



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS**

**AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**INFORME FINAL DEL TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR,**

**MODALIDAD TESIS**

**TEMA:**

**“Evaluación del efecto del grado de precocción y pH del líquido de cobertura sobre las características fisicoquímicas y funcionales de la mashua amarilla (*tropaeolum tuberosum*) enlatada”**

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

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**Línea de Investigación: Soberanía, seguridad e inocuidad alimentaria sustentable.**

**Autora: Aguilar Imbaquingo María Esther**

**Director: Ing. Nicolás Sebastián Pinto Mosquera, M. Sc.**

**Ibarra-2023**



# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## BIBLIOTECA UNIVERSITARIA

### AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN

#### A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## 1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA

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

DATOS DE CONTACTO	
<b>CÉDULA DE IDENTIDAD:</b>	1004158190
<b>APELLIDOS Y NOMBRES:</b>	Aguilar Imbaquingo María Esther
<b>DIRECCIÓN:</b>	Comunidad "San Francisco de la Rinconada"-Otavalo
<b>EMAIL</b>	<a href="mailto:meaguilari@utn.edu.ec">meaguilari@utn.edu.ec</a>
<b>TELÉFONO:</b>	0939269859

DATOS DE LA OBRA	
<b>TÍTULO:</b>	Evaluación del grado de precocción y pH del líquido de cobertura sobre las características fisicoquímicas y funcionales de la mashua amarilla ( <i>tropaeolum tuberosum</i> ) enlatada.
<b>AUTOR (A):</b>	Aguilar Imbaquingo María Esther
<b>FECHA:</b>	2023/04/24
<b>PROGRAMA:</b>	<input checked="" type="checkbox"/> PREGRADO <input type="checkbox"/> POSGRADO
<b>TÍTULO POR EL QUE OPTA:</b>	Ingeniera Agroindustrial
<b>DIRECTOR:</b>	Ing. Nicolás Pinto MSc.

## 2. CONSTANCIAS

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

Ibarra, a los veinticuatro días del mes de abril del 2023.

LA AUTORA:

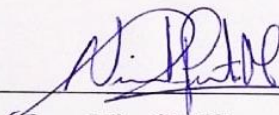


---

Aguilar Imbaquingo María Esther

## CERTIFICACIÓN

Certifico que el presente trabajo fue realizado por la Srta. Aguilar Imbaquingo María Esther, con cédula de ciudadanía 1004158190, bajo mi supervisión.



---

Ing. Nicolás Pinto, MSc.

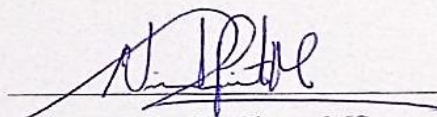
CC: 1712640935



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AMBIENTALES**  
**Y AGROPECUARIAS**

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

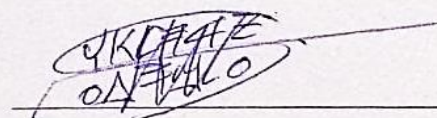
El comité calificador del trabajo de Integración Curricular “Evaluación del efecto del grado de precocidad y pH del líquido de cobertura sobre las características fisicoquímicas y funcionales de la mashua amarilla (*Tropaeolum Tuberosum*) enlatada” elaborado por la Srta. Aguilar Imbaquingo María Esther, 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.

**DIRECTOR**

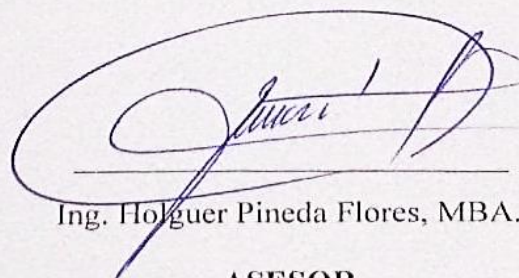
CC: 1712640935



Bioq. Valeria Olmedo, MSc.

**ASESORA**

CC: 1714505078



Ing. Holguer Pineda Flores, MBA.

**ASESOR**

CC: 1001672730

## AGRADECIMIENTO

*En primer lugar, agradezco a Dios por ser mi eterna fortaleza e inspiración quien ha guiado mi vida para salir adelante a pesar de las adversidades. Cada paso que he dado no ha carecido de su protección y amor.*

*Expreso mi agradecimiento a la hermosa UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE por abrirme sus puertas y darme la oportunidad de seguir mi carrera profesional.*

*También quiero expresar un sincero agradecimiento a mi director de tesis Ing. Nicolás Pinto por su tiempo y guía en el desarrollo de este trabajo. De igual forma a mis opositores Ing. Valeria Olmedo e Ing. Holger Pineda Flores, por sus valiosas aportaciones en el desarrollo de este estudio.*

*A todos los docentes que me impartieron sus grandiosos conocimientos durante mi trayectoria universitaria.*

*A mis amados padres, Francisco y Mercedes por todo su apoyo, amor y comprensión, de quienes admirare siempre su gran esfuerzo y los valores que me han inculcado.*

*Igualmente, quiero agradecer a todos mis queridos hermanos que son grandes ejemplos de esfuerzo y perseverancia, especialmente a mi hermanito Cristian por su apoyo incondicional a pesar de la distancia y ser como un padre para mí, gracias por todo.*

*A mis amigos Naty, Alex y Pao, gracias por todos los momentos compartidos durante nuestra bonita carrera; en especial a Dome y Osmar quienes estuvieron apoyándome hasta el final. De la misma manera a mis demás compañeros y amigos, que tuve la grata oportunidad de conocerlos.*

**María Esther**

## DEDICATORIA

*Llena de dicha y amor, este trabajo se lo dedico a Dios, a toda mi familia e Inti, quienes aportaron todos con un granito de arena para llegar a culminar esta etapa en mi vida.*

*Además, a mis mejores amigas Faby y Jime quienes mediante sus consejos, apoyo y amistad sincera que traspasa años son como mis hermanas, particularmente a mi querida Befys, gracias por haber estado siempre para mí, incluso en los momentos más difíciles.*

*Por último, a BTS por ser mi fuente de inspiración, quienes me hicieron resurgir, me rescataron y se convirtieron en una de mis mayores motivaciones sobre la perseverancia, constancia, la humildad y el éxito ~Run bulletproof.*

***María Esther***

## RESUMEN

La mashua es un tubérculo andino cuya producción se concentra en las zonas rurales y Sierra centro del Ecuador, tiene un excelente valor nutricional y su consumo aporta beneficios a la salud debido a su composición química y funcional. Sin embargo, los productores tienen problemas de expandir su comercialización debido a su escasa difusión y su corta vida de anaquel. El objetivo de la presente investigación se centró en evaluar el efecto que causa los parámetros establecidos del proceso de enlatado sobre las características fisicoquímicas (pH, acidez titulable, sólidos solubles, color) y funcionales (capacidad antioxidante) de la mashua amarilla. En búsqueda de la mejor condición de procesamiento se controlaron los factores de tiempo de escaldado (5, 7 y 9 min) y pH del líquido de cobertura (2,4 y 2,8), utilizando un Diseño Completamente al Azar AxB. En la caracterización de la materia prima utilizada se determinó un contenido de sólidos solubles 8,8 °Brix, pH 6,8, acidez titulable 0,12% y capacidad antioxidante 63,48  $\mu\text{mol Trolox /g}$ . Los resultados demostraron que hubo interacción entre los factores e influyen sobre las variables mencionadas, también se evidenció que, el tratamiento (T5) conservó un mayor valor de capacidad antioxidante (53,81  $\mu\text{mol Trolox /g}$ ) que es el 84,7 % del contenido inicial. Concluyendo que, a mayor tiempo de escaldado y menor pH del líquido de cobertura, mayor fue la retención de la capacidad antioxidante. En adición, se logró adecuar la materia prima a una nueva presentación que podría mejorar su comercialización y consumo.

**Palabras clave:** mashua, enlatados, pH, escaldado, capacidad antioxidante, conservación.



## ABSTRACT

Mashua is an Andean tuber whose production is concentrated in rural areas of the central highlands of Ecuador, it has an excellent nutritional value, and its consumption provides health benefits due to its chemical and functional composition. However, producers have problems expanding their commercialization caused of its scarce diffusion and short shelf life. The objective of this research was to evaluate the established parameters of the canning process, and its effect on the physicochemical (pH, titratable acidity, soluble solids, color) and functional (antioxidant capacity) characteristics of yellow mashua. In search of the best processing condition, the factors of blanching time (5, 7, and 9 min) and the covering liquid pH (2,4 and 2,8) were controlled using a completely randomized design AxB. In the characterization of the raw material used content of soluble solids 8,8 °Brix, pH 6,8, titratable acidity 0,12%, and antioxidant capacity 63,48  $\mu\text{mol Trolox /g}$  were determined. The results showed that there was an interaction between the factors and influence on the variables mentioned, it was also evidenced that the treatment (T5) retained a higher value of antioxidant capacity (53,81  $\mu\text{mol Trolox /g}$ ) which is 84,7% of the initial content. It was concluded that the longer the blanching time and the lower pH of the covering liquid, the greater the retention of antioxidant capacity. In addition, it was possible to adapt the raw material to a new presentation that could improve its commercialization and consumption.

