentando valores altos en acidez titulable, sólidos solubles, pH, capacidad antioxidante y polifenoles totales (Diaz, 2024)

### **2.3.2 Capacidad antioxidante**

La capacidad antioxidante en los alimentos vegetales se genera de la acumulación del efecto de sinergia de un grupo de amplia variedad de antioxidantes como son la vitamina C y E, los polifenoles, los carotenoides, los terpenoides, los compuestos de Maillard y la traza de minerales. La importancia del rol que cumplen los antioxidantes con el estrés oxidativo y la reducción de la mortalidad total, la cual es asociada a dietas con frutas y vegetales (Pérez-Jimenez et al, 2008)

### **2.3.3 Compuestos bioactivos**

Los compuestos bioactivos tienen como definición conceptual: "Componente de los alimentos que influyen en la actividad celular y en los mecanismos fisiológicos y con efectos beneficiosos para la salud" (Biesalski H. et al, 2009).

### **2.3.4 Escaldado**

El proceso de escaldado es un tratamiento térmico corto que involucra la exposición a una forma de calor, principalmente con vapor o agua caliente en un tiempo determinado (Luh y Lorenzo, 1988; Barret y theerakulrait,1995). La principal finalidad es la reducción microbiana, inactivar enzimas, eliminar el sabor a crudo, definir el color, ablandar el tejido y eliminar gases (Hernández y Sastre 1999).

### **2.3.5 Combinación de tiempo y temperatura**

Uno de los procedimientos más empleados en la actualidad para la conservación de alimentos es la aplicación de calor. En todo tratamiento térmico se busca alcanzar al máximo unos efectos positivos, como son la destrucción de microorganismos y la inactivación de enzimas y reducir también lo más posible los efectos negativos, como son la destrucción de nutrientes termolábiles y la aceleración de reacciones químicas. Ello se consigue optimizando el proceso, es decir, ajustado la relación temperatura y tiempo de aplicación para evitar los efectos indeseables sobre él.

## **2.4 Definición de términos básicos**

Capacidad antioxidante: Es la capacidad de una sustancia de inhibir la degradación oxidativa. Para realizar su medición se emplean dos metodologías con diferentes fundamentos: métodos indirectos y directos. El primer método está determinado por la capacidad del antioxidante de estabilizar al radical libre como DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo), ABTS (ácido 3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico), FRAP (poder antioxidante reductor férrico), ORAC (capacidad de absorción de radicales de oxígeno), entre otros. Sin embargo, el segundo método se basa en el estudio del efecto de un antioxidante sobre la degradación oxidativa de un sistema, como el TBARS, que presenta gran relevancia biológica (Londoño, 2012).

Compuestos bioactivos: Son componentes que tienen actividad biológica dentro del organismo y se encuentran principalmente en los alimentos

vegetales. Se pueden clasificar en tres grupos: terpenoides (carotenoides y esteroides), compuestos fenólicos (flavonoides como las antocianinas) y compuestos azufrados (alíina, alicina y dialilsulfuro). (Martínez y Carbajal, 2012).

### III. HIPOTESIS Y VARIABLES

#### 3.1. Hipótesis

##### 3.1.1. Hipótesis general

Durante el proceso de elaboración del Néctar de Pitahaya la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos se ven afectadas y tienden a disminuir.

##### 3.1.2 Hipótesis específicas

- a) Con una temperatura de 90°C y un tiempo de escaldado de 6 minutos se obtendrá una mayor capacidad antioxidante y compuestos bioactivos del Néctar de Pitahaya.
  
- b) Con una combinación de altas temperaturas y tiempos cortos de pasteurización se obtendrá una menor disminución de la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos en el Néctar de Pitahaya

#### 3.2. Definición conceptual de las variables

##### Variable Independiente

$X_1$ : = Tiempo de escaldado de la Pitahaya

$X_2$ : = Tiempo y temperatura de pasteurización

##### Variable Dependiente

$Y_1$ =Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos del Néctar de Pitahaya

### 3.3. Operacionalización de las variables

**Tabla 1:** *Matriz de Operacionalización de las Variables*

<b>Variable Dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Tipo de Escala</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Métodos</b>
Y <sub>1</sub> : Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos del Néctar de Pitahaya	Capacidad antioxidante	Cuantitativa	- μmol TROLOX eq./g de muestra.	- Según Arnao (2000).
	Fenoles totales	Cuantitativa	- mg de ácido gálico/100 g de muestra.	- Según Swain y Hillis (1959). Método de Folin-Ciocalteu.
	Carotenos	Cuantitativa	- mg.eq/100g muestra.	- Según Nizama (2019)
<b>Variable Independiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Tipo de Escala</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Métodos</b>
X <sub>1</sub> : Tiempo de escaldado de la Pitahaya (2 min, 4 min, 6 min)	Tiempo de blanqueado	Cuantitativa	- Minutos (min.).	- Lectura directa.
X <sub>2</sub> : Tiempo y temperatura de pasteurización	Tiempo y temperatura de pasteurización	Cuantitativa	- Tiempo en minutos (min.) y temperatura en grados celcius	- Lectura directa.

Fuente y elaboración: los autores

## IV. METODOLOGÍA DEL PROYECTO

### 4.1. Diseño metodológico

Dentro de este estudio se ha trabajado con una investigación de tipo Experimental, prospectivo, longitudinales y analítica.

El diseño de la investigación es de tipo experimental ya que consiste en someter al fruto pitahaya a determinadas condiciones dentro del proceso de elaboración del néctar, para observar los efectos o variaciones que se ejerce sobre la capacidad antioxidante del producto. Con diseño específico de ensayo.

### 4.2. Método de investigación

El método de investigación para el trabajo es Cuantitativo, debido a que a través de la medición de los valores de antioxidantes y compuestos bioactivos.

