



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN  
CURRICULAR, MODALIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN**

**TEMA:**

**“EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENLATADO SOBRE LAS  
CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES Y FISICOQUÍMICAS DE PIÑA  
*Ananas comosus L.* EN ALMÍBAR”**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de INGENIERO EN  
AGROINDUSTRIAS**

**Línea de investigación:** Gestión, producción, productividad, innovación y  
desarrollo socio económico.

**Autor:** Jonathan Estalin Vega Fuertes

**Director:** MSc. Nicolás Sebastián Pinto Mosquera

Ibarra -2023



# 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:	1003417993		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Vega Fuertes Jonathan Estalin		
DIRECCIÓN:	Atuntaqui		
EMAIL:	<a href="mailto:jevegaf@utn.edu.ec">jevegaf@utn.edu.ec</a>		
TELÉFONO FIJO:	(06) 2530529	TELÉFONO MÓVIL:	0989102149


DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	“EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENLATADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES Y FÍSICOQUÍMICAS DE PIÑA Ananas comosus L. EN ALMÍBAR”
AUTOR (ES):	Vega Fuertes Jonathan Estalin
FECHA: DD/MM/AAAA	16/10/2023
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniero Agroindustrial
DIRECTOR:	MSc. Nicolás Sebastián Pinto Mosquera

#### 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 la misma y saldrá en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los diez y seis días del mes de octubre de 2023

EL AUTOR:

  
.....  
Jonathan Estalin Vega Fuertes

## CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTERGRACIÓN CURRICULAR

Ibarra, 16 de octubre de 2023

MSc. Nicolás Pinto

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

CERTIFICA:


Haber revisado el presente informe final del trabajo de Integración Curricular, el mismo que se ajusta a las normas vigentes de la Universidad Técnica del Norte; en consecuencia, autorizo su presentación para los fines legales pertinentes.

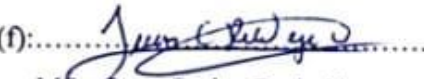


MSc. Nicolás Pinto  
C.C.: 1712640935

## APROBACIÓN DEL COMITÉ CALIFICADOR

El Comité Calificado del trabajo de Integración Curricular “EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENLATADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES Y FISICOQUÍMICAS DE PIÑA *Ananas comosus L.* EN ALMÍBAR” elaborado por Vega Fuertes Jonathan Estalin previo a la obtención del título de Ingeniero Agroindustrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:

(f):.....  
MSc. Nicolás Pinto  
C.C.: 1712640935

(f):.....  
MSc. Juan Carlos De la Vega  
C.C.: 1002958856

## **DEDICATORIA**

*Antes que todo, a Dios por darme día a día sabiduría y fuerzas para lograr culminar mi formación profesional.*

*A mis abuelitos, mis padres, tío y a mi novia, quienes han sido mi mayor inspiración y apoyo incondicional a lo largo de este arduo camino. Gracias por creer en mí, por alentarme en momentos de duda y brindarme toda la confianza que necesitaba para alcanzar este logro.*

*Sin su colaboración y apoyo esta investigación no habría sido posible.*

*A mis seres queridos y amigos gracias por su apoyo incondicional y momentos compartidos.*

## **AGRADECIMIENTO**

*Quiero agradecer a la Universidad Técnica del Norte por haberme dado la oportunidad de formarme como profesional y haberme brindado los recursos necesarios para llevar a cabo esta investigación.*

*Agradezco a mi director Ing. Nicolás Pinto MSc. y asesor MSc. Juan Carlos de la Vega, quienes me han guiado con su sabiduría y experiencia durante este trabajo de titulación. Y a todos aquellos que de alguna manera contribuyeron en esta investigación, ya sea brindándome su tiempo, conocimientos o consejos.*

## RESUMEN EJECUTIVO

En la investigación se evaluó el proceso de enlatado sobre las características funcionales y fisicoquímicas de la piña *Ananas comosus L.* en almíbar, antes y después del proceso de enlatado. Durante el estudio la fruta procesada presentó un pH de  $3,38 \pm 0,11$ , sólidos solubles  $12,67 \pm 0,12$  °Brix y acidez titulable  $0,78 \pm 0,03$  %. Los resultados de las propiedades funcionales capacidad antioxidante y polifenoles fueron  $42,73 \pm 0,95$   $\mu\text{m}$  Trolox/g y  $7,29 \pm 0,11$  mg Ac. Gálico/g respectivamente. Habiendo aplicado los tratamientos y los factores propuestos, donde se combinan las concentraciones de almíbar a los niveles de 14,18 y 22 °Brix y el tiempo de estabilidad a los niveles de 14 y 28 días, se obtuvo las siguientes características para el producto: pH  $3,48 \pm 0,08$ ; sólidos solubles  $13,98 \pm 0,86$  °Brix; acidez titulable  $0,46 \pm 0,03$ ; capacidad antioxidante  $36,12 \pm 0,93$   $\mu\text{m}$  Trolox/g, y contenido de polifenoles  $2,95 \pm 0,19$  mg Ac. Gálico/g. Los resultados de los análisis fisicoquímicos y funcionales realizados al producto final presentaron diferencias significativas (<5%), excepto en la capacidad antioxidante, que posiblemente es afectado por tratamientos térmicos aplicados en el proceso de enlatado. Además, la concentración de polifenoles se conserva mejor, con menor cantidad de sólidos solubles en el almíbar debido a la presión osmótica. En cuanto al análisis sensorial los parámetros de color y sabor presentaron diferencias significativas, en consecuencia, la concentración de almíbar (18 °Brix) y el tiempo de estabilidad (14 días) tuvieron un impacto directo en la aceptación del producto.

**Palabras claves:** piña, capacidad antioxidante, polifenoles, almíbar, tiempo de estabilidad, enlatado.

## ABSTRACT

In the research, the canning process was evaluated on the functional and physicochemical characteristics of pineapple *Ananas comosus* L. in syrup, before and after the canning process. During the study, the processed fruit had a pH of  $3.38 \pm 0.11$ , soluble solids  $12.67 \pm 0.12$  °Brix and titratable acidity  $0.78 \pm 0.03\%$ . The results of the functional properties antioxidant capacity and polyphenols were  $42.73 \pm 0.95$  µm Trolox/g and  $7.29 \pm 0.11$  mg Ac. Gallic/g respectively. Having applied the proposed treatments and factors, where the syrup concentrations are combined at the levels of 14,18 and 22 °Brix and the stability time at the levels of 14 and 28 days, the following characteristics were obtained for the product: pH  $3.48 \pm 0.08$ ; soluble solids  $13.98 \pm 0.86$  °Brix; titratable acidity  $0.46 \pm 0.03$ , antioxidant capacity  $36.12 \pm 0.93$  µm Trolox/g, and polyphenol content  $2.95 \pm 0.19$  mg Ac. Gallic/g. The results of the physicochemical and functional analyzes carried out on the final product presented significant differences (<5%), except in the antioxidant capacity, which is possibly affected by thermal treatments applied in the canning process. In addition, the concentration of polyphenols is better preserved, with a lower amount of soluble solids in the syrup due to osmotic pressure. Regarding the sensory analysis, the color and flavor parameters presented significant differences, consequently, the syrup concentration (18 °Brix) and the stability time (14 days) had a direct impact on the acceptance of the product.

**Keywords:** pineapple, antioxidant capacity, polyphenols, syrup, stability time, canned.



## ÍNDICE DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN .....	1
PROBLEMA.....	1
JUSTIFICACIÓN .....	2
OBJETIVOS .....	3
<i>Objetivo General</i> .....	3
<i>Objetivos Específicos</i> .....	3
HIPÓTESIS.....	3
<i>Alternativa</i> .....	3
<i>Nula</i> .....	3
CAPÍTULO I .....	4
MARCO TEÓRICO.....	4
1.1 Piña .....	4
1.2 Características del Fruto .....	4
1.3 Taxonomía .....	5
1.4 Cultivo de la Piña en el Ecuador.....	5
1.5 Composición de la Piña ( <i>Ananas comosus L.</i> ).....	6
1.6 Variedades Comerciales de Piña en el Ecuador.....	7
1.7 Distribución Geográfica.....	7
1.8 Estado de Madurez de la Piña .....	9
1.9 Descripción de la Gráfica de Maduración .....	9
1.10 Enlatado de Piña en Almíbar .....	10
1.10.1 <i>Proceso de Enlatado</i> .....	10

1.10.2	<i>Formas de Presentación</i> .....	12
1.10.3	<i>Almíbar</i> .....	12
1.11	Características Físicoquímicas .....	13
1.12	Características Funcionales .....	13
1.12.1	<i>Capacidad Antioxidante</i> .....	14
1.12.2	<i>Polifenoles</i> .....	15
1.13	Análisis Sensorial .....	16
1.13.1	<i>Tipos de Pruebas de Análisis Sensorial</i> .....	16
1.14	Pruebas Hedónicas .....	17
1.14.1	<i>Prueba Hedónica (escala de cinco puntos)</i> .....	17
1.15	Tiempo de Estabilidad en Conservas .....	18
1.16	Costos de producción .....	18
1.16.1	<i>Factores que Componen los Costos de Producción</i> .....	19
CAPÍTULO II .....		20
METODOLOGÍA .....		20
2.1	Tipo de investigación .....	20
2.2	Técnicas e instrumentos de investigación .....	20
2.3	Preguntas de investigación y/o hipótesis .....	21
	<i>Hipótesis Alternativa</i> .....	21
	<i>Hipótesis Nula</i> .....	21
2.4	Procedimiento y análisis de datos .....	21
CAPÍTULO III .....		23
RESULTADOS Y DISCUSIONES .....		23
3.1	Caracterización de la Piña Previo al Proceso de Enlatado .....	23

3.1.1	<i>Análisis Fisicoquímicos</i> .....	23
3.1.2	<i>Análisis Funcionales</i> .....	25
3.2	Análisis de las Propiedades Funcionales y las Características Fisicoquímicas del Producto Final.....	27
3.2.1	<i>Sólidos Solubles (°Brix) en Piña en Almíbar Enlatada</i> .....	27
3.2.2	<i>Acidez Titulable en Piña en Almíbar Enlatada</i> .....	30
3.2.3	<i>pH en Piña en Almíbar Enlatada</i> .....	33
3.2.4	<i>Polifenoles Totales de la Piña en Almíbar Enlatada</i> .....	36
3.2.5	<i>Capacidad Antioxidante de la Piña en Almíbar Enlatada</i> .....	39
3.3	Análisis Microbiológico de la Piña en Almíbar Enlatado .....	41
3.4	Evaluación de los Atributos Sensoriales de los Mejores Tratamientos .....	42
3.4.1	<i>Análisis Sensorial para el Parámetro de Color</i> .....	42
3.4.2	<i>Análisis Sensorial para el Parámetro Olor</i> .....	44
3.4.3	<i>Análisis Sensorial para el Parámetro Sabor</i> .....	45
3.4.4	<i>Análisis del Parámetro Textura</i> .....	46
3.4.5	<i>Aceptabilidad General del Producto</i> .....	48
3.5	Costos de Elaboración de la Piña en Almíbar Enlatada.....	48
3.5.1	<i>Costos Directos</i> .....	48
3.5.2	<i>Costos Indirectos</i> .....	50
3.5.3	<i>Costo Total de Producción</i> .....	50
CAPITULO IV.....		52
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....		52
4.1	Conclusiones.....	52
4.2	Recomendaciones .....	53
BIBLIOGRAFÍA .....		54
ANEXOS .....		63

Anexo 1 Factores y descripción de tratamientos en estudio .....	63
Anexo 2 Métodos para la determinación de características fisicoquímicas y funcionales .....	64
Anexo 3 Diagrama de proceso para la elaboración de piña en almíbar .....	68
Anexo 4 Determinación de las características funcionales, fisicoquímicas y análisis microbiológico del producto final.....	77
Anexo 5 Ficha técnica para análisis sensorial.....	79
Anexo 6 Análisis de los atributos sensoriales del producto final .....	79
Anexo 7 Análisis económico del producto final.....	80
Anexo 8 Materiales, equipos, reactivos y software .....	81
Anexo 9 Recuento de microorganismos .....	82

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Clasificación Taxonómica de la Piña</i> .....	5
<b>Tabla 2</b>	<i>Clasificación Taxonómica de la Piña</i> .....	6
<b>Tabla 3</b>	<i>Varietades comerciales de piña en el Ecuador</i> .....	7
<b>Tabla 4</b>	<i>Producción nacional de piña</i> .....	8
<b>Tabla 5</b>	<i>Estado de madurez</i> .....	9
<b>Tabla 6</b>	<i>Principales características fisicoquímicas de piña (Ananas comosus L.)</i> .....	13
<b>Tabla 7</b>	<i>Tipos de pruebas de análisis sensoriales</i> .....	16
<b>Tabla 8</b>	<i>Características fisicoquímicas de la piña (Ananas comosus L.)</i> .....	23
<b>Tabla 9</b>	<i>Compuestos funcionales de la piña fresca</i> .....	26
<b>Tabla 10</b>	<i>Análisis de varianza para sólidos solubles</i> .....	28
<b>Tabla 11</b>	<i>Comparación de medias según Tukey para sólidos solubles factor A</i> .....	29
<b>Tabla 12</b>	<i>Comparación de medias según Tukey para sólidos solubles factor B</i> .....	30
<b>Tabla 13</b>	<i>Análisis de varianza para acidez titulable de la piña en almíbar enlatada</i> .....	31
<b>Tabla 14</b>	<i>Comparación de medias según Tukey para acidez titulable factor A</i> .....	32
<b>Tabla 15</b>	<i>Análisis de varianza para pH de la piña en almíbar enlatada</i> .....	34
<b>Tabla 16</b>	<i>Comparación de medias según Tukey para el pH</i> .....	35
<b>Tabla 17</b>	<i>Análisis Kruskal Wallis para polifenoles totales</i> .....	36
<b>Tabla 18</b>	<i>Prueba de Ranking para Concentración de Almíbar</i> .....	38
<b>Tabla 19</b>	<i>Análisis Kruskal Wallis para capacidad antioxidante</i> .....	40
<b>Tabla 20</b>	<i>Costos directos de elaboración de piña en almíbar enlatada</i> .....	49
<b>Tabla 21</b>	<i>Costos indirectos de elaboración de piña en almíbar enlatada</i> .....	50
<b>Tabla 22</b>	<i>Concentración de almíbar</i> .....	63
<b>Tabla 23</b>	<i>Tiempo de estabilidad</i> .....	63
<b>Tabla 24</b>	<i>Descripción de tratamientos en estudio</i> .....	63
<b>Tabla 25</b>	<i>Métodos para la determinación de características fisicoquímicas y funcionales</i> ..	64
<b>Tabla 26</b>	<i>Datos específicos para la toma de muestra</i> .....	65
<b>Tabla 27</b>	<i>Materiales, equipos, reactivos y software</i> .....	81

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Piña</i> .....	4
<b>Figura 2</b> <i>Diferentes estados de madurez de la piña</i> .....	9
<b>Figura 3</b> <i>Ficha técnica de análisis sensorial</i> .....	18
<b>Figura 4</b> <i>Sólidos solubles de la piña en almíbar enlatada</i> .....	28
<b>Figura 5</b> <i>Acidez titulable de la piña en almíbar enlatada</i> .....	32
<b>Figura 6</b> <i>pH de la piña en almíbar enlatada</i> .....	34
<b>Figura 7</b> <i>Polifenoles de la piña en almíbar enlatada</i> .....	37
<b>Figura 8</b> <i>Gráfica de aceptabilidad sensorial para el parámetro color</i> .....	43
<b>Figura 9</b> <i>Gráfica de aceptabilidad sensorial para el parámetro olor</i> .....	44
<b>Figura 10</b> <i>Gráfica de aceptabilidad sensorial para el parámetro sabor</i> .....	45
<b>Figura 11</b> <i>Grafica de aceptabilidad sensorial para el parámetro textura</i> .....	47
<b>Figura 12</b> <i>Aceptabilidad general del producto</i> .....	48
<b>Figura 13</b> <i>Diagrama de proceso</i> .....	68
<b>Figura 14</b> <i>Recepción y pesado de la piña</i> .....	69
<b>Figura 15</b> <i>Selección de la piña</i> .....	70
<b>Figura 16</b> <i>Lavado</i> .....	70
<b>Figura 17</b> <i>Escurrido</i> .....	71
<b>Figura 18</b> <i>Escaldado de la piña</i> .....	71
<b>Figura 19</b> <i>Enfriamiento de la piña</i> .....	72
<b>Figura 20</b> <i>Pelado manual</i> .....	72
<b>Figura 21</b> <i>Troceado de la piña</i> .....	73
<b>Figura 22</b> <i>Preparación del líquido de cobertura (Jarabe)</i> .....	74
<b>Figura 23</b> <i>Envasado de la piña</i> .....	74
<b>Figura 24</b> <i>Exhausting</i> .....	75
<b>Figura 25</b> <i>Sellado de las latas</i> .....	75
<b>Figura 26</b> <i>Tratamiento térmico</i> .....	76
<b>Figura 27</b> <i>Enfriado de las latas</i> .....	76
<b>Figura 28</b> <i>Almacenamiento del producto</i> .....	77

## INTRODUCCIÓN

### PROBLEMA

A nivel mundial, la piña es el cultivo más destacado en términos de producción, con alrededor de 24,8 millones de toneladas registradas en el 2013, según datos de la FAO. Desde el año 2000 hasta 2013, la producción mundial ha experimentado un aumento de más de 8 millones de toneladas (UNCTAD, 2017). Según Cerrato (2013), en cuanto a las exportaciones de piña, menciona que, la preferencia se inclina hacia la presentación de piña fresca, que constituye el 61% de las exportaciones totales del sector piñero, seguida por la piña en conserva con un 25% y el zumo de piña con un 10%.

De acuerdo con Tavra (2022), Ecuador importa productos procesados de frutas y verduras de varias naciones, siendo un 43% de Chile, un 20% de Países Bajos y un 13% de Grecia. Una considerable proporción de estos productos se trata de conservas de frutas, como duraznos y piña, que se comercializan en el mercado local. La razón de esto radica en que las empresas dedicadas a la fabricación de piña en almíbar enlatada no son competitivas en el país. Esto se atribuye a la falta de uniformidad en las características de las frutas, así como a procesos de transformación y niveles de producción que no son económicamente sostenibles.

Según la NTE INEN 405 (1988) el tiempo de estabilidad se considera un factor relevante en la producción de piña en almíbar, dado que influye en las propiedades fisicoquímicas y funcionales del producto. Aunque existen procesos establecidos para la elaboración de conservas de piña, no hay datos específicos sobre este factor en particular. Esto se debe a la falta de conocimiento sobre este tipo de proceso enlatado (Fuentes, 2014). Durante la fase de comercialización, la piña atraviesa varias operaciones unitarias en las que experimenta cambios que pueden dar lugar al deterioro y disminución de la calidad. Esto provoca pérdidas que oscilan entre el 5% y el 25% de las cosechas, lo que a su vez reduce la vida útil de la fruta fresca para su distribución (Arocha, 2017).

