

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE



FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES

CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENLATADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES Y FÍSICO QUÍMICAS DE LA PITAHAYA *Selenicereus megalanthus* EN ALMÍBAR

TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO
AGROINDUSTRIAL

AUTORA

Cinthya Carolina Aguilar Hernández

DIRECTOR

Ing. Nicolás Sebastián Pinto Mosquera

Ibarra-Ecuador

2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

En cumplimiento del Art. 144 de la Ley de Educación Superior, hago la entrega del presente trabajo a la Universidad Técnica del Norte para que sea publicado en el Repositorio Digital Institucional, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

DATOS DE CONTACTO			
CÉDULA DE IDENTIDAD:	1004003172		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Aguilar Hernández Cinthya Carolina		
DIRECCIÓN:	Barrio El Vergel- Ibarra		
EMAIL:	ccaguilarh@utn.edu.ec		
TELÉFONO FIJO:	2602518	TELÉFONO MÓVIL:	0989728028

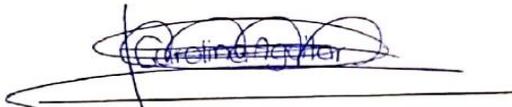
DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación del proceso de enlatado sobre las características funcionales y físico químicas de la pitahaya <i>Selenicereus megalanthus</i> en almíbar.
AUTORA:	Aguilar Hernández Cinthya Carolina
FECHA:	05/10/2022
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TITULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agroindustrial
ASESOR /DIRECTOR:	MSc. Nicolás Pinto

2. CONSTANCIAS

El autor manifiesta que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto, la obra es original y que es el titular de los derechos patrimoniales, por lo que asume la responsabilidad sobre el contenido de esta y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 05 días del mes de octubre del 2022

EL AUTOR:

A handwritten signature in blue ink, appearing to read "Carolina Aguilar", is written over a horizontal line. The signature is somewhat stylized and scribbled.

Nombre: Aguilar Hernández Cinthya Carolina
CI: 1004003172

CERTIFICACIÓN DE AUTORÍA

Certifico que el siguiente trabajo fue desarrollado por la Señorita Cinthya Carolina Aguilar Hernández, con cédula de ciudadanía 100400317-2, bajo mi supervisión.



Ing. Nicolás Pinto, MSc.
DIRECTOR DE TESIS

DEDICATORIA

Dedicado a mi madre Dorisa Hernández, por su amor, su apoyo, comprensión, trabajo y sacrificio a lo largo de estos años, gracias a usted he logrado culminar una de mis metas. Con sus ánimos, confianza y amor permitió que logre culminar mi carrera profesional. Es un orgullo y privilegio ser su hija, es la mejor madre.

Carolina A.

AGRADECIMIENTOS

Quiero expresar mi gratitud a Dios, quien con su bendición guía siempre mis pasos y mi vida, además de ser la fortaleza en aquellos momentos de debilidad y dificultad.

Gracias a mi madre, Dorisa, por ser la principal promotora de mis sueños, por guiar, confiar y creer en mis sueños y metas, por los consejos, los valores y principios enseñados.

De igual manera agradecer a mi hermano, a mi pareja que han estado brindándome palabras de aliento para culminar con mis estudios y han sido un apoyo incondicional a lo largo de estos años.

Agradezco a cada uno de los docentes de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, por haber compartido sus conocimientos a lo largo de la preparación de mi carrera, de manera muy especial, a mi tutor en mi trabajo de investigación Ing. Nicolas Pinto y a mis asesores Ing. Juan Carlos de la Vega e Ing. Jimmy Núñez, quienes me han guiado con su paciencia, y su rectitud como docentes.

Finalmente, y no menos importante, quiero agradecer a mis compañeros de investigación y de carrera, quienes me ayudaron de forma desinteresada, me apoyaron y alentaron en momentos difíciles, gracias infinita por su buena voluntad y amistad.

Carolina A.

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	IX
ABSTRACT.....	X
CAPITULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
1.1.PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.2.JUSTIFICACIÓN	2
1.3.OBJETIVOS...	3
1.3.1.Objetivo General.....	3
1.3.2.Objetivos Específicos.....	3
1.4.HIPÓTESIS.....	3
1.4.1.Hipótesis Alternativa	3
1.4.2.Hipótesis Nula.....	3
CAPÍTULO II.....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
2.1.Pitahaya amarilla (<i>Selenicereus megalanthus</i>)	4
2.1.1.Generalidades.....	4
2.1.2.Origen.....	5
2.1.3.Descripción Botánica.....	5
2.1.4.Taxonomía.....	5

2.1.5.Composición física y química de la pitahaya	6
2.2.Situación de la pitahaya en el Ecuador	7
2.2.1.Productos elaborados con pitahaya.....	7
2.3.Compuestos bioactivos y propiedades funcionales.....	8
2.3.1.Polifenoles totales	8
2.3.2.Capacidad Antioxidante.....	9
2.3.3.Factores fisiológicos que influyen en el deterioro	10
2.3.4.Factores ambientales que influyen en el deterioro de la fruta	13
2.4.Enlatado.....	15
2.4.1.Operaciones realizadas en el proceso de enlatado	15
2.4.2.Control de pH en conservas vegetales	16
2.4.3.Líquido de cobertura	17
2.4.4.Presentación de frutas enlatadas	18
2.4.5.Conservantes.....	19
2.4.6.Escaldado.....	20
2.4.7.Estudio realizado con un tipo de escaldado	21
2.4.8.Microorganismos que alteran el proceso de enlatado	22
2.5.Costos de Producción.....	23
CAPÍTULO III.....	25
MATERIALES Y MÉTODOS	25

3.1.Caracterización del Área de estudio	25
3.2.Materiales, equipos y reactivos.....	26
3.3.Metodología.....	27
3.3.1.Estandarizar las características funcionales (capacidad antioxidante y polifenoles) y fisicoquímicas (pH, sólidos solubles, acidez titulable, índice de madurez) de la pitahaya.....	27
3.3.2. Analizar las propiedades funcionales y características fisicoquímicas del producto enlatado.....	29
3.4.Desarrollo del experimento.....	29
3.4.1.Factores en estudio.....	29
3.4.2.Tratamientos.....	30
3.4.3.Diseño experimental	30
3.4.4.Determinar costos de elaboración de pitahaya en almíbar enlatada	32
3.4.5.Análisis microbiológico del enlatado.....	32
3.5.Caracterización específica del experimento.....	33
3.5.2. Diagrama de flujo	33
3.5.2. Descripción del proceso.....	34
3.6. Métodos analíticos	41
3.6.1. Principio del método- determinación del contenido de polifenoles.....	41
3.6.2. Principio del método-determinación de capacidad antioxidante	43

3.6.3. Determinación de pH	45
3.6.4. Determinación de Solidos Solubles	45
3.6.5. Determinación de la Acidez Titulable	46
CAPÍTULO IV.....	47
RESULTADO Y DISCUSIÓN.....	47
4.1. Estandarización fisicoquímica de la pitahaya previo al proceso de enlatado	47
4.1.1. Análisis fisicoquímicos	47
4.1.2. Análisis funcionales	48
4.2. Evaluación de las características funcionales y fisicoquímicas del producto enlatado	49
4.2.1. Características fisicoquímicas.....	50
4.2.2. Características funcionales.....	55
4.3. Determinar costos de elaboración de pitahaya en almíbar enlatada	61
CAPITULO V.....	66
CONCLUSIONES Y RESULTADOS	66
5.1. Conclusiones.....	66
5.2. Recomendaciones	67
CAPITULO VI.....	68
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	68
ANEXOS	78

CONTENIDO DE TABLAS

Tabla 1 Taxonomía de la Pitahaya Amarilla.....	5
Tabla 2 Composición de la Pitahaya Amarilla.....	6
Tabla 3 Clasificación de los Polifenoles y Ejemplos.....	9
Tabla 4 Requisitos de la Pitahaya Según el Estado de Madurez	13
Tabla 5 Tipos de Almíbares Según la Concentración	18
Tabla 6 Peso Mínimo Ecurrido en Conservas	18
Tabla 7 Productos y Tiempos de Escaldado a 100°C	20
Tabla 8 Localización de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP)	25
Tabla 9 Localización de Laboratorio de Unidades Edu-Productivas de la UTN.....	25
Tabla 10 Instrumentos, Equipos y Reactivos.....	26
Tabla 11 Especificaciones de Toma de Muestra	28
Tabla 12 Vriables y Métodos de Evaluación	28
Tabla 13 Factores en Estudio.....	29
Tabla 14 Descripción de Tratamientos en Estudio	30
Tabla 15 Características del Experimento	30
Tabla 16 ANOVA Para el Diseño Completamente al Azar.....	31
Tabla 17 Variables para el ANOVA	32
Tabla 18 Preparación de Soluciones Patrón Trolox.....	44
Tabla 19 Curva de Calibración	45
Tabla 20 Análisis Físicoquímicos Para la Materia Prima	47
Tabla 21 Comparación de Resultados con Distintos Autores	48
Tabla 22 Análisis de Polifenoles y Capacidad Antioxidante	49

Tabla 23 Análisis de Kruskal Wallis de Sólidos Solubles	50
Tabla 24 Análisis de Varianza para el pH de la Pitahaya Enlatada	52
Tabla 25 Análisis de Kruskal Wallis Para Acidez Titulable.....	53
Tabla 26 Prueba de DMS Para el Factor B	56
Tabla 27 Costos Variables de Elaboración de Pitahaya Enlatada em Almíbar	61
Tabla 28 Costos Fijos de Elaboración de Pitahaya Enlatada em Almíbar.....	61
Tabla 29 Límites Permitidos de Microorganismos en Productos Pasteurizados	65

CONTENIDO DE FIGURAS

Figura 1 Pitahaya Amarilla y sus Partes	4
Figura 2 Tabla de Color de la Pitahaya, de Izq a Der Color 0, Color 1 y Color 2.....	12
Figura 3 Curva de Enfriamiento de Productos Hortofrutícolas	14
Figura 4 Valores de pH de Algunos Productos.....	16
Figura 5 Microorganismos que Afectan los Productos Enlatados	22
Figura 6 Diagrama de Flujo	33
Figura 7 Selección, Clasificación y Análisis de la Pitahaya.....	35
Figura 8 Limpieza de la Pitahaya	35
Figura 9 Pesado de la Pitahaya	36
Figura 10 Escaldado por Inmersión y Vapor	37
Figura 11 Elaboración del Líquido de Cobertura	37
Figura 12 Envasado	38
Figura 13 Tratamiento Térmico.....	39
Figura 14 Cierre de Latas.....	40
Figura 15 Almacenamiento.....	40
Figura 16 Sólidos Solubles de la Pitahaya Enlatada	50
Figura 17 pH de la Pitahaya Enlatada en Almíbar.....	52
Figura 18 % de Acidez Titulable en Pitahaya Enlatada en Almíbar	54
Figura 19 Tratamientos y su Respectivo Contenido de Polifenoles	56
Figura 20 Tratamientos y su Respectivo Contenido de Capacidad Antioxidante	58
Figura 21 Prueba de DMS Para Capacidad Antioxidante de los Factores A y B	59
Figura 22 Diluciones Para Cada Tratamiento	63

Figura 23 Placas Microbiológicas Para Cada Tratamiento	64
---	----

CONTENIDO DE ANEXOS

Anexo 1 Estandarización de la Materia Prima	78
Anexo 2 Prueba de Ranking de Sólidos Solubles de Pitahaya Enlatada	78
Anexo 3 Análisis de Tukey para los Tratamientos en pH de Pitahaya Enlatada.....	78
Anexo 4 Análisis de Tukey Para los Factores A y B en Análisis de pH	79
Anexo 5 Prueba de Ranking para Acidez Titulable.....	79
Anexo 6 ADEVA del Contenido de Polifenoles	79
Anexo 7 Prueba de Tukey Para Contenido de Polifenoles	80
Anexo 8 Prueba de DMS Para el Factor A (Polifenoles)	80
Anexo 9 Prueba de DMS para el factor B (polifenoles).....	80
Anexo 10 ADEVA de capacidad antioxidante	81
Anexo 11 Prueba de Tukey para los tratamientos (capacidad antioxidante).....	81
Anexo 12 Prueba de DMS para el factor A	81
Anexo 13 Prueba de DMS para el factor B	81
Anexo 14 Curva de calibración para determinar polifenoles totales	82
Anexo 15 Curva de calibración para determinar capacidad antioxidante	82
Anexo 16 Placas microbiológicas 3M Petrifilm.....	82

RESUMEN

La pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* es una fruta exótica y no tradicional, debido a que su producción se da en ciertas épocas del año, por lo que, se desconocen los beneficios de su consumo, así como del impacto de factores biológicos y ambientales, incrementando pérdidas postcosecha hasta un 30 % en países en vías de desarrollo. Además, por su composición, la pitahaya es una fruta considerada antioxidante porque contiene compuestos funcionales como polifenoles, vitamina C y altos niveles de poder antioxidante. El objetivo principal de esta investigación es evaluar el comportamiento de la fruta en estado fresco y enlatada, ya que se determinaron las características fisicoquímicas (pH, sólidos solubles y acidez titulable) y funcionales (capacidad antioxidante y polifenoles), con el fin de proponer una alternativa de conservación, producción e innovación. Se estandarizó la materia prima y se obtuvo un pH de 4,32, sólidos solubles de 18,98, acidez titulable de 0,56 % de ácido cítrico, capacidad antioxidante de 126,14 $\mu\text{mol Trolox/g}$ y polifenoles totales de 307,71 mg AGE/100 g en estado de madurez “pintón”. Para determinar las características fisicoquímicas y funcionales del producto enlatado se estableció un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial AxB, donde el factor A representa a la concentración del líquido de cobertura (14, 20 y 30 °Brix) y el factor B el tipo de escaldado (inmersión y vapor). Los resultados obtenidos del producto final fueron que, el escaldado por vapor y la concentración de 30 °Brix se considera el mejor tratamiento (T6) y cuida las características funcionales del fruto, con valores de 264,31 mg AGE/100 g y 111,82 $\mu\text{mol Trolox/g}$ respectivamente. Se realizó un análisis de costos a una lata con un contenido neto de 771,3 g con base en los costos variables y fijos, dando como resultado un valor de \$3,27. Finalmente se concluye que el proceso de enlatado afecta las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la pitahaya.

Palabras clave: enlatado, pitahaya, fisicoquímicas, propiedades funcionales, almíbar, escaldado.

ABSTRACT

The yellow pitahaya or dragon fruit *Selenicereus megalanthus* is an exotic and non-traditional fruit, since its production takes place at certain times of the year, therefore, the benefits of its consumption are unknown, as well as the impact of biological and environmental factors, increasing post-harvest losses by up to 30% in developing countries. In addition, the pitahaya composition is considered an antioxidant fruit because it contains functional compounds such as polyphenols, vitamin C and high levels of antioxidant power. The main objective of this research is to evaluate the behavior of the fruit in the fresh state and in conservation, the physicochemical characteristics (pH, soluble solids and titratable acidity) and functional characteristics (antioxidant capacity and polyphenols) will be limited, in order to propose an alternative conservation, production and innovation. The raw material was standardized and a pH of 4.32, soluble solids of 18.98, titratable acidity of 0.56% citric acid, antioxidant capacity of 126.14 $\mu\text{mol Trolox/g}$ and total polyphenols of 307.71 mg AGE/100g were obtained. in a state of maturity "physiological". To determine the physicochemical and functional characteristics of the canned product, a Completely Random Design (DCA) with AxB factorial arrangement is established, where factor A represents the concentration of the covering liquid (14, 20 and 30 °Brix) and factor B the type of blanching (immersion and steam). The results obtained from the final product were that steam blanching and a concentration of 30 °Brix is considered the best treatment (T6) and takes care of the functional characteristics of the fruit, with values of 264.31 mg AGE/100 g and 111.82 $\mu\text{mol Trolox/g}$ respectively. A cost analysis was performed on a can with a net content of 771.3 g based on variable and fixed costs, resulting in a value of \$3.27. Finally, it is concluded that the conservation process affects the physicochemical and functional properties of the pitahaya.

Keywords: canned, dragon fruit, physicochemical, functional properties, syrup, blanched.

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los factores biológicos son aquellos que afectan de forma directa la calidad de los productos hortofrutícolas luego de ser cosechados hasta el instante de llegar al consumidor, debido a que se produce una serie de cambios tanto en las características físicas y químicas acortando la vida útil de frutas y hortalizas(Paredes Bautista, 2014). Además, en la actualidad se han reportado pérdidas postcosecha en frutas y principalmente exóticas que van desde el 20% en países desarrollados y posteriores al 30% en países en desarrollo(Ali et al., 2014; Vásquez-Castillo et al., 2016).

Hoy en día se buscan nuevas alternativas tecnológicas las cuales permitan alargar la vida de anaquel, almacenamiento y comercialización de frutas y hortalizas(Pinto et al., 2016). En esta investigación se plantea utilizar el método de conservación mediante el proceso de enlatado, siendo una alternativa antigua y conocida, existe escasa información de este y de la factibilidad de implementar el uso de pitahaya en este proceso. Apoyado a esto, el desinterés instituciones privadas como de educación superior en la investigación de implementar frutas exóticas a procesos de conservación hace que se desconozca su potencial y competitividad en el mercado(Andrade-Chávez, 2015). En la Universidad técnica del Norte, no se ha realizado estudios utilizando el proceso de enlatado con pitahaya amarilla, donde se dé a conocer los cambios que tiene esta al ser sometida a procesos especialmente térmicos.

La pitahaya es un fruto de temporada y climatérico ya que continua con su maduración y a la vez sufriendo cambios tanto físicos como químicos, como en la investigación (Centurión Yah et al., 2008; Sotomayor Correa et al., 2019) que encontraron que, al analizar la pitahaya amarilla desde el estado verde hasta llegar a su maduración obtuvieron cambios físicos y químicos importantes, empezando por la firmeza, acidez titulable disminuyen con el tiempo, además que el pH, contenido de pulpa y sólidos solubles aumentan, sin embargo, no se tienen investigaciones donde se conozca el comportamiento de la pitahaya amarilla antes y después de ser enlatada. Por lo que esta investigación busca evaluar la influencia que se genera en el fruto al aplicar el proceso de conservación antes mencionado.

1.2.JUSTIFICACIÓN

Hoy en día existe un incremento en la demanda del consumo de frutas exóticas, en especial la pitahaya, la cual se ha visto favorecida tanto así que se exporta a distintos países, los cuales son: Estados Unidos, Canadá, Colombia, Emiratos Árabes Unidos, 28 países de la Comunidad Europea, Hong Kong, Hungría, Indonesia, Malasia, Rusia, entre otros (MAG, 2019), por lo que existe la necesidad de implementar nuevas alternativas tecnológicas de conservación, producción e innovación, siempre y cuando sean de bajo costo y mantengan las propiedades funcionales propias de la fruta.

Se pretende utilizar el método de enlatado, el cual consiste en colocar la fruta en una solución azucarada para este caso, de esta forma el producto no tiene contacto directo con el oxígeno ya que el envase que lo contiene se encuentra herméticamente cerrado. Con este proceso se consigue alargar la vida útil del producto ya que al aplicar procesos térmicos se inhibe la acción enzimática y microbiológica que afecta al enlatado(Prodar, IICA, 2003).

La evaluación de las características fisicoquímicas como funcionales antes y después del proceso de enlatado van a permitir conocer el comportamiento de la fruta al someterse a este proceso y determinar si procura cuidar las propiedades antes mencionadas, como también se busca ofrecer una alternativa de producción, conservación e innovación al productor y evitar pérdidas postcosecha.

1.3.OBJETIVOS

1.3.1. *Objetivo General*

- Evaluar el proceso de enlatado sobre las características funcionales y físico químicas de la pitahaya *Selenicereus megalanthus* en almíbar.

1.3.2. *Objetivos Específicos*

- Estandarizar las características funcionales (capacidad antioxidante y polifenoles) y físico químicas (pH, sólidos solubles, acidez titulable, índice de madurez) de la pitahaya.
- Analizar las características funcionales y físico químicas del producto enlatado.
- Determinar costos de elaboración de pitahaya en almíbar enlatada.

1.4.HIPÓTESIS

1.4.1. *Hipótesis Alternativa*

- **Ha:** El proceso de enlatado influye significativamente sobre las características funcionales, físico químicas de la pitahaya en almíbar.