### 4.3. Población y muestra

La población de loche pitahaya es de 1 tonelada, valor que corresponde a la cantidad de pitahaya que ingresan diariamente al Mercado mayorista de Amazonas.

Para el cálculo de la muestra se empleó la ecuación propuesta por Hernández (2018) para poblaciones finitas:

$$n = \frac{(N) (Z^2) (p) (q)}{d^2 (N - 1) + (Z^2) (p) (q)}$$

Donde:

N: 1000 kilos

E: 3%

p: 0.05

q: 0.95

1-  $\alpha$ : 95%

Z: 1.96

Tenemos entonces:

$$n = \frac{(1000) (1.96^2) (0.05) (0.95)}{(0.05^2) (1000 - 1) + (1.96^2) (0.05) (0.95)} = 68.088$$

Determinando un n= 68.088 kilos de pitahaya. Por lo que se trabajaran con 69 Kg de fruta

#### **4.4. Lugar de estudio.**

Se lleva a cabo en el laboratorio Certificaciones Alimentarias Hidrobiológicas y Medio Ambientales SAC

#### **4.5. Técnicas e instrumentos para la recolección de la información**

Dado el carácter del estudio, se utilizará ensayos de detección de la capacidad antioxidante y compuestos activos y como instrumentos para recolectar la información se dará a través de resultados de ensayos de laboratorio

#### **4.6. Análisis y procesamiento de datos**

Para el análisis y procesamiento de datos de la presente investigación se realizará el siguiente procedimiento:

El proceso y los análisis se llevarán a cabo por triplicado, los resultados se expresarán como la media  $\pm$  la desviación estándar. Los resultados de cada etapa se compararán entre sí y con respecto a la materia prima.

Para la estadística inferencial se determinará el cumplimiento de todos los supuestos de las pruebas paramétricas y, después de ello se aplicará un diseño factorial 2<sup>2</sup> y en caso de existir significancia se procederá a efectuar la prueba de Tuckey para seleccionar los tratamientos que permiten una mayor retención

en la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos presentes en el néctar en la etapa de blanqueado y pasteurizado.

Se considero como paso inicial la selección y caracterización de la materia prima, considerando los siguientes criterios: El peso; considerando el peso promedio de la muestra, el diámetro radios, diámetro polar, índice de esfericidad, sólidos solubles, acidez, capacidad antioxidante, vitamina C, fenoles totales y betalaínas.

Para los procesos térmicos utilizados se trabajará en el proceso de escaldado por 2, 4 y 6 min.

En el caso de la pasteurización se estabilizo la mezcla, a un Ph de 3.4% y 14% de solidos solubles. Se realizo una pasteurización de 90 °C x 20 min para realizar una curva de penetración de calor para el néctar de pitahaya, que nos dará la capacidad de buscar la equivalencia al tratamiento, permitiendo verificar los valores resultantes para capacidad antioxidante, fenoles totales, vitamina C y betalaínas.

Para la ejecución de los análisis se detallará la gestión del calculo de la cuantificación:

- a. Capacidad antioxidante: se medirá a través de espectrofotométrica de la reducción del radical preformado con ABTS (Ácido 2,2'-azino-bis(3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico)) y persulfato de potasio, frente a los antioxidantes presentes en las muestras, considerando durante el análisis temperaturas de -20°C. La capacidad antioxidante cuenta con de la separación del extracto hidrofílico, la capacidad antioxidante lipofílica, las cuales denotaran curvas estándar de TROLOX.

La capacidad antioxidante total se calculó sumando ambos resultados, obtenidos utilizandola siguiente ecuación:

$$\text{Capacidad antioxidante } (\mu\text{mol TROLOX eq./g}) = Y \cdot [(W+V)/W] \cdot (Fd)$$

**Donde:**

**Y:  $\mu\text{mol/ litro de extracto}$**

**W: peso de muestra (g)**

**V: Volumen de solvente ( mL)**

**Fd: factor de dilución.**

- b. Cuantificación de Compuestos Fenólicos Totales: a cuantificación espectrofotométrica del compuesto coloreado formado por la reacción de los compuestos fenólicos con el reactivo Folin Ciocalteau compuesto de ácido fosfomolibdico, ácido fosfotúngstico, ácido clorhídrico o ácido sulfúrico y agua. estableciendo una relación lineal. La muestra se adiciona carbonato de sodio y luego de la incubación se genera:

$$\text{Compuestos fenólicos (mg AGE/100 g)} = Y.[(W+V)/W].(Fd).100$$

Donde:

Y: 0.0101 (x) curva estándar (mg ác. Gálico eq./ml extracto)

W: peso de la muestra (g)

V: volumen del solvente (mL)

Fd: factor de dilución

- c. Vitamina C: está basado en que el ácido ascórbico reduce el indicador 2,6-diclorofenolindofenol (DFIF), a una solución incolora, la cual, en el punto final de la titulación volumétrica (exceso), se torna rosa en medio ácido. previamente valorado con un estándar de ácido ascórbico. El contenido de ácido ascórbico se calculó utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Ácido ascórbico (mg/100g)} = (G-B).(E/W).(Fd).100$$

Donde:

G: gasto DFIF en la titulación de la muestra (mL)

B: gasto DFIF en la titulación de un blanco (mL)

E: equivalente DFIF frente a un estándar de ácido ascórbico (mg/mL DFIF)

W: peso de la muestra (g)

Fd: factor de dilución

- d. Betalaínas totales: mediante la absorbancia de los extractos de betalaínas a 538 y 483 nm. Para la conversión de las unidades de absorbancia en unidades de concentración se utilizó la expresión:

$$B \text{ (mg/g)} = [ (A) \cdot (Fd) \cdot (PM) \cdot (V) ] / [ (\epsilon) \cdot (P) \cdot (L) ]$$

