



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y**

**AMBIENTALES**

**CARRERA DE AGROINDUSTRIA**

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

**CURRICULAR, MODALIDAD PRESENCIAL**

**TEMA:**

**“EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ENLATADO SOBRE LAS  
CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES Y FISICOQUÍMICAS DEL  
NÉCTAR DE DOS VARIETADES DE NARANJILLA (*Solanum quitoense*  
Lam), AGRIA (*Solanum quitoense* Lam var. *quitoense*) E INIAP-Quitoense  
2009”**

**Trabajo de titulación previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial**

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

**Autor:** Angie Michelle Olaya Aponte

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

Ibarra-2024



# 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:	0705331759		
APELLIDOS Y NOMBRES:	Olaya Aponte Angie Michelle		
DIRECCIÓN:	Urb. Donoso Cabezas, Camino al Sol y la Luna, Cayambe		
EMAIL:	<a href="mailto:amolayaa@utn.edu.ec">amolayaa@utn.edu.ec</a>		
TELÉFONO FIJO:	3610855	TELÉFONO MÓVIL:	0992822250

DATOS DE LA OBRA	
TÍTULO:	Evaluación del proceso de enlatado sobre las características funcionales y fisicoquímicas del néctar de dos variedades de naranjilla ( <i>Solanum quitoense</i> Lam), Agria ( <i>Solanum quitoense</i> Lam var. <i>quitoense</i> ) e INIAP-Quitoense 2009.
AUTOR (ES):	Olaya Aponte Angie Michelle
FECHA: DD/MM/AAAA	8/07/2024
SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO	
PROGRAMA:	<input checked="" type="checkbox"/> GRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
TÍTULO POR EL QUE OPTA:	Ingeniera Agroindustrial
ASESOR /DIRECTOR:	Ing. Nicolás Pinto, MSc.

#### 2. CONSTANCIAS

El autor (es) manifiesta (n) 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 (son) el (los) titular (es) de los derechos patrimoniales, por lo que asume (n) la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrá (n) en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, a los 8 días del mes de julio del 2024

EL AUTOR:

(Firma).....

Nombre: Olaya Aponte Angie Michelle

**CERTIFICACIÓN DIRECTOR DEL TRABAJO DE  
INTEGRACIÓN CURRICULAR**

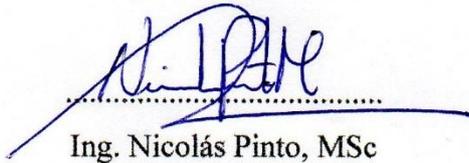
Ibarra, 8 de julio del 2024

Ing. Nicolás Pinto, MSc

DIRECTOR DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

**CERTIFICA:**

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

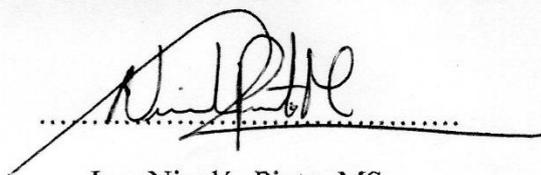


Ing. Nicolás Pinto, MSc

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 del néctar de dos variedades de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam), Agria (*Solanum quitoense* Lam var. quitoense) e INIAP-Quitoense 2009” elaborado por Angie Michelle Olaya Aponte, previo a la obtención del título de Ingeniera Agroindustrial, aprueba el presente informe de investigación en nombre de la Universidad Técnica del Norte:



Ing. Nicolás Pinto, MSc.

C.C.: 1712640935



Ing. Juan Carlos de la Vega, MSc.

C.C.: 1002958856

## DEDICATORIA

*A mis padres y hermano Donaldo Olaya, Mercy Aponte y Mayer Olaya, quienes han sido un pilar fundamental en mi formación personal y académica. Sus vidas han estado llenas de sacrificios y siempre han tomado las decisiones pensando en nuestro bienestar, sin importar las adversidades han permanecido a mi lado, motivándome constantemente a lograr mis objetivos, me han enseñado a ser perseverante y a esforzarme para cumplir mis sueños. A mi hija Danna Carrasco, por el amor que me profesas, has sido parte fundamental de este logro ya que atravesaste conmigo esta etapa de mi vida, me has dado la fortaleza para no rendirme y eres la razón por la que quiero ser una mejor versión de mí. Mi total admiración es hacia ustedes, y este logro es nuestro.*

## **AGRADECIMIENTO**

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

*Agradezco a mi familia por su ayuda económica y apoyo emocional, de no haber sido así esta investigación no se hubiera llevado a cabo.*

*Mi más sincera gratitud a Alexis Iza, porque ha permanecido a mi lado incentivándome a culminar esta etapa de mi vida, por transmitirme la confianza que muchas veces me era necesaria y por las palabras de aliento en los momentos difíciles.*

*A Graciela Pérez y su familia, les agradezco por el afecto y la ayuda que me han brindado durante mi formación profesional.*

*A mi director Ing. Nicolás Pinto y asesor Ing. Juan Carlos de la Vega, quienes me han guiado con sus conocimientos y experiencia durante este trabajo de titulación.*

*A Verónica Escobar y Jonathan Vega por su tiempo y consejos durante el desarrollo de la fase experimental.*

*A mis familiares y amigos que han sido mi fuente de apoyo e inspiración.*

## RESUMEN EJECUTIVO

En la investigación se evaluó el proceso de enlatado sobre las características funcionales y fisicoquímicas del néctar de dos variedades de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam), Agria (*Solanum quitoense* Lam var. quitoense) e INIAP-Quitoense 2009. Habiendo aplicado los tratamientos y los factores propuestos, donde se combinan las concentraciones del néctar a los niveles de 12, 16 y 20 °Brix y las variedades de naranjilla (Iniap y Agria). Durante el estudio, Iniap y Agria presentaron un pH de 3.00 y 2.65, sólidos solubles de 9.47 y 7.00 °Brix y acidez titulable de 3.24 y 3.12% respectivamente. Los resultados de las propiedades funcionales, polifenoles y capacidad antioxidante para Iniap y Agria fueron 1211 y 667 mg Ac. Gálico/100 g y 8987 y 6158 µmol Trolox/100 g respectivamente. Obteniendo como resultado que T3 (20 °Brix; variedad Iniap) y T6 (20 °Brix; variedad Agria) fueron los tratamientos con mayor concentración de polifenoles y capacidad antioxidante (32.38 y 28.20 mg Ac. Gálico/100 g; 302.56 y 251.59 µmol Trolox/100 g respectivamente). Por lo tanto, la variedad de naranjilla y la concentración del néctar influye en las propiedades funcionales, ya que el material genético difiere dependiendo de la variedad y la adición de azúcar inhibe la autoxidación de los polifenoles y contribuye a elevadas actividades antioxidantes del néctar de frutas. Respecto a los resultados del análisis sensorial del néctar de naranjilla enlatado se obtuvo que T5 (16 °Brix; variedad Iniap) recibió una respuesta positiva por parte del panel de catadores en comparación con los demás tratamientos.

**Palabras clave:** *Solanum quitoense* Lam, néctares de frutas, enlatado, polifenoles y capacidad antioxidante.

## ABSTRACT

The research evaluated the canning process on the functional and physico-chemical characteristics of the nectar of two varieties of naranjilla (*Solanum quitoense* Lam), Agria (*Solanum quitoense* Lam var. *quitoense*) and INIAP-Quitoense 2009. Having applied the treatments and the proposed factors, where the nectar concentrations are combined at the levels of 12, 16 and 20 °Brix and the varieties of naranjilla (Iniap and Agria). During the study, Iniap and Agria presented a pH of 3.00 and 2.65, soluble solids of 9.47 and 7.00 °Brix and titratable acidity of 3.24 and 3.12% respectively. The results of functional properties, polyphenols and antioxidant capacity for Iniap and Agria were 1211 and 667 mg Ac. Gallic/100 g and 8987 and 6158 µmol Trolox/100 g respectively. As a result, T3 (20 °Brix; variety Iniap) and T6 (20 °Brix; variety Agria) were the treatments with the highest concentration of polyphenols and antioxidant capacity (32.38 and 28.20 mg Ac. Gálico/100 g; 302.56 and 251.59 µmol Trolox/100 g respectively). Therefore, the variety of naranjilla and the concentration of nectar influences the functional properties, since the genetic material differs depending on the variety and the addition of sugar inhibits the autoxidation of polyphenols and contributes to high antioxidant activities of fruit nectar. Regarding the sensory analysis results of canned naranjilla nectar, T5 (16 °Brix; variety Iniap) received a positive response from the panel of tasters compared to the other treatments.

**Keywords:** *Solanum quitoense* Lam, fruit nectars, canning, polyphenols and antioxidant capacity.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<b>INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>16</b>
Problema.....	16
Justificación.....	17
Objetivos .....	19
Objetivo general .....	19
Objetivos específicos .....	19
Hipótesis.....	19
Hipótesis alternativa .....	19
Hipótesis nula .....	19
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>20</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>20</b>
1.1 Naranjilla ( <i>Solanum quitoense</i> Lam).....	20
1.2 Taxonomía.....	21
1.3 Composición nutricional de la naranjilla .....	21
1.4 Cultivo de naranjilla en Ecuador .....	22
1.5 Variedades comerciales de naranjilla en el Ecuador .....	23
1.6 Estado de madurez de la naranjilla.....	26
1.7 Enlatado de néctar de naranjilla .....	27
1.8 Requisitos específicos para los néctares de frutas.....	28
1.9 Conservantes y estabilizantes .....	28
1.10 Requisitos microbiológicos .....	29
1.11 Características fisicoquímicas .....	29
1.12 Características funcionales .....	30
1.13 Antioxidantes .....	31
1.13.1.1 Métodos para la determinación de capacidad antioxidante.....	32

1.14	Polifenoles.....	33
1.14.1.1	Método para la determinación de polifenoles .....	34
1.15	Análisis sensorial.....	35
1.15.1	Tipos de análisis sensorial .....	35
1.16	Pruebas hedónicas (escala de nueve puntos).....	36
1.17	Costos de producción .....	38
1.17.1	Factores que componen los costos de producción .....	38
<b>CAPÍTULO II .....</b>		<b>39</b>
MATERIALES Y MÉTODOS .....		39
2.1	Tipo de investigación .....	39
2.2	Técnicas e instrumentos de investigación .....	39
2.3	Preguntas de investigación y/o hipótesis.....	39
	<i>Hipótesis Alternativa</i> .....	39
	<i>Hipótesis Nula</i> .....	40
2.4	Análisis estadístico.....	40
2.5	Caracterización del área de estudio .....	40
2.6	Caracterización de la naranjilla previo al proceso de enlatado .....	41
2.7	Análisis de las Propiedades Funcionales y las Características Fisicoquímicas del Producto Final .....	42
2.5.1	Análisis microbiológico de néctar de naranjilla enlatado.....	44
2.8	Análisis de los atributos sensoriales del néctar de naranjilla enlatado.....	44
2.9	Análisis económico del néctar de naranjilla enlatado .....	45
<b>CAPÍTULO III.....</b>		<b>47</b>
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		47
3.1	Caracterización de la materia prima.....	47
3.1.1	Análisis fisicoquímicos.....	47

3.1.2	Análisis Funcionales.....	49
3.2	Análisis de las Propiedades Funcionales y las Características Fisicoquímicas del Producto Final .....	51
3.2.1	Sólidos Solubles (°Brix) en néctar de naranjilla enlatado .....	51
3.2.2	pH en néctar de naranjilla enlatado.....	55
3.2.3	Acidez Titulable en néctar de naranjilla enlatado.....	57
3.2.4	Polifenoles en néctar de naranjilla enlatado.....	62
3.2.5	Capacidad Antioxidante en néctar de naranjilla enlatado.....	67
3.2.6	Análisis Microbiológico del néctar de naranjilla enlatado .....	73
3.3	Evaluación de los Atributos Sensoriales del Producto Final.....	73
3.3.1	Análisis sensorial para el parámetro de Color .....	74
3.3.2	Análisis sensorial para el parámetro de olor .....	75
3.3.3	Análisis sensorial para el parámetro sabor.....	77
3.3.4	Análisis sensorial para el parámetro consistencia.....	79
3.3.5	Aceptabilidad general del producto .....	80
3.3.6	Análisis sensorial del néctar de naranjilla por variedad.....	81
3.4	Análisis económico del néctar de naranjilla enlatado .....	82
3.4.1	Costos directos .....	82
3.4.2	Costos indirectos .....	83
3.4.3	Costo total de producción .....	84
	<b>CAPITULO IV .....</b>	<b>87</b>
	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>87</b>
4.1	Conclusiones .....	87
4.2	Recomendaciones.....	88
	<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>89</b>
	<b>ANEXOS.....</b>	<b>102</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1.</b> Naranja (Solanum quitoense Lam) .....	20
<b>Figura 2.</b> Variedad Agria .....	23
<b>Figura 3.</b> Variedad Baeza dulce .....	24
<b>Figura 4.</b> INIAP-Quitoense 2009 .....	24
<b>Figura 5.</b> Híbrido Puyo .....	25
<b>Figura 6.</b> Híbrido INIAP Palora.....	26
<b>Figura 7.</b> Estados de madurez de la naranja (Solanum quitoense Lam).....	26
<b>Figura 8.</b> Boleta para prueba hedónica de 9 puntos utilizada para evaluar atributos sensoriales de leches chocolatadas.....	37
<b>Figura 9.</b> Diagrama de proceso para la elaboración de néctar de naranja enlatado.....	43
<b>Figura 10.</b> Sólidos solubles del néctar de naranja enlatado.....	52
<b>Figura 11.</b> pH del néctar de naranja enlatado .....	56
<b>Figura 12.</b> Acidez Titulable del néctar de naranja enlatado .....	58
<b>Figura 13.</b> Interacción de factores para la acidez titulable .....	61
<b>Figura 14.</b> Polifenoles del néctar de naranja enlatado .....	63
<b>Figura 15.</b> Capacidad Antioxidante del néctar de naranja enlatado .....	68
<b>Figura 16.</b> Interacción de factores para la capacidad antioxidante .....	72
<b>Figura 17.</b> Gráfica de aceptabilidad sensorial para el parámetro color .....	74
<b>Figura 18.</b> Gráfica de aceptabilidad sensorial para el parámetro olor .....	76
<b>Figura 19.</b> Gráfica de aceptabilidad sensorial para el parámetro sabor .....	78
<b>Figura 20.</b> Gráfica de aceptabilidad sensorial para el parámetro consistencia .....	79
<b>Figura 21.</b> Aceptabilidad general del producto.....	80
<b>Figura 22.</b> Análisis sensorial del néctar de naranja por variedad .....	81
<b>Figura 23.</b> Costo unitario por cada tratamiento .....	85
<b>Figura 24.</b> Costo unitario del néctar de naranja de marcas comerciales .....	86

<b>Figura 25.</b> Pesado de naranjilla de la variedad INIAP-Quitoense 2009 .....	106
<b>Figura 26.</b> Pesado de naranjilla de la variedad Agria .....	106
<b>Figura 27.</b> Selección de naranjilla de la variedad INIAP-Quitoense 2009.....	107
<b>Figura 28.</b> Selección de naranjilla de la variedad Agria .....	107
<b>Figura 29.</b> Lavado de naranjilla de la variedad INIAP-Quitoense 2009 .....	108
<b>Figura 30.</b> Lavado de naranjilla de la variedad Agria.....	108
<b>Figura 31.</b> Escaldado de naranjilla de la variedad INIAP-Quitoense 2009 .....	109
<b>Figura 32.</b> Escaldado de naranjilla de la variedad Agria .....	109
<b>Figura 33.</b> Pelado de la naranjilla .....	110
<b>Figura 34.</b> Pulpeado de la naranjilla .....	110
<b>Figura 35.</b> Pesado de la pulpa de naranjilla .....	111
<b>Figura 36.</b> Estandarizado y homogeneizado del néctar de naranjilla .....	111
<b>Figura 37.</b> Envasado del néctar de naranjilla.....	112
<b>Figura 38.</b> Sellado de las latas .....	113
<b>Figura 39.</b> Formulación para néctar de naranjilla.....	114
<b>Figura 40.</b> Ficha técnica para prueba hedónica de 9 puntos .....	116
<b>Figura 41.</b> Siembra de las muestras de néctar de naranjilla enlatado de los seis tratamientos .....	116
<b>Figura 42.</b> Análisis microbiológico de mohos y levaduras, tratamiento 1 .....	117
<b>Figura 43.</b> Análisis microbiológico de mohos y levaduras, tratamiento 2 .....	117
<b>Figura 44.</b> Análisis microbiológico de mohos y levaduras, tratamiento 3 .....	117
<b>Figura 45.</b> Análisis microbiológico de mohos y levaduras, tratamiento 4 .....	118
<b>Figura 46.</b> Análisis microbiológico de mohos y levaduras, tratamiento 5 .....	118
<b>Figura 47.</b> Análisis microbiológico de mohos y levaduras, tratamiento 6 .....	118

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> Clasificación taxonómica de la naranjilla ( <i>Solanum quitoense</i> L.) .....	21
<b>Tabla 2.</b> Composición nutricional de la naranjilla ( <i>Solanum quitoense</i> L.) .....	22
<b>Tabla 3.</b> Requisitos microbiológicos para productos pasteurizados .....	29
<b>Tabla 4.</b> Principales características fisicoquímicas de naranjilla de las variedades INIAP- Quitoense 2009 y Agria .....	30
<b>Tabla 5.</b> Capacidad antioxidante de las variedades INIAP-Quitoense 2009 y Agria con grado de madurez 5 .....	32
<b>Tabla 6.</b> Fenoles totales de las variedades INIAP-Quitoense 2009 y Agria con grado de madurez 5 .....	34
<b>Tabla 7.</b> Métodos para la determinación de características fisicoquímicas y funcionales.....	41
<b>Tabla 8.</b> Características fisicoquímicas de naranjilla, variedades INIAP-Quitoense 2009 y Agria .....	47
<b>Tabla 9.</b> Compuestos funcionales de la naranjilla, variedades INIAP-Quitoense 2009 y Agria .....	49
<b>Tabla 10.</b> Análisis de varianza para sólidos solubles del néctar de naranjilla enlatado.....	52
<b>Tabla 11.</b> Comparación de medias según Tukey para sólidos solubles factor A.....	53
<b>Tabla 12.</b> Comparación de medias según Tukey para sólidos solubles factor B .....	54
<b>Tabla 13.</b> Análisis de varianza para pH del néctar de naranjilla enlatado .....	55
<b>Tabla 14.</b> Comparación de medias según Tukey para pH factor B.....	57
<b>Tabla 15.</b> Análisis de varianza para acidez titulable del néctar de naranjilla enlatado.....	58
<b>Tabla 16.</b> Comparación de medias según Tukey para acidez titulable factor A.....	59
<b>Tabla 17.</b> Comparación de medias según Tukey para acidez titulable factor B .....	61
<b>Tabla 18.</b> Análisis de varianza para polifenoles del néctar de naranjilla enlatado .....	62
<b>Tabla 19.</b> Comparación de medias según Tukey para polifenoles factor A .....	64
<b>Tabla 20.</b> Comparación de medias según Tukey para polifenoles factor B.....	65

<b>Tabla 21.</b> Análisis de varianza para capacidad antioxidante del néctar de naranjilla enlatado .....	67
<b>Tabla 22.</b> Comparación de medias según Tukey para capacidad antioxidante factor A .....	69
<b>Tabla 23.</b> Comparación de medias según Tukey para capacidad antioxidante factor B.....	70
<b>Tabla 24.</b> Costos directos de elaboración de néctar de naranjilla (INIAP-Quitoense 2009) enlatado .....	82
<b>Tabla 25.</b> Costos directos de elaboración de néctar de naranjilla (Agria) enlatado.....	83
<b>Tabla 26.</b> Costos indirectos de elaboración de néctar de naranjilla enlatado .....	84
<b>Tabla 27.</b> Concentración del néctar de naranjilla.....	102
<b>Tabla 28.</b> Variedades de naranjilla.....	102
<b>Tabla 29.</b> Descripción de Tratamientos en Estudio .....	103
<b>Tabla 30.</b> Especificación para la toma de muestras .....	104
<b>Tabla 31.</b> Materiales, equipos, reactivos y software .....	115

# INTRODUCCIÓN

## Problema

A nivel mundial, la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) tiene una gran aceptación y demanda por ser considerada una fruta exótica de excelentes atributos de sabor y propiedades nutricionales (Andrade-Cuvi, Moreno Guerrero, Guijarro-Fuertes, & Concellón, 2015). En Ecuador, la mayor parte de producción de este fruto es destinada al mercado local para el consumo en fresco y una pequeña parte es utilizada por la industria nacional (Alarcón, 2012).

Uno de los problemas asociados con la fruta es que es altamente perecedera, lo que dificulta su distribución (Marín-Arroyo & González-Bonilla, 2022). Al ser un fruto climatérico después de la cosecha fácilmente se agrieta, mancha y descompone (Torres, 2020). Además, es altamente oxidativa lo que hace que su procesamiento, conservación de nutrientes y comercialización sea difícil, siendo el primer índice de deterioro su pardeamiento enzimático (color amarronado) (Vilcaguano, 2013).

En Ecuador, las pérdidas postcosecha de frutos como la naranjilla alcanza el 50%, lo que representa la mitad de la producción total (IICA, 2007). Para evitar estas pérdidas existen diferentes métodos de conservación que permiten controlar en mayor grado los problemas postcosecha de frutas, mantener o mejorar características organolépticas, fisicoquímicas y alargar el tiempo de vida útil (Civello, Vicente, & Martínez, 2006).

En los mercados locales se pueden encontrar pocas marcas comerciales de néctar de naranjilla. Sin embargo, no se lo encuentra de forma enlatada esto debido al desconocimiento de parámetros adecuados para este proceso, lo que conlleva que no exista ningún tipo de interés por su producción o innovación.

## **Justificación**

La naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) es una de las frutas exóticas más apetecidas en los mercados nacionales, así como en los internacionales, debido a sus propiedades sensoriales y biofuncionales (Marín-Arroyo & González-Bonilla, 2022). Tiene un alto contenido de componentes bioactivos como fibra, minerales (fósforo, calcio, hierro), vitaminas (tiamina, riboflavina, vitamina C) y otros compuestos específicos (carotenos, luteína, zeaxantina, ácido clorogénico y aminos bioactivos) (Hinestroza-Córdoba, Duarte Serna, Seguí, Barrera, & Betoret, 2020).

Con base a la importancia de la naranjilla en el mercado y debido al alto grado de perechibilidad postcosecha de la fruta, es necesario aplicar nuevos procesos para desarrollar productos con alta retención de calidad y, a la vez, incrementar la vida útil (Torres, 2020). El néctar de frutas es importante para la dieta humana porque contienen minerales (magnesio y potasio), vitaminas (vitamina C), y diferentes nutrientes, así como varios tipos de antioxidantes y fibra dietética (Ghuniem, Khorshid, & Souaya, 2019). Por esta razón, el néctar de naranjilla enlatado es una alternativa como método de conservación aplicando procesos agroindustriales para generar un producto saludable y de fácil consumo; evitando que organismos alteren la composición, reacciones químicas y enzimáticas no se desarrollen y afecten a la calidad del producto final.

El enlatado es uno de los procesos de conservación de alimentos más estudiado, utilizado y extendido porque permiten la disponibilidad de gran diversidad de productos todo el año. Una percepción generalizada que los consumidores tienen acerca del néctar de naranjilla enlatado es que no es tan nutritivo como los alimentos frescos o conservados por otros procesos; sin embargo, esta percepción no es exacta, ya que en la actualidad los alimentos enlatados son procesados adecuadamente y, en la mayoría de los casos, proporcionan

cantidades aceptables de las propiedades nutricionales (Delgadillo-Puga, Díaz-Martínez, & Ledesma-Solano, 2019).

Por consiguiente, el presente trabajo de investigación brindará información acerca del comportamiento de las características fisicoquímicas y nutricionales del néctar enlatado de dos variedades de naranjilla (Iniap y Agria), con la finalidad de proporcionar una alternativa de conservación que ayude a alargar la vida útil de estas dos variedades, promoviendo una mejora y solución a su manejo postcosecha, reduciendo las pérdidas durante su almacenamiento y de esta manera incentivar la producción e industrialización de estas.

## **Objetivos**

### **Objetivo general**

- Evaluar el proceso de enlatado sobre las características funcionales y fisicoquímicas del néctar de dos variedades de naranjilla (*Solanum quitoense*), Agria (*Solanum quitoense* Lam var. *Quitoense*) e INIAP-Quitoense 2009.

### **Objetivos específicos**

- Caracterizar la materia prima para la elaboración del néctar de naranjilla enlatado.
- Analizar las propiedades funcionales y las características fisicoquímicas del néctar de naranjilla enlatado.
- Realizar un análisis de los atributos sensoriales del producto final.
- Elaborar un análisis de costos del producto final.

## **Hipótesis**

### **Hipótesis alternativa**

**Ha:** La variedad de naranjilla y la concentración del néctar influyen sobre las características funcionales y fisicoquímicas en el proceso de enlatado de néctar de naranjilla.

### **Hipótesis nula**

**Ho:** La variedad de naranjilla y la concentración del néctar no influyen sobre las características funcionales y fisicoquímicas en el proceso de enlatado de néctar de naranjilla.

# CAPÍTULO I

## MARCO TEÓRICO

### 1.1 Naranjilla (*Solanum quitoense* Lam)

La naranjilla (*S. quitoense* Lam) es un frutal que pertenece a la familia de las solanáceas, es originaria de los sotobosques subtropicales de los Andes de Ecuador, y crece en los flancos de la cordillera andina en sitios con buena humedad, regiones frescas y sombreadas en torno a los 800 y 1400 m.s.n.m (Castro & Herrera, 2019).

La planta es herbácea, robusta, de 1.8 a 3.0 m de altura, corteza color gris y hojas grandes con nervaduras de color púrpura en el haz y blancas o purpúreas en el envés (Getial, 2013) Toda la planta, excepto el haz de las hojas tiene pubescencia lanosa y todas sus partes son espinosas, excepto las flores y el fruto (IICA, 2007).

El fruto es de forma redonda u ovoide, cuyo color es amarillo o naranja intenso en su máxima madurez. Internamente, se divide en cuatro compartimientos separados por una membrana, cada compartimiento contiene una pulpa verdosa, muy jugosa, de sabor cítrico y aroma distintivo, que alberga numerosas semillas planas y duras (Figura 1) (Andrade-Cuvi, Guijarro-Fuertes, & Luzcano Figueroa , 2021).

#### Figura 1

*Naranjilla (Solanum quitoense Lam)*



Tomado de: (Rojas, 2014).