**Keywords:** mashua, canning process, pH, blanching, antioxidant capacity, conservation.

## ÍNDICE DE CONTENIDO

ÍNDICE DE TABLAS.....	13
ÍNDICE DE FIGURAS.....	14
ÍNDICE DE ANEXOS.....	16
INTRODUCCIÓN.....	17
Problema .....	17
Justificación.....	18
Objetivos .....	19
General .....	19
Específicos.....	19
Capítulo 1: Marco Teórico.....	20
1.1. Mashua ( <i>Tropaeolum Tuberosum</i> ) .....	20
1.1.1. <i>Generalidades</i> .....	20
1.1.2. <i>Clasificación taxonómica</i> .....	21
1.1.3. <i>Composición nutricional</i> .....	21
1.2. Variables de caracterización de la materia prima .....	24
1.2.1. <i>Color</i> .....	24
1.2.2. <i>Sólidos solubles totales</i> .....	24
1.2.3. <i>Acidez titulable</i> .....	25
1.2.4. <i>pH</i> .....	25
1.2.5. <i>Propiedades nutritivas y funcionales de la mashua</i> .....	25
1.3. Cultivo de la mashua en el ecuador .....	27
1.4. Agro industrialización de la mashua .....	28
1.4.1. <i>Yogurt de mashua</i> .....	28
1.4.2. <i>Harina de mashua</i> .....	28
1.4.3. <i>Bebidas</i> .....	28
1.4.4. <i>Té de mashua</i> .....	29
1.5. Conservación de alimentos.....	29
1.5.1. <i>Métodos de conservación</i> .....	29
1.6. Escaldado.....	31
1.7. Enlatados .....	32
1.7.1. <i>Tecnología de conservación de alimentos en envases metálicos</i> .....	33

1.7.2. <i>Conservación por acidificación</i> .....	34
1.7.3. <i>Conservantes para alimentos enlatados</i> .....	35
1.7.4. <i>Vida útil de los enlatados</i> .....	38
1.7.5. <i>Características de alimentos enlatados no aptos para consumo</i> .....	39
1.7.6. <i>Almacenamiento</i> .....	40
1.7.7. <i>Requisitos para la elaboración de alimentos enlatados</i> .....	40
1.7.7.1. <i>Requisitos complementarios de envasado</i> .....	41
1.8. <i>Esterilización térmica</i> .....	42
1.9. <i>Clostridium botulinum</i> .....	42
1.9.1. <i>Botulismo de transmisión alimentaria</i> .....	43
1.10. <i>Consumo de alimentos enlatados en el ecuador</i> .....	44
1.11. <i>Conservas de tubérculos</i> .....	45
1.12. <i>Costos de producción</i> .....	46
Capítulo 2: <i>Materiales y Métodos</i> .....	48
2.1. <i>Caracterización del área de estudio</i> .....	48
2.1.1. <i>Ubicación</i> .....	48
2.2. <i>Materiales y equipos</i> .....	48
2.3. <i>Hipótesis</i> .....	49
2.3.1. <i>hipótesis alternativa</i> .....	49
2.3.2. <i>Hipótesis nula</i> .....	50
2.4. <i>Metodología de la experimentación</i> .....	50
2.4.1. <i>Establecimiento de la propiedades fisicoquímicas y funcionales de la materia prima</i> ..	50
2.4.2. <i>Factores en estudio</i> .....	51
2.4.4. <i>Diseño experimental</i> .....	52
2.4.5. <i>Características de la unidad experimental</i> .....	52
2.4.6. <i>Variables de evaluación</i> .....	52
2.4.7. <i>Análisis funcional</i> .....	52
2.4.8. <i>Esquema del análisis estadístico</i> .....	53
2.5. <i>Método del procesamiento</i> .....	53
2.5.1. <i>Diagrama del proceso de enlatado de la mashua</i> .....	53
2.5.2. <i>Descripción del proceso</i> .....	54

2.6. Métodos analíticos .....	61
2.6.1. <i>Determinación de pH</i> .....	61
2.6.2. <i>Determinación de sólidos solubles totales</i> .....	62
2.6.3. <i>Determinación de acidez titulable</i> .....	62
2.6.4. <i>Determinación de capacidad antioxidante por el método ABTS</i> .....	63
2.6.5. Determinación de color .....	66
2.7. Análisis del costo de producción .....	67
2.7.1. <i>Costos directos</i> .....	68
2.7.2. <i>Costos indirectos</i> .....	68
Capítulo 3: Resultados y Discusiones.....	70
3.1. Establecimiento de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la mashua en estado fresco.....	70
3.2. Efecto del grado de precocción y el líquido de cobertura sobre las características fisicoquímicas y funcionales del producto final.....	73
3.2.1. <i>Contenido de sólidos solubles totales en la mashua enlatada</i> .....	73
3.2.2. <i>Acidez en la mashua enlatada</i> .....	75
3.2.3. <i>pH de la mashua enlatada</i> .....	78
3.2.4. <i>Capacidad antioxidante de la mashua enlatada</i> .....	81
3.2.5. <i>Color de la mashua enlatada</i> .....	85
3.3. Análisis de costos del producto final .....	90
4.3.1. <i>Balance de materiales y rendimiento</i> .....	91
4.3.3. <i>Determinación del costo de elaboración de la mashua amarilla enlatada</i> .....	92
Conclusiones y Recomendaciones.....	97
Conclusiones .....	97
Recomendaciones .....	98
Bibliografía.....	99
Anexos.....	110

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. <i>Clasificación Taxonómica de la mashua</i> .....	21
Tabla 2. <i>Composición química de la mashua</i> .....	22
Tabla 3. <i>Variedades de la mashua</i> .....	23
Tabla 4. <i>Producción Nacional de la mashua</i> .....	27
Tabla 5. <i>Vida útil de los alimetros enlatados</i> .....	39
Tabla 6. <i>Características ambientales de la localización del experimento</i> .....	48
Tabla 7. <i>Equipos y materiales utilizados</i> .....	49
Tabla 8. <i>Estudio de las características fisicoquímicas de materia prima</i> .....	50
Tabla 9. <i>Tiempo de precocción</i> .....	51
Tabla 10. <i>pH del líquido de cobertura</i> .....	51
Tabla 11. <i>Combinaciones de los tratamientos</i> .....	52
Tabla 12. <i>Análisis de varianza</i> .....	53
Tabla 13. <i>Preparación de doluciones patrón trolox</i> .....	65
Tabla 14. <i>Caracterización fisicoquímica de la mashua amarilla</i> .....	70
Tabla 15. <i>Resultado de los valores del color de la mashua</i> .....	72
Tabla 16. <i>Análisis de varianza de Sólidos Solubles Totales</i> .....	74
Tabla 17. <i>Análisis Kruskal Wallis para la acidez titulable</i> .....	77
Tabla 18. <i>Análisis de varianza de pH</i> .....	80
Tabla 19. <i>Análisis de varianza de Capacidad antioxidante</i> .....	83
Tabla 20. <i>Costos directos en la producción de mashua enlatada</i> .....	93
Tabla 21. <i>Costos indirectos en la producción de mashua enlatada</i> .....	94
Tabla 22. <i>Resultados de análisis fisicoquímicos</i> .....	111
Tabla 23. <i>Resultados del análisis del color</i> .....	111

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. <i>Mashua amarilla (Tropaeolum tuberosum)</i> .....	20
Figura 2. <i>Variedades de mashua</i> .....	23
Figura 3. <i>Métodos de conservación de alimentos aplicados en la agroindustria</i> .....	30
Figura 4. <i>Representación gráfica del doble cierre en latas</i> .....	33
Figura 5. <i>Clasificación de los alimentos según su acidez</i> .....	34
Figura 6. <i>pH de alimentos</i> .....	35
Figura 7. <i>Estructura química del ácido acético</i> .....	36
Figura 8. <i>Estructura química del ácido cítrico</i> .....	37
Figura 9. <i>Métodos de esterilización térmica</i> .....	42
Figura 10. <i>Precauciones para la elaboración de conservas industriales</i> .....	43
Figura 11. <i>Diagrama de proceso de enlatado</i> .....	53
Figura 12. <i>Recepción de la materia prima</i> .....	55
Figura 13. <i>Selección y clasificación de la mashua</i> .....	55
Figura 14. <i>Lavado de la materia prima</i> .....	56
Figura 15. <i>Desinfección</i> .....	56
Figura 16. <i>Proceso de precocción</i> .....	57
Figura 17. <i>Adecuación de la mashua</i> .....	57
Figura 18. <i>Proceso de envasado de mashua</i> .....	58
Figura 19. <i>Exhausting del producto</i> .....	59
Figura 20. <i>Proceso de sellado manual de latas</i> .....	59
Figura 21. <i>Pasteurización del producto</i> .....	60
Figura 22. <i>Enfriamiento de enlatados</i> .....	61
Figura 23. <i>Reposo del producto final</i> .....	61

Figura 24. <i>Determinación de pH</i> .....	62
Figura 25. <i>Medición de sólidos solubles totales</i> .....	63
Figura 26. <i>Determinación de acidez titulable</i> .....	66
Figura 27. <i>Espacio de colores CIELAB/ La*b*</i> .....	72
Figura 28. <i>Gráfica de la escala de color de la mashua amarilla</i> .....	73
Figura 29. <i>Gráfica de barras de Sólidos Solubles Totales</i> .....	75
Figura 30. <i>Prueba tukey de sólidos solubles totales de mashua enlatada</i> .....	76
Figura 31. <i>Gráfica de barras de acidez titulable</i> .....	78
Figura 32. <i>Prueba Tukey de la acidez titulable de mashua enlatada</i> .....	79
Figura 33. <i>Gráfica de barras de pH</i> .....	81
Figura 34. <i>Prueba tukey para pH de mashua enlatada</i> .....	82
Figura 35. <i>Gráfica de barras de capacidad antioxidante</i> .....	84
Figura 36. <i>Prueba tukey de capacidad antioxidante</i> .....	85
Figura 37. <i>Gráfica de barras de la luminosidad de materia prima vs tratamientos</i> .....	86
Figura 38. <i>Gráfica de barras de la variable Croma de materia prima vs tratamientos</i> .....	87
Figura 39. <i>Gráfica de barras de color: ángulo de color de materia prima vs tratamientos</i> .....	88
Figura 40. <i>Gráfica de barras de la diferencia global del color</i> .....	89
Figura 41. <i>Muestras mashua amarilla post enlatado</i> .....	90
Figura 42. <i>Componentes de color en el proceso de enlatado</i> .....	90
Figura 43. <i>balance de masas del enlatado de mashua</i> .....	91
Figura 44. <i>Ofertas de tubérculos enlatados disponibles en el mercado</i> .....	95

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. <i>Tabla de datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos</i> .....	110
Anexo 2. <i>Prueba de normalidad de pH</i> .....	110
Anexo 3. <i>Prueba de normalidad de sólidos solubles totales</i> .....	110
Anexo 4. <i>Prueba de normalidad de capacidad antioxidante</i> .....	110
Anexo 5. <i>Prueba de normalidad de pH</i> .....	111
Anexo 6. <i>Datos del análisis de color de la materia prima</i> .....	111
Anexo 7. <i>Resultado de la determinación de color de la mashua amarilla enlatada</i> .....	112
Anexo 8. <i>Determinación de variables de color de la mashua enlatada</i> .....	112
Anexo 9. <i>Pruebas de agrupación tukey 5%</i> .....	113
Anexo 10. <i>Control físico de enlatados</i> .....	114



## INTRODUCCIÓN

### Problema

En el Ecuador existe una diversidad de tubérculos que son cultivados en las áreas rurales de la Sierra y en asociación con otros cultivos, muchos de estos tubérculos no son aprovechados industrialmente, son comercializados en estado fresco y destinados generalmente al consumo local.