Donde:

B: betacianinas o betaxantinas

A: absorbancia a 538 nm para betacianinas y 483 nm para betaxantinas

Fd: factor de dilución al momento de leer en el espectrofotómetro

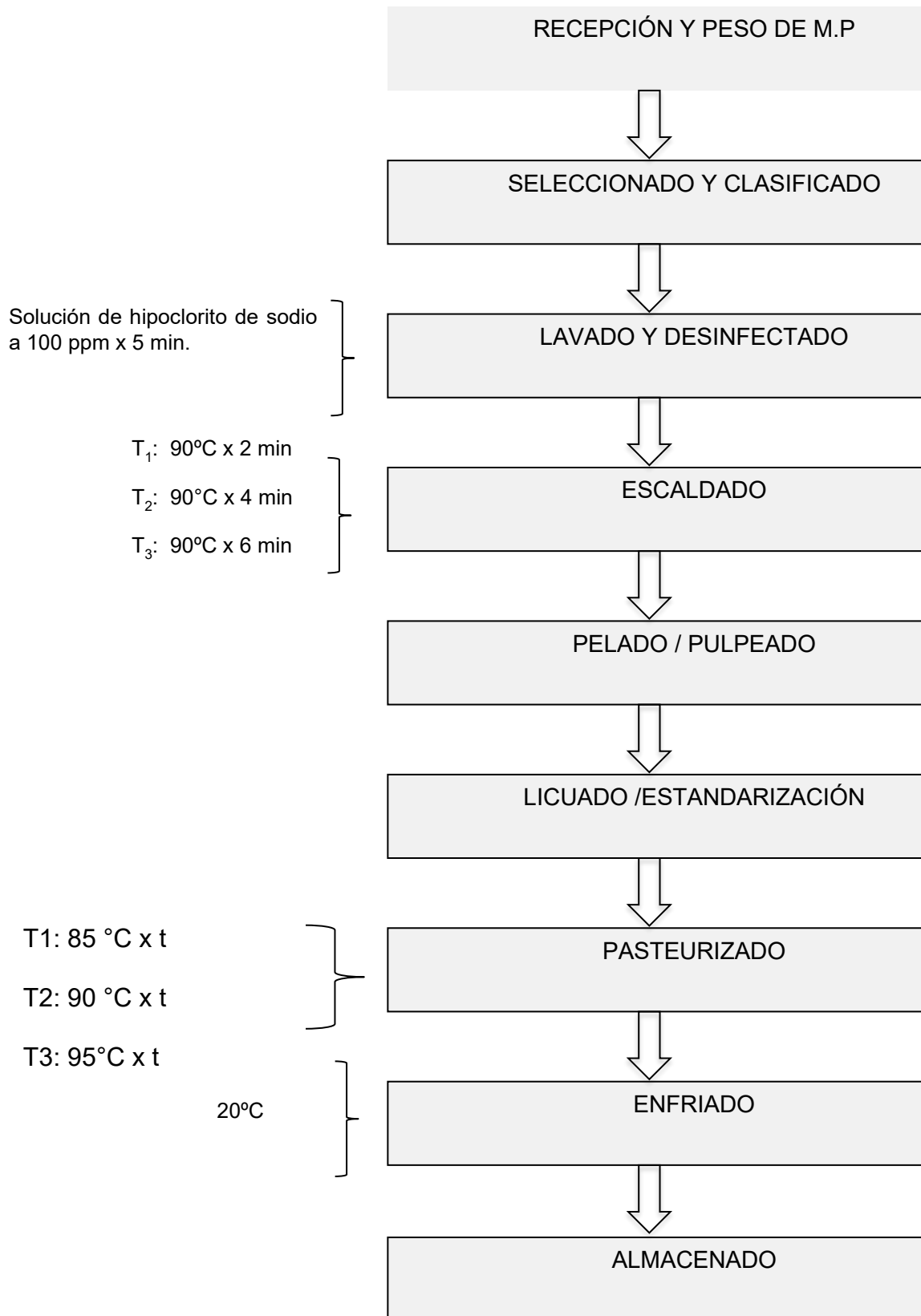
PM: peso molecular (betanina= 550 g/mol e Indicaxantina= 308 g/mol)

V: volumen de extracto

$\epsilon$  : coeficiente de extinción molar (Betanina= 60 000L/mol.cm, e Indicaxantina = 48000L/mol.cm)

L: longitud de la celda ( 1cm)

Figura 5. Flujo de elaboración de néctar de pitahaya



Fuente: Autoras de la Tesis.

## V. RESULTADOS

### Caracterización fisicoquímica de los frutos de pitahaya roja

Se analizaron las propiedades fisicoquímicas del fruto antes del procesamiento. Estas propiedades son clave para evaluar los cambios en el contenido de compuestos bioactivos durante el procesamiento.

Las características fisicoquímicas de los frutos de pitahaya roja se muestran en la tabla.

Tabla 2 Caracterización Fisicoquímica del fruto de pitahaya roja

<b>Parámetro</b>	<b>Unidad</b>	<b>Valor</b>
<i>Peso</i>	g	620,4 ± 0,1
<i>Diámetro radial</i>	mm	7,62 ± 0,09
<i>Diámetro polar</i>	mm	11,5 ± 0,09
<i>Índice de esfericidad</i>	%	84.2 ± 0,10
<i>Sólidos solubles</i>	°Brix	12.6 ± 0,2
<i>Acidez</i>	% (expresado como ácido málico)	0,38 ± 0,02
<i>Índice de madurez</i>	°Brix/ % de acidez	39,47
<i>Capacidad antioxidante</i>	µmol TOLOX eq. /g de muestra.	2770,50 ± 2,80
<i>Fenoles totales</i>	mg de ácido gálico/100g de muestra.	1390,30 ± 2,95
<i>Vitamina C</i>	mg de ácido ascórbico/100g de muestra.	11,30 ± 0,61
<i>Betalainas totales</i>	mg/100 d de muestra seca	350,20 ± 3,10

**Fuente: Autoras de la Tesis.**

## Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en frutos de pitahaya escaldados

La Tabla 3 muestra cómo el escaldado afecta la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos frente a la etapa del escaldado.