1.4.2. *Hipótesis Nula*

- **Ho:** El proceso de enlatado de pitahaya no influye significativamente sobre las características funcionales, físico químicas de la pitahaya en almíbar.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*)

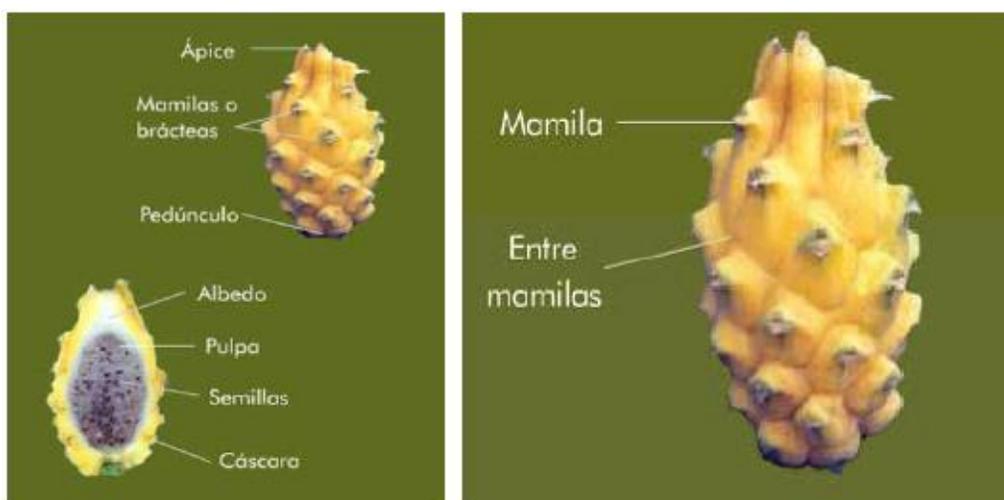
La pitahaya es una fruta exótica, con un gran contenido de antioxidantes, de sabor dulce y aroma agradable la cual es desconocida para algunos consumidores, ya que su producción se da en ciertas épocas del año y esto hace que se reduzca su consumo diario.

2.1.1. Generalidades

La pitahaya es una fruta tropical, tiene aspecto llamativo, sabor dulce, saludable y es resistente a la manipulación (Medina et al., 2013). Este fruto puede llegar a medir hasta 14cm de largo, tiene la forma de un ovoide, en la superficie presenta protuberancias conocidas como mamilas y estas presentan espinas en sus ápices, la pulpa tiene un color blanco translúcido con varias semillas pequeñas de color negro (Jami-Campues, 2020). Se puede observar el fruto en la figura 1.

Figura 1

Pitahaya Amarilla y sus Partes



Nota. Tomado de Medina et al. (2013)

2.1.2. Origen

La pitahaya amarilla es originaria de México, Norte de Sudamérica y América Central (Ricalde & Andrade, 2009). Fue llevada al resto del mundo por conquistadores españoles, quienes llamaron a la fruta como pitahaya, tiene como significado “fruta escamosa”. Se dice que antes de la llegada de conquistadores españoles, la fruta solo se encontraba en el continente Americano (Betancourt et al., 2010).

2.1.3. Descripción Botánica

Es una planta hemiepífitas, esta absorbe agua tanto del suelo como de las raíces que forman a lo largo del tallo o vainas y son propias de las cactáceas, presenta pencas con forma cóncavo y liso y esto forma un triángulo de corte transversal. La flor es de color blanco y puede llegar a medir hasta 25 cm de largo, es hermafrodita, completa y con muchos estambres, nace en cada arista, se abren al comienzo de la noche y se cierran al amanecer.

El fruto presenta un color amarillo intenso, tiene la forma alargada y ovalada y esta puede llegar a medir entre 6 a 12cm, pulpa de color blanco, sabor dulce, con semillas pequeñas de color negro o café oscuro, pueden llegar a pesar entre 50 a 400 gramos, esto también depende de la variedad. En el Ecuador se conocen dos ecotipos de pitahaya amarilla, uno llamado “Pichincha” y el otro conocido como “Palora”, el primero se cultiva en los sectores como: Mindo, Intag, Lita, Alluriquín, La Delicia, Santa Isabel, entre otros, mientras que el segundo ecotipo es cultivado en el cantón Palora de la provincia de Morona Santiago (Vargas et al., 2020).

2.1.4. Taxonomía

Según Delgado Jurado (2015); Suárez Román (2011) la clasificación taxonómica de la pitahaya amarilla, está representada en la tabla 1:

Tabla 1

Taxonomía de Pitahaya Amarilla

Reino:	Plantae
Súper división:	Spermatophyta
Clase:	Magnoliopsida
Orden:	Caryophyllales
Familia:	Cactaceae
Subfamilia:	Cactoideae
Tribu:	Hylocereae

Género:	Selenicereus
Especie:	Selenicereus megalantus (Haw)
Nombre común:	Pitahaya amarilla

Nota. Tomado de Delgado Jurado, 2015, p.33; Suárez Román, 2011, p.33

2.1.5. Composición física y química de la pitahaya

Para una correcta determinación de la composición de la fruta, se debe realizar una colecta homogenizada en un índice de madurez, se analiza el fruto completo y posteriormente se debe separar cuidadosamente la pulpa del endocarpio para proceder al análisis de su composición. En la tabla 2 se presenta la composición física y química de la pitahaya amarilla de la variedad *Selenicereus megalanthus*, la cual es utilizada en la presente investigación

Tabla 2

Composición de la Pitahaya Amarilla

Parámetros	Unidad	Resultado
Humedad	%	84,8
Carbohidratos	%	13,38
Fibra cruda	%	0,77
Proteína	%	0,67
Extracto etéreo	%	0,43
Cenizas	%	0,4
Peso de la fruta	g	394,66
Firmeza de la fruta (Newton)	N	6,20
Rendimiento de la pulpa	%	66,60
Rendimiento de la cáscara	%	33,40
Sólidos solubles	%	20,74
Acidez Titulable	% ácido cítrico	0,14
pH	adimensional	4,86
Azúcares totales	%	11,00
Azúcares reductores	%	9,75
Ácido ascórbico	mg/100g	4,00
Vitamina B1 (Tiamina)	mg/g	0,28 – 0,43

Vitamina B2 (Riboflavina)	mg/g	0,043 – 0,045
Vitamina B3 (Niacina)	mg/g	0,2
Fenoles totales (mg ácido gálico)	mg GAE/g	7,8
Calorías	cal/100g	38,76
Calcio	mg/100g	10
Fósforo	mg/g	16
Hierro	mg/g	0,3

Nota. Tomado de Vargas et al. (2020)

2.2.Situación de la pitahaya en el Ecuador

En el Ecuador, el 60% de la producción nacional se obtiene en los meses de Febrero y Marzo, el 5% en Junio, entre Septiembre y las primeras semanas de Octubre se cosecha el 15%, mientras que el 20% restante se lo realiza a mediados del mes de Noviembre y primera semana de Diciembre, tomando en cuenta que esto depende las condiciones ambientales y un buen manejo agronómico, por lo cual no se mantiene un patrón definido de producción. Hace 10 años aproximadamente en el noroccidente de la provincia de Pichincha, se inicia la producción de pitahaya, al pasar algunos años comienza en el cantón de Palora, en las riberas del río Pastaza. Debido a la demanda nacional e internacional, algunas asociaciones del cantón Palora dedicadas a la producción de pitahaya se han unido conformando alrededor de 138 socios, 672 productores con 1528 ha y de estas 664 ha están en producción (Vargas et al., 2020).

Según el censo realizado en el año 2000 por el Instituto Nacional de Estadística y Censos (INEC), el cultivo de esta fruta se encuentra en las siguientes provincias: Pichincha, Morona Santiago, Guayas y Bolívar (Aguilar, 2016).

2.2.1. *Productos elaborados con pitahaya*

De acuerdo con Jami-Campues (2020), en el Ecuador el consumidor opta por adquirir e ingerir la fruta en estado fresco, de esta manera se mantienen las características organolépticas y nutritivas de la misma, por ello la demanda se encuentra así:

- Pitahaya en cajas (exportación)
- Pitahaya a granel
- Pulpa de pitahaya

Otros de los usos que se le dan a la fruta son: yogurt, energizantes, mermeladas, jaleas, cocteles, gelatinas, etc (Vargas et al., 2020).

2.3. Compuestos bioactivos y propiedades funcionales

La pitahaya se destaca por ser una fruta que tiene compuestos bioactivos, que otorgan capacidad antioxidante presentes principalmente en las semillas las cuales son ricas en ácidos grasos como son: ácido linoleico con un 64,5%, ácido palmítico 14,4% y ácido oleico con el 13,9%, siendo el ácido linoleico el más importante ya que actúa en el organismo como buffer, lo que significa que atrapa el colesterol produciendo un efecto cardiotónico (Huachi et al., 2015). De otra forma se puede considerar que la pitahaya es una fruta con propiedades funcionales porque reducen los radicales libres en el organismo, de esta forma, protege al consumidor de enfermedades degenerativas (Bolaños Pabón & Calero Guerrero, 2015).

2.3.1. Polifenoles totales

Los polifenoles (PF) o compuestos fenólicos (CF) son moléculas que provienen del metabolismo secundario de vegetales. El contenido de PF en los vegetales frescos como frutas depende principalmente del genotipo, índice de madurez, condiciones de almacenamiento, del tipo de suelo en el cual fueron cultivadas, etc. Los PF son más reconocidos por su capacidad antioxidante (Valencia-Avilés et al., 2017).

En estudios realizados en pitahaya tanto roja como amarilla utilizando la pulpa y la cáscara, se obtuvo que la mayor concentración de polifenoles totales y flavonoides se encontraban en la piel de la fruta en comparación con la pulpa y que la piel inhiben el desarrollo de células del melanoma, como también, una correlación directa de la cantidad de polifenoles y flavonoides totales con la capacidad antioxidante (Bolaños Pabón & Calero Guerrero, 2015).

Algunas organizaciones internacionales de nutrición recomiendan el consumo diario de por lo menos cinco raciones de frutas y verduras, en la cual se garantiza la ingesta necesaria de antioxidantes, los cuales ayudan a prevenir enfermedades relacionadas con el estrés oxidativo (cáncer, enfermedad de Alzheimer, problemas cardiovasculares, entre otras.), ya que tienen la capacidad de quelar metales, atrapar radicales libres e inhibir la actividad de enzimas lipoxigenasa.

Se debe tomar en cuenta que la cantidad de compuestos polifenólicos van a variar según la especie vegetal, la parte del vegetal en estudio (semillas, fruto, hojas, etc.), el estado de madurez, horas de exposición al sol, condiciones de almacenamiento, entre otras.

Los polifenoles pueden estar constituidos por uno o más anillos de benceno, uno o más compuestos hidroxilados con algún elemento como: grupos funcionales de ésteres, ésteres de metilo, glucósidos, etc. Los polifenoles son moléculas muy reactivas que pueden combinarse con azúcares (galactosa, glucosa, xilosa, entre otras), como también con ácidos carboxílicos, aminoácidos, lípidos y ácidos orgánicos. Estos pueden agruparse en $C_6-C_6-C_n$, $C_6-C_n-C_6$, siendo $n \leq 3$ (García Martínez et al., 2015). En la tabla 3 se detalla la clasificación de los polifenoles.

Tabla 3

Clasificación de los Polifenoles y Ejemplos

Estructura química	Tipo	Ejemplo de polifenol
C_6	Fenol simple	Eugenol
C_6-C_1	Ácido fenólico	Ácido gálico
	Ácido benzoico	Ácido elágico
$(C_6-C_1)_n$	Taninos hidrolizables	
C_6-C_2	Ácido fenol acético	
C_6-C_3	Ácido hidroxicinámico	Ácido cafeico
	Cumarinas	Ácido ferúlico
$(C_6-C_3)_2$	Lignanos	
$C_6-C_1-C_6$	Benzofenonas	
	Xantonas	
$C_6-C_2-C_6$	Estíbenos	Resveratrol
$C_6-C_3-C_6$	Flavonoides	Antocianinas
		Flavonoles
		Flavonas
		Flavononas
		Isoflavonas
		Flavonoles
	Chalconas	
$(C_6-C_3-C_6)_n$	Pro-antocianinas	

Nota. Tomado de García Martínez et al. (2015)

2.3.2. Capacidad Antioxidante

Hoy en día se ha incrementado la investigación en frutas con gran contenido de capacidad antioxidante, estos son compuestos que retardan procesos oxidativos ocasionados por radicales libres. Estos se pueden obtener de forma natural como son los compuestos fenólicos (flavonoides, tocoferoles y ácidos fenólicos), compuestos carotenoides como el ácido ascórbico y compuestos nitrogenados (derivados de la clorofila, aminoácidos). Los flavonoides son de gran interés en la investigación porque estos compuestos tienen un amplio rango de efectos biológicos, estudios han

demostrado funcionales antibacteriales, antiinflamatorias, vasodilatadoras, entre otras.(Muñoz & Gutiérrez, 2004).

Además, distintos estudios en frutas han demostrado ser fuentes de compuestos bioactivos importantes y beneficiosos en la salud, ya que los compuestos pigmentados que estas poseen como son los fenólicos teniendo un mayor contenido de capacidad antioxidante(Repo de Carrasco & Encina Zelada, 2008).

El método para determinar la capacidad antioxidante en frutas y hortalizas es el de ABTS, se realiza en un espectrofotómetro y se cuantifica la decoloración del radical ABTS+. El radical catiónico ABTS+ es un cromóforo (verde azulado) y se lo cuantifica a una longitud de onda de 734nm por reacción de oxidación del ABTS con persulfato de potasio. Con esto se consigue la decoloración como porcentaje de inhibición del radical ABTS+ está determinado en función a la concentración(Rioja Antezana et al., 2018).

2.3.3. Factores fisiológicos que influyen en el deterioro

En la actualidad se reflejan pérdidas en cosecha como postcosecha de productos hortofrutícolas debido a un mal manejo, reflejando pérdidas en países desarrollados de 5 hasta 25 % mientras que en países en vías de desarrollo reflejan pérdidas de un 20 hasta un 50 %, afectando de forma directa la calidad de los productos, pérdidas monetarias y no tener oportunidades de mercado. La pitahaya es una fruta susceptible a daños mecánicos, fisiológicos y pudriciones ya que tiene una vida corta de postcosecha(Bolaños Pabón & Calero Guerrero, 2015).

Es fundamental tener presente los factores tanto ambientales como biológicos que hacen que se afecte la calidad y se acorte la vida útil, como investigar y aplicar nuevas tecnologías de manejo postcosecha que haga que se mantenga en excelentes condiciones hasta el momento que llegue al consumidor(Paredes Bautista, 2014).

2.3.3.1. Respiración

La respiración es uno de los procesos biológicos más importantes tanto en el desarrollo de frutas y hortalizas como también de su degradación oxidativa, donde los lípidos, carbohidratos y proteínas se transforman en moléculas simples (agua y dióxido de carbono). La tasa de respiración con el proceso de respiración tiene una relación inversamente proporcional, en el que mientras aumenta la tasa de respiración, la vida útil de los productos hortofrutícolas se acorta y viceversa(Guerrero Paredes, 2014; Paredes Bautista, 2014). La velocidad en la que se produce la

degradación de los tejidos de los frutos después de la cosecha hace que se clasifiquen en frutos climatéricos y no climatéricos.

Los frutos climatéricos son aquellos que tienen vida útil corta en comparación con los no climatéricos porque estos continúan su proceso de maduración y senescencia después de ser cosechados una vez alcanzado su madurez fisiológica. Este tipo de frutos incrementan su tasa de respiración y producción de etileno mientras maduran hasta un punto máximo que después decae y comienza su descomposición. Los cambios que se asocian a la maduración son los cambios de color, textura, aroma y sabor que son intensos y rápidos. La ventaja de este tipo de frutos es que se los puede cosechar en estado verde-maduro antes de su producción de etileno y pueden continuar su proceso de maduración permitiendo su almacenamiento a corto plazo(Intagri, 2015).

En cambio, los frutos no climatéricos tienen una vida útil más larga en comparación con los frutos climatéricos. Estos, después de ser cosechados no sufren cambios que contribuyan a su senescencia o a la madurez. Mantienen niveles bajos de tasa de respiración y producción de etileno. En el caso de la sandía se desarrolla el dulzor una semana antes de su maduración total, por lo que su cosecha temprana hace que la fruta sea indeseable(Intagri, 2015).

La tasa de respiración de las frutas va a depender de las condiciones del medio ambiente (temperatura, composición de gases del ambiente) en donde se encuentre, estas pueden afectar e incrementar el deterioro como también puede influenciar en su desarrollo y duración, además que es importante saber el comportamiento de la fruta, la especie y el grado de madurez de la misma(Jami-Campues, 2020).

2.3.3.2. Transpiración

Proceso biológico por el cual tiende a perder agua a través de la cáscara, esta pérdida se la hace en estado de vapor por lo que causa principalmente que la fruta pierda peso y se afecte la textura de esta, afectando la calidad de la fruta, valor comercial y aumentando el riesgo de desarrollo microbiológico, acortando aún más la vida útil del producto.

La fruta que se encuentre en un ambiente donde el aire que la rodea tenga una humedad relativa baja provocará el incremento del flujo de vapor de agua de la fruta hacia el medio y provocará la pérdida considerable de peso. En el caso contrario, provocaría que la fruta emita vapor de agua a la superficie de esta, promoviendo el desarrollo de microorganismos, contribuyendo al deterioro(M. C. García, 2017).

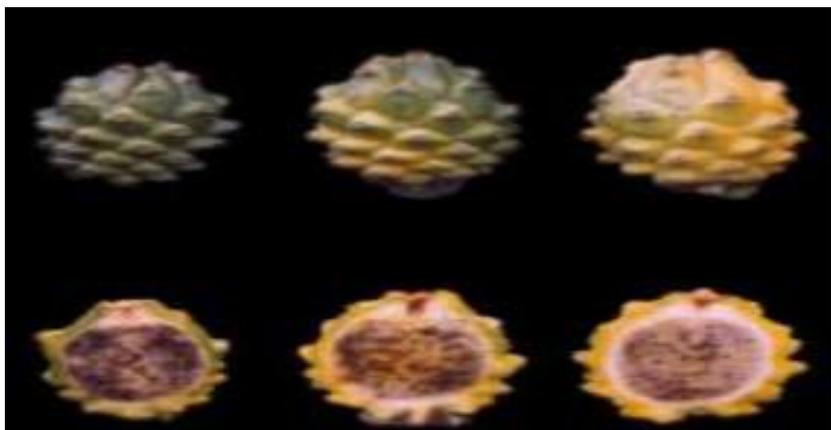
2.3.3.3. Maduración

Según Jami-Campues, (2020) explica que, el proceso de maduración es un conjunto de reacciones ocasionados en la fruta, donde las características fisicoquímicas (pH, sólidos solubles, acidez titulable) ayudan a identificar el estado de madurez por los que atraviesa el producto y conocer la fecha o tiempo de cosecha oportuna. En el proceso de maduración la fruta desarrolla cambios internos en sus componentes y son más evidentes cuando alcanzan la madurez de consumo que se relacionan a la calidad del producto. Estos son los cambios que se producen en el fruto:

Cambio de color. - la madurez del fruto puede apreciarse por su color externo y este puede determinarse realizando análisis de sólidos solubles y de acidez titulable. En la figura 2 y tabla 4 se puede observar el cambio de color según el estado de madurez y los requisitos fisicoquímicos de cada uno.

Figura 2

Tabla de Color de la Pitahaya, de Izq a De Color 0, Color 1 y Color 2



Nota. Tomado de INEN (2003)

- Color 0 (verde): fruto color verde, presenta visos de color amarillo que van del 5% al 20% de toda la superficie.
- Color 1 (pintón): el fruto presenta un color verde-amarillo, que va desde un 21% al 40%. Inicia el proceso de llenado de mamilas y separación entre ellas.
- Color 2 (maduro): fruto amarillo, que va de 41% al 80%, con una tonalidad verde en las puntas de las mamilas y aumenta la separación entre ellas (INEN, 2003).

Tabla 4*Requisitos de la Pitahaya Según el Estado de Madurez*

	Unidad	0 (verde)	1 (pintón)	2 (maduro)
Sólidos solubles (S)				
Jugo y pulpa	% (fracción másica)	$16 < S < 18$	$18 \leq S \leq 21$	$S > 21$
Acidez titulable expresada como ácido cítrico (A)				
Jugo y pulpa	% (fracción másica)	$A > 6$	$6 \leq A \leq 5$	$A < 5$
Porcentaje del contenido de pulpa (CP)	% (fracción másica)	$CP < 30$	$30 \leq CP \leq 50$	$CP > 50$
Relación masa (m) pulpa (P)	Masa en kg y pulpa en % (fracción másica)	$m < 0,15$ $P < 30$	$0,15 \leq m \leq 0,20$ $30 \leq P \leq 50$	$m > 0,20$ $P > 50$
Materia seca (MS)	% (fracción másica)	$MS > 20$	$20 \leq MS \leq 18$	$MS < 18$

Nota. Tomado de INEN (2003)

Cabe recalcar que según dice Villalobos Acuña, (2009) conforme la fruta va madurando, el contenido de ácidos orgánicos disminuye debido a la actividad respiratoria que tiene la fruta, los ácidos cítrico, málicos y tartico son utilizados como sustratos de la respiración en la glucólisis y ciclo de Calvin.

2.3.4. Factores ambientales que influyen en el deterioro de la fruta

Los factores ambientales de un fruto están estrechamente relacionados con el desarrollo de éste; estos pueden determinar la calidad y principalmente la vida útil del producto afectando de forma directa al agricultor.