La mashua aporta un alto valor nutricional debido a sus características fisicoquímicas y funcionales, sin embargo, su vida útil es corta y se deteriora fácilmente una vez cosechada, provocándose cambios de color, textura y propiedades nutritivas. (Belnavides, 2017). Indistintamente a ello, Villacrés et al., (2004) estiman que “mediante la aplicación de procesos agroindustriales se lograría mejorar la calidad, adaptabilidad y prolongar la vida útil de tubérculos y raíces”.

Debido al desconocimiento de este tipo materias primas no se ha desarrollado un sistema adecuado que ayude a conservar sus características antioxidantes, principalmente por falta de buenas prácticas de postcosecha o generación de alternativas de conservación que permitan que el producto mantenga sus características fisicoquímicas y funcionales por mayor tiempo.

Por otro lado, el control del pH y grado de precocción de la materia prima puede desempeñar un papel importante en la obtención del producto enlatado, ya que el proceso de escaldado no tiene que ser ni excesivo ni deficiente sino el necesario para inactivar las enzimas como la peroxidasa. Mientras que el pH debe ser el adecuado para la inocuidad del producto y del medio del alimento contra los microorganismos patógenos.

## **Justificación**

En el Ecuador la mashua se produce en la zona de la Sierra principalmente en las provincias como Bolívar, Azuay, Cotopaxi Chimborazo y sobre todo Tungurahua. No obstante, la mayor producción nacional de la mashua tiene a lugar en el cantón de Latacunga con 8 hectáreas de superficie cultivada, en cambio, en el cantón Ambato se reporta una cantidad de 15 toneladas del tubérculo cosechado. (Samaniego, 2010).

Por otra parte, la agro industrialización y comercialización de los tubérculos andinos puede generar un aporte a los sectores vulnerables, con relación a ello Villacrés et al., (2004) aseguran que “las raíces y tubérculos tienen un enorme potencial para contribuir al desarrollo socioeconómico de las áreas rurales”.

La tendencia actual de la población de recurrir a una alimentación adecuada y versátil lleva a los consumidores a buscar un producto fácil de preparar y en menor tiempo. “La industria de conservas y procesamiento de frutas y vegetales forma parte esencial del sector agroindustrial del país” (Sánchez, 2015). Por ende, se puede considerar al enlatado como una alternativa de procesamiento viable para la conservación del tubérculo desarrollando productos nuevos y saludables en este sector agroalimentario.

Por lo tanto, la presente investigación tiene como finalidad desarrollar información técnica del enlatado como una alternativa postcosecha, manejo y conservación de la mashua amarilla, atribuyendo un valor agregado al tubérculo y desarrollando el proceso con la adecuada inocuidad, obteniendo un producto final que conserve mejor su calidad nutricional y características antioxidantes, el cual pueda abrir a futuro una brecha de oportunidades para los productores y su comercialización.

## **Objetivos**

### **General**

Evaluar el efecto del grado de precocción y el pH del líquido de cobertura sobre las características fisicoquímicas y funcionales de la mashua amarilla (*tropaeolum tuberosum*) enlatada.

### **Específicos**

- Establecer las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la mashua en estado fresco.
- Analizar el efecto del grado de precocción y pH del líquido de cobertura sobre las características fisicoquímicas y funcionales del producto final.
- Elaborar un análisis de costos del producto final.

## Capítulo 1: Marco Teórico

### 1.1. Mashua (*Tropaeolum Tuberosum*)

#### 1.1.1. Generalidades

Este tubérculo suele ser nombrado como mashwa, mashua, isaño, aña, maswallo, mazuko, mascho o cubio. “Es un tubérculo originario de los Andes, geográficamente se distribuye desde Colombia hasta Bolivia entre los 1500-4200 msnm, es un cultivo anual que soporta bien el frío, los tubérculos tienen forma cónica y fusiformes de diferentes colores”. (Aruquipa et al., 2017).

#### Figura 1

*Mashua amarilla (Tropaeolum tuberosum)*



Espín (2013) hace referencia a que “la mashua cruda tiene un sabor amargo, algo picante, parecido al sabor del rábano o la mostaza. Esta característica ha hecho que se la consuma únicamente luego de cocinarla. Al ser cocinada, elimina un compuesto denominado isotiocianato”.

Además, Galvez et al., (2020) reconocen que varios estudios han demostrado previamente el potencial de este tubérculo como fuente de compuestos bioactivos. Adicionalmente mencionan que; tradicionalmente el tubérculo se expone al sol antes de su consumo, para reducir su amargor. El tratamiento solar activa los sistemas de defensa y ajuste de osmoprotección frente a la pérdida de agua y especies reactivas de oxígeno, sin embargo, los mismos autores mencionan que debido a ese

factor también abundan las proteínas clasificadas como proteínas de choque térmico, tráfico intracelular, defensa y degradación de proteínas.

### **1.1.2. Clasificación taxonómica**

La mashua se clasifica de la siguiente forma:

**Tabla 1**

#### *Clasificación Taxonómica de la mashua*

<b>Clasificación</b>	<b>Descripción</b>
Reino	Plantae (Plantas, vegetales)
Subreino	Viridaeplantae (plantas verdes)
Infra reino	Streptophyta (plantas terrestres)
División	Tracheophyta (plantas vasculares)
Subdivisión	Spermatophytina (fanerógama)
Infra división	Angiospermae (plantas con flores)
Clase	Magnoliopsida (dicotiledónea)
Super orden	Rosanae
Orden	Brassicales
Familia	Tropaeolaceae – capuchinas
Género	Tropaeolum L. – capuchina
Especie	Tropaeolum tuberosum Ruiz & Pavón

*Nota.* Tomado de: (Pacheco & ITIS, 2015)

### **1.1.3. Composición nutricional**

La mashua tiene un importante aporte nutricional, debido a sus componentes es considerado un alimento con efectos beneficiosos para el sistema inmunológico. Espín (2013) menciona que “su valor nutritivo supera al de algunos cereales y de la papa por lo que forma parte de la dieta diaria nutricional de los habitantes de menores recursos en zonas rurales de la Sierra del norte y central del Ecuador”.

Igualmente, Manrique et al.(2014) señalan que este tubérculo presenta un alto contenido de proteínas Cuyos valores son mayores a las de la papa, melloco y oca, de igual forma tiene un alto contenido de vitamina C, fibra, carbohidratos, ácido e incluso cuenta con una concentración alta de glucosinolatos aromáticos, los cuales cuando son hidrolizados se convierten en isotiocianatos y estos compuestos químicos atribuyen un sabor picante a la mashua.

**Tabla 2**

*Composición química de la mashua*

<b>COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LA MASHUA (en una porción de 100 g)</b>	
Valor energético (Kcal)	440,00
Humedad (%)	88,70
Proteínas (g)	9,17
Almidón (%)	46,92
Ca (%)	0,006
P (%)	0,32
Mg (%)	0,11
K (%)	1,99
Carbohidrato total (%)	75,40
Fibra (%)	5,86
Vitamina C (mg/100mf)	77,37
Fe (%)	42,00
Zn (ppm)	48
Azúcar total (%)	42,81
Azúcares reductores (%)	35,83
Eq. Retinol (eq/100mf)	73,56

*Nota.* Tomado de: Beltrán et al., (2014)

#### **1.1.4. Variedades**

Este tipo de tubérculos presenta una amplia gama de variedades que suelen ser identificadas

generalmente por el color. En el Ecuador se han reconocido más de 100 variedades, por ello también suelen ser clasificadas de acuerdo con sus características físicas, entre las que se puede mencionar como las más reconocidas las siguientes: Quillu-zapallo, amarilla chaucha, putsu, pulsito, puzongo y putsu redonda. (Espín, 2013)

## Figura 2

*Variedades de mashua*



*Nota.* Tomado de: (Daniel Quintero, 2016)

Además, Paucar (2014) también describe en su trabajo de investigación las características físicas de las diferentes variedades:

## Tabla 3

*Variedades de la mashua*

<b>Variedad</b>	<b>Característica</b>
Quillu zapallo-Amarilla	Gruesa, alargada y muchos nudos
Amarilla chaucha	Pequeña, piel lisa y menos nudos
Putsu, pulsito	Color o tonalidad roja sobre la piel amarilla
Putsu redonda	Coloración rojiza sobre la piel amarilla y pequeña

Sucsu mashua	Manchas rosaseas sobre una piel amarilla
Rodilla de Jesucristo	Presenta manchas rojas y pulpa amarilla
Mashua Shira	Manchas negras, piel amarilla
Mashua blanca	Color blanco y manchas moradas
Morada aguachenta	Morada y de textura dura.

---

## **1.2. Variables de caracterización de la materia prima**

### **1.2.1. Color**

Stivala et al., (2014) mencionan que el color en sí no existe pero se lo puede definir como una sensación que se produce en respuesta a la estimulación del ojo y sus mecanismos nerviosos, por la energía luminosa de ciertas longitudes que resulta de diferentes percepciones del espectro de la luz blanca. Por otra parte, Mathias-Rettig & Ah-Hen, (2014) consideran que el color como una propiedad de valoración física e importante dentro de la industria de los alimentos para realizar el control de calidad.

### **1.2.2. Sólidos solubles totales**

Los sólidos solubles suelen ser parte de los indicadores de calidad catalogado como fisicoquímico, que consiste en una medida de densidad y sus valores se expresan en grados °Brix, también son usados convencionalmente como un indicador del estado comercial aproximado y se podría decir que todos los sólidos disueltos son azúcar o sacarosa.

Según (Coello, 2020), un grado Brix es la densidad que tiene a 20° C una solución de sacarosa al 1 %, y a esta concentración corresponde también un determinado índice de refracción, debido a ello un zumo tiene una concentración de sólidos solubles disueltos de un grado Brix, cuando su índice de refracción es igual al de una solución de sacarosa al 1 % (p/v) los sólidos no son solamente sacarosa, sino que hay otros azúcares, ácidos y sales, un grado Brix no equivale a una concentración de sólidos disueltos de 1g/10ml.