*Tabla 3 Efecto del escaldado en la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en la pulpa de pitahaya roja escaldada.*

Parámetro	Unidad	Pulpa de pitahaya	Combinación de tiempo y temperatura de escaldado		
			90°C x 2 min	90°C x 4 min	90°Cx6 min
<b>Capacidad antioxidante</b>	µmol TOLOX eq. /g de muestra.	2770,50 ± 2,80 (100%)	2762,1 ± 2,80 (99.69%)	2748,4 ± 2,80 (99.20%)	2726,3 ± 2,80 (98.40%)
<b>Fenoles totales</b>	mg de ácido gálico / 100g de muestra	1390,30 ± 2,95 (100%)	1385,6 ± 2,95 (99.66%)	1376,30 ± 2,95 (98.99%)	1364,4 ± 2,95 (98.13%)
<b>Vitamina C</b>	mg de ácido ascórbico / 100g de muestra	11,30 ± 0,61 (100%)	10,61 ± 0,61 (93.89%)	9,87 ± 0,61 (87.34%)	8,73 ± 0,61 (77.25%)
<b>Betalainas totales</b>	mg / 100g de muestra seca	350,20 ± 3,10 (100%)	348,50 ± 3,10 (99.51%)	347,60 ± 3,10 (99.26%)	347,80 ± 3,10 (99.31%)

**Fuente: Autoras de la Tesis.**

### **Determinación de los tratamientos térmicos de pasteurización letalmente equivalentes**

En la Figura 6 se muestra la curva de penetración de calor durante la pasteurización a 90°C x 20 min, a partir de la cual se determinaron los tiempos de muerte térmica para reducir 3 ciclos logarítmicos de *Bisochlamys fulva* (valor  $D_{93.3^{\circ}\text{C}} = 1$  minuto y  $Z = 8.9^{\circ}\text{C}$ ) a las temperaturas de pasteurización de 85, 90 y 95°C.

*Tabla 4. Eficiencia térmica de penetración de calor en pasteurización de 90°C x 20 min*

<b>Tiempo (min)</b>	<b>(TR-TI)</b>
0	1.86
1	1.74
2	1.59
3	1.38
4	1.29
5	1.2
6	1.08
7	0.99
8	0.93
9	0.83
10	0.79
11	0.77
12	0.68
13	0.58
14	0.56
15	0.41
16	0.28
17	0.32
18	0.32
19	0.23
20	0.2

**Fuente: Autoras de la Tesis.**

Figura 6. Curva de calentamiento durante la pasteurización del néctar de pitahaya roja

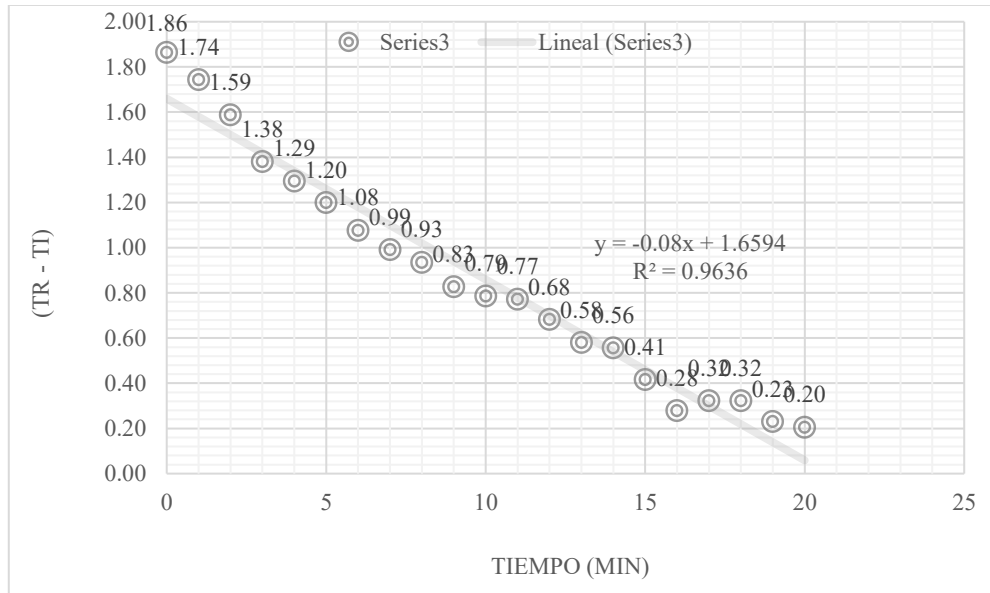


Tabla 5 Tiempos de destrucción térmica para el proceso de pasteurización del néctar de pitahaya roja

Temperatura de proceso (°C)	Tiempo de destrucción térmica (minutos)
85	30,2
90	22,7
95	14,9

Fuente: Autoras de la Tesis.

Se determinan tiempos letalmente equivalentes para la pasteurización, asegurando la reducción de microorganismos como *Bisochlamys fulva*. Se evaluaron temperaturas de 85, 90 y 95°C, con tiempos de muerte térmica calculados en función del valor D y Z.

## Efecto de la pasteurización en la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos del néctar de pitahaya

En la Tabla 6 se presentan los resultados de la evaluación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos después de la operación de pasteurización a las diferentes combinaciones de tiempo y temperatura. La pasteurización puede reducir algunos compuestos sensibles al calor, pero también puede favorecer la liberación de otros.