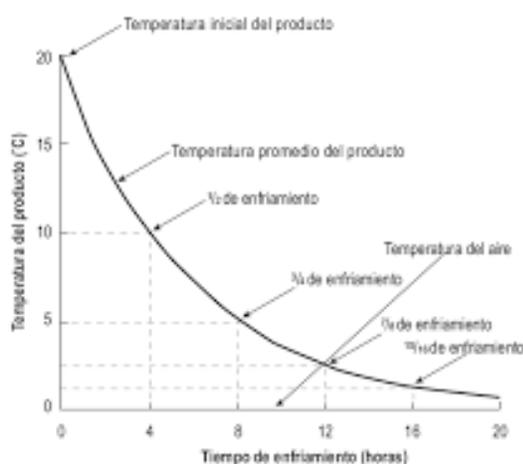
2.3.4.1. Temperatura

Este factor se relaciona directamente con la velocidad de respiración del fruto. En el caso que la temperatura sea alta, la tasa de respiración incrementa, induciendo a un deterioro acelerado

de la fruta, pero si la temperatura es baja, ocasiona que existan daños por frío en el producto, es por estas razones que se debe tomar en cuenta la temperatura a la cual se expone la fruta. La pitahaya es una fruta que tiene una tasa de respiración relativamente baja, pero aun siendo así es recomendable que la fruta este expuesta a temperaturas de 10°C como mínimo y como máximo de 15°C, ya que, a temperatura por debajo de 7°C o a temperatura ambiente, tiende a deteriorarse de una forma apresurada (M. C. García, 2017). En la figura 3 se puede observar la variación de temperaturas en productos hortofrutícolas.

Figura 3

Curva de Enfriamiento de Productos Hortofrutícola



Nota. Tomado de Jami-Campues (2020)

2.3.4.2. Humedad relativa (HR)

La humedad relativa es el porcentaje de saturación de vapor de agua que emite la fruta y que satura el aire a una cierta presión y temperatura. Se produce la pérdida de agua en productos frescos debido al diferencial que existe entre la presión de vapor del producto y el medio ambiente que lo rodea. A una determinada HR la pérdida de agua en el producto incrementa conforme aumenta la temperatura (Paredes Bautista, 2014).

2.3.4.3. Composición de la atmósfera

Como la temperatura, la composición de la atmósfera es un factor que interviene en el tiempo de conservación de la fruta. Donde la reducción del porcentaje de O₂ o el incremento de

CO₂ incrementa el tiempo de vida útil de la fruta, mientras que, concentraciones muy bajas de O₂ y porcentajes muy altos de CO₂, pueden desencadenar daños en el desarrollo de la fruta como son olores y sabores desagradables. Estos parámetros generalmente se aplican en métodos de conservación y se implementan atmósferas controladas (M. C. García, 2017).

2.4. Enlatado

El enlatado es uno de métodos de conservación más antiguos, en 1970 el francés Nicolás Appert descubrió este proceso mediante la aplicación de calor en alimentos puestos en botellas de vidrio selladas obteniendo un mayor tiempo de conservación. En 1810, el inglés Peter Durand patentó por primera vez el mismo proceso con la diferencia que implementó latas de hierro estañado cerradas herméticamente (*Introducción a La Elaboración de Conservas*, 2020).

Es una de las operaciones más utilizadas en la actualidad. Se conservan frutas, hortalizas, leguminosas, entre otras. Es necesario que se realice un proceso de esterilización a temperaturas de 100°C hasta 150°C, esto para inactivar enzimas y evitar microorganismos causantes de deterioros del producto final (Galiela, 2010).

2.4.1. Operaciones realizadas en el proceso de enlatado

Según Galiela, (2010) detalla que, el proceso para elaborar frutas en almíbar estándar:

Selección: La materia prima pasa por un proceso de selección para saber si esta es o no apta para el procesamiento, esta debe de ser sana, madura, sin heridas y enfermedades.

Recepción: Se procede a realizar el pesaje de la materia prima, planteándose si esta requiere almacenamiento.

Pelado: El pelado de frutas usualmente se realiza de diversos métodos, los cuales pueden ser manuales, mecánicos o químicos, desde sumergir la fruta en una solución alcalina de sosa caustica caliente, hasta la utilización de agua caliente o vapor.

Escaldado: Se procede a someter la fruta a una inmersión a una temperatura de alrededor de 95°C por tiempos variables, esto dependerá del tipo de fruto a utilizar, tomando en cuenta aspectos como tamaño y estado de madurez.

Llenado: Se vierte la fruta de manera uniforme en cantidades específicas, realizándolo de manera manual o mecánica acatando la norma NTE INEN de llenado de frutas y hortalizas en conservas.

Almíbar: Líquido de cobertura que ayuda en la preservación de la fruta inmersa dentro de ella, la cual está compuesta por una solución de azúcar y agua, esta concentración se expresa en °Brix.

Evacuación: Procedimiento que mantiene como finalidad la evacuación de aire y gases que se puedan encontrar dentro del envase, esto se logra envasando el producto cuando aún se encuentra caliente, envasando en frío y calentando consecutivamente el contenido a un rango de 80-90°C o eliminando de manera mecánica el aire.

Pasteurización: Es un tratamiento térmico utilizado a temperaturas inferiores de 100°C la cual tiene como fin aumentar la vida útil de los alimentos, por medio de la inactivación de enzimas y destrucción de microorganismos que sean termosensibles.

2.4.2. Control de pH en conservas vegetales

La acidez se puede dar de forma natural como en la mayoría de las frutas o puede ser controlada con la adición de sustancias ácidas. El grado de acidez del alimento es realmente importante, ya que este define el tipo de método de esterilización. Las sustancias más comunes para incrementar la acidez en una conserva son: jugo de limón, ácido cítrico y vinagre y estos deben ser aplicados en cantidades racionales. Los alimentos de baja acidez por lo general están en rangos superiores a 4,5 como son las carnes, aves, pescados y todas las hortalizas frescas excepto el tomate. Por otro lado, los alimentos que poseen una acidez bajo son los que poseen valores de 4,5 o inferiores a este, por ejemplo, las frutas, encurtidos y chucrut.

Debido a esto, los alimentos que presentan una acidez baja deben ser esterilizados a temperaturas de 115-126°C con equipos de alta presión operados de 10 a 15 PSI y el tiempo necesario para destruir bacterias es de 20 a 100 minutos. Mientras que en los alimentos con acidez alta (pH <4,5), el crecimiento microbiano se lo puede controlar con temperatura de ebullición y el tiempo de esterilización pueden ser de 5 a 85 minutos. En síntesis, los alimentos ácidos (pH <4,5) se pueden esterilizar en baño de agua hirviendo, mientras que los alimentos poco ácidos (pH >4,5) se esterilizan en autoclave (*Introducción a La Elaboración de Conservas*, 2020).

Según Húbe et al., (2005) en la Figura 4, estos son los valores de algunos productos.

Figura 4

Valores de pH de Algunos Productos

	2,0	2,5	3,0	3,5	4,0	4,5	5,0	5,5	6,0	6,5	7,0
Frutas:											
Ciruelas			■								
manzanas			■								
cerezas			■								
uva			■	■							
aceitunas			■	■							
frutilla			■								
durazno			■	■							
pera			■	■							
ananá			■	■							
damasco			■	■							
sandía							■				
melón dulce									■		
Hortalizas:											
tomates				■	■						
pimientos							■				
remolachas							■				
espárragos							■	■			
espinacas							■	■			
acelgas							■	■			
chauchas							■	■			
alcauciles							■	■			
porotos								■	■		
choclos									■	■	
hongos									■	■	
zanahorias								■	■		
papa									■	■	
batata								■	■		
repollo							■	■			
arvejas								■	■		

Nota. Tomado de Húbe et al. (2005)

2.4.3. Líquido de cobertura

Los medios de cobertura son los líquidos que se agregan a las frutas y hortalizas antes de las operaciones de cierre, expulsado, remachado, esterilizado y enfriado. Para el caso de frutas se utilizan almíbares, en el caso de hortalizas se utilizan salmueras. Estos líquidos de cobertura también permiten la adición de ácidos, esencias y aromas, las cuales permiten modificar desde las características sensoriales del producto hasta el tipo de tratamiento térmico para su conservación (Húbe et al., 2005).

El almíbar es una solución o jarabe, se puede preparar con agua potable, azúcar, ácido cítrico y un espesante. Básicamente la cantidad de azúcar que se añade en la solución va en función del tipo de fruta y al mercado que va dirigido. Los almíbares generalmente poseen entre 25 a 40°Brix, pero en los últimos años se ha vuelto tendencia consumir almíbares con concentraciones de 16 a 20°Brix.

En la elaboración de la solución azucarada es necesario colocar CMC (Carboximetil Celulosa), esto ayuda a que el almíbar tenga cuerpo, este debe ser adicionado con azúcar, caso

contrario, se forman grumos. Es importante adicionar un conservante, estos pueden ser el sorbato de potasio o benzoato de sodio, estos químicos tienen efectos en mohos y levaduras, y no se deberá añadir una cantidad mayor al 0,05% (Guevara Pérez & Cancino Chávez, 2015).

2.4.3.1. Tipos de almíbares

Se especifica mediante la Norma INEN-CODEX CAC/GL 51, se especifican las directrices en términos concentración (°Brix) para la elaboración de almíbares, estos van desde una concentración muy diluida hasta almíbares muy concentrados. Como indica la siguiente tabla 5, estas son los tipos de almíbares y sus concentraciones:

Tabla 5

Tipos de Almíbares Según la Concentración

Tipos de almíbares	Concentración (°Brix)
Almíbar (jarabe) muy diluido o ligeramente dulce (endulzado o azucarado)	Igual o mayor que 10° pero menor que 16°
Almíbar (jarabe) diluido	Igual o mayor que 16° pero menor que 21°
Almíbar (jarabe) optativo	Igual o mayor que 17° pero menor que 20°
Almíbar (jarabe) concentrado	Igual o mayor que 21° pero menor que 25°
Almíbar (jarabe) muy concentrado	Igual o mayor que 25° pero menor que 40°

Nota. Tomado de INEN (2013a)

2.4.4. Presentación de frutas enlatadas

El contenido neto del producto final en base a la NTE INEN 2816, manifiesta que se debe cumplir con ciertos parámetros de llenado del enlatado entre una de ellas se encuentra el peso escurrido mínimo, el cual no podrá ser menor que los siguientes porcentajes y están con relación al peso del agua destilada a 20°C, y el envase debe estar completamente lleno. Correspondiente a los duraznos en conserva se manifiesta de la siguiente manera en la tabla 6:

Tabla 6

Peso Escurrido Mínimo en Conservas

Presentación (Almíbar)	Tipo de hueso suelto
------------------------	----------------------

Concentrado y muy concentrado	54%
Diluido y muy diluido	56%
Frutas enteras	52%

Nota. Tomado de INEN (2013b)

En base en la norma NTE INEN 2816, también establece que la presentación de la fruta como por ejemplo el melocotón o duraznos, teniendo en cuenta que previamente deben ser pelados. Las presentaciones de la fruta en conserva pueden ser:

- Enteras: frutas enteras con o sin hueso (carozo).
- En mitades: sin hueso (carozo), y cortados en dos partes aproximadamente iguales.
- En cuartos: sin hueso (carozo), cortados en cuatro partes aproximadamente iguales.
- En rodajas: sin hueso (carozo), cortados en sectores de forma de cuña.
- En cubos: sin hueso (carozo), cortados en forma de cubo.
- En trozos: (o trozos mixtos, o trozos irregulares) sin hueso (carozo), y de formas y tamaños irregulares. (INEN, 2013b)

2.4.5. Conservantes

Según dice Arias Cardona, (2016) los conservantes son sustancias o mezcla de ellas que, ayudan a retardar o impedir la actividad biológica provocando una alteración en alimentos por enzimas o microorganismos propios del producto. Los conservantes más utilizados son los siguientes:

- Ácido benzoico y sus sales: con un máximo de 1000mg/kg, y que este ácido represente hasta el 0,1% de la formulación.
- Ácido sórbico y sus sales: tiene las mismas características que el ácido benzoico, tanto como su máximo y el porcentaje en la formulación. El sorbato de potasio se utiliza en alimentos que tengan su pH entre 4,5 a 6,5 con el fin de combatir hongos y levaduras.
- Sulfitos: evitan la reacción de pardeamiento enzimático, ejercen una acción de blanqueamiento. Se los puede emplear también para deshidratar algunos productos. Se emplean en frutas cuyo pH es inferior a 4,5.

Los conservantes menos utilizados son: sorbato de potasio, sorbato de sodio, sorbato de calcio, ácido láctico, ácido bórico, ácido acético, ácido ascórbico, ascorbato de sodio, ascorbato de calcio, entre otros.

2.4.6. Escaldado

Según Ortega Quintana & Montes Montes, (2015) el escaldado es un tratamiento térmico aplicado en frutas y hortalizas, este se lo emplea antes de algún otro tratamiento como congelación, enlatado, fritura o deshidratado.

Consiste en un calentado del alimento que puede ser a una temperatura de entre 70°C y 100°C, después se debe mantener el alimento por tiempos desde 30 segundos, 1 a 3 minutos a una temperatura deseada con un proceso de enfriamiento rápido, ya que se corre el riesgo de una proliferación de microorganismos termófilos. Se conoce que la principal función del escaldado es la inactivación de enzimas, pero también tiene otras, las cuales pueden ser: eliminación de patógenos superficiales, mejora la textura de los productos que después del escaldado procederán a deshidratarse, porque permite que estos no se rompan, y la pérdida nutricional debido a compuestos hidrosolubles presentes en el alimento (Torrenegra et al., 2012). En la Tabla 7 se puede observar el tiempo idóneo de escaldado en algunos vegetales:

Tabla 7

Productos y Tiempos de Escaldado a 100 °C

Producto	Tiempo (min) con agua a 100°C
Espárragos	2-4 (según el tamaño)
Maíz y brócoli	2
Espinacas	1,5
Judías	1,5

Nota. Tomado de Torrenegra et al. (2012)

Los equipos implementados en el proceso de escaldado dependerán del método utilizado, de las propiedades del alimento como el tamaño, la textura, forma y estado de madurez. Estos quiopos pueden trabajar con agua caliente o con vapor (Torrenegra et al., 2012).

2.4.6.1. Escaldado con agua caliente (inmersión)

El escaldado por con agua caliente es uno de los métodos más utilizados y sirve para todo tipo de alimentos, pero tiene el inconveniente de que se produce una mayor pérdida de nutrientes por lixiviación, por lo que el valor nutricional del alimento queda reducido, además que se puede producir una mayor contaminación por bacterias termófilas en los tanques.

Una desventaja de este proceso es que genera mayor afluentes que a veces necesitan de otro tratamiento especial para su reutilización, además que, genera un mayor costo económico por el consumo de agua, pero sus ventajas son que los equipos implementados son económicos comparados con el proceso de vapor y tienen mayor eficiencia energética, con lo que la transformación de calor será mucho más rápido y el tratamiento térmico más lento (Torrenegra et al., 2012).

2.4.6.2. Escaldado con vapor

A diferencia del escaldado con agua caliente, este proceso provoca menores pérdidas de componentes hidrosolubles, genera menor cantidad de efluentes y menor gasto económico. Los equipos que se utilizan en el escaldado a vapor son de fácil limpieza y esterilización y la proliferación de microorganismos se podría decir que es casi nula. Se debe tomar en cuenta que con este tipo de proceso, la materia prima debe estar previamente lavada y en cuanto a los gastos en equipos para este proceso son más elevados en comparación a los de escaldado con agua, tendrán una menor eficiencia energética y serán aptos para frutos pequeños (Torrenegra et al., 2012).

2.4.7. Estudio realizado con un tipo de escaldado

Según Arrázola Paternina, Alvis Bermúdez, & García Mogollón, (2016), en el estudio del efecto del tratamiento de escaldado sobre la actividad enzimática de la polifenoloxidasa en dos variedades de batatas (morada y blanca), donde las muestras fueron sometidas a temperaturas de escaldado de (75, 80 y 85°C) en tiempos de 30, 60, 90, 120, 150 y 180°C, en agua destilada con un contenido de 0,5% de ácido cítrico y 1% de ácido ascórbico, y finalmente, las muestras son sometidas a una temperatura de 4°C para ser utilizadas en procedimientos requeridos a excepción de una, usada como testigo. En este estudio se encontró que la inhibición máxima de PPO se da cuando el extracto es sometido a condiciones de escaldado de 85°C y 180s con un porcentaje de disminución del 86,8% en la variedad morada, mientras que, en la blanca tiene un 86,17% en las

mismas condiciones de tiempo y temperatura.

2.4.8. *Microorganismos que alteran el proceso de enlatado*

Existen varios tipos de microorganismos que pueden afectar en el proceso de enlatado, debido a fugas o suturas existentes en el envase, remover la tapa de la lata antes de su proceso de sellado o que existieron microorganismos que sobrevivieron al tratamiento térmico final o en el proceso de escaldado. Por lo que es importante conocer la naturaleza del alimento y las condiciones a las cuales se somete a este (Félix Velasco, 2013). En la figura 5 se puede observar los grupos de microorganismos que producen alteraciones en alimentos enlatados según el pH del producto.

Figura 5

Microorganismos que Afectan los Productos Enlatados

Grupos según grado de acidez	Rango de pH	Grupos de alimento	microorganismos
Grupo 1: Poco ácidos	≥ 5	Productos cárnicos Productos marinos Leche Hortalizas	Aerobios esporulados Anaerobios esporulados
Grupo 2: semiacidos	$4,5 < \text{pH} < 5,0$	Mezclas de carnes y vegetales Sopas Salsas	Levaduras, mohos y bacterias no esporuladas
Grupo 3: ácidos	$3,7 < \text{pH} < 4,5$	Tomates Peras Higos Piña Otras frutas	Bacterias esporuladas Bacterias no esporuladas Levaduras Mohos
Grupo 4: Muy ácidos	$\text{PH} < 3,7$	Encurtidos Pomelo Zumos cítricos	

Nota. Tomado de Félix Velasco (2013)

2.4.8.1. **Microorganismos en productos ácidos**

En la mayoría de los casos de productos enlatados se controla fácilmente con un proceso térmico final corto a una temperatura inferior a los 100°C siempre y cuando se controle el pH. La *Clostridium pasteurianum* y la *C. butircum* son bacterias esporuladas responsables de la alteración gaseosa de frutas y tomates enlatados, no se desarrollan en ambientes donde el pH es inferior de 3,7, la bacteria *Bacillus coagulans* causa la fermentación en el jugo de tomate enlatado, provocando sabores extraños, se desarrolla en un pH de 4,2 y es termófila (Félix Velasco, 2013).

Este grupo de bacterias se las puede destruir con un tratamiento térmico a temperaturas inferiores de 100 °C. *Lactobacillus brevis* que es formadora de gas, *Leuconostoc pleofructi* causante de una alteración de los jugos de frutas, donde se forma una película de limo en soluciones

de azúcar. Las levaduras presentan escasa resistencia al calor y en algunos casos se presentan si existe una fuga en el envase o cuando reciben un tratamiento sub-térmico, estas son responsables de la fermentación de salsas ácidas, gelatinas y productos cuya conservación de los ácidos, sal o azúcar (Félix Velasco, 2013).

Los mohos forman parte de los microorganismos que afectan a los enlatados, *Byssochlamys fulva* que es uno de los principales en los alimentos ácidos enlatados, es causante de la desintegración de la fruta por descomposición del material peptídico, las latas por lo general se abomban debido al desprendimiento de dióxido de carbono, crecen a temperaturas de 30-37°C y resisten al calor. *Rhizopus nigricans* causa la degradación de las frutas enlatadas y especialmente del albaricoque, el *Rhizopus stolonifer* ocasiona el ablandamiento de los albaricoques enlatados (Félix Velasco, 2013).

2.5. Costos de Producción

Según Pachecho Bautista (2019); Arapa Fernández (2012), para obtener un costo de producción se debe tener en cuenta todos los elementos inmersos en la producción de un producto, sean estos gastos directos o indirectos como por ejemplo: mano de obra, materias primas, insumos, depreciación de quipos, agua, energía, etc.

Según (Pachecho Bautista, 2019) se deben tomar los siguientes elementos para obtener un costo de producción final:

- ✓ Materia prima: es la materia primordial para la fabricación de un producto.
- ✓ Mano de obra directa: es el costo que se le paga a los trabajadores por las horas laboradas que intervienen en la fabricación de un producto.
- ✓ Costos indirectos de fabricación: son aquellos que no son catalogados en los materiales directos, ni mano de obra directa, pero son indispensables para el proceso de fabricación como luz, agua, arriendos, gasolina, mantenimientos, servicios generales y de planta de producción.
- ✓ Costos variables: son aquellos que tienden a variar con el nivel de actividad del negocio.
- ✓ Costos fijos totales: son aquellos que se incurren por un período, y que no se ven afectados por fluctuaciones en los niveles de actividad de un negocio.

- ✓ Margen de contribución unitario: es la diferencia entre el precio de venta del producto y los costos variables que se incurran para poder producir bienes.
- ✓ Volumen de ventas: es la cantidad de bienes que se producen o se venden por una empresa.
- ✓ Punto de equilibrio: proporciona puntos de referencia importantes para la planificación a largo plazo de un negocio(Pachecho Bautista, 2019).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Caracterización del Área de estudio

La pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) se adquirió de la parroquia de Cielo Verde de la zona de Intag, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura. La parroquia se encuentra a una altitud de 2818 msnm, latitud 00° 18' N y longitud 074° 02' O. Su clima oscila entre 25 y 30°C (INEC, 2014). La presente investigación se realizó en diferentes localidades debido a que los equipos e instrumentos para realizar las mediciones se encuentran en distintas sedes. Por lo tanto, el análisis de las propiedades funcionales, características fisicoquímicas y microbiológicas se realizó en el laboratorio de la Estación Experimental Santa Catalina del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) tabla 8. El proceso de enlatado se realizó en las unidades Edu-productivas de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA) de la Universidad Técnica del Norte, como se observa en la tabla 9.