## 1.2 Taxonomía

La naranjilla pertenece a la familia de las Solanáceas, que incluye más de 2700 especies, como la papa (*Solanum tuberosum*), el tomate (*Solanum lycopersicum*) y la berenjena (*Solanum melongena*). Existen dos variedades geográficas de la naranjilla: la variedad quitoense (sin espinas), que se encuentra en el sureste de Colombia y en Ecuador, y la variedad septentrionale (con espinas), que se localiza en el centro de Colombia, Panamá y Costa Rica (Guzman, 2018). La tabla 1 muestra la clasificación taxonómica de la naranjilla.

**Tabla 1**

*Clasificación taxonómica de la naranjilla (Solanum quitoense L.)*

Clasificación taxonómica	
Reino	Plantae
División	Magnolophyta
Sub-División	Angiospermae
Clase	Magnolliopsida
Subclase	Asteridae
Orden	Solanales
Familia	Solaneaceae
Género	Solanum
Especie	<i>Solanum quitoense</i>
Variedad	<i>quitoense</i> (sin espinas) <i>Septentrionale</i> (con espinas)

Tomado de: (Guzman, 2018).

## 1.3 Composición nutricional de la naranjilla

La naranjilla es una fruta conocida por sus propiedades diuréticas y tonificantes, gracias a su alto contenido de hierro y vitamina C. Además, es rica en proteínas y minerales (Rivera,

2013). En la tabla 2 se detalla la composición nutricional promedio en 100 g de pulpa de naranjilla.

**Tabla 2**

*Composición nutricional de la naranjilla (Solanum quitoense L.)*

<b>Componente</b>	<b>Promedio en 100 g de pulpa</b>
Valor energético (cal)	28.0
Humedad (%)	91.6
Carbohidratos (g)	6.8
Proteína (g)	0.7
Fibra (g)	0.4
Ceniza (g)	0.6
Grasa (g)	0.1
Vitamina A (mg)	50.0
Ácido ascórbico (mg)	65.0
Tiamina (mg)	0.6
Niacina (mg)	1.5
Calcio (mg)	8.0
Fósforo (mg)	14.0
Hierro (mg)	0.4

Tomado de: (Montenegro, 2015).

#### **1.4 Cultivo de naranjilla en Ecuador**

Ecuador ofrece condiciones agroecológicas ideales para la producción de naranjilla, la cual se cultiva en las provincias de Napo, Pastaza, Morona Santiago, Sucumbíos, Zamora Chinchipe, Santo Domingo de los Tsáchilas, Orellana, Pichincha, Tungurahua, Chimborazo, Cotopaxi e Imbabura. La superficie de cultivo abarca aproximadamente 6000 hectáreas, con un rendimiento de 4.5 toneladas por hectárea (Guzman, 2018).

Según el Banco Central del Ecuador (2014), entre enero de 2013 y septiembre de 2014 se exportaron 17.80 toneladas métricas de naranjilla (Pinto, 2015).

### 1.5 Variedades comerciales de naranjilla en el Ecuador

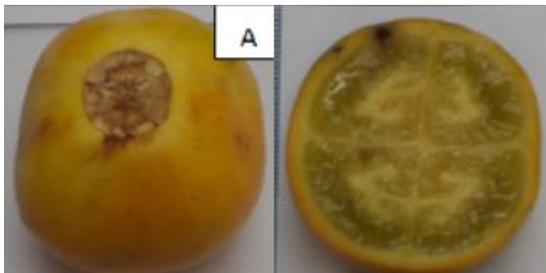
Las principales variedades comerciales de naranjilla de que disponen los productores en Ecuador son: Agria, Baeza dulce, INIAP-Quitoense 2009. Y entre los Híbridos se encuentran Puyo, Palora (Castro & Herrera, 2019).

- **Variedad Agria (*Solanum quitoense* Lam var. *quitoense*)**

Esta variedad se caracteriza por tener un fruto esférico de color amarillo, con pulpa verde y sabor agridulce (Figura 2). Es una de las más apreciadas en el mercado ecuatoriano, utilizada principalmente para jugos y en la industria alimenticia (Andrade, 2015).

#### Figura 2

*Variedad Agria*



Tomado de: Andrade-Cuvi et al. (2016).

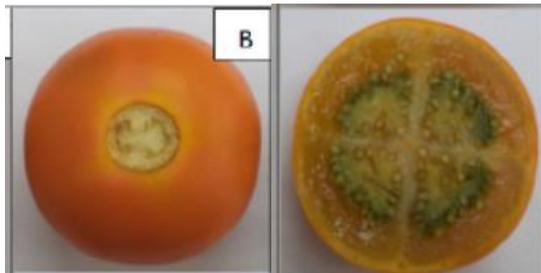
- **Variedad Baeza dulce (*Solanum quitoense* Lam var. *quitoense*)**

Tiene características similares a la variedad Agria, pero con frutos más grandes y pulpa verdosa (Figura 3). Esta variedad produce una mayor cantidad de frutos, aunque es menos comercial y se utiliza principalmente en la industria alimenticia. Sin embargo, presenta problemas de susceptibilidad a nematodos de nudo de la raíz (*Meloidogyne incognita*),

perforadores del tallo y del fruto, así como a la marchitez vascular (*Fusarium oxysporum*) (Andrade, 2015).

### Figura 3

*Variedad Baeza dulce*



Tomado de: Andrade-Cuvi et al. (2016).

- **INIAP-Quitoense 2009**

La naranjilla de jugo INIAP-Quitoense 2009 es el resultado de la selección de la variedad Baeza por parte del Programa de Fruticultura entre 2005 y 2007, seguida de procesos de purificación durante 2008 y 2009. Las plantas alcanzan alturas cercanas a los 2 m y los tallos junto con las hojas carecen de espinas, los frutos son redondos, de buen tamaño, con pulpa verde (Figura 4) y bajos niveles de oxidación y presenta alta productividad y características de calidad aptas para el consumo fresco e industrial (INIAP, 2012).

### Figura 4

*INIAP-Quitoense 2009*



Tomado de: (INIAP, 2012).

- **Híbrido Puyo**

Fue desarrollada por un agricultor de la provincia de Pastaza mediante el cruce entre cocona (*S. sessiliflorum*) y la variedad "Agria" (*S. quitoense* Lam var. quitoense). La planta alcanza aproximadamente 1 m de altura y produce frutos pequeños, pero con la aplicación de 2,4-D (herbicida hormonal) durante la floración, los frutos logran aumentar su tamaño. La piel es de color anaranjado brillante y la pulpa es de tono verde amarillento (Figura 5). Esta variedad presenta un buen comportamiento poscosecha. Debido a que las semillas son estériles, se propaga exclusivamente por vía vegetativa (INIAP, s.f.).

**Figura 5**

*Híbrido Puyo*



Tomado de: (INIAP, s.f.).

- **Híbrido INIAP Palora**

Esta variedad es el resultado de un cruce entre Baeza roja (*Solanum quitoense* Lam var. quitoense), progenitor masculino, y *Solanum sessiliflorum* cocona Yantzaza, progenitor femenino. Las plantas son arbustivas de aproximadamente 1.50 m de altura, con ramas y hojas alternas, de forma abierta. Los frutos son naturalmente grandes, de forma esférica ligeramente achatada, con una epidermis de color rojizo cuando están maduros. La pulpa es amarillenta, sabor ácido, y las semillas son infértiles (Figura 6). Gracias al espesor de la corteza, esta variedad es resistente al manejo y al transporte (INIAP, s.f.).

## Figura 6

*Híbrido INIAP Palora*



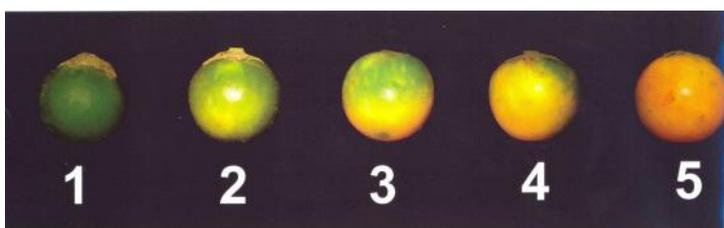
Tomado de: (INIAP, s.f.).

### 1.6 Estado de madurez de la naranjilla

La determinación de los parámetros de color de la naranjilla complementa la información presentada en la NTE INEN 2 303, (2009) en la que se presentan 5 estados de madurez usando una escala subjetiva para clasificar a los frutos por el color de la cáscara (Andrade-Cuvi, y otros, 2016). Donde 1= 100% verde (alcanzando su madurez fisiológica completa); 2 = 25% o  $\frac{1}{4}$  de color amarillo-naranja; 3 = un 50% de color amarillo-naranja; 4 = un 75% de color amarillo naranja y 5 = correspondiente a la madurez total de la fruta en un 100%, presenta toda la fruta en su cáscara de color naranja (Andrade-Cuvi, Moreno Guerrero, Guijarro-Fuertes, & Concellón, 2015), tal como se muestra en la Figura 7.

## Figura 7

*Estados de madurez de la naranjilla (Solanum quitoense Lam)*



Tomado de: (NTE INEN 2 303, 2009).

El índice de madurez se calcula mediante la relación entre el contenido de sólidos solubles y la acidez total, expresada en % (Shubham , Gouthami , Manjunath , & Abhishek , 2023). Se calcula mediante la Ec. (1).

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

Donde:

IM: Índice de madurez

SS: Sólidos solubles

AT: Acidez titulable

### **1.7 Enlatado de néctar de naranjilla**

Las conservas son un método de preservación de alimentos cuyos orígenes se remontan a 1810, atribuidos al científico Nicolás Appert, este proceso implica un tratamiento térmico, envasado hermético y sellado que ayuda a mantener las características nutricionales y organolépticas del néctar de naranjilla (Pino Hernández, Serrada, & Farías, 2017).

El enlatado es un método de conservación de alimentos que implica sellarlos en latas a una presión específica y luego someterlos a calor para esterilizarlos, destruyendo así microorganismos presentes. Permite obtener alimentos fuera de temporada para uso futuro, ofrece una vida útil prolongada sin necesidad de refrigeración. Frutas como la naranjilla han encontrado oportunidades significativas en mercados extranjeros gracias a estos métodos de conservación (Jiménez, 2010).

El néctar es el producto pulposo o no pulposo sin fermentar, pero susceptible de fermentación, obtenido de la mezcla de jugo de fruta o pulpa, ya sea concentrado o sin concentrar, de una o más fruta (NTE INEN 2 337, 2008). En comparación con el zumo, el néctar tiene un menor contenido de fruta, siendo determinado por el tipo de fruta utilizada.

Puede contener azúcar añadido, edulcorantes o una combinación de ambos. Cuando se añade azúcar, el contenido total de azúcar es similar al del zumo correspondiente (Chico, 2015).

El contenido de sólidos solubles del néctar de naranjilla debe estar comprendido entre el 12% y el 20% m/m, medido con un refractómetro a 20°C, sin corrección por la acidez, y expresado en °Brix según las Escalas Internacionales de Sacarosa (Codex Alimentarius STAN 161, 1989).

### **1.8 Requisitos específicos para los néctares de frutas**

Según la NTE INEN 2 337 (2008), los requisitos para los néctares de frutas son los siguientes: puede ser turbio, claro o clarificado y debe mantener las características sensoriales naturales de las frutas; debe estar libre de olores o sabores extraños; el pH debe ser menor a 4.5; el contenido mínimo de sólidos solubles en el néctar debe corresponder al mínimo de aporte de jugo o pulpa. Para la naranjilla, debido a su elevada acidez, se necesita suficiente cantidad para lograr un mínimo de acidez del 0.5%, alcanzable añadiendo ácido cítrico.

### **1.9 Conservantes y estabilizantes**

Los conservantes ayudan a retardar el deterioro de los alimentos causado por el aire, mohos, bacterias y levaduras, preservan la calidad de los alimentos, también contribuyen a prevenir contaminaciones que pueden resultar en enfermedades transmitidas por alimentos (FAO, 2023). El Sorbato de potasio es un conservador que se emplea en gran medida en todos los sectores de la industria de alimentos, ya que posee una amplia actividad antimicrobiana que se extiende a muchas especies bacterianas como *Clostridium botulinum* (F&M, 2020).

Los estabilizantes son macromoléculas, principalmente polisacáridos como coloides, hidrocoloides y gomas, que mantienen o mejoran la estructura de los alimentos, facilitan la distribución fina y uniforme de partículas que no son solubles entre sí (Jaimes-Duque , Ramírez-Duque , & Stouvenel, 2017). La Carboximetilcelulosa (CMC) es un polisacárido

aniónico obtenido mediante la hidrólisis ácida y posterior alcalinización de la celulosa (Bayarri, González-Tomás, & Costell, 2009). Se emplea extensamente en la industria de alimentos como espesante, estabilizante de emulsiones, ligante de agua y mejorador de viscosidad y textura en diversos productos (Chigo-Hernández, 2018).

### 1.10 Requisitos microbiológicos

El producto debe estar libre de bacterias patógenas, toxinas y cualquier otro microorganismo que cause descomposición, así como de cualquier sustancia generada por microorganismos que represente un riesgo para la salud. Debe cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en la tabla 3 (NTE INEN 2 337, 2008).

**Tabla 3**

*Requisitos microbiológicos para productos pasteurizados*

	<b>n</b>	<b>m</b>	<b>M</b>	<b>c</b>	<b>Método de ensayo</b>
Coliformes NMP/cm <sup>3</sup>	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-6
Coliformes fecales NMP/cm <sup>3</sup>	3	< 3	--	0	NTE INEN 1529-8
Recuento estándar en placa REP UFC/cm <sup>3</sup>	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-5
Recuento de mohos y levadura UP/cm <sup>3</sup>	3	< 10	10	1	NTE INEN 1529-10

Tomado de: (NTE INEN 2 337, 2008).

### 1.11 Características fisicoquímicas

El análisis fisicoquímico de los alimentos es crucial para asegurar su calidad, ya que permite determinar su valor nutricional y controlar el cumplimiento de diversos parámetros (Cazar, 2016). Este tipo de análisis es fundamental en el estudio de variables postcosecha, como los sólidos solubles (SS), la acidez titulable, el pH, entre otros. Estos parámetros son clave para identificar aspectos como el índice de maduración, la calidad organoléptica, la importancia comercial y nutricional del fruto de naranjilla (*Solanum quitoense* Lam). Las principales

características fisicoquímicas de la naranjilla se detallan en la tabla 4, donde letras diferentes indican diferencias significativas según la prueba de LSD de Fisher, con un nivel de significancia de  $p < 0.05$ .

**Tabla 4**

*Principales características fisicoquímicas de naranjilla de las variedades INIAP-Quitoense 2009 y Agria*

Parámetro	Variedad	Estado de madurez (5)
pH	Iniap	3.37±0.02 <sup>a</sup>
	Agria	2.78±0.08 <sup>e</sup>
Acidez (g ác.cítrico/100 g)	Iniap	2.28±0.04 <sup>e</sup>
	Agria	2.86±0.10 <sup>a</sup>
Sólidos Solubles (°Brix)	Iniap	8.98±0.05 <sup>a</sup>
	Agria	7.13±0.28 <sup>c</sup>
Índice de madurez	Iniap	3.95±0.07 <sup>a</sup>
	Agria	2.49±0.12 <sup>c</sup>

Tomado de: Andrade-Cuvi et al. (2016)

### 1.12 Características funcionales

Los alimentos funcionales son aquellos que contienen componentes biológicamente activos que ejercen efectos beneficiosos y nutricionales en una o varias funciones del organismo, estos efectos se traducen en una mejora de la salud o en la reducción del riesgo de padecer enfermedades (Fuentes-Berrio, Acevedo-Correa, & Gelvez-Ordoñez, 2015).

### **1.13 Antioxidantes**

Se considera como antioxidante a cualquier sustancia que, cuando está presente a baja concentración en comparación con las de un sustrato oxidable, retrasa o previene significativamente la oxidación de ese sustrato (Halliwell & Gutteridge, 2015). Los antioxidantes son moléculas que se oxidan rápidamente, evitando o deteniendo cadenas de oxidación, estabilizando los radicales libres generados y regenerándose ellos mismos, lo cual reduce el daño oxidativo en el cuerpo humano (Naspud, 2018). Los antioxidantes naturales se encuentran en muchos alimentos, especialmente en frutas y verduras, que son sus fuentes más abundantes. Las vitaminas C, E y A, los polifenoles, el licopeno, la coenzima Q10 y algunas proteínas son ejemplos comunes de antioxidantes naturales (Shahidi & Ho, 2005).

#### **1.13.1.1 Capacidad antioxidante**

La capacidad antioxidante se refiere a la cantidad de moles de eliminadores de radicales libres proporcionados por una solución de prueba (Brainina, Stozhko, & Vidrevich, 2019). La suma de las actividades antioxidantes de este grupo "inespecífico" de antioxidantes se conoce comúnmente como capacidad antioxidante total (TAC) (Bartosz, 2003).

En la Tabla 5, se muestran los resultados obtenidos en la investigación de Andrade-Cuvi et al. (2016) sobre la capacidad antioxidante de naranjilla de las variedades INIAP-Quitoense 2009 y Agria con grado de madurez 5, luego de 14 días de almacenamiento a temperatura ambiente. Determinado en términos de actividad antioxidante según el radical ABTS y DPPH, letras distintas indican diferencias de acuerdo con el test LSD de Fisher con un nivel de significancia de  $P < 0.05$ .

**Tabla 5**

*Capacidad antioxidante de las variedades INIAP-Quitoense 2009 y Agria con grado de madurez 5*

<b>Parámetro</b>	<b>Variedad</b>	<b>Estado 5 + 14d almac.</b>	<b>Variación respecto al estado 5 (%)</b>
TEAC* ABTS ( $\mu\text{mol/g tej.}$ )	Iniap	$3.61 \pm 0.14^b$	+47.92
	Agria	$4.18 \pm 0.23^a$	+23.68
TEAC* DPPH ( $\mu\text{mol/g tej.}$ )	Iniap	$2.99 \pm 0.18^c$	+49.16
	Agria	$4.01 \pm 0.21^a$	+28.43

Tomado de: Andrade-Cuvi et al. (2016).

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

Entre los ensayos de captación de radicales libres se encuentran el método DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo) y el ensayo de decoloración ABTS (Ácido 2,2'-azino-bis-3-etilbenzotiazolin-6-sulfónico) (Mendoza-Isaza, Hoyos-Arbeláez, & Peláez-Jaramillo, 2020).

El ensayo DPPH es un método clásico y ampliamente utilizado para evaluar la capacidad antioxidante, desarrollado inicialmente en la década de 1950 para identificar donantes de hidrógeno provenientes de fuentes naturales y adaptable para el estudio de polifenoles (Pyrzynska & Pękal, 2013). En este ensayo, los antioxidantes que donan hidrógeno transforman el radical DPPH en su forma no radical DPPH-H, cambiando el color de púrpura a amarillo y reduciendo la absorción de luz ultravioleta (Tsao, 2010). La capacidad antioxidante se mide evaluando la absorbancia a 517 nm, y los resultados se estandarizan comúnmente en unidades equivalentes de Trolox (TE) o se reportan como EC50, que es la cantidad de antioxidante necesaria para reducir en un 50% la concentración inicial de DPPH (Schaich, Tian, & Xie, 2015). El ensayo DPPH es adecuado para medir la capacidad antioxidante de pequeños polifenoles con propiedades lipofílicas, como las quercetinas, resveratroles y antocianinas,

pero es limitado para aquellos compuestos con pocas o ninguna propiedad lipofílica (Tsao, 2010).

El método ABTS fue utilizado por primera vez para determinar la capacidad antioxidante total de sustancias in vitro por Miller et al. (1993). En este método, ABTS actúa como agente cromogénico (Tsao, 2010). Tras la reacción oxidativa con persulfato de potasio, se genera el radical catiónico ABTS<sup>+</sup> de color verde-azul, que muestra una fuerte absorción a 734 nm. Los antioxidantes que eliminan los radicales decoloran el ABTS<sup>+</sup>, por lo tanto, la disminución del valor de absorbancia a 734 nm refleja la capacidad antioxidante (Iveković, Milardović, Roboz, & Grabarić, 2005). Los resultados se comparan con el estándar de control Trolox (una sustancia soluble en agua similar a la vitamina E), y se expresan principalmente como capacidad antioxidante equivalente de Trolox (TEAC) (Schaich, Tian, & Xie, 2015). El método ABTS es adecuado para medir antioxidantes tanto lipofílicos como hidrofílicos, requiere instrumentos y equipos sencillos, y muestra una fuerte correlación con la actividad biológica de los antioxidantes, por lo que se utiliza ampliamente en la determinación de la capacidad antioxidante de los polifenoles (Tian & Schaich, 2013).

#### **1.14 Polifenoles**

El mayor grupo antioxidante presente en la dieta humana es el de los compuestos fenólicos, con más de 8000 estructuras diferentes identificadas (Tsao, 2010). Los polifenoles se clasifican en dos grandes clases: flavonoides y no flavonoides (Khan, Zill, & Dangles, 2014). El último incluye moléculas estructuralmente simples como los ácidos fenólicos (ácidos hidroxibenzoicos y ácidos hidroxicinámicos) y estilbenos, y moléculas muy complejas como los oligómeros de estilbeno, taninos y lignina (Khan, y otros, 2018). Se encuentran en los alimentos vegetales y presentan una estructura molecular caracterizada por la presencia de al menos un anillo aromático y uno o más grupos hidroxilo, incluidos sus derivados funcionales

(Yatim-Harkous, 2019). Los polifenoles son antioxidantes fuertes que pueden neutralizar los radicales libres mediante la donación de un electrón o átomo de hidrógeno (Tsao, 2010).

En la Tabla 6, se muestran los resultados obtenidos en la investigación de Andrade-Cuvi et al. (2016) sobre fenoles totales de naranjilla de las variedades INIAP-Quitoense 2009 y Agria con grado de madurez 5, luego de 14 días de almacenamiento a temperatura ambiente. Determinado en términos de fenoles totales a través de método Folin-Ciocalteu, letras distintas indican diferencias de acuerdo con el test LSD de Fisher con un nivel de significancia de  $P < 0.05$ .

**Tabla 6**

*Fenoles totales de las variedades INIAP-Quitoense 2009 y Agria con grado de madurez 5*

<b>Parámetro</b>	<b>Variedad</b>	<b>Estado 5 + 14d almac.</b>	<b>Variación respecto al estado 5 (%)</b>
FT ( $\mu\text{g}$ ác. gálico/g tej.)	Iniap	1044.1 $\pm$ 40.4 <sup>c</sup>	+18.6
	Agria	1275.0 $\pm$ 65.3 <sup>a</sup>	+25.9

Tomado de: Andrade-Cuvi et al. (2016).

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

El ensayo Folin-Ciocalteu es un método eficaz para determinar la actividad antioxidante de los compuestos fenólicos debido a su facilidad de uso, consistencia y fiabilidad. Sin embargo, las condiciones de reacción deben seleccionarse con cuidado, ya que la precisión del ensayo depende de factores como el pH, la temperatura y la duración de la reacción (Pérez, Dominguez-López, & Lamuela-Raventós, 2023).

El reactivo Folin-Ciocalteu es una mezcla compleja de ácidos fosfotúngstico y fosfomolibdico que se reduce durante el ensayo para producir un cromóforo azul con una absorbancia máxima a 765 nm (Magalhães, Segundo, Reis, & Lima, 2008). La reducción de

los derivados aniónicos de estos ácidos por los antioxidantes provoca un cambio de color de amarillo a azul, y la magnitud de este cambio es directamente proporcional a la actividad reductora de los compuestos fenólicos. La capacidad reductora de un antioxidante se mide frecuentemente en equivalentes de ácido gálico (GAE) (Pérez, Dominguez-López, & Lamuela-Raventós, 2023). En detalle, la transferencia de electrones de los compuestos fenólicos a los complejos fosfomolibdico/ácido fosfotúngstico en una solución alcalina crea complejos azules que se detectan espectroscópicamente a aproximadamente 760 nm (Huang, Ou, & Prior, 2005).

### **1.15 Análisis sensorial**

El análisis sensorial examina las propiedades de un producto o alimento, como la textura, sabor, apariencia y olor, a través de los sentidos (vista, olfato, gusto, tacto y oído) de los panelistas. Se considera una de las metodologías más importantes para la innovación y la aplicación, ya que garantiza la aceptación final del producto por parte de los consumidores (Ruiz-Capillas & Herrero, 2021).

Según Del Carmen et al. (2015) el análisis sensorial es una herramienta fundamental para obtener información sobre aspectos de la calidad de los alimentos, que no son accesibles con otras técnicas de análisis. Uno de los objetivos es interpretar las respuestas de los consumidores valorados principalmente por los sentidos, al evaluar la calidad o aceptabilidad de los productos. Los resultados ayudan a determinar cómo el procesamiento y formulación de un producto afectan la aceptabilidad de un alimento (Del Carmen et al., 2015).

#### **1.15.1 Tipos de análisis sensorial**

Existen dos tipos de pruebas sensoriales: analíticas y hedónicas. Las pruebas analíticas dan datos objetivos sobre las propiedades sensoriales de los alimentos y las realizan principalmente evaluadores formados. Estas pruebas se dividen en tres categorías: (i) pruebas de discriminación o diferencia, que determinan si existen diferencias perceptibles entre

productos, (ii) pruebas de umbral, que establecen la concentración mínima a la que un estímulo sensorial es detectable, y (iii) pruebas descriptivas, que identifican la naturaleza y magnitud de las diferencias sensoriales. Las pruebas hedónicas, también conocidas como pruebas subjetivas, efectivas o de consumo, proporcionan datos subjetivos sobre la aceptabilidad, agrado o preferencia del producto, y son llevadas a cabo por evaluadores no formados (Drake M. , 2007; Kemp, Hort, & Hollowood, 2017).

### **1.16 Pruebas hedónicas (escala de nueve puntos)**

Con respecto a la escala hedónica, Lawless y Heymann (2010) se refieren a ella como el método afectivo más utilizado en las pruebas sensoriales, debido a sus resultados informativos. Fue desarrollado en 1957 como una manera de medir la aceptación de un producto, y en los últimos años, se ha adaptado de acuerdo con el público objetivo (Da Cunha, Assunção Botelho, de Brito, de Oliveira Pineli, & Stedefeldt, 2013).

La escala más ampliamente utilizada es la escala hedónica de 9 puntos, (Drake M. A., 2007). Esta escala, desarrollada inicialmente en la década de 1940 (Jones, Peryam, & Thurstone, 1955; Peryam & Hayness, 1957), ha sido extensamente empleada en una diversidad de productos con notable éxito. Es la prueba recomendada en la mayoría de los estudios y proyectos de investigación estándar, especialmente cuando se busca determinar diferencias en la aceptación del consumidor (Ramírez-Navas, 2012).