*Tabla 6. Efecto de la pasteurización en la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos del néctar de pitahaya roja*

Parámetro	Unidad	Combinación de tiempo y temperatura de escaldado		
		85°C x 30,2 min	90°C x 22,7 min	95°Cx14,9 min
<b>Capacidad antioxidante</b>	μmol TOLOX eq. /g de muestra.	874.65c ± 2.80 (31.57%)	1418.77b ± 2.80 (51.21%)	1808.58a ± 2.80 (65.27%)
<b>Fenoles totales</b>	mg de ácido gálico / 100g de muestra	805.54b ± 2.95 (57.94%)	1040.22b ± 2.95 (74.82%)	1187.46a ± 2.95 (85.41%)
<b>Vitamina C</b>	mg de ácido ascórbico / 100g de muestra	7.60b ± 0.61 (67.26%)	9,30a ± 0.61 (82.30%)	9,73a ± 0.61 (86.10%)
<b>Betalainas totales</b>	mg / 100g de muestra seca	334.79a ± 3.10 (95.60%)	347.60 ± 3.10 (96.10%)	347.80 ± 3.10 (96.30%)

## **VI. DISCUSIONES DE RESULTADOS**

### **6.1 Contrastación y demostración de la Hipótesis con el resultado**

#### **Caracterización fisicoquímica de los frutos de pitahaya roja**

H0: Con una temperatura de 90°C y un tiempo de escaldado de 6 minutos se obtendrá una mayor capacidad antioxidante y compuestos bioactivos del Néctar de Pitahaya.

Ha: Con una temperatura de 90°C y un tiempo de escaldado de 6 minutos se No obtendrá una mayor capacidad antioxidante y compuestos bioactivos del Néctar de Pitahaya.

Los resultados obtenidos en este estudio han permitido evaluar el impacto del escaldado en la retención de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el néctar de pitahaya. Se observó que el escaldado a 90°C durante 6 minutos no permitió una mejor presencia de valores medios de antioxidantes y compuestos bioactivos. Este hallazgo coincide con lo reportado por Pérez (2017), quien indicó que el escaldado mejora la disponibilidad de ciertos compuestos bioactivos al romper estructuras celulares y desactivar enzimas degradativas. Además, estudios de Klopotek et al. (2005) y Podsedek (2007) confirman que los tratamientos térmicos pueden inducir una disminución de antioxidantes por daño mecánico en los tejidos, lo que resalta la importancia de encontrar un balance adecuado en el proceso.

Los resultados obtenidos han demostrado que los tratamientos térmicos afectan la composición del néctar de pitahaya en distintos niveles. El escaldado a 90°C por 6 minutos como lo menciona Klopotek et al. (2005) y Podsedek (2007) sugieren que tiempos excesivos pueden inducir la degradación de algunos antioxidantes sensibles.

### Hipótesis Específica

H0: Con una combinación de altas temperaturas y tiempos cortos de pasteurización se obtendrá una menor disminución de la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos en el Néctar de Pitahaya

Ha: Con una combinación de altas temperaturas y tiempos cortos de pasteurización NO se obtendrá una menor disminución de la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos en el Néctar de Pitahaya

En relación con la pasteurización, los resultados mostraron que la combinación de altas temperaturas con tiempos cortos permitió una mayor retención de compuestos bioactivos. Pesantes y Tejada (2021) indicaron que el uso de tratamientos térmicos cortos y a altas temperaturas permite minimizar la degradación de los fenoles totales y la capacidad antioxidante en jugos y néctares. Además, Obregón (2001) destaca que los tratamientos térmicos a altas temperaturas durante periodos cortos (HTST) pueden lograr una mejor conservación de los antioxidantes en comparación con tratamientos de baja temperatura y larga duración. Sin embargo, se observó que la vitamina C fue el compuesto más afectado, lo que está en concordancia con los hallazgos de Lee y Kader (2000), quienes indicaron que este compuesto es altamente sensible al calor y se degrada rápidamente durante los procesos térmicos.

Por otro lado, la pasteurización a 90°C por tiempos cortos permitió preservar una mayor cantidad de compuestos bioactivos en comparación con tratamientos a temperaturas más bajas por períodos prolongados. Esto concuerda con los estudios de Pesantes y Tejada (2021), quienes indicaron que tratamientos térmicos cortos minimizan la degradación de los fenoles totales y la capacidad antioxidante. Obregón (2001) refuerza esta idea al afirmar que los procesos HTST (High Temperature Short Time) optimizan la retención de nutrientes en comparación con tratamientos térmicos prolongados.

Por otro lado, el contenido de betalaínas, responsable de la coloración del néctar, se mantuvo relativamente estable dentro de los tratamientos evaluados. Hernández y Salazar (2017) mencionan que la pérdida de color debido a la temperatura comienza a una tasa acelerada a partir de los 100°C, lo que explica la estabilidad de las betalaínas en las condiciones de pasteurización ensayadas. Además, Verona et al. (2020) sostienen que la pitahaya tiene una alta estabilidad térmica en comparación con otras frutas, lo que refuerza su potencial para su procesamiento en néctares y otros productos funcionales.

## 6.2 Contrastación de resultados con otros estudios similares

En cuanto a la estabilidad de los compuestos antioxidantes, la vitamina C fue el más afectado por los tratamientos térmicos, como lo indican Lee y Kader (2000). Su susceptibilidad a la degradación térmica implica que deben considerarse estrategias para minimizar su pérdida, como el ajuste del pH y el uso de envases con atmósfera modificada. En contraste, las betalaínas demostraron una alta estabilidad térmica dentro de los tratamientos ensayados, lo cual coincide con los hallazgos de Hernández y Salazar (2017), quienes reportan que la degradación de estos pigmentos ocurre de manera significativa solo por encima de los 100°C.