## JUSTIFICACIÓN

De acuerdo con la FAO, la piña ocupa el segundo lugar en la producción mundial de frutas tropicales (González et al., 2022). Esto se debe a su amplia aceptación en varios países, gracias a su contenido de antioxidantes como la vitamina C, B1, B6 ; además de su agradable aroma y sabor delicioso (Arocha, 2017). La piña generalmente presenta corto tiempo de vida útil por su alto contenido de agua, por lo que es necesario aplicar nuevos procesos para desarrollar productos que mantengan la calidad y prolonguen su vida útil (Braga et al., 2020; González et al., 2022). Por esta razón la piña en almíbar enlatada se presenta como una alternativa de conservación que utiliza métodos agroindustriales para generar un producto saludable y listo para consumir. Esto evita el desarrollo de organismos que causan putrefacción, reacciones químicas y enzimáticas que podrían afectar la calidad del producto final (Atarama, 2017).

Según Delgadillo et al. (2019) el proceso de enlatado es ampliamente estudiado y utilizado en la industria alimentaria como método de conservación. Existe una percepción común entre los consumidores, sobre que la piña en almíbar enlatada no es tan nutritiva como los alimentos frescos. Sin embargo, esta percepción es incorrecta, debido a que en la actualidad los alimentos enlatados son procesados adecuadamente y garantizan las características organolépticas y funcionales, y aportan cantidades aceptables de nutrimentos como vitaminas, minerales, proteínas y carbohidratos (Delgadillo et al., 2019). La presente investigación tiene como objetivo recopilar datos con el fin de mejorar el proceso de enlatado sobre las características funcionales y fisicoquímicas de la piña (*Ananas comosus L.*) en almíbar. Considerando los factores (concentración de almíbar y tiempo de estabilidad) los cuales permitan establecer soluciones en la elaboración y mejorar la calidad final del producto. De esta manera se reduce las pérdidas de materia prima durante la etapa de cosecha, facilita la comercialización y almacenamiento. Esto a su vez, beneficia tanto el rendimiento económico como el bienestar de los productores.



## OBJETIVOS

### *Objetivo General*

- Evaluar el proceso de enlatado sobre las características funcionales y fisicoquímicas de piña *Ananas comosus L.* en almíbar.

### *Objetivos Específicos*

- Caracterizar la materia prima para la elaboración de piña en almíbar enlatada.
- Analizar las propiedades funcionales y las características fisicoquímicas del producto final.
- Realizar un análisis de los atributos sensoriales del producto final.
- Determinar los costos de elaboración de la piña en almíbar enlatada.

## HIPÓTESIS

### *Alternativa*

La concentración de almíbar y el tiempo de estabilidad influyen sobre las características funcionales y fisicoquímicas en el proceso de enlatado de la piña.

### *Nula*

La concentración de almíbar y el tiempo de estabilidad no influyen sobre las características funcionales y fisicoquímicas en el proceso de enlatado de la piña.

## CAPÍTULO I

### MARCO TEÓRICO

#### 1.1 Piña

La piña es una fruta exótica de origen tropical (ver figura 1), con su procedencia en países como Brasil y Paraguay. Se ha identificado que el área de origen de la piña se encuentra en la cuenca superior de Panamá. No se ha encontrado evidencia de que la piña crezca en estado silvestre, además no parece derivarse de otras especies de frutos comestibles del género *Ananas* de la familia *bromeliaceae*, como *A.bracteatus*, *A. fritzmuelleri*, *A. erectifolia* y *A. ananasioides*, las cuales producen frutas muy pequeñas y con pocas semillas (E. Lituma, 2013).

#### Figura 1

*Piña*



Tomado de: (Maplascalí, 2021)

#### 1.2 Características del Fruto

La piña puede ser conservada en diversas condiciones, siendo posible mantenerla fresca durante tres o cuatro días y es fácil de congelar en almíbar o en pure, lo que permite extender su duración hasta doce meses. Además, la piña puede ser consumida fresca, en conserva con almíbar y también en zumo. Se puede servir como aperitivo y forma parte de numerosas recetas

de pasteles, tartas y platos de carne asada. Sin embargo, para utilizarla en estas preparaciones, es necesario remover el corazón, la piel y los ojos que se encuentran en el borde de la pulpa (Avelino et al., 2009).

### 1.3 Taxonomía

De acuerdo con Avelino et al. (2009) la clasificación taxonómica de la piña se presenta en la tabla 1.

**Tabla 1**

*Clasificación Taxonómica de la Piña*

<b>Categoría</b>	<b>Grupo</b>
Reino	Vegetal
Phyllum	Pteridófita
Clase	Angiosperma
Subclase	Monocotiledónea
Orden	Farinosae
Familia	Bromeliáceas
Género	<i>Ananas</i>
Especie	<i>Comosus</i>

Tomado de: (Avelino et al., 2009)

### 1.4 Cultivo de la Piña en el Ecuador

En Ecuador, el cultivo de la piña (*Ananas comosus L.*) se beneficia de las condiciones geográficas propicias para su desarrollo. Específicamente, en la región litoral, en provincias como Guayas, Santo Domingo de los Tsáchilas, Los Ríos, El Oro, Esmeraldas y Manabí, se encuentran localidades donde el clima, la altitud y el suelo son favorables para su cultivo (Pinto, 2012).

Aunque no existe una cifra oficial, se estima que en Ecuador hay entre 3.500 y 4.900 hectáreas dedicadas al cultivo de la piña. El país exporta principalmente la variedad MD2,

conocida por ser jugosa, fácil de digerir, rica en nutrientes y se destaca principalmente por su pulpa dulce y aromática (Villa, 2011).

### 1.5 Composición de la Piña (*Ananas comosus L.*)

En la tabla 2 se aprecia la composición nutricional en 100 g de piña de acuerdo con Trujillo (2021).

**Tabla 2**

*Clasificación Taxonómica de la Piña*

<b>Composición nutricional</b>	<b>Por 100 g de porción comestible</b>
Energía (kcal)	50
Proteínas (g)	0,5
Hidratos de carbono (g)	11,5
Fibra (g)	1,2
Agua (g)	86,8
Calcio (mg)	12
Hierro (mg)	0,5
Yodo (µg)	30
Magnesio (mg)	14
Zinc (mg)	0,15
Sodio (mg)	2
Potasio (mg)	250
Fósforo (mg)	11
Tiamina (mg)	0,07
Riboflavina (mg)	0,02
Equivalentes niacina (mg)	0,3
Vitamina B <sub>6</sub> (mg)	0,09
Folatos (µg)	11
Vitamina C (mg)	20
Vitamina A (µg)	13
Vitamina E (mg)	0,1

Tomado de: (Trujillo, 2021)

## 1.6 Variedades Comerciales de Piña en el Ecuador

El Ecuador dispone de condiciones propicias para la producción y comercialización de la piña y las variedades que cultiva se muestra en la tabla 3.

**Tabla 3**

*Variedades comerciales de piña en el Ecuador*

<b>Variedad</b>	<b>Descripción</b>
Cayena lisa (hawaiana)	La variedad de piña conocida como Cayena Lisa (hawaiana) es altamente relevante a nivel mundial debido a su alta productividad. Su principal aplicación se encuentra en la industria de enlatados y néctares.
MD-2 O Extra-Sweet	La variedad MD-2 o Extra- Sweet se destaca por su sabor dulce, tamaño y aroma distintivo. Es importante mencionar que esta variedad es la más cultivada en Ecuador con fines de exportación.

Tomado de: (Chica, 2018)

## 1.7 Distribución Geográfica

La piña (*Ananas comusus L.*) es uno de los cultivos para el país de mayor versatilidad, ya que se adapta a diferentes sistemas de cultivo, tanto para pequeños y medianos productores como para siembras intensivas en grandes extensiones. Su buen precio tanto en los mercados internos como externos, junto con la demanda insatisfecha de frutas tropicales exóticas, contribuye a su importancia como cultivo (Capa, 2007; Chica, 2018).

De acuerdo con la Asociación de Productores de Piña del Ecuador (Asopiña), una entidad que representa a los exportadores y productores tanto de la Costa como de la Sierra del

país, la producción de piña en las zonas ecuatorianas ha experimentado un aumento. Indicando que actualmente se exportan 100 contenedores de piña semanalmente a varios mercados internacionales, con una producción aproximada de 2.500 hectáreas (Lituma, 2013).

Según Lituma (2013) las áreas más destacadas para el cultivo de piña en Ecuador se ubican en diversas provincias como el Oro, Guayas, Pichincha, Esmeraldas y Manabí. Por otro lado, en la tabla 4 se observa la producción nacional de piña.

**Tabla 4**

*Producción nacional de piña*

<b>Provincia</b>	<b>Superficie cosechada (Ha.)</b>	<b>Producción en fruta fresca (Tm.)</b>	<b>%</b>
Guayas	4.541	84.991	66,55
Santo Domingo de los Tsáchilas	2.283	22.556	17,67
Los Ríos	674	10.705	8,38
Pichincha	94	956	0,75
Manabí	241	4.118	3,22
Esmeraldas	237	3.237	0,25
Loja	253	2.688	2,10
Imbabura	36	666	0,52
El Oro	48	461	0,36
Napo	19	114	0,09
Demás provincias	14	123	0,10
<b>TOTAL</b>	<b>8.440</b>	<b>130.616</b>	<b>100</b>

Tomado de: (Mejía & Torres, 2015)

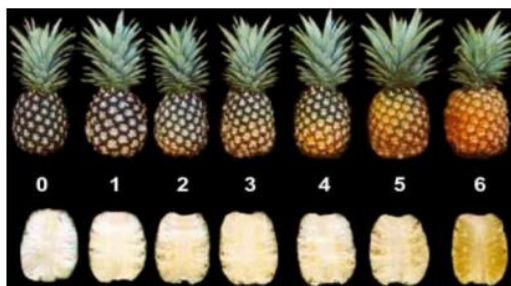
Como se observa en la tabla 4 la producción de piña a nivel nacional es mayor en la provincia de Guayas con una superficie cosechada (Ha.) 4.541 y producción en fruta fresca (Tm.) 84.991 representando un 66,55 % a diferencia de las demás provincias.

## 1.8 Estado de Madurez de la Piña

La siguiente descripción relaciona los cambios de color con los diferentes estados de madurez del fruto de piña que se muestran a continuación en la figura 2:

**Figura 2**

*Diferentes estados de madurez de la piña*



Tomado de: (NTE INEN 1836, 2015)

## 1.9 Descripción de la Gráfica de Maduración

Según NTE INEN 1836 en la tabla 5 se describe el índice de madurez de la siguiente manera:

**Tabla 5**

*Estado de madurez*

Estado	Numeración
Verde	Del color 0 al color 1
Pintón	Del color 2 al color 4
Maduro	Del color 5 al color 6

Tomado de: (NTE INEN 1836, 2015)

El índice de madurez se calculará mediante la relación entre el contenido de sólidos solubles y la acidez total, expresada en %. Se calculó mediante la ecuación (1):

$$IM = \frac{SS}{AT} \quad (1)$$

**Donde:**

IM: Índice de madurez

SS: Sólidos solubles

AT: Acidez titulable

### **1.10 Enlatado de Piña en Almíbar**

En la última década, la industria dedicada al procesamiento de frutas en forma de enlatados y conservas ha experimentado un notable crecimiento. Entre las diversas frutas, la piña ha encontrado oportunidades comerciales prometedoras en mercados internacionales. El desarrollo de esta industria puede ser aún mayor gracias al potencial de cultivos y climas favorables para la producción de frutas (Arocha, 2017).

Según Arocha (2017) menciona que el enlatado es un proceso de conservación que implica aislar las frutas del contacto con el aire, sumergidas en conservantes y en un recipiente con sello hermético. El deterioro de los alimentos se previene y minimiza mediante la eliminación del oxígeno y suministro de calor, lo cual inhibe la mayoría de las enzimas y microorganismos responsables de dicho deterioro.

#### ***1.10.1 Proceso de Enlatado***

Según Zambrano et al. (2018) detalla que, el proceso para elaborar frutas en almíbar es:

**Recepción de la materia prima:** en esta fase, se lleva a cabo una evaluación de calidad de la materia prima según los requisitos necesarios para el proceso.

**Pesado:** se registra el peso de la materia prima y se realiza los cálculos de masa necesarios y se procede a revisar los rendimientos obtenidos.

**Selección:** durante esta etapa se lleva a cabo la eliminación de la fruta que presenta signos de deterioro, tales como mohos o putrefacción.

**Lavado:** se realiza un lavado con agua potable para eliminar cualquier partícula ajena adherida a la fruta.



**Pelado y troceado:** se retira manualmente la cáscara de la fruta utilizando un pelador de acero inoxidable. El troceado implica dividir la fruta en trozos de tamaño uniforme, realizado de forma manual.

**Escaldado:** este proceso es esencial para preservar la calidad del producto final. Al realizarse a una temperatura de 90°C, evita el pardeamiento, detiene el crecimiento de microorganismos e inactiva las enzimas.

**Almíbar:** líquido de cobertura, que se utiliza para preservar la fruta sumergida en ella. Se compone de una mezcla de agua y azúcar, cuya concentración se expresa en °Brix.

**Llenado:** consiste en distribuir la fruta y el almíbar en cantidades exactas y predefinidas.

**Exhausting:** este proceso tiene como objetivo eliminar el aire y los gases presentes dentro del envase, lo cual se logra al envasar el producto mientras aún está caliente, a una temperatura no inferior a 85°C.

**Pasteurización:** se lleva a cabo a temperaturas por debajo de los 100°C con el objetivo de extender la duración de los alimentos.

De acuerdo con Guevara & Cancino (2015) existen varios aspectos a considerar al momento de preparar piña en almíbar, que son los siguientes:

- **Estado de madurez:** se requiere utilizar frutas en punto de madurez intermedia denominado “pintón”, que presente una textura firme, buen color y aroma. Es fundamental que las frutas no estén completamente maduras, ya que deben resistir las diversas manipulaciones y tratamientos térmicos.
- **Contenido de azúcar y ácido:** aunque el contenido de azúcar y ácido es propio de cada fruta, se busca que tengan un °Brix superior a 9 y un pH lo más ácido posible.

- **Contenido de pectina:** las frutas con alto contenido de pectina reducen los costos de procesamiento, ya que necesitan menos espesante durante la preparación.

### *1.10.2 Formas de Presentación*

De acuerdo con CODEX ALIMENTARIUS (1981), la piña en conserva se puede enlatar en las siguientes formas:

- **Entera:** fruta cilíndrica completa con el centro retirado.
- **Mitades de rodajas:** porciones semicirculares uniformemente cortadas.
- **Rodajas fragmentadas:** porciones con forma de arco que pueden variar en tamaño y forma.
- **Bocaditos:** trozos en forma de cuña, relativamente iguales, obtenidos de rodajas o porciones de fruta, generalmente con un grosor de 8 a 13 mm.
- **Cubos:** piezas en forma de cubo, prácticamente iguales, predominantemente de 14 mm o menos en las dimensiones del lado más largo. (Pág. 1)

### *1.10.3 Almíbar*

Para el proceso de envasado con almíbar se utiliza varios medios de cobertura apropiados como se indica a continuación:

- **Agua:** en esta alternativa, el líquido de cobertura utilizado es agua o una combinación de agua y zumo de piña.
- **Zumo (jugo):** en esta opción, el único líquido de cobertura utilizado es el zumo de piña natural o el zumo de piña clarificado.
- **Jarabe:** en esta situación, se mezcla agua o zumo con una o más sustancias edulcorantes nutritivas como sacarosa, azúcar invertido, dextrosa, jarabe de glucosa seco o jarabe de glucosa.

De acuerdo con el CODEX ALIMENTARIUS (1981), los jarabes se pueden clasificar en:

- Jarabe muy diluido - no menos de 10° Brix
- Jarabe diluido – no menos de 14° Brix
- Jarabe concentrado - no menos de 18° Brix
- Jarabe muy concentrado - no menos de 22° Brix (Pág. 3).

### 1.11 Características Fisicoquímicas

Andrimba (2022) sostiene que las propiedades físicas y químicas se consideran como señales de calidad y se emplean para asegurar un control apropiado de la fruta. El análisis de variables postcosecha, como sólidos solubles, acidez, pH; permite identificar aspectos importantes como el índice de madurez, la calidad organoléptica y la importancia del fruto. Estas mediciones son fundamentales para el estudio y evaluación de la fruta. Las principales características fisicoquímicas de piña (*Ananas comosus* L.) se muestra en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Principales características fisicoquímicas de piña (*Ananas comosus* L.)*

Promedio/ sección	Peso (g)	pH	Humedad (%)	°Brix	Acidez titulable (mg de ácido cítrico)
1	1114,83	3,53	86,70	14,63	0,82
2	1309,36	3,81	83,79	14,63	0,82
3	1164,83	3,50	87,27	14,52	0,84
4	1122,80	3,74	83,55	14,69	0,86
<b>Promedio</b>	1177,95±90,3	3,64±0,15	85,33±1,93	14,62±0,07	0,84±0,019

Tomado de: (Gutiérrez et al., 2010)

### 1.12 Características Funcionales

Fuentes et al. (2015) establecen que los alimentos funcionales son aquellos que contienen componentes biológicamente activos, que tienen un efecto positivo y nutricional en

una o más funciones del cuerpo contribuyendo así a mejorar la salud y reducir el riesgo de enfermedades. Estos alimentos están enriquecidos con sustancias bioactivas específicas que son beneficiosas para la salud, y también contienen una mayor concentración de nutrientes lo que brinda una sensación de bienestar a los consumidores.

### ***1.12.1 Capacidad Antioxidante***

Los antioxidantes son compuestos químicos cuya función principal es evitar o retrasar la oxidación de diferentes compuestos, como los ácidos grasos. Estas interacciones ocurren tanto en los alimentos como en el cuerpo humano, dando como resultado cambios fisiológicos que pueden provocar diferentes tipos de enfermedades, por lo que estos compuestos se utilizan para eliminar los radicales libres y reducir la oxidación en el organismo (Andrimba, 2022). Entre las sustancias antioxidantes naturales más reconocidas se encuentran  $\beta$ -caroteno (provitamina A), vitamina C (ácido ascórbico), vitamina E ( $\alpha$ -tocoferol) y selenio, etc (Pozo, 2021).

#### **➤ Métodos para la determinación de capacidad antioxidante**

La capacidad antioxidante no puede ser evaluada directamente, pero puede ser determinada mediante la actividad de un compuesto antioxidante en un proceso redox controlado. Para evaluar esta capacidad en alimentos, muestras biológicas y extractos de plantas, se emplean pruebas espectrofotométricas utilizando captadores de radicales libres, como el método DPPH y el ensayo de decoloración ABTS+ (Aparcana & Villarreal, 2014; Andrimba, 2022).