### **1.2.3. Acidez titulable**

Se determina la concentración total de ácidos contenidos en un alimento, hortaliza o fruto, se determina mediante una volumetría ácido - base que determina los ácidos solubles (como cítrico, málico, láctico, oxalacético, acético, succínico, glicérico, fosfórico, clorhídrico, fumárico, galacturónico, glicérico, tartárico, etc). (Domene & Rodriguez, 2014). Por tanto, la acidez puede ser medida por el método de la medición de los volúmenes para lo cual se requiere el uso de una sustancia base como el hidróxido de sodio y un indicador como la fenolftaleína.

### **1.2.4. pH**

Tyl & D. Sadler (2017) señalan que “el pH es el logaritmo negativo (base 10) de la concentración de iones de hidrógeno, se mide con un medidor de pH y los milivoltios se convierten a pH usando la ecuación de Nernst”.

Mientras que Domene & Rodriguez (2014) mencionan que la acidez activa o pH es una medida potenciométrica importante para la industria agroalimentaria y una de las más utilizadas, ayuda a determinar la concentración de  $H_3O^+$  que tiene el zumo de alguna fruta y está relacionada con los ácidos que tiene la misma, e incluso alegan que los alimentos que tienen un pH bajo y por lo tanto, son más ácidos, son los alimentos considerados como los que tendrán una mayor vida de anaquel, ya que esta condición funciona como una barrera fisiológica natural evitando los microorganismos patógenos se desarrollen con facilidad.

Además, la determinación del pH se realiza por medio de un electrodo selectivo de vidrio. Para su uso es importante realizar calibraciones con buffer antes de realizarse la medición y cada dos horas en caso de efectuar el uso continuo de este equipo, también se puede considerar como uno de los principales unidades de medida para el control de la calidad de los alimentos.

### **1.2.5. Propiedades nutritivas y funcionales de la mashua**

Entre las propiedades fisicoquímicas y funcionales tomas en cuenta encuentras las siguientes:

### **1.2.5.1. Capacidad antioxidante**

Rioja et al., (2018) describen a los antioxidantes como las moléculas que puede retrasar la degradación de las moléculas orgánicas como las proteínas, ácidos nucleicos y lípidos. Se consideran necesarios para prevenir que los radicales libres actúen sobre la oxidación de las células y el organismo; debido a que ayudan a disminuir los procesos oxidativos, retardan el proceso de envejecimiento celular e incluso evitan el progreso de algunas enfermedades.

Además, mencionan que la capacidad antioxidante presente en algunos alimentos como frutas, vegetales, tubérculos y cereales provienen de compuestos como; vitaminas, carotenoides, compuestos fenólicos y otros.

La mashua por su parte es un tubérculo andino que posee bondades importantes para el cuerpo humano, atribuibles a ello, se hace notar la presencia de antioxidantes, la caracterización por su capacidad antioxidante, es de precisar que las condiciones en el proceso productivo hacen muchas veces que se generen pérdidas en su capacidad antioxidante hidrofílica natural; esto debido a su baja resistencia contra el oxígeno, catálisis de ion metal, temperaturas altas, luz, secado y grado higrométrico. (Saavedra & Távora, 2014)

En cuanto al contenido total de la actividad antioxidante en este tubérculo Huaccho (2016) menciona que la mashua presenta una amplia y considerable capacidad antioxidante y mediante su investigación demostró que la capacidad antioxidante hidrofílica encontrada en los 84 cultivares de mashua procedentes de Cusco mostró un gran rango de variabilidad una vez aplicado tres métodos de ensayos (ABTS, FRAP y ORAC). Por ello, se puede considerar que dependiendo del método de análisis utilizado, puede haber una ligera diferencia de resultados, así como el contenido depende de muchos factores como las condiciones de cultivo y su estado de madurez, también el proceso productivo o transformación de esta materia prima en un producto elaborado.

### 1.3. Cultivo de la mashua en el Ecuador

Villacrés et al., (2014) mencionan que los tubérculos y raíces se producen en la región andina en las zonas rurales del país y son consumidas localmente debido a que tiene un alto contenido de carbohidratos y almidón.

Referente a ello, Samaniego (2010) sostiene en su investigación que la provincia que tiene la mayor producción nacional de mashua es Cotopaxi, sobre todo en el cantón de Latacunga, en segundo lugar se encuentra la provincia de Tungurahua con el cantón Ambato y finalmente en tercer lugar la provincia de Chimborazo con su cantón Riobamba.

Además, el mismo autor agrega que Tungurahua y su cantón Ambato, es la provincia con mayor cantidad de mashua cosechada y vendida, el cantón Colta de la provincia de Chimborazo se encuentra en segundo lugar, por ende, es evidente que la mashua es mayormente producida y comercializada en las áreas de Sierra centro de nuestro país.

**Tabla 4**

*Producción Nacional de la mashua*

Provincia	Cantón	Superficie sembrada (ha)	Superficie cosechada (ha)	Cantidad cosechada (t)	Cantidad vendida (t)
Azuay	Cuenca	1	1	1	0
Bolívar	Guaranda	5	3	6	3
Cañar	Cañar	1	1	1	-
	Guamote	5	2	1	1
Chimborazo	Colta	3	2	7	6
	Riobamba	4	4	4	4
Tungurahua	Ambato	5	4	15	14
	Latacunga	8	4	4	4
Cotopaxi	Salcedo	1	1	1	1

*Nota.* Tomado de: (Mashua MAG. Censo Nacional Agropecuario, 2000; Samaniego, 2011)

#### **1.4. Agro industrialización de la mashua**

La mashua es un tubérculo que aún no ha sido aprovechado a gran escala agroindustrial, aun así, existen productos desarrollados a partir de este tubérculo disponibles en el mercado, aunque son la minoría. Debido a la falta de nuevos productos se les reta a los profesionales y agroindustriales para encontrar las formas más adecuadas de transformación y conservación de estos alimentos tanto al estado natural como transformado, sin que pierdan sus principales cualidades nutritivas ni sus características de sabor, color, textura y en lo posible que sean transformados o conservados (Samaniego, 2010).

##### **1.4.1. *Yogurt de mashua***

Cueva & Groten (2010) informan que, en la actualidad la mashua está siendo utilizada en la producción de yogurt en una quesería comunitaria en la comunidad Santa Isabel en Ecuador, este producto nació hace algunos años con la ayuda del programa de Producción Ecológica de BioAndes y permite a las personas de ese sector aprovechar su actividad económica representativa, que es la producción de leche y comercializar un producto de mayor valor agregado.

##### **1.4.2. *Harina de mashua***

En la actualidad existen diferentes estudios y trabajos sobre el procedimiento de obtención de la harina de este tubérculo, sin embargo, hay una deficiente información sobre la producción a nivel agroindustrial. Aunque no se encuentran con facilidad empresas dedicadas al procesamiento de este tipo de productos como, por ejemplo, empresas como INKA FOREST comercializa, la mashua negra en polvo. El producto cumple con las normas de etiquetado y presenta un sistema de envasado muy versátil.

##### **1.4.3. *Bebidas***

CÓNDOR ANDINO es una marca de una bebida de mashua con Stevia, el cual está elaborado con uña de gato, mashua negra, hojas de achiote y endulzado con Stevia, el cual tiene una vida útil de

seis meses. También tiene como beneficiarios a ocho familias productoras. En cuanto a los detalles de envasado cuenta con botella de vidrio y tiene un registro sanitario (Agrorural, n.d.). De igual forma se puede encontrar otro tipo de bebidas, tales como energizantes, aun así, no son producidos en grandes cantidades.

#### **1.4.4. *Té de mashua***

El producto “infusión andina de mashua” es ofrecido por una marca reconocida en Ecuador “Salinerito”, el cual tiene una presentación de 50 g. También promete ser un producto con alto valor nutritivo en proteínas, carbohidratos, fibra y calorías, ofrece ser de una forma fácil de consumo por infusión.

### **1.5. Conservación de alimentos**

Bhat et al. (2012) describen a la conservación de alimentos como un punto de control crítico ya que influye directamente en los alimentos o productos terminados y sus resultados, estos incluyen la preservación de la calidad nutricional, la seguridad alimentaria, la inocuidad de los alimentos, su textura, sabor y las cualidades organolépticas.

Por lo tanto, para evitar los cambios fisicoquímicos que llevan al deterioro de los alimentos se pueden recurrir a los métodos de conservación, mediante ello también se logra evitar un alto índice de pérdida de los alimentos ya que se logra prolongar su vida útil y estos procesos deben ser realizados correctamente con la debida inocuidad de los alimentos.

#### **1.5.1. *Métodos de conservación***

Kong & Singh (2011) declaran que el deterioro de los alimentos durante el almacenamiento y la distribución se deben a los cambios bioquímicos, que se dan por la composición del producto, los factores ambientales y las condiciones de su elaboración. También manifiestan que los principales deterioros químicos que suelen ocurrir es la oxidación de lípidos, hidrolización de proteínas, degradación enzimática, cambios de textura y pardeamiento no enzimático.