Los panelistas evalúan muestras codificadas de varios productos indicando su grado de agrado en una escala que va desde "me gusta extremadamente" hasta "me disgusta extremadamente", como mencionan Clark et al. (2009). Esta escala puede presentarse gráfica, numérica o textualmente, ya sea horizontal o verticalmente, y se utiliza para detectar diferencias en las preferencias de los consumidores por los productos.

En esta escala es posible asignar la misma categoría a más de una muestra (Watts, Ylimaki, Jeffery, & Elias, 1989). Las muestras se presentan en recipientes idénticos y están codificadas con números aleatorios de tres dígitos. El orden de presentación de las muestras puede ser aleatorizado para cada panelista o, si es posible, balanceado. En la Figura 8 se da un ejemplo de boleta para prueba hedónica (Ramírez-Navas, 2012).

### Figura 8

*Boleta para prueba hedónica de 9 puntos utilizada para evaluar atributos sensoriales de leches chocolatadas*

Nombre: _____			
Fecha: _____			
<b>INSTRUCCIONES</b>			
Frente a usted se presentan cuatro muestras de leche chocolatada. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo al puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.			
<b>Puntaje</b>	<b>Categoría</b>	<b>Puntaje</b>	<b>Categoría</b>
1	me disgusta extremadamente	6	me gusta levemente
2	me disgusta mucho	7	me gusta moderadamente
3	me disgusta moderadamente	8	me gusta mucho
4	me disgusta levemente	9	me gusta extremadamente
5	no me gusta ni me disgusta		

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	TEXTURA

Tomado de: (Ramírez-Navas, 2012).

Bayarri et al. (2012) mencionan que se pueden comparar los datos de consumo (escala hedónica) empleando en el análisis la prueba no paramétrica de Friedman con el procedimiento Nemenyi. Vigneau et al. (2011) exponen que mediante el uso del análisis de conglomerados (CWM, por sus siglas en inglés) se puede identificar subgrupos de consumidores con preferencias diferentes (Vigneau, Endrizzi, & Qannari, 2011). Para modelar la varianza de los datos de aceptación del consumidor se puede emplear regresión por mínimos cuadrados parciales (PLSR, por sus siglas en inglés) (Wold, Sjöström, & Eriksson, 2001).

## **1.17 Costos de producción**

Los costos de producción son aquellos que surgen en cualquier proceso productivo donde se transforma la materia prima para obtener un producto terminado. Estos costos incluyen los de materia prima, mano de obra y los costos generales de fabricación (Salinas, 2012).

### **1.17.1 Factores que componen los costos de producción**

De acuerdo con Andrimba (2022) los factores que componen los costos de producción son los costos directos e indirectos.

Los costos directos se relacionan directamente con la producción del producto final. Incluyen la materia prima, que es la sustancia que experimenta transformación durante la elaboración del producto; los insumos, que son necesarios de manera directa en el proceso de fabricación; y la mano de obra, que corresponde al salario de los trabajadores directamente involucrados en la fabricación del producto (Andrimba, 2022).

Los costos indirectos son aquellos que no se pueden atribuir directamente a la fabricación de un producto específico. Incluyen materiales como productos de limpieza y vestimenta, suministros directos como energía eléctrica para iluminación y agua para servicios esenciales, y mano de obra indirecta, que abarca personal que participa indirectamente en el proceso, como el jefe de control de calidad o el jefe de planta (Andrimba, 2022).

## **CAPÍTULO II**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **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 (Cabrera, 2017).

Además, se empleó un diseño metodológico de enfoque cuantitativo, específicamente un diseño experimental. 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 (Velázquez, 2018).

#### **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 realizaron experimentos para 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 variedad de naranjilla y la concentración del néctar influyen sobre las características funcionales y fisicoquímicas en el proceso de enlatado de néctar de naranjilla.

### ***Hipótesis Nula***

La variedad de naranjilla y la concentración del néctar no influyen sobre las características funcionales y fisicoquímicas en el proceso de enlatado de néctar de naranjilla.

### **2.4 Análisis estadístico**

En el análisis estadístico de este estudio, se aplicó un Diseño Completamente al Azar (DCA) con un arreglo factorial (A×B), donde A representó la concentración del néctar con niveles de 12, 16 y 20 °Brix, y B representó la variedad de naranjilla INIAP-Quitoense 2009 y Agria (*Solanum quitoense* Lam. var quitoense) (Anexo 1). En total, se emplearon seis tratamientos, cada uno repetido tres veces, sumando 18 unidades experimentales. Los envases metálicos utilizados cumplían con las especificaciones de la norma NTE INEN-ISO 90-1 (2013) y contenían aproximadamente 750 ml de néctar de naranjilla.

### **2.5 Caracterización del área de estudio**

El material vegetal utilizado en esta investigación fue aquel perteneciente a las variedades INIAP-Quitoense 2009 y Agria (*Solanum quitoense* Lam. var quitoense), estos se obtuvieron en el mercado Mayorista de Ibarra. Por otro lado, el proceso de enlatado y los análisis de las características fisicoquímicas de la fruta y del néctar de naranjilla se realizaron en los laboratorios de Unidades Edu-Productivas de la Universidad Técnica del Norte. Mientras que los análisis de las propiedades funcionales se enviaron a realizar en los laboratorios del Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP) Estación Experimental Santa Catalina, departamento de Nutrición y Calidad en la ciudad de Quito.

## 2.6 Caracterización de la naranjilla previo al proceso de enlatado

La materia prima fue recibida y seleccionada, considerando los frutos con un estado de madurez 5, el cual corresponde al color de la cáscara de la naranjilla del 100% naranja y amarillo (Iniap y Agria respectivamente), tomando como referencia los requisitos y tolerancias de las características físicas que debe de tener la fruta como lo indica la NTE INEN 2 303 (2009). La fruta que entró al proceso fue pesada alcanzando un peso aproximado de 20 kg, en este caso se considera la fruta lavada y con cáscara.

Se ejecutó el muestreo de acuerdo con la NTE INEN 1750 (2012), la cual establece que las muestras se deben tomar al azar de diferentes puntos del lote. Por tanto, de la cantidad total de fruta se formó grupos para facilitar la toma de muestra, a los que se les asignará un número para diferenciarlos, para estandarizar la materia prima, según las características fisicoquímicas (Tabla 7), cuyos procedimientos se describen en el anexo 2. Para los análisis funcionales de la materia prima (polifenoles y capacidad antioxidante), cuyo método utilizado se menciona en la tabla 7, se tomó aleatoriamente 1 kg por cada variedad de naranjilla, y se enviaron a realizar en la Estación Experimental Santa Catalina (INIAP).

**Tabla 7**

*Métodos para la determinación de características fisicoquímicas y funcionales*

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

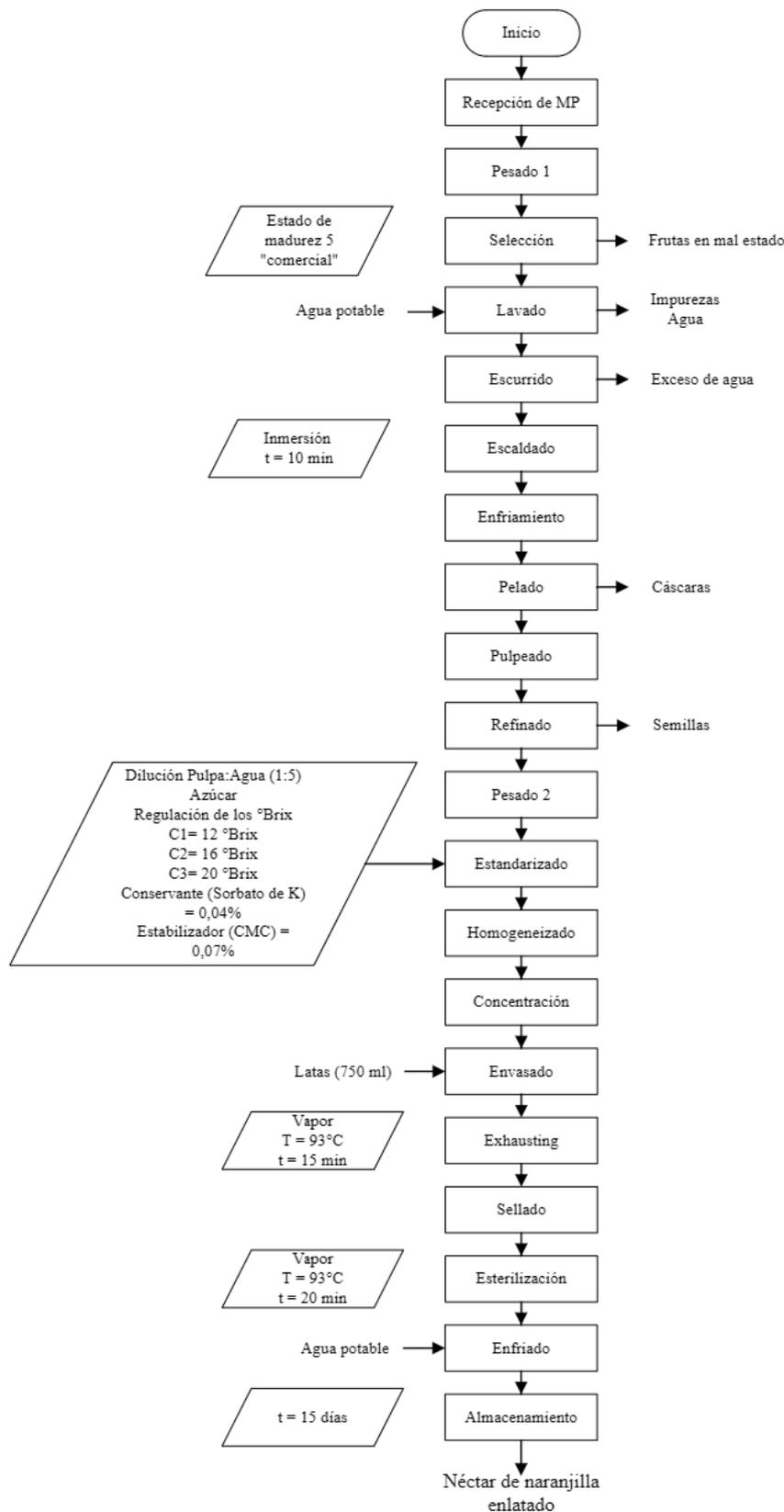
## **2.7 Análisis de las Propiedades Funcionales y las Características Fisicoquímicas del Producto Final**

El néctar de naranjilla enlatado fue almacenado por un período de 15 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 (NTE INEN 0405, 1988). Pasado el tiempo de estabilidad se determinó las características fisicoquímicas (sólidos solubles, pH y acidez titulable) y propiedades funcionales (polifenoles y capacidad antioxidante).

Se desarrolló un diagrama del proceso de la elaboración del néctar de naranjilla, incluyendo los parámetros relevantes (Figura 9), cuya descripción se encuentra en el anexo 3. Para la formulación del néctar de naranjilla se tomó en cuenta que éste es una mezcla líquida de pulpa de fruta, azúcar y agua (FAO, 1997). Por lo cual, fue necesario determinar la relación pulpa:agua, y esto se basó en lo publicado por Intermediate Technology Development Group (1998) donde recomiendan para la naranjilla una dilución pulpa:agua de (1:5). Los cálculos para la dosificación de azúcar se realizaron con referencia a lo expuesto por FAO (1997), donde se realiza por aproximaciones sucesivas, al cabo de 3 a 4 aproximaciones se obtiene la concentración del néctar deseada (12, 16 y 20 °Brix) (Anexo 4). En cuanto a la adición de sorbato de potasio y CMC fue de 0.04 y 0.07% respectivamente. 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 5.

**Figura 9**

*Diagrama de proceso para la elaboración de néctar de naranjilla enlatado*



### **2.5.1 Análisis microbiológico de néctar de naranjilla enlatado**

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.

### **2.8 Análisis de los atributos sensoriales del néctar de naranjilla enlatado**

Para el análisis sensorial del néctar de naranjilla enlatado se utilizó el tipo de prueba afectiva o hedónica para determinar la aceptabilidad del producto. Se destinó 2 latas de aproximadamente 750 ml por cada tratamiento, dando un total de 12 latas.

Para realizar esta actividad se tomaron en cuenta los 6 tratamientos para su respectivo análisis de los atributos (color, olor, sabor y consistencia) siguiendo la metodología expuesta por Navas (2012) de la escala hedónica de 9 puntos (Anexo 6). Esta prueba hedónica se realizó en la Universidad Técnica del Norte a 40 panelistas no entrenados. Se dio a conocer a los panelistas la ficha técnica de análisis sensorial; el cual consta con los datos del panelista, una pequeña instrucción, el nivel de agrado y los atributos a evaluar.

Para analizar esta prueba se consideraron dos condiciones importantes: primero, el sitio debe estar limpio, libre de malos olores y sin ruidos; se realizó en diferentes cursos del Campus Universitario en grupos de 5 personas para evitar aglomeración, actitudes y gestos de los panelistas que puedan afectar la calificación del producto. Como segunda condición la hora, que debe de estar entre las 10:00 am – 11:00 a.m. después de dos horas de la primera comida matutina, o por la tarde alrededor de las 17:00 p.m.

Las muestras se presentaron en vasos desechables pequeños codificados, cada uno con 30 ml de néctar de naranjilla; se asignaron de manera aleatoria para reducir el error sistemático. 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 de mayor aceptación.

## **2.9 Análisis económico del néctar de naranjilla enlatado**

Se realizó una evaluación económica considerando los costos directos e indirectos empleados en la elaboración de néctar de naranjilla enlatado, 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.

Los costos directos considerados en el análisis corresponden a los gastos directamente relacionados con la producción de néctar de naranjilla enlatado, tales como materia prima (naranjilla, variedad Iniap y Agria), azúcar, sorbato de potasio, CMC, 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.

Los costos indirectos asociados al proceso de enlatado se calcularon según los gastos no relacionados directamente con la mano de obra ni con los materiales utilizados en la

producción, 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.

Habiendo determinado los costos directos e indirectos totales y las unidades totales producidas, se procedió a calcular el costo unitario de producción. Con el fin, de comparar el precio con productos similares en el mercado. Para obtener el total del costo unitario se utilizó la siguiente ecuación (3):

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

## CAPÍTULO III

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el siguiente capítulo se detallan los resultados obtenidos de la investigación con su respectiva discusión.

#### 3.1 Caracterización de la materia prima

##### 3.1.1 Análisis fisicoquímicos

Los análisis fisicoquímicos para la variedad INIAP-Quitoense 2009 arrojaron un contenido de sólidos solubles de 9.47 °Brix, pH de 3.00, 3.24% de acidez titulable y un índice de madurez de 2.99. Mientras que la variedad Agria presentó un contenido de sólidos solubles de 7.00 °Brix, pH de 2.65, 3.12% de acidez titulable y un índice de madurez de 2.24 (Tabla 8).

**Tabla 8**

*Características fisicoquímicas de naranjilla, variedades INIAP-Quitoense 2009 y Agria*

<b>Parámetros fisicoquímicos</b>	<b>INIAP-Quitoense 2009*</b>	<b>Agria*</b>
Sólidos Solubles (°Brix)	9.47 ± 0.15	7.00 ± 0.20
pH	3.00 ± 0.03	2.65 ± 0.03
Acidez Titulable (%)	3.24 ± 0.05	3.12 ± 0.10
Índice de madurez	2.99 ± 0.06	2.24 ± 0.06

\*Resultados expresados en promedio ± desviación estándar, n=3

Los hallazgos de esta investigación sobre las características fisicoquímicas de la variedad Iniap han revelado discrepancias en comparación con los resultados previamente reportados por Andrade-Cuvi et al. (2016), según su estudio, la variedad Iniap mostró valores menores de sólidos solubles (8.98 °Brix), un pH más elevado (3.37) una acidez más baja (2.28%) y un índice de madurez mayor (3.95). Mientras que para la variedad Agria, Andrade-Cuvi et al. (2016) encontraron valores cercanos a los obtenidos en esta investigación de sólidos

solubles y pH (7.13 °Brix y 2.78 respectivamente), acidez más baja (2.86%) y un índice madurez mayor (2.49). Obregón et al. (2023) resumen los conocimientos actuales sobre las características fisicoquímicas de *Solanum quitoense* Lam, el contenido de sólidos solubles oscila entre 4.20 y 10.30 °Brix, pH relativamente bajo (2.89-3.90) y acidez elevada (2.51-3.78%).

Las variaciones en las propiedades fisicoquímicas (°Brix, pH y acidez titulable) de la naranjilla, según Grijalva (2010), pueden atribuirse a las condiciones específicas de desarrollo, donde la absorción diferencial de nutrientes es influenciada por la diversidad de suelos y tipos de abonos utilizados. Asimismo, Alvarez et al. (2004) destacan que estas diferencias están vinculadas a las condiciones climáticas y edáficas del cultivo, la etapa de maduración. Andrade-Cuvi et al., (2016) mencionan que la variabilidad genética y la adaptación a las condiciones de cultivo puede provocar diferencia entre variedades de una misma especie.

Youcef (2018) menciona que las propiedades fisicoquímicas varían de acuerdo con las variedades de cultivo, las condiciones ambientales y los entornos físicos particulares. Por su parte, Anticono et al. (2022) atribuyen estas diferencias a la composición genética y química de los zumos obtenidos de distintas variedades. Lokesh et al. (2017) en su investigación sobre caracterización de genotipos de mango concluyeron que la variación en las propiedades fisicoquímicas podría deberse a sus caracteres varietales.

Olusola (2019), en su estudio concluyó que la diferencia varietal fue el factor más significativo que influyó en las propiedades fisicoquímicas y de calidad del zumo de mango (*Mangifera indica*) obtenido a partir de las variedades Mado, Julie y Kent. Lo cual concuerda con los hallazgos de esta investigación, ya que al tratarse de dos variedades (Iniap y Agria) su material genético difiere, siendo la variedad Iniap la que contiene mayor cantidad de SS, pH y acidez en comparación con la variedad Agria.

El índice de madurez es influenciado por la cosecha, ya que en ocasiones no se realiza en el momento adecuado (Shubham , Gouthami , Manjunath , & Abhishek , 2023). El juicio de madurez desempeña un papel crucial en la cosecha y la manipulación poscosecha de frutas y verduras, ya que determina en gran medida su calidad (Prasad, Jacob, & Siddiqui, 2018). Moreno et al. (2004) mencionan que estas diferencias están asociadas a las características edafoclimáticas del cultivo y a la época de recolección del fruto. Los grados Brix y acidez varía según el estado de madurez de la naranjilla, la acidez en los frutos menos maduros es mayor debido al alto contenido de ácido orgánico comparado con los frutos maduros porque una gran parte de estos ácidos están degradados (Youcef, 2018).

### 3.1.2 Análisis Funcionales

Los análisis funcionales para la variedad INIAP-Quitoense 2009 arrojaron un contenido de polifenoles de 1211.00 mg Ac. Gálico/100 g y capacidad antioxidante de 8987.00  $\mu$ mol Trolox/100 g. Mientras que la variedad Agria presentó un contenido de polifenoles de 666.00 mg Ac. Gálico/100 g y capacidad antioxidante de 6158.00  $\mu$ mol Trolox/100 g (Tabla 9).

**Tabla 9**

*Compuestos funcionales de la naranjilla, variedades INIAP-Quitoense 2009 y Agria*

<b>Compuesto</b>	<b>INIAP-Quitoense 2009*</b>	<b>Agria*</b>
Polifenoles (mg Ac. Gálico/100 g)	1211.00 $\pm$ 1.53	666.00 $\pm$ 1.10
Capacidad antioxidante ( $\mu$ mol Trolox/100 g)	8987.00 $\pm$ 0.45	6158.00 $\pm$ 4.12

\*Resultados expresados en promedio  $\pm$  desviación estándar, n=2

En cuanto al contenido de polifenoles de la variedad Iniap, los resultados obtenidos fueron superiores a los estudios realizados por diferentes autores como Moreno et al. (2014) y Andrade-Cuvi et al. (2016) quienes reportaron entre 330 y 850 mg Ac. Gálico/100 g

respectivamente. En cuanto a la variedad Agria, Andrade-Cuvi et al. (2016) obtuvieron mayor contenido de polifenoles (945 mg Ac. gálico/100 g).

De Souza et al. (2014) y Nile (2014) determinan que el valor nutritivo y sus características sensoriales dependen de la especie, la variedad, el cultivo (convencional o biológico), el suelo, las condiciones climáticas, el almacenamiento, el transporte y el tiempo de conservación. Asimismo, Tomás-Barberán y Espín (2001) exponen que el contenido polifenólico de los alimentos vegetales depende de una serie de factores intrínsecos (género, especie, cultivares) y extrínsecos (agronómicos, ambientales, de manipulación y almacenamiento). Andrade-Cuvi et al. (2016) exponen que el contenido de compuestos fenólicos en productos frutihortícolas se ve influenciado por factores como el estado de desarrollo del fruto, prácticas de cultivo, condiciones ambientales, tratamientos poscosecha y el tipo de procesamiento.

Según Cosme et al. (2022) y Mokhtar et al. (2021) el potencial fenólico de los frutos depende de muchos factores, entre los que destacan los atributos genéticos, el estado de madurez y las condiciones de cultivo. Los factores genéticos y las condiciones de cultivo pueden desempeñar un papel importante en la formación de metabolitos secundarios, incluidos los ácidos fenólicos (Howard, Clark, & Brownmiller, 2003).

En cuanto a la capacidad antioxidante, diferentes autores han reportado valores significativamente inferiores a los obtenidos en esta investigación, Andrade-Cuvi et al. (2016), Vasco et al. (2008), Obregón et al. (2023) y Contreras-Calderón et al. (2010) con valores de 360, 400, 890 y 1.220  $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$  respectivamente. Para la variedad Agria, Andrade-Cuvi et al. (2016) reportaron un valor de 420  $\mu\text{mol Trolox}/100\text{ g}$ .

Según Andrade-Cuvi et al. (2015), la capacidad antioxidante de un fruto está dada por el contenido de compuestos bioactivos como ácido ascórbico y compuestos fenólicos, de

naturaleza hidrofílica y carotenoides de naturaleza lipofílica, entre otros. La capacidad antioxidante de los frutos se atribuye principalmente a la presencia de compuestos fenólicos, mientras que el contenido de vitamina C tiene una influencia menor (Rapisarda, y otros, 1999).

Duda-Chodak & Tarko (2007) determinan que las propiedades antioxidantes dependen de la presencia de componentes polifenólicos, principalmente ácidos fenólicos y flavonoides. En general, se ha demostrado que la actividad antioxidante está correlacionada con el contenido fenólico total (Connor, Luby, & Tong, 2002). La presencia de un alto contenido de polifenoles en la naranjilla podría ser responsable de su destacada capacidad antioxidante. Los antecedentes genéticos (cultivares) desempeñan un papel importante en la determinación del potencial antioxidante de los frutos (Scalzo, Politi, Pellegrini, Mezzetti, & Battino, 2005).

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

Después del proceso de enlatado, el producto fue almacenado durante el período mencionado en el capítulo anterior. Posteriormente, se determinaron las características fisicoquímicas, incluyendo SS, pH y acidez, junto con propiedades funcionales como polifenoles y capacidad antioxidante.

### **3.2.1 Sólidos Solubles (°Brix) en néctar de naranjilla enlatado**

Tras realizar el análisis de la varianza, cumpliendo con los supuestos de normalidad y homogeneidad de los datos, se observaron diferencias significativas entre tratamientos y factores ( $p < 0.05$ ), como se detalla en la tabla 10. En consecuencia, se concluyó que el proceso de enlatado efectivamente impacta los sólidos solubles del néctar naranjilla, llevando al rechazo de la hipótesis nula. Se obtuvo un CV de 1.67%.

**Tabla 10**

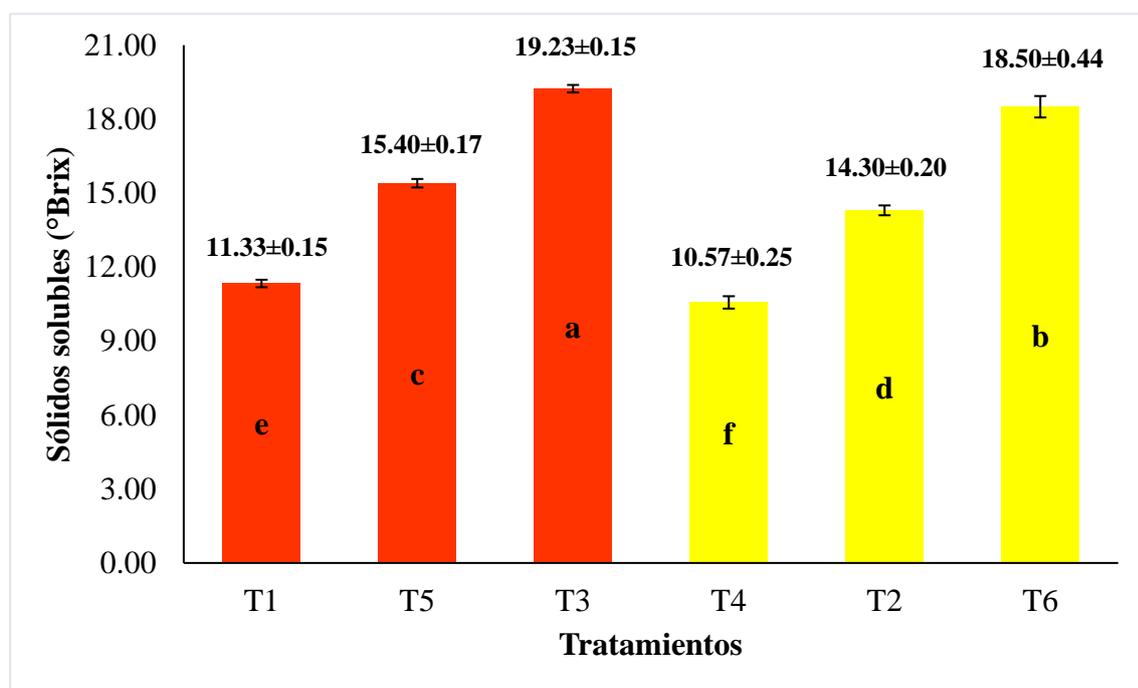
*Análisis de varianza para sólidos solubles del néctar de naranjilla enlatado*

Fuentes de Variación	GL	SC	CM	F	p-valor
Tratamientos	5	191.54	38.31	621.2	<0.0001
Concentración (C)	2	188.03	94.02	1524.6	<0.0001
Variedad (V)	1	3.38	3.38	54.81	<0.0001
Interacción (CxV)	2	0.12	0.06	1.00	0.3966
Error	12	0.74	0.06		
Total	17	192.28			

Posteriormente, se realizó una prueba de Tukey al 5% para examinar las diferencias significativas entre los tratamientos. En la figura 10, se puede observar el comportamiento de los sólidos solubles del néctar de naranjilla enlatado.