Los métodos más utilizados para identificar compuestos antioxidantes son el ABTS Y DPPH, los cuales mantienen una eficaz estabilidad en ciertas condiciones. El DPPH es un radical libre que puede conseguirse directamente sin necesidad de preparación previa, mientras que el ABTS requiere una reacción química, enzimática o electroquímica. Es decir, el uso de

ABTS permite evaluar la capacidad antioxidante de compuestos de naturaleza hidrofílica y lipofílica (Andrimba, 2022).

### ***1.12.2 Polifenoles***

Los fenoles, también denominados polifenoles, son antioxidantes naturales que se encuentran en una diversidad de alimentos de origen vegetal. Estos compuestos se caracterizan por su estructura que incluye anillos con dobles enlaces, lo cual les otorga sus propiedades beneficiosas y su capacidad para actuar como antioxidantes. Estos compuestos desempeñan un papel importante en la protección de las plantas contra la oxidación y realizan una función similar en el organismo humano, aprovechando sus propiedades antioxidantes (Andrimba, 2022).

Además, el interés en la cuantificación e identificación de estos compuestos ha crecido debido a su notable importancia. Estudios científicos han revelado que poseen propiedades beneficiosas para la salud humana, debido a, desempeñan una función protectora que contribuye a reducir el riesgo de enfermedades crónicas causadas por los radicales libres (Toapanta, 2012).

#### **➤ Método para la determinación de polifenoles**

La determinación y reconocimiento de compuestos fenólicos se realiza mediante distintas técnicas analíticas, como las técnicas espectrofotométricas y cromatográficas. Entre estas técnicas, el ensayo Folin-Ciocalteu es ampliamente utilizado para determinar la cantidad total de polifenoles en los alimentos. Este método consiste básicamente en generar una coloración azul en la muestra analizada, debido a la adición del reactivo Folin-Ciocalteu en un medio alcalino (Toapanta, 2012).

### 1.13 Análisis Sensorial

Según Del Carmen et al. (2015) la evaluación sensorial es un mecanismo esencial para obtener datos sobre aspectos particulares de la calidad de los alimentos. Su objetivo principal es demostrar las reacciones de los consumidores, quienes principalmente valoran la calidad y la aceptación de los alimentos evaluados a través de sus sentidos.

Los datos proporcionados admiten comprender como el desarrollo y la composición de un producto impactan en su nivel de aceptación por parte de los consumidores. En consecuencia, el uso de esta herramienta es de gran valor, ya que la calidad no debe subestimarse desde la perspectiva del consumidor, es decir, lo que desean y necesitan (Del Carmen et al., 2015).

#### 1.13.1 Tipos de Pruebas de Análisis Sensorial

De acuerdo con Liria (2007) los tipos de pruebas de análisis sensorial se muestran a continuación en la tabla 7.

**Tabla 7**

*Tipos de pruebas de análisis sensoriales*

Tipos de pruebas		Objetivo	Tipo y número de panelistas
<b>Pruebas orientadas al consumidor</b>	Afectivas	Evaluar la aceptación o preferencia de un producto por parte de los consumidores.	30 a 100 panelistas no entrenados
<b>Pruebas orientadas al consumidor</b>	Discriminatorias	Determinar si hay una percepción diferenciada por parte de los jueces entre dos o más productos.	20 a 25 panelistas semi-entrenados

---

Descriptivas	Identificar las cualidades sensoriales y su nivel de intensidad en un producto.	8 a 12 panelistas con experiencia, habilidad y entrenamiento
--------------	---	--

---

Tomado de: (Aenormas, s. f.) & (Liria, 2007)

### **1.14 Pruebas Hedónicas**

En las pruebas hedónicas, se solicita al consumidor que valore el nivel de satisfacción general con respecto a un producto utilizando una escala proporcionada por el analista. Estas pruebas son una herramienta muy eficaz en el producto y son cada vez más empleadas por las empresas, ya que son los consumidores quienes dictaminan el éxito o fracaso de un producto (González et al., 2014).

Al respecto con Questa et al. (2007); Del Carmen et al. (2015) proporcionan un resumen de los tipos de pruebas ampliamente empleadas en la valoración sensorial de alimentos. Los autores indican que las pruebas hedónicas se centran en comprobar la aceptabilidad o rechazo de una muestra y no requieren que los panelistas estén capacitados, además, las áreas en las que se realiza la evaluación son las de consumo.

#### ***1.14.1 Prueba Hedónica (escala de cinco puntos)***

Se emplea un método afectivo con una escala hedónica pictográfica de cinco puntos, donde: 5 representa un gusto muy positivo; 4, un gusto moderado; 3, una neutralidad; 2, un disgusto moderado y 1, un disgusto muy pronunciado. En este análisis se miden los parámetros de color, olor, sabor y textura. (Gaytán et al., 2019) como se muestra en la figura 3.

Figura 3

*Ficha técnica de análisis sensorial*

Género; Hombre \_\_\_ Mujer \_\_\_ Edad; \_\_\_\_\_

Instrucción; Por favor, prueba la muestra e indique su nivel de agrado, marcando con el número que corresponda a su puntaje en la escala de preferencia en la parte izquierda, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los atributos evaluados.

Puntaje	Nivel de agrado	Atributo	C	F1	F2	F3	F4
5	Me gusta mucho	Color					
4	Me gusta moderadamente	Olor					
3	No me gusta ni me disgusta	Sabor					
2	Me disgusta moderadamente	Consistencia					
1	Me disgusta mucho	¡¡MUCHAS GRACIAS!!					

Tomado de: (Gaytán et al., 2019)

### 1.15 Tiempo de Estabilidad en Conservas

El control de estabilidad de un producto de conserva vegetal implica realizar un control sanitario para verificar las posibles modificaciones que ha experimentado la conserva después de una pre-incubación. Este proceso se lleva a cabo en la fábrica antes de autorizar la salida de un lote (HICA, s. f.).

Según la NTE INEN 405 (1988) manifiesta que las muestras representativas de cada lote sean sometidas a un control de estabilidad, manteniéndolas durante 14 días en condiciones específicas en la bodega. Después de este periodo, el lote correspondiente puede ser distribuido y puesto a la venta. Este proceso tiene como objetivo asegurar que las muestras no presentes alteraciones en sus características fisicoquímicas y funcionales.

### 1.16 Costos de producción

Salinas (2012) menciona que los costos de producción son los que se generan en cualquier proceso productivo en donde se realizan transformaciones de materia prima con el fin de conseguir un producto terminado. Dentro de los gastos de producción se incluyen los costos de materia prima, los costos de mano de obra y los gastos generales de fabricación. Por



otro lado Andrimba (2022) establece que es esencial calcular el precio de producción para determinar el costo del producto, esto variará según se consideren los gastos indirectos, que son independientes de la producción y los costos directos asociados con la producción.

### ***1.16.1 Factores que Componen los Costos de Producción***

De acuerdo con Andrimba (2022) los componentes que componen los costos de producción son:

#### **➤ Costos directos**

Estos costos están directamente vinculados con el producto final e incluyen la materia prima, los insumos, la mano de obra, entre otros.

- La materia prima es aquella que sufrirá de cambio o transformación durante la fabricación de un producto.
- Los insumos son elementos que intervienen de manera directa y son esenciales en el proceso de elaboración del producto.
- La mano de obra corresponde al sueldo o salario de los trabajadores que están directamente involucrados en la elaboración del producto.

#### **➤ Costos indirectos**

Son gastos que no pueden ser atribuidos directamente a la fabricación de un producto, entre los cuales están:

- Incluyen materiales como productos de limpieza para el establecimiento, indumentaria, entre otros.
- Suministros directos como la electricidad para la iluminación de la planta de procesos y el agua potable para servicios necesarios.
- La mano de obra indirecta, la cual constituye el personal que actúa de forma indirecta en el proceso, como el jefe de control de calidad, jefe de planta, entre otros (Pág. 18).

## **CAPÍTULO II**

### **METODOLOGÍA**

#### **2.1 Tipo de investigación**

Para esta investigación, se optó por el enfoque cuantitativo, el cual, según Cabrera (2017), se fundamenta en la recopilación de datos con el propósito de evaluar hipótesis. Este enfoque se apoya en la medición numérica y el análisis estadístico para identificar tendencias de comportamiento y verificar teorías. En la metodología cuantitativa, la medida y cuantificación de los datos son el procedimiento principal para garantizar la objetividad en el proceso de adquisición de conocimiento.

Además, en esta investigación se empleó un diseño metodológico de enfoque cuantitativo, específicamente un diseño experimental. Según la explicación de Velázquez (2018), este enfoque se ubica dentro del campo de la estadística y tiene la finalidad de evaluar cómo una variable afecta a otra, identificando tanto las causas como los efectos de dicha relación.

#### **2.2 Técnicas e instrumentos de investigación**

En esta investigación, se emplearon diversas técnicas e instrumentos, que incluyen el análisis de datos, utilizado para examinar y evaluar el contenido de documentos escritos, tales como textos y artículos. Además, se llevaron a cabo experimentos, con la finalidad de controlar y manipular variables independientes para observar su impacto en una variable dependiente. Por último, se realizaron encuestas para recopilar información acerca de la aceptación de un producto.

### 2.3 Preguntas de investigación y/o hipótesis

#### *Hipótesis Alternativa*

La concentración de almíbar y el tiempo de estabilidad influyen sobre las características funcionales y fisicoquímicas en el proceso de enlatado de la piña.

#### *Hipótesis Nula*

La concentración de almíbar y el tiempo de estabilidad no influyen sobre las características funcionales y fisicoquímicas en el proceso de enlatado de la piña.

### 2.4 Procedimiento y análisis de datos

En el análisis estadístico de este estudio, se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial ( $A \times B$ ), donde A representó la concentración de almíbar con niveles de 14, 18 y 22 °Brix, y B representó el tiempo de estabilidad con niveles de 14 y 28 días (ver Anexo 1). En total, se emplearon 6 tratamientos, cada uno repetido tres veces, sumando un total de 18 unidades experimentales. Los envases metálicos utilizados cumplían con las especificaciones de la norma NTE INEN-ISO 90-1 (2013) y contenían aproximadamente 770 g de piña en almíbar en estado de madurez "pintón".

Para alcanzar el primer objetivo, se llevaron a cabo análisis detallados en el anexo 2. Luego, se procedió a la estandarización de la materia prima y a la determinación de sus características fisicoquímicas, cuyos procedimientos se encuentran en el anexo 3. En cuanto al segundo objetivo, se desarrolló un diagrama y una descripción del proceso de elaboración de piña en almíbar, incluyendo los parámetros relevantes, los cuales se aprecian en el anexo 4. Lo que respecta al tercer objetivo el cual fue determinar las propiedades funcionales y fisicoquímicas además del análisis microbiológico del producto final, la metodología respectiva se encuentra en el anexo 5.

Además, se efectuó una evaluación de las propiedades sensoriales del producto terminado de acuerdo con la ficha técnica (ver Anexo 5) con el propósito de identificar cuál tratamiento resulta más favorable (ver Anexo 6). Finalmente, se calculó el costo de fabricación, teniendo en cuenta tanto los gastos directos como los indirectos. Los detalles de los parámetros considerados se encuentran en el anexo 7.

Los materiales de campo, materiales de laboratorio, equipos, reactivos y software que se emplearon en el desarrollo de la investigación están descritos en el anexo 8.

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

La piña fresca de la variedad Cayena Lisa conocida como “Hawaiiana” se adquirió en el mercado mayorista en la ciudad de Ibarra provincia Imbabura, antes de llevar a cabo los análisis, se efectuó la selección de las frutas considerando los requisitos y tolerancias de las características físicas que debe de tener la fruta como lo indica la NTE INEN 1836 (2015).

#### 3.1 Caracterización de la Piña Previo al Proceso de Enlatado

Previo al desarrollo del proceso de enlatado se realizó la estandarización de las propiedades fisicoquímicas (pH, sólidos solubles, acidez titulable) y funcionales (capacidad antioxidante y polifenoles totales) de la piña fresca. Esto se hizo con el objetivo de mantener uniformidad en la materia prima y evaluar el comportamiento de dichos compuestos durante el proceso de enlatado. Cabe recalcar que el proceso de estandarización de la materia prima se procedió conforme lo indica la teoría de errores de Posadas (2009). Se compararon los datos de análisis fisicoquímicos de la fruta con los requisitos establecidos en la norma NTE INEN 1836, 2015 para la piña.

##### 3.1.1 Análisis Fisicoquímicos

Analizar las características fisicoquímicas de la piña permite conocer y controlar principalmente la calidad de la fruta antes de someter al proceso de enlatado. Los resultados obtenidos de la piña en estado de madurez “pintón” se presentan en la tabla 8.

**Tabla 8**

*Características fisicoquímicas de la piña (Ananas comosus L.)*

Parámetros fisicoquímicos	Resultado
Sólidos solubles (°Brix)	12,67 ±0,12
pH	3,38 ±0,11
Acidez (%)	0,78 ±0,03

Según Ever (2008) establece que, la madurez del fruto es el factor principal que influye en los resultados fisicoquímicos. Por otro lado, las variaciones en las características fisicoquímicas de las frutas ocurren principalmente durante el proceso de postcosecha, y también se debe a factores como daños mecánicos, pérdida de humedad, envejecimiento prematuro causado por almacenamiento inadecuado, transporte de la materia prima y falta de tecnología para el manejo y conservación de las frutas (Fao, 2005; Pozo, 2021) .

El valor de sólidos solubles encontrado fue de 12,67 °Brix, cantidad que se encuentra en el rango establecido por la NTE INEN 1836 (2015) en la cual, se menciona que el valor mínimo y máximo es de 11 y 17 °Brix respectivamente. Sin embargo, al comparar estos resultados con estudios previos, se observó que la piña utilizada en la investigación presentó un valor ligeramente mayor que el reportado por Ever (2008), quién indica que la piña tiene 11,5 °Brix. Por otro lado, otros estudios realizados por Mercado et al. (2019) y Rodríguez et al. (2016) presentaron valores de sólidos solubles (°Brix) de 13,50 y 13,57 respectivamente, superiores al calculado en el experimento.

Los cambios pueden ser atribuidos tanto por el estado de madurez que tenga la piña como a los diferentes colores en los frutos que se relacionan con el grado de madurez y las propiedades fisicoquímicas de estos en almacenamiento, los cuales tienen un impacto significativo en los contenidos de pH y sólidos solubles según lo señalado por Rodríguez et al. (2016) en su investigación. Finalmente comparando el valor obtenido según la NTC 729-1, (1996) la fruta analizada presenta un estado de madurez "pintón" ya que se encuentra entre los valores mínimo y máximo de 12,6 y 13,5 °Brix respectivamente.

En cuanto al pH el resultado obtenido en base fresca fue de 3,38; lo cual se asemeja a los datos obtenidos por Mercado et al. (2019) y Rodríguez et al. (2016) en sus investigaciones quienes reportaron valores de 3,40-3,53 respectivamente. Sin embargo, según la investigación

de Gutiérrez et al. (2010) el pH de la piña es de 3,64; mientras que Rodríguez et al. (2016) indica un pH de 3,7 y; por último, García et al. (2011) mencionan que la piña contiene un pH de 4,2. Al verificar estos resultados con los datos obtenidos, se observa una diferencia importante.

El aumento del pH en la piña es resultado de los procesos bioquímicos que la fruta experimenta durante su proceso de maduración después de ser cosechada. A medida que la piña madura, el pH tiende a volverse alcalino por lo que durante los primeros días postcosecha se encuentra dentro del rango de acidez. Según Rodríguez et al. (2016) en su estudio establece que la maduración de la fruta es causada principalmente por el estrés de la cosecha en un principio y en los días siguientes actúa como un proceso natural.

El valor de la acidez titulable obtenido fue del 0,78%; lo cual es similar al valor presentado por Mercado et al. (2019) quienes informaron un valor de 0,74% y Gutiérrez et al. (2010) mencionaron que la piña tiene una acidez titulable de 0,84%. Mercado et al., 2019 afirman que conforme la piña se acerca a su etapa de senescencia, el pH tiende a aumentar ligeramente mientras que los ácidos disminuyen levemente, esta característica se atribuye a que la piña es una fruta no climatérica. Es importante destacar que el resultado obtenido en este experimento se encuentra en el rango especificado por la NTE INEN 1836 (2015), la cual establece un porcentaje máximo de 0,9% para acidez titulable.

### **3.1.2 Análisis Funcionales**

Con respecto al análisis funcional de la piña (*Ananas comosus L.*) se realizaron las muestras en base seca los resultados obtenidos se muestran a continuación. (ver tabla 9)

**Tabla 9***Compuestos funcionales de la piña fresca*

<b>Compuesto</b>	<b>Contenido</b>
Polifenoles (mg Ac. Gálico/100g fruta)	7,29±0,11
Capacidad antioxidante (µm Trolox/g)	42,73±0,95

En la tabla 9, se presenta el contenido de polifenoles después de estandarizar la fruta fresca, con un valor de 7,29 mg Ac. Gálico/100g fruta, valores similares se obtuvieron en el estudio elaborado por Ramírez & Pacheco (2011) quienes reportaron un valor de 8,91 mg A. Gálico/100g fruta en base seca. Por otro lado, un estudio realizado por Contreras & Tamani (2016) indicaron que la cáscara de piña (*Ananas comosus L.*) contiene 8,19 mg Ac. Gálico/100g, según Albán & Fuentes (2019) en su investigación mencionan que los compuestos fenólicos presentes en la cáscara de piña son similares a los que se encuentran en la pulpa de la fruta. A diferencia de los datos anteriormente mencionados, Montero et al. (2022) y Contreras & Tamani (2016) en sus estudios afirman que la piña en fresco y en pulpa contienen 38,1 y 35,88 mg Ac. Gálico/100g de compuestos fenólicos respectivamente.

En un estudio se encontró que la variación en la cantidad de polifenoles en las frutas puede deberse a diversos factores, como sus características fisicoquímicas y la composición de cada fruta, así como también con su variedad y las condiciones de almacenamiento a las que han estado expuestas. En el caso específico de los arándanos mencionan que los compuestos funcionales pueden verse afectados por el tipo de cultivo, tamaño de los frutos y la temperatura a las que se han almacenado (Kuskoski et al., 2006).

En lo que respecta a la capacidad antioxidante se obtuvo datos de 42,73 µm Trolox/g el cual es ligeramente superior al reportado por Vargas et al. (2022) que fue de 30,81 µm Trolox/g. por otro lado, en el estudio sobre la evaluación de la composición bromatológica y



su capacidad antioxidante de la *Ananas comosus* (piña) en las variedades de Cayena Liza y Lorenza, Contreras & Tamani (2016) mencionan un valor de 64,8  $\mu\text{m}$  Trolox/g por el método ABTS, en el cual se puede diferenciar un valor superior al calculado.