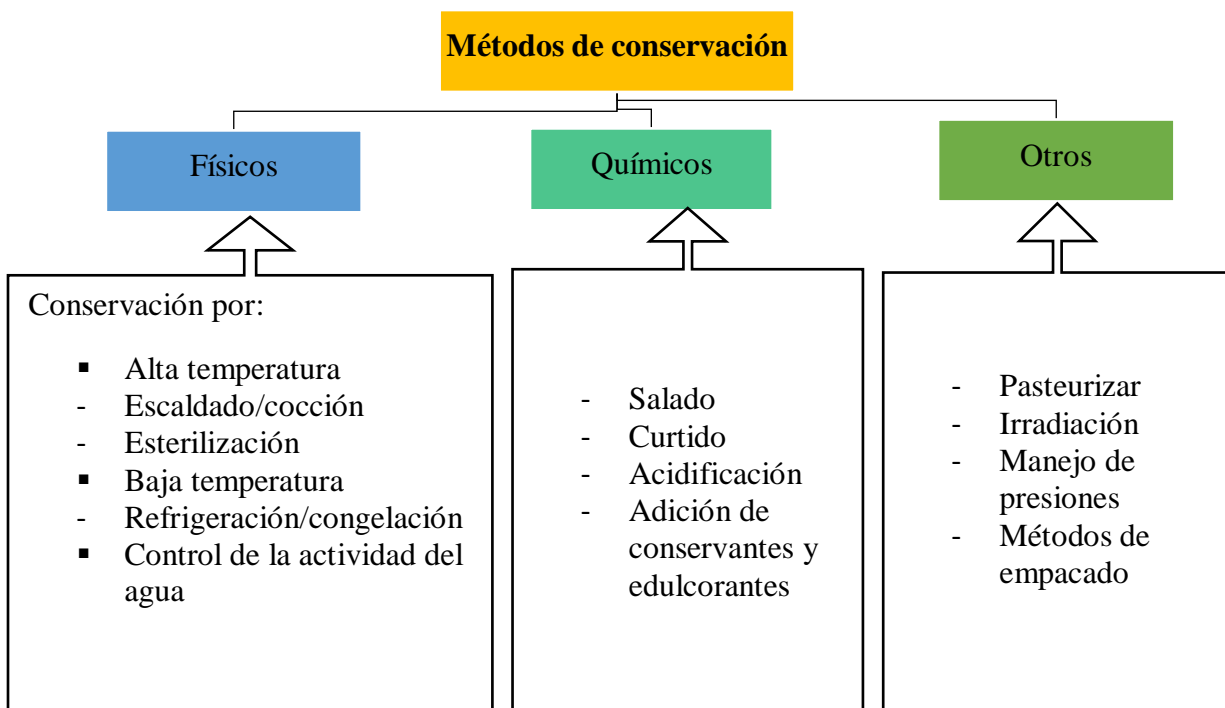
Hoy en día se pueden utilizar diversos métodos de conservación que con el paso de los años han ido generándose nuevas técnicas, según Velásquez (2011) cualquier método que sea empleado debe cumplir con las siguientes condiciones:

- El producto procesado debe mantener la calidad inicial de la materia prima.
- Es indispensable evitar el riesgo sanitario tanto para el manipulador como para el consumidor.
- Los métodos de conservación deben ser seguros y con resultados uniformes.
- El método debe ser conciliable de acuerdo con las operaciones durante la fabricación, así como, en la comercialización del producto alimenticio.
- Además, el proceso debe ser versátil y económicamente factible.

Se puede clasificar a los métodos de conservación de alimentos de la siguiente manera:

**Figura 3**

*Métodos de conservación de alimentos aplicados en la agroindustria*



Nota. tomado de: (Arias, 2016)

### **1.5.1.1. Métodos físicos**

Yousef & Balasubremianiam (2012) aluden que los métodos de conservación modernos están diseñados no solo para extender la vida útil de los alimentos, sino también para garantizar su seguridad al inactivar microorganismos patógenos y virus de interés o, en algunos casos, simplemente prevenir su crecimiento en el producto. También consideran que los métodos de conservación más utilizados son de naturaleza física, los cuales cumplen con los siguientes propósitos:

- El tratamiento de los alimentos con calor inactiva los microorganismos y enzimas que inician el deterioro, así como a los microorganismos que causan enfermedades.
- La refrigeración y congelación de los alimentos suprime el metabolismo y la multiplicación microbiana, el proceso también puede inactivar una fracción de la microbiota alimentaria.
- La reducción de la disponibilidad de agua se utiliza eficazmente para conservar muchos alimentos mediante concentración o secado, o mediante la adición de modificadores de la actividad del agua ( $a_w$ ).

### **1.6. Escaldado**

Castro (2011) describe a la precocción como una técnica que se aplica a las hortalizas y frutas manejando factores de tiempo y temperatura para evitar los cambios en textura, sabor, color y color, causado por las enzimas y por lo tanto se logra evitar la senescencia del alimento y detener la acción metabólica.

Además, añade que el tiempo de la precocción y escaldado que se deben emplear dependen de la forma, la cantidad y tamaño del alimento, pero por lo general deben ser en parámetros de 70 a 100°C de temperaturas y tiempos entre 1 a 15 minutos con la finalidad de que sea suficiente para inactivar completamente a la catalasa y peroxidasa, enzimas encargadas de deteriorar al alimento y que suelen ser muy resistentes a las temperaturas altas.

No obstante, Mendoza (2012) por su parte asegura que esta etapa de procesamiento es la que más influye en la calidad del producto final, pues asegura que un escaldado mal realizado puede dejar con actividad a enzimas como la polifenoloxidasa o la peroxidasa, que alteran el color y el sabor de los tubérculos ya procesados, debido a la oxidación y polimerización de compuestos fenólicos, fenómeno conocido como pardeamiento enzimático; mientras que un escaldado excesivo puede llevar a un fuerte ablandamiento de su estructura y además generar rupturas en su corteza. Cabe señalar que este proceso también colabora a la reducción de microorganismos patógenos ya que se trabaja con altas temperaturas, a su vez también ayuda a la intensificación del color de un alimento.

### **1.7. Enlatados**

Las conservas enlatadas son un excelente forma de conservación de las materias primas ya que permite conservar por lo general la composición nutricional de los mismos permitiendo también al alimento conservar su textura, sabor y otras características, y en la actualidad el enlatado opción para la conservación de distintas variedades de alimentos. Nicolas Appert es considerado como el pionero de la industria de alimentos enlatados al proponer a finales del siglo XVIII en Francia la aplicación de calor a los alimentos en recipientes de vidrio sellados para prevenir su deterioro. (Vergara, 2015)

Kinhal (2018) de igual manera menciona que el proceso de enlatado y esterilización tiene como objetivo producir alimentos saludables que tengan una vida útil larga y estable, que satisfagan las preferencias de los consumidores al fabricar alimentos seguros y libres de contaminación microbiana; limitar la degradación de su calidad sensorial es decir su color, apariencia, textura y sabor; prevenir la pérdida de valor nutricional debido a la destrucción de vitaminas y proteínas.

Además, “los procesos de enlatados adoptan dos métodos generales para evitar la destrucción de los alimentos por bacterias, mohos y levaduras, siendo estos, la esterilización y la inhibición o retardo de la actividad de los organismos” (Mayer et al., 2014). Las operaciones que se aplican a la materia



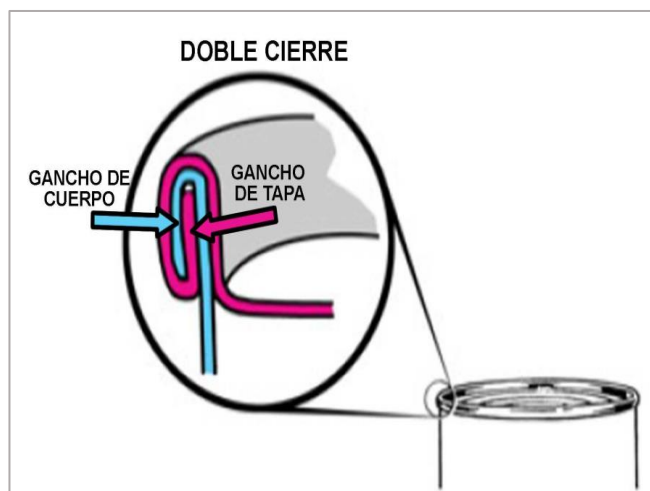
prima previo al enlatado varían, cada vez más se desarrollan diferentes controles y ejecución de procesos necesarios para una mejor adecuación del producto para su conservación.

### **1.7.1. Tecnología de conservación de alimentos en envases metálicos**

El envase del enlatado o las latas son materiales compatibles con los alimentos cuando los procesos son realizados adecuadamente, el cual tiene como propósito evitar que el alimento sea expuesto a agentes externos que puedan deteriorar sus componentes causando un deterioro biológico. La industria de envases metálicos llegó a una solución final para proteger el producto mediante el establecimiento del doble cierre, el cual según Bourgues et al., (2019) permite unir dos piezas de metal herméticamente, de manera simple y a gran velocidad, los elementos de un cilindro metálico normal se unen y se forman una pestaña arriba y abajo (figura 4) con dos tapas también metálicas a las cuales se les forman unos rizos. Además, este envase debe ser resistente pero no causar reacciones frente a medios ácidos común en este tipo de productos, así surge la necesidad de usar envases o latas de 3 piezas las cuales llevan un recubrimiento orgánico inertes tanto interno como externo.

#### **Figura 4**

*Representación gráfica del doble cierre en latas*



*Nota.* Tomado de: Pérez & Rodríguez (2012)

### 1.7.2. Conservación por acidificación

Derossi et al., (2011) reconocen al proceso de acidificación como uno de los pretratamientos muy importantes para la industria conservera ya que al disminuir el pH imposibilita la germinación y el crecimiento de microorganismos formadores de esporas. Además, mencionan que “se aplica comúnmente antes de la pasteurización con el fin de inhibir la germinación de las esporas y reducir la resistencia térmica del microorganismo permitiendo así reducir los valores de tiempo o temperatura del tratamiento térmico”.


#### 1.7.2.1. pH en productos vegetales enlatados

De acuerdo con la afirmación de Hübe et al., (2010) una forma de detener el desarrollo de *Clostridium botulinum* en conservas de pimientos, espárragos, chauchas, etc. es disminuir el pH de la conserva, para ello se acidifica el líquido de cobertura para llegar a un pH determinado que sea inferior a 4,5, que es alcanzado durante la estabilización del producto enlatado, esto evita que no germine sus esporas y no produzcan sus toxinas.

Cabe mencionar que también es posible enlatar el producto a un pH no tan bajo, es decir, mantener el pH natural del alimento, pero esto implica que el mismo deberá pasar por procesos térmicos más intensos o empleo de presiones superiores a la atmosférica para asegurar la inocuidad del enlatado.

### Figura 5

*Clasificación de los alimentos según su acidez*

	Alimentos muy ácidos	• pH por debajo de 3,7
	Alimentos ácidos	• pH en un rango de 3,7 y 4,5
	Alimentos medio ácidos	• pH en rangos de 4,5 y 5,3
	Alimentos de poca acidez	• pH superior a 5,30

*Nota.* Elaborado con datos de Hübe et al., (2010)

**Figura 6***pH de los alimentos*

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

*Nota.* Tomado de: Hübe et al., (2010)

Para los alimentos ácidos no es necesario reducir el pH inicial de la materia prima ya que ello afectaría en las características organolépticas convirtiéndola en un producto poco aceptable con una acidez demasiado alta.