Tabla 8

Localización de la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP)

Características generales	Datos meteorológicos
Provincia:	Pichincha
Cantón:	Mejía
Parroquia:	Cutuglahua
Altitud:	3050 m.s.n.m.
Latitud:	00° 22' S
Longitud:	78° 33' O
Humedad relativa promedio:	76.3%
Precipitación:	1342,6 mm/año
Temperatura media:	18°C

Nota Fuente (INIAP, 2012)

Tabla 9

Localización de Laboratorio de Unidades Edu- Productivas de la UTN

Características generales	Datos Meteorológicos
Provincia:	Imbabura
Cantón:	Ibarra
Parroquia:	El Sagrario
Altitud:	2.222 m.s.n.m.
Latitud:	78° 34' 24"

Longitud:	78° 30' 10"
Humedad relativa promedio:	84%
Precipitación:	550,3 mm/año
Temperatura media:	18,5°C

Nota Fuente Instituto Geográfico Militar

3.2. Materiales, equipos y reactivos

Para el desarrollo de la investigación y el cumplimiento de los objetivos planteados se necesitaron los materiales, reactivos y equipos descritos a continuación en la tabla 10.

Tabla 10

Instrumentos, Equipos y Reactivos

Instrumentos	Reactivos	Equipos
Envases metálicos (200 y 500) g.	Agua destilada	Balanza analítica
Vasos de precipitación (50, 100 y 500ml)	Ácido ascórbico	HPLC analítico 1200 Series de Agilent Technologies
Cucharas plásticas	Hidróxido de sodio (NaOH) a la 0,1N	Espectrofotómetro Jenway (modelo 6705 UV/Vis)
Bandejas	Fosfato de potasio monobásico (K ₂ HPO ₄)	Potenciómetro Jenway (modelo)
Pipetas	Fosfato de sodio dibásico (Na ₂ HPO ₄)	Refractómetro de mesa (modelo 1310499)
Gotero	Troxol: 6 hidroxy- 2, 5, 7, 8 – tetrametgylcroman -2 carboxylic acid	Estufa
Probeta (50) ml	ABTS (3-ethylbenzoathiazoline-sulfonnic acid) diamonium	Secador
Pera de succión	Persulfato de potasio (K ₂ S ₂ O ₈)	Liofilizador (modelo Advantage plus ES-53)
Colador	Metanol grado reactivo 99,5%	Agitador magnético
Cuchillo	Acetona ACS 99.5%	Balanza de reloj
Tubos de ensayo	Fenoltaleína al 1%	Enlatadora EQUITEK
Balón volumétrico de vidrio	Acido gálico monohidratado, sigma G 8647	Autoclave
Papel filtro Whatman N° 4	Reactivo de Folin & Ciocalteu, Merck 1.090011.0500	
Buretas	Carbonato de Sodio 99,5% Fluka 71350	

Balones volumétricos
Papel filtro
Matraz Erlenmeyer
Gradilla
Celdas de plástico
Termómetro
Tubos falcom

3.3. Metodología

Se aplicó la siguiente metodología para el cumplimiento de cada objetivo planteado en la investigación.

3.3.1. *Estandarizar las características funcionales (capacidad antioxidante y polifenoles) y fisicoquímicas (pH, sólidos solubles, acidez titulable, índice de madurez) de la pitahaya.*

Se realizó la estandarización de la materia prima, se ejecutó lo que establece la Norma INEN 1750 (INEN, 2012), la cual especificó que, se debe tomar las muestras al azar de diferentes partes del lote total, lo cual facilitó la aleatorización y se formó grupos a los cuales se les otorgó una numeración específica.

Una vez dada la denominación respectiva a cada grupo, se procedió a tomar las muestras con la ayuda del programa MATLAB. Para determinar si las muestras representaron a toda la población, el autor (Posadas Chincilla, 2009) estableció una teoría de errores donde dijo lo siguiente:

- A las muestras obtenidas se les debe realizar tres mediciones y calcular su valor medio (\bar{x}).
- Se determina la dispersión (D), la cual es la diferencia entre los valores extremos de las medidas (Valor máximo – Valor mínimo).
- Por último, se calcula el porcentaje de dispersión (T). este valor se obtiene de la división entre la dispersión (D) y el valor medio de las medidas (\bar{x}), esto multiplicado por cien.

Con los parámetros antes mencionados, en la tabla 11 se puede observar los casos que se pueden presentar al momento de tomar la muestra.

Tabla 11*Especificaciones de Toma de Muestra*

T	N
$T \leq 2$	3
$2 < T \leq 8$	6
$8 < T \leq 15$	15
≥ 15	>50

Nota Fuente (Posadas Chincilla, 2009)

En donde:

- T= porcentaje de dispersión
- N= número de muestras necesarias

De acuerdo con la tabla 10, si (T) de las muestras tomadas es menor o igual a 2%, quiere decir que las tres muestras tomadas son la representación de toda la población, pero en el caso que el valor sea mayor al 2% se procedió a tomar el siguiente número de muestras y debió cumplir con el siguiente porcentaje de dispersión.

Los datos utilizados anteriormente son en base a los análisis fisicoquímicos y funcionales de la fruta en fresco y siguiendo los parámetros establecidos para el estado de madurez “pintón” según lo indica la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2003. Las variables y métodos empleados se detallan en la tabla 12.

Tabla 12*Variables y Métodos de Evaluación*

Variabes	Método/Equipo
pH	MO-LSAIA-09 Potenciómetro Jenway (modelo 3510)
Acidez titulable (%)	MO-LSAIA-29 Pontillón, l. 1997
Sólidos solubles (°Brix)	MO-LSAIA-11 Refractométrico
Índice de madurez	Relación SST/Acidez (Cañar et al., 2014).
Capacidad antioxidante	MO-LSAIA-033 ABTS
Polifenoles totales	Método Folin-Ciocalteu (García Martínez et al., 2015)

Se realizaron análisis fisicoquímicos (pH, sólidos solubles, acidez titulable e índice de madurez), como funcionales (capacidad antioxidante y polifenoles) tomando en cuenta que la materia prima tuvo una selección previa.

3.3.2. *Analizar las propiedades funcionales y características fisicoquímicas del producto enlatado.*

Para el desarrollo de este objetivo, se procedió a lavar, escaldar la pitahaya, se realizó el pelado, se procedió a envasar de acuerdo con una aleatorización previa y se colocó el líquido de cobertura, según los distintos tipos como lo indica la Norma INEN-CODEX CAC/GL 51.

El producto enlatado se abrió a los 15 días, debido a que Guevara Pérez & Cancino Chávez, (2015) y Félix Velasco, (2013) reportaron que, en el tiempo de cuarentena que pueden ser entre los 7 y 15 primeros días de elaborado el producto, cuando ocurre el equilibrio entre la fruta y el almíbar, el almíbar adquiere un sabor muy agradable por el balance del ácido y el dulzor, mezclado con el sabor y aroma de la fruta, además la fruta capta o absorbe al azúcar del jarabe y deja salir el agua hasta que se igualen, corroborando con lo que establece la Norma INEN 0405 1988.

Al día 15, se realizaron los análisis fisicoquímicos y al mes los análisis funcionales, debido que se liofilizó las muestras de cada uno de los tratamientos de la fruta enlatada como se lo indicó anteriormente en la Tabla 12. Para los análisis fisicoquímicos se realizó análisis de homogeneidad y normalidad, para saber si los datos se comportan de forma paramétrica o no paramétrica.

3.4. **Desarrollo del experimento**

El desarrollo del experimento se lo realizó tomando en cuenta parámetros de factores controlables y constantes para la elaboración de enlatado de pitahaya

3.4.1. *Factores en estudio*

Para el desarrollo de la investigación se establecieron como factores de estudio la concentración del almíbar o líquido de cobertura y el tipo de escaldado que se le dio a la materia prima como se indica en la tabla 13 con su respectiva nomenclatura y descripción.

Tabla 13

Factores en Estudio

Factor	Descripción	Nomenclatura
Controlable	Factor A:	14° Brix
	Concentración de almíbar	20 °Brix
		30 °Brix

	Factor B:	Inmersión	T1
	Tipo de escaldado	Vapor	T2
Constantes	Tiempo de tratamiento térmico:	15 minutos	
	Tiempo de escaldado (inmersión y vapor):	1 minuto	

3.4.2. *Tratamientos*

A continuación, en la tabla 14 se detallan los tratamientos que se investigaron con su respectiva codificación.

Tabla 14

Descripción de Tratamientos en Estudio

Tratamientos	Factores			Descripción
	A	B	Interacciones	
T1	C1	T1	C1T1	Almíbar con una concentración de 14°Brix y escaldado por inmersión
T2	C2	T1	C2T1	Almíbar con una concentración de 20°Brix y escaldado por inmersión
T3	C3	T1	C3T1	Almíbar con una concentración de 30°Brix y escaldado por inmersión
T4	C1	T2	C2T2	Almíbar con una concentración de 14°Brix y escaldado por vapor
T5	C2	T2	C2T2	Almíbar con una concentración de 20°Brix y escaldado por vapor
T6	C3	T2	C3T2	Almíbar con una concentración de 30°Brix y escaldado por vapor

3.4.3. *Diseño experimental*

Para el análisis estadístico se utilizó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial (AxB) y tres repeticiones a cada nivel, como lo indica en la tabla 15.

Tabla 15

Características del Experimento

Características	Número
Tratamientos	Seis (6)
Repeticiones	Tres (3)
Unidades Experimentales	Dieciocho (18)

Cada unidad experimental para la investigación se constituyó de una lata de metal de 857g de capacidad total, para el llenado de cada una se tomó en cuenta en espacio de cabeza del 10% de la capacidad total como lo indicó la Norma INEN 2757 siendo un contenido neto del producto de 771.3g. Los autores Guevara Pérez & Cancino Chávez, (2015); Navarrete, n.d.) expresan que en el proceso de enlatado la proporción fruta:almíbar ideal es 70:30, ósea el peso escurrido (fruta sin líquido de cobertura debe ser mayor al 58-60% al igual como indicó la Norma INEN 2757, tomando esto en cuenta, se pesó 540g de materia prima en presentación de mitades y se añadió 231.3g de líquido de cobertura, ya que según Húbe et al., (2005) explica que el sobrellenado puede provocar que el tratamiento térmico aplicado en los esterilizadores resulte inferior al necesario y afecte directamente a la calidad e inocuidad del producto terminado. Navarrete, n.d.) sugiere que se debe tomar en cuenta que el líquido de cobertura se realiza a una temperatura superior a los 90°C ya que se logra un precalentamiento del producto, consiguiendo eliminar el oxígeno de los envases antes de su cierre, después del cierre y esterilización, los vapores formados por la ebullición se condensan y un determinado vacío se produce que mantiene las tapas del envase.

El análisis estadístico de ANOVA se muestra en la tabla 16, donde se detallaron los grados de libertad para un Diseño Completamente al Azar (DCA) con arreglo factorial AxB.

Tabla 16

ANOVA para el Diseño Completamente al Azar

Fuentes Variación	Grados de libertad
Total	17
Tratamientos	5
Factor A: Concentración (C)	2
Factor B: Tipo de escaldado (T)	1
Interacción AxB	2
Error	7

Se realizaron los supuestos del análisis de ANOVA, de esta manera se comprueba si los datos se ajustan a una distribución normal y homogeneidad de varianzas utilizando las pruebas de Shapiro- Wilks y Bartlett. Test respectivamente. Al existir diferencias significativas entre tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5% y la Prueba de Diferencia Mínima (DMS).

Las variables de respuesta evaluadas en esta investigación después de 15 días de realizado el proceso de enlatado de pitahaya se pueden observar en la tabla 17, tomando en cuenta que fueron evaluadas con la metodología presentada en la tabla 12.

Tabla 17

Variables Para el ANOVA

Variable	Unidad
Polifenoles	mg GAE/100g
Capacidad antioxidante	μmol Trolox/g

3.4.4. Determinar costos de elaboración de pitahaya en almíbar enlatada

Se realizó mediante el análisis de todos los costos inmersos (fijos y variables) en la elaboración de pitahaya en almíbar enlatada, tomando en cuenta desde el costo de materias primas, insumos y demás materiales necesarios para obtener el producto enlatado.

3.4.5. Análisis microbiológico del enlatado

Para el respectivo análisis se preparó agua de peptona en frascos boeco, se pesó 20 gramos del medio en un litro de agua destilada se dejó reposar por unos 5 minutos aproximadamente. Después se procedió a esterilizar en autoclave a 121°C por 15 minutos, para cada tratamiento se realizó la siembra de la siguiente forma, se pesó 90ml de agua de peptona y 10g de muestra se agitó durante 1 minuto aproximadamente. Se tomó una pipeta de 1ml y se sembró respectivamente en cada placa (NTE INEN 1529, 2013)

Se procedió a pipetear 1ml de cada una de las diluciones y sembró en placas Petrifilm 3M para recuento de mohos y levaduras, se realizó el conteo a los tres y cinco días para la determinación de presencia y ausencia de microorganismos antes mencionados.

3.5. Caracterización específica del experimento

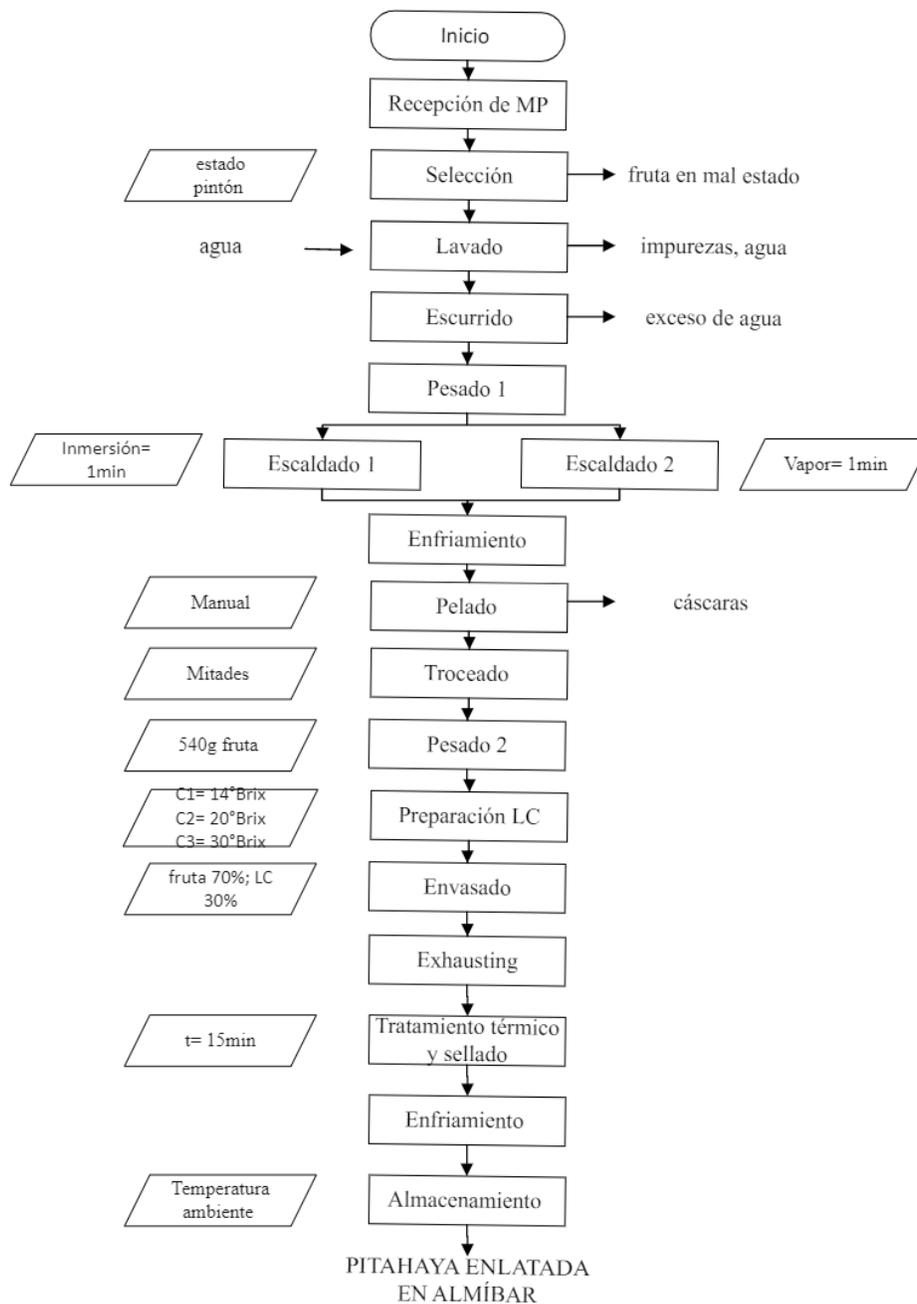
El proceso fue llevado a cabo utilizando pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) en estado pintón de acuerdo con la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN (2003), fue adquirida de la Asociación de Producción Agropecuaria Cielo Verde ASOPROCIEL, ubicada en la parroquia García Moreno, cantón Cotacachi, provincia de Imbabura. Las operaciones de enlatado se pueden observar en el diagrama de flujo.

3.5.2. Diagrama de flujo

En la figura 6 se detalla cada una de las operaciones con sus respectivas especificaciones para la obtención de pitahaya amarilla enlatada en almíbar.

Figura 6

Diagrama de Flujo de la Fase Experimental



3.5.2. Descripción del proceso

A continuación, se detallan cada una de las operaciones que fueron realizadas para la obtención de pitahaya enlatada.

Recepción de materia prima. La materia prima fue adquirida de la asociación ASOPROCIEL de la parroquia de Intag de la provincia de Imbabura y fue receptada en el

laboratorio de Frutas y Hortalizas de las Unidades Edu-productivas de la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales (FICAYA).

Clasificación y selección. En la figura 7 se observa la clasificación de la fruta, se la realizó de manera manual, colocando toda la fruta en una mesa de acero inoxidable, se separó la fruta en mal estado y colocándolas aparte de la fruta en excelentes condiciones y se realizó una toma de muestra en donde se procedió a realizar los análisis fisicoquímicos y funcionales para homogenizar la materia prima y asegurarse de que se encuentre en un estado de madurez “pintón” según los parámetros establecidos en la Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2003.

Figura 7

Selección, Clasificación y Análisis de la Pitahaya



Lavado. Se procedió a lavar las frutas con agua potable, en una mesa de acero inoxidable para facilitar la actividad, se retiraron las espinas, polvos en la superficie de la fruta y algunas impurezas como se muestra en la figura 8.

Figura 8

Limpieza de la Pitahaya



Pesado. Se realizaron dos procesos de pesado. El primero para obtener el peso total de toda la materia prima que se va a utilizar en todas las unidades experimentales, esto para obtener el dato de pérdida en cáscara, como se observa en la figura 9. El segundo pesado se lo realizó para cada unidad experimental (1.2Kg aproximadamente de pitahaya), se agrupó por peso y se realizó una aleatorización para determinar cada grupo de fruta con el tratamiento correspondiente que debía ubicarse para la siguiente operación.

Figura 9

Pesado de la Pitahaya



Escaldado. En esta investigación, se realizaron dos tipos de escaldado. El primero fue realizado por inmersión, el cual consiste en sumergir la materia prima (pitahaya) en agua a temperatura de ebulción por 1 minuto, para esta operación se utilizó una canastilla de acero inoxidable y una olla grande. Para el segundo tipo de escaldado, se procedió a colocar la materia

prima en un equipo de exhausting a vapor, a una temperatura de 96°C por el mismo tiempo que el primer proceso. Estas dos operaciones se las llevaron a cabo como en la Figura 10.

Figura 10

Escaldado por Inmersión y Vapor



Enfriado. Se colocó la fruta recién escaldada en un recipiente con agua fría, con el fin que haya un shock térmico y cortar la cocción de la fruta

Pelado y cortado. El pelado y cortado se lo realizó de forma manual, con la ayuda de un cuchillo, por el estado de madurez de la fruta, fue más fácil el desprendimiento de la pulpa de la cáscara. A la pulpa se la cortó en mitades, para facilitar el proceso de envasado.

Preparación del líquido de cobertura. Se elaboró tres concentraciones de almíbar (14°Brix, 20°Brix y 30°Brix) en base a la Norma INEN-CODEX CAC/GL 51, donde se necesitó un refractómetro manual, el cual permitió cumplir con esta operación como se observa en la Figura 10. A cada una de las preparaciones se les agregó 0,5 gramos de ácido cítrico por cada litro de agua y 0,05%a del sorbato de potasio, el primero es para conseguir un pH ácido el cual ayuda al tipo de esterilización realizado y el sorbato de potasio previene el crecimiento microbiano en el producto. Esta operación se puede observar en la figura 11.