Según Ramírez & Pacheco (2011) la diferencia entre los datos obtenidos de la fruta evaluada y la información recopilada puede deberse a factores como el tipo de cultivo utilizado, el nivel de madurez y las condiciones ambientales en las que se cultiva. Por otro lado De La Vega et al. (2019) mencionan que el tiempo de proceso al que se sometió la fruta, hortaliza o tubérculo afectó la degradación de los compuestos funcionales.

### **3.2 Análisis de las Propiedades Funcionales y las Características Fisicoquímicas del Producto Final**

Tras completar el proceso de enlatado, el producto se almacenó durante el tiempo de estabilidad reflejado en el capítulo anterior, pasado este período se determinó las características fisicoquímicas (SST, acidez titulable y pH) y funcionales (polifenoles totales y capacidad antioxidante).

Para los sólidos solubles, acidez titulable y el pH, se llevó a cabo el análisis de varianza (ADEVA) y la prueba de Tukey para aquellos tratamientos y factores que mostraron una varianza significativa ( $p\text{-valor} < 0,05$ ). En cambio, para polifenoles totales y capacidad antioxidante se realizó análisis estadístico y se determinó que son datos no paramétricos (no cumplen con el supuesto de normalidad y homogeneidad), por lo cual se aplicó el método de Kruskal Wallis.

#### **3.2.1 Sólidos Solubles (*•Brix*) en Piña en Almíbar Enlatada**

Al realizar el análisis de varianza y cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad de datos, se identificó diferencias significativas entre los tratamientos y factores, tal como se puede apreciar en la tabla 10, por lo cual se determinó que el proceso de

enlatado si influye sobre los sólidos solubles de la piña, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Cabe mencionar que se obtuvo un CV de 5,88%, lo que indica que todas las operaciones del proceso se realizaron de forma controlada.

**Tabla 10**

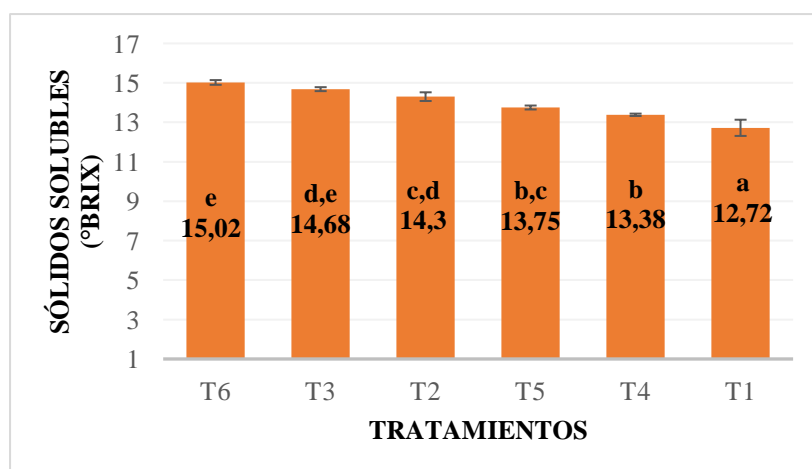
*Análisis de varianza para sólidos solubles*

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamiento	5	10,98	2,20	52,05	<0,0001
Concentración (C)	2	9,71	4,85	115,02	<0,0001
Tiempo (E)	1	1,19	1,19	28,23	0,0002
Interacción (CxE)	2	0,08	0,04	0,98	0,4027
Error	12	0,51	0,04		
Total	17	11,49			

Se llevó a cabo la prueba de Tukey al 5% para analizar las diferencias entre tratamientos. En la figura 4 se puede observar la variación en los sólidos solubles de la piña en almíbar enlatada.

**Figura 4**

*Sólidos solubles de la piña en almíbar enlatada*



En la figura 4 se puede apreciar un comportamiento específico en los datos relacionados con sólidos solubles, el cual indica que la cantidad de SST está determinada por la

concentración de almíbar y el tiempo de estabilidad. Por lo tanto, los tratamientos con mayor concentración de almíbar (T6 y T3) muestran niveles más altos de sólidos solubles, mientras que los tratamientos de 14°Brix y 18°Brix presentan menor cantidad.

Lo anterior se comprueba ya que existió diferencias significativas para el Factor A (concentración de almíbar), la prueba de Tukey reveló diferencias significativas entre los tratamientos, y por lo cual generó tres rangos (a, b y c), siendo la concentración de 22 °Brix la que presenta mayor cantidad de sólidos solubles en la fruta después del proceso de enlatado. (ver tabla 11)

**Tabla 11**

*Comparación de medias según Tukey para sólidos solubles factor A*

<b>Concentración de almíbar (°Brix)</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
14	13,05	a
18	14,03	b
22	14,85	c

Este comportamiento podría haber ocurrido debido al intercambio de masa, ya que según (Velasco,2013; Miranda, 2022) señalan que, el incremento en la concentración de sólidos solubles se debe a la difusión de solutos, lo cual permite un intercambio de materiales entre el líquido de cobertura y la fruta inmersa. Este intercambio facilita el establecimiento de un equilibrio en el medio, cabe mencionar que el soluto se transfiere desde la solución más concentrada hacia la más diluida.

Así mismo, al existir diferencias significativas para el Factor B (tiempo de estabilidad), la prueba de Tukey evidenció diferencia entre los tratamientos, y por lo cual generó dos rangos (a y b). Estableciendo que a mayor tiempo de almacenamiento la cantidad de sólidos solubles aumenta con respecto a la piña. (ver tabla 22)

**Tabla 12**

*Comparación de medias según Tukey para sólidos solubles factor B*

<b>Tiempo de estabilidad (Días)</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
14	13,72	a
28	14,23	b

Tucto (2018) en su investigación sobre aceptabilidad sensorial de la penca de sábila en almíbar de maracuyá menciona que el equilibrio entre la fruta y el almíbar se alcanza durante el periodo de almacenamiento, durante el cual la fruta absorbe el azúcar del jarabe y libera agua hasta que se igualen. Este proceso es conocido como osmosis y difusión. Por lo tanto, con el transcurso del tiempo de residencia del fruto en el almíbar se genera una mayor difusión, tal como se evidencia en la tabla 12. La concentración de los sólidos aumenta a mayor tiempo de contacto.

Además, la concentración de almíbar durante el almacenamiento aumenta debido a la hidrólisis de los polisacáridos, principalmente almidón y su transformación en azúcares simples (Sampaio et al., 2008; Cherrez, 2022). Por otro lado, en un estudio sobre la determinación de las propiedades de calidad de la piña (*Ananas Comosus*) variedad Cayena Lisa se establece que los sólidos solubles aumentan con respecto a los días de almacenamiento ya que, durante el proceso de maduración, los carbohidratos se acumulan y se transforman en azúcares (García et al., 2011).

### **3.2.2 Acidez Titulable en Piña en Almíbar Enlatada**

El nivel de acidez se define como la cantidad de ácido que se encuentra en el fruto, y también se considera un parámetro importante para determinar su madurez (Andrimba, 2022). Se efectuó el análisis de varianza con base en los supuestos de normalidad y homogeneidad de los datos. Se evidenció que existen diferencias significativas tanto en los tratamientos como,

especialmente, en el factor A (concentración de almíbar °Brix), como se detalla en la tabla 13, por lo tanto, se deduce que el proceso de enlatado si tiene impacto en la acidez titulable de la piña, lo cual lleva a rechazar la hipótesis nula. Así mismo se obtuvo un CV del 7,45%, lo cual indica que el proceso realizado fue el adecuado y de manera controlada.

**Tabla 13**

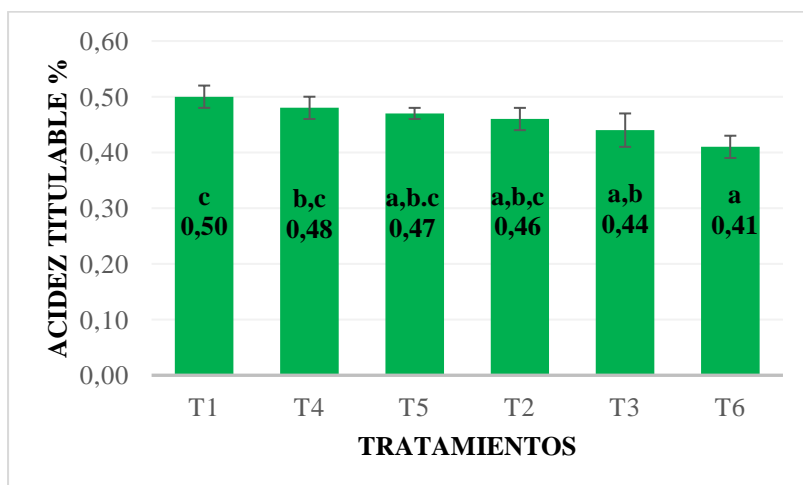
*Análisis de varianza para acidez titulable de la piña en almíbar enlatada*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamiento	5	0,01	2,90E-03	6,23	0,0045
Concentración (C)	2	0,01	0,01	13,1	0,001
Tiempo (E)	1	2,00E-03	2,00E-03	4,35	0,059
Interacción (CxE)	2	2,80E-04	1,40E-04	0,30	0,7454
Error	12	0,01	4,60E-04		
Total	17	0,02			

Se llevó a cabo la prueba de Tukey al 5% para analizar las diferencias entre tratamientos. En la figura 5 se puede observar la variación en la acidez titulable de la piña en almíbar enlatada.

**Figura 5**

*Acidez titulable de la piña en almíbar enlatada*



En la figura 5 se expresa un comportamiento particular de los datos asociados a la acidez titulable, y es que esta depende de la concentración del almíbar. El incremento de azúcar hace que el sistema sea menos ácido y más alcalino (Aguilar, 2022). Es por ello, que los tratamientos con menor concentración de sólidos solubles (T1 y T4) presentan mayores valores de acidez titulable, seguidos por los tratamientos de 18 °Brix y 22 °Brix como aquellos que presentan la menor acidez.

Lo anterior se comprueba ya que existió diferencias significativas para el Factor A (concentración de almíbar), la prueba de Tukey mostró la diferencia entre los tratamientos, y por lo cual generó dos rangos (a y b), en tal sentido la concentración de 22 °Brix es la que presenta menor porcentaje de acidez titulable en la fruta después del proceso de enlatado. (ver tabla 14)

**Tabla 14**

*Comparación de medias según Tukey para acidez titulable factor A*

Concentración de almíbar °Brix	Medias	Rangos
22	0,43	a

18	0,46	b
14	0,49	b

Por otro lado Bolaños & Calero (2015) en un estudio sobre los componentes bioactivos de la pitahaya expresan que, a los 28 días de almacenamiento la acidez titulable disminuye y se debe al proceso de metabolización de los ácidos orgánicos durante el almacenamiento. Específicamente, el ácido cítrico es metabolizado en azúcares, aminoácidos y otros ácidos orgánicos no volátiles que se utilizan en reacciones de oxidación durante la maduración de la fruta. Esto explica porque los tratamientos T4, T2 y T6 presentaron datos estadísticos inferiores a los demás ya que se debe al tiempo de estabilidad el cual fue de 28 días. Así mismo, Jan et al. (2022) afirman que, durante el almacenamiento y la maduración de la fruta, los ácidos orgánicos presentes en ella experimentan procesos enzimáticos que reducen su concentración. Estos se traducen en una disminución de la acidez titulable y contribuye a que la fruta adquiera un sabor más dulce.

Por otra parte, en base a las muestras obtenidas, se determinó que la cantidad de acidez tiene un rango de pérdida del 41% luego del proceso de enlatado, mientras tanto Aguilar (2022) en su investigación sobre la evaluación del proceso de enlatado sobre las características fisicoquímicas de la pitahaya en almíbar presenta un porcentaje de pérdida del 24% con respecto a la pulpa de fruta.

### ***3.2.3 pH en Piña en Almíbar Enlatada***

El pH afecta la estabilidad y muchos cambios en los productos alimenticios, así como la proliferación de microorganismos, por lo que funciona como un indicador de la calidad de los alimentos (Andrimba, 2022). Se estableció el análisis de varianza considerando los supuestos de normalidad y homogeneidad de los datos, y se pudo observar que existen diferencias significativas para los tratamientos, especialmente para el factor B (Tiempo de

estabilidad) como se muestra en la tabla 15. Por lo cual se determinó que el tiempo de estabilidad influye sobre el pH de la piña en almíbar enlatada, por lo tanto, la hipótesis nula se rechaza. Igualmente se logró obtener un CV del 2,54%; lo cual señala que el procedimiento llevado a cabo fue el adecuado y se realizó de manera controlada.

**Tabla 15**

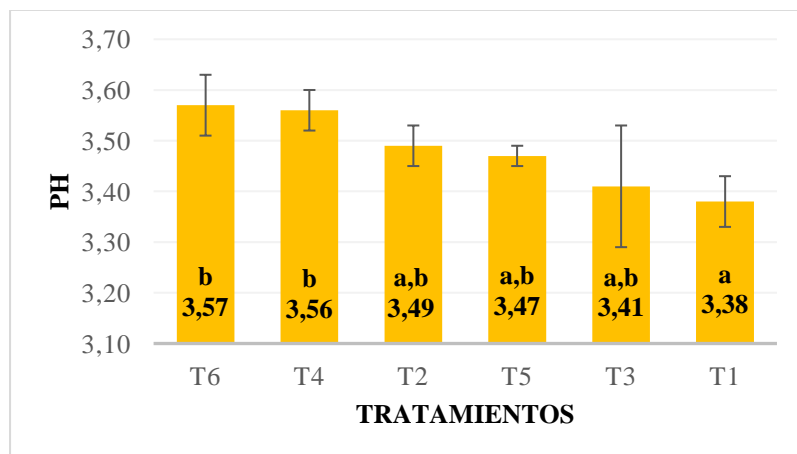
*Análisis de varianza para pH de la piña en almíbar enlatada*

<b>Fuentes de variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	5	0,09	0,02	4,26	0,0185
Concentración (C)	2	8,30E-04	4,20E-04	0,10	0,9018
Tiempo (E)	1	0,06	0,06	15,63	0,0019
Interacción (CxE)	2	0,02	0,01	2,73	0,1054
Error	12	0,05	4,00E-03		
Total	17	0,13			

Se llevó a cabo la prueba de Tukey al 5% para identificar las diferencias significativas entre los tratamientos. En la figura 6, se muestra claramente el comportamiento del pH en la piña en almíbar enlatada.

**Figura 6**

*pH de la piña en almíbar enlatada*





A pesar de que el pH también está asociado al nivel de acidez de un sistema, el comportamiento de los resultados es diferente al alcanzado en la sección anterior. Esto se debe a que el pH considera todos los ácidos presentes en el producto, mientras que la acidez titulable se enfoca en el más predominante (Anthon & Barrett, 2012; Sadler & Murphy, 2010). En el caso del pH de acuerdo con la figura 6, el tiempo de almacenamiento presenta una mayor influencia, debido a que los tratamientos con mayor pH (más básicos) son los que estuvieron expuestos a mayor tiempo al almíbar. Este comportamiento de pH entre tratamientos después del proceso de enlatado se debe a la presencia de un sistema de autorregulación del pH, ya que la adición del ácido cítrico al líquido de envasado provoca un efecto amortiguador en la solución (Yanes, 2018; Andrimba, 2022).

Al existir diferencias significativas para el Factor B (tiempo de estabilidad), la prueba de Tukey mostró claramente la diferencia entre los tratamientos, generando dos rangos distintos (a y b). (ver tabla 16)

**Tabla 16**

*Comparación de medias según Tukey para el pH*

<b>Tiempo de estabilidad (Días)</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
14	3,42	a
28	3,54	b

Este comportamiento de aumento se debe al tiempo de estabilidad que fueron sometidos cada tratamiento, al respecto Jan et al. (2022) mencionan que el incremento de pH en un producto enlatado se debe a la hidrólisis de ciertos componentes presentes en los alimentos, como los ácidos orgánicos los cuales pueden descomponerse y generar bases más fuertes, reacciones que se ven propiciadas con el pasar del tiempo.

Después del proceso de enlatado, el valor promedio del pH de la piña fue de 3,48. Zambrano et al. (2018) en su estudio indican que con un pH menor a 4,5 es una forma efectiva de lograr la inocuidad de algunos alimentos debido a la alta sensibilidad de pH de las bacterias patógenas, lo que se puede decir que los valores obtenidos de pH se encuentran dentro de los parámetros establecidos. Así mismo, se menciona que la presencia de los ácidos en este tipo de productos es fundamental para evitarla inversión de azúcar en el almíbar, fenómeno que ocurre por presencia de ácido y aplicación de calor (Murillo, 2004;Zambrano et al., 2018).

### 3.2.4 Polifenoles Totales de la Piña en Almíbar Enlatada

De acuerdo con Andrimba (2022) los polifenoles se encuentran distribuidos en los alimentos de origen vegetal y su función es proteger y reducir las enfermedades crónicas provocadas por los radicales libres (Toapanta, 2012). Tras realizar la prueba de normalidad y homogeneidad, los datos no mostraron una distribución normal, lo que llevó a utilizar el análisis no paramétrico de Kruskal Wallis, como se representa en la tabla 17. Esta prueba reveló que al menos uno de los tratamientos es significativamente diferente del resto, dado que el valor de p es menor a 0,05. Además, se demostró valores significativos para el factor A (Concentración de almíbar), por lo cual se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alternativa.

**Tabla 17**

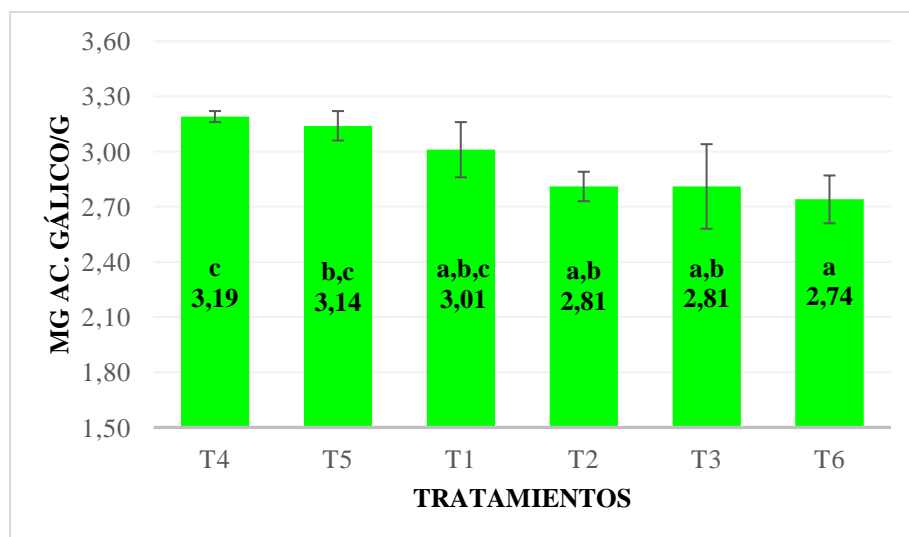
*Análisis Kruskal Wallis para polifenoles totales*

<b>Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E.</b>	<b>H</b>	<b>p</b>
T1	3	3,01	0,15	11,98	0,0348
T4	3	3,19	0,03		
T5	3	3,14	0,08		
T2	3	2,81	0,08		
T3	3	2,81	0,23		
T6	3	2,74	0,13		

Se utilizó la prueba de Ranking para identificar las diferencias entre los tratamientos. En la figura 7 se muestra el comportamiento de los polifenoles totales en la piña en almíbar enlatada.