### **1.7.3. Conservantes para alimentos enlatados**

Sharif et al.,(2017), mencionan en su trabajo que las conservas de alimentos convencionales suelen utilizar conservantes de alimentos naturales. Mientras tanto, los conservantes como sulfitos, benzoatos, sorbatos y otros son sintéticos. Además, agregan que la sustitución de estos conservantes

sintéticos por conservantes naturales como la sal, el vinagre, miel, etc. son mucho más seguros para el ser humano, el medio ambiente y éstos son fáciles de obtener ya que las fuentes son de origen vegetal, animal o microbiano.

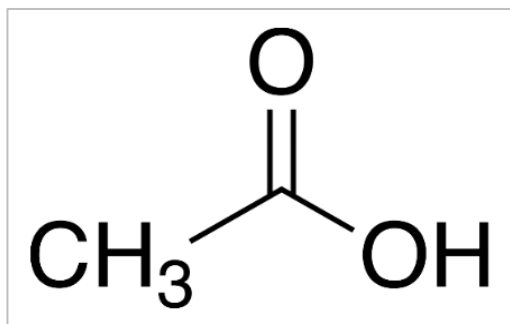
### 1.7.3.1. Clasificación de aditivos alimentarios usados para vegetales enlatados

#### a) ácido acético

Este ácido es el principal componente del vinagre, el cual es uno de los pocos condimentos ácidos en todo el mundo. Tanto los vinagres de granos como los vinagres de frutas, que se fermentan por métodos tradicionales, poseen una variedad de funciones fisiológicas, como anti-bacterial, anti-infecciones, antioxidantes, control de la glucosa en sangre, regulación del metabolismo de lípidos, pérdida de peso y actividades cancerígenas. Las capacidades antibacterianas y antiinfecciosas de los vinagres se deben principalmente a la presencia de ácidos orgánicos, polifenoles y melanoidinas que también proporcionan las capacidades antioxidantes de los vinagres (Chen et al., 2016). Los ácidos fenólicos en el vinagre pueden eliminar el anión superóxido y los radicales libres in vivo, lo que resulta en una potente actividad antioxidante. (Budak, 2014)

#### Figura 7

*Estructura química del ácido acético*



*Nota.* Tomado de: UNIIQUIM, (2016)

El ácido acético se usa en la conservación de los alimentos en dos formas, esto es como vinagre de 5 al 10% y como solución acuosa del 25 al 80% de ácido acético sintético, el vinagre del 5 al 10%

se obtiene ya sea diluyendo ácido acético sintético o mezclando ácido acético derivado de la fermentación con un ácido acético sintético o solo, por fermentación.(Lee, 2012)

#### b) Sal

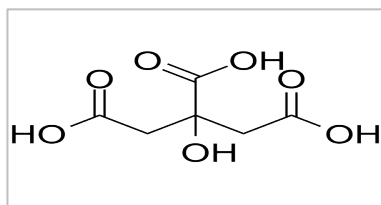
Sánchez et al., (2011) mencionan que la sal es uno de los aditivos más utilizados en las industrias alimentarias por su bajo costo y sus variadas propiedades, tiene un efecto conservante y antimicrobiano como consecuencia directa de la capacidad del cloruro de sodio para reducir los valores de actividad de agua. Además el mismo autor agrega que, este componente puede potenciar el sabor debido a sus propios mecanismos que tienen efectos potenciadores de sabor, también influye sobre la actividad enzimática que causantes del desarrollo de diferentes parámetros organolépticos. En concordancia con ello Botella et al., (2015) también aseguran que “la sal se utiliza como conservante, para deshidratar alimentos, para enmascarar sabores desagradables, para facilitar la retención de o, simplemente, para hacer al alimento más sabroso”.

#### c) Ácido cítrico

Muñoz-Villa et al., (2014) describe al a este ácido (ácido 2-hidroxi-1,2,3-propanotricarboxílico), como uno orgánico y que se obtiene de fuentes naturales, pero también es producido en laboratorios, tiene el aspecto de un polvo cristalino claro disponible en forma anhidra o como monohidrato, también apreciado como un triácido carboxílico, para su producción a gran escala se obtiene a partir de la fermentación del hongo *Aspergillus niger*.

### Figura 8

*Estructura química del ácido cítrico*



*Nota.* Tomado de: Chem, Citric acid (2022)

Incorporar ácidos en los alimentos puede cumplir diversas funciones como una acidificación para inhibir el desarrollo de agentes patógenos. Debido a su sabor agradable, baja toxicidad y otras propiedades fisicoquímicas es uno de los principales aditivos alimentarios, usado como conservador, antioxidante, acidulante y saborizante de alimentos, se utiliza principalmente en la industria alimentaria debido a su agradable sabor ácido con su alta solubilidad en el agua. (Muñoz-Villa et al., 2014)

Denoya, et al (2012) también aseguran en su trabajo que el pardeamiento enzimático, generado principalmente por la enzima Polifenol Oxidasa (PFO), es uno de los principales problemas que afectan la calidad y limitan la vida útil de frutas y hortalizas, por lo que los compuestos tradicionalmente empleados para inhibir son los sulfitos, los que actualmente están siendo reemplazados por otros potenciales inhibidores, para garantizar productos frescos y naturales.

#### **1.7.4. Vida útil de los enlatados**

Carrillo & Reyes, (2012) consideran que las características de la materia prima, la docificación de un producto, la transformación, inocuidad de procesamiento, la forma de envasado y naturaleza del almacenamiento, transporte, distribución y costumbre de los potenciales clientes puede influir sobre la vida anaquel de un producto.

Además, agregan que la composición de la materia prima juega tiene una gran influencia sobre la vida útil de los alimentos, ya que estas están relacionadas con las reacciones de deterioro, por ejemplo, es común que los productos con alto contenido de grasa son susceptibles al enranciamiento, de igual forma alimentos con alto contenido de carbohidratos al desarrollo de mohos y levaduras, o las proteínas que dan lugar a la proliferación de bacterias.

Por ende, un producto que sea elaborado y envasado con la debida inocuidad tendrá un mayor tiempo de vida útil, aún más si este es sometido a tratamientos térmicos como en el caso de los alimentos

enlatados, en los cuales el sistema de envasado permite conservar una atmósfera adecuada para el alimento y evitar la influencia de agentes externos.

El almacenamiento de los productos enlatados debe ser en un lugar fresco y seco, evitando lugares con altas temperaturas o demasiadas bajas. Se puede almacenar alimentos de gran acidez como tomates u otras frutas por no más de 18 meses; los alimentos de baja acidez como vegetales pueden durar de 2 a 5 años, siempre y cuando la lata permanezca en buenas condiciones (Custhel, 2014).

### **Tabla 5**

#### *Vida útil de alimentos enlatados*

Comidas enlatadas	Dispensa almacenada	Refrigeración después de abrir (días)
Frijoles	2 – 5 años	3 – 4
Pescado: salmón, atún, sardinas, caballa	2 – 5 años	3 – 4
Fruta	12 – 18 meses	5 – 7
Jugos	12 – 18 meses	5 -7
Carne: carne de res, pollo, cerdo, pavo	10 – 12 meses	3 – 4
Sopas	2 – 5 años	3 – 4
Sopa de tomate	12 – 18 meses	5 – 7
Vegetales	2 – 5 años	3 – 4

*Nota.* Tomado de: Food bank (2018)

#### **1.7.5. Características de alimentos enlatados no aptos para consumo**

Food bank (2021) enlista los siguientes aspectos como señales de ser alimentos de latas o frascos con apariencia sospechosa, por ende, no aptos para consumo:

- Producto terminado con goteos o machadas
- Lata hinchada
- Envase oxidado

- Presencia de moho
- Lata rizada o apretada
- Recipiente agrietado
- Mal olor
- Cuando los sellos de seguridad están rotos o faltan
- Tapaderas flojas o sin ellas

#### **1.7.6. Almacenamiento**

Los alimentos enlatados a pesar de tener una forma práctica para almacenarse también son alimentos de alto cuidado durante el almacenamiento y sobre todo el transporte de estos, ya que se debe evitar que el envase sufra de golpes o magulladuras que puedan causar cambios internos del alimento, así como, evitar lugares húmedos que puedan dar paso a la oxidación de las latas.

El almacenamiento adecuado de latas y cajas según Food bank (2021) debe ser fuera del piso, ya sea sobre una tarima o un estante y 45 centímetros retirado de la pared para que el aire pueda circular, deben estar en una área limpia, seca y fresca bajo de los 29°C, las temperaturas extremadamente calientes sobre 37°C y muy frío por debajo de – 1°C puede dañar los alimentos enlatados y reducir la vida útil.

#### **1.7.7. Requisitos para la elaboración de alimentos enlatados**

La norma INEN 405 describe las condiciones generales e indispensables que debe cumplir el enlatado o conservas vegetales, esta norma abarca a productos vegetales como las partes comestibles de hortalizas, legumbres o frutas, conservados por enlatado y enumera los siguientes requisitos que debe cumplir el proceso de enlatado:

- 1) Para la elaboración de conservas vegetales es preciso utilizar vegetales en buen estado, sanos, con la madurez apropiada y exentos de residuos de agentes agroquímicos que se hayan



ocupado durante el tratamiento fitosanitario, se debe considerar las cantidades de tolerancias máximas permitidas.

- 2) La conservación de la materia prima es en función de preservar sus características naturales por ende debe tener el mismo el olor y sabor el producto terminado.
- 3) Los productos vegetales deben estar exentos de la contaminación por microorganismo, o por medios físicos, químicos o biológicos, además, no debe haber presencia de residuos de la cosecha.
- 4) Las conservas vegetales pueden contener solamente colorantes y otros aditivos que estén permitidos por las normas.
- 5) Para la preparación de enlatados vegetales deben considerarse límites máximos de contaminantes.
- 6) Al momento del envasado se debe respetar el espaciado de cabeza por lo cual, solamente debe llevarse el alimento hasta el 90% de la capacidad del envase, es decir, que el 10% no debe de utilizarse.
- 7) La presión no ser menor de 40 kPa (300 mm Hg) y en relación con 20°C.
- 8) Debe mantener un control de calidad del producto, para ello se debe mantener al producto en almacenamiento durante 14 días, que es el estimado para que su composición se estabilice y debe mantenerse a una temperatura de 37°C.