Figura 11

Elaboración Del Líquido de Cobertura



Envasado. Se realizó con la fruta picada, previamente aleatorizada en la operación de pesado, como se observa en la figura 12. El envasado se lo realizó dejando un espacio de cabeza, en este el 10% de la capacidad total de la lata, la proporción fruta: almíbar fue del 70:30 como control del proceso como lo indica (Murillo Rodriguez & González Baquerizo, 2016) y la temperatura de llenado del almíbar sobrepasó los 90°C como lo recomendó los autores Guevara Pérez & Cancino Chávez, (2015); Navarrete, n.d.), de esta manera se obtiene un precalentamiento que ayuda a crear el vacío en el espacio de cabeza, a este proceso se lo conoce como exhausting. Se debe tomar en cuenta que una vez colocada la fruta y el almíbar se debe colocar la tapa sobrepuesta.

Figura 12

Envasado



Tratamiento térmico. Una vez realizado el envasado, se realizó una pasteurización lenta por 15 minutos y a una temperatura salida de 96°C , como se observa en la figura 13. Este tratamiento térmico es idóneo, siempre y cuando se haya controlado tanto el pH de la fruta como del líquido de cobertura, mientras que, en alimentos que el rango de pH sea menor a 4,6 el crecimiento microbiano se puede controlar con temperatura de ebullición con tiempos de esterilización de 5 a 85 minutos.

Figura 13

Tratamiento Térmico



Sellado. Pasado los 20 minutos del tratamiento térmico, se procedió a retirar cada una de las latas del equipo, con precaución de que en ningún momento se levante la tapa, ya que se perdería el vacío que se creó en los procesos realizados anteriormente. Se pasó a una enlatadora

manual ,y se selló herméticamente, como se observa en la figura 14, una vez realizado este proceso, se sumergieron las latas en una tina con agua fría y se consiguió un shock térmico.

Figura 14

Cierre de Latas



Almacenamiento. Se almacenó a temperatura ambiente, como se presenta en la figura 15.

Figura 15

Almacenamiento



3.6. Métodos analíticos

3.6.1. Principio del método- determinación del contenido de polifenoles

Los polifenoles totales son extraídos con una solución acuosa de metanol al 70%, mediante agitación magnética continua por 45 min, el extracto obtenido se filtra, se toma una alícuota del mismo y se realiza una reacción colimétrica con el reactivo de Folin & Ciocalteu obteniendo una coloración azul, la misma que es cuantificada en un espectrofotómetro UV-VIS a una longitud de onda de 760 nm (INIAP, 2021b).

Preparación de reactivos

Mediante la investigación (INIAP, 2021b) determina la preparación de reactivos de la siguiente manera:

- ✓ Solución de carbonato de sodio al 20%: Transferir cuantitativamente 20 g de carbonato de sodio en un balón volumétrico de 100 ml disolver y completar el volumen con agua bidestilada.
- ✓ Solución Acuosa de Metanol: Transferir cuantitativamente 700 ml de metanol en un balón volumétrico de 1000 ml completar a volumen con agua bidestilada (densidad de solución 0,872 g/ml).
- ✓ Solución Estándar Primario de ácido gálico (200 ppm): Transferir cuantitativamente 0,020 g de ácido gálico, en un balón volumétrico de 100 ml disolver y completar a volumen con agua destilada.

Preparación de la muestra

(Pozo, 2021) menciona que, la liofilización es un proceso de secado mediante sublimación que se ha avanzado con el fin de reducir las pérdidas de los compuestos responsables del sabor y el aroma en los alimentos.

Para cada uno de los tratamientos previstos se congeló la fruta en almíbar a $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Se colocó cada uno de los tratamientos en fundas plásticas estériles. Una vez terminado el proceso de liofilización, se procedió a triturar en un crisol hasta obtener un polvo fino que luego se lo colocó en frascos de polietileno de alta densidad, para de esta manera evitar que la muestra liofilizada gane humedad del ambiente y pierda sus compuestos bioactivos en análisis.

Procedimiento

A continuación se describe paso a paso el procedimiento descrito por (INIAP, 2021b):

- En un Erlenmeyer de 125 ml se pesó 1 g de muestra
- Se adicionó 75 ml de solución acuosa de metanol al 70% y se colocó un agitador magnético
- Se condujo la muestra a la plancha de agitación por 45 min a temperatura ambiente
- Se filtró el extracto a través de papel Whatman N°4 en un balón volumétrico de 100 ml se lavó el filtrado y se aforó con solución acuosa de metanol al 70%
- Se toma 1 ml de extracto, se añadió 6 ml de agua bidestilada y 1 ml de reactivo de Folin & Ciocalteu, luego de tres minutos se añadió 2 ml de solución de carbonto de sodio al 20%, inmediatamente agitar en vortex y calentar en baño maría a 40°C por 2 minutos

Pasar la solución a una cubeta de vidrio y cuantificar en el Espectrofotómetro UV-VIS bajo las siguientes condiciones:

- Longitud de onda: 760 nm
- Temperatura: Ambiente
- Slit: 0,2 nm

Cálculos y expresión de resultados

La cuantificación se la realizó utilizando una curva de calibración realizada previamente en el equipo y utilización de la siguiente fórmula

$$\frac{mg}{g} \text{ Ácido Gálico} = \frac{a * b * d * f}{p}$$

Donde:

a= Concentración de ácido gálico obtenida a partir de la curva de calibración

b= Volumen total de extracto (100ml)

d= Factor de dilución

f= Factor para transformar unidades (F= 0.001)

p= Peso de la muestra

Nota: es necesario especificar que la metodología para la cuantificación de polifenoles utilizada es aplicada tanto para tubérculos como para frutas según el INIAP.

3.6.2. Principio del método-determinación de capacidad antioxidante

Es un método indirecto que permite medir la habilidad del antioxidante para estabilizar el catión radical ABTS. Esta estabilización provoca la disminución de la absorbancia del catión radical (INIAP, 2021a).

El radical catión ABTS una vez generado por medio de enzimas como peroxidasa y mioglobina o químicamente, utilizando dióxido de manganeso y per sulfato potásico, presenta características con máximos de absorción a 815 nm (Re et al., 1999)

Preparación de reactivos. Solución amortiguadora de fosfatos 75 mmol/L (pH: 7)

Solución A (0,2 mol/L): se pesó 1,037 g de fosfato de sodio monobásico y se llevó a 100 ml con agua destilada en un balón aforado.

Solución B (0,02 mol/L): se pesó 5,33 g de fosfato de sodio dibásico y llevar 500 ml con agua destilada en un balón de aforo.

Se mezcló 95 ml de solución A con 405 ml de solución B, se llevó a 900 ml con agua destilada y medir el pH. Se ajustó el pH con la solución A o B sobrantes de acuerdo a lo necesario hasta alcanzar un valor de pH = 7 y se llevó a 1 L en un balón aforado. Finalmente se envasó la dilución en una botella y almacenar a 4°C por un periodo máximo de 1 mes.

✓ Solución Stock de ABTS

Solución de ABTS (7 mM): se pesó 0,0960 g de ABTS (548,68 g/mol), se disolvió en agua ultrapura completamente y se aforó a un volumen de 25 ml. Se almacenó a temperatura de refrigeración (4 °C). La solución duró un mes a estas condiciones

Según los procedimientos de (Re et al., 1999) la solución de Persulfato de potasio $K_2S_2O_8$ (2,45 Mm): Se pesó 0,01655g de $K_2S_2O_8$, luego se disolvió en agua ultrapura y se aforó a 25 ml. Se conservó la solución en refrigeración 4°C.

✓ Solución Activada de ABTS.+

Se mezcló en proporción 1:1 la solución de ABTS (7 Mm) con la de $K_2S_2O_8$ (2,45 mM) y se dejó reposando 16 horas antes de su uso. Se filtró la solución por un papel filtro Whatman 0,4

y se envasó en un frasco ámbar. La solución se mantuvo estable 24 h por lo que se recomienda realizarla el día antes del análisis.

✓ **Solución de trabajo ABTS.+**

En un frasco ámbar diluir la solución activada de ABTS. + con buffer fosfato hasta obtener una lectura de absorbancia de $1,1 \pm 0,01$ a una longitud de onda de 734 nm.

Preparación de la curva de calibración

Solución Madre de trolox (2000 $\mu\text{mol/L}$): pesar 0.050 g de Trolox (PM 250,32 g/mol), adicionar de 15 a 20 gotas de etanol al 95% de Trolox para disolver todos los cristales y llevar a 100 ml con la solución amortiguadora en un balón aforado ámbar. La preparación y manipulación del Trolox se realiza en la oscuridad o con ayuda de luz amarilla para evitar su degradación. Envasar la dilución en una botella ámbar.

Nota: sólo preparar para usar el día del análisis y luego descartar.

Curva de calibración (0-800 $\mu\text{mol/L}$): preparar las soluciones patrón como se indica en la siguiente Tabla y diluir con la solución amortiguadora hasta un aforo de 10ml. En la tabla 18 se indica la concentración y alícuota de solución para la determinación de capacidad antioxidante.

Tabla 18

Preparación de Soluciones Patrón TROLOX

Concentración ($\mu\text{mol Trolox}$)	Alícuota de solución de trabajo de Trolox (ml)
Blanco	0
200	2,5
400	5
600	7,5
800	10

Procedimiento

- Se transfirió a un tubo de vidrio un volumen de 200 ml de muestra debidamente diluida con buffer fosfato y se adicionó 3800 μl de la solución de trabajo de ABTS + ($A_{734} = 1,1 \pm 0,01$)
- Del mismo modo se transfirió 200 μl de buffer fosfato y de las soluciones patrón de Trolox y adicional 3800 μl de la solución diluida de ABTS.

- Se agitó los tubos de ensayo y se dejó reposar por un tiempo de 45 minutos
- Medir la absorbancia final de cada muestra por duplicado a una longitud de onda de 734 nm

Para la curva de calibración se calcula la absorbancia neta como lo indica la ecuación 2 y se grafica en función de la concentración.

Determinación de la absorbancia neta

$$ABS_{\text{muestra y/o patrón Trolox}} = ABS_{\text{solución de trabajo inicial}} - ABS_{\text{muestra 45min}} - ABS_{\text{blanco}} \quad (2)$$

El valor obtenido interpolar en la curva de calibración. En la tabla 19 se observa la absorbancia neta en base a las concentraciones de Trolox, donde se expresan los resultados en $\mu\text{mol Trolox/ml}$ o $\mu\text{mol Trolox/g muestra}$.

Tabla 19

Curva de Calibración

Concentración $\mu\text{mol Trolox/L}$	Absorbancia neta
0	0.,0
200	0,231
300	0,325
400	0,428
500	0,532
600	0,648
700	0,740
800	0,844
	a 0,009438596
	b 0,0001049156
	r 0,999695975

3.6.3. Determinación de pH

La determinación de pH se la realizó mediante la metodología AOAC 918.12, mediante la inmersión de electrodos del potenciómetro Jenway (modelo 3510) calibrados con solución buffer de pH 4 y 7 en una muestra de pitahaya triturada.

3.6.4. Determinación de Sólidos Solubles

Se midieron de acuerdo con el método AOAC Official Methods 932.12-1980 (Henshall, 2012). Se colocaron dos gotas de pitahaya en el refractómetro, el cual previamente fue calibrado

usando agua destilada. Se observó a través del ocular con orientación a la fuente de luz. Se observó una transición de claro a oscuro, en donde se pudo observar la cantidad de sólidos solubles en la muestra, estos resultados son expresados en °Brix.

3.6.5. Determinación de la Acidez Titulable

Este análisis físico químico se determinó con el método AOAC Official Methods 942.1-1990 (Henshall, 2012). En un vaso de precipitación se colocó 10ml de muestra y se adicionó 90ml de agua destilada, a esto se le agregó tres gotas de la solución llamada fenolftaleína al 1% como indicador. Lista la solución se procedió a titular con hidróxido de sodio a 0,1N hasta ver un ligero cambio de color (rosado).

Estos resultados se expresaron en base al porcentaje del ácido predominante de la pitahaya (ácido cítrico) como se detalla en la siguiente ecuación.

$$\% \text{ Acidez} = \frac{V * N * C}{M}$$

Donde:

V= Volumen gastado (ml) de hidróxido de sodio

N= Normalidad del hidróxido de sodio

C= factor de ácido predominante en la fruta (0.067)

M= Volumen de muestra

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se describen los resultados obtenidos antes y después de haber realizado el proceso de enlatado de pitahaya amarilla en almíbar.

4.1. Estandarización fisicoquímica de la pitahaya previo al proceso de enlatado

Con la finalidad de mantener homogenizada la materia prima y establecer la unidad experimental se determinaron las características fisicoquímicas (pH, sólidos solubles, acidez titulable e índice de madurez) polifenoles y capacidad antioxidante de la pitahaya amarilla previo al proceso de enlatado. Tomando en cuenta que se realizó aleatorización de las muestras en estado fresco y se realizó lo que establece la teoría de errores por (Posadas Chincilla, 2009).

Los datos de los análisis fisicoquímicos de la fruta se los comparó con los de la Norma INEN 2003. Pitahaya. Requisitos.

4.1.1. Análisis fisicoquímicos

Realizar análisis fisicoquímicos permiten a controlar principalmente la calidad de la fruta a utilizar en el experimento. En la tabla 20 se muestran los resultados obtenidos de la pitahaya amarilla en estado de madurez “pintón”. Los análisis realizados fueron pH, sólidos solubles, acidez titulable e índice de madurez, fueron realizados en base húmeda antes de someter a la fruta al proceso de enlatado.

Tabla 20

Análisis Fisicoquímicos de la Materia Prima

Análisis	Resultados		
Sólidos Solubles (°Brix)	18,98	±	0,24
Acidez Titulable	0,53	±	0,03
Ph	4,32	±	0,03
Índice de Madurez	35,81	±	1,99

De acuerdo con la investigación de Sotomayor Correa et al.,(2019) dice que el contenido de sólidos solubles aumenta conforme incrementa el estado de madurez, esto se debe principalmente a que el contenido de mucílagos en la pulpa se reducen, como también, las

condiciones climáticas y las formas de cultivos intervienen en las propiedades fisicoquímicas de la fruta dando valores altos de SST en invierno y menores en verano y la acidez titulable en este caso se reduce.

En la investigación de Jami Campues (2020), se utilizó la fruta proveniente de García Moreno, que fue cosechada en invierno donde se registraron temperaturas de 20-25°C, datos similares presentados por Vásquez-Castillo et al. (2016) y Sotomayor Correa et al. (2019) donde a pesar que las condiciones de cosecha fueron similares. Sólo los resultados de SST se mostraron semejantes y esto sería provocado por el origen de la fruta Pichincha (1960-2900msnm) y Morona Santiago (880msnm) y por la diferencia de altitud, donde la cantidad de oxígeno provocaría que tanto la acidez, pH e índice de madurez fueran diferentes.

De igual forma la investigación de Caetano et al. (2015) y Cañar et al. (2014) estudiaron frutas de distintas partes de Colombia cultivadas entre 1230-3341 msnm y cosechadas en tiempo de verano, además que influye la calidad del suelo en donde se cultiva la fruta. Resultados que se pueden observar en la siguiente tabla 21.

Tabla 21

Comparación de Resultados con Distintos Autores

	Materia prima	Sotomayor Correa et al. (2019)	Jami, (2020)	Cañar et al. (2014)	Caetano et al. (2015)	NTE INEN 2003:2005	Vásquez-Castillo et al. (2016)
Sólidos solubles	18,98	20,74	17,07	14,29	11,9-17,18	19-21	17,9
Acidez titulable	0,53	0,14	0,46	1,35	0,74-1,38	0,5-0,6	0,08
pH	4,32	4,86	4,32	4,72	4,23- 5,0	4,26-4,40	4,9
Índice de madurez	35,81	148,14	36,99	10,58	16,08-12,44	38-35	223,75

4.1.2. Análisis funcionales

En el análisis funcional de la pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus* enlatada en almíbar se realizaron los análisis de muestra en base seca. Los resultados obtenidos de polifenoles totales estuvieron presentes en pulpa y semillas conjuntamente, son similares a los presentados por

Daza, Herrera, Murillo, & Mendez, (2014) que fue 382,3 mg GAE/100g de materia seca, con la diferencia principal que la investigación de los autores antes mencionados se la realizó en la parte comestible (pulpa y semillas) y no comestible (cáscara) de pitahaya. Mientras que Jami, (2020) y Caetano Creucí et al., (2011) reportaron valores como 477,08 y 456 mg GAE respectivamente, los cuales son más altos que los datos presentados anteriormente.

El resultado obtenido de capacidad antioxidante presente en pitahaya (*Selenicereus megalanthus*) es similar a la investigación elaborada por Torres Grisales et al., (2017) en la cual, la evaluación se realizó en distintas partes del fruto, teniendo como resultados: 91,38 $\mu\text{mol Trolox}$ en pulpa, 103,08 $\mu\text{mol Trolox}$ en semilla y 66,99 $\mu\text{mol Trolox}$ en cáscara de pitahaya, mientras que el resultado obtenido en la presente investigación, se la realizó en pulpa y semilla conjuntamente. Los resultados de las características funcionales se detallan en la tabla 22.

Tabla 22

Análisis de Polifenoles Totales y Capacidad Antioxidante

Análisis	Resultados	
Polifenoles totales	307,71 \pm 2,70	mg GAE/100g
Capacidad antioxidante	126,14 \pm 0,57	$\mu\text{mol Trolox/g}$

4.2. Evaluación de las características funcionales y fisicoquímicas del producto enlatado

En la presente investigación se evaluó el comportamiento del contenido de polifenoles totales, capacidad antioxidante como también, SST, acidez titulable y pH en pitahaya enlatada almacenada a temperatura ambiente después de haber transcurrido 15 días y al mes de su procesamiento como lo indica la Norma INEN 0405 1988.

Se empleó un Diseño Completamente al Azar, con arreglo factorial AxB, estos factores fueron la concentración ($^{\circ}\text{Brix}$) del líquido de cobertura y el método de escaldado que se le aplicó a la materia prima. En el caso de las propiedades funcionales se realizó el análisis de ADEVA y la prueba de Tukey para aquellos tratamientos y factores que presentaron una varianza significativa (p value <0,05).

Mientras que en las características fisicoquímicas se realizó análisis estadístico, donde se obtuvo que tanto para sólidos solubles como para acidez titulable son datos no paramétricos (no

cumple con homogeneidad ni normalidad), donde se aplicó el método de Kruskal Wallis, en cambio, para el análisis de pH los datos que se obtuvieron son de comportamiento paramétrico en el que se realizó el mismo análisis como en el caso de características funcionales.

4.2.1. Características fisicoquímicas

Para el análisis de las características fisicoquímicas de la pitahaya enlatada, se hizo análisis estadístico dando como resultado lo siguiente.

4.2.1.1. Sólidos solubles

Los grados Brix representan el porcentaje de sólidos solubles presentes en la pulpa de la fruta o en el jugo de ésta, donde se indica la cantidad de azúcar presente en el fruto (Andrimba Alba, 2022). Se realizó un análisis no paramétrico de Kruskal Wallis como lo indica la tabla 23, en el cual establece que, al menos uno de los tratamientos es distinto al resto ya que el valor de p-value es menor a 0,05.

Tabla 23

Análisis de Kruskal Wallis de Sólidos Solubles de Pitahaya Enlatada

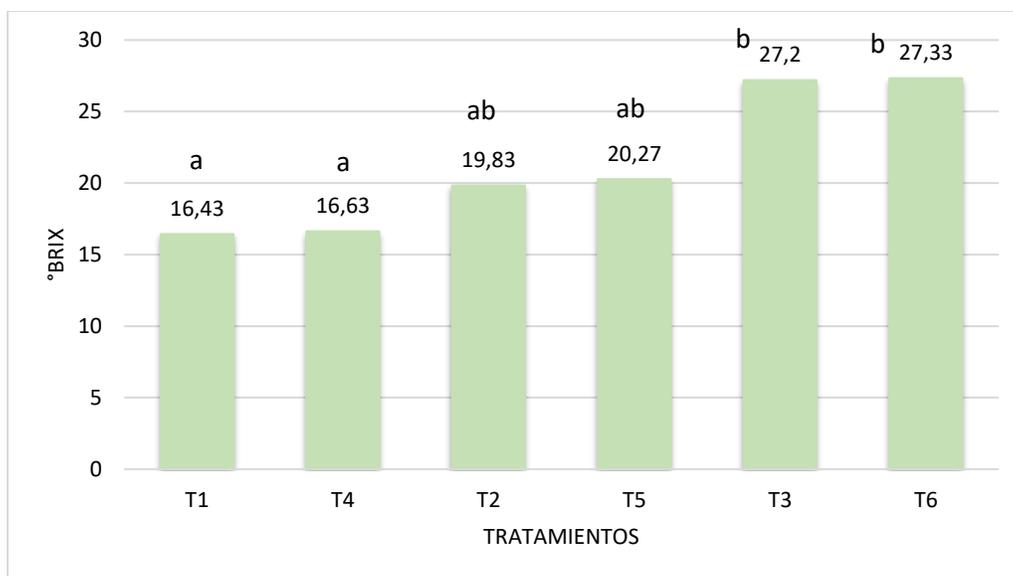
Tratamientos	Concentración	Escaldado	N	Medias	D.E.	Medianas	H	p
T1	C1	E1	3	16,43	0,29	16,6	15,5	0,0084
T2	C2	E1	3	19,83	0,45	19,8		
T3	C3	E1	3	27,2	0,44	27		
T4	C1	E2	3	16,63	0,21	16,7		
T5	C2	E2	3	20,27	0,21	20,2		
T6	C3	E2	3	27,33	0,15	27,3		

Nota: valores menores al 0,05 son altamente significativos

Para determinar que tratamientos son diferentes, se procedió a realizar una prueba de Ranking, en este se expresan los resultados en la figura 16.