**Figura 10**

*Sólidos solubles del néctar de naranjilla enlatado*



En la figura 10, se puede inferir que la cantidad de SS está determinada por la concentración del néctar y la variedad de naranjilla. Lo anterior se comprueba ya que existió diferencias significativas para el Factor A (concentración del néctar), la prueba de Tukey reveló diferencias significativas entre los tratamientos, y por lo cual generó tres rangos (a, b y c). Infiriendo que la concentración de 20 °Brix (T3 y T6) fue la mayor con una media de 18.87 °Brix, seguida de 16 (T5 y T2) y 12 °Brix (T1 y T4) con 14.85 y 10.95 °Brix respectivamente (Tabla 11).

**Tabla 11**

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

<b>Concentración del néctar</b>	<b>Medias*</b>	<b>Rangos</b>
20	18.87 ± 0.52	a
16	14.85 ± 0.78	b
12	10.95 ± 0.54	c

\*Resultados expresados en promedio ± desviación estándar, n=6

En los zumos de fruta, el contenido de SS se debe principalmente a azúcares como la glucosa y la fructosa presentes en la fruta (Bazalar, Nazareno, & Viturro, 2020). Como el néctar evaluado es una mezcla de pulpa de naranjilla, sacarosa y agua, el contenido de SS también corresponderá a la sacarosa añadida. Dado que la sacarosa es un sólido soluble (Etxeberria & Gonzalez, 2005), esto influye con un contenido de °Brix más alto. Silva et al. (2013) concluyeron que la muestra de néctar de mango endulzada con sacarosa mostró mayor cantidad de °Brix debido al aumento de sólidos solubles. A mayor contenido de sacarosa, mayor es el contenido de sólidos solubles, tal es el caso de T3 y T6 (20 °Brix).

Al existir diferencias significativas para el Factor B (variedad), la prueba de Tukey evidenció diferencia entre los tratamientos, y generó dos rangos (a y b). Estableciendo que el

néctar de la variedad Iniap tiene mayor cantidad de sólidos solubles con una media de 15.32 °Brix, mientras que para la variedad Agria fue de 14.46 °Brix (Tabla 12).

**Tabla 12**

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

<b>Variedad</b>	<b>Medias*</b>	<b>Rangos</b>
INIAP-Quitoense 2009	15.32 ± 3.95	a
Agria	14.46 ± 3.97	b

\*Resultados expresados en promedio ± desviación estándar, n=9

Tras la caracterización de las dos variedades de naranjilla se concluyó que el contenido de sólidos solubles (°Brix) es mayor en la variedad Iniap ( $9.47 \pm 0.15$ ) mientras que en la variedad Agria fue de ( $7.00 \pm 0.20$ ). Y esta diferencia de sólidos solubles entre las dos variedades se ve reflejada en el producto final. Siendo el néctar de la variedad Iniap el que tiene mayor cantidad de sólidos solubles (°Brix).

Cabe destacar que pasado el tiempo de estabilidad del producto (15 días) se produjo una disminución en los °Brix del néctar, siendo más notoria la disminución en la variedad Agria. Lo cual puede ser consecuencia de la diferencia de pH y acidez de las dos variedades, al tener la variedad Agria un pH y acidez relativamente baja conlleva a una menor cantidad de sólidos solubles (°Brix). Atribuyendo esta disminución a la hidrólisis de los enlaces glicosídicos que unen las unidades de monosacáridos puede ser catalizada tanto por ácidos como por enzimas; el grado de despolimerización está determinado por la fuerza del ácido, tiempo, temperatura y estructura del polisacárido, por lo que generalmente se produce la hidrólisis con facilidad durante el procesado térmico de alimentos ácidos (Fennema & Tannenbaum, 2000).

Adicionalmente, Ramos dos Reis et al. (2017) concluyeron que en el zumo de burucuyá (*Passiflora caerulea*) pasteurizado, el contenido de SS disminuye tras el almacenamiento (15 días). Hallazgos como los de Gomez et al. (2022) corroboran que existe una disminución del contenido de SS del néctar de mora india (*Syzigium cumini* L.) tanto en el almacenamiento a temperatura ambiente como en refrigeración. Atribuyendo la caída en el contenido de SS de néctar a la conversión (fermentación) de azúcares en etanol, dióxido de carbono, agua, entre otros (Gomez, Kuruvila, P.K, & Joseph, 2022).

### 3.2.2 pH en néctar de naranjilla enlatado

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 y el factor B (variedad) ( $p < 0.05$ ), tal como se puede apreciar en la tabla 13. Por ende, se determinó que la variedad de naranjilla influye sobre el pH del néctar de naranjilla enlatado, por lo tanto, la hipótesis nula se rechaza. Cabe mencionar que se obtuvo un CV de 0.73%.

**Tabla 13**

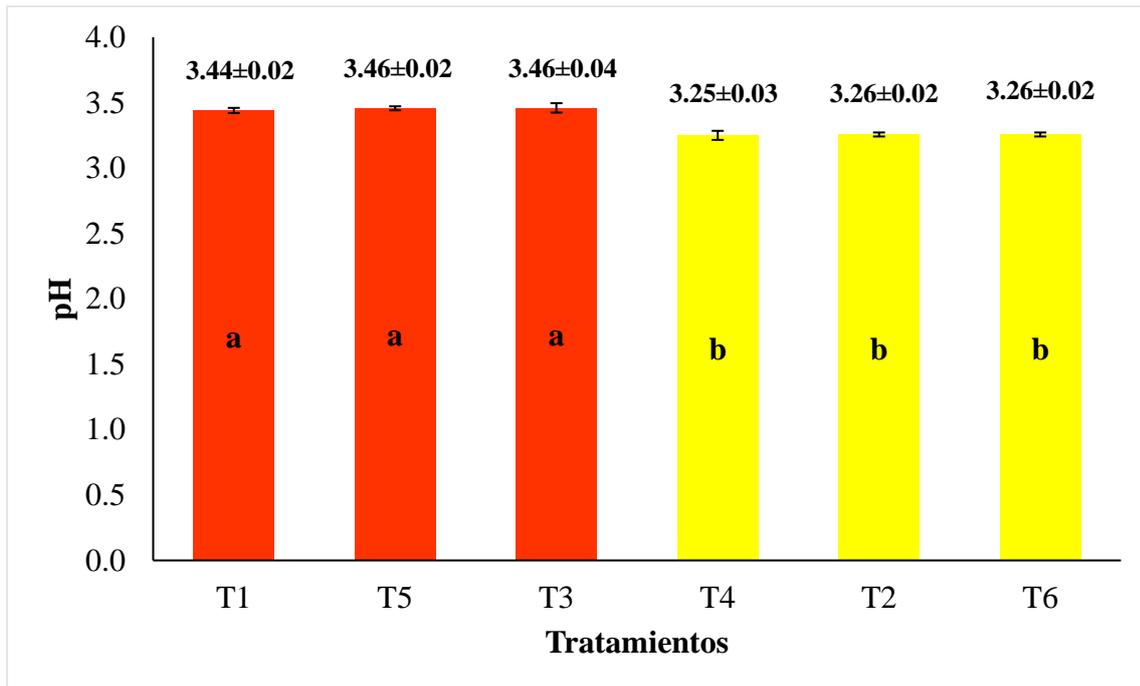
*Análisis de varianza para pH del néctar de naranjilla enlatado*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	5	0.18	0.04	58.93	<0.0001
Concentración (C)	2	6.3E-04	3.2E-04	0.53	0.6030
Variedad (V)	1	0.18	0.18	293.37	<0.0001
Interacción (CxV)	2	1.4E-04	7.2E-04	0.12	0.8876
Error	12	0.01	6.0E-04		
Total	17	0.18			

Se llevó a cabo la prueba de Tukey al 5% para identificar las diferencias significativas entre los tratamientos. En la figura 11, se muestra claramente el comportamiento del pH en el néctar de naranjilla enlatado.

**Figura 11**

*pH del néctar de naranjilla enlatado*



El pH es una de las características de calidad importantes que describen la estabilidad de los compuestos bioactivos en el néctar de fruta (Sánchez-Moreno, Plaza, de Ancos, & Cano, 2006). Todos los tratamientos se encontraron por debajo del límite sugerido en la norma técnica ecuatoriana NTE INEN 2 337 (2008), donde se establece que los néctares de frutas deben tener un pH inferior a 4.5 para prevenir el crecimiento de microorganismos, especialmente mohos y levaduras, asegurando así la inocuidad y seguridad alimentaria.

Al observar la Figura 11, se evidencia que no existen diferencias significativas entre los tratamientos que involucran la misma variedad, pero al comparar las dos variedades si hay diferencias significativas entre los tratamientos. Lo anterior se comprueba, ya que al existir

diferencias significativas para el Factor B (variedad), la prueba de Tukey mostró la diferencia entre los tratamientos, generando dos rangos distintos (a y b). Determinando que el néctar de la variedad Iniap tiene mayor pH con una media de 3.45 y de 3.25 para la variedad Agria (Tabla 14).

**Tabla 14**

*Comparación de medias según Tukey para pH factor B*

<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
INIAP-Quitoense 2009	3.45 ± 0.01	a
Agria	3.25 ± 0.01	b

\*Resultados expresados en promedio ± desviación estándar, n=9

Las diferencias de pH entre las dos variedades se deben principalmente a la composición genética y química de los frutos (Anticono, y otros, 2022). Siendo la naranjilla de la variedad Iniap la que contiene mayor pH ( $3.00 \pm 0.03$ ), mientras que la variedad Agria presentó un pH de  $2.65 \pm 0.03$ . Evidentemente, la adición de sacarosa y agua hace que el sistema sea menos ácido y más alcalino (Aguilar, 2022).

### **3.2.3 Acidez Titulable en néctar de naranjilla enlatado**

La acidez titulable es un factor que influye en la sensación de sabor del consumidor; se confiere por varios ácidos orgánicos libres o combinados en forma de sales (Youcef, 2018).

Se efectuó el análisis de varianza con base en los supuestos de normalidad y homogeneidad de los datos. Se evidenció que existen diferencias significativas entre los tratamientos y factores, existiendo interacción de factores ( $p < 0.05$ ), tal como se puede apreciar en la tabla 15. Determinando que el proceso de enlatado si influye sobre la acidez titulable del néctar de naranjilla, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Con un CV de 2.29%.

**Tabla 15**

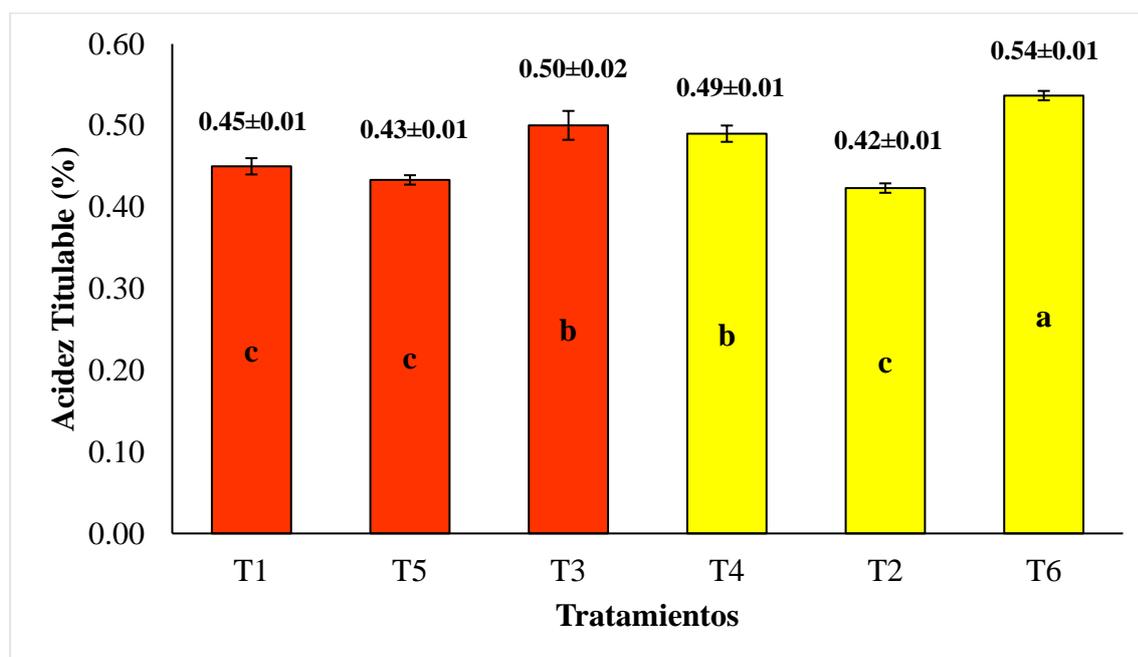
*Análisis de varianza para acidez titulable del néctar de naranjilla enlatado*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	5	0.03	0.01	49.56	<0.0001
Concentración (C)	2	0.02	0.01	104.33	<0.0001
Variedad (V)	1	2.2E-03	2.2E-03	19.05	0.0009
Interacción (CxV)	2	2.3E-03	1.2E-03	10.05	0.0027
Error	12	1.4E-03	1.2E-04		
Total	17	0.03			

Se llevó a cabo la prueba de Tukey al 5% para analizar las diferencias entre tratamientos. En la Figura 12, se expresa un comportamiento particular de los datos asociados a la acidez titulable del néctar de naranjilla enlatado.

**Figura 12**

*Acidez Titulable del néctar de naranjilla enlatado*



La acidez del néctar juega un papel clave en su aceptabilidad sensorial por parte de los consumidores (Mandha , y otros, 2022). Todos los tratamientos cumplen con los niveles de acidez titulable definidos por el Codex Alimentarius (CODEX STAN 247), que establece que los néctares de frutas deben tener una acidez titulable entre 0.4-0.6% (Limaymanta, 2015).

En la Figura 12, se puede observar el comportamiento de la acidez titulable del néctar de naranjilla enlatado, del cual se puede inferir que esta depende de la concentración del néctar y la variedad de naranjilla. Lo anterior se comprueba ya que existió diferencias significativas para el Factor A (concentración del néctar), la prueba de Tukey mostró la diferencia entre los tratamientos, y por lo cual generó tres rangos (a, b y c), en tal sentido, los tratamientos con una concentración de 20 °Brix (T3 y T6) tienen mayor acidez con una media de 0.52%, seguido de la concentración de 12°Brix (T1 y T4) con una media de 0.47% y por último la concentración de 16°Brix (T2 y T5) con una media de 0.43% (Tabla 16).

**Tabla 16**

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

<b>Concentración del néctar</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
20	0.52 ± 0.03	A
12	0.47 ± 0.03	b
16	0.43 ± 0.01	c

Analizando, la relación entre la concentración del néctar y la acidez titulable, ocurre un fenómeno, al ser el tratamiento con la concentración de 20 °Brix el que contiene mayor acidez titulable tendría que ser la concentración de 16 °Brix la que ocupe el segundo lugar, sin embargo este no es el caso ya que fue la concentración de 12 °Brix. Y esto se debe principalmente a que los tratamientos que involucran la concentración de 20 °Brix (T3 y T6) requirieron mayor tiempo de pasteurización, con una diferencia de 7 minutos, en comparación a las otras concentraciones. Akinyele et al. (1989) observaron que el nivel de acidez del jugo de naranja

aumenta después de la pasteurización. Un mayor tiempo de pasteurización resulta en una mayor acidez del producto (Bulegon, Gomes, & Rigo, 2018).

Tratamientos térmicos y de alta temperatura en ciertos alimentos como los jugos que contienen hidratos de carbono (azúcares) puede inducirse caramelizaciones o transformaciones por isomerización y deshidratación de sus hidratos de carbono que dan origen a una serie de compuestos que incluyen furanos, pironas, aldehidos, cetonas, ácidos, esterres y pirocinas de bajo peso molecular que pueden afectar el índice de acidez, reflejando un posible aumento de éste (Fennema & Tannenbaum, 2000). Otros contribuyentes al aumento de la acidez pueden ser los ácidos grasos formados durante la hidrólisis de los lípidos, el sulfuro de hidrógeno liberado de las proteínas o aminoácidos y el dióxido de carbono de las reacciones de pardeamiento.

Mientras que los tratamientos con una concentración de 12 °Brix (T1 y T4) se posicionan en el segundo lugar debido a que contienen mayor cantidad de pulpa a diferencia de las otras concentraciones. Bazalar et al. (2020), en su investigación verificó una tendencia a aumentar el valor de AT a mayor contenido de pulpa de uvilla (*Physalis peruviana* L.) en el néctar. Concluyendo que el tiempo de pasteurización tiene mayor impacto en lo que respecta a la acidez titulable del producto final.

Al existir diferencias significativas para el Factor B (variedad), la prueba de Tukey evidenció diferencia entre los tratamientos, y generó dos rangos (a y b). Estableciendo que el néctar de la variedad Agria tiene mayor acidez titulable con una media de 0.48% y de 0.46% para el néctar de la variedad Iniap (Tabla 17).

**Tabla 17**

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

<b>Variedad</b>	<b>Medias</b>	<b>Rangos</b>
INIAP-Quitoense 2009	0.48 ± 0.06	a
Agria	0.46 ± 0.03	b

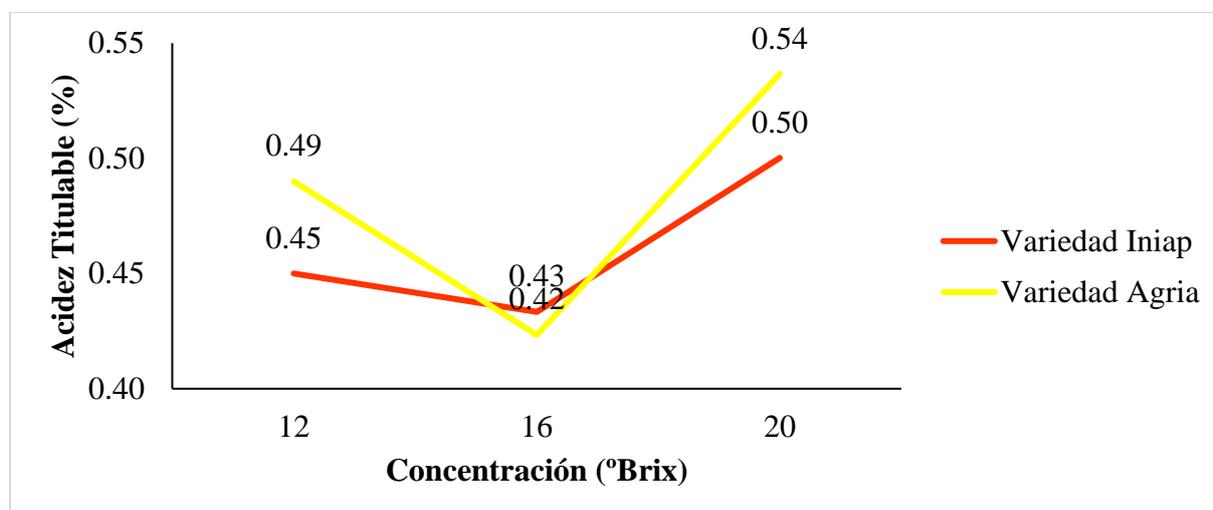
\*Resultados expresados en promedio ± desviación estándar, n=9

En una investigación realizada por Zoro et al. (2021), evidenciaron que el néctar de mango de la variedad Amélie presenta una mayor acidez en comparación con la variedad Kent, un fenómeno que se atribuye a la presencia de diversos ácidos orgánicos (Zoro, y otros, 2021). La elevada acidez de la variedad Iniap (3.24%) con respecto a la variedad Agria (3.12%) impacta significativamente en la acidez titulable del producto, ya que se observa el mismo comportamiento, es decir, mayor acidez en el néctar de la variedad Iniap.

Se dice que entre dos factores hay interacción si los efectos de un nivel de un factor dependen de los niveles del otro. Dicho con otras palabras, la respuesta de un factor es influenciada en forma diferenciada por los niveles del otro (De Galindez, 2010).

**Figura 13**

*Interacción de factores para la acidez titulable*



En la figura 13, se puede observar la acidez titulable (%) en función de la concentración del néctar (°Brix) de dos variedades de naranjilla (Iniap y Agria). Las líneas de las dos variedades no son paralelas, lo que indica que hay una interacción entre los factores “variedad” y “concentración”. En base al análisis sensorial se determinó que el mejor tratamiento involucra la concentración del néctar de 16°Brix, centrándose en esos resultados y observando la gráfica se puede concluir que los puntos de conexión indican la posibilidad de realizar análisis con mezcla de variedades y concentraciones de 15.5 y 16.5 °Brix, donde se pueden obtener mejores resultados en cuanto a aceptabilidad del producto.

### 3.2.4 Polifenoles en néctar de naranjilla enlatado

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 ( $p < 0.05$ ), tal como se puede apreciar en la tabla 18. Determinando que el proceso de enlatado si influye sobre los polifenoles del néctar de naranjilla, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Con un CV de 2.57%.

**Tabla 18**

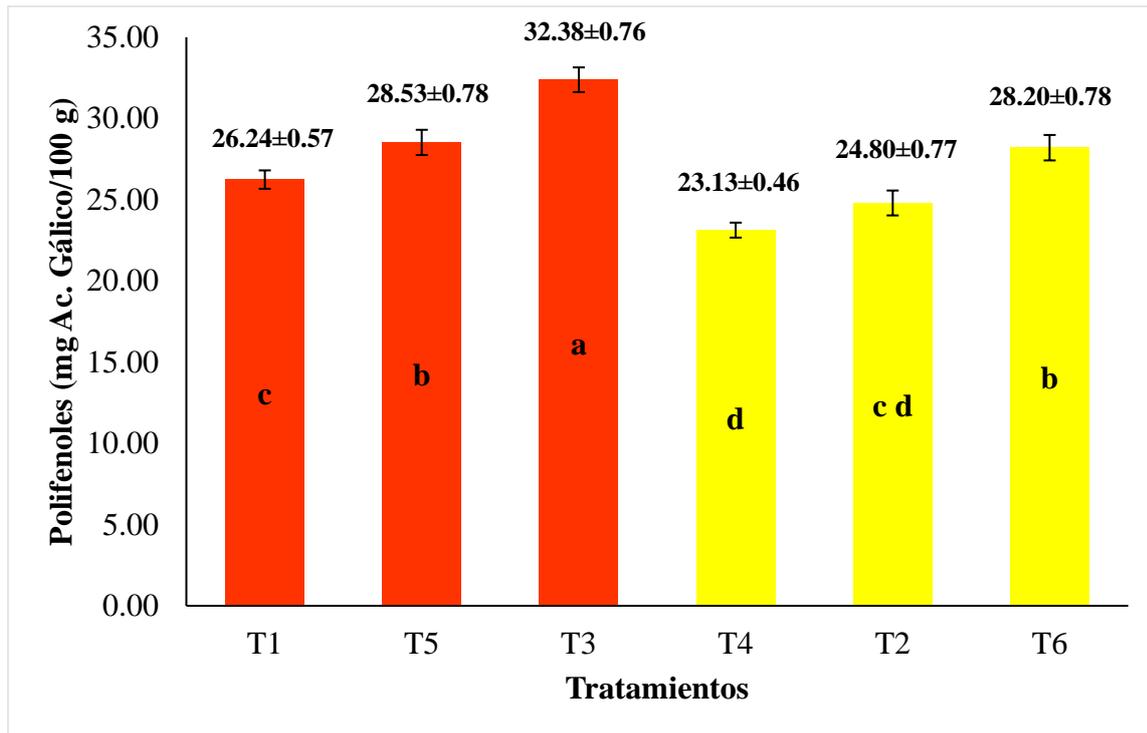
*Análisis de varianza para polifenoles del néctar de naranjilla enlatado*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	5	158.76	31.75	65.15	<0.0001
Concentración (C)	2	97.21	48.61	99.74	<0.0001
Variedad (V)	1	60.68	60.68	124.52	<0.0001
Interacción (CxV)	2	0.87	0.43	0.89	0.4369
Error	12	5.85	0.49		
Total	17	164.61			

Se llevó a cabo la prueba de Tukey al 5% para analizar las diferencias entre tratamientos. En la figura 14, se puede observar la variación de los polifenoles del néctar de naranjilla enlatado.

**Figura 14**

*Polifenoles del néctar de naranjilla enlatado*



En la Figura 14, se puede observar el comportamiento específico de los polifenoles, los cuales se ven influenciados por la concentración del néctar y la variedad de naranjilla. Lo anterior se comprueba ya que existió diferencias significativas para el Factor A (concentración), la prueba de Tukey mostró la diferencia entre los tratamientos, y por lo cual generó tres rangos (a, b y c). Siendo la concentración de 20 °Brix (T3 y T6) la que presenta mayor cantidad de polifenoles con un promedio de 30.29 (mg Ac. Gálico/ 100 g), seguido de la concentración de 16 °Brix (T2 y T5) con un promedio de 26.66 (mg Ac. Gálico/ 100 g) y por último la concentración de 12 °Brix (T1 y T4) con un promedio de 24.68 (mg Ac. Gálico/ 100 g) (Tabla 19).

**Tabla 19**

*Comparación de medias según Tukey para polifenoles factor A*

<b>Concentración del néctar</b>	<b>Medias*</b>	<b>Rangos</b>
20	30.29 ± 2.96	a
16	26.66 ± 2.64	b
12	24.68 ± 2.20	c

\*Resultados expresados en promedio ± desviación estándar, n=6

Zlatić et al. (2017), en su investigación sobre la evaluación del efecto de la adición de disacáridos al zumo de cereza ácida determinaron que las muestras con adición de sacarosa presentaron un contenido fenólico superior. Tal es el caso de los resultados obtenidos en ese estudio, donde los tratamientos con una concentración de 20 °Brix (T3 y T6) con mayor cantidad de sacarosa contienen mayor cantidad de polifenoles.

Zayapor et al. (2021) manifiestan que cuanto mayor es la concentración de sacarosa, mayor es el contenido de polifenoles, esto debido posiblemente a la presión osmótica, que permite la desorción o la prevención de los polifenoles (Zayapor, Abdullah, & Wan mustapha, 2021). Los azúcares contribuyen a la estabilidad de los polifenoles en forma de azúcar conjugado o glucósido a través de un enlace glucosídico (excluida la subclase de las catequinas) con uno o más grupos hidroxilo (Keith & Appel, 2009). Ackar et al. (2013) sugieren que la presencia de azúcares suele aumentar la biodisponibilidad de los polifenoles, pero la formulación del producto puede influir en el impacto del azúcar hasta cierto punto.

Al existir diferencias significativas para el Factor B (variedad), la prueba de Tukey evidenció diferencia entre los tratamientos, y generó dos rangos (a y b). Estableciendo que el néctar de la variedad Iniap tiene mayor cantidad de polifenoles con una media de 29.05 (mg Ac. Gálico/100 g) y 25.38 (mg Ac. Gálico/100 g) para el néctar de la variedad Iniap (Tabla 20).