#### **1.7.7.1. Requisitos complementarios de envasado**

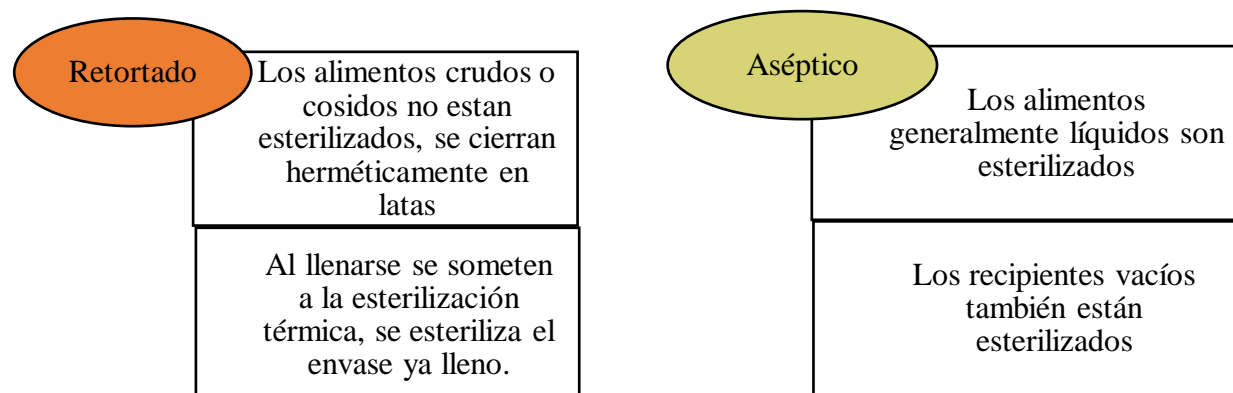
- 1) Los envases deben ser adecuados y sobre todo resistentes a cualquier reacción del producto; que evitan las alteraciones de las características organolépticas, y no produzcan otro tipo de sustancias o aparición de patógenos como el Clostridium que pueden ser de alto riesgo para el consumidor.
- 2) Los envases para utilizarse deben ser nuevos y adecuadamente esterilizados.

## 1.8. Esterilización térmica

La esterilización es un proceso térmico utilizado comúnmente para asegurar la inocuidad del producto, existen dos métodos: el retornado y el procesamiento aséptico. En este proceso las latas y los alimentos se calientan, en el procesamiento de retorno es en donde los alimentos están en latas a una temperatura más alta para la esterilización las latas se calientan rápidamente a 130 hasta 145° C mediante calentamiento directo o indirecto en autoclaves luego la temperatura se mantiene durante periodos de tiempo específico, se enfría rápidamente la temperatura y la duración de esterilización son factores importantes cuanto mayor sea la temperatura utilizada menor será el tiempo de esterilización necesario. (Kinhal, 2018)

**Figura 9**

*Métodos de esterilización térmica*



## 1.9. Clostridium botulinum

Esta bacteria es un microorganismo anaerobio y, por lo tanto, se desarrolla en un ambiente libre de oxígeno, su toxina puede ser perjudicial cuando está activa en los alimentos. La bacteria es peligrosa ya que se puede encontrar en forma esporulada: es la forma latente y resistente de la bacteria, pueden encontrarse en el suelo, el agua o en un alimento durante mucho tiempo o años, e incluso si las condiciones se vuelven adecuadas, se pueden multiplicar en condiciones favorables y producir toxinas (Villén, 2018).

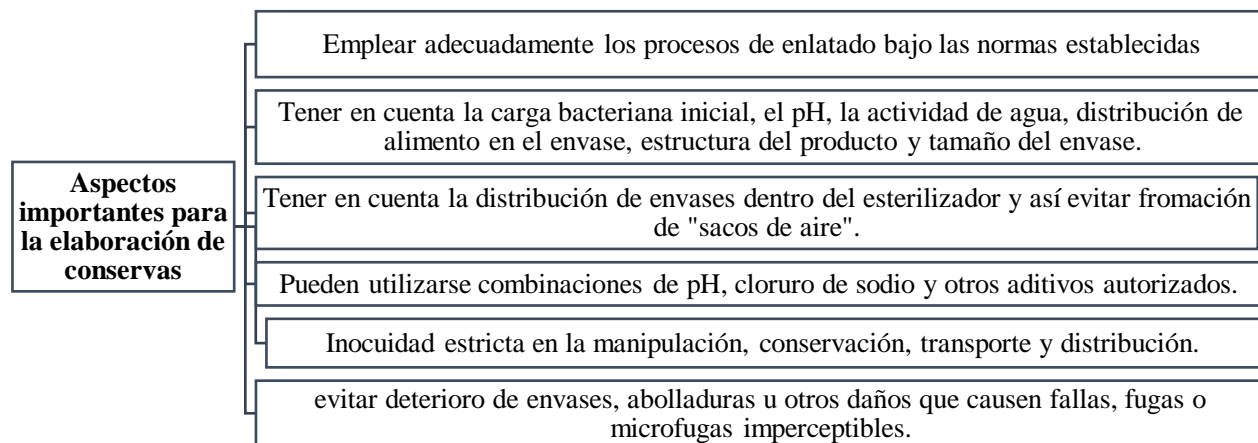
### 1.9.1. Botulismo de transmisión alimentaria

Según la Organización Mundial de la Salud-OMS, (2018) es posible evitar el desarrollo del Clostridium Botulinum manteniendo condiciones de acidez alta, sometiendo al alimento en pH inferiores a 4,6 y de esta manera se logra inhibir la producción de su toxina, también se utilizan condiciones de temperatura baja durante el almacenamiento, adición de sal y bajo pH para prevenir su desarrollo.

Además, esta organización asegura que a pesar de que las esporas botulínicas son termorresistentes sus toxinas se pueden destruir en condiciones anaeróbicas por la ebullición hasta llevar el producto a una temperatura interna superior a 85°C alrededor de 5 minutos.

#### Figura 10

*Precauciones para la elaboración de conservas industriales*



*Nota.* Tomado de: (Saracco & Fernández, 2015)

Conforme con Seguridad Alimentaria y Agua - SAIA, (2019) las señales que indican que un producto enlatado puede contener botulismo o toxinas botulínicas son:

- a) Una lata hinchada, cuando tiene una forma abombada.
- b) La tapa metálica hinchada en conservas de vidrio.
- c) Aun sin hincharse la lata podría presentarse el escape de aire al abrir el envase.

- d) Otra señal puede deberse al mal olor o mal aspecto, pérdida de color, cambios de textura del producto enlatado ya que estos cambios pueden ser causados por la presencia de microorganismos.
- e) Latas con oxidación en bordes y puntos de unión, o presencia de abolladuras, se debe verificar la hermeticidad de la lata.

### **1.10. Consumo de alimentos enlatados en el Ecuador**

Pino, (2016) menciona que los cambios y las exigencias de los consumidores, en mercados sobresaturados y con abundancia de oferta, han ocasionado que las empresas dedicadas a la producción y comercialización de alimentos estén constantemente innovando, enfocándose en mejorar los niveles de servicio y procesos que satisfagan a los consumidores.

Por su parte los alimentos enlatados también forman parte una mega industria de consumo masivo, un sector del mercado que responde a las necesidades actuales ya que los consumidores son cada vez más exigentes, se requiere atender sus necesidades con menor tiempo y un servicio práctico para alimentarse adecuadamente en el menor tiempo posible.

En el Ecuador a partir de la década de los 60 comenzó a desarrollarse el sector de jugo y conservas con la Industria Guayas como empresa pionera en la elaboración de productos como mermeladas, jugos, etc., actualmente han ido surgiendo más empresas como Facundo y; Gustadina, que han logrado posicionarse en el mercado ecuatoriano y a nivel internacional (Chamba, 2016).

“La industria de conservas y procesamiento de frutas y vegetales forma parte esencial del sector agroindustrial del país, en 2012, el consumo de frutas y vegetales procesados en Ecuador alcanzó US\$ 1.200 millones, e incremento de 8% respecto al año anterior” (Sánchez, 2015).

La investigación primaria realizada por Palacios & Saad (2017) determinó que, en los hogares de estrato medio, medio alto y alto de la ciudad de Guayaquil se consumen alimentos enlatados una vez al mes (39,6%), una vez por semana (29,6%), una vez cada 15 días (19,2%), más de una vez por

semana (7,6%) y más de una vez cada 15 días (4%) y realizan sus compras mayormente en los supermercados en un estimado (95,2%).

Por lo tanto, mediante este resultado y otro similar realizado en la ciudad de Quito se puede asegurar que este tipo de productos son consumidos en su mayoría por hogares de estrato medio y alto, quienes buscan consumir alimentos con mayor facilidad y menor tiempo.

### **1.11. Conservas de tubérculos**

De acuerdo con Villacrés et al., (2014) el desarrollo o la adaptación de procesos agroindustriales pueden mejorar la calidad, la aceptabilidad y prolongar la vida útil de las raíces y tubérculo, para satisfacer la demanda del mercado actual, que busca productos exóticos, frescos, congelados y procesados de fácil preparación en los hogares.

Además, mencionan que la industria agroalimentaria, por su parte, debe realizar adaptaciones técnicas mediante la innovación con este tipo de tubérculo, lo cual puede conllevar a un programa incorporado de inversiones, investigación y extensión, para obtener productos las adecuados a las exigencias y demanda de los consumidores.

Entre los productos enlatados que se ofertan en el mercado elaborados a partir de tubérculos, se puede mencionar los siguientes:

- Melloco (*ullucus tuberosus*): El melloco al igual que la mayoría de los tubérculos tiene un alto contenido de humedad y por ello es muy perecible, por lo que se han realizado ensayos empleando procesos térmicos que asegure su mayor vida útil para elaborar melloco en conserva. Villacrés et al., (2014)., “Este producto enlatado que actualmente se encuentra en el mercado; el cual es un plato típico peruano que consiste en el uso del melloco y la carne seca” (Haro, 2011). Perú exporta melloco en lata a los EE. UU., a diferencia de otros vegetales los tubérculos retienen su textura y gusto original pero no el color.