**Figura 7**

*Polifenoles de la piña en almíbar enlatada*



La reducción del contenido de polifenoles observada en la figura 7, podría haber sido ocasionada por diversos factores, uno de ellos puede ser la hidrofilia de los compuestos presentes, los cuales podrían haber migrado hacia el almíbar. Además, es posible que se hayan producido reacciones de degradación durante los tratamientos térmicos, lo que también habría contribuido a la disminución en la calidad del fruto (Andrimba, 2022).

Además, en un estudio se menciona que la disminución de los compuestos fenólicos presentes en la fruta se produce debido a la oxidación, tanto enzimática como no enzimática, que ocurre durante todo el proceso de deshidratación al que se somete la fruta (Nunes et al., 2016; De La Vega et al., 2019). Por otro lado, en una investigación sobre la conservación de piña mínimamente procesada se encontró una disminución en los compuestos fenólicos debido a los procesos metabólicos naturales que estos presentan, los cuales se aceleran cuando el tejido de la fruta sufre daños superficiales (Vargas et al., 2022).

Es importante destacar que se han llevado a cabo estudios por Aguilar (2022), Miranda (2022) y Cherrez (2022) sobre la conservación de frutas enlatadas, los cuales han demostrado una disminución en la cantidad de compuestos fenólicos. Los cuales presentaron los siguientes porcentajes de pérdida 14,10%, 34% y 14,09% respectivamente. Luna et al. (2016) en su investigación mencionan que el contenido de polifenoles se ve afectado de manera significativa por la temperatura y el pH, ya que su aumento provoca una mayor degradación de estos compuestos y, por tanto, una disminución en su cantidad final.

Debido a la diferencia significativa en el factor A (concentración de almíbar), se llevó a cabo la prueba de Ranking, que mostró dos rangos distintos (a y b) para el factor. Estos resultados se encuentran detallados en la tabla 18, donde se determinó que las concentraciones C1 y C2 retienen una mayor cantidad de polifenoles en la piña en almíbar enlatada.

**Tabla 18**

*Prueba de Ranking para Concentración de Almíbar*

<b>Concentración de almíbar</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
22	2,77	a
18	2,98	a b
14	3,10	b

Busso (2016) en su estudio expresa que, si se emplea una concentración de almíbar muy alta, es posible que se produzca un impacto desfavorable en la cantidad de polifenoles totales. Esto se debe a que el proceso de enlatado puede provocar la pérdida de algunos nutrientes y compuestos vegetales, incluyendo los polifenoles.

Manach et al. (2004) en su investigación sobre Polifenoles: fuentes alimenticias y biodisponibilidad, mencionan que la cantidad de polifenoles presentes en un producto enlatado puede variar debido a la concentración de almíbar, ya que este compuesto se encuentra en

menor proporción con relación al aumento del volumen causado por el alto contenido de azúcar. De igual manera Valero et al. (2012) establecen que una alta concentración de almíbar puede generar reacciones químicas, como la hidrólisis y la degradación de los polifenoles y da lugar a la pérdida y disminución en el producto final.

A demás la cantidad de polifenoles puede variar dependiendo de factores como el tipo de fruta, condiciones de procesamiento y almacenamiento. La diferencia de la cantidad de polifenoles en el producto final se puede observar en los tratamientos T4 y T6, los cuales muestran una mayor y menor retención de este compuesto con relación a las concentraciones de almíbar de 14 y 22°Brix respectivamente.

En base a las muestras obtenidas, se determinó que los polifenoles totales tienen un rango de pérdida del 59% luego del proceso de enlatado, el análisis de polifenoles totales en otros productos demostrados por Busso (2016) en su investigación sobre la estabilidad de polifenoles y caracterización físico-química y sensorial en pulpas de frutos rojos presenta un porcentaje de pérdida del 47% respecto a la pupa natural, por otro lado Rodríguez et al. (2020) en su estudio sobre la determinación de la capacidad antioxidante en mermelada de mora procesada los compuestos fenólicos presentan una disminución del 44% y además menciona que la degradación de los compuestos fenólicos puede estar relacionada con el efecto de la temperatura y el aumento del contenido de sólidos solubles durante el proceso.

### ***3.2.5 Capacidad Antioxidante de la Piña en Almíbar Enlatada***

Los antioxidantes son sustancias que poseen la capacidad de neutralizar la oxidación y proteger los alimentos del deterioro. Su eficacia radica en su capacidad para interactuar con los radicales libres y reducir la rancidez o deterioro causado por la oxidación (Pokorny et al., 2001; Andrimba, 2022). Tras realizar la prueba de normalidad y homogeneidad, se encontró que los datos no siguen una distribución normal, lo que llevó a realizar el análisis no paramétrico de

Kruskal Wallis. Los resultados, que se exponen en la tabla 19, indicaron que el p-valor es mayor a 0,05. En consecuencia, se acepta la hipótesis nula y se descarta la hipótesis alternativa, lo que implica que los tratamientos no exhiben diferencias significativas en cuanto a la variable de capacidad antioxidante y los factores (Concentración de almíbar y tiempo de estabilidad).

**Tabla 19**

*Análisis Kruskal Wallis para capacidad antioxidante*

<b>Tratamientos</b>	<b>N</b>	<b>Medias</b>	<b>D.E.</b>	<b>H</b>	<b>p</b>
T1	3	36,97	0,96	4,84	0,4362
T4	3	35,49	0,38		
T5	3	36,29	2,36		
T2	3	37,25	1,48		
T3	3	34,76	2,56		
T6	3	35,94	1,55		

Dado que no se observaron diferencias estadísticamente significativas, a pesar de tener diferentes muestras iniciales para el análisis, se concluye que la variación entre los tratamientos no es significativa. En consecuencia, los factores estudiados no ejercen una influencia significativa en la actividad antioxidante final.

A partir de las muestras obtenidas, se pudo determinar que la capacidad antioxidante experimento una reducción del 16% después del proceso de enlatado, el análisis de este compuesto funcional en pitahaya en almíbar realizado por Aguilar (2022) presenta una pérdida del 21% de compuestos antioxidantes. Si se analiza otro producto, Marquina et al. (2008) en su investigación sobre la composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba establecen que existe una pérdida del 51,74% después del proceso para obtener mermelada. Para Miranda (2022) el contenido de antioxidantes puede variar entre diferentes alimentos, especialmente en frutas, donde los factores como condiciones de cultivo,

nutrientes del suelo y el estado de madurez del fruto pueden influir en su concentración. Además, la temperatura de pasteurización también desempeña un papel importante ya que puede afectar la estabilidad de los compuestos activos presentes en los alimentos.

La capacidad antioxidante mide el efecto de neutralizar los radicales libres. Esto puede deberse a varios compuestos, no solo a los polifenoles (Contreras & Tamani, 2016); por ello puede tener un comportamiento diferente.

### **3.3 Análisis Microbiológico de la Piña en Almíbar Enlatado**

La inocuidad y calidad en la elaboración de alimentos como conservas es muy importante debido a que le da cierta característica de ser un producto inocuo que no debe causar daño al momento de ser ingerido; siempre y cuando se aplique medidas higiénicas para obtener y mantener alimentos sanos (OIRSA, 2018). Por esta razón, se realizaron análisis microbiológicos, específicamente para el recuento de mohos y levaduras. El cual acredite que el proceso para la elaboración de piña en almíbar enlatada haya sido el correcto.

El proceso se realizó de acuerdo con la NTE INEN 1529-10 (2013). Los ensayos microbiológicos realizados a los 6 tratamientos después de transcurrir 5 días no presentaron crecimiento de mohos y levaduras; lo cual se puede evidenciar en el (Anexo 9). Los resultados cumplen con la norma NTE INEN 2 335 (2003) la cual indica que el valor máximo es de 10 ufc/cm<sup>3</sup> para productos enlatados.

Por otro lado, según Andrimba (2022) la ausencia de microorganismo se debe a que la piña es una fruta ácida con un pH inferior a 4,6 y también debido a los tratamientos térmicos aplicados durante el proceso de enlatado. Estos tratamientos térmicos permiten inhibir el crecimiento de microorganismos, lo que garantiza tanto la seguridad como la calidad del producto.

### 3.4 Evaluación de los Atributos Sensoriales de los Mejores Tratamientos

Uno de los propósitos de la evaluación sensorial es interpretar las respuestas de los consumidores evaluadas principalmente a través de los sentidos: vista, olfato, tacto, oído y gusto. Algunos resultados indican como el proceso y formulación de un producto pueden afectar su nivel de aceptación por parte de los consumidores Del Carmen et al. (2015).

Para realizar el análisis sensorial se tomó en cuenta los 4 mejores tratamientos basándose en los resultados de polifenoles totales. En la figura 7 se observó el comportamiento de este compuesto funcional en donde muestra que los tratamientos T4, T5, T1 y T2 contienen la mayor cantidad de polifenoles con respecto a T3 y T6.

La diferencia se debe a que los tratamientos escogidos se realizaron a concentraciones de almíbar de 14 y 18°Brix, por el contrario, para los tratamientos restantes se tomó en cuenta una concentración de 22°Brix. En consecuencia, si la concentración es muy alta, podría ocasionar una reducción de los polifenoles totales debido a la pérdida de los componentes (nutrientes y compuestos vegetales) durante el enlatado (Busso, 2016).

Fuentes et al. (2015) mencionan que los componentes funcionales contienen propiedades biológicamente activas que ayudan a mejorar la salud y disminuir el riesgo de enfermedades lo que a su vez genera una sensación de bienestar en los consumidores.

#### 3.4.1 *Análisis Sensorial para el Parámetro de Color*

A continuación, se muestra los resultados del análisis sensorial del parámetro color, aplicados a la piña en almíbar enlatada mediante la prueba de Friedman, al realizar este método se obtuvo un p-valor de 0,0121; que es menor al valor establecido de 0,05; lo que indica que hay diferencia significativa en cuanto al color.

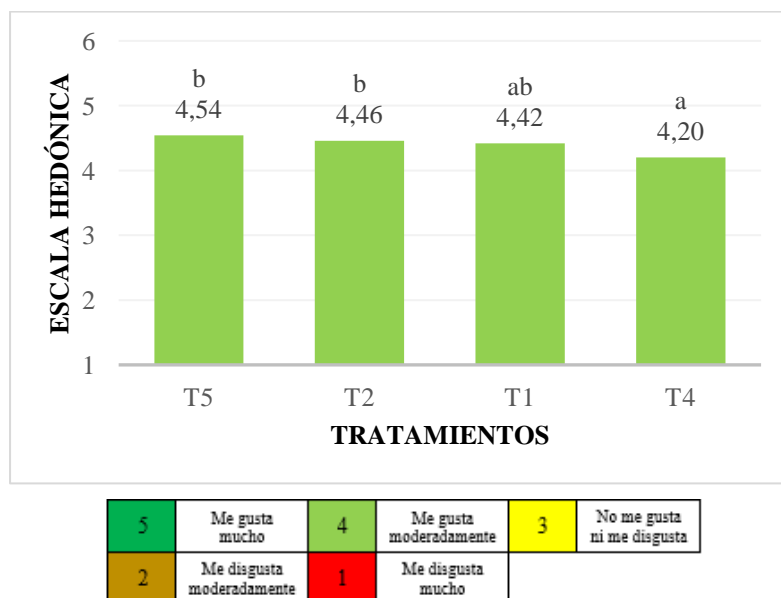
Se empleó la prueba de Ranking para identificar las diferencias entre tratamientos. Estableciendo que el T2 (18 °Brix y 28 días) y T5 (18 °Brix y 14 días) obtuvieron una



aceptación similar lo que se puede decir que son los mejores tratamientos para el parámetro color, y el T4 (14 °Brix y 28 días) presentó niveles de aceptación bajos. Ver figura 8

**Figura 8**

*Gráfica de aceptabilidad sensorial para el parámetro color*



Según Tucto (2018) menciona que el color es un atributo clave que influye en la aprobación o rechazo del producto. En este contexto, es crucial que el color refleje adecuadamente las características propias de la piña utilizada en el proceso.

Por otro lado, Valles (2021) menciona que a medida que se incrementa la concentración de jarabe, el color amarillo se vuelve más intenso. Por esta razón, se considera que los tratamientos T2 y T5 son los mejores ya que presentan valores más altos en sólidos solubles (°Brix). De igual manera la diferencia de concentración de polifenoles que existe en cada tratamiento afecta directamente a la variación de color, puesto que algunos polifenoles actúan como pigmentos naturales aportando diversos tonos de amarillo al producto (Quiñones et al., 2012).

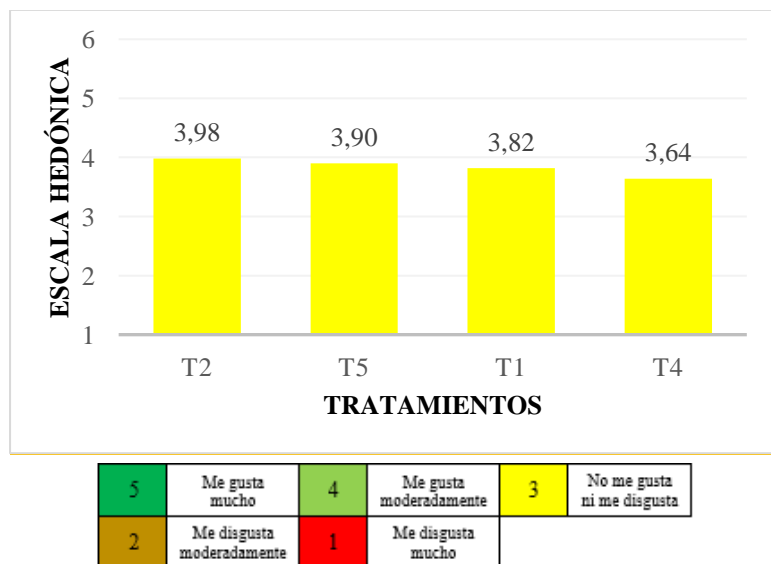
Así mismo, Vargas et al. (2022) en un estudio sobre la conservación de piña mínimamente procesada expresan que los cambios de color se deben principalmente a reacciones enzimáticas que disminuyen la luminosidad y la pureza del color. En general, las muestras tienden a oscurecerse y a perder intensidad en el tono amarillo. Esto podría explicar el motivo por el cual el tratamiento T4 tuvo la menor aceptación por parte de los panelistas.

### 3.4.2 Análisis Sensorial para el Parámetro Olor

A continuación, se muestra los resultados del análisis sensorial del parámetro olor, aplicados a la piña en almíbar enlatada mediante la prueba de Friedman, al aplicar este método, se obtuvo un p-valor igual a 0,0988, lo cual supera el rango establecido de 0,05. Como resultado, se concluyó que no existen diferencias significativas en cuanto al olor entre los tratamientos evaluados. En la figura 9 se presentan los resultados obtenidos de la evaluación del parámetro olor.

**Figura 9**

*Gráfica de aceptabilidad sensorial para el parámetro olor*



De acuerdo con lo establecido anteriormente, el parámetro olor con relación a los tratamientos aplicados en la producción de conserva de piña en almíbar, no se observó diferencias significativas. Esto se debe al estado de madurez de la fruta, puesto que, a medida

que cambia libera compuestos volátiles, sin embargo, el proceso de enlatado se realiza de manera que elimine el oxígeno del envase y se someta a un tratamiento térmico que mate los microorganismos y enzimas responsables de la maduración y el deterioro. Esto significa que la fruta en conserva permanece en el estado en el que estaba cuando se enlató y no continuará madurando mientras se encuentra enlatada. En consecuencia, los panelistas no percibieron cambios en el olor (Dávila et al., 2011).

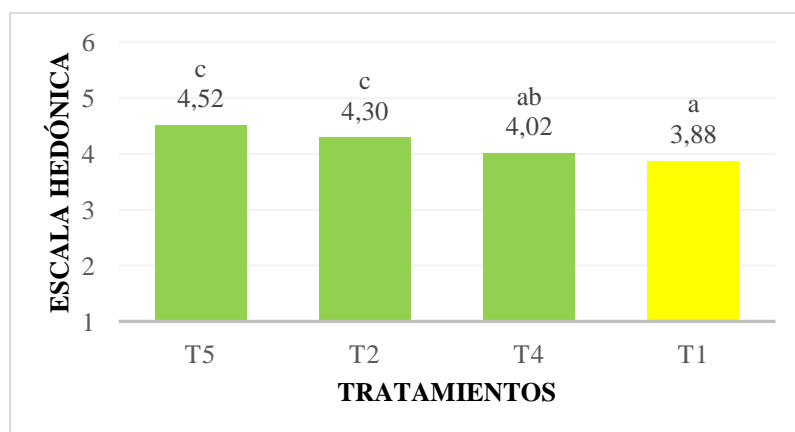
### 3.4.3 Análisis Sensorial para el Parámetro Sabor

A continuación, se muestra los resultados del análisis sensorial del parámetro sabor, aplicados a la piña en almíbar enlatada mediante la prueba de Friedman, al llevar a cabo este método, se obtuvo un p-valor de 0,0001, que es menor al nivel de significancia establecido de 0,05. Por lo tanto, se concluyó que existen diferencias significativas en cuanto al sabor.

Se empleó la prueba de Ranking para identificar las diferencias entre los tratamientos. Estableciendo que tanto el tratamiento T2 (18 °Brix y 28 días) como el T5 (18 °Brix y 14 días) lograron una aceptación similar, lo que indica que son los mejores tratamientos para el parámetro sabor. Mientras tanto el tratamiento T1 (14 °Brix y 14 días) mostró valores de aceptación bajos (ver figura 10).

**Figura 10**

*Gráfica de aceptabilidad sensorial para el parámetro sabor*



5	Me gusta mucho	4	Me gusta moderadamente	3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente	1	Me disgusta mucho		

De igual manera Franco et al. (2017); De La Vega et al. (2019) mencionan que los polifenoles son una serie de metabolitos secundarios que se destacan por ser compuestos biológicamente activos que no cumplen funciones nutricionales. En algunos casos estos compuestos pueden contribuir a las propiedades organolépticas de las frutas. De acuerdo con esto en parte, se puede atribuir que el tratamiento T5 fue el más aceptado debido a su mayor concentración de polifenoles en comparación con el tratamiento T1.

La concentración de almíbar si influye en la aceptabilidad del producto, debido a que a mayor cantidad solidos solubles el sabor tiende a volverse más dulce, respecto a lo antes mencionado tiempo de estabilidad afecta de igual manera puesto que existe un intercambio de azúcar, de líquido de gobierno hacia la fruta, buscando el punto de equilibrio.