**Tabla 20**

*Comparación de medias según Tukey para polifenoles factor B*

<b>Variedad</b>	<b>Medias*</b>	<b>Rangos</b>
INIAP-Quitoense 2009	29.05 ± 3.11	a
Agria	25.38 ± 2.59	b

\*Resultados expresados en promedio ± desviación estándar, n=9

Golding (2012) menciona que la variedad de manzana es el principal factor que influye en el contenido total de compuestos fenólicos en el producto. En su estudio concluyeron que las manzanas Royal Gala contenían más compuestos fenólicos totales que las manzanas Granny Smith. Tal como sucede en esta investigación, donde la variedad Iniap contiene mayor cantidad de polifenoles en comparación con la variedad Agria.

En el estudio de Valencia & Guevara (2013) sobre el néctar de zarzamora (*Rubus fruticosus* L.), se observó una disminución de 71.24% en los compuestos fenólicos después de la elaboración del néctar, estos compuestos pasan de 400.67 mg Ac. Gálico/100 g (pulpa) a 115.25 mg Ac. Gálico/100 g (néctar).

Al comparar los polifenoles iniciales en la material prima y el producto final se tiene como resultado que existe una disminución de polifenoles. Para la variedad Iniap, el contenido de polifenoles en la fruta fue de 1211.00 y en el néctar fue de 29.05 mg Ac. Gálico/100 g, mientras que, para la variedad Agria, el contenido de polifenoles en la fruta fue de 666.00 y en el néctar fue de 25.38 mg Ac. Gálico/100 g. Teniendo en cuenta que la relación pulpa:agua fue de (1:5), el porcentaje de pérdida de polifenoles (97.60% para Iniap y 96.19% para Agria), puede deberse principalmente por la dilución de la pulpa.

Según los resultados obtenidos, existe una pérdida significativa de polifenoles durante el proceso de producción del néctar de naranjilla enlatado. A continuación, se detallan las posibles causas que provocan estas pérdidas. El contenido y la biodisponibilidad de los compuestos fenólicos se ven influenciados por las técnicas de procesado de alimentos aplicadas (Oszmianski & Lachowicz, 2021). Los métodos térmicos (escaldado, pasteurización y exhausting) y mecánicos convencionales (pelado y pulpeado), pueden provocar la pérdida de importantes bioactivos (Al-juhaimi, y otros, 2018).

Los compuestos fenólicos son sensibles al tratamiento térmico (Ismail, Marjan, & Foong, 2004). Siendo más propensos a la oxidación, y algunos son más o menos termoestables (Arfaoui, 2021). Tras el proceso de escaldado de la naranjilla se producen cambios perjudiciales en la composición de polifenoles, la razón subyacente podría ser que los fenoles son hidrosolubles y, durante el proceso de ebullición, se filtran al medio circundante (agua). A medida que el tratamiento térmico descompone el tejido, permite la migración de componentes celulares y nutrientes al agua hirviendo (Minatel, y otros, 2017).

Los procesos mecánicos tienen diversos efectos sobre el contenido, la disponibilidad y la actividad de los bioactivos (Nicoli, Anese, & Parpinel, 1999). Las principales pérdidas de flavonoides pueden producirse durante la preparación, cuando se eliminan partes de frutas como la cáscara, pulpa y semillas (Al-juhaimi, y otros, 2018). El pelado es una de las fases de preparación necesarias para el procesado de alimentos tanto industrial como doméstico. Las cáscaras de muchas frutas y verduras contienen mayores concentraciones de compuestos bioactivos que el resto de la fruta (Arfaoui, 2021).

### 3.2.5 Capacidad Antioxidante en néctar de naranjilla enlatado

Los antioxidantes son sustancias que pueden retrasar el comienzo o reducir la velocidad de oxidación de las sustancias autooxidables (Fennema & Tannenbaum, 2000).

Tras realizar el análisis de varianza y cumplir con los supuestos de normalidad y homogeneidad de datos, se identificó diferencias significativas para los tratamientos y factores ( $p < 0.05$ ), tal como se puede apreciar en la tabla 2 por lo cual se determinó que el proceso de enlatado si influye sobre la capacidad antioxidante del néctar de naranjilla, por lo tanto, se rechaza la hipótesis nula. Con un CV de 1.25%.

**Tabla 21**

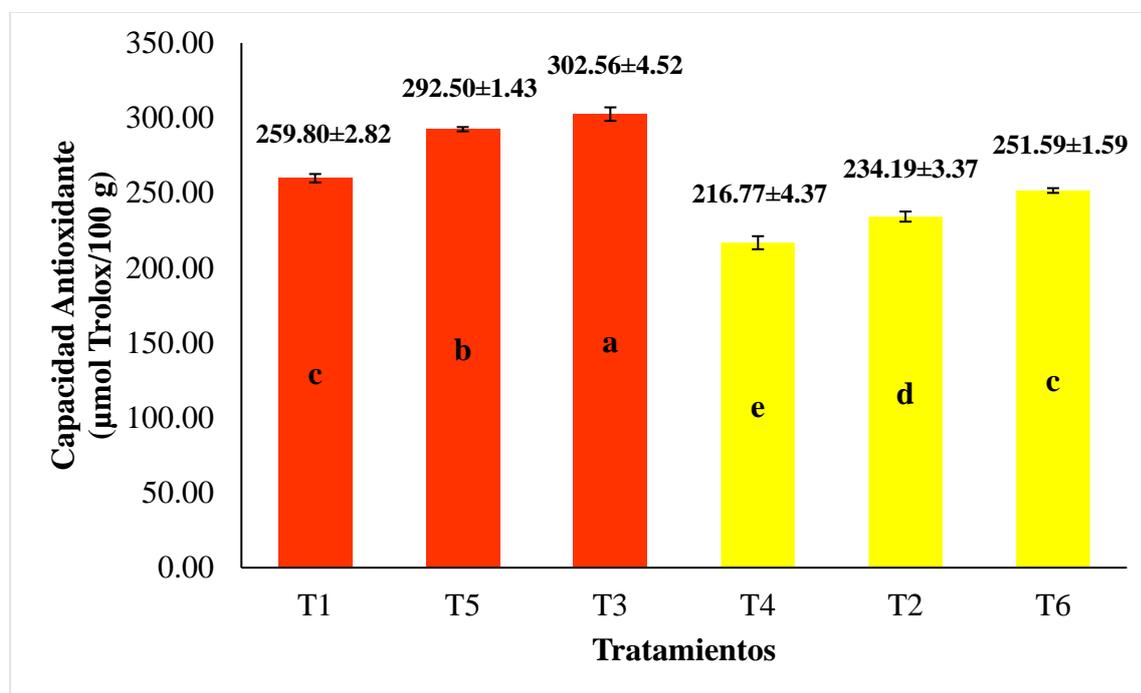
*Análisis de varianza para capacidad antioxidante del néctar de naranjilla enlatado*

<b>Fuentes de Variación</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>p-valor</b>
Tratamientos	5	16418.43	3283.69	311.00	<0.0001
Concentración (C)	2	4643.99	2321.99	219.92	<0.0001
Variedad (V)	1	11599.17	11599.17	1098.57	<0.0001
Interacción (CxV)	2	175.28	87.64	8.30	0.0055
Error	12	126.70	10.56		
Total	17	16545.14			

Se llevó a cabo la prueba de Tukey al 5% para analizar las diferencias entre tratamientos. En la Figura 15, se evidencia la variación de la capacidad antioxidante en el néctar de naranjilla enlatado.

**Figura 15**

*Capacidad Antioxidante del néctar de naranjilla enlatado*



En la figura 15, se puede inferir que la capacidad antioxidante se ve afectada tanto por la concentración del néctar y la variedad de naranjilla. Lo anterior se comprueba ya que existió diferencias significativas para el Factor A (concentración), la prueba de Tukey mostró la diferencia entre los tratamientos, y por lo cual generó tres rangos (a, b y c). Siendo la concentración de 20 °Brix (T3 y T6) la que presenta mayor cantidad de capacidad antioxidante con un promedio de 277.08 (µmol Trolox/100 g), seguido de la concentración de 16 °Brix (T2 y T5) con un promedio de 263.35 (µmol Trolox/100 g) y por último la concentración de 12 °Brix (T1 y T4) con un promedio de 238.28 (µmol Trolox/100 g) (Tabla 22).

**Tabla 22**

*Comparación de medias según Tukey para capacidad antioxidante factor A*

<b>Concentración del néctar</b>	<b>Medias*</b>	<b>Rangos</b>
20	277.08 ± 36.04	a
16	263.35 ± 41.23	b
12	238.28 ± 30.43	c

\*Resultados expresados en promedio ± desviación estándar, n=6

Bazalar et al. (2020) en su estudio sobre el néctar de uvilla determinaron que aquellos con mayor cantidad de sacarosa presentaban una mayor actividad antioxidante, fenómeno que ocurre en T3 y T6. Hallazgos corroborados por Zlatić et al. (2017) en su investigación sobre el zumo de cereza ácida donde concluyeron que las muestras con adición de azúcares presentaron valores superiores de actividad antioxidante.

Zayapor et al. (2021) exponen que la adición de azúcar puede inhibir la autoxidación de los polifenoles y contribuir a las elevadas actividades antioxidantes de algunos néctares de frutas. Mena et al. (2013) y Ramos dos Reis et al. (2017) atribuyen el aumento de la capacidad antioxidante en zumo de granadilla a que durante el proceso de pasteurización aumenta la extracción de antocianinas debido a la mejor extracción de estos compuestos bioactivos tras el calentamiento.

Al existir diferencias significativas para el Factor B (variedad), la prueba de Tukey evidenció diferencia entre los tratamientos, y generó dos rangos (a y b). Estableciendo que el néctar de la variedad Iniap tiene mayor cantidad de capacidad antioxidante con una media de 284.95 (µmol Trolox/100 g) y 234.18 (µmol Trolox/100 g) para el néctar de la variedad Iniap (Tabla 23).

**Tabla 23**

*Comparación de medias según Tukey para capacidad antioxidante factor B*

<b>Variedad</b>	<b>Medias*</b>	<b>Rangos</b>
INIAP-Quitoense 2009	284.95 ± 22.36	A
Agria	234.18 ± 17.41	b

\*Resultados expresados en promedio ± desviación estándar, n=9

La variedad del fruto es un factor esencial que influye en la actividad antioxidante. Atribuyendo las diferencias entre los valores de capacidad antioxidante en distintas variedades tratadas con el mismo método a distintos compuestos polifenólicos que pueden tener distinta sensibilidad al tratamiento térmico (Musilova, y otros, 2020).

En el estudio de Valencia & Guevara (2013) sobre el néctar de zarzamora (*Rubus fruticosus* L.), se observó una pérdida de 89,44% de la capacidad antioxidante. Pasando de 39.02 µmol Trolox/g en pulpa a 4.12 µmol Trolox/g en el néctar.

Para la variedad Iniap, la capacidad antioxidante del fruto fue de 8987.00 en el néctar fue de 284.95 µmol Trolox/100 g, mientras que, para la variedad Agria, la capacidad antioxidante del fruto fue de 6158.00 y en el néctar fue de 234.18 µmol Trolox/100 g. Teniendo en cuenta que la relación pulpa:agua fue de (1:5), el porcentaje de pérdida de capacidad antioxidante (96.83% para Iniap y 96.20% para Agria), puede deberse principalmente por la dilución de la pulpa.

Es evidente que el proceso de producción del néctar de naranjilla enlatado tiene efectos negativos en la capacidad antioxidante, debido que los métodos de procesamiento pueden tener efectos marcados en los antioxidantes de frutas y verduras y, por lo tanto, pueden influir en las propiedades saludables de los productos alimenticios finales (Al-juhaimi et al., 2018; Khan et al., 2018; Lourenço., 2019). Se ha observado que las consecuencias del procesamiento sobre

los antioxidantes pueden variar ampliamente en términos de pérdidas o incluso incrementos y su impacto en la biodisponibilidad (Toydemir, y otros, 2022). Estas variaciones están determinadas por las condiciones específicas de los procesos aplicados, la diversidad o fuente del material alimentario utilizado, y las características bioquímicas particulares del antioxidante (Arfaoui, 2021; Ribas-Agustí et al., 2017; Verghese et al., 2021).

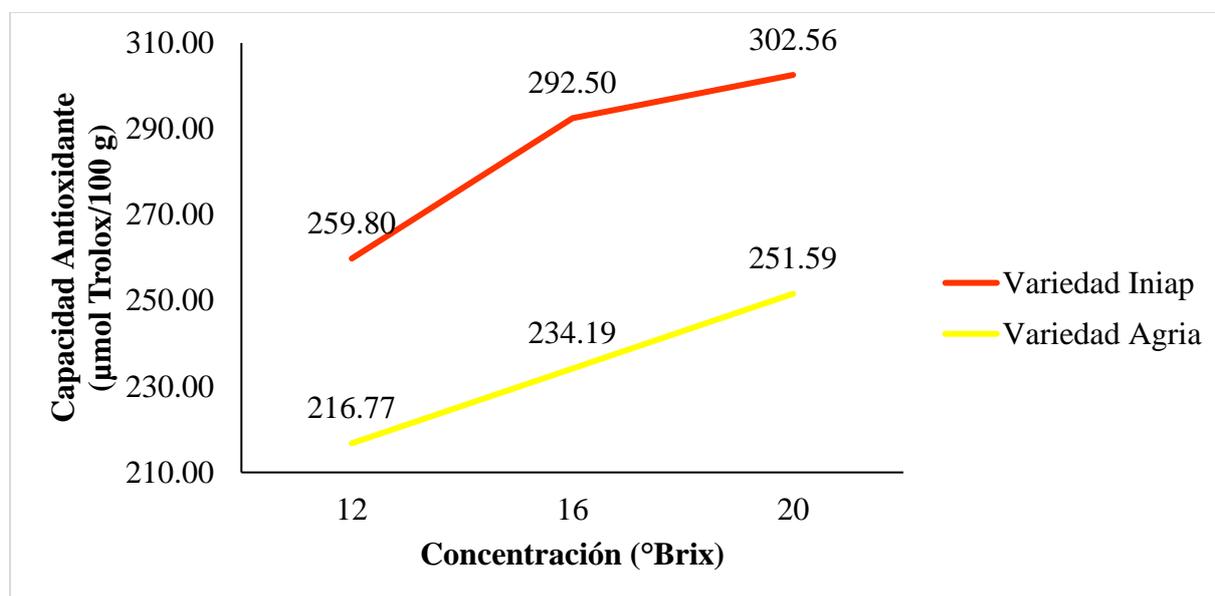
Los zumos de frutas son termosensibles y pueden experimentar cambios físicos y químicos que afectan negativamente su calidad sensorial y reducen el contenido o la disponibilidad de compuestos bioactivos (Petruzzi, y otros, 2017). La pasteurización puede influir en factores de calidad como la actividad antioxidante o el contenido de polifenoles del zumo, dependiendo de las condiciones de procesamiento y la variedad de la fruta (Mandha, Shumoy, Matemu, & Raes, 2023). Se ha demostrado que el escaldado provoca pérdidas significativas de actividad antioxidante debido a la lixiviación de antioxidantes en el agua de cocción (Zhang & Hamauzu, 2004).

Asimismo, los tratamientos no térmicos que se aplican en el procesamiento de alimentos convencional, como el corte, la homogeneización, el pelado, entre otros, influyen potencialmente en las propiedades antioxidantes de los productos alimenticios (Toydemir, y otros, 2022).

En la Figura 16, se puede apreciar la gráfica de interacción entre los factores A y B (concentración del néctar y variedad de naranjilla respectivamente).

**Figura 16**

*Interacción de factores para la capacidad antioxidante*



En la figura 16, se observa que la capacidad antioxidante depende tanto de la variedad de la naranjilla como de la concentración del néctar. La capacidad antioxidante mejora con la concentración de °Brix en ambas variedades, pero la variedad Iniap se beneficia más del aumento de la concentración que la variedad Agria, sugiriendo una mayor eficacia de conversión de componentes antioxidantes a mayores concentraciones de sólidos solubles.

Sin embargo, el análisis sensorial demostró que el néctar de naranjilla con mayor cantidad de SS no tiene gran aceptación y en base a lo expuesto por Codex Alimentarius (1989), el contenido de sólidos solubles del néctar de naranjilla no deberá ser inferior de 12 °Brix ni superar los 20 °Brix. Por lo tanto, lo que sugiere la gráfica, que a una concentración elevada de °Brix ocurrirá una interacción entre las dos variedades donde será factible la mezcla de éstas para obtener un producto con mejores atributos bioactivos, no sería conveniente debido a lo expuesto anteriormente.

### **3.2.6 Análisis Microbiológico del néctar de naranjilla enlatado**

El requisito fundamental de cualquier alimento es su inocuidad o seguridad; en su sentido más amplio significa que en el momento de su consumo esté libre de cualquier contaminante químico o microbiano (Fennema & Tannenbaum, 2000).

Se efectuaron análisis microbiológicos específicos para el recuento de mohos y levaduras, se llevó a cabo como una validación que respalda la correcta ejecución del proceso de elaboración del néctar de naranjilla enlatado, conforme a las directrices de la normativa NTE INEN 1529-10 (2013). Los ensayos microbiológicos realizados a los 6 tratamientos tras el tiempo de estabilidad no presentaron crecimiento de mohos y levaduras; lo cual se puede evidenciar en el (Anexo 13). 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.

Según Batra et al. (2017), las propiedades únicas de los zumos ácidos son responsables de la eliminación de la mayor parte de los microorganismos patógenos que pueden contaminar el zumo. Al presentar el néctar de naranjilla valores de pH de 3.45 (Iniap) y de 3.25 (Agria), los cuales resultan favorables para su conservación ya que los microorganismos que pueden desarrollarse en bebidas de frutas son mohos y levaduras, a un pH de crecimiento de 4.5 a 6.8 (Bourgeois , Mescle, & Zucca , 1994; Larrañaga , Carballo , Rodríguez , & Fernández , 1998).

Además, los tratamientos térmicos aplicados durante el proceso de enlatado desempeñan un papel crucial al inhibir el crecimiento de microorganismos. Estos tratamientos térmicos no solo contribuyen a la seguridad del producto, sino que también aseguran la calidad del néctar al prevenir la proliferación de microorganismos no deseados (Andrimba, 2022).

### **3.3 Evaluación de los Atributos Sensoriales del Producto Final**

El análisis de los atributos sensoriales se llevó a cabo para evaluar las características organolépticas del néctar de naranjilla. Los cuales proporcionaron información relevante sobre

cómo los consumidores perciben los parámetros de color, olor, sabor y consistencia de los 6 tratamientos.

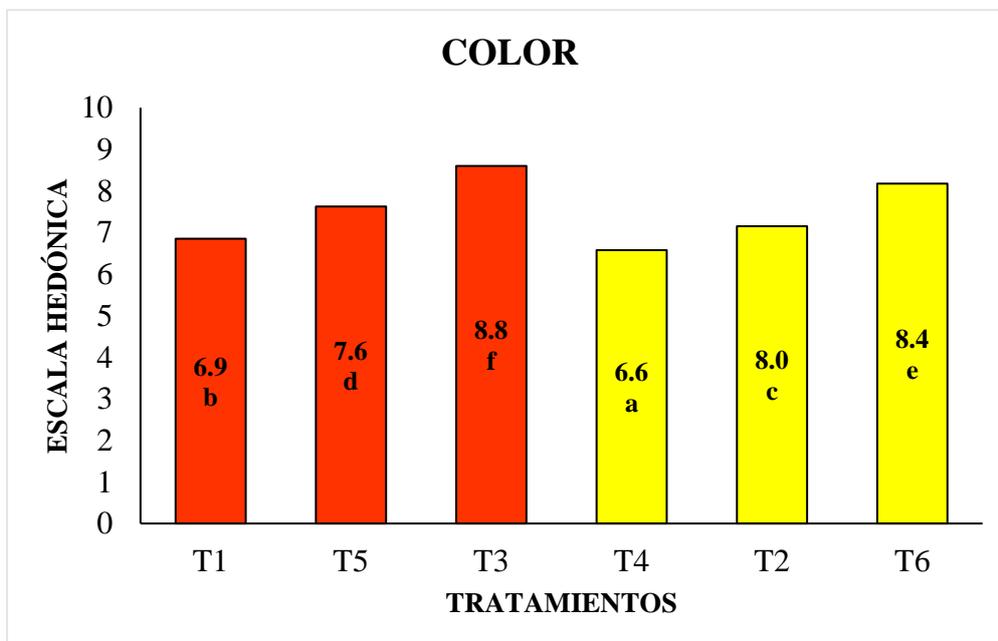
### 3.3.1 Análisis sensorial para el parámetro de Color

A continuación, se presentan los resultados del análisis sensorial del parámetro color aplicado al néctar de naranjilla enlatado mediante la prueba de Friedman. Los resultados muestran un p-valor ( $<0.05$ ), indicando así una diferencia significativa en cuanto al color, según lo revelado por el análisis estadístico.

A través de la prueba de Ranking, se buscó identificar las diferencias entre tratamientos. Los resultados indican que el T3 (20° Brix; variedad Iniap) obtuvo mayor aceptación para el parámetro color, sugiriendo que es el tratamiento más favorable. Por otro lado, el T4 (12° Brix; variedad Agria) mostró niveles de aceptación bajos, como se observa en la Figura 15.

**Figura 17**

*Gráfica de aceptabilidad sensorial para el parámetro color*



Además del perfil aromático, el color es una de las principales características distintivas entre los productos (Zlatic, Pichler, & Kopjar, 2017). El color del néctar es uno de los parámetros considerados para la aceptación comercial del producto en relación con su calidad (Anticono, y otros, 2022).

Valles (2021) menciona que a medida que se incrementa la concentración del néctar el color amarillo se vuelve más intenso. Por esta razón, se considera que el tratamiento 3 es el mejor en cuanto al parámetro color ya que presenta el valor más alto en sólidos solubles (°Brix). Ramos dos Reis et al. 2017 atribuyen el aumento de color a la oxidación del  $\beta$ caroteno (conocidos como apocarotenoides y epóxidos).

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, Miguel, & Alexandre, 2012).

Chew et al. (2017) atribuyen el color más claro y un menor efecto de pardeamiento en el jugo pasteurizado debido a la reducción de la actividad enzimática de la polifenoloxidasas (PPO) y la peroxidasa (POD) por el tratamiento térmico. Además, la formación de complejos entre el ácido cítrico de la naranjilla y el ion cobre en el sitio activo de la PPO reduce la reacción enzimática de oscurecimiento del néctar de naranjilla ( Kunitake, Ditchfield, Silva, & Petrus, 2014).

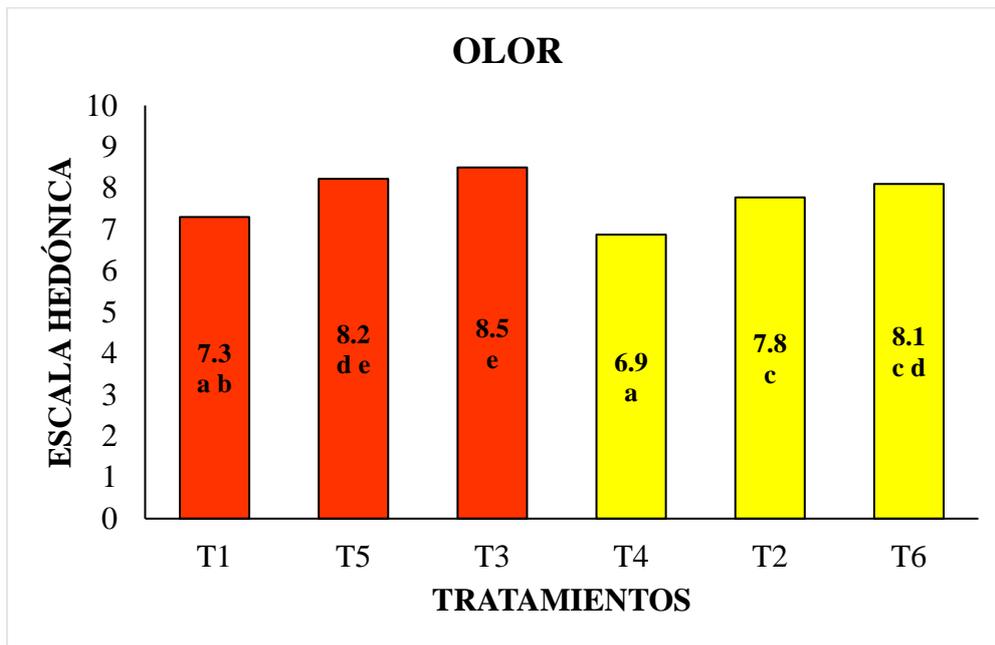
### **3.3.2 Análisis sensorial para el parámetro de olor**

A continuación, se muestra los resultados del análisis sensorial del parámetro olor, aplicados al néctar de naranjilla enlatado mediante la prueba de Friedman, al aplicar este método, se obtuvo un p-valor ( $<0.05$ ); lo que indica que hay diferencias significativas en cuanto al olor.

Se empleó la prueba de Ranking para identificar las diferencias entre tratamientos. Estableciendo que el T3 (20° Brix; variedad Iniap) y T5 (16°Brix; variedad Iniap) tuvieron la mayor puntuación por lo que se infiere que son los mejores tratamientos para el parámetro olor, y el T4 (12 °Brix; variedad Agria) presentó niveles de aceptación bajos (Figura 18).

**Figura 18**

*Gráfica de aceptabilidad sensorial para el parámetro olor*



El aroma es un factor determinante en la aceptación de productos alimenticios, y una mejor percepción olfativa puede mejorar significativamente la preferencia del consumidor. Un perfil aromático más atractivo, posiblemente debido a una mayor concentración o mejor balance de compuestos volátiles aromáticos como ésteres, aldehídos y terpenos, que son conocidos por su influencia positiva en la percepción del aroma. El aroma es un factor determinante en la aceptación de productos alimenticios, y una mejor percepción olfativa puede mejorar significativamente la preferencia del consumidor.

Los azúcares son una clase importante de compuestos en los zumos de frutas. Se utilizan ampliamente para endulzar bebidas y desempeñan un papel importante en la liberación de

compuestos aromáticos (Pan, y otros, 2021). Los compuestos volátiles suelen ser los responsables del aroma (Murray & Baxter, 2003). La sacarosa aumenta la naturaleza hidrofóbica del zumo y potencia la liberación de los compuestos volátiles (Nahon, Navarro, Roozen, & Posthumus, 1998). La adición de sacarosa influye en los compuestos volátiles presentes en el néctar de naranjilla, destacando volátiles dulces y afrutados (Zlatic, Pichler, & Kopjar, 2017). Por lo tanto, los tratamientos con mayor cantidad de azúcar tienden a tener un aroma más característico al de la fruta utilizada y por ende es más aceptado por el público, siendo el caso de los tratamientos que involucran las concentraciones de 20 °Brix (T3 y T6) y 16 °Brix (T5 y T2).