Figura 16

Sólidos Solubles de Pitahaya en Almíbar



Nota: medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Siendo T3 y T6 los tratamientos que presentaron resultados más altos en comparación con los demás tratamientos. Este comportamiento se pudo dar por el intercambio de masa que existió entre la fruta con el líquido de cobertura, donde Félix Velasco (2013) encontró que, el aumento de la concentración de °Brix en la fruta en almíbar se debe a que existe un proceso de difusión, en el que existe el intercambio de materiales entre el líquido de cobertura y la fruta inmersa en él. En otro estudio Gutiérrez Tlahque et al. (2019) afirman que las frutas al momento de pasar por un proceso térmico, estas pierden agua y esto favorece a la concentración de sólidos en el mismo.

La variación en los datos obtenidos pudieron darse debido principalmente a la transferencia de masa que existe en el proceso, ya que Palacios Farfan (2019) explica que, en el momento que se aplican procesos térmicos, se provoca una disminución en el grado de interacción molecular obteniendo un incremento en el espacio intermolecular, en donde existe la transferencia de sólidos desde la solución más concentrada hacia la más diluida.

4.2.1.2. pH

Al momento de realizar un producto enlatado, se debe tomar en cuenta el pH de la fruta en estado fresco como del producto ya terminado, un pH no adecuado y elevado podría ocasionar la proliferación de microorganismos y pérdida inmediata del enlatado. Se realizó el análisis de varianza bajo los supuestos de normalidad y de homogeneidad de los datos, se evidenció que existe diferencias significativas para los tratamientos y en especial para el factor A como lo indica la

tabla 24, por lo que se determinó que la concentración del líquido de cobertura influye sobre el pH de la pitahaya en almíbar.

Tabla 24

Análisis de Varianza Para el pH de la Pitahaya Enlatada

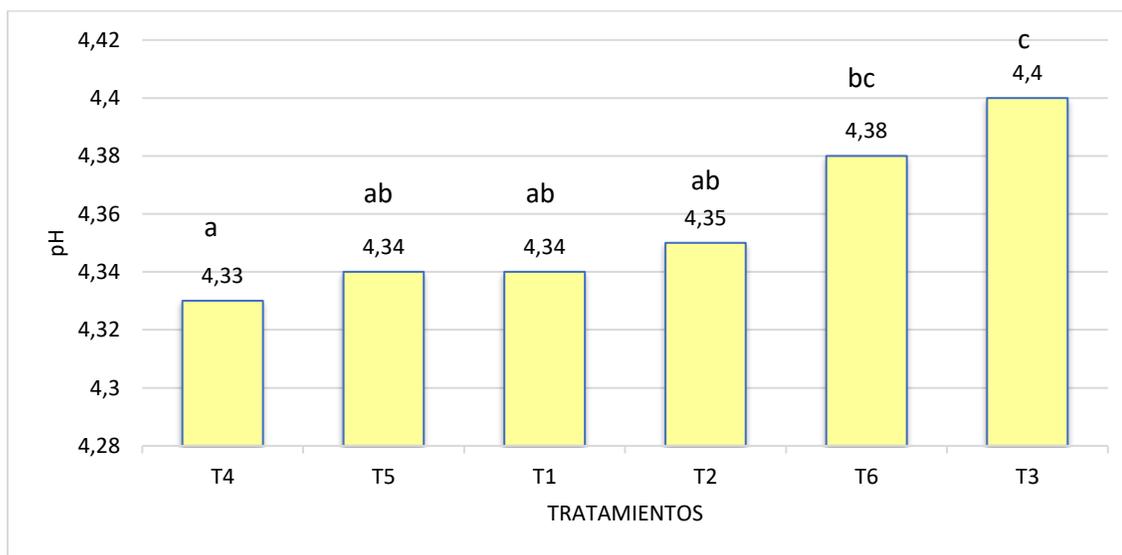
Fuente de variación	Grado de libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	fo (f tabulado)	f 0.05 (f calculado)	f0.01 (f calculado)	
Total	17,00	0,0149					
Tratamientos	5,00	0,0118	0,0024	9,27	3,11	5,06	**
Concentración	2,00	0,0105	0,0053	20,63	3,89	6,93	**
Escaldado	1,00	0,0011	0,0011	4,26	4,75	9,33	NS
I cxt	2,00	0,0002	0,0001	0,41	3,89	6,93	NS
Error	12,00	0,0031	0,0003	1			

Nota: ** altamente significativo; NS no significativo

En la figura 17 se observa el comportamiento del pH de la pitahaya luego del proceso de enlatado. Este análisis se lo evidenció después de hacer la prueba de Tukey para los tratamientos.

Figura 17

pH de la Pitahaya Enlatada en Almíbar



Nota: medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

El pH presentó un incremento en comparación con la pitahaya en estado fresco, a pesar de que todos los tratamientos se encontraron por debajo del valor establecido ($pH < 4,6$); el T4

presento el valor más bajo, siendo estadísticamente diferente al resto de los tratamientos, este valor bajo de pH es beneficioso para las frutas en conserva, evita el deterioro por la acción de microorganismos. Este comportamiento se debió a que el pH tiende a subir con el incremento en la concentración del líquido de cobertura, el incremento de °Brix en el medio tiende a volverse más alcalino y aumenta el riesgo de proliferación de microorganismos, en especial de mohos y levaduras que son más comunes en frutas en conserva. Rodríguez Partida et al. (2009) reportó en su investigación que, en conservas de frutas ácidas se debe mantener un $\text{pH} \leq 4,6$, de esta forma se inhibe el crecimiento microbiológico, especialmente de mohos y levaduras y se puede aplicar un proceso de pasteurización final al producto para su conservación, cumpliendo con este requisito de seguridad alimentaria. Mientras que Alzamora et al. (2004) recomendó que, se debe mantener el pH de la fruta conservada tan bajo como su naturaleza lo permita, de esta manera lograr que el enlatado sea seguro.

Además, Yanes Nodal (2018) explicó que, al momento de añadir ácido cítrico al líquido de cobertura se produce un autorregulación del pH, ya que el ácido actúa como amortiguador en la solución, además los compuestos bioactivos son sensibles a los cambios de pH en el medio, donde estudios anteriores comprobaron que existió una mayor estabilidad de estos compuestos en $\text{pH} \leq 5$ (Reyes Aguilar, 2014).

4.2.1.3. Acidez Titulable

El porcentaje de acidez titulable y el contenido de sólidos solubles indican el índice de madurez de la fruta, siendo un factor importante en la calidad de los frutos, además está relacionado al contenido de ácido predominante en la fruta. Se elaboró un análisis no paramétrico de Kruskal Wallis, en base a la tabla 25 y se determinó que al menos uno de los tratamientos es distinto al resto debido a que el p-value es menor a 0,05.

Tabla 25

Análisis de Kruskal Wallis Para Acidez Titulable

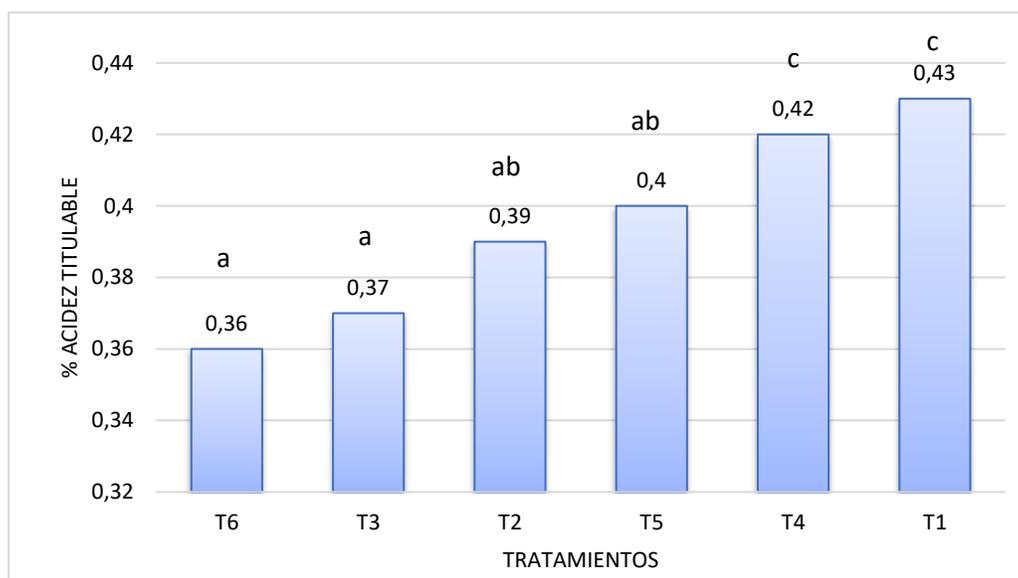
Tratamiento	Escaldado	N	Medias	D.e.	Medianas	h	p
T1	E1	3	0,43	0,03	0,42	13,41	0,0186
T2	E1	3	0,39	0,01	0,39		
T3	E1	3	0,37	0,02	0,37		
T4	E2	3	0,42	0,02	0,41		
T5	E2	3	0,4	0,02	0,4		

T6 E2 3 0,36 0,02 0,36

Para determinar si existe diferencias entre los tratamientos, se efectuó una prueba de ranking, resumido en la figura 18, en el que se explica el comportamiento de la acidez titulable de pitahaya enlatada en almíbar.

Figura 18

% de Acidez Titulable en Pitahaya Enlatada en Almíbar



Nota: medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

En comparación con la materia prima, se obtuvieron resultados por debajo de lo inicial, se determinó que, los valores más altos se obtuvieron en T4 y T1 siendo estadísticamente diferentes para el resto de los tratamientos. Este comportamiento pudo haberse dado ya que porcentaje de acidez titulable disminuye en relación con el incremento de la concentración del líquido de cobertura, donde los tratamientos con concentraciones de 30 y 20 °Brix tienen los datos estadísticos más bajos debido a que el incremento del azúcar en el medio hace que este sea menos ácido y más alcalino. Ordóñez Santos et al. (2014) sugirió en su investigación que, el porcentaje de acidez titulable como el pH se ven relacionados disminuyendo en uno y aumentando en otro, conforme se vaya aumentado la concentración del azúcar en el líquido de cobertura y el proceso de lixiviación en el almíbar y concentración en la fruta.

Mientras que Gutiérrez Tlahque et al. (2019) encontró que, este comportamiento se encuentra directamente relacionada con el contenido de ácidos orgánicos presentes en la fruta y que una disminución se debe a procesos de lixiviación y oxidación de estos ácidos debido a someterlos a tratamientos térmicos, afectando la estructura celular que los contiene. Finalmente Bolaños Pabón & Calero Guerrero (2015), reportó en su investigación que, el acidez titulable disminuye durante el almacenamiento ya que estos ácidos orgánicos se metabolizan, el ácido cítrico se transforma en azúcares, ácidos orgánicos no volátiles y aminoácidos, usados en reacciones de oxidación en procesos de maduración.

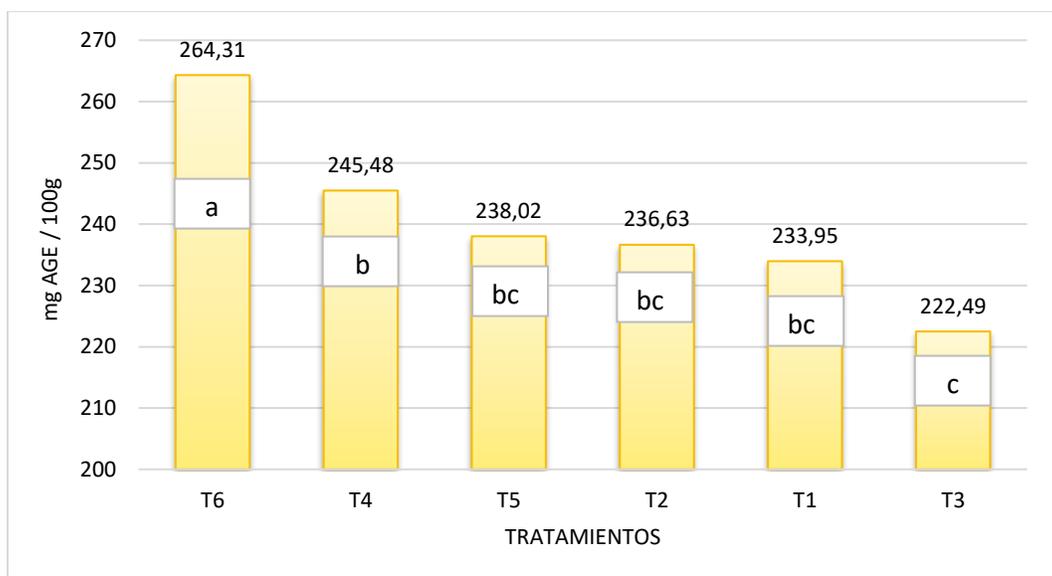
4.2.2. Características funcionales

Para el análisis de las características funcionales de la pitahaya enlatada en almíbar, se realizó el estudio estadístico una vez se elaboraron los análisis de laboratorio. Se debe considerar que la obtención de los datos es en base a una muestra seca.

4.2.2.1. Polifenoles

Según Valero, Colina, & Ineichen (2012), el poder antioxidante de una fruta está íntimamente relacionado al contenido de polifenoles presentes en ella. La razón por la que se analizó el contenido de polifenoles en pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) enlatada. Se examinó los supuestos del ADEVA, se aplicó el análisis de varianza, en el cual presenta una alta significancia con respecto a los tratamientos y la interacción del Factor AxB, mientras que el Factor B es significativa y por último el Factor A no es significativa, rechazando la hipótesis nula y aceptando la alternativa. Se realizó la prueba de Tukey para los tratamientos y la prueba de DMS para los factores.

En la figura 19, se pudo denotar valores bajos de contenido de polifenoles en todos los tratamientos en todos los tratamientos en comparación con la materia prima fresca, donde Hernández Toledo (2013) encontró en su investigación que, la disminución puso ser el resultado de las reacciones de degradación de causan los tratamientos térmicos durante el proceso de enlatado además que, al ser compuestos hidrófilos, estos pudieron migrar al líquido de gobierno en el que se encuentra la fruta. Además Domínguez Romero (2011) afirma que, la estabilidad del contenido de polifenoles en las frutas puede verse afectado al momento de pelar o picar ya que provocan pérdidas de sus componentes, eso explicaría que todos los tratamientos se vieron afectados.

Figura 19*Tratamientos y su Respectivo Contenido de Polifenoles*

Nota: medias con una letra en común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Se pudo evidenciar que el T6 y T3 son estadísticamente diferentes, mientras que los tratamientos: T4, T5, T2, y T1 son similares entre sí. El T6 fue el mejor tratamiento y el que cuida el contenido de polifenoles en la pitahaya enlatada, se destacó ya que recibió un escaldado con vapor, mientras que el T3, recibió un escaldado por inmersión, donde se puede evidenciar que escaldar con vapor se mantienen el contenido de polifenoles, además que el vapor es menos invasivo que el agua en ebullición ya que arrastra con ella propiedades nutricionales como funcionales.

No obstante, se realizó la prueba de significancia DMS para el factor B (tipo de escaldado), el cual es significativo, como se puede observar en la tabla 26, lo cual indica que con el escaldado a vapor se procura conservar el contenido de polifenoles totales en la fruta enlatada, igualmente Gimferrer Morató (2009) señala que el proceso de escaldado con vapor provocan menos pérdida de compuestos hidrosolubles.

Tabla 26*Prueba de DMS Para el Factor B*

T. Escaldado (B)	Medias mg GAE/100 g MS	Rangos
------------------	------------------------	--------

T2 (Vapor)	245,43	a
T1 (Inmersión)	234,87	b

Esto concuerda con la investigación de Volden, Borge, Hansen, Wicklund, & Bengtsson (2009) que sometió a distintas variedades de coliflor a distintos procesos térmicos, uno de ellos es el escaldado en inmersión en agua (96 a 98 °C por 3 min.) y el otro es una cocción en vapor por 10 minutos, donde encontró una pérdida de fenoles totales del 10 al 21% en el proceso de inmersión, mientras que la cocción a vapor casi no provocó cambios en el contenido de fenoles totales, las pérdidas repostadas en coliflor en proceso de inmersión, son similares a las que se encontró en pitahaya enlatada, donde se obtuvieron pérdidas del 23,67%.

Al igual que Arrázola Paternina et al., (2016) quien encontró la inhibición máxima de la actividad enzimática de polifenoloxidasas (PPO), la cual ocurrió al momento de escaldar por inmersión a dos variedades de batatas a 85 °C por 180 s, obteniendo una disminución del 86,8% en variedad morada y 86,17% en variedad blanca, mostrando así, un comportamiento decreciente de la actividad enzimática de PPO estrechamente relacionado con la temperatura de escaldado y el tiempo a la cual se sometió el proceso, ya que la PPO es menos termoestable con el incremento de temperatura, siendo independiente de la variedad de batata.

No obstante, Lucas Martínez, (2015) determinó que el mejor tipo de escaldado en dos variedades de tomates de árbol (amarillo y morado) es el escaldado a vapor (90 °C por 2 min), ya que presentó la mayor cantidad de polifenoles, en el caso el tomate amarillo 56,037 mg de ácido gálico equivalente/ 100 g muestra y 124,39 mg en el caso de la variedad morada, esto fue en comparación a un proceso de escaldado por inmersión con los mismos parámetros de temperatura y tiempo, siendo estos los resultados, 43,296 y 85,124 mg de ácido gálico equivalente/100 g de muestra respectivamente, tanto para la variedad amarilla y morada.

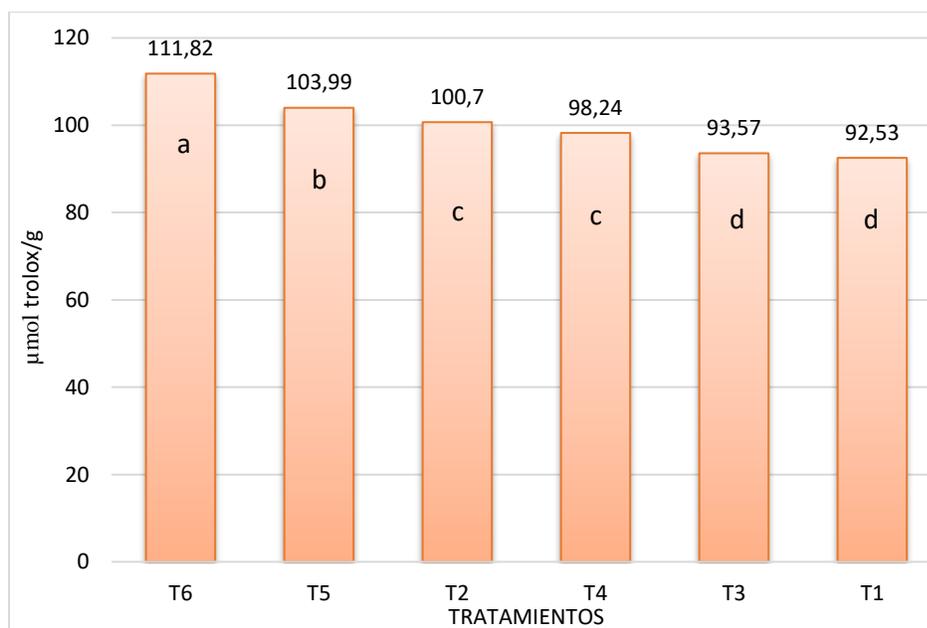
Por último Valero, Colina, & Ineichen, (2012) trabajó con dos tipos de ciruelas (amarilla y roja) en las cuales, el lote dos de la materia prima para su investigación, fue sometido a un proceso de escaldado por vapor (100 °C por 4 minutos) dando como resultado un incremento en el contenido de polifenoles en las dos variedades de ciruelas criollas, por la tanto se recomendó utilizar este método de escaldado para la conservación de frutas, sin olvidar que es importante y primordial el consumo en fresco.

4.2.2.2. Capacidad Antioxidante

En la actualidad las personas han despertado la necesidad de consumir alimentos que contienen la capacidad de inhibir el proceso oxidativo, originario en el organismo por los radicales libres, el consumo de vegetales y frutas está íntimamente relacionado con la disminución de las enfermedades degenerativas, pero muchas veces se debe tomar en cuenta la forma en la que se consume estos alimentos (procesados o frescos) y si recibieron algún tipo de proceso térmico ya que este último factor puede afectar el contenido natural de antioxidantes en la fruta o vegetal (Valero et al., 2012). Por este motivo se realizó el análisis estadístico después de haber realizado el proceso de enlatado para conocer la influencia de los factores en estudio en el contenido de capacidad antioxidante en pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus*) enlatada. Se realizó un análisis de ADEVA dando como resultado que los datos son altamente significativos, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa que significa que, el proceso de escaldado afecta las características funcionales. En la figura 20 se observa el comportamiento de la capacidad antioxidante en los distintos tratamientos.