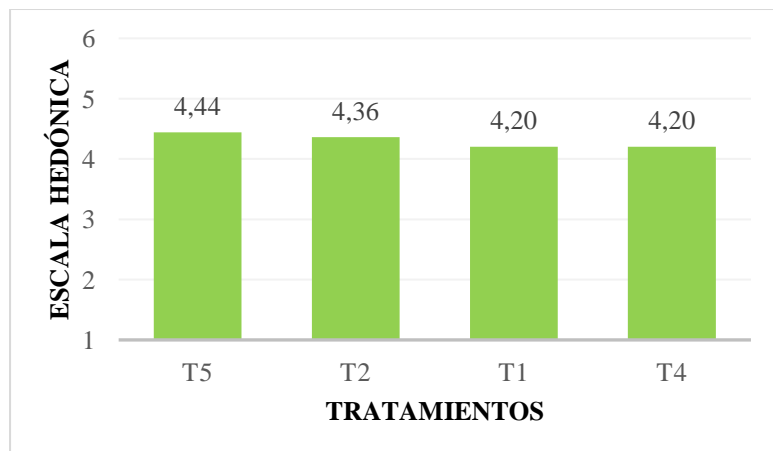
En un estudio comparativo, se dice que el sabor experimenta cambios debido a la hidrólisis de los alimentos, los cuales se convierten en azúcares. Durante este proceso el sabor ácido se transforma en uno más dulce, ya que el pH se eleva a medida que la fruta madura. (DECCOIBERICA, 2018; Cherrez,2022)

#### **3.4.4 Análisis del Parámetro Textura**

A continuación, se muestra los resultados del análisis sensorial del parámetro textura, aplicados a la piña en almíbar enlatada mediante la prueba de Friedman, al realizar este método se obtuvo un *p valor* de 0,0578 siendo mayor al establecido de 0,05 por lo tanto se determinó que no existe diferencias significativas en cuanto a la textura. En la figura 11 se presentan los resultados obtenidos de la evaluación del parámetro textura.

**Figura 11**

*Grafica de aceptabilidad sensorial para el parámetro textura*



5	Me gusta mucho	4	Me gusta moderadamente	3	No me gusta ni me disgusta
2	Me disgusta moderadamente	1	Me disgusta mucho		

Como se observa en la figura 11, no existen diferencia significativa con respecto al parámetro textura, sin embargo, cabe mencionar que se esperaba cambios debido a que el tiempo de almacenamiento fueron de 14 y 28 días, no obstante, esto no ocurrió. Debido a que se realizó, un correcto proceso de enlatado, Arocha (2017) menciona que en este método de conservación las frutas se sellan en latas herméticas, lo que significa que la fruta no tiene contacto con el oxígeno, de igual manera el tipo de envase utilizado evita la exposición directa con la luz.

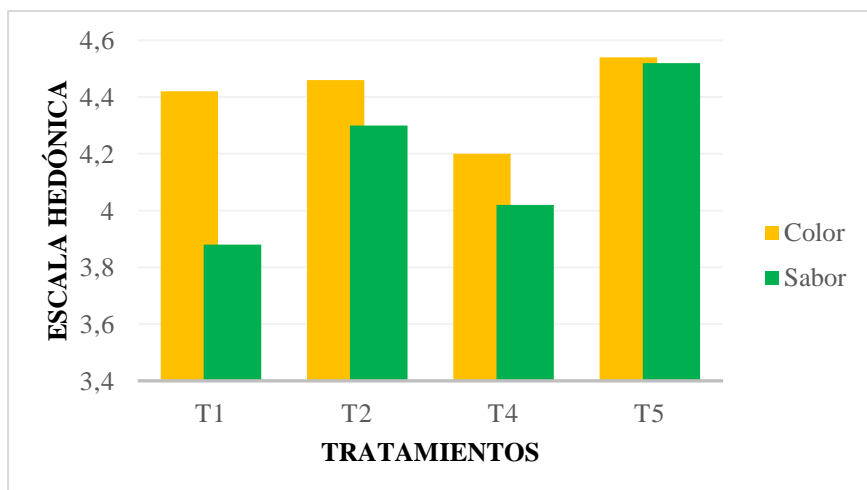
Cave recalcar que las concentraciones de almíbar propuestas en el CODEX ALIMENTARIUS (1981) y que fueron utilizadas en el proceso de enlatado fueron las correctas. Es importante mencionar que el azúcar actúa como agente conservador independientemente de la concentración y puede ayudar a preservar la estructura de la fruta durante el almacenamiento (Alzamora et al., 2004). Lo expresado anteriormente pudo haber influido, a que los panelistas no hayan percibido cambios de textura.

### 3.4.5 Aceptabilidad General del Producto

Debido a los resultados obtenidos, se observaron diferencias significativas únicamente en los parámetros de color y sabor. Con respecto a la figura 12 se considera que el mejor tratamiento fue T5, en cuanto color y sabor. Es decir que la concentración de almíbar (18°Brix) y un tiempo de estabilidad (14 días), influyeron de manera directa en la aceptabilidad de la piña en almíbar enlatada por parte de los panelistas.

**Figura 12**

*Aceptabilidad general del producto*



### 3.5 Costos de Elaboración de la Piña en Almíbar Enlatada

Los costos de producción son aquellos que se suscitan durante el proceso de transformación de la materia prima en un producto terminado. Salinas (2012) menciona que entre los costos de producción se encuentran costos de materia prima, costo de mano de obra y costos generales de fabricación. Por lo tanto, a continuación, se detallan los costos directos e indirectos involucrados en el proceso de elaboración de piña en almíbar enlatada.

#### 3.5.1 Costos Directos

Los costos directos se calcularon en base a los gastos que están directamente relacionados con la elaboración del producto enlatado; incluyendo materia prima, insumos,

envases y mano de obra directa. La tabla 20 muestra los costos directos generados en la elaboración de piña en almíbar enlatada.

**Tabla 20**

*Costos directos de elaboración de piña en almíbar enlatada*

INSUMO	UNIDAD	PRECIO		CANTIDAD	COSTO TOTAL \$ USD
		UNITARIO	\$		
<b>Fruta (Piña)</b>	kg	0,55		100	55,00
<b>Azúcar</b>	kg	0,90		4,75	4,28
<b>Ácido cítrico</b>	g	0,003		27,54	0,08
<b>Sorbato de K</b>	g	0,01		13,77	0,14
<b>Envases</b>	u	0,78		66	51,48
<b>Mano de obra</b>	h/día	2,50		21	52,50
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>163,48</b>

En la tabla 20 se observa los costos de los materiales directos y la mano de obra directa están relacionados con el proceso de producción de la piña en almíbar enlatada. Estos costos se calcularon tomando en cuenta la cantidad de envases obtenidos al final del proceso de elaboración del producto los cuales fueron 66 envases distribuidos por partes según su función (análisis funcionales, análisis fisicoquímicos, análisis sensoriales y microbiológicos). Por otro lado, el costo de mano de obra fue calculado considerando el tiempo total en el proceso de elaboración del producto y el costo por hora, basado en el salario básico unificado del trabajador en general.

### 3.5.2 Costos Indirectos

Los costos indirectos se realizaron en base a los gastos que no se pueden identificar directamente con la elaboración del producto enlatado. En la tabla 21 se presentan los costos indirectos implicados en el procesamiento de la piña en almíbar enlatada.

**Tabla 21**

*Costos indirectos de elaboración de piña en almíbar enlatada*

		PRECIO		COSTO
	UNIDAD	UNITARIO	CANTIDAD	TOTAL \$
		\$		USD
<b>Diésel</b>	Galón	1,75	10	17,5
<b>Gas</b>	Tanque	3,00	1	3,00
<b>Agua</b>	m <sup>3</sup>	1,277	1	1,277
<b>Luz</b>	kW/h	0,096	12	1,152
<b>COSTO INDIRECTO</b>				<b>22,93</b>

Como se puede observar, en la tabla 21, el consumo de diésel y gas se realizó de acuerdo con los requisitos mínimos para que los equipos de las Unidades Eduproductivas puedan trabajar durante el proceso de elaboración de piña en almíbar enlatada. Además, para el cálculo de consumo de agua necesaria para el proceso se tomó en cuenta el precio por m<sup>3</sup> y la categoría (Industrial) según lo indica ETAPA EP (2022). Por otro lado, el costo de la luz (kW/h) se tomó en cuenta a lo establecido en Global Petrol Prices (2022).

### 3.5.3 Costo Total de Producción

A continuación, se muestra el costo total unitario de la piña en almíbar enlatada.

$$\text{Costo unitario} = \frac{\text{Costo directo total} + \text{Costo indirecto total}}{\text{Total de unidades producidas}}$$



$$\text{Costo unitario} = \frac{163,48 + 22,93}{66}$$

$$\text{Costo unitario} = \$2,82$$

Analizando los precios unitarios de algunas conservas de frutas de marcas reconocidas en el mercado, FACUNDO registra un precio unitario de \$4,50 por 565g de piña en almíbar enlatada. Mientras que la marca SNOB ofrece el mismo producto a \$3,29 por 600g y por último Cuesta (2013) menciona que la empresa Sipia S.A establece un precio unitario de \$3,02 por 600g de piña en almíbar enlatada. Como se puede apreciar en la ecuación anterior, el costo de una lata de piña en almíbar es de \$2,82; esto quiere decir que el precio se encuentra entre los rangos de costos en el mercado. Además, se destaca que este precio es similar al obtenido por Miranda (2022) en un análisis de costos realizado para guanábana en almíbar enlatada cuyo resultado fue de \$2,97.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Al realizar la caracterización de la materia prima, se demostró que la piña *Ananas comosus L.* en su estado fresco presentó propiedades similares al estado de madurez pintón de acuerdo con la norma NTC 729-1.
- De los análisis del producto final, se evidenció principalmente que la concentración de polifenoles se conserva con la menor cantidad de sólidos solubles del almíbar, pues existe menor transferencia a causa de la presión osmótica.
- Se determinó que los atributos sensoriales de color y sabor presentaron diferencia significativa. Por lo cual la concentración de almíbar (18 °Brix) y el tiempo de estabilidad (14 días) tuvieron un impacto directo en la aceptación de la piña enlatada.
- En base al análisis de costos realizados, se concluyó que el precio del producto es competitivo, ya que se ubica dentro de los rangos de precios establecidos en el mercado local, donde se ofrecen productos enlatados similares.
- De acuerdo con los resultados obtenidos, se puede concluir que la concentración de almíbar y el tiempo de estabilidad si influyen sobre las características funcionales y fisicoquímicas en el proceso de enlatado de la piña. Por lo cual, se acepta la hipótesis alternativa planteada.

## 4.2 Recomendaciones

- Llevar a cabo una evaluación del proceso de enlatado empleando diversas variedades de piña, con el fin de determinar si algunas de ellas preservan de manera más efectiva las propiedades funcionales del producto final. Además, comparar los resultados obtenidos con esta investigación.
- Estudiar las propiedades fisicoquímicas y funcionales empleando un tiempo de estabilidad superior a los 28 días, con el fin de observar el comportamiento del producto final.
- Analizar otros compuestos funcionales presentes en la piña, como por ejemplo ácido ascórbico (Vitamina C).
- Emplear métodos alternativos (como DPPH Y FRAP) para cuantificar la capacidad antioxidante con el propósito de comparar los resultados y analizar el comportamiento observado.
- Evaluar los atributos sensoriales utilizando concentraciones de almíbar que sean superiores al valor de jarabes altamente concentrados (22 °Brix), con el fin de determinar el nivel de preferencia y aceptabilidad del producto.

## BIBLIOGRAFÍA

- Aenormas. (s. f.). *Tipos de pruebas de análisis sensorial alimentario*. Recuperado 27 de junio de 2022, de <https://portal.aenormas.aenor.com/revista/320/analisis-sensorial-tipos-pruebas.html>
- Aguilar, C. (2022). *Evaluación del proceso de enlatado sobre las características funcionales y físico químicas de la pitahaya *Selenicereus megalanthus* en almíbar*.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13051/2/03%20EIA%20564%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Albán, P., & Fuentes, V. (2019). *Polifenoles totales y actividad antioxidante en la cascara de piña (*Ananas comosus* L. Merrill) en dos variedades (Golden sweet y Cayena lisa)*.  
<http://repositorio.ug.edu.ec/bitstream/redug/43474/1/BCIEQ-T-0402%20Alb%c3%a1n%20Zambrano%20Pedro%20Adonis%3b%20Fuentes%20Merchan%20V%c3%adctor%20Manuel.pdf>
- Alzamora, S., Guerrero, S., Nieto, A., & Vidales, S. (2004). *Conservación de frutas y hortalizas mediante tecnologías combinadas*. <https://www.fao.org/3/y5771s/y5771s.pdf>
- Andrimba, L. (2022). *EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LAS CARACTERÍSTICAS FÍSICOQUÍMICAS Y FUNCIONALES DE LA UVILLA *Physalis peruviana* L. EN ALMÍBAR ENLATADA*.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12300/2/03%20EIA%20546%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Anthon, G., & Barrett, D. (2012). Pectin methylesterase activity and other factors affecting pH and titratable acidity in processing tomatoes. *Food Chemistry*, 132, 915-920.  
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2011.11.066>
- Arocha, J. (2017). *DISEÑO Y ESTRUCTURA DE UN PLAN LOGÍSTICO PARA LA PRODUCCIÓN EXPORTABLE DE PIÑA ENLATADA DE LA INDUSTRIA COLOMBIANA HACIA FRANCIA*.  
<https://repositorio.udes.edu.co/bitstream/001/4213/1/DISE%c3%91O%20Y%20ESTRUCTURA%20DE%20UN%20PLAN%20LOGISTICO%20PARA%20LA%20PRODUCCION%20EXPORTABLE%20DE%20PI%c3%91A%20ENLATADA%20DE%20LA%20IND.pdf>

- Atarama, G. (2017). *Almíbar de Piña* . <https://es.scribd.com/document/357847187/almibar-de-pina-docx>
- Avelino, W., Buenaño, W., & Sanchez, D. (2009). *ANÁLISIS DEL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE LA PIÑA PARA AUMENTAR LA EXPORTACIÓN DEL ECUADOR HACIA EL MERCADO ESPAÑOL, APLICANDOLAS NORMAS DE CALIDAD (ISO 14001 Y EUROGAP) A PARTIR DEL AÑO 2009*.  
<http://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/5535/1/D-38831.pdf>
- Bolaños, G., & Calero, C. (2015). *Calidad poscosecha y componentes bioactivos de pitahaya (Hylocereus triangularis) y guayaba (Psidium guajava) debido a índices de madurez y temperatura de conservación*.  
<http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/10771/T-ESPE-IASA%20I-001644.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Busso, C. (2016). *Estabilidad de polifenoles y caracterización físico-química y sensorial en pulpas de frutos rojos en relación a los procesos tecnológicos para la obtención de alimentos e ingredientes alimenticios*.  
[http://repositorioubi.sisbi.uba.ar/gsd/collect/posgraafa/index/assoc/HWA\\_1425.dir/1425.PDF](http://repositorioubi.sisbi.uba.ar/gsd/collect/posgraafa/index/assoc/HWA_1425.dir/1425.PDF)
- Cabrera, C. (2017). *Seminario de tesis: Capitulo III. Marco metodológico*.  
<https://maestseminario.blogspot.com/2017/06/ejemplo-del-cap-iii-metodologia.html>
- Cerrato, I. (2013). *PANORAMA MUNDIAL DE LA PIÑA*.  
<http://191.103.79.102/xmlui/bitstream/handle/123456789/223/PANORAMA%20MUNDIAL%20DE%20LA%20PI%C3%91A.pdf?sequence=1>
- Cherrez, E. (2022). *Evaluación del proceso de enlatado sobre las características físicoquímicas y funcionales de tomate de árbol Solanum betaceum Cav. en almíbar*.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13067/2/03%20EIA%20567%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Chica, D. (2018). *Manejo agronómico del cultivo de piña (Ananas comosus), variedad MD2 en el Ecuador*. <http://dspace.utb.edu.ec/bitstream/handle/49000/5444/E-UTB-FACIAGING%20AGROP-000019.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

CODEX ALIMENTARIUS. (1981). *NORMA PARA LA PIÑA EN CONSERVA*.

[https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/jp/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B42-1981%252FCXS\\_042s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/jp/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B42-1981%252FCXS_042s.pdf)

Contreras, J., & Tamani, L. (2016). *Evaluación de la composición bromatológica y su capacidad antioxidante de la Ananas comosus (Piña) en las variedades de Cayena Liza y Lorenza*.

[https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4590/Jerson\\_Tesis\\_Titulo\\_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.unapiquitos.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12737/4590/Jerson_Tesis_Titulo_2016.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Cuesta, D. (2013). *PROYECTO DE PREFACTIBILIDAD PARA LA EXPORTACIÓN DE PIÑAS EN ALMÍBAR AL MERCADO DE ITALIA NÁPOLES*.

[https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/6807/1/54689\\_1.pdf](https://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/6807/1/54689_1.pdf)

Dávila, J., González, G., Ayala, J., Sepúlveda, D., & Olivas, G. (2011). COMPUESTOS VOLÁTILES RESPONSABLES DEL SABOR DEL TOMATE VOLATILE COMPOUNDS RESPONSIBLE OF TOMATO FLAVOR. En *Artículo de Revisión Rev. Fitotec. Mex* (Vol. 34, Número 2).

<https://www.scielo.org.mx/pdf/rfm/v34n2/v34n2a12.pdf>

De La Vega, J., Cañarejo, M., Cabascango, O., & Lara, M. (2019). Deshidratado de Physalis peruviana L. en dos Estados de Madurez y su Efecto sobre el Contenido de Polifenoles Totales, Capacidad Antioxidante, Carotenos, Color y Ácido Ascórbico. *Información Tecnológica*, 30. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642019000500091>

Del Carmen, S., Generoso, S., Gutierrez, D., & Questa, A. (2015). *Aplicación del análisis sensorial en la evaluación de la calidad de productos frescos cortados*.

[https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/72476/CONICET\\_Digital\\_Nro.579a8d08-a2a7-4b80-952e-482e4b24df93\\_B.pdf.pdf?sequence=5&isAllowed=y](https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/72476/CONICET_Digital_Nro.579a8d08-a2a7-4b80-952e-482e4b24df93_B.pdf.pdf?sequence=5&isAllowed=y)

Delgadillo, C., Díaz, M., & Ledesma, J. (2019). *EL PAPEL DE LOS ALIMENTOS ENLATADOS EN LA SALUD*.

<https://alimentacionysalud.unam.mx/wp-content/uploads/2021/08/El-papel-de-los-alimentos-enlatados-en-la-salud.pdf#page=71>

ETAPA EP. (2022). *Tarifario del servicio de Agua Potable y Saneamiento Vigente año 2022*.