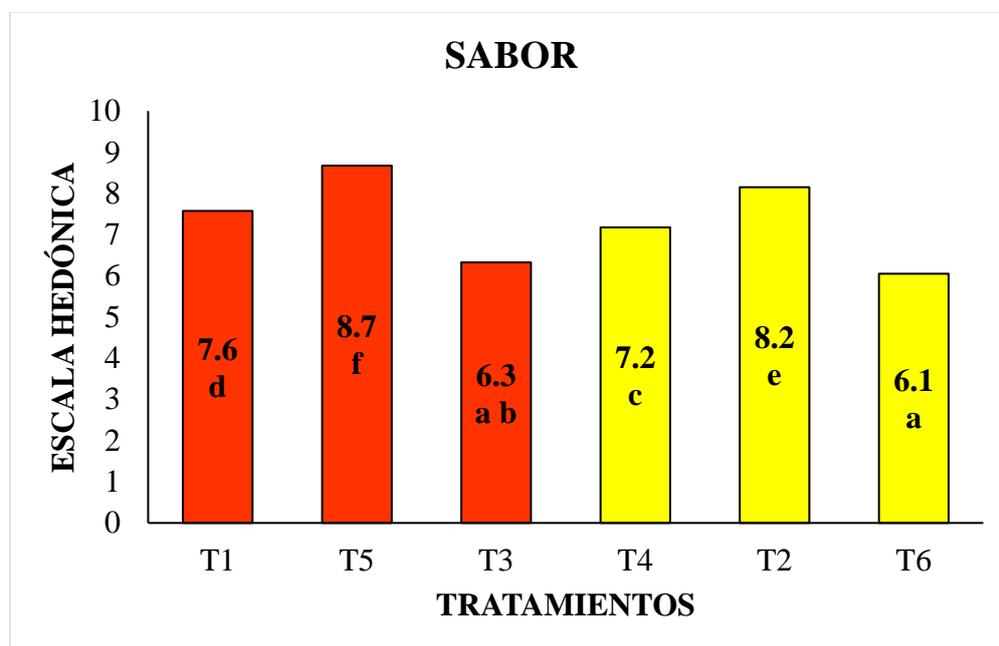
### **3.3.3 Análisis sensorial para el parámetro sabor**

A continuación, se muestran los resultados del análisis sensorial del parámetro sabor, aplicados al néctar de naranjilla enlatada mediante la prueba de Friedman, al llevar a cabo este método, se obtuvo un p-valor ( $<0.05$ ), 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 el tratamiento T5 (16°Brix; variedad Iniap) tiene mayor aceptación lo que indica que es el mejor tratamiento en cuanto al parámetro sabor. Mientras tanto, los tratamientos T3 (20°Brix; variedad Iniap) y T6 (20°Brix; variedad Agria) mostraron valores de aceptación bajos (figura 19).

**Figura 19**

*Gráfica de aceptabilidad sensorial para el parámetro sabor*



El sabor es quizás el factor más crítico en la aceptación sensorial de los productos de consumo. Esta diferencia puede estar relacionada con un mejor equilibrio entre la acidez y la dulzura, así como la presencia de compuestos fenólicos que pueden contribuir a un perfil de sabor más complejo y agradable. Zlatić et al. (2017) revelaron que la sacarosa tiene un alto impacto en el perfil general de sabor.

La concentración del néctar influye en cuanto a la aceptación del público, esto se atribuye a que las personas han tomado conciencia en cuanto al consumo excesivo de bebidas azucaradas ya que éstas se han relacionado con obesidad, diabetes, hipertensión (Cabezas-Zabala, Hernández-Torres, & Vargas-Zárate, 2015). Por lo tanto, el tratamiento 5 tiene mayor aceptación en cuanto al parámetro sabor, debido a que la concentración del néctar es intermedia, lo cual se evidencia también para el tratamiento 2.

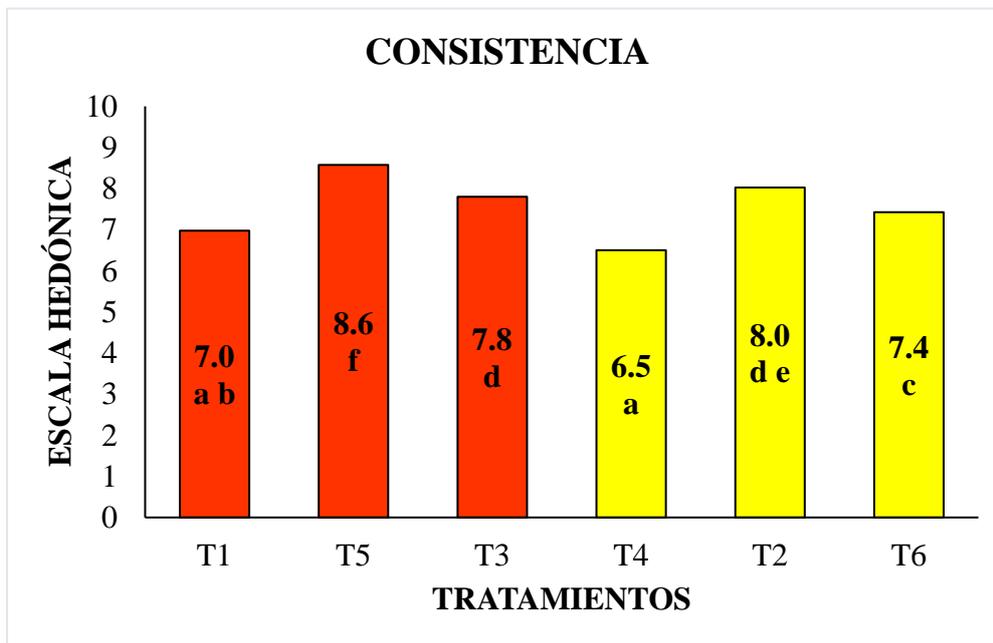
### 3.3.4 Análisis sensorial para el parámetro consistencia

A continuación, se muestra los resultados del análisis sensorial del parámetro consistencia, aplicados al néctar de naranjilla enlatado mediante la prueba de Friedman, al realizar este método se obtuvo un p-valor ( $<0.05$ ). Concluyendo que existen diferencias significativas en cuanto a la consistencia.

Se empleó la prueba de Ranking para identificar las diferencias entre los tratamientos. Estableciendo que el tratamiento T5 (16°Brix; variedad Iniap) tuvo mayor aceptación, lo que indica que es el mejor tratamiento en cuanto al parámetro consistencia. Mientras tanto el tratamiento T1 (12°Brix; variedad Iniap) y T4 (12°Brix; variedad Agria) mostraron valores de aceptación bajos (figura 20).

**Figura 20**

*Gráfica de aceptabilidad sensorial para el parámetro consistencia*



La consistencia es un factor importante a la hora de evaluar la calidad de los néctares de frutas, el aumento del dulzor o la cantidad de azúcar en la formulación produce un néctar de mayor consistencia (Grández, 2008).

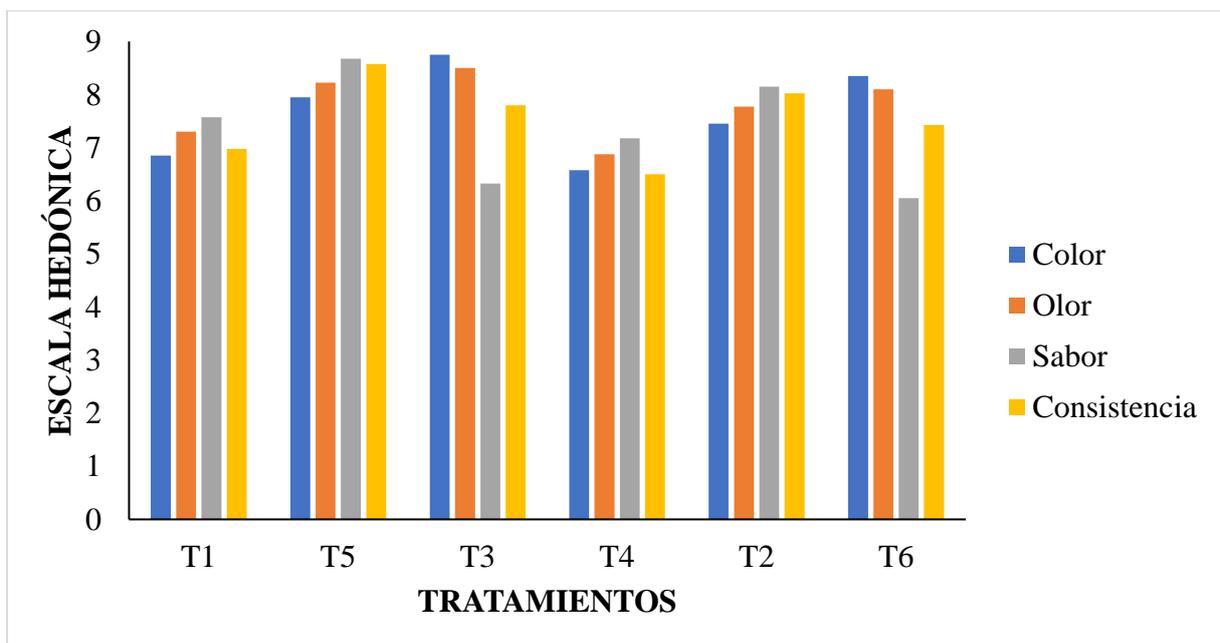
Los resultados indicaron que la consistencia del néctar de naranjilla es influenciada por la concentración de sólidos solubles (°Brix). Para ambas variedades, la concentración de 16 °Brix resultó ser la más aceptada sensorialmente. Esta preferencia puede deberse a una mayor viscosidad del néctar, que proporciona una sensación más agradable sin llegar a ser demasiado densa, lo cual puede ocurrir a 20 °Brix. Estos hallazgos denotan la importancia de optimizar la concentración de néctar para lograr un producto sensorialmente aceptable, donde 16 °Brix fue la concentración óptima para ambas variedades de naranjilla.

### 3.3.5 Aceptabilidad general del producto

En base a los resultados obtenidos, se observaron diferencias significativas en los parámetros de color, olor, sabor y consistencia. Con respecto a la figura 19, se considera que el mejor tratamiento fue T5. Es decir que la concentración del néctar (16°Brix) y la variedad de naranjilla (Iniap), influyeron de manera directa en la aceptabilidad del néctar de naranjilla enlatado por parte de los panelistas.

**Figura 21**

*Aceptabilidad general del producto*

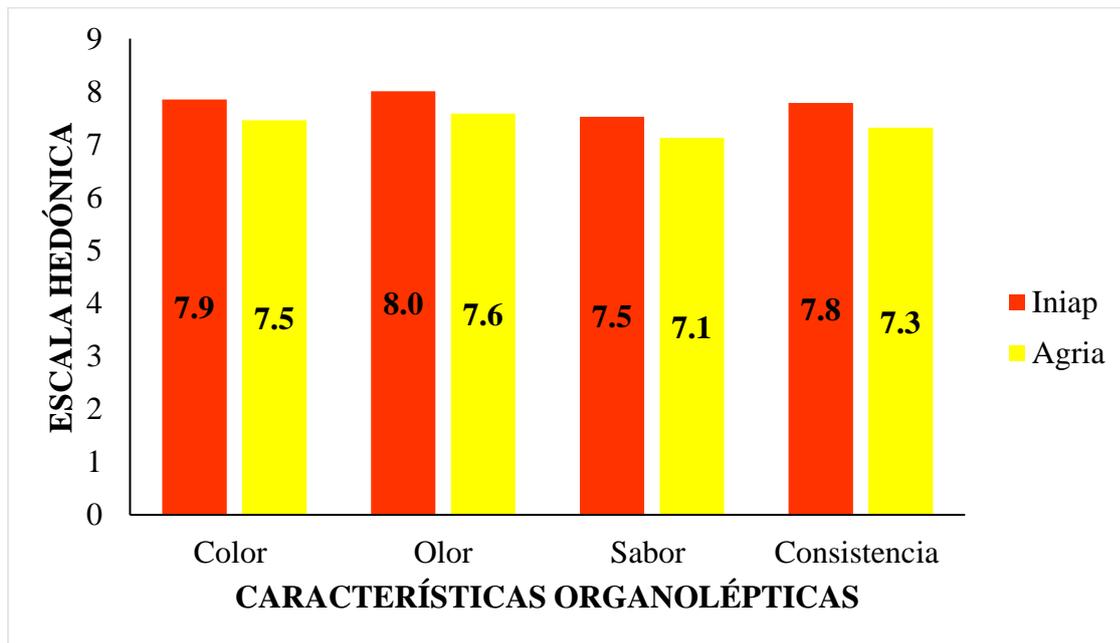


### 3.3.6 Análisis sensorial del néctar de naranjilla por variedad

A continuación, se muestra el análisis realizado en base a la variedad de naranjilla (Iniap y Agria) para determinar la influencia de esta en la aceptación sensorial de los penalistas (Figura 22).

**Figura 22**

*Análisis sensorial del néctar de naranjilla por variedad*



Al observar la figura 22, se concluye que el néctar de naranjilla de la variedad Iniap tiene mayor aceptación en cuanto al parámetro color, olor, sabor y consistencia. Asumiendo que el público está más familiarizado con los atributos organolépticos que posee esta variedad, la cual es destinada para la elaboración de jugos en el ámbito local y al poseer mayor concentración de polifenoles y capacidad antioxidante le otorga una ventaja, potenciando el color, olor y sabor del producto final. Cabe destacar que el néctar de naranjilla de la variedad Agria está a la par con los resultados obtenidos para la variedad Iniap. Por tanto, ambas variedades pueden utilizarse a nivel industrial.

### 3.4 Análisis económico del néctar de naranjilla enlatado

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 néctar de naranjilla enlatado.

#### 3.4.1 Costos directos

Los costos directos se calculan a partir de los costos directamente relacionados con la elaboración del néctar de naranjilla, entre ellos: materia prima, recursos, empaque y mano de obra directa. Las Tablas 24 y 25 muestran los costos directos para la elaboración de néctar de naranjilla enlatado para los seis tratamientos.

**Tabla 24**

*Costos directos de elaboración de néctar de naranjilla (INIAP-Quitoense 2009) enlatado*

<b>Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario (USD)</b>	<b>Cantidad (T1)</b>	<b>Cantidad (T5)</b>	<b>Cantidad (T3)</b>
Naranjilla Iniap	kg	1.22	2.48	2.37	2.26
Azúcar	kg	0.90	0.82	1.27	1.71
CMC	g	0.01	7.63	7.63	7.64
Sorbato de potasio	g	0.01	4.36	4.36	4.37
Envases	U	1.03	12.00	12.00	12.00
Mano de obra	h/día	2.50	3.00	3.00	3.00
<b>Costo directo total (USD)</b>			<b>23.76</b>	<b>24.02</b>	<b>24.28</b>

**Tabla 25***Costos directos de elaboración de néctar de naranjilla (Agria) enlatado*

<b>Insumo</b>	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario (USD)</b>	<b>Cantidad (T4)</b>	<b>Cantidad (T2)</b>	<b>Cantidad (T6)</b>
Naranjilla Agria	kg	0.92	3.08	2.95	2.81
Azúcar	kg	0.90	0.87	1.31	1.75
CMC	g	0.01	7.64	7.66	7.65
Sorbato de potasio	g	0.01	4.37	4.37	4.37
Envases	U	1.03	12.00	12.00	12.00
Mano de obra	h/día	2.50	3.00	3.00	3.00
<b>Costo directo total (USD)</b>			<b>23.61</b>	<b>23.88</b>	<b>24.15</b>

En las Tabla 24 y 25 se exponen los costos directos, los cuales son conformados por los materiales y mano de obra asociados con el enlatado del néctar de naranjilla. Estos costos se calcularon para las dos variedades de naranjilla (Iniap y Agria) y las diferentes concentraciones del néctar (12, 16 y 20°Brix). En cuanto a los costos laborales, se calcularon con base al salario básico unificado del trabajador en su conjunto y el tiempo dedicado a la preparación del producto.

### **3.4.2 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 26 se presentan los costos indirectos implicados en el procesamiento del néctar de naranjilla enlatado.

**Tabla 26***Costos indirectos de elaboración de néctar de naranjilla enlatado*

	<b>Unidad</b>	<b>Precio unitario (USD)</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Costo total</b>
Diésel	Galón	1.75	10	17.50
Gas	Tanque	3.00	1	3.00
Agua	m <sup>3</sup>	0.89	2	1.78
Luz	kW/h	0.09	12	1.15
<b>Costo indirecto total (USD)</b>				<b>23.43</b>

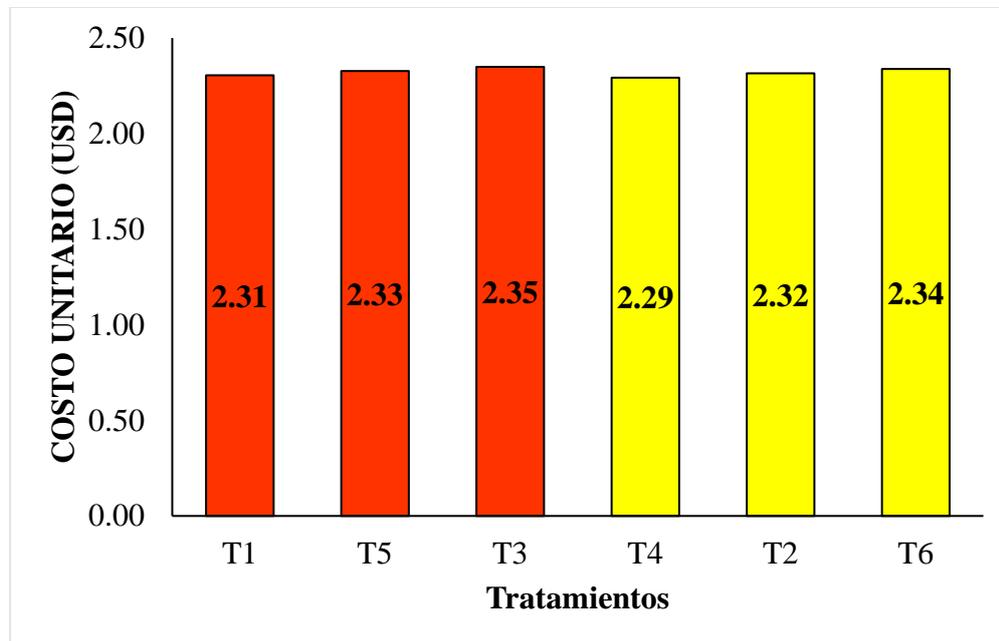
Como se puede observar en la tabla 12, el consumo de diésel y gas se realizó de acuerdo con los requisitos mínimos para que los equipos de las Unidades Eduproductivas puedan trabajar durante el proceso de elaboración de néctar de naranjilla enlatado. Además, para el cálculo de consumo de agua necesaria para el proceso se tomó en cuenta el precio por m<sup>3</sup> y la categoría (Industrial) según lo indica ETAPA EP (2023). Por otro lado, el costo de la luz (kW/h) se tomó en cuenta a lo establecido en Global Petrol Prices (2023). Obteniendo un costo indirecto de \$3.91 por cada tratamiento (Global Petrol Prices, 2023).

### **3.4.3 Costo total de producción**

A continuación, se muestra el costo unitario del néctar de naranjilla enlatado por cada tratamiento (Figura 23). Los cuales se obtuvieron mediante la Ec. (3).

**Figura 23**

*Costo unitario por cada tratamiento*



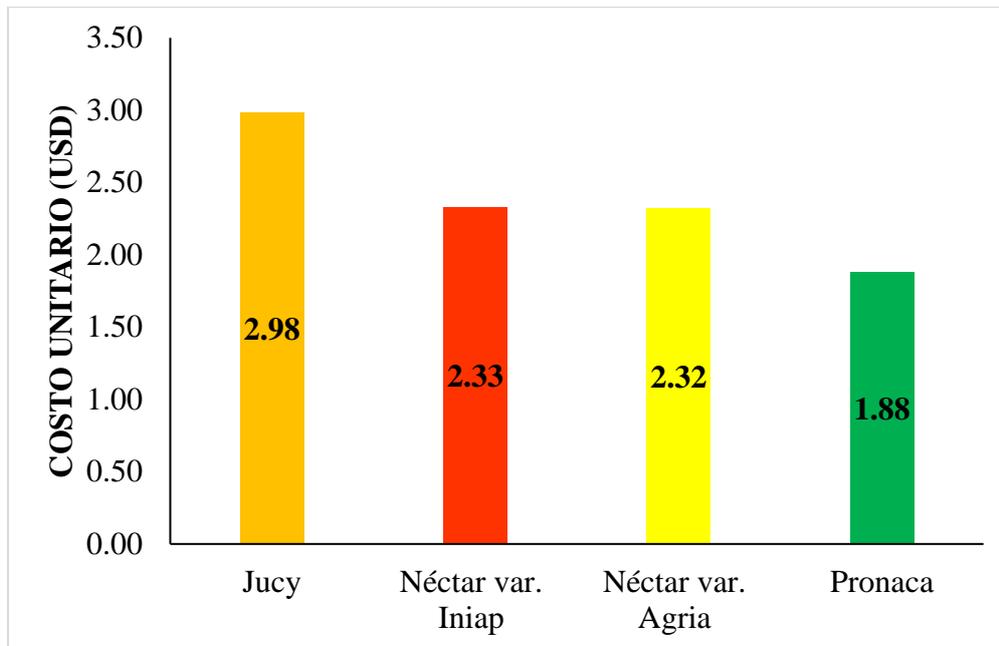
Según la Figura 23, se puede inferir que los costos unitarios por cada tratamiento no son significativamente diferentes. A medida que aumenta la concentración del néctar el costo de producción también lo hace y esto se debe a la adición de azúcar. Producir una lata de 750 ml con la variedad Iniap tiene un costo promedio de \$2.33, mientras que para la variedad Agria es de \$2.32.

Analizando los precios unitarios del néctar de naranjilla en diferentes presentaciones de marcas reconocidas en el mercado, se encontró que Jucy (2024) comercializa el néctar de naranjilla a \$1.19 los 300 ml en envase plástico. IANSER (2016) oferta el néctar de naranjilla de la marca Pronaca a \$2.50 el litro cuya presentación es en Tetra Pak. Al investigar el mercado se concluyó que la naranjilla es mayormente comercializada en fresco, pulpa congelada y en bebidas (avenas). Por lo cual no se tiene mucha competencia y en cuanto a la presentación en jugos se da mayormente en envases PET, Tetra Pak y vidrio (Heat Exchangers , 2024). Dándole una desventaja a las latas al tratarse de un envase más costoso.

En la Figura 24, se muestran los precios del néctar de naranjilla (750 ml) de las diferentes marcas que lo ofertan.

**Figura 24**

*Costo unitario del néctar de naranjilla de marcas comerciales*



La variación de precios entre diferentes marcas de néctar de naranjilla puede estar determinada por varios factores específicos de este producto. Por ejemplo, la calidad y origen de la fruta utilizada, así como los métodos de procesamiento, pueden influir en la percepción de calidad y, por ende, en el precio. Además, las estrategias de marketing y posicionamiento de marca pueden diferenciar los precios entre marcas, especialmente si algunas promueven atributos como la frescura, la naturalidad o la sostenibilidad. Los costos de producción, incluyendo los de materia prima, mano de obra y empaque, también son relevantes, ya que pueden variar según la región de producción y las prácticas agrícolas utilizadas.

## CAPITULO IV

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1 Conclusiones

- Al realizar la caracterización de la materia prima, se determinó que entre las dos variedades de naranjilla (Iniap y Agria) existen diferencias en las características fisicoquímicas y propiedades funcionales. Siendo la variedad Iniap la que tiene mayor cantidad de sólidos solubles, pH, acidez, polifenoles y capacidad antioxidante. Por lo que la variedad Iniap es la más idónea para el uso a nivel industrial, debido a su aporte en cuanto a las propiedades funcionales.
- La concentración del néctar y la variedad de naranjilla influyen en las propiedades funcionales y las características fisicoquímicas del néctar enlatado de esta fruta. Por tanto, es crucial seleccionar adecuadamente la concentración de sólidos solubles para optimizar las características del producto, teniendo en cuenta la materia prima utilizada.
- Del análisis sensorial, el tratamiento con mayor aceptación en cuanto a los parámetros de color, olor, sabor y consistencia fue T5 (16 °Brix; variedad Iniap), infiriendo que fue de crucial importancia la variedad de naranjilla y la concentración del néctar. Además, se trató del segundo tratamiento con mayor concentración de polifenoles y capacidad antioxidante.
- 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. Cabe mencionar que no se tiene mayor competencia porque en el sector industrial la naranjilla la usan como ingrediente complementario.
- Según los resultados obtenidos, se concluye que la variedad de naranjilla y la concentración del néctar influyen sobre las características funcionales y fisicoquímicas

en el proceso de enlatado de néctar de naranjilla. Por lo cual, se acepta la hipótesis alternativa planteada en esta investigación.