Figura 20

Tratamientos y su Respectivo Contenido de Capacidad Antioxidante



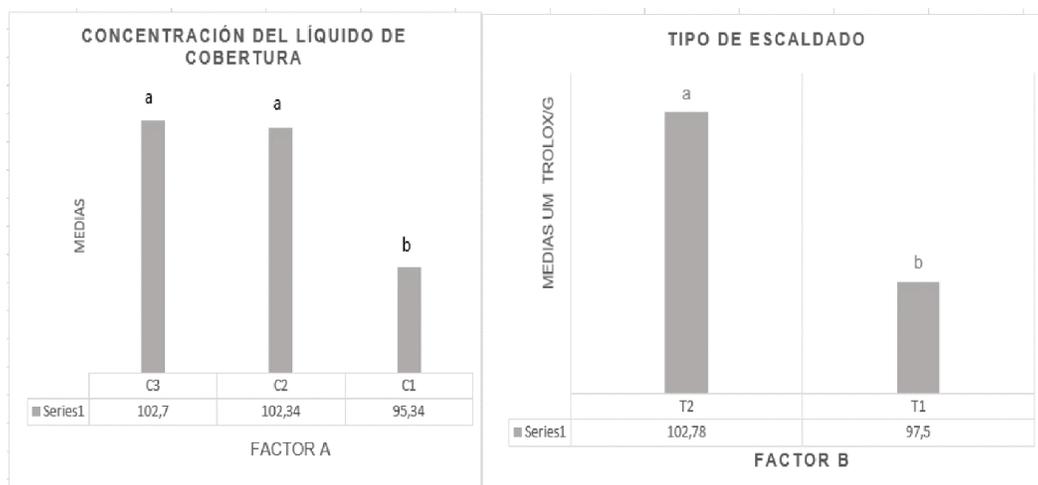
Todos los tratamientos obtuvieron resultados menores en comparación con la materia prima, debido que los tratamientos térmicos aplicados en la fruta durante el proceso de enlatado

hace que pierda los compuestos termolábiles como vitaminas, compuestos fenólicos y capacidad antioxidante presentes en la fruta (Encina Zelada et al., 2013). Además, se encontró como resultado que, tanto T6 y T5 son estadísticamente diferentes y fueron los mejores tratamientos, ya que fueron tratados con procesos térmicos idénticos (escaldado vapor) y con las más altas concentraciones del líquido de cobertura (30 y 20 °Brix), en comparación con T3 y T1 que son estadísticamente iguales, estos fueron sometidos a un escaldado por inmersión, explicando así que el escaldado a vapor se consideró como el mejor método de blanqueamiento, conservando la capacidad antioxidante de la pitahaya enlatada en almíbar. Además que el comportamiento del T3 no sólo se considera en esa posición por el método de escaldado, se evidenció que en todo el proceso de enlatado, todas las operaciones realizadas se las hizo de forma controlada ya que se obtuvo un CV de 0,94, sino que se le atribuye principalmente al estado de madurez de la fruta, ya que tiene una relación directamente proporcional con respecto al contenido de capacidad antioxidante, llegando a la conclusión de que la fruta utilizada para ese tratamiento no cumplió con el estado de madurez utilizado en la presente investigación (pintón), sino que estaría en un estado verde explicando su bajo contenido de capacidad antioxidante, al igual que Bolaños Pabón & Calero Guerrero (2015), evidenció en su investigación que, al momento de trabajar con dos estados de madurez en la pitahaya (4 y 5), encontró mayor contenido de compuestos bioactivos en el estado 5 que en el 4, demostrando que en cuanto incrementa el estado de madurez en la fruta también habrá en el contenido de polifenoles totales, vitamina C y capacidad antioxidante.

En la figura 21 se puede apreciar cada uno de los factores y como influyen en la obtención de los resultados finales.

Figura 21

Prueba de DMS Para Capacidad Antioxidante de los Factores A y B



Se puede apreciar que el factor A como B influyen en el contenido de capacidad antioxidante en el proceso de enlatado de pitahaya y los resultados obtenidos son menores en comparación con la materia prima fresca y pueda darse la disminución ya que las frutas tratadas térmicamente consumen ácido ascórbico y polifenoles como reactantes en el pardeamiento; los productos de estas reacciones pueden exhibir tanto propiedades antioxidantes, como pro oxidantes (Nicoli et al., 1999). Afirmando lo que dice Félix Velasco (2013) quien menciona, que el incremento de la concentración de la solución se forma una capa de soluto sobre la superficie de la fruta que actúa como barrera reduciendo la pérdida de nutrientes, el azúcar de la solución permite la inhibición de la enzima polifenoloxidasas que cataliza los procesos oxidativos, la inmersión de la fruta en la solución reduce el contacto del producto con el oxígeno retardando procesos oxidativos, previniendo la pérdida de sabores y aromas volátiles además, que al aumentar la concentración en la solución ayuda a menorar el tiempo de cuarentena del producto.

Aunque se debe tomar en cuenta que la fruta estaba previamente escaldada lo cual según Moreira Azoubel et al. (2009) provocaría que en el momento de la deshidratación osmótica exista un mayor flujo de sustancias de la fruta hacia la solución, ya que las células de la fruta actuarían como una membrana semi-permeable.

Para el Factor B que es el tipo de escaldado (inmersión en agua y vapor) se puede observar en la Figura 21 que, el escaldado a vapor es el método que conserva la capacidad antioxidante de la pitahaya, al igual que Lucas Martínez, (2015) que al experimentar con dos variedades de tomate de árbol (amarillo y morado) y dos tipos de escaldado, encontró que el escaldado a vapor (90 °C por 2 min.) preservó la capacidad antioxidante de la fruta en comparación al blanqueamiento por

inmersión, con la idea de que en este proceso los antioxidantes de la fruta migran de la piel hacia la pulpa.

Volden et al., (2009) en su experimentación implementando variedades de coliflor y distintos procesos térmicos donde el mejor tratamiento que logró preservar tanto la concentración de polifenoles como la capacidad antioxidante fue realizando un blanqueamiento con vapor por 10 minutos.

4.3. Determinar costos de elaboración de pitahaya en almíbar enlatada

Según lo que dice Chan (2002), los gastos variables son llamados así, ya que estos dependen de la cantidad que se va a procesar, estos son la suma de los costos de: materia prima, mano de obra, envases, insumos y transporte. Mientras que los costos fijos son aquellos que no cambian independientemente del volumen que se produce. En las tablas 27 y 28 se especifican tanto los costos variables y fijos de la elaboración de pitahaya en almíbar, dando como resultado un costo variable de \$76,53 y como costo fijo un total de \$2,03.

Tabla 27

Costos Variables de Elaboración de Pitahaya Enlatada en Almíbar

	Unidad	Costo unitario \$	Cantidad utilizada	Costo Total
Materia Prima (Babaco)	kg	1,30	27,45	35,69
Sorbato de Potasio	kg	10,4	0,036	0,37
Azúcar	kg	0,72	2	1,44
Ácido cítrico	kg	3,6	0,036	0,13
Latas	u	0,6	24	14,40
Mano de obra	h	2,5	6	15
Tanque de gas	u	3	1	3
Diesel	galón	1,30	5	6,5
Total	\$			76,53

Tabla 28

Costos Fijos de la Elaboración de Pitahaya Enlatada en Almíbar

	Unidad	Costo unitario	Cantidad utilizada	Costo Total
Luz	kWh	0,80	1	0,80
Agua	m ³	1,23	1	1,23
Total				2,03

El precio es un factor importante al momento de comercializar un producto, con este se pretende dar un valor justo al consumidor, además que es el principal atractivo a la hora de tomar una decisión de compra. Para fijar el precio se debe tomar en cuenta al mercado que está dirigido el producto, por efectos de estudio el precio del producto se basa inicialmente en precios del mercado (Obando Villada, 2014).

Según dice Lopez Parra (2015) el costo unitario de un producto es un valor promedio que va a variar que, a cierto volumen de producción, cuesta producir una unidad de producto y este puede ser calculado dividiendo el costo total de producción (costos fijos más variables) por la cantidad total de unidades producidas.

$$\text{Costo unitario} = \frac{\text{costos fijos totales} + \text{costos variables totales}}{\text{unidades totales producidas}}$$

$$\text{Costo unitario} = \frac{2,03 + 76,53}{24}$$

$$\text{Costo unitario} = \frac{78,56}{24}$$

$$\text{Costo unitario} = 3,27$$

Analizando los precios unitarios de algunas conservas de frutas de marcas reconocidas en el mercado, se encontró que SNOB (2021), el precio unitario del enlatado es de \$4,10 mientras que Mercahorro (2021) la marca FACUNDO el precio del enlatado en el mercado es de \$3,50 y LOS ANDES (2021) con un precio unitario de \$3,50. Concluyendo que el precio de la pitahaya enlatada en almíbar de \$3,27 se encuentra en los rangos de precio del mercado además que es un precio por unidad similar al de Pozo (2021) quien realizó el mismo análisis de costos y su resultado fue \$3,97.

Finalmente se realizó la comparación funcional con las frutas más comunes y utilizadas en los productos de enlatado, como es la piña y el durazno. En una investigación realizada por Domínguez (2011), donde utiliza pulpa de piña, encontró un contenido de fenoles totales de 83 mg GAE/100g y en capacidad antioxidante un total de 18 $\mu\text{mol Trolox/g}$, tomando en cuenta que la pulpa de la fruta no pasó por ningún proceso térmico, como es el escaldado o la pasteurización. Mientras que R. J. García et al. (2016), realizó análisis funcionales de dos variedades de durazno encontrando como resultados de 121 y 89 mg AGE/100g para el contenido de fenoles totales mientras que se registró un total de 18,15 y 7,53 $\mu\text{mol Trolox/g}$ para capacidad antioxidante tanto de la variedad de Sonora y California respectivamente, sin olvidar que en esta investigación se realizó en materia prima fresca.

En comparación con el enlatado de pitahaya amarilla, se sometió a la fruta a procesos térmicos y se obtuvieron resultados mínimos de 222,49 mg AGE/100 g para polifenoles totales y 92,53 $\mu\text{mol Trolox/g}$ para capacidad antioxidante y en comparación con el durazno y piña en estado fresco, se puede denotar que la fruta estudiada contiene 5 veces más contenido en capacidad antioxidante y dos veces más en contenido de polifenoles totales que las frutas de comparación.

4.1. Análisis microbiológico de pitahaya enlatada

Para la elaboración de pitahaya en almíbar, es fundamental mantener Buenas Prácticas de Manufactura en todo el proceso de elaboración y garantizar la obtención de un producto seguro para el consumidor, por este motivo se realizaron análisis microbiológicos que acrediten que todo el procedimiento se realizó de la mejor manera para la obtención del enlatado. Según Chan (2002), otra forma de asegurarse la eliminación de microorganismos patógenos, es trabajar con temperaturas mayores a los 90°C. en la figura 22 se puede observar las distintas diluciones que se realizaron para el análisis microbiológico.

Figura 22

Diluciones Para Cada Tratamiento y Siembra



Se observó en el transcurso de las 72 horas de haber realizado la siembra, en todas las placas no se encontró microorganismos como lo indican la figura 23 al igual que a las 120 horas se obtuvo el mismo resultado en cada una de las placas.

Figura 23

Placas Microbiológicas de Cada de los Tratamientos



Los resultados obtenidos coinciden con los de Andrimba Alba (2022) y Pozo (2021) quienes consideran que las frutas ácidas ($\text{pH} < 4,6$) y adicionalmente que hayan recibido tratamientos térmicos aplicados durante el proceso de enlatado, permite la inhibición de microorganismos, manteniendo estable el producto y confiable para el consumo.

Poe otra parte en el reglamento sanitario de alimentos establecido por el (Ministerio de Salud, 2018) menciona que las conservas de frutas deberán cumplir con los requisitos microbiológicos como se muestra en la siguiente tabla 29.

Tabla 29*Límites Permitidos de Microorganismos en Productos Pasteurizados*

Parámetro	m y M
Recuento de Mohos y Levaduras UP/cm ³	m<10 UP/cm ³ M=10 UP/cm ³

Fuente: Norma INEN 2337, 2008

En donde:

m: valor del parámetro microbiológico, nivel de aceptación

M: valor del parámetro microbiológico, nivel de rechazo

UP: Unidades Propagadoras

CAPITULO V

CONCLUSIONES Y RESULTADOS

5.1. Conclusiones

✓ El estado de madurez óptimo para el proceso de enlatado de esta fruta es el estado fisiológico (pintón).

✓ En los análisis fisicoquímicos de la fruta enlatada, influye significativamente la concentración del líquido de cobertura; mientras que el método de escaldado no influye.

✓ Se pudo evidenciar, que los métodos de escaldado influyen significativamente en el contenido de polifenoles y de capacidad antioxidante del producto; mientras que la concentración de líquido de cobertura influye solamente sobre el contenido de capacidad antioxidante; obteniendo que el mejor tratamiento (T6) conserva de una mejor manera, las propiedades funcionales de la pitahaya enlatada.

✓ El costo unitario del producto final es de \$3,27 dólares, el cual se encuentra en equilibrio con productos similares posesionados en el mercado, además, la pitahaya enlatada posee mayores propiedades funcionales en comparación con piña y durazno.

✓ Se determina que el proceso de enlatado influye significativamente sobre las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la pitahaya en almíbar, por lo que se acepta la hipótesis alternativa planteada en esta investigación.

5.2.Recomendaciones

- ✓ Realizar la evaluación de este producto utilizando un estado de madurez comercial y una variedad distinta, para determinar si otro estado de madurez puede conservar aún más las propiedades funcionales del producto final y realizar una comparación con esta investigación.
- ✓ Determinar la vida útil del producto enlatado en condiciones ambientales durante su almacenamiento.
- ✓ Realizar un análisis sensorial de los mejores tratamientos y evaluar su aceptabilidad.

CAPITULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, K. (2016). *CARACTERIZACIÓN DEL MANEJO POSCOSECHA Y CUANTIFICACIÓN DE LAS PÉRDIDAS DE PITAHAYA (Selenicereus megalanthus Haw) EN EL NOROCCIDENTE DE PICHINCHA* (Issue June). UDLA.
- Ali, A., Zahid, N., Manickam, S., Siddiqui, Y., & Alderson, P. G. (2014). Double Layer Coatings: A New Technique for Maintaining Physico-Chemical Characteristics and Antioxidant Properties of Dragon Fruit During Storage. *Food and Bioprocess Technology*, 7(8), 2366–2374. <https://doi.org/10.1007/s11947-013-1224-3>
- Alzamora, S. M., Guerrero, S., Nieto, A., & Vidales, S. (2004). Conservación de Frutas y Hortalizas mediante Tecnologías Combinadas. Manual de capacitación. *FAO*.
- Andrade-Chávez, M. (2015). *OBTENCIÓN DE LÁMINAS DESHIDRATADAS A PARTIR DE PULPA DE PITAHAYA Hylocereus undatus* [UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE]. <https://doi.org/10.14482/sun.30.1.4309>
- Andrimba Alba, L. (2022). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y FUNCIONALES DE LA UVILLA Physalis peruviana L. EN ALMÍBAR*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- Arapa Fernández, F. H. (2012). *OBTENCIÓN DE UN ALMÍBAR A BASE DE PIÑA (Ananascomosus) CON LACTOSUERO*. UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO.
- Arias Cardona, L. F. (2016). *Efectos de los tratamientos térmicos sobre las propiedades nutricionales de las frutas y las verduras*. Corporación Universitaria Lasallista.
- Arrázola Paternina, G., Alvis Bermúdez, A., & García Mogollón, C. (2016). Efecto del tratamiento de escaldado sobre la actividad enzimática de la polifenoloxidasa en dos variedades de batata (*Ipomoea batatas* Lam .) Blanching treatment effect on the enzymatic activity of polyphenoloxidase in two varieties of sweet potato (*Ipom.* *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 10(1), 80–88.
- Betancourt, B., Toro, J. C., Mosquera, H. A., Castellanos, J. C., Martínez, R., Aguilera, A.,

- Perdomo, L. E., & Franco, A. (2010). *AGENDA PROSPECTIVA DE INVESTIGACIÓN Y DESARROLLO TECNOLÓGICO PARA LA CADENA PRODUCTIVA DE LA PITAHAYA AMARILLA EN FRESCO EN EL VALLE DEL CAUCA*.
- Bolaños Pabón, G., & Calero Guerrero, C. (2015). *CALIDAD POSCOSECHA Y COMPONENTES BIOACTIVOS DE PITAHAYA (Hylocereus triangularis) Y GUAYABA (Psidium guajava) DEBIDO A ÍNDICES DE MADUREZ Y TEMPERATURA DE CONSERVACIÓN*. UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS.
- Caetano Creucí, M., Tamayo, F., Muñoz, J. E., Morales, J. G., Suárez, R. S., Sandoval, C. L., Martínez, M. A., Cañar, D., Peña, R. D., Parra Sánchez, É., Muñoz Galíndez, E., Rojas, R. D., René Jiménez, J., Benavides, A. E., & Pérez, L. F. (2011). ENFOQUE MULTIDISCIPLINARIO PARA SOLUCIÓN EN EL AGRO COLOMBIANO: EL CASO PITAHAYA AMARILLA *Selenicereus megalanthus*. *Rev. Asoc. Col. Cienc.(Col.)*, 23, 52–64. <https://docplayer.es/55517526-Enfoque-multidisciplinario-para-solucion-en-el-agro-colombiano-el-caso-pitahaya-amarilla-selenicereus-megalanthus.html>
- Caetano, M., Otálvaro, F., Muñoz, J. E., Morales, J. G., Suárez, R. S., Sandoval, C. L., Martínez, M. A., Cañar, D. Y., Peña, R. D., Parra, É., Muñoz, E., Rojas, R. D., Jiménez, J. R., Benavides, A. E., & Pérez, L. F. (2015). Enfoque multidisciplinario para solución en el agro colombiano: el caso Pitahaya Amarilla (*Selenicereus Megalanthus*). *Revista De La Asociacion Colombiana De Ciencias Biologicas*, 1(23), 52–64.
- Cañar, D., Caetano, C., & Bonilla, M. (2014). CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA Y PROXIMAL DEL FRUTO DE PITAHAYA AMARILLA [*Selenicereus megalanthus* (K . SCHUM . *Agronomía*, 22(1), 77–87.
- Centurión Yah, A., Solís Pereira, S., Saucedo Veloz, C., Báez Sañudo, R., & Sauri Duch, E. (2008). CAMBIOS FÍSICOS , QUÍMICOS Y SENSORIALES EN FRUTOS DE PITAHAYA (*Hylocereus undatus*) DURANTE SU DESARROLLO. *Revista Fitotecnia Mexicana*, 31.
- Chan, Y. (2002). *Conserva De Papaya , Piña Y Mango* [Universidad Earth]. <http://usi.earth.ac.cr/glas/sp/50000021.pdf>
- Daza, L. D., Herrera, A. V., Murillo, E., & Mendez, J. J. (2014). *EVALUACIÓN DE*

PROPIEDADES ANTIOXIDANTES DE PARTE COMESTIBLE Y NO COMESTIBLE DE PITAHAYA, UCHUVA Y MANGOSTINO. 12(1), 98–105.

<http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v12n1/v12n1a12.pdf>

Delgado Jurado, M. A. (2015). *BETALAÍNAS DEL FRUTO DE PITAHAYA AMARILLA (Selenicereus megalanthus): IDENTIFICACIÓN, ESTABILIDAD Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE IN VITRO*. <https://doi.org/10.1145/3132847.3132886>

Domínguez, C. R. (2011). Contenido de compuestos bioactivos y su contribución a la capacidad antioxidante durante la maduración de piña cv. “Esmeralda.” In *Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.*

<https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/179/1/Rosas>

Dominguez_2011_MC.pdf

Domínguez Romero, E. (2011). *INFLUENCIA DE LOS TRATAMIENTOS TÉRMICOS EN LA ELABORACIÓN DE PRODUCTOS UNTABLES DE KIWI FORMULADOS CON SACAROSA O ISOMALTULOSA-FRUCTOSA* [UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE VALENCIA]. [https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11597/Tesis Master Esther Dom%EDnguez.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/11597/Tesis%20Master%20Esther%20Dom%C3%83nguez.pdf?sequence=1)

Encina Zelada, R., Bernal Sánchez, A., & Rojas Hurtado, D. (2013). Efecto de la temperatura de pasteurización y proporción de mezclas binarias de pulpa de carambola y mango sobre su capacidad antioxidante lipofílica. *Universidad Nacional Agraria La Molina*, 197–219.

Félix Velasco, Á. G. (2013). *Proceso de Elaboración de Conserva de Kiwi en almíbar por Difusión molecular*. Universidad de Guayaquil.

Galiela, P. (2010). *Métodos de conservación de alimentos, enlatado y embotellado*.

Hoeteríasalamanca.Es. <https://www.hosteleriasalamanca.es/opinion/maria-pilar-martin/conservacion-alimentos-enlatado-embotellado-vacio.php>

García, M. C. (2017). *Pitaya: Cosecha y poscosecha*.

https://www.researchgate.net/publication/316159055_Pitaya_Cosecha_y_poscosecha

García Martínez, E., Fernández Segovia, I., & Fuentes López, A. (2015). *Determinación de polifenoles totales por el método de Folin- Ciocalteu*.