<https://www.etapa.net.ec/principal/agua-potable/operacion-y-mantenimiento/tarifario-agua-potable-2022>

- Ever, M. (2008). *Obtención de fibra dietética a partir de piña (Ananas comosus) del cultivar Cayena Lisa*.  
<https://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12894/2632/Miguel%20Hijar.pdf?f?sequence=1&isAllowed=y>
- Fuentes, J. (2014). *IMPLEMENTACION DE ACCIONES CORRECTIVAS A LAS NO CONFORMIDADES DETECTADAS POR EL SISTEMA DE GESTIÓN DE CALIDAD E INOCUIDAD EN GRUPO LAYTA S. A.*  
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/2869/1/TESIS.pdf>
- Fuentes, L., Acevedo, D., & Gelvez, M. (2015). ALIMENTOS FUNCIONALES: IMPACTO Y RETOS PARA EL DESARROLLO Y BIENESTAR DE LA SOCIEDAD COLOMBIANA. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 13(2).  
[https://doi.org/10.18684/BSAA\(13\)140-149](https://doi.org/10.18684/BSAA(13)140-149)
- García, Y., Pérez, J., Pereira, A., & Hernández, A. (2011). Determinación de las propiedades de calidad de la piña (Ananas Comosus) variedad Cayena Lisa almacenada a temperatura ambiente . *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 20(1).  
<http://scielo.sld.cu/pdf/rcta/v20n1/rcta11111.pdf>
- Gaytán, A., Solís, S., López, L., Cobos, P., & Silvia, B. (2019). *Desarrollo y Evaluación Sensorial De Un Postre de Gelatina Funcional Del Fruto Rojo de Stenocereus queretaroensis (F.A.C. Weber) Buxbaum. 4.*  
<http://www.fcb.uanl.mx/IDCyTA/files/volume4/4/6/82.pdf>
- GlobalPetrolPrices. (2022). *Ecuador precios de la electricidad*.  
[https://es.globalpetrolprices.com/Ecuador/electricity\\_prices/](https://es.globalpetrolprices.com/Ecuador/electricity_prices/)
- González, L., Arroyo, A., Tobar, A., Polanía, A., Ayala, A., & Díaz, A. (2022). Obtención de “Snacks” de piña (Ananas comosus) mediante las técnicas combinadas de Ventana de Refractancia y Fritura con Aire Caliente. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 20(1), 165-178. <https://doi.org/10.18684/BSAA.V20.N1.2022.1879>
- González, V., Rodeiro, C., Sanmartín, C., & Vila, S. (2014). *INTRODUCCIÓN AL ANÁLISIS SENSORIAL: Estudio hedónico del pan en el IES Mugaros*.  
<http://www.seio.es/descargas/Incubadora2014/GaliciaBachillerato.pdf>

- Guevara, A., & Cancino, K. (2015). *ELABORACIÓN DE FRUTA EN ALMÍBAR* .  
<http://www.lamolina.edu.pe/postgrado/pmdas/cursos/dpactl/lecturas/separata%20fruta%20en%20almibar.pdf>
- Gutiérrez, J., Pinzón, M., Londoño, A., Blach, D., & Rojas, A. (2010). RESIDUOS DE PLAGUICIDAS ORGANOCOLORADOS, ORGANOFOSFORADOS Y ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO EN PIÑA (*Ananas comosus* L.). *Agro Sur*, 38(3), 199-211.  
<https://doi.org/10.4206/AGROSUR.2010.V38N3-03>
- HICA. (s. f.). *Conservas y platos preparados* . Recuperado 15 de mayo de 2022, de  
<https://hica.ulpgc.es/PRAC/RUTPRAC/CONSERVAS/1OPCCONSERV.pdf>
- Jan, N., Anjum, S., Wani, S. M., Mir, S. A., Malik, A. R., Wani, S. A., Hussein, D. S., Rasheed, R. A., & Gatasheh, M. K. (2022). Influence of Canning and Storage on Physicochemical Properties, Antioxidant Properties, and Bioactive Compounds of Apricot (*Prunus armeniaca* L.) Wholes, Halves, and Pulp. *Frontiers in Nutrition*, 9, 769.  
<https://doi.org/10.3389/FNUT.2022.850730/BIBTEX>
- Kuskoski, E., Garcia, A., Troncoso, A., & Fett, R. (2006). *Capacidad antioxidante (ORACFL) de pulpas de frutos congelados*.  
[https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/67621/Capacidad\\_antioxidante\\_ORAC\\_FL\\_de\\_pulpas\\_de\\_frutos-2-13.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/67621/Capacidad_antioxidante_ORAC_FL_de_pulpas_de_frutos-2-13.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Liria, M. (2007). *Guía para la Evaluación Sensorial de Alimentos* .  
<https://lac.harvestplus.org/wp-content/uploads/2008/02/Guia-para-la-evaluacion-sensorial-de-alimentos.pdf>
- Lituma, A. (2013). *Estudio de Factibilidad de Producción de Piña MD2 y su exportación a Canadá*. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1605/1/T-UIDE-122.pdf>
- Lituma, E. (2013). *Estudio de Factibilidad de Producción de Piña MD2 y su exportación a Canadá*. <https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/1605/1/T-UIDE-122.pdf>
- Luna, J., Barreto, J., & Marín, Z. (2016). *DESARROLLO DE UN MODELO MATEMÁTICO QUE PERMITA PREDECIR EL CAMBIO DEL CONTENIDO DE VITAMINA C EN UNA MATRIZ ALIMENTICIA SOMETIDA A TRATAMIENTOS TÉRMICOS CON DIFERENTES CONDICIONES*.



- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., & Jiménez, L. (2004). Polyphenols: food sources and bioavailability. *The American Journal of Clinical Nutrition*, 79(5), 727-747. <https://doi.org/10.1093/AJCN/79.5.727>
- Maplascalí. (2021). *DESPULPADORA DE PIÑA - MAPLAS CALI SAS*. <https://www.maplascalí.com/despulpadora-de-pina/>
- Marquina, V., Araujo, L., Ruíz, J., Rodríguez-Malaver, A., & Vit, P. (2008). *Composición química y capacidad antioxidante en fruta, pulpa y mermelada de guayaba (Psidium guajava L.)*. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222008000100014](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222008000100014)
- Mejía, G., & Torres, C. (2015). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa de acopio y exportación de piña Cayena Lisa hacia el mercado Chileno, ubicada en el cantón Mira en la provincia del Carchi*. <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8805/1/UPS-QT06550.pdf>
- Mercado, J., Tortoledo, O., García, J., Báez, R., García, B., Ávila, J., Corella, D., Cruz, M., Velásquez, D., & Zuñiga, B. (2019). *Calidad comercial de piña MD2 (Ananas comosus L.) Tratada en postcosecha con ácido 2-hidroxibenzoico*. <https://www.redalyc.org/journal/813/81361553004/html/>
- Miranda, K. (2022). *Evaluación del proceso de enlatado sobre las características funcionales y físico químicas de la guanábana Annona Muricata L en almíbar*. <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/13138>
- Montero, L., Rojas, C., Usaga, J., & Pérez, A. (2022). *View of Nutritional composition, content of bioactive compounds, and hydrophilic antioxidant capacity of selected Costa Rican fruits* . <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/46175/50165>
- NTC 729-1. (1996). *Frutas Frescas. Piña. Especificaciones* . [https://kupdf.net/download/ntc-729frutas-frescas-piapdf\\_59b749fa08bbc5df7fffdeb8\\_pdf](https://kupdf.net/download/ntc-729frutas-frescas-piapdf_59b749fa08bbc5df7fffdeb8_pdf)
- NTE INEN 2 335. (2003). *Leche Larga Vida. Método para control de la esterilidad comercial* . <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2335.pdf>
- NTE INEN 405. (1988). *Conservas Vegetales. Requisitos Generales*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/405.pdf>

- NTE INEN 1529-10. (2013). *CONTROL MICROBIOLÓGICO DE LOS ALIMENTOS MOHOS Y LEVADURAS VIABLES RECUEENTOS EN PLACA POR SIEMBRA EN PROFUNDIDAD*. <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1529-10-1R.pdf>
- NTE INEN 1750. (2012). *INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN HORTALIZAS Y FRUTAS FRESCAS. MUESTREO*.  
<https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/1750.pdf>
- NTE INEN 1836. (2015). *Frutas Frescas. Piña. Requisitos*.  
[https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_1836\\_2r.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1836_2r.pdf)
- OIRSA. (2018). *Manual de introducción a la inocuidad de los alimentos* .  
<https://www.oirsa.org/contenido/2019/Manual%20de%20Introduccion%20a%20la%20Inocuidad%20de%20los%20alimentos%20-%20OIRSA.pdf>
- Ortiz, J., & Valdez, J. (2018). *Diseño, estudio, caracterización y evaluación de la factibilidad de uso de un envase innovador para la industria alimentaria en el mercado ecuatoriano*.  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/45842/1/D-CD88686.pdf>
- Patiño, M. (2019). *EVALUACIÓN DEL EFECTO DE SECADO DE LA MASHUA MORADA Tropaeolum tuberosum SOBRE LAS PROPIEDADES ORGANOLÉPTICAS Y ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE*.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/9033/1/03%20EIA%20477%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Pinto, M. (2012). *EL CULTIVO DE LA PIÑA Y EL CLIMA EN EL ECUADOR* .  
<http://www.inamhi.gob.ec/meteorologia/articulos/agrometeorologia/El%20cultivo%20de%20la%20pi%C3%B1a%20y%20el%20clima%20en%20el%20Ecuador.pdf>
- Posadas, A. (2009). *Comportamiento Mecánico de los Materiales*.  
<https://w3.ual.es/~aposadas/TeoriaErrores.pdf>
- Pozo, D. (2021a). *EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENLATADO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES Y FISICOQUÍMICAS DE BABACO Carica pentagona H. EN ALMÍBAR*.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11897/2/03%20EIA%20537%20TRABAJO%20GRADO.pdf>

- Pozo, D. (2021b). *Evaluación del proceso de enlatado sobre las características funcionales y fisicoquímicas de babaco Carica pentagona H. en almíbar*.  
<http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/11897/2/03%20EIA%20537%20TRA%20BAJO%20GRADO.pdf>
- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). *Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular*.  
[https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/09\\_revision\\_08.pdf](https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/09_revision_08.pdf)
- Ramírez, A., & Pacheco, E. (2011). Composición química y compuestos bioactivos presentes en pulpas de piña, guayaba y guanábana. *Interciencia*, 36, 71-75.  
<https://www.redalyc.org/pdf/339/33917727011.pdf>
- Rodríguez, J., Herrera, Y., Olivares, M., Leyva, M., & Klotz, B. (2020). Determination of antioxidant capacity in blackberry (*Rubus glaucus*) jam processed by hydrothermodynamic cavitation compared with traditional technology. *DYNA*, 87(215), 118-125. <https://doi.org/10.15446/DYNA.V87N215.84521>
- Rodríguez, R., Becquer, R., Pino, Y., López, D., Rodríguez, R., Lorente, G., Izquierdo, R., & González, J. (2016). *Producción de frutos de piña (Ananas comosus (L.) Merr.) MD-2 a partir de vitroplantas*. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0258-59362016000500006](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362016000500006)
- Sadler, G., & Murphy, P. (2010). pH and Titratable Acidity. *Food Analysis*, 219-238.  
[https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1\\_13](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1478-1_13)
- Salinas, G. (2012). *Los costos de producción y su efecto en la rentabilidad de la planta fibra de vidrio en Cepolfi Industrial C.A de la ciudad de Ambato* .  
<https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3332/1/TA0262.pdf>
- Toapanta, S. (2012). *Cambios en la Capacidad Antioxidante Durante el Almacenamiento Refrigerado de Uvilla (Physalis peruviana L.) Orgánica sin Capuchón Tratada con Radiación UV-C* .  
[http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5014/1/51571\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5014/1/51571_1.pdf)
- Trujillo, J. (2021). *Evaluación de la Capacidad Antioxidante de Extractos de la Cáscara de Piña ( Ananas comosus), Frente a un Producto Comercial* .  
<https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/20032/1/UPS-CT009015.pdf>

- Tucto, M. (2018). *ACEPTABILIDAD SENSORIAL DE LA PENCA SÁBILA (Aloe Vera) EN ALMÍBAR DE MARACUYÁ (Passiflora Edulis)* .  
<https://es.scribd.com/document/473588426/ACEPTABILIDAD-SENSORIAL-DE-LA-PENCA-SABILA-Aloe-vera-EN-ALMIBAR-DE-MARACUYA-Passiflora-edulis>
- UNCTAD. (2017). *CONFERENCIA DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE COMERCIO Y DESARROLLO DE PIÑA* . [https://unctad.org/es/system/files/official-document/INFOCOMM\\_cp09\\_Pineapple\\_es.pdf](https://unctad.org/es/system/files/official-document/INFOCOMM_cp09_Pineapple_es.pdf)
- 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(4), 363-369.  
[https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222012000400007](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222012000400007)
- Valles, A. (2021). *Efecto de la concentración de pectinasas y temperatura de aplicación en la clarificación de zumo de piña (Annanas comosus L.) como líquido de cobertura para la elaboración de conservas de carambola (Averrhoa carambola L.) en Pucallpa*.  
[http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4693/UNU\\_AGROINDUSTRIAS\\_2021\\_T\\_ALICIA-VALLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unu.edu.pe/bitstream/handle/UNU/4693/UNU_AGROINDUSTRIAS_2021_T_ALICIA-VALLES.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Vargas, C., González, V., Ochoa, C., & Vélez, C. (2022). Conservación de piña mínimamente procesada: evaluación de parámetros fisicoquímicos. *Ingeniería*, 27(1), e17564. <https://doi.org/10.14483/23448393.17564>
- Velázquez, A. (2018). *¿Qué es la investigación experimental?*  
<https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>
- Villa, J. (2011). *Estudio del proceso de cosecha y pos cosecha de piña en el Ecuador para optimizar el proceso pos cosecha mediante la implementación de maquinaria*.  
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/989>
- Zambrano, M., Párraga, R., Muñoz, J., Rivas, M., & Villalva, R. (2018). *Evaluación sensorial y físico-química de una conserva de zanahoria (Daucus carota L) en almíbar de zumo de maracuyá (Passiflora edulis) y naranja (Citrus sinensis)* . 2, 3-11.

## ANEXOS

## Anexo 1

## Factores y descripción de tratamientos en estudio

Factor A:

Tabla 22

*Concentración de almíbar*

Nomenclatura	Concentración
C1	14 °Brix
C2	18 °Brix
C3	22 °Brix

Factor B:

Tabla 23

*Tiempo de estabilidad*

Nomenclatura	Tiempo (días)
E1	14
E2	28

Tabla 24

*Descripción de tratamientos en estudio*

Tratamientos	Factores		
	A	B	Interacciones
T1	C1	E1	C1E1
T2	C2	E2	C2E2
T3	C3	E1	C3E1
T4	C1	E2	C1E2

T5	C2	E1	C2E1
T6	C3	E2	C3E2

## Anexo 2

### Métodos para la determinación de características fisicoquímicas y funcionales

**Tabla 25**

*Métodos para la determinación de características fisicoquímicas y funcionales*

Características	Variable	Método/Equipo
<b>Fisicoquímico</b>	pH	Potenciometría (AOAC 918.12)
	Acidez Titulable (%)	Titulación (AOAC 942.15-1990)
	Sólidos Solubles Totales (°Brix)	Refractometría (AOAC 932.14-1980)
<b>Funcionales</b>	Capacidad Antioxidante	ABTS
	Polifenoles totales	Método Folin-Ciocalteu (MO-LSAIA-31)

#### ➤ Estandarización de la materia prima

Para estandarizar la materia prima se llevó a cabo el proceso de recepción de esta y se seleccionaron los frutos en estado de madurez “pintón”, siguiendo las pautas de la norma NTC 4580 como referencia. De acuerdo con la NTE INEN 1750 (2012), las muestras deben ser seleccionadas de forma aleatoria desde distintos puntos del lote. Por lo tanto, se le asignó un número a cada fruta del total a utilizar en el proceso, para diferenciarlas entre sí.

Después de haber asignado un número a cada fruta, se procedió a la toma de muestras de manera aleatoria utilizando una calculadora y la función RAN#. En este proceso se tomaron un mínimo de 3 muestras, tal como se indica. Para determinar si las muestras obtenidas

representan adecuadamente a toda la población de la fruta, se siguió la metodología descrita en el libro de teoría de errores propuesta por Posadas (2009), en donde establece lo siguiente:

- A las muestras tomadas se debe realizar tres mediciones y calcular su valor medio ( $\bar{x}$ ).
- Posterior, es necesario calcular la dispersión (D), que se determina como la diferencia entre los valores máximos y mínimos de las medidas.
- Por último, se determina el porcentaje de dispersión (T) mediante la división de la dispersión (D) entre el valor medio de las medidas ( $\bar{X}$ ) y luego multiplicado por cien.

Con base en estos parámetros, se procede a utilizar la tabla 26, proporcionada por Posadas (2009), que presenta los datos relevantes.

**Tabla 26**

*Datos específicos para la toma de muestra*

T	N
$T \leq 2\%$	3
$2\% \leq T \leq 8\%$	6
$8\% \leq T \leq 15\%$	15
$T \geq 15\%$	>50

Tomado de: (Posadas, 2009)

**Donde:**

T= Porcentaje de dispersión

N= Número de medidas necesarias

Con los datos establecidos en la tabla 26, se concluye que, si el porcentaje de dispersión de las muestras tomadas es igual o inferior al 2%, entonces las tres medidas tomadas son representativas para toda la población. No obstante, si el porcentaje de dispersión es mayor,

será necesario tomar una cantidad adicional de muestras para lograr que sean representativas de la cantidad total de fruta requerida para el proceso. Este procedimiento se llevó a cabo para garantizar que las muestras seleccionadas sean representativas de la cantidad total de fruta requerida para el proceso.

Para los análisis funcionales (Capacidad Antioxidante y Polifenoles totales) de la materia prima se tomó tres muestras de piña escogidas aleatoriamente para el respectivo análisis que se realizó en la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP).

#### - **Determinación de la acidez titulable**

Para determinar la acidez titulable, se siguió el método AOAC Official Methods 942.15-1990. Se tomaron 10 ml de muestra y se agregaron 90 ml de agua destilada en un vaso de precipitación. Posteriormente se agregaron 3 gotas de fenolftaleína al 1% como indicador y se tituló la solución con hidróxido de sodio a 0,1N hasta realizar el cambio de color a una tonalidad rosa (Patiño, 2019).

Los resultados fueron expresados como el porcentaje del ácido predominante de la piña (ácido cítrico), siguiendo los detalles presentados en la siguiente ecuación.

$$\%Acidez = \frac{V*N*C*100}{M} \quad (2)$$

#### **Donde:**

V= Volumen gastado (ml) de hidróxido de sodio

N= Normalidad del hidróxido de sodio

C= Factor del ácido predominante en la fruta

M= Volumen de la muestra



- **Determinación de pH**

Se llevó a cabo la medición del pH de acuerdo con la metodología AOAC 918.12, que implica la inmersión de los electrodos del potenciómetro Jenway (modelo 3510) calibrados con buffer de pH 4 y 7 en una muestra de piña triturada (Patiño, 2019).