#### **4.2 Recomendaciones**

- Llevar a cabo una evaluación del proceso de enlatado empleando diferentes relaciones de pulpa y agua para la elaboración del néctar y así determinar si algunas de ellas preservan de manera más efectiva las propiedades funcionales del producto final.
- Estudiar las propiedades fisicoquímicas y funcionales usando intervalos de tiempo de almacenamiento para observar el comportamiento del producto final en cuanto a la estabilidad de las propiedades funcionales.
- Realizar análisis de la materia prima después de cada tratamiento térmico o mecánico y de esta manera determinar en qué proceso se tiene mayor pérdida de nutrientes, con el fin de poder diseñar estrategias optimizadas para la preservación y/ o mejora de la actividad antioxidante y la biodisponibilidad de estos componentes funcionales
- Analizar otros compuestos funcionales presentes en la naranjilla, como por ejemplo ácido ascórbico (Vitamina C) y flavonoides específicos.
- Emplear los métodos DPPH y FRAP para cuantificar la capacidad antioxidante con el propósito de comparar los resultados y analizar el comportamiento que existe al utilizar diferentes métodos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Kunitake, M., Ditchfield, C., Silva, C., & Petrus, R. (2014). *Effect of pasteurization temperature on stability acidified sugarcane juice beverage*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/285205689\\_Effect\\_of\\_pasteurization\\_temperature\\_on\\_stability\\_of\\_an\\_acidified\\_sugarcane\\_juice\\_beverage](https://www.researchgate.net/publication/285205689_Effect_of_pasteurization_temperature_on_stability_of_an_acidified_sugarcane_juice_beverage)
- Ackar, D., Valek Lendić, K., Valek, M., Šubarić, D., Miličević, B., Babić, J., & Nedić, I. (2013). *Cocoa Polyphenols: Can We Consider Cocoa and Chocolate as Potential Functional Food?* Obtenido de <https://www.hindawi.com/journals/jchem/2013/289392/#conclusion>
- Aguilar, C. C. (2022). *Evaluación del proceso de enlatado sobre las características funcionales y físico químicas de la pitahaya (Selenicereus megalanthus) en almíbar*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/13051/2/03%20EIA%20564%20TRABAJO%20DE%20GRADO.pdf>
- Akinyele, I., Keshinro, O., & Akinnawo, O. (1989). *Nutrient losses during and after processing of pineapples and oranges*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/030881469090136R>
- Alarcón, F. I. (2012). *Evaluación de métodos de embalaje para el manejo poscosecha en la cadena de comercialización de la naranjilla (Solanum quitoense Lam.) en la Provincia de Napo*. Obtenido de <https://repositorio.iniap.gob.ec/bitstream/41000/3802/1/Tesis%20Ing%20Alarcon%20F..pdf>
- Al-juhaimi, F., Ghafoor, K., Özcan, M., Jahurul, M., Babiker, E., Jinap, S., . . . Zaidul, I. (2018). *Effect of various food processing and handling methods on preservation of natural antioxidants in fruits and vegetables*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30228385/>
- Andrade, S. D. (2015). *Diagnóstico del sistema local de producción del cultivo de naranjilla (Solanum quitoense) con productores de la Asociación San Francisco, Parroquia Río Negro, Provincia de Tungurahua*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/6744/3/T-UCE-0004-07.pdf>
- Andrade-Cuvi, M. J., Guijarro-Fuertes, M., & Luzcano Figueroa, J. (2021). *Evaluación fisicoquímica y antioxidante de naranjilla (Solanum quitoense Lam.) durante la maduración*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/813/81369610003/html/>
- Andrade-Cuvi, M. J., Moreno-Guerrero, C., Bravo-Vásquez, J., Guijarro Fuertes, M., Monar-Bósquez, V., Cevallos-Navarrete, C., & Concellón, A. (2016). *Efecto del estado de madurez sobre la calidad de tres variedades de naranjilla (Solanum quitoense Lam.)*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/journal/813/81349041008/html/>
- Andrade-Cuvi, M., Moreno Guerrero, C., Guijarro-Fuertes, M., & Concellón, A. (2015). *Caracterización de la naranjilla (Solanum quitoense) común en tres estados de madurez*. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/813/81343176010.pdf>

- Andrimba, L. G. (2022). *Evaluación del comportamiento de las características físico químicas y funcionales de la uvilla Physalis peruviana L. en almíbar enlatada*. Obtenido de <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/12300/2/03%20EIA%20546%20TRABAJO%20GRADO.pdf>
- Anticona, M., Fayos, M.-C., Esteve, M.-J., Frigola, A., Blesa, J., & Lopez-Malo, D. (2022). *Differentiation of juice of mandarin-like hybrids based on physicochemical characteristics, bioactive compounds, and antioxidant capacity*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s00217-022-04040-9>
- Arfaoui, L. (2021). *Dietary Plant Polyphenols: Effects of Food Processing on Their Content and Bioavailability*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34065743/>
- Bartosz, G. (2003). *Total antioxidant capacity*. Obtenido de [https://sci-hub.se/10.1016/s0065-2423\(03\)37010-6](https://sci-hub.se/10.1016/s0065-2423(03)37010-6)
- Batra, N. G., Sharma, A., & Agarwal, N. (2017). *Evaluation of microbiological criteria and quality of packed fruit juices*. Obtenido de <http://www.ifrj.upm.edu.my/25%20%2802%29%202018/%281%29.pdf>
- Bayarri, S., González-Tomás, L., & Costell, E. (2009). Obtenido de <https://digital.csic.es/handle/10261/332378>
- Bayarri, S., Martí, M., Carbonell, I., & Costell, E. (2012). *Identifying drivers of liking for commercial spreadable cheeses with different fat content*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/263523423\\_Identifying\\_drivers\\_of\\_liking\\_for\\_commercial\\_spreadable\\_cheeses\\_with\\_different\\_fat\\_content](https://www.researchgate.net/publication/263523423_Identifying_drivers_of_liking_for_commercial_spreadable_cheeses_with_different_fat_content)
- Bazalar, M., Nazareno, M., & Viturro, C. (2020). *Optimized formulation of a Physalis peruviana L. fruit nectar: physicochemical characterization, sensorial traits and antioxidant properties*. Obtenido de <https://link.springer.com/article/10.1007/s13197-020-04358-w>
- Bourgeois, C., Mescle, J., & Zucca, J. (1994). *Microbiología Alimentaria. Volumen 1: Aspectos microbiológicos de la seguridad y calidad alimentaria*. Málaga: Acribia.
- Brainina, K., Stozhko, N., & Vidrevich, M. (2019). *Antioxidants: Terminology, Methods, and Future Considerations*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6720181/>
- Bulegon, R., Gomes, G., & Rigo, E. (2018). *Influence of the pasteurization conditions on sugarcane juice packaged in glass packaging*. Obtenido de <https://revistas.udesc.br/index.php/revistacsbea/article/download/13570/9459/48540>
- Cabezas-Zabala, C. C., Hernández-Torres, B. C., & Vargas-Zárate, M. (2015). *Azúcares adicionados a los alimentos: efectos en la salud y regulación mundial. Revisión de la literatura*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/rfmun/v64n2/v64n2a17.pdf>
- Cabrera, C. (2017). *Marco metodológico*. Obtenido de <https://maestseminario.blogspot.com/2017/06/ejemplo-del-cap-iii-metodologia.html>

- Castro, W. O., & Herrera, L. (2019). *La naranjilla (Solanum quitoense Lam.) en Ecuador*. Obtenido de <https://dspace.uclv.edu.cu/bitstream/handle/123456789/12219/Naranjilla.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cazar, I. M. (2016). *Análisis físico-químico para la determinación de la calidad de las frutas*. Obtenido de <https://repositorio.puce.edu.ec/items/cedf9c2c-4af5-4797-a9a0-f30327049598>
- Chew, S., Md Noor, N., Maizura, M., Tan, T., & Rusul, G. (2017). *Effect of pasteurization treatment and calamansi (Fortunella japonica) juice on the physicochemical, microbiological, and sensory characteristics of black stem sugarcane juice*. Obtenido de [http://ifrj.upm.edu.my/25%20\(03\)%202018/\(17\).pdf](http://ifrj.upm.edu.my/25%20(03)%202018/(17).pdf)
- Chico, M. (2015). *Zumos y Néctares. La fruta líquida*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5262134.pdf>
- Chigo-Hernández, M. (2018). *Efecto de la adición de carboximetilcelulosa en algunas propiedades fisicoquímicas y atributos sensoriales de queso crema*. Obtenido de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lia/chigo\\_hernandez\\_mm/etd\\_4061045687481.pdf](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lia/chigo_hernandez_mm/etd_4061045687481.pdf)
- Civello, P. M., Vicente, A., & Martínez, G. A. (2006). *UV-C technology to control postharvest diseases of fruits and vegetables*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/285036287\\_UV-C\\_technology\\_to\\_control\\_postharvest\\_diseases\\_of\\_fruits\\_and\\_vegetables\\_Recent\\_advances\\_in\\_alternative\\_postharvest\\_technologies\\_to\\_control\\_fungal\\_diseases\\_in\\_fruits\\_and\\_vegetables\\_Transworld\\_research](https://www.researchgate.net/publication/285036287_UV-C_technology_to_control_postharvest_diseases_of_fruits_and_vegetables_Recent_advances_in_alternative_postharvest_technologies_to_control_fungal_diseases_in_fruits_and_vegetables_Transworld_research)
- Clark, S., Costello, M., Drake, M. A., & Bodyfelt, F. (2009). *The sensory evaluation of dairy products*. Obtenido de <http://80.191.248.6:8080/dl/The%20Sensory%20Evaluation%20of%20Dairy%20Products-Springer-Verlag.pdf>
- Codex Alimentarius STAN 161. (1989). *Norma general del Codex para néctares de frutas conservados por medios físicos exclusivamente, no regulados por normas individuales*. Obtenido de [http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/Codex\\_Alimentarius/normativa/codex/stan/161-1989.PDF](http://www.alimentosargentinos.gob.ar/contenido/marco/Codex_Alimentarius/normativa/codex/stan/161-1989.PDF)
- Connor, A., Luby, J., & Tong, C. (2002). *Variability in antioxidant activity in blueberry and correlations among different antioxidant activity assays*. Obtenido de <https://journals.ashs.org/jashs/downloadpdf/view/journals/jashs/127/2/article-p238.pdf>
- Contreras, J., Calderón-Jaimes, L., Guerra-Hernández, E., & García-Villanova, B. (2010). *Antioxidant capacity, phenolic content and vitamin C in pulp, peel and seed from 24 exotic fruits from Colombia*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/229406250\\_Antioxidant\\_capacity\\_phenolic](https://www.researchgate.net/publication/229406250_Antioxidant_capacity_phenolic)

\_content\_and\_vitamin\_C\_in\_pulp\_peel\_and\_seed\_from\_24\_exotic\_fruits\_from\_Colombia

- Cosme, F., Pinto, T., Aires, A., Morais, M., Bacelar, E., Anjos, R., . . . Gonçalves, B. (2022). *Red Fruits Composition and Their Health Benefits—A Review*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8909293/>
- Da Cunha, D. T., Assunção Botelho, R. B., de Brito, R. R., de Oliveira Pineli, L. L., & Stedefeldt, E. (2013). *Métodos para aplicar las pruebas de aceptación para la alimentación escolar: validación de la tarjeta lúdica*. Obtenido de [https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0717-75182013000400005](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0717-75182013000400005)
- De Galindez, M. (2010). *Análisis de la varianza en experimentos factoriales*. Obtenido de <https://fcf.unse.edu.ar/archivos/series-didacticas/sd-21-estadistica.pdf>
- De Souza, V., Pimenta Pereira, P., Da Silva, T., De Oliveira Lima, L., Pio, R., & Queiroz, F. (2014). *Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814614001770>
- Delgadillo-Puga, C., Díaz-Martínez, M., & Ledesma-Solano, J. A. (2019). *El papel de los alimentos enlatados en la salud*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Claudia-Puga/publication/351133941\\_El\\_papel\\_de\\_los\\_alimentos\\_enlatados\\_httpsalimentacionysaludunammx/links/608a196792851c490fa38c88/El-papel-de-los-alimentos-enlatados-https-alimentacionysaludunammx.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Claudia-Puga/publication/351133941_El_papel_de_los_alimentos_enlatados_httpsalimentacionysaludunammx/links/608a196792851c490fa38c88/El-papel-de-los-alimentos-enlatados-https-alimentacionysaludunammx.pdf)
- Drake, M. (2007). *Invited Review: Sensory analysis of dairy foods*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030207719604>
- Drake, M. A. (2007). *Sensory Analysis of Dairy Foods*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022030207719604>
- Duda-Chodak, A., & Tarko, T. (2007). *Antioxidant properties of diferent fruit seeds ans peels*. Obtenido de [https://www.food.actapol.net/pub/3\\_3\\_2007.pdf](https://www.food.actapol.net/pub/3_3_2007.pdf)
- ETAPA EP. (2023). *Tarifario actualizado del servicio de Agua Potable y Saneamiento*. Obtenido de <https://www.etapa.net.ec/agua-potable-y-saneamiento/agua-potable/tarifario-agua-potable-2023/>
- Etxeberria, E., & Gonzalez, P. (2005). *Accumulation of sucrose and other soluble solids in citrus juice cells*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/285783840\\_Accumulation\\_of\\_sucrose\\_and\\_other\\_soluble\\_solids\\_in\\_citrus\\_juice\\_cells](https://www.researchgate.net/publication/285783840_Accumulation_of_sucrose_and_other_soluble_solids_in_citrus_juice_cells)
- F&M. (2020). *Sorbato de potasio*. Obtenido de <https://factoresymercadeo.com/wp-content/uploads/2020/11/SORBATO-DE-POTASIO.pdf>
- FAO. (1997). *Cálculos de formulación y dosificación para un néctar*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/x5029s/X5029S08.htm#4.4%20N%C3%A9ctares>

- FAO. (2013). *Procesados de frutas*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/au168s/au168s.pdf>
- FAO. (2023). *Aditivos alimentarios*. Obtenido de <https://www.who.int/es/news-room/factsheets/detail/food-additives>
- Fennema, O., & Tannenbaum, S. (2000). *Química de los alimentos*. Obtenido de <https://sceqa.wordpress.com/wp-content/uploads/2014/05/quc3admica-de-los-alimentos-fennema.pdf>
- Fuentes-Berrio, L., Acevedo-Correa, D., & Gelvez-Ordoñez, V. M. (2015). *Alimentos Funcionales: Impacto y retos para el desarrollo y bienestar de a sociedad colombiana*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/bsaa/v13n2/v13n2a16.pdf>
- Getial, A. (2013). *Estudio de factibilidad para la implementación de una empresa comunitaria de producción y comercialización de naranjilla en la ciudad la Bonita, cantón Sucumbíos*. Obtenido de <https://1library.co/article/descripci%C3%B3n-bot%C3%A1nica-naranjilla-componentes-contenido-g.qogdjjmz>
- Ghuniem, M., Khorshid, M., & Souaya, E. R. (2019). *Optimization and Validation of an Analytical Method for the Determination of Some Trace and Toxic Elements in Canned Fruit Juices Using Quadrupole Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometer*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/325250928\\_Optimization\\_and\\_Validation\\_of\\_an\\_Analytical\\_Method\\_for\\_the\\_Determination\\_of\\_Some\\_Trace\\_and\\_Toxic\\_Elements\\_in\\_Canned\\_Fruit\\_Juices\\_Using\\_Quadrupole\\_Inductively\\_Coupled\\_Plasma\\_Mass\\_Spectrometer](https://www.researchgate.net/publication/325250928_Optimization_and_Validation_of_an_Analytical_Method_for_the_Determination_of_Some_Trace_and_Toxic_Elements_in_Canned_Fruit_Juices_Using_Quadrupole_Inductively_Coupled_Plasma_Mass_Spectrometer)
- Global Petrol Prices. (2023). *Ecuador precios de la electricidad*. Obtenido de [https://es.globalpetrolprices.com/Ecuador/electricity\\_prices/](https://es.globalpetrolprices.com/Ecuador/electricity_prices/)
- Golding, J. (2012). *Monitoring natural phenolics and antioxidants in processing apple juice*. Obtenido de <https://www.horticulture.com.au/globalassets/hort-innovation/historic-reports/monitoring-natural-phenolics-and-antioxidants-in-processing-apple-juice-ap10020.pdf>
- Gomez, S., Kuruvila, B., P.K, M., & Joseph, M. (2022). *Indian blackberry (Syzigium cumini L.) nectar processed without chemical preservatives-changes in physico-chemical properties and bioactive constituents during storage*. Obtenido de <https://www.siftdesk.org/article-details/Indian-blackberry-Syzigium-cumini-L--nectar-processed-without-chemical-preservatives-changes-in-physico-chemical-properties-and-bioactive-constituents-during-storage/10810>
- Grández, G. (2008). *Evaluación sensorial y físico-química de néctares mixtos de frutas a diferentes proporciones*. Obtenido de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/11042/1553/1/ING\\_464.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/11042/1553/1/ING_464.pdf)
- Guzman, E. D. (2018). *Obtención de una bebida proteica a base de soya (Glycine max) y naranjilla (Solanum quitoense)*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/19333/1/CD-8705.pdf>

- Halliwell, B., & Gutteridge, J. (2015). *Free Radicals in Biology and Medicine* . Obtenido de [https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=3DIKCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=P1&ots=bqiJ9TCqmZ&sig=JtPjZJUjYiXkGA-0\\_parzZANe0&redir\\_esc=y#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.ec/books?hl=es&lr=&id=3DIKCgAAQBAJ&oi=fnd&pg=P1&ots=bqiJ9TCqmZ&sig=JtPjZJUjYiXkGA-0_parzZANe0&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false)
- Heat Exchangers . (2024). *Tipos de envases para comidas y bebidas*. Obtenido de <https://www.hrs-heatexchangers.com/es/recursos/tipos-de-envases-para-comidas-y-bebidas/>
- Hinestroza-Córdoba, L. I., Duarte Serna, S., Seguí, L., Barrera, C., & Betoret, N. (2020). *Characterization of Powdered Lulo (Solanum quitoense) Bagasse as a Functional Food Ingredient*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2304-8158/9/6/723>
- Howard, L., Clark, J., & Brownmiller, C. (2003). *Antioxidant capacity and phenolic content in blueberries as affected by genotype and growing season*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/229615246\\_Antioxidant\\_capacity\\_and\\_phenolic\\_content\\_in\\_blueberries\\_as\\_affected\\_by\\_genotype\\_and\\_growing\\_season](https://www.researchgate.net/publication/229615246_Antioxidant_capacity_and_phenolic_content_in_blueberries_as_affected_by_genotype_and_growing_season)
- Huang, D., Ou, B., & Prior, R. (2005). *The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays*. Obtenido de <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/jf030723c>
- IICA. (2007). *"Cultivos de diversificación para pequeños productores de frijol y maíz en América Central" Naranja (lulo) y Cocona*. Obtenido de <http://repiica.iica.int/docs/B3198e/B3198e.pdf>
- INIAP. (2012). *Varietal INIAP-Quitoense 2009 (Solanum quitoense Lam var, quitoense)*. Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/naranja/3quitoense.pdf>
- INIAP. (s.f.). *Híbridos Comerciales* . Obtenido de <http://tecnologia.iniap.gob.ec/images/rubros/contenido/naranja/3otros.pdf>
- Intermediate Technology Development Group . (1998). *Néctares de fruta* . Obtenido de <http://www.funsepa.net/soluciones/pubs/NTI=.pdf>
- Ismail, A., Marjan, Z., & Foong, C. (2004). *Total antioxidant activity and phenolic content in selected vegetables*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814604000366>
- Iveković, D., Milardović, S., Roboz, M., & Grabarić, B. (2005). *Evaluation of the antioxidant activity by flow injection analysis method with electrochemically generated ABTS radical cation*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-18844387915&origin=inward&txGid=0f9094f38dcc915925b898977ff6620a>
- Jaimés-Duque , S., Ramírez-Duque , J. S., & Stouvenel, A. (2017). *Estabilizantes más utilizados en helados*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/319354587\\_Estabilizantes\\_mas\\_utilizados\\_en\\_helados](https://www.researchgate.net/publication/319354587_Estabilizantes_mas_utilizados_en_helados)
- Jiménez, A. L. (2010). *Alimentos enlatados*. Obtenido de <https://es.scribd.com/doc/133278647/enlatados-pdf>

- Jones, L. V., Peryam, D. R., & Thurstone, L. (1955). *Development of a scale for measuring soldiers food preferences*. Obtenido de <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1365-2621.1955.tb16862.x>
- Keith, M., & Appel, C. L. (2009). *Polyphenols as dietary supplements: A double-edged sword*. Obtenido de <https://www.dovepress.com/polyphenols-as-dietary-supplements-a-double-edged-sword-peer-reviewed-fulltext-article-NDS>
- Kemp, S., Hort, J., & Hollowood, T. (2017). *Descriptive analysis in sensory evaluation*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/328295554\\_Descriptive\\_Analysis\\_in\\_Sensory\\_Evaluation](https://www.researchgate.net/publication/328295554_Descriptive_Analysis_in_Sensory_Evaluation)
- Khan, M. K., Zill, E. H., & Dangles, O. O. (2014). *A comprehensive review on flavanones, the major citrus polyphenols*. Obtenido de <https://www.semanticscholar.org/paper/A-comprehensive-review-on-flavanones%2C-the-major-Khan-Zill-e-huma/75dc2a1a7f5a25fe9c4ed3ba38f7eef7bcc9905e>
- Khan, M., Ahmad, K., Hassan, S., Imran, M., Ahmad, N., & Xu, C. (2018). *Effect of novel technologies on polyphenols during food processing*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1466856417306641?via%3Dihub>
- Larrañaga, I., Carballo, J., Rodríguez, M., & Fernández, J. (1998). *Control e higiene de los alimentos*. Obtenido de <https://fcen.uncuyo.edu.ar/upload/1.pdf>
- Lawless, H., & Heymann, H. (2010). *Sensory Evaluation of Food Science Principles and Practices*. Obtenido de <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1860764>
- Limaymanta, L. (2015). *Evaluación fisicoquímica de néctar de durazno, expendidos en los distintos establecimientos comerciales del distrito Huacrapuquio – Huancayo, durante el periodo julio – setiembre del 2015*. Obtenido de [https://repositorio.uap.edu.pe/jspui/bitstream/20.500.12990/4451/1/Tesis\\_Evaluaci%C3%B3n\\_N%C3%A9ctar\\_Establecimientos.pdf](https://repositorio.uap.edu.pe/jspui/bitstream/20.500.12990/4451/1/Tesis_Evaluaci%C3%B3n_N%C3%A9ctar_Establecimientos.pdf)
- Lokesh, B., A. K., S., & C. P., S. (2017). *Characterization of mango (Mangifera indica L.) genotypes based on physio-chemical quality attributes*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/158353695.pdf>
- Lourenço, S., Moldão-Martins, M., & D. Alves, V. (2019). *Antioxidants of Natural Plant Origins: From Sources to Food Industry Applications*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC6891691/>
- Magalhães, L., Segundo, M., Reis, S., & Lima, J. (2008). *Methodological aspects about in vitro evaluation of antioxidant properties*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0003267008003863?via%3Dihub>

- Mandha, J., Shumoy, H., Devaere, J., Schouteten, J., Gellynck, X., De Winne, A., . . . Raes, K. (2022). *Effect of Lactic Acid Fermentation on Volatile Compounds and Sensory Characteristics of Mango (*Mangifera indica*) Juices*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/3/383>
- Mandha, J., Shumoy, H., Matem, A., & Raes, K. (2023). *Characterization of fruit juices and effect of pasteurization and storage conditions on their microbial, physicochemical, and nutritional quality*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S2212429222007945#:~:text=Pasteurization%20may%20negatively%20affect%20juice,conditions%2C%20fruit%20variety%20and%20type>.
- Marín-Arroyo, M. R., & González-Bonilla, S. M. (2022). *Sensory Characterization and Acceptability of a New Lulo (*Solanum quitoense* Lam.) Powder-Based Soluble Beverage Using Rapid Evaluation Techniques with Consumers*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2304-8158/11/19/3129>
- Mena, P., Vegara, S., Martí, N., García-Viguera, C., Saura, D., & Valero, M. (2013). *Changes on indigenous microbiota, colour, bioactive compounds and antioxidant activity of pasteurised pomegranate juice*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23870937/>
- Mendoza-Isaza, N. A., Hoyos-Arbeláez, J. A., & Peláez-Jaramillo, C. A. (2020). *Capacidad antioxidante y contenido de polifenoles totales de extractos de tallo de Stevia rebaudiana en varios modelos in vitro*. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/eia/v17n34/2463-0950-eia-17-34-53.pdf>
- Miller, N., Rice-Evans, C., Davies, M., Gopinathan, V., & Milner, A. (1993). *A Novel Method for Measuring Antioxidant Capacity and its Application to Monitoring the Antioxidant Status in Premature Neonates*. Obtenido de <https://portlandpress.com/clinsci/article-abstract/84/4/407/75963/A-Novel-Method-for-Measuring-Antioxidant-Capacity?redirectedFrom=fulltext>
- Minatel, I., Borges, C., Ferreira, M., Gomez Gomez, H., Chen, C., & Pereira Lima, G. (2017). *Phenolic Compounds: Functional Properties, Impact of Processing and Bioavailability*. Obtenido de <https://www.intechopen.com/chapters/53128>
- Mokhtar, M., Bouamar, S., Di Lorenzo, A., Temporini, C., Daglia, M., & Riazi, A. (2021). *The Influence of Ripeness on the Phenolic Content, Antioxidant and Antimicrobial Activities of Pumpkins (*Cucurbita moschata* Duchesne)*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8231950/>
- Montenegro, L. G. (2015). *Estudio de la inhibición del pardeamiento enzimático por irradiación y de la calidad poscosecha durante el almacenamiento refrigerado de la naranjilla (*Solanum quitoense* Lam.) irradiada*. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/bitstream/15000/12035/1/CD-6621.pdf>
- Moreno, M., Machado, A., Padrón, A., García, D., & Belén, D. (2004). *Evaluación microbiológica y fisicoquímica de bebidas pasteurizadas fortificadas con extractos de*

- desechos desodorizados de naranja*. Obtenido de [https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0004-06222004000300009](https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-06222004000300009)
- Murray, J., & Baxter, I. (2003). *Sensory evaluation: Food acceptability and sensory evaluation*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B012227055X013729>
- Musilova, J., Lidikova, J., Vollmannova, A., Frankova, H., Urminska, D., Bojnanska, T., & Toth, T. (2020). *Influence of Heat Treatments on the Content of Bioactive Substances and Antioxidant Properties of Sweet Potato (Ipomoea batatas L.) Tubers*. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1155/2020/8856260>
- Nahon, D., Navarro, P., Roozen, J., & Posthumus, M. (1998). *Flavor release from mixtures of sodium cyclamate, sucrose, and an orange aroma*. Obtenido de <https://research.wur.nl/en/publications/flavor-release-from-mixtures-of-sodium-cyclamate-sucrose-and-an-o>
- Naspud, M. E. (2018). *Determinación de la capacidad antioxidante de los extractos alcohólicos del fruto de mora (Rubus glaucus Benth) obtenidos con tres pretratamientos térmicos*. Obtenido de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/16411/1/UPS-CT007983.pdf>
- Nicoli, M., Anese, M., & Parpinel, M. (1999). *Influence of processing on the antioxidant properties of fruit and vegetables*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0924224499000230>
- Nile, S., & Park, S. (2014). *Edible berries: bioactive components and their effect on human health*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24012283/>
- NTE INEN 0405. (1988). *Conservas Vegetales. Requisitos generales*. Obtenido de <https://ia902908.us.archive.org/26/items/ec.nte.0405.1988/ec.nte.0405.1988.pdf>
- NTE INEN 1529-10. (2013). *Control microbiológico de los alimentos. Mohos y levaduras viables. Recuentos en placas por siembra en profundidad*. Obtenido de [https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte\\_inen\\_1529-10-1.pdf](https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/nte_inen_1529-10-1.pdf)
- NTE INEN 2 303. (2009). *Frutas frescas. Naranja. Requisitos*. Obtenido de <https://www.normalizacion.gob.ec/buzon/normas/2303.pdf>
- NTE INEN 2 337. (2008). *Jugos, pulpas, concentrados, néctares, bebidas de frutas y vegetales. Requisitos*. Obtenido de [https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B247-2005%252FCXS\\_247s.pdf](https://www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/sh-proxy/es/?lnk=1&url=https%253A%252F%252Fworkspace.fao.org%252Fsites%252Fcodex%252Fstandards%252FCXS%2B247-2005%252FCXS_247s.pdf)
- Obregón, A. J., López Belchí, M. D., & Angeles, D. (2023). *Nutritional and bioactive properties of solanum quitoense Lam: Native fruit from the South American Andes*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/376149518\\_NUTRITIONAL\\_AND\\_BIOACTIVE\\_PROPERTIES\\_OF\\_SOLANUM\\_QUITOENSE\\_LAM\\_NATIVE\\_FRUIT\\_FROM\\_THE\\_SOUTH\\_AMERICAN\\_ANDES](https://www.researchgate.net/publication/376149518_NUTRITIONAL_AND_BIOACTIVE_PROPERTIES_OF_SOLANUM_QUITOENSE_LAM_NATIVE_FRUIT_FROM_THE_SOUTH_AMERICAN_ANDES)