Además, Verona et al. (2020) sostienen que la pitahaya tiene una estabilidad térmica superior a la de otras frutas, lo que la convierte en un buen candidato para la producción de néctares y jugos funcionales. Sin embargo, es importante señalar que la interacción entre los **distintos** compuestos bioactivos puede influir en la estabilidad final del producto. Hernández y Salazar (2017) explican que algunos antioxidantes actúan de manera sinérgica, protegiéndose mutuamente de la degradación térmica. Esto podría explicar por qué, a pesar de la reducción en la vitamina C, la capacidad antioxidante total del néctar no sufrió una disminución tan marcada en comparación con lo esperado.

Por último, es relevante considerar la aplicabilidad de estos hallazgos en la industria. El procesamiento térmico, aunque eficaz en la reducción de carga microbiana y estabilidad del producto, puede afectar la percepción sensorial del néctar. Estudios de Cabanillas y Aurora (2020) indican que la pasteurización puede influir en el color y la textura del producto, lo que sugiere que futuras investigaciones deberían evaluar la aceptabilidad del néctar por parte de los consumidores y la posibilidad de aplicar tratamientos alternativos como la pasteurización por ultrasonido o la tecnología de altas presiones.

### **6.3. Aspectos Éticos en Investigación**

Durante el desarrollo de esta investigación, se han seguido principios éticos. Se han respetado rigurosamente las ideas y aportes de otros autores. La información recopilada ha sido evaluada con un enfoque riguroso, asegurando su calidad y fiabilidad. Este compromiso con la ética científica busca promover la transparencia, la credibilidad y el impacto positivo de los hallazgos obtenidos.

## VII. CONCLUSIONES

1. Se determinó que el escaldado a 90°C durante 6 minutos afectar de mayor manera la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos del néctar de pitahaya frente a los otros parámetros trabajado
2. La pasteurización a 90°C durante tiempos cortos permite una mayor retención de los compuestos bioactivos en comparación con tratamientos a temperaturas más bajas por tiempos prolongados.
3. La vitamina C fue el compuesto bioactivo más susceptible a la degradación térmica, mientras que las betalaínas demostraron una mayor estabilidad.
4. La capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales se vieron afectados por los tratamientos térmicos, pero se pudo minimizar su pérdida optimizando las condiciones de procesamiento.
5. La combinación de escaldado y pasteurización adecuada permite obtener un néctar con alta calidad funcional y microbiológicamente seguro, favoreciendo su potencial como un producto funcional en el mercado.

## VIII. RECOMENDACIONES

- Optimizar los tiempos y temperaturas de escaldado y pasteurización para maximizar la retención de compuestos bioactivos sin comprometer la calidad microbiológica del producto final.
- Explorar el uso de tecnologías emergentes como la alta presión hidrostática o el tratamiento con pulsos eléctricos para evaluar su impacto en la conservación de los compuestos bioactivos en el néctar de pitahaya.
- Implementar estrategias de envasado y almacenamiento que minimicen la degradación de la vitamina C y otros compuestos antioxidantes a lo largo del tiempo.
- Realizar estudios de aceptabilidad sensorial y estabilidad del producto en condiciones reales de almacenamiento para garantizar su viabilidad comercial.
- Considerar la aplicación de esta metodología en otros frutos ricos en antioxidantes para evaluar su potencial en la elaboración de productos funcionales.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Cabanillas, M., & Aurora, R. Cinética de degradación de vitamina C y luminosidad del color de pulpa de pitahaya (*Hylocereus monocanthus*) pasteurizada. *Revista de la Universidad Señor de Sipán*. (2020).
2. Hernández, L., & Salazar, J. Evaluación de la estabilidad de pigmentos naturales en frutas tropicales. *Journal of Food Science*. (2017).
3. Klotek, Y., Otto, K., & Böhm, V. Processing strawberries to different products alters contents of vitamin C, total phenolics, and antioxidant capacity. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. (2005).
4. Lee, S. K., & Kader, A. A. Preharvest and postharvest factors influencing vitamin C content of horticultural crops. *Postharvest Biology and Technology*. (2000).
5. Obregón, R. High-temperature short-time processing in fruit juice preservation. *Food Technology Journal*. (2001).
6. Pesantes, G., & Tejada, S. Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de zumo de arándanos (*Vaccinium corymbosum*). Universidad Nacional del Callao. (2021)
7. Pérez, M. Optimización del proceso de extracción y determinación de la estabilidad de las betalaínas del fruto de la pitaya *S. stellatus*. Instituto Politecnico Nacional (tesis de título profesional). (2017)
8. Podsedek, A. (2007). Natural antioxidants and antioxidant capacity of Brassica vegetables: A review. *LWT - Food Science and Technology*.
9. Quiroz, B. Estabilidad microbiológica, sensorial y nutracéutica de jugo de pitaya (*Stenocereus pruinosus*) presurizado y ozonizado. Universidad Autónoma de Chapingo. (tesis de posgrado). 2019
10. León C., Determinación de compuestos bioactivos en la mashua (*Tropaeolum tuberosum*). Universidad Nacional del Callao. (tesis de título profesional). 2018
11. Calixto M. Evaluación de los componentes bioactivos, actividad inhibitoria hialuronidasa y la capacidad antioxidante de *Pourouma cecropiifolia* C.