- **Determinación de sólidos solubles**

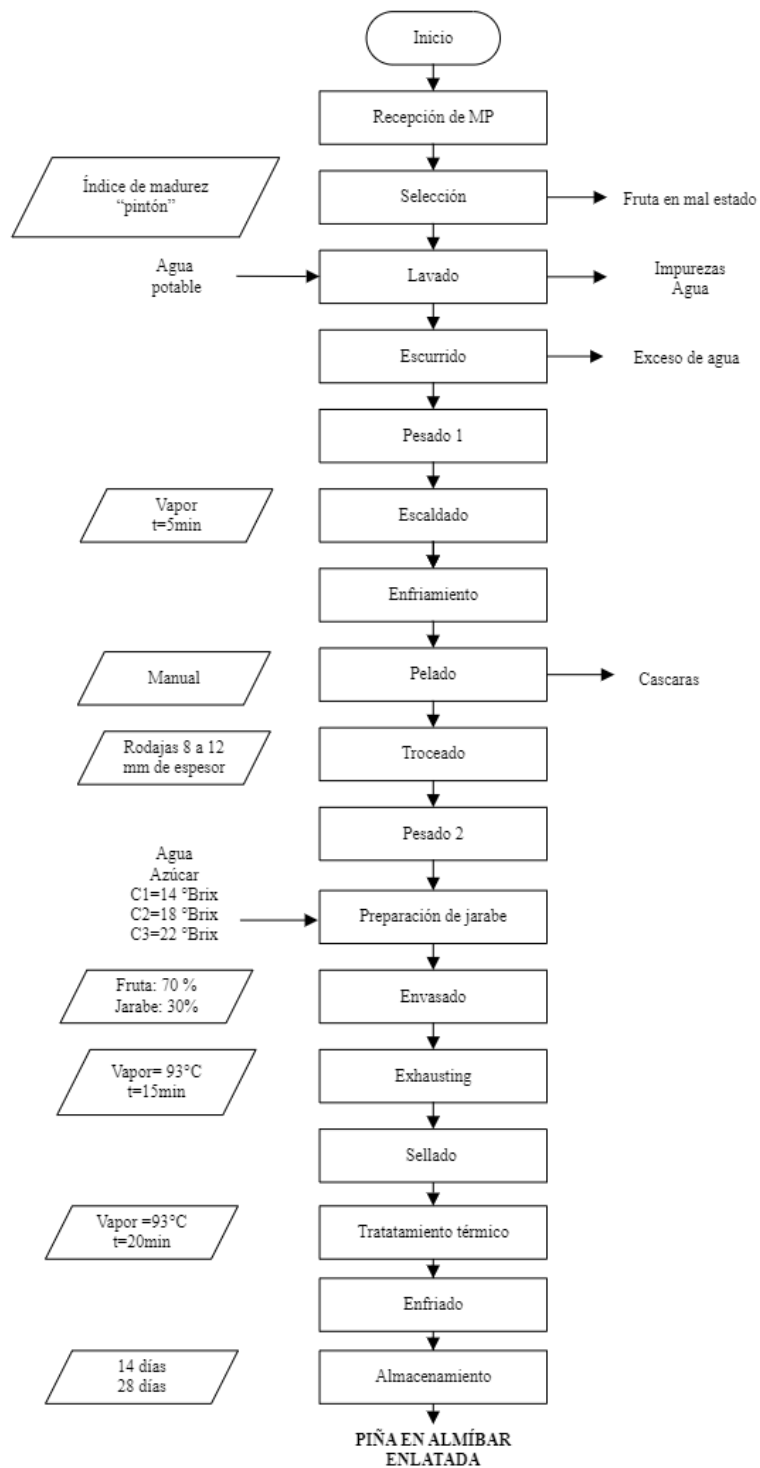
Se midió la cantidad de sólidos solubles de acuerdo con el método AOAC 932.14-1980. Se agregaron tres gotas de muestra de piña triturada en el refractómetro, que previamente se calibró con agua destilada, y se registraron los resultados en °Brix. (Patiño, 2019).

### Anexo 3

## Diagrama de proceso para la elaboración de piña en almíbar

Figura 13

Diagrama de proceso



➤ **Descripción del proceso**

- **Recepción y pesado de la materia prima**

La materia prima utilizada en el experimento fue recibida en cajas y trasladada al laboratorio de Unidades Edu – Productivas de la Universidad Técnica del Norte. Luego, se colocó en gavetas plásticas para su pesado y se verificó que la fruta estuviera en buenas condiciones antes de su respectivo uso. Ver figura 14:

**Figura 14**

*Recepción y pesado de la piña*



- **Selección**

Se procedió a seleccionar los frutos considerando como no aptos para el proceso aquellos que presenten indicios de daños físicos o microbiológicos, y se llevó a cabo la toma de muestra siguiendo la metodología propuesta por Posadas (2009). A continuación, se realizaron análisis fisicoquímicos de pH, acidez titulable y sólidos solubles con el fin de uniformar la materia prima y garantizar que se encuentre en un estado de madurez “pintón”, siguiendo los criterios establecidos en la norma NTE INEN 1836 (2015). Ver figura 15:

**Figura 15***Selección de la piña***- Lavado**

La piña fue sometida a un lavado con agua potable para eliminar los residuos que se encontraban en la fruta, se utilizó un cepillo para eliminar cualquier tipo de impureza y material extraño presente en la materia prima. Ver figura 16:

**Figura 16***Lavado***- Escurrido**

La materia prima se mantuvo en reposo a temperatura ambiente para eliminar el exceso de agua presente en la fruta. Ver figura 17:

**Figura 17***Escurrido***- Pesado 1**

Se tomó en cuenta el peso total de toda la fruta ingresada al proceso, teniendo en cuenta la fruta lavada con cáscara.

**- Escaldado**

Se realizó un tratamiento de escaldado a vapor durante 5 minutos, tras lo cual se retiró y se colocó en bandejas. Esta etapa tiene como objetivo inactivar y reducir los microorganismos que podrían causar el deterioro de la fruta. Ver figura 18:

**Figura 18***Escaldado de la piña*

### - Enfriamiento

Se realizó un enfriamiento, hasta que la piña este a temperatura ambiente. De lo contrario, se contribuye a la proliferación de microorganismos termófilos. Ver figura 19:

#### **Figura 19**

*Enfriamiento de la piña*



### - Pelado

Se utilizó un pelador manual de piña (acero inoxidable), asegurándose de evitar la pérdida de pulpa adherida a la cáscara y removiendo principalmente las coronas o estructuras conocidas como “ojos” adheridos en la pulpa de la fruta. Ver figura 20:

#### **Figura 20**

*Pelado manual*



### - Troceado

Se procedió a cortar la piña en rodajas con un molde de acero inoxidable, siguiendo las especificaciones del CODEX ALIMENTARIUS (1981), donde se indica que las rodajas deben tener un espesor de 8 a 13 mm. Esta medida se eligió debido a que es la presentación más comúnmente utilizada y aceptada para la elaboración del producto. Ver figura 21:

### Figura 21

#### *Troceado de la piña*



### - Pesado 2

Se procedió a pesar las rodajas de piña, llevando a cabo un pesado 1 y un pesado 2 con el objetivo de determinar el rendimiento de la fruta.

### - Preparación de jarabe

Se combinó agua con azúcar y se llevó a cabo el proceso de cocción, considerando tres concentraciones distintas: jarabe diluido con 14° Brix (C1), jarabe concentrado con 18 ° Brix (C2) y jarabe muy concentrado de 22°Brix (C3). Adicionalmente, se incluyó sorbato de potasio (0,05%) como agente antimicrobiano para prevenir el desarrollo de hongos y levaduras. En un estudio se encontró que el porcentaje de sorbato de potasio no debe de exceder el 0,05%, según lo establecido por la normativa. Del mismo modo, se agregó ácido cítrico en una cantidad de

0,1%, de acuerdo con la normativa INEN, con el fin de ajustar la acidez de la solución y al mismo tiempo ayudar a reducir el pardeamiento enzimático (Pinos, 2010;Andrimba, 2022).

Ver figura 22:

### Figura 22

*Preparación del líquido de cobertura (Jarabe)*



#### - Envasado

Se tuvo en cuenta la capacidad de la lata, que es de 770 g, y se dejó un espacio de cabeza del 10%. Se colocó 70% (540g) de rodajas de fruta con un 30% (230 g) de solución azucarada y el envasado se llevó a cabo a una temperatura no menor a 85°C. Ver figura 23:

### Figura 23

*Envasado de la piña*





### - Exhausting

Se efectuó el proceso de Exhausting colocando las latas con las tapas superpuestas en un esterilizador de vapor a una temperatura de 93°C durante 15 minutos. El objetivo fue eliminar el aire o el oxígeno dentro del recipiente para asegurar la formación de vacío y así prolongar la vida útil del producto enlatado. Ver figura 24:

### Figura 24

*Exhausting*



### - Sellado

Se sellaron las latas herméticamente utilizando una selladora manual. Ver figura 25:

### Figura 25

*Sellado de las latas*



### - Tratamiento térmico

Se realizó el tratamiento térmico de los envases a una temperatura de 93°C durante un período de 20 minutos. Ver figura 26:

**Figura 26**

*Tratamiento térmico*



### - Enfriado

Luego de realizar el sellado y el tratamiento térmico se procedió a realizar el enfriado de latas durante 10 minutos con agua fría, esto se realizó con el propósito de aplicar un choque térmico, asegurando así la inactivación de los microorganismos y evitando una cocción excesiva del producto. Ver figura 27:

**Figura 27**

*Enfriado de las latas*



## - Almacenamiento

El almacenamiento de las latas se llevó a cabo a temperatura ambiente, tomando precauciones para protegerles de la luz solar directa, temperaturas elevadas y corrientes de aire. Estas precauciones se tomaron con el propósito de impedir cualquier alteración en el producto y en los factores que estaban siendo evaluados. Ver figura 28:

### Figura 28

*Almacenamiento del producto*



## Anexo 4

### **Determinación de las características funcionales, fisicoquímicas y análisis microbiológico del producto final**

La piña en almíbar enlatada fue almacenada por un periodo de 14 días y 28 días a partir de su elaboración, para permitir que el producto llegue a un equilibrio y no exista variación alguna en las propiedades funcionales y las características fisicoquímicas. Se utilizaron 3 latas de 770 g por cada unidad experimental, para el análisis de las propiedades funcionales de capacidad antioxidante y polifenoles totales; los cuales son requeridos por el laboratorio INIAP (2022). Por otro lado, se analizaron las características fisicoquímicas como el pH, acidez titulable y los sólidos solubles °Brix, en las 18 unidades experimentales.

El análisis de la capacidad antioxidante mediante el método ABTS y los polifenoles totales mediante el método Folin-Ciocalteu se llevaron a cabo en la Estación Experimental

Santa Catalina (INIAP). Por otro lado, los análisis fisicoquímicos del producto se efectuaron en las Unidades Eduproductivas de la Universidad Técnica del Norte.
















### **Análisis microbiológico**

Para el análisis microbiológico se tomó en cuenta los 6 tratamientos obtenidos en la investigación y se realizó 3 repeticiones por cada muestra. Se preparó agua de peptona bufferada en frascos boeco, añadiendo 20 g del medio en 1 litro de agua destilada dejando reposar aproximadamente 5 minutos. Luego, se llevó a cabo la esterilización en un autoclave a 121°C durante 15 minutos. Para los 6 tratamientos, la siembra se realizó de la siguiente manera: se tomaron 90 ml de agua de peptona y se agregaron 10 g de muestra, agitándolo durante 1 minuto. Se tomó una pipeta de 1 ml y se sembró respectivamente en cada placa (NTE INEN 1529-10, 2013).

Según lo establecido en la NTE INEN 2 335 (2003), se define que el número máximo de microorganismo de tipo mohos y levaduras en productos enlatados no debe de exceder las 10 ufc/cm<sup>3</sup>, si se cumple con esta condición se considera que la muestra está libre de contaminación microbiológica.

## Anexo 5

### Ficha técnica para análisis sensorial

<b>ANÁLISIS SENSORIAL</b>																																										
<b>Piña en almíbar enlatada</b>																																										
<b>Instrucción</b>																																										
Por favor, Pruebe las muestras e indique su nivel de agrado, marcando con el número que corresponda a su puntaje en la escala de preferencia en la parte izquierda, la reacción que mejor defina su aceptación para cada uno de los parámetros evaluados.																																										
<b>Nota:</b> Después de probar cada muestra, por favor ingerir agua o galleta con el fin de limpiar el paladar.																																										
<b>A continuación, califique según su nivel de agrado:</b>																																										
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 15%;">Puntaje</th> <th style="width: 85%;">Nivel de agrado</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="text-align: center;"> 5</td> <td>Me gusta mucho</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> 4</td> <td>Me gusta moderadamente</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> 3</td> <td>No me gusta ni me disgusta</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> 2</td> <td>Me disgusta moderadamente</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;"> 1</td> <td>Me disgusta mucho</td> </tr> </tbody> </table>	Puntaje	Nivel de agrado	 5	Me gusta mucho	 4	Me gusta moderadamente	 3	No me gusta ni me disgusta	 2	Me disgusta moderadamente	 1	Me disgusta mucho	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th rowspan="2" style="width: 20%;">Parámetros</th> <th colspan="4" style="text-align: center;">Código</th> </tr> <tr> <th style="width: 15%;">67</th> <th style="width: 15%;">258</th> <th style="width: 15%;">467</th> <th style="width: 15%;">922</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Color</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Olor</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Sabor</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Textura</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Parámetros	Código				67	258	467	922	Color					Olor					Sabor					Textura				
Puntaje	Nivel de agrado																																									
 5	Me gusta mucho																																									
 4	Me gusta moderadamente																																									
 3	No me gusta ni me disgusta																																									
 2	Me disgusta moderadamente																																									
 1	Me disgusta mucho																																									
Parámetros	Código																																									
	67	258	467	922																																						
Color																																										
Olor																																										
Sabor																																										
Textura																																										
<b>MUCHAS GRACIAS</b>																																										

## Anexo 6

### Análisis de los atributos sensoriales del producto final

Para el análisis sensorial del producto de piña en almíbar enlatada se utilizó el tipo de prueba afectiva o hedónica que tiene como objetivo determinar la aceptabilidad del producto.

Para realizar esta actividad se tomó en cuenta los mejores tratamientos obtenidos para su respectivo análisis de los atributos (color, olor sabor y textura) siguiendo la metodología propuesta por Gaytán et al., (2019) . Este tipo de prueba hedónica se realizó a 50 panelistas no entrenados del Campus Universitario y externamente grupal o individualmente. Se dará a conocer a los panelistas la ficha técnica de análisis sensorial ; el cual consta de una pequeña instrucción, el nivel de agrado y los atributos a evaluar.

Para el análisis de esta prueba se tomó en cuenta dos condiciones importantes: en primera instancia el lugar, el cual debe de estar limpio, libre de malos olores y libre de ruidos. En segundo lugar, se consideró la hora adecuada para realizar la prueba, que debe de estar entre

las 10:00 am – 11:00 am después de dos horas de la primera comida matutina o por la tarde alrededor de las 16:00 pm-17:00 pm. Vale la pena destacar que no es recomendable realizar la degustación después de una comida o en momentos de hambre, debido a que esto podría influir en la evaluación sensorial.

Las muestras se presentaron en vasos desechables pequeños codificados, cada uno con 25 g de piña en almíbar; se asignaron de manera aleatoria para reducir el error sistemático y otros tipos de errores que pueden influir en la respuesta del jurado. Después de cada formulación, se proporcionó a cada panelista agua y galletas para limpiar el paladar antes de probar la siguiente muestra, con el fin de seleccionar el tratamiento que más les agrado.

## **Anexo 7**

### **Análisis económico del producto final**

Se realizó una evaluación económica considerando los costos directos e indirectos empleados en la elaboración de piña en almíbar enlatada, con el objetivo de determinar el costo de producción unitario y a su vez comparar el precio con otros productos similares disponibles en el mercado local.

- **Costos directos:** Los costos directos considerados en el análisis corresponden a los gastos directamente relacionados con la producción de piña en almíbar enlatada, tales como materia prima, azúcar, ácido cítrico, sorbato de potasio, envases y mano de obra.

En cuanto a los costos de mano de obra, se calcularon teniendo en cuenta el tiempo empleado en la elaboración del producto y el costo por hora basado en el salario básico unificado del trabajador en general.

- **Costos indirectos:** Los costos indirectos asociados con el proceso de enlatado fueron calculados en función de los gastos que no están relacionados directamente con la mano de obra ni con los materiales utilizados en la producción, tales como diésel, gas, agua y luz.

Se determinó el consumo de diésel y gas tomando como referencia los requerimientos mínimos necesarios para el funcionamiento adecuado de los equipos. Además, se consideró la cantidad de agua requerida durante todo el proceso de enlatado para determinar el consumo de agua.

### ➤ Costo total de producción

Para obtener el total del costo unitario se utilizó la siguiente ecuación 3:

$$\text{Costo unitario} = \frac{\text{Costo directo total} + \text{Costo indirecto total}}{\text{Total de unidades producidas}} \quad (3)$$

## Anexo 8

### Materiales, equipos, reactivos y software

**Tabla 27**

*Materiales, equipos, reactivos y software*

<b>Materiales de campo</b>	<b>Materiales de laboratorio</b>	<b>Equipos</b>	<b>Reactivos</b>	<b>Software</b>
Cucharas	Vasos de precipitación	Balanza analítica	Agua destilada	Excel
Envases metálicos	Pipetas	Potenciómetro	Hidróxido de sodio	Infostat
Bandejas	Tubos de ensayo	Termómetro	Fenolftaleína al 1%	
Colador	Balón volumétrico de vidrio	Refractómetro	Fosfato de potasio monobásico	
Cuchillo	Bureta	Autoclave	Fosfato de sodio dibásico	
Ollas	Matraz Erlenmeyer	Selladora	Trolox: 6 hidroxy-2,5,7,8 – tetramethylcroman-2 carboxylic acid	

Materiales de campo	Materiales de laboratorio	Equipos	Reactivos	Software
Tabla de picar	Tubos falcom	Cortador de piña	ABTS	
Cocina	Gotero	Pelador de piña	Persulfato de potasio	
Gas	Soporte universal	Balanza de reloj	Metanol grado reactivo al 99,5%	
	Papel filtro	Equipos de titulación	Acetona ACS 99,5%	
	Gradillas		Ácido Gálico monohidratado, sigma G 8647	
	Mortero		Reactivo de Folin & Ciocalteu	
			Carbonato de Sodio 99,5% Fluka 71350	

## Anexo 9

### Recuento de microorganismos