- Olusola , S. (2019). *Variation in nutritional properties of mango (Mangifera indica) juice based on varietal difference and thermal holding time*. Obtenido de [https://researchgate.net/publication/334590086\\_Variation\\_in\\_Nutritional\\_Properties\\_of\\_Mango\\_Mangifera\\_indica\\_Juice\\_Based\\_on\\_Varietal\\_Difference\\_and\\_Thermal\\_Holding\\_Time](https://researchgate.net/publication/334590086_Variation_in_Nutritional_Properties_of_Mango_Mangifera_indica_Juice_Based_on_Varietal_Difference_and_Thermal_Holding_Time)
- Oszmianski, J., & Lachowicz, S. (2021). *Dietary Plant Polyphenols: Effects of Food Processing on Their Content and Bioavailability*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8156030/#:~:text=Pasteurization%20of%20apple%20juice%20by,only%2014.9%25%20%5B71%5D>.
- Pan, X., Wu, J., Zhang , W., Liu , J., Yang, X., Liao, X., . . . Lao, F. (2021). *Effects of sugar matrices on the release of key aroma compounds in fresh and high hydrostatic pressure processed Tainong mango juices*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814620319798>
- Pérez, M., Dominguez-López, I., & Lamuela-Raventós, R. (2023). *The Chemistry Behind the Folin–Ciocalteu Method for the Estimation of (Poly)phenol Content in Food: Total Phenolic Intake in a Mediterranean Dietary Pattern*. Obtenido de <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.3c04022#:~:text=The%20Folin%E2%80%933Ciocalteu%20assay%20is,practical%20considerations%20concerning%20its%20app>lication.
- Peryam, D. R., & Hayness, J. G. (1957). *Prediction of soldiers' food preferences by laboratory methods*. Obtenido de <https://psycnet.apa.org/record/1958-01029-001>
- Petruzzi, L., Campaniello, D., Speranza, B., Corbo, M., Sinigaglia, M., & Bevilacqua, A. (2017). *Thermal Treatments for Fruit and Vegetable Juices and Beverages: A Literature Overview*. Obtenido de <https://ift.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1541-4337.12270>
- Pino Hernández, E., Serrada, A., & Farías, C. (2017). *Efecto del proceso de esterilización en conservas de atún al natural*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/132798282.pdf>
- Pinto, S. P. (2015). *“Estudio de factibilidad para la instalacion de una planta artesanal procesadora de la naranjilla (solanum quitoense lam.) Producida por agricultores de la parroquia rio verde, provincia tungurahua”*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/9354/1/AL%20553.pdf>
- Posadas, A. M. (2009). *Determinación de errores y tratamientos de datos*. Obtenido de <https://w3.ual.es/~aposadas/TeoriaErrores.pdf>
- Prasad, K., Jacob, S., & Siddiqui, M. (2018). *Fruit maturity, harvesting, and Quality Standards*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128098073000020>
- Pyrzynska, K., & Pełkal, A. (2013). *Application of free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) to estimate the antioxidant capacity of food samples*. Obtenido de <https://pubs.rsc.org/en/content/articlelanding/2013/ay/c3ay40367j>

- Quiñones, M., Miguel, M., & Aleixandre, A. (2012). *Los polifenoles, compuestos de origen natural con efectos saludables sobre el sistema cardiovascular*. Obtenido de [https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/09\\_revision\\_08.pdf](https://scielo.isciii.es/pdf/nh/v27n1/09_revision_08.pdf)
- Ramírez-Navas, J. S. (2012). *Análisis sensorial: Pruebas orientadas al consumidor*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/profile/Juan-Ramirez-Navas/publication/257890512\\_Analisis\\_sensorial\\_pruebas\\_orientadas\\_al\\_consumidor/links/00b495260e24536e05000000/Analisis-sensorial-pruebas-orientadas-al-consumidor.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Juan-Ramirez-Navas/publication/257890512_Analisis_sensorial_pruebas_orientadas_al_consumidor/links/00b495260e24536e05000000/Analisis-sensorial-pruebas-orientadas-al-consumidor.pdf)
- Ramos dos Reis, L., Pesamosca Facco, E., Hickmann Flôres, S., & de Oliveira Rios, A. (2017). *Stability of functional compounds and antioxidant activity of fresh and pasteurized orange passion fruit (Passiflora caerulea) during cold storage*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0963996918300206>
- Rapisarda, P., Tomaino, A., Lo Cascio, R., Bonina, F., De Pasquele, A., & Saija, A. (1999). *Antioxidant effectiveness as influenced by phenolic content of fresh orange juices*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/10552879/>
- Ribas-Agustí, A., Martín-Belloso, O., Soliva-Fortuny, R., & Elez-Martínez, P. (2017). *Food processing strategies to enhance phenolic compounds bioaccessibility and bioavailability in plant-based foods*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28609142/>
- Rivera, K. G. (2013). *Efecto de la luz UV-C en la inocuidad y calidad de la naranjilla (Solanum quitoense) mínimamente procesada*. Obtenido de [http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5037/1/53838\\_1.pdf](http://repositorio.ute.edu.ec/bitstream/123456789/5037/1/53838_1.pdf)
- Rojas, N. (2014). *Naranjilla Fruto Andino*. Obtenido de <https://lanaranjilla.blogspot.com/2014/05/caracteristicas.html>
- Ruiz-Capillas, C., & Herrero, A. (2021). *Sensory Analysis and Consumer Research in New Product Development*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8001375/>
- Salinas, G. V. (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*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/3332/1/TA0262.pdf>
- Sánchez-Moreno, C., Plaza, L., de Ancos, B., & Cano, M. (2006). *Nutritional characterisation of commercial traditional pasteurised tomato juices: carotenoids, vitamin C and radical-scavenging capacity*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814605005789>
- Scalzo, J., Politi, A., Pellegrini, N., Mezzetti, B., & Battino, M. (2005). *Plant genotype affects total antioxidant capacity and phenolic contents in fruit*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15723750/>
- Schaich, K., Tian, X., & Xie, J. (2015). *Document details - Hurdles and pitfalls in measuring antioxidant efficacy: A critical evaluation of ABTS, DPPH, and ORAC assays*.

- Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84926307250&origin=inward&txGid=516f08762d7e1286f88bb3b832a88153>
- Shahidi, F., & Ho, C.-T. (2005). *Phenolics in food and natural health products: an overview*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/279410268\\_Phenolics\\_in\\_Food\\_and\\_Natural\\_Health\\_Products\\_An\\_Overview](https://www.researchgate.net/publication/279410268_Phenolics_in_Food_and_Natural_Health_Products_An_Overview)
- Shubham , J., Gouthami , Y., Manjunath , R., & Abhishek , T. (2023). *Maturity indices for fruits and vegetables*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/376482035\\_Maturity\\_Indices\\_for\\_Fruits\\_and\\_Vegetables](https://www.researchgate.net/publication/376482035_Maturity_Indices_for_Fruits_and_Vegetables)
- Silva , R., Gomes , A., Rolim , R., Freitas , W., Fonseca , J., & André , H. (2013). *Sensory profile and physicochemical characteristics of mango nectar sweetened with high intensity sweeteners throughout storage time*. Obtenido de <https://core.ac.uk/download/pdf/82301272.pdf>
- Tian, X., & Schaich, K. (2013). *Document details - Effects of molecular structure on kinetics and dynamics of the Trolox equivalent antioxidant capacity assay with ABTS*. Obtenido de <https://www.scopus.com/record/display.uri?eid=2-s2.0-84879005169&origin=inward&txGid=968a6bc32505d23dd7c4fb5fcd69c6da>
- Tomás-Barberán, F., & Espín, J. (2001). *Phenolic compounds and related enzymes as determinants of quality in fruits and vegetables*. Obtenido de <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/jsfa.885>
- Torres, P. E. (2020). *Evaluación del comportamiento poscosecha de dos híbridos de naranjilla (Solanum quitoense L.) conservados a diferentes condiciones de almacenamiento*. Obtenido de <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/21570/1/T-UCE-0004-CAG-277.pdf>
- Toydemir, G., Subasi, B., Hall, R., Beekwilder, J., Boyacioglu, D., & Capanoglu, E. (2022). *Effect of food processing on antioxidants, their bioavailability and potential relevance to human health*. Obtenido de <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9194584/#b0425>
- Tsao, R. (2010). *Chemistry and Biochemistry of Dietary Polyphenols*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/2072-6643/2/12/1231>
- Valencia , C., & Guevara , A. (2013). *Elaboración de néctar de zarzamora (Rubus fruticosusL.)*. Obtenido de <https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/scientiaagrop/article/view/227/219>
- Velázquez, A. (2018). *Investigación experimental: Qué es, tipos y cómo realizarla*. Obtenido de <https://www.questionpro.com/blog/es/investigacion-experimental/>
- Verghese, M., Willis, S., Boateng, J., Gomaa, A., & Kaur, R. (2021). *Effect of Food Processing on Antioxidant Potential, Availability, and Bioavailability*. Obtenido de <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/33492989/>

- Vigneau, E., Endrizzi, I., & Qannari, E. (2011). *Finding and explaining clusters of consumers using the CLV approach*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0950329311000139>
- Vilcaguano, S. I. (2013). *Estudio del efecto de la aplicación de pulsos eléctricos de alta intensidad de campo sobre la actividad enzimática del néctar de naranjilla (Solanum quitoense lam)*. Obtenido de <https://repositorio.uta.edu.ec/bitstream/123456789/6736/1/AL%20523.pdf>
- Watts, B. M., Ylimaki, G. L., Jeffery, L. E., & Elias, L. G. (1989). *Basic Sensory Methods for Food Evaluation*. Obtenido de <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=1753372>
- Wold, S., Sjöström, M., & Eriksson, L. (2001). *PLS-regression: a basic tool of chemometrics*. Obtenido de [https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169743901001551#:~:text=PLS%2Dregression%20\(PLSR\)%20is,structure%20of%20X%20and%20Y](https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0169743901001551#:~:text=PLS%2Dregression%20(PLSR)%20is,structure%20of%20X%20and%20Y).
- Yatim-Harkous, A. (2019). *Efecto de los polifenoles en el tratamiento de la esclerosis múltiple*. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6926204.pdf>
- Youcef, A. (2018). *Preparations of Fruit Nectars from Fresh Fruit Juices- Analyses before and after Storage*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/327578850\\_Preparations\\_of\\_Fruit\\_Nectars\\_from\\_Fresh\\_Fruit\\_Juices-\\_Analyses\\_before\\_and\\_after\\_Storage](https://www.researchgate.net/publication/327578850_Preparations_of_Fruit_Nectars_from_Fresh_Fruit_Juices-_Analyses_before_and_after_Storage)
- Zayapor, M. N., Abdullah, A., & Wan mustapha, W. A. (2021). *Influence of sugar concentration and sugar type on the polyphenol content and antioxidant activity in spiced syrup preparation*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/354596681\\_Influence\\_of\\_sugar\\_concentration\\_and\\_sugar\\_type\\_on\\_the\\_polyphenol\\_content\\_and\\_antioxidant\\_activity\\_in\\_spiced\\_syrup\\_preparation](https://www.researchgate.net/publication/354596681_Influence_of_sugar_concentration_and_sugar_type_on_the_polyphenol_content_and_antioxidant_activity_in_spiced_syrup_preparation)
- Zhang, D., & Hamauzu, Y. (2004). *Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking*. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814604001517>
- Zlatic, E., Pichler, A., & Kopjar, M. (2017). *Disaccharides: Influence on Volatiles and Phenolics of Sour Cherry Juice*. Obtenido de <https://www.mdpi.com/1420-3049/22/11/1939>
- Zoro, A., Touré, A., Miezán, B., Seydou, K., Soro, Y., & Coulibaly, A. (2021). *Valorization in nectars of pulps from two mangoes varieties (Amelie and Kent) upgraded by exporting companies in Northern Côte d'Ivoire*. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/367946669\\_ValORIZATION\\_in\\_nectars\\_of\\_pulps\\_from\\_two\\_mangoes\\_varieties\\_Amelie\\_and\\_Kent\\_upgraded\\_by\\_exporting\\_companies\\_in\\_Northern\\_Cote\\_d'Ivoire](https://www.researchgate.net/publication/367946669_ValORIZATION_in_nectars_of_pulps_from_two_mangoes_varieties_Amelie_and_Kent_upgraded_by_exporting_companies_in_Northern_Cote_d'Ivoire)

## ANEXOS

### Anexo 1

#### Factores y descripción de tratamientos en estudio

##### Factor A:

#### Tabla 27

*Concentración del néctar de naranjilla*

---

<b>Factor A</b>	
<b>Nomenclatura</b>	<b>Concentración</b>
C1	12 °Brix
C2	16 °Brix
C3	20 °Brix

---

##### Factor B:

#### Tabla 28

*Variedades de naranjilla*

---

<b>Factor B</b>	
<b>Nomenclatura</b>	<b>Variedad</b>
V1	INIAP-Quitoense 2009
V2	Agria ( <i>Solanum quitoense</i> Lam var. quitoense)

---

**Tabla 29***Descripción de Tratamientos en Estudio*

<b>Factores</b>			
<b>Tratamientos</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>Interacciones</b>
T1	C1	V1	C1V1
T2	C2	V2	C2V2
T3	C3	V1	C3V1
T4	C1	V2	C1V2
T5	C2	V1	C2V1
T6	C3	V2	C3V2

**Anexo 2****Estandarización de la materia prima**

Una vez diferenciado los grupos, se procedió a tomar las muestras a través de la aleatorización # y se toman tres muestras, ya que por convenio o habitualmente éste es el mínimo de muestras que se debe tomar. Para conocer si las muestras tomadas representan a toda la población, se realizará en base al libro de teoría de errores de Chinchilla (2009) en donde establece lo siguiente:

- A las muestras tomadas se debe realizar tres mediciones y calcular su valor medio ( $\bar{x}$ ).
- Luego se debe determinar la dispersión (D) la cual es la diferencia entre los valores extremos de las medidas (Valor máximo – Valor mínimo).
- Finalmente se calcula el porcentaje de dispersión (T). La cual se obtiene dividiendo la dispersión(D) para el valor medio de las medidas ( $\bar{x}$ ) y multiplicado por cien.

Con estos parámetros se pasa a la tabla 30, que establece los pormenores que pueden darse.

**Tabla 30***Especificación para la toma de muestras*

<b>T</b>	<b>N</b>
$T \leq 2\%$	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

- **Determinación de los sólidos solubles totales**

Los sólidos solubles se midieron de acuerdo con el método AOAC Official Methods 932.14-1980 (Henshall, 2012). Se colocaron dos gotas de muestra de jugo naranjilla en el refractómetro, calibrado con agua destilada. Luego se observó a través del ocular guiando hacia una fuente de luz. En el campo visual se observará una transición de un claro a un oscuro, en donde se pudo visualizar la cantidad de sólidos disueltos en la muestra expresados en °Brix (Andrimba, 2022).

- **Determinación de pH**

La determinación del pH se realizó de acuerdo con la metodología AOAC 918.12, mediante la inmersión de los electrodos del potenciómetro Jenway (modelo 3510) calibrados con buffer de pH 4 y 7 en una muestra de naranjilla triturada (Andrimba, 2022).

- **Determinación de acidez titulable**

La acidez titulable se determinó de acuerdo con el método AOAC Official Methods 964.07-1990 (Henshall, 2012). En 10 ml de muestra se adicionan 90 ml de agua destilada en un vaso de precipitación, posteriormente se añade 3 gotas de fenolftaleína al 1% como indicador. La solución se titula con hidróxido de sodio a 0.1N hasta realizar el cambio de color a una tonalidad rosa (Andrimba, 2022).

Los resultados se expresarán en base al porcentaje del ácido predominante de la naranjilla (ácido cítrico) como se detalla en la siguiente ecuación.

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

Donde:

V= Volumen gastado (ml) de hidróxido de sodio

N= Normalidad del hidróxido de sodio (0.1N)

C= Factor del ácido predominante en la fruta (0.064)

M= Volumen de la muestra

### **Anexo 3**

#### **Descripción del proceso de elaboración del néctar de naranjilla enlatado**

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

Las naranjillas de las variedades INIAP-Quitoense 2009 y Agria (*Solanum quitoense* Lam. var quitoense) se trasladaron en costales al laboratorio de Unidades Edu – Productivas de la Universidad Técnica del Norte. Se procedió a colocar en gavetas plásticas y pesar (Figura 25 y Figura 26).

## Figura 25

*Pesado de naranjilla de la variedad INIAP-Quitoense 2009*



## Figura 26

*Pesado de naranjilla de la variedad Agria*



- **Selección**

Esta operación se ejecutó con el fin de seleccionar los frutos que se encuentren en los estados de madurez 5 (Figura 27 y Figura 28), tomando como referencia la NTE INEN 2 303. Considerando como no aptos para el proceso aquellos que presenten indicios de daños físicos y/o microbiológicos.

**Figura 27**

*Selección de naranjilla de la variedad INIAP-Quitoense 2009*



**Figura 28**

*Selección de naranjilla de la variedad Agria*



- **Lavado**

Se procedió a lavar las frutas en una mesa de acero inoxidable con agua potable, eliminando los pedúnculos y residuos de suciedad presentes en las mismas (Figura 29 y Figura 30).

### **Figura 29**

*Lavado de naranjilla de la variedad INIAP-Quitoense 2009*



### **Figura 30**

*Lavado de naranjilla de la variedad Agria*



- **Escurrido**

Una vez realizado el proceso de lavado de la materia prima, se procedió con el escurrido. Este paso consistió en eliminar el exceso de agua presente en las frutas, asegurando así que estén en condiciones óptimas para los siguientes pasos de procesamiento.

- **Escaldado**

Con esta operación se inactiva las enzimas que podrían deteriorar la fruta y se reduce la carga microbiana que contribuyen con el deterioro de esta. Este proceso térmico consistió en la inmersión de la fruta en agua a una temperatura promedio de entre 85 y 92 °C por un tiempo

de 10 minutos (Figura 31 y Figura 32), posteriormente la fruta fue enfriada rápidamente con agua a 10 °C (FAO, 2013).

### **Figura 31**

*Escaldado de naranjilla de la variedad INIAP-Quitoense 2009*



### **Figura 32**

*Escaldado de naranjilla de la variedad Agria*



- **Enfriamiento**

Se llevó a cabo un enfriamiento rápido de los frutos hasta alcanzar la temperatura ambiente. Este paso es crucial para garantizar la calidad y seguridad del producto final, de no realizarse se fomenta la proliferación de microorganismos termófilos. Estos microorganismos pueden comprometer la calidad del néctar, causando fermentación y deterioro.

- **Pelado**

El pelado se lo realizó de forma manual, con la ayuda de un cuchillo, por el estado de madurez de la fruta, fue más fácil el desprendimiento de la cáscara (Figura 33).

**Figura 33**

*Pelado de la naranjilla*



- **Pulpeado**

Este proceso consiste en obtener la pulpa, libre de semillas y fibra (Figura 34).

**Figura 34**

*Pulpeado de la naranjilla*



- **Refinado**

La operación implica reducir el tamaño de las partículas de la pulpa mediante un tamiz, lo que le proporciona una apariencia más uniforme y homogénea. Este proceso es esencial para

asegurar una textura suave y consistente en el néctar, facilitando su posterior manejo y mejorando su aceptación por parte de los consumidores.

- **Pesado 2**

Se procedió a pesar la pulpa para dosificar los diferentes porcentajes de agua, azúcar, conservante y estabilizante en base a la fórmula del néctar (Figura 35).

**Figura 35**

*Pesado de la pulpa de naranjilla*



- **Estandarizado y homogeneizado**

En esta operación se realizó la mezcla de todos los ingredientes que constituyen el néctar de naranjilla y se remueve la mezcla hasta lograr la completa disolución de todos los ingredientes (Figura 36).

**Figura 36**

*Estandarizado y homogeneizado del néctar de naranjilla*



- **Concentración**

Esta operación se realizó con la finalidad de alcanzar las concentraciones de 12, 16 y 20 °Brix, para ello fue necesario el uso de un refractómetro manual. Una vez se tuvo la concentración deseada se procedió a separar la espuma que se forma en la superficie.

- **Envasado**

El volumen o capacidad de la lata es de aproximadamente 750 ml por lo cual se tomó en cuenta el espacio de cabeza 10% de la lata (Figura 37).

**Figura 37**

*Envasado del néctar de naranjilla*



- **Exhausting**

El exhausting se llevó a cabo colocando las latas con las tapas sobre puestas en un equipo esterilizador, con vapor a una temperatura de 95 ° C durante 15 minutos. La operación se realizó para eliminar el oxígeno o el aire circulante del recipiente y así asegurar la formación de vacío.

- **Sellado y esterilizado**

Se sellaron las latas herméticamente, utilizando una selladora manual y se procedió a realizar el tratamiento térmico de los envases a una temperatura de 93°C durante un período de 20 minutos (Figura 38).

## Figura 38

### *Sellado de las latas*



- **Almacenamiento**

Se almacenó a temperatura ambiente, evitando que el enlatado reciba rayos de sol, temperaturas altas y ventilación directamente, evitando de esta forma, alterar al producto y a los factores en estudio.

## Anexo 4

### Cálculos de formulación para néctar de naranjilla

Figura 39

#### Formulación para néctar de naranjilla

Relación 1:5 (Pulpa:Agua)		
Pulpa	Agua	PTP
1680	8400	10080
BF: °Brix de la fruta		
BA: °Brix del azúcar=100		
XAF: Fracción de azúcar de la fruta		
PF: peso de la fruta		
PA: peso de azúcar		
PAF: Peso de azúcar aportado por la fruta		
PTA: Peso total de azúcar en el producto		
BP: °Brix del producto		
XAP: Fracción de azúcar en el producto		
XAA: Fracción de azúcar en el azúcar=1		
PTP: Peso total de producto		
9,50 °Brix de la pulpa		
BF	9,50	°Brix
XAF	0.10	
PAF	159,60	g
BP	9,00	°Brix
<b>Solución</b>		
<b>Primera aproximación</b>		
PTP	10080,00	
XAP	0,09	
PTA	907,20	g (para lograr los 12°Brix)
PA	747,60	g (agregar azúcar a 1)
Peso del producto	10827,60	
10827,60	100,00	
907,20 x		
8,38		°Brix del producto
<b>Segunda aproximación</b>		
PTP	10827,60	
XAP	0,09	
PTA	974,48	g (para lograr los 12°Brix)
PA	67,28	g (agregar azúcar a 2)
Peso del producto	10894,88	
10894,88	100,00	
974,48 x		
8,94		°Brix del producto
<b>Tercera Aproximación</b>		
PTP	10894,88	
XAP	0,09	
PTA	980,54	g (para lograr los 12°Brix)
PA	6,06	g (agregar azúcar a 3)
Peso del producto	10900,94	
10900,94	100,00	
980,54 x		
9,00		°Brix del producto
<b>Cuarta aproximación</b>		
PTP	10900,94	
XAP	0,09	
PTA	981,08	g (para lograr los 12°Brix)
PA	0,55	g (agregar azúcar a 4)
Peso del producto	10901,48	
10901,48	100,00	
981,08 x		
9,00		°Brix del producto
Azúcar a añadir	821,48	
Pulpa	1680	
Agua	8400	
CMC (0,07%)	7,63	
Sorbato de Potasio (0,04%)	4,36	
Total	10901,48	
Peso del néctar	9012,26	
Cantidad de Latas	12,02	

## Anexo 5

### Materiales, equipos, reactivos y software

**Tabla 31**

*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	
Cocina	Tubos falcom	Balanza de reloj	ABTS	
Gas	Gotero	Equipos de titulación	Persulfato de potasio	
	Soporte universal		Metanol grado reactivo al 99.5%	
	Papel filtro		Acetona ACS 99.5%	
	Gradillas		Ácido Gálico monohidratado, sigma G 8647	
	Mortero		Reactivo de Folin & Ciocalteu	
			Carbonato de Sodio 99.5%	

## Anexo 6

### Ficha técnica para análisis sensorial

#### Figura 40

*Ficha técnica para prueba hedónica de 9 puntos*

**Nombre:**

**Fecha:**

#### INSTRUCCIONES

Frente a usted se presentan cuatro muestras de néctar de naranjilla. Por favor, observe y pruebe cada una de ellas, yendo de izquierda a derecha. Indique el grado en que le gusta o le disgusta cada atributo de cada muestra, de acuerdo con el puntaje/categoría, escribiendo el número correspondiente en la línea del código de la muestra.

Puntaje	Categoría	Puntaje	Categoría
1	me disgusta extremadamente	6	me gusta levemente
2	me disgusta mucho	7	me gusta moderadamente
3	me disgusta moderadamente	8	me gusta mucho
4	me disgusta levemente	9	me gusta extremadamente
5	no me gusta ni me disgusta		

CÓDIGO	Calificación para cada atributo			
	OLOR	COLOR	SABOR	CONSISTENCIA

## Anexo 7

### Análisis microbiológico del néctar de naranjilla enlatado

#### Figura 41

*Siembra de las muestras de néctar de naranjilla enlatado de los seis tratamientos*



**Figura 42**

*Análisis microbiológico de mohos y levaduras, tratamiento 1*



**Figura 43**

*Análisis microbiológico de mohos y levaduras, tratamiento 2*



**Figura 44**

*Análisis microbiológico de mohos y levaduras, tratamiento 3*



**Figura 45**

*Análisis microbiológico de mohos y levaduras, tratamiento 4*



**Figura 46**

*Análisis microbiológico de mohos y levaduras, tratamiento 5*



**Figura 47**

*Análisis microbiológico de mohos y levaduras, tratamiento 6*