- Martius “Uvilla Amazónica. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. (tesis doctoral). 2020
12. Diaz, e. Dom. Cien., Características químicas y antioxidantes en frutos de pitahaya (*Hylocereus undatus*) en la maduración de cosecha. ISSN: 2477-8818 Vol. 10, núm. 2. Abril-Junio, 2024, pp. 44-59
  13. PESANTES ARRIOLA, Genaro Christian; TEJADA OVALLE, Silvia Esther. Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de zumo de arándanos (*Vaccinium corymbosum*). 2021.
  14. K. Diéguez-Santana, A. A. Zabala-Velin, K. L. Villarroel-Quijano, L. B. Sarduy-Pereira, “Evaluación del impacto ambiental del cultivo de la pitahaya, Cantón Palora, Ecuador”, *TecnoLógicas*, vol. 23, no. 49, pp. 113-128, 2020. <https://doi.org/10.22430/22565337.1621>
  15. Olmedo Galarza, V. (2019). Carbohydrates and proteins in microalgae: potential functional foods. *Brazilian Journal of Food Technology*, 22, e2019043. <https://doi.org/10.1590/1981-6723.04319>
  16. HUANG, Dejian; OU, Boxin; PRIOR, Ronald L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. *Journal of agricultural and food chemistry*, 2005, vol. 53, no 6, p. 1841-1856.
  17. DE NUTRICIÓN, S. L. (2012). Archivos latinoamericanos de nutrición.
  18. AVELLO, Marcia; SUWALSKY, Mario. Radicales libres, antioxidantes naturales y mecanismos de protección. *Atenea (Concepción)*, 2006, no 494, p. 161-172.
  19. ANDRES, Thomas C., et al. Loche: a unique pre-Columbian squash locally grown in north coastal Peru. *Cucurbitaceae 2006, Asheville, North Carolina, USA, 17-21 September 2006*, 2006, p. 333-340.
  20. PEÑARRIETA, J. Mauricio, et al. Compuestos fenólicos y su presencia en alimentos. *Revista Boliviana de Química*, 2014, vol. 31, no 2, p. 68-81.
  21. VERONA, A., Sánchez, F., & Morales, R. Stability of betalains in pitahaya nectar under thermal processing. *Journal of Food Processing and Preservation*. (2020).

22. ZULUETA, Ana; ESTEVE, Maria J.; FRÍGOLA, Ana. ORAC and TEAC assays comparison to measure the antioxidant capacity of food products. *Food chemistry*, 2009, vol. 114, no 1, p. 310-316.
23. ZUTA RUBIO, J. Evaluación tecnológica de maquinaria y equipos de las plantas de congelado de pescado. *Universidad Nacional del Callao. Facultad de Ingeniería Pesquera y alimentos, Callao-Perú*, 2011.
24. ZAVALA, Á. G., RIVERO, L. L., GARCÍA2, I. G., & GRAJALES, O. (2007). Capacidad antioxidante total en alimentos convencionales y regionales de Chiapas, México. In *Rev. Cubana Salud Pública* (Vol. 33, Issue 1).
25. BIESALSKI, H. K., DRAGSTED, L. O., ELMADFA, I., GROSSKLAUS, R., MÜLLER, M., SCHRENK, D., WALTER, P., & WEBER, P. (2009). Bioactive compounds: Definition and assessment of activity. *Nutrition*, 25(11–12), 1202–1205. <https://doi.org/10.1016/j.nut.2009.04.023>
26. AL-SHAMSI, K. A; MUDGIL, P. MOHAMED-HASSAN, H. y MAQSOOD, S. 2018. Camel milk protein hydrolysates with improved technofunctional properties and enhanced antioxidant potential in in vitro and in food model systems. *Journal of Dairy Science*, 101(1): 47-60. Recuperado de <https://doi.org/10.3168/jds.2017-13194>
27. VIOQUE, J. y MILLÁN, F. 2005. Los péptidos bioactivos en alimentación: nuevos agentes promotores de salud. *JOUR.* 26. En línea [https://www.researchgate.net/publication/39389861\\_Los\\_peptidos\\_bioactivos\\_en\\_alimentacion\\_nuevos\\_agentes\\_promotores\\_de\\_salud](https://www.researchgate.net/publication/39389861_Los_peptidos_bioactivos_en_alimentacion_nuevos_agentes_promotores_de_salud)
28. AVALOS, A., & PÉREZ, E. (2009). Metabolismo secundario de plantas. *REDUCA (Biología)*, 2(3).
29. GÁMEZ, M. DEL C. L. (2017). Aprovechamiento de derivados de tomate, como fuente de licopeno, en productos cárnicos tradicionales y tratados con radiaciones ionizantes, 240. Retrieved from <http://eprints.ucm.es/45731/1/T39449.pdf>
30. Urrialde, Rafael, Gómez-Cifuentes, Ana, Pintos, Beatriz, Gómez-Garay, María Aránzazu, & Cifuentes, Blanca. (2022). Compuestos bioactivos de origen vegetal: desarrollo de nuevos alimentos. *Nutrición*

*Hospitalaria*, 39(spe3), 8-11. Epub 21 de noviembre de 2022. <https://dx.doi.org/10.20960/nh.04302>

## X. ANEXOS:

### anexo 1. matriz de consistencia

“Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de néctar de pitahaya (*American beauty*)”