[https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia Martínez et al.pdf?sequence=1](https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/52056/Garcia%20Mart%C3%83nez%20et%20al.pdf?sequence=1)

- García, R. J., De la Rosa, L. A., Herrera Duenez, B., González Barrios, A. G., González Aguilar, G. A., Ruiz Cruz, S., & Alvarez Parrilla, E. (2016). Cuantificación de polifenoles y capacidad antioxidante en duraznos comercializados en Ciudad Juárez , México. *Tecnociencia*, V(May 2011), 67–75.
- Gimferrer Morató, N. (2009). *Escaldado de alimentos para mayor inocuidad | Consumer*. EROSKI Consumer. <https://www.consumer.es/seguridad-alimentaria/escaldado-de-alimentos-para-mayor-inocuidad.html>
- Guerrero Paredes, M. G. (2014). *Estudio del manejo poscosecha de pitahaya amarilla (Selenicereus megalanthus.) procedente del cantón Pedro Vicente Maldonado de la Provincia de Pichincha (Proyecto previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial)*. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.
- Guevara Pérez, A., & Cancino Chávez, K. (2015). Elaboración De Fruta En Almíbar. *Universidad Nacional Agraria- La Molina*, 1, 13. [http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/dpactl/lecturas/separata fruta en almibar.pdf](http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/dpactl/lecturas/separata%20fruta%20en%20almibar.pdf)
- Gutiérrez Tlahque, J., Santiago Sáenz, Y. O., Hernández Fuentes, A. D., Pinedo Espinoza, J. M., López Buenabad, G., & López Palestina, C. U. (2019). Influencia de los métodos de cocción sobre la actividad antioxidante y compuestos bioactivos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.). *Nova Scientia*, 11(22), 53–68. <https://doi.org/10.21640/ns.v11i22.1685>
- Hernández Toledo, C. (2013). *PROCESOS TÉRMICOS Y NO TÉRMICOS A PARTIR DEL FRUTO Physalis Peruviana Linnaeus* [UNIVERSIDADE DE CHILE]. https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/114228/hernandez_cc.pdf
- Huachi, L., Yugsi, E., Paredes, M., Coronel, D., Verdugo, K., & Pablo, C. (2015). DESARROLLO DE LA PITAHAYA (*Cereus* SP.) EN ECUADOR. *LA GRANJA. Revista de Ciencias de La Vida*, 22, 50–58. <https://doi.org/10.17163/lgr.n22.2015.05>
- Húbe, S., Flores, S., Balanza, M. E., Ordoñez de Yapur, A., Profili, J., & Nimo, M. (2005). Guía de Buenas Prácticas para la elaboración de conservas vegetales. *Ministerio de Agricultura, Ganadería y Pesca*, 51.
- INEN. (2003). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA- FRUTAS FRESCAS. PITAHAYA.

REQUISITOS. *INEN*, 12.

INEN. (2012). Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 1750:1994 HORTALIZAS Y FRUTAS FRESCAS. MUESTREO. *Instituto Ecuatoriano De Normalización*, 1, 26.

http://www.normalizacion.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/11/nte_inen_0980.pdf

INEN. (2013a). *DIRECTRICES PARA LOS LÍQUIDOS DE COBERTURA PARA LAS FRUTAS EN CONSERVA (CAC/GL 51-2003, IDT)*. 1, 5.

INEN. (2013b). *NTE INEN 2816- NORMA PARA LAS FRUTAS DE HUESO EN CONSERVA (CODEX STAN 242-2003, MOD)*. 12.

INIAP. (2021a). *DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE POR EL MÉTODO DE DECOLORACIÓN DEL CATION RADICAL ABTS+*.

INIAP. (2021b). *DETERMINACIÓN DE POLIFENOLES TOTALES EN PAPA LIOFILIZADA EN POLVO*.

Inagri. (2015). *Frutos Climáticos y No Climáticos*. Inagri S.C.

<https://www.intagri.com/articulos/poscosecha-comercializacion/frutos-climatericos-y-no-climatericos>

Introducción a la elaboración de conservas. (2020). Universidad Nacional de La Plata.

<http://lipa.agro.unlp.edu.ar/wp-content/uploads/sites/29/2020/03/GUIA-CONSERVAS.pdf>

Jami-Campues, M.-F. (2020). *EVALUACIÓN DEL MÉTODO DE CONSERVACIÓN DE ATMÓSFERAS CONTROLADAS SOBRE EL CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES Y ÁCIDO ASCÓRBICO DE LA PITAHAYA AMARILLA *Selenicereus megalanthus**. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

Jami, M. (2020). *Evaluación del método de conservación de atmósferas controladas sobre el contenido de polifenoles totales y ácido ascórbico de la pitahaya amarilla *Selenicereus megalanthus**. Universidad Técnica del Norte.

Lopez Parra, M. (2015). Determination of Unit Cost , an Efficient a Study of the Poverty and Marginalization At Sonora. *Instituto Tecnológico de Sonora*, 1–47.

<http://www.itson.mx/publicaciones/pacioli/Documents/no87/Pacioli-87-eBook.pdf>

LOS ANDES. (2021). *Conservas – Alimentos*. <https://alimentoslosandes.com/conservas/>

Lucas Martínez, V. A. (2015). *EFFECTO DEL PELADO SOBRE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE Y CONTENIDO DE POLIFENOLES DEL TOMATE DE ÁRBOL AMARILLO Y MORADO*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL.

Medina, J., Rebolledo, A., Kondo, T., & Toro, J. (2013). Manual Técnico. Tecnología para el manejo de pitaya amarilla *Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran en Colombia. In *Tecnología para el manejo de pitaya amarilla Selenicereus megalanthus* (K. Schum. ex Vaupel) Moran en Colombia. <https://doi.org/10.21930/978-958-740-147-9>

Mercahorro. (2021). *Granos y conservas (Enlatados)*. <https://mercahorro.com.ec/categoria-producto/granos-y-conservas-enlatados/>

Ministerio de Salud. (2018). *Reglamento Sanitario de los Alimentos Decreto 977-96*. <http://extwprlegs1.fao.org/docs/pdf/chi9315.pdf>

Moreira Azoubel, P., El-Aouar, Â. A., Tonon, R. V., Kurozawa, L. E., Antonio, G. C., Xidieh Murr, F. E., & Park, K. J. (2009). Effect of osmotic dehydration on the drying kinetics and quality of cashew apple. *International Journal of Food Science and Technology*, 44(5), 980–986. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2621.2008.01783.x>

Muñoz, & Gutiérrez. (2004). *Determinación de actividad antioxidante de diversas partes del árbol Nicotiana Glauca*. 26(2), 4.

Murillo Rodriguez, F. A., & González Baquerizo, L. X. (2016). *PROCESAMIENTO Y EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE LA FRUTA FICUS CARICA (HIGO) REFERIDO A CONSERVA , TROCEADO , DESHIDRATADO , EMPACADO AL VACÍO Y CONGELADO* . UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL.

Navarrete, O. (n.d.). *Conservas de frutas*. <https://oneproceso.webcindario.com/Conservas de frutas.pdf>

Nicoli, M. C., Anese, M., & Parpinel, M. (1999). Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables. *Trends in Food Science & Technology*, 10(3), 94–100. [https://doi.org/10.1016/S0924-2244\(99\)00023-0](https://doi.org/10.1016/S0924-2244(99)00023-0)

Norma Técnica Ecuatoriana NTE INEN 2003:2005 Frutas Frescas. Pitajaya Amarilla.

- Requisitos, (2005).
- NTE INEN 1529, I. N. D. N. (2013). NORMA TÉCNICA ECUATORIANA NTE INEN 1529-10 : 2013 Primera revisión CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS . Primera edición. *Norma Técnica Ecuatoriana Nte Inen 1529-7 : 2013, primera ed*(Quito-Ecuador), 1–8.
- Obando Villada, D. P. (2014). *ESTUDIO DE LA FACTIBILIDAD PARA LA CREACIÓN DE UNA MICROEMPRESA DE ELABORACIÓN DE CARAMBOLO EN ALMÍBAR EN LA CIUDAD DE IBARRA*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- Ordóñez Santos, L. E., Martínez Álvarez, G. M., & Vázquez Riascos, A. M. (2014). EFECTO DEL PROCESAMIENTO EN LAS PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL FRUTO DE MAMEY AMARILLO (*Mammea americana* L.). *Universidad Nacional de Colombia*, 377–385.
- Ortega Quintana, F. A., & Montes Montes, E. J. (2015). Efecto del escaldado y la temperatura sobre el color y textura de rodajas de yuca en freído por inmersión. *Revista ION*, 28(1), 19–28.
- Pachecho Bautista, F. A. (2019). *Módulo Costos de Producción* (Primera Ed). Ediciones Usta Universidad Santo Tomás.
- Palacios Farfan, E. P. (2019). *Elaboración de conserva de mango en almíbar como alternativa competitiva en el distrito de Tambogrande con base en la NTP 203.100 mangos en conserva*. UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO.
- Paredes Bautista, K. M. (2014). *ESTUDIO DEL EFECTO DEL HIDROENFRIAMIENTO Y LA UTILIZACIÓN DE DOS TIPOS DE EMPAQUE EN LA CALIDAD POSCOSECHA DE PITAHAYA AMARILLA (*Selenicereus megalanthus*)*. ESCUELA POLITÉCNICA NACIONAL.
- Pinto, N., De La Vega, J. C., & Cañarejo, M. (2016). Fruits and vegetables' preservation method using controlled atmospheres. *Agroindustrial Science*, 2, 231–238.
<https://doi.org/10.17268/agroind.science.2016.02.08>
- Posadas Chincilla, A. M. (2009). Determinación de errores y tratamiento de datos. *Revista Científica*, 9(125), 1–15.

- Pozo, D. (2021). *EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENATADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES Y FÍSICOQUÍMICAS DE BABACO Carica pentagona H. EN ALMÍBAR*. UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.
- Prodar, IICA, F. (2003). Fichas técnicas procesados de frutas. *Ica*, 79.
<https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Re, R., Pellegrini, N., Proteggente, A., Pannala, A., Yang, M., & Rice-Evans, C. (1999). Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical Biology and Medicine*, 26(9–10), 1231–1237. [https://doi.org/10.1016/S0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/S0891-5849(98)00315-3)
- Repo de Carrasco, R., & Encina Zelada, C. rené. (2008). *Determinación de la capacidad antioxidante y compuestos bioactivos de frutas nativas peruanas*. Revista de La Sociedad Química Del Perú. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1810-634X2008000200004
- Reyes Aguilar, S. L. (2014). Efecto de procesamiento sobre la estabilidad de polifenoles en extracto de mago (*Mangifera indica L.*). *Escuela Agrícola Panamericana, Zamorano*.
- Ricalde, F., & Andrade, L. (2009). *La PITAHAYA, una delicia tropical*. 36–43.
- Rioja Antezana, A., Vizaluque, B., Aliaga Rossell, E., Tejeda, L., Book, O., Mollinedo, P., & Peñarrieta, M. (2018). *DETERMINACIÓN DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL, FENOLES TOTALES, Y LA ACTIVIDAD ENZIMÁTICA EN UNA BEBIDA NO LÁCTEA EN BASE A GRANOS DE CHENOPODIUM QUINOA*. Revista Boliviana de Química. <https://www.redalyc.org/journal/4263/426358213006/html/>
- Rodríguez Partida, V., Pérez Aparicio, J., & Toledano Medina, M. Á. (2009). CONTROL DE CALIDAD DE CONSERVAS VEGETALES. *Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera*.
- SNOB. (2021). *Frutas y conservas* . SNOB . <https://alimentosnob.com/categoria-producto/frutas-y-conservas/>
- Sotomayor Correa, A., Pitzaca, 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.

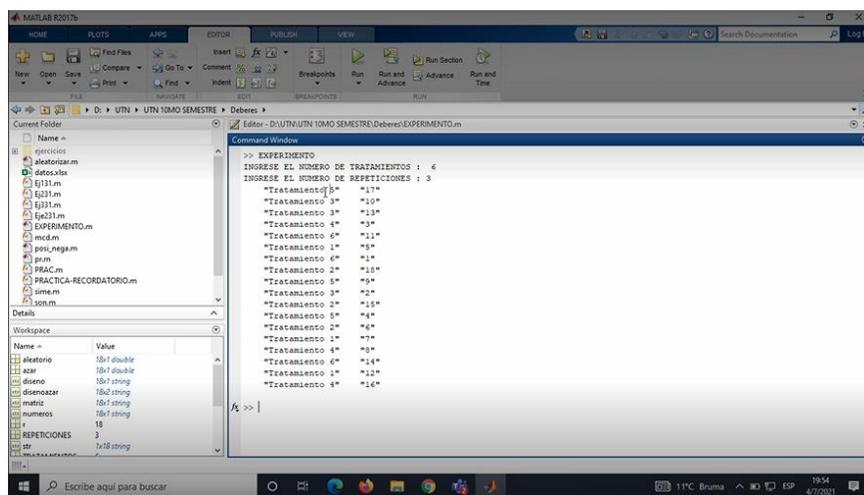
<https://doi.org/10.29019/enfoqueute.v10n1.386>

- Suárez Román, R. S. (2011). *EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE PROPAGACIÓN EN PITAHAYA AMARILLA Selenicereus megalanthus (Haw.) Britt & Rose y PITAHAYA ROJA Hylocereus polyrhizus (Haw.) Britt & Rose.*
- Torrenegra, M., Cabarcas, A., Carriazo, L., Carrillo, A., Castellar, E., & Jimenez, J. (2012). *ESCALDADO DE FRUTAS Y HORTALIZAS Y ENCARADO.* UNIVERSIDAD DE CARTAGENA.
- Torres Grisales, Y., Melo Sabogal, D. V., Torres-Valenzuela, L. S., Serna-Jiménez, J. A., & Sanín Villarreal, A. (2017). Evaluation of bioactive compounds with functional interest from yellow pitahaya (*Selenicereus megalanthus haw*). *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 70(3), 8311–8318. <https://doi.org/10.15446/rfna.v70n3.66330>
- Valencia-Avilés, E., Figueroa, I.-I., Sosa-Martínez, E., Bartolomé-Camacho, M.-C., Martínez-Flores, H.-E., & García-Pérez, M.-E. (2017). Polifenoles : propiedades antioxidantes y toxicológicas. *Revista de La Facultad de Ciencias Químicas*, 15–29.
- Valero, Y., Colina, J., & Ineichen, E. (2012). Efecto del procesamiento sobre la capacidad antioxidante de la ciruela criolla (*Prunus domestica*). *ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICIÓN*, 62(2). <http://ve.scielo.org/pdf/alan/v62n4/art07.pdf>
- 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 Amazonía Ecuatoriana.* ESTACIÓN EXPERIMENTAL CENTRAL DE LA AMAZONÍA. INIAP.
- Vásquez-Castillo, W., Aguilar, K., Vilaplana, R., Viteri, P., Viera, W., & Valencia-Chamorro, Y. S. (2016). Calidad del fruto y pérdidas poscosecha de pitahaya amarilla (*Selenicereus megalanthus Haw.*) en Ecuador. *Agronomía Colombiana*, 34(1), S1081–S1083. <https://doi.org/10.15446/agron.colomb.v34n1supl.58279>
- Villalobos Acuña, L. (2009). *METODOLOGÍA DE ANÁLISIS DE FACTORES DE CALIDAD EN FRUTAS TROPICALES Y SUBTROPICALES, IMPLEMENTADAS POR EL LABORATORIO DE POSTCOSECHA DE LA UNIVERSIDAD DE CALIFORNIA EN DAVIS, ESTADOS UNIDOS.*

- Volden, J., Borge, G. I. A., Hansen, M., Wicklund, T., & Bengtsson, G. B. (2009). Processing (blanching, boiling, steaming) effects on the content of glucosinolates and antioxidant-related parameters in cauliflower (*Brassica oleracea* L. ssp. botrytis). *LWT - Food Science and Technology*, 42(1), 63–73. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2008.05.018>
- Yanes Nodal, V. M. (2018). *Correlación existente entre el contenido de sólidos solubles totales y grado de acidez con las longitudes de ondas obtenidas mediante la espectroscopia Vis / NIR en la poscosecha del cultivo de la frutabomba (Carica papaya L .)*. Universidad Central “Marta Abreu” de Las Villas.

ANEXOS

Anexo 1 Estandarización de la Materia Prima



Anexo 2 Prueba de Ranking de Sólidos Solubles de Pitahaya Enlatada

Trat.	Ranks
T4:C1:E2	2 a
T1:C1:E1	5 a
T2:C2:E1	9 a b
T5:C2:E2	10 a b
T3:C3:E1	14,67 b
T6:C3:E2	16,33 b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 3 Análisis de Tukey para los Tratamientos en pH de Pitahaya Enlatada

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=0,04384

Error: 0,0003 gl: 12

TRATA	CONCENTRACIÓN	ESCALDADO	Medias	n	E.E.	
T4	C1	E2	4,33	3	0,01	a
T5	C2	E2	4,34	3	0,01	a b
T1	C1	E1	4,34	3	0,01	a b
T2	C2	E1	4,35	3	0,01	a b
T6	C3	E2	4,38	3	0,01	b c
T3	C3	E1	4,4	3	0,01	c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 4 Análisis de Tukey Para los Factores A y B en Análisis de pH

Test:Tukey Alfa=0,05

DMS=0,02462

Error: 0,0003 gl: 12

CONCENTRACIÓN	Medias	n	E.E.	
C1	4,34	6	0,01	a
C2	4,35	6	0,01	a
C3	4,39	6	0,01	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Test:Tukey Alfa=0,05

DMS=0,01642

Error: 0,0003 gl: 12

ESCALDADO	Medias	n	E.E.	
E2	4,35	9	0,01	a
E1	4,37	9	0,01	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Anexo 5** Prueba de Ranking para Acidez Titulable

Trat.	Ranks		
T6	2,83	a	
T3	4,83	a	
T2	8,83	a	b
T5	10,67	a	b
T4	14,33		b
T1	15,5		b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)**Anexo 6** ADEVA del Contenido de Polifenoles

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	2937,29	5	587,46	11,62	0,0003	
TRATAMIENTO	2937,29	5	587,46	11,62	0,0003	**
FACTOR A (Concentración)	112,43	2	56,22	1,11	0,3606	Ns
FACTOR B (Tipo de escaldado)	501,71	1	501,71	9,92	0,0084	*

Interacción AxB	2323,15	2	1161,58	22,97	0,0001	**
Error	606,71	12	50,56			
Total	3544,00	17				

Nota: **SC**: suma de cuadrados, **GL**: grados de libertad, **CM**: cuadrados medios, **F**: F tabular,

** : Diferencias Altamente significativas.

Anexo 7 Prueba de Tukey Para Contenido de Polifenoles

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=19,50091

Error: 50,5593 gl: 12

CONCENTRACIÓN	ESCALDADO	Medias	n	E.E.		
C3	E2	264,31	3	4,11	a	
C1	E2	245,48	3	4,11	a	
C2	E2	238,02	3	4,11	b	c
C2	E1	236,63	3	4,11	b	c
C1	E1	233,95	3	4,11	b	c
C3	E1	222,49	3	4,11		c

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 8 Prueba de DMS Para el Factor A (Polifenoles)

Test:Tukey Alfa=0,05

DMS=10,95226

Error: 50,5593 gl: 12

CONCENTRACIÓN	Medias	n	E.E.	
C3	243,4	6	2,9	a
C1	239,72	6	2,9	a
C2	237,32	6	2,9	a

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 9 Prueba de DMS para el factor B (polifenoles)

Test:Tukey Alfa=0,05

DMS=7,30322

Error: 50,5593 gl: 12

ESCALDADO	Medias	n	E.E.	
E2	249,27	9	2,37	a
E1	231,02	9	2,37	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 10 ADEVA de capacidad antioxidante

F.V.	SC	GL	CM	F	p-valor	
Modelo	769,09	5	153,82	175,33	<0,0001	
Tratamiento	769,09	5	153,82	175,33	<0,0001	**
Factor A (Concentración)	203,96	2	101,98	116,24	<0,0001	**
Factor B (Tipo de escaldado)	125,45	1	125,45	143,00	<0,0001	**
Interacción AxB	439,68	2	219,84	250,59	<0,0001	**
Error	10,53	12	0,88			
Total	779,62	17				

Nota: **SC**: suma de cuadrados, **GL**: grados de libertad, **CM**: cuadrados medios, **F**: F tabular,

** : Diferencias Altamente significativas

Anexo 11 Prueba de Tukey para los tratamientos (capacidad antioxidante)

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=2,56879

Error: 0,8773 gl: 12

CONCENTRACIÓN	ESCALDADO	Medias	n	E.E.		
C3	E2	111,82	3	0,54	a	
C2	E2	103,99	3	0,54		b
C2	E1	100,7	3	0,54		c
C1	E2	98,24	3	0,54		c
C3	E1	93,57	3	0,54		d
C1	E1	92,53	3	0,54		d

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 12 Prueba de DMS para el factor A

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=1,44270

Error: 0,8773 gl: 12

CONCENTRACIÓN	Medias	n	E.E.	
C3	102,7	6	0,38	a
C2	102,34	6	0,38	a
C1	95,39	6	0,38	b

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Anexo 13 Prueba de DMS para el factor B

Test:Tukey Alfa=0,05 DMS=0,96203

Error: 0,8773 gl: 12

ESCALDADO	Medias	n	E.E.	
E2	102,78	9	0,31	a