PROBLEMA GENERAL	OBJETIVO GENERAL	HIPÓTESIS GENERAL	VARIABLE DEPENDIENTE	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODOS
¿Cómo varía la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de Néctar de Pitahaya?	Determinar la variación de la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos en el proceso de elaboración de Néctar de Pitahaya	Durante el proceso de elaboración del Néctar de Pitahaya la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos se ven afectadas y tienden a disminuir.	Y <sub>1</sub> =Capacidad antioxidante y compuestos bioactivos del Néctar de Pitahaya	Capacidad antioxidante	μmol TROLOX eq./g de muestra.	Arnao (2000).
				Fenoles totales	mg de ácido gálico/100 g de muestra.	Según Swain y Hillis (1959). Método de Folin-Ciocalteu
				Carotenos	mg.eq/100g muestra	Según Murillo S. (2018). Ley de Lambert - Be
PROBLEMA ESPECÍFICO	OBJETIVO ESPECÍFICO	HIPÓTESIS ESPECÍFICA	VARIABLES INDEPENDIENTES	DIMENSIONES	INDICADORES	MÉTODOS
¿Cómo afecta el tiempo de escaldado en la capacidad antioxidante y en los compuestos bioactivos del Néctar de Pitahaya?	Evaluar cómo afecta el tiempo de escaldado en la capacidad antioxidante y en los compuestos bioactivos en el Néctar de Pitahaya	Con una temperatura de 90°C y un tiempo de escaldado de 6 minutos se obtendrá una mayor capacidad antioxidante y compuestos bioactivos del Néctar de Pitahaya.	X <sub>1</sub> = Tiempo de escaldado de la Pitahaya	Tiempo de blanqueado	- Minutos (min.).	Lectura directa
¿Cómo afecta la combinación de tiempo y temperatura de pasteurización en la capacidad antioxidante y en los compuestos bioactivos del Néctar de Pitahaya?	Evaluar cómo afecta la combinación de tiempo y temperatura de pasteurización en la capacidad antioxidante y en los compuestos bioactivos en el Néctar de Pitahaya	Con una combinación de altas temperaturas y tiempos cortos de pasteurización se obtendrá una menor disminución de la capacidad antioxidante y los compuestos bioactivos en el Néctar de Pitahaya	X <sub>2</sub> = Tiempo y temperatura de pasteurización	Tiempo en minutos (min.) y temperatura en grados celcius	Grados Centígrados (°C).	Lectura directa

## anexo 2. Resultados de laboratorio

Lima, 09 de julio del 2021

### INFORME DE ENSAYO N° 210709.01

Solicitud de Servicio de Ensayo	: 20210625.01
Nombre de contacto del cliente	: GERALDIN STEPHANIE SANCHEZ DAZA / NAVARRETE ORMEÑO, MAYRA ELIZABETH UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE INGENIERIA PESQUERA Y DE ALIMENTOS - UNAC
Información de contacto del cliente	: AV. JUAN PABLO II S/N BELLAVISTA - CALLAO
Procedencia de la Muestra	: Muestra proporcionada por el cliente
Identificación de la muestra	: M01 – PINTAHAYA FRESCA
	: M02 – PITAHAYA ESCALDADA x 2 MIN
	: M03 – PITAHAYA ESCALDADA x 4 MIN
	: M04 – PITAHAYA ESCALDADA x 6 MIN
Cantidad y descripción de la muestra	: M01 (LQ01): 01 vía de 300 g. (01 unidad por 300 g.)
	: M02 (LQ01): 01 vía de 300 g. (01 unidad por 300 g.)
	: M03 (LQ01): 01 vía de 300 g. (01 unidad por 300 g.)
	: M04 (LQ01): 01 vía de 300 g. (01 unidad por 300 g.)
	: Envase: Taper plástico
Fecha y hora de Recepción	: 2021-06-25 / 09:00
Condiciones a la recepción	: Refrigeración
Fechas de ejecución del análisis	: Fecha de inicio: 2021-06-25 Fecha de término: 2021-07-09

#### RESULTADOS DE ENSAYO

ÍTEM	PARÁMETROS	UNIDADES	RESULTADOS			
			M01	M02	M03	M04
			LQ01	LQ01	LQ01	LQ01
01	Capacidad Antioxidante	µmol TROLOX eq./g de muestra	2770.5	2762.1	2748.4	2726.3
02	Fenoles Totales	mg de ácido gálico/100 g de muestra seca	1390.3	1385.6	1376.3	1364.4
03	Vitamina C	mg de ácido ascórbico/100g de muestra	11.30	10.61	9.87	8.73
04	Betalainas totales	mg de betalainas totales/100 g de muestra seca	350.2	348.5	347.6	347.8

#### Métodos de Ensayo:

ÍTEM	ENSAYO	NORMA DE REFERENCIA
01	Capacidad Antioxidante	Método de cuantificación espectrofotométrica de la reducción del radical preformado con ABTS y persulfato de potasio, frente a los antioxidantes presentes en las muestras, descrito por Amao (2000).
02	Fenoles Totales	Método de cuantificación espectrofotométrica del compuesto coloreado formado por la reacción de los compuestos fenólicos con el reactivo Folin Ciocalteau, descrito por Swain y Hillis (1959).
03	Vitamina C	A.O.A.C 967.21 (2005)

Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) ensayada(s). Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción parcial o total del presente informe, sin la autorización escrita por Certificaciones Alimentarias, Higiéno-biológicas y Medio Ambientales S.A.C., la adulteración o uso indebido del presente informe constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.

Lima, 09 de julio del 2021

## INFORME DE ENSAYO N° 210709.01

04	Betalainas totales	Método espectrofotométrico por medición de la absorbancia de los extractos de betalainas a 538 y 483 nm, descrito por Castellanos-Santiago y Yahia (2008)
----	--------------------	---

**Observaciones:**

Los resultados aplican únicamente a la muestra tal cual se recibió en el laboratorio

*Fin del Documento*

Ing. Genaro Christian Pesantes Arriola  
Gerente Técnico de Laboratorio  
CIP. 97617

Los resultados de los ensayos corresponden solo a la(s) muestra(s) ensayada(s). Los resultados no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de producto o como certificado del sistema de calidad de la entidad que lo produce. Queda prohibida la reproducción parcial o total del presente informe, sin la autorización escrita por Certificaciones Alimentarias, Hidrobiológicas y Medio Ambientales S.A.C., la adulteración o uso indebido del presente informe constituye un delito contra la fe pública y se regula por las disposiciones penales y civiles en la materia.