- Papa (*Solanum phureja*): “la industria procesadora de papa direccionada hacia el consumo industrial masivo utiliza el 88,9% del producto para fabricación de papa frita y solamente el 4,0% en la fabricación de papa precocida, el 3,5% para papa enlatada y el 0,4% para papa deshidratada” (Prada, 2012). Cabe mencionar que “Colombia logró mejorar genéticamente el tubérculo para ser enlatado y conservado, preservando sus características principales”. (Universidad Nacional de Colombia, 2012)

### **1.12. Costos de producción**

Collin (2016) alude que los costos de producción son aquellos que están vinculados al todo el proceso de producción; se consideran desde la materia prima, la mano de obra involucrada, los costos indirectos que se agregan a los inventarios desde la obtención de la materia prima hasta la adquisición del producto terminado, además menciona que estos se reflejan como activo circulante dentro del balance general.

Además, los mismos autores en su libro mencionan que tanto los costos y gastos se miden en unidades monetarias. Otro de los costos para tener en cuenta son los directos y se pueden determinar con los productos ya terminados mientras que los indirectos no se pueden cuantificar o identificar como parte del producto final.

Vallejos & Chiliquinga, (2017) aluden en su libro que los costos de producción están compuestos por los tres siguientes elementos:

- Materia prima directa

Son todos aquellos insumos utilizados durante el procesamiento de latería prima y que son primordiales para obtener un producto transformado ya sea terminado o semielaborado. Se lo puede identificar y cuantificar fácilmente en el producto terminado.

- Mano de obra directa

Para este rubro se toma en cuenta la colaboración de los operadores y quienes están implicados como fuerza de trabajo para llevar a cabo todo el proceso de elaboración de un producto, esta intervención puede ser manual o con sistemas automatizados con máquinas o equipos.

- Costos indirectos de fabricación

Se denominan también como la carga de fabricación, implica todos los costos que benefician a la ejecución de los procesos adecuadamente, suelen provenir de diferentes aspectos y no solamente se identifica con el producto final sino con todo su proceso productivo, que generalmente es inevitable su empleo en la fabricación, como el uso de la luz, energía, entre otros.

## Capítulo 2: Materiales y Métodos

### 2.1. Caracterización del área de estudio

#### 2.1.1. Ubicación

La fase experimental se realizó en las Unidades Edu-productivas de la carrera de Agroindustria, mientras que los análisis del producto terminado se realizaron en el Laboratorio de Análisis Físicoquímicos y Microbiológicos de la Universidad Técnica del Norte. Las características ambientales donde se desarrolló el experimento se detallan en la tabla 6.

**Tabla 6**

*Características ambientales de la localización del experimento*

<b>Localización del experimento</b>	
Provincia	Imbabura
Cantón	Ibarra
Parroquia	El Sagrario
Sitio	Laboratorio de las Unidades Edu-productivas de la Universidad Técnica del Norte
Altitud	2250 m.s.n.m.
Pluviosidad	503 – 1000 mm/año
Temperatura	18 °C
Humedad relativa	73%

*Nota.* Tomado de: Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología – UNAMHI (2015)

### 2.2. Materiales y equipos

En el desarrollo de esta investigación se utilizaron diferentes materiales y equipos relacionados con la producción de alimentos enlatados, los cuales se enlistan en la tabla 7, así como los reactivos e implementos adicionales empleados.

**Tabla 7**

*Equipos y materiales utilizados*



<b>Materia prima</b>	<b>Insumos</b>	<b>Utensilios</b>
Mashua amarilla	- Ácido cítrico de grado alimentario (C <sub>6</sub> H <sub>8</sub> O <sub>7</sub> ) - Sorbato de potasio	- Envases (latas) - Bandejas plásticas - Cuchillos de acero inoxidable - Cuchara de acero inoxidable - Ollas de acero inoxidable - Jarras plásticas - Termómetro (0 a 150) °C
<b>Equipos</b>	<b>Materiales de laboratorio</b>	<b>Reactivos</b>
- 1 caldero industrial - 1 esterilizador - 1 balanza analítica - 1 balanza gramera - 1 selladora de latas - 1 cocina industrial - Mesa de acero inoxidable - Refractómetro - Potenciómetro - Colorímetro Beley	- Pipetas 5 y 10 ml - Vasos de precipitación 25 ml - Bureta - Matraz Erlenmeyer 200 ml - Soporte universal - Gotero - Pizeta - Papel filtro	- Agua destilada - Fenolftaleína 0,1 N - Hidróxido de sodio 0,1 N

### 2.3. Hipótesis

#### 2.3.1. hipótesis alternativa

El grado de precocción y pH del líquido de cobertura sí influyen significativamente sobre las características fisicoquímicas y funcionales de la mashua amarilla (*Tropaeolum Tuberosum*) enlatada.

### 2.3.2. Hipótesis nula

El grado de precocción y pH del líquido de cobertura no influyen significativamente sobre las características fisicoquímicas y funcionales de la mashua amarilla (*Tropaeolum Tuberosum*) enlatada.

## 2.4. Metodología de la experimentación

Para obtener los resultados de la investigación fue necesario realizar la caracterización de la materia prima en estado fresco, desarrollar la experimentación con la combinación de factores que pueden influir en la calidad nutricional durante la obtención del producto, consecuentemente determinar si existe o no diferencias estadísticamente significativas por los parámetros utilizados y conocer el costo del producto terminado.

### 2.4.1. Establecimiento de la propiedades fisicoquímicas y funcionales de la materia prima

Para la caracterización del producto o tubérculo se realizaron los siguientes análisis mostrados en la tabla 8, donde también se expresa los métodos utilizados.

**Tabla 8**

*Estudio de las características fisicoquímicas de materia prima*

<b>Características</b>	<b>Método</b>	<b>Unidades</b>
<b>Físicas</b>		
Color	Medición Beley	Ci*L*a*b
Peso	Pesaje	g
<b>Químicas</b>		
pH	AOAC 918.12/electrometría	pH
Acidez titulable	AOAC 942.15/ Volumetría	%
Sólidos solubles	AOAC 932.12/ Refractometría	° Brix
<b>Funcionales</b>		
Capacidad antioxidante	MO-LSAIA ABTS	Mmol trolox/g

### 2.4.2. Factores en estudio

- FACTOR A: Tiempos de escaldado

En la experimentación se usó este factor con tres tiempos diferentes y la operación se realizó a una temperatura de 85 °C.

**Tabla 9**

*Tiempos de precocción*

<b>Factor A</b>	<b>Tiempo (min)</b>
A1	5
A2	7
A3	9

- FACTOR B: pH

Como agente conservante se utilizó un líquido de gobierno con base ácida adicionando el ácido cítrico a la formulación como un agente regulador de acidez y de esta forma adecuar el líquido al pH propuesto. El líquido de cobertura se agregó durante el envasado a una temperatura de 85°C.

**Tabla 10**

*pH de líquido de cobertura*

<b>Factor B</b>	<b>pH</b>
B1	2,4
B2	2,8

### 2.4.3. Tratamientos

En la tabla 11 se detalla la combinación de los factores A x B (tiempo de precocción y pH del líquido de cobertura) realizados en el estudio, en el cual se obtuvo un total de 6 tratamientos.

**Tabla 11**

*Combinaciones de los tratamientos*

Tratamientos	Tiempo	Conserv.	Combinaciones	Descripción
T1	A1	B1	A1B1	2,4 pH; 5 min
T2	A1	B2	A1B2	2,8 pH; 5 min
T3	A2	B1	A2B1	2,4 pH; 7 min
T4	A2	B2	A2B2	2,8 pH; 7 min
T5	A3	B1	A3B1	2,4 pH; 9 min
T6	A3	B2	A3B2	2,8 pH; 9 min

#### **2.4.4. Diseño experimental**

Se empleó el Diseño Completamente Aleatorizado (DCA) con arreglo factorial A x B y tres repeticiones, obteniéndose así seis tratamientos en estudio.

##### **2.4.4.1. Características de experimento**

Número de repeticiones: 3

Número de tratamientos: 6

Unidades experimentales: 18

##### **2.4.5. Características de la unidad experimental**

La unidad experimental estuvo compuesta por 539,7 gramos de mashua para cada unidad ya que se contaba con las latas para 771,3 g para el producto terminado.

##### **2.4.6. Variables de evaluación**

- Variable cuantitativa: la conservación del valor nutricional del producto es importante, por ello se evaluó la cantidad de estos mediante la determinación del pH, sólidos solubles totales, acidez titulable y su capacidad antioxidante.
- Variables Cualitativas: se evaluará el color tanto de la materia prima y producto final para conocer si existe un cambio significativo.

##### **2.4.7. Análisis funcional**

Para este análisis se utilizó la prueba tukey de significación al 5% a todos los tratamientos que

que presenten significancia en los resultados.

#### 2.4.8. Esquema del análisis estadístico

La tabla 12 muestra el análisis de varianza ANOVA de los tratamientos, los factores y también de la interrelación del presente estudio.

**Tabla 12**

*Análisis de varianza*

<b>Factor de variación</b>	<b>Grados de libertad</b>
Total	17
Tratamientos	5
Factor A	2
Factor B	1
Factor A x B	1
Error experimental	12

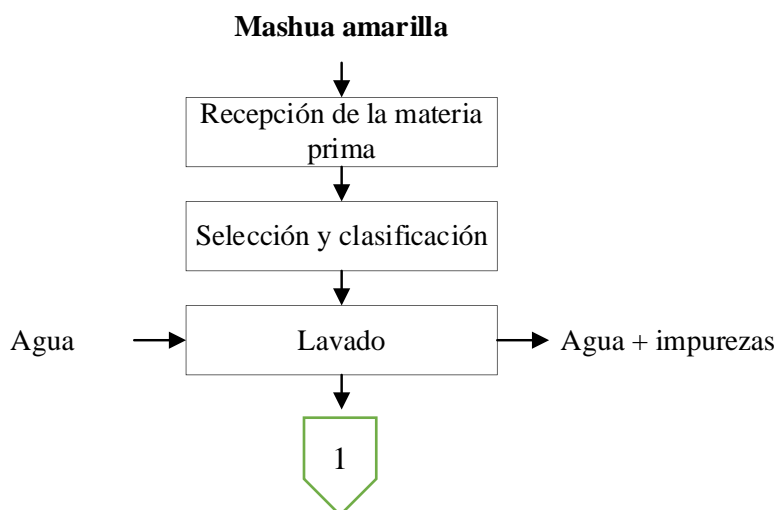
#### 2.5. Método del procesamiento

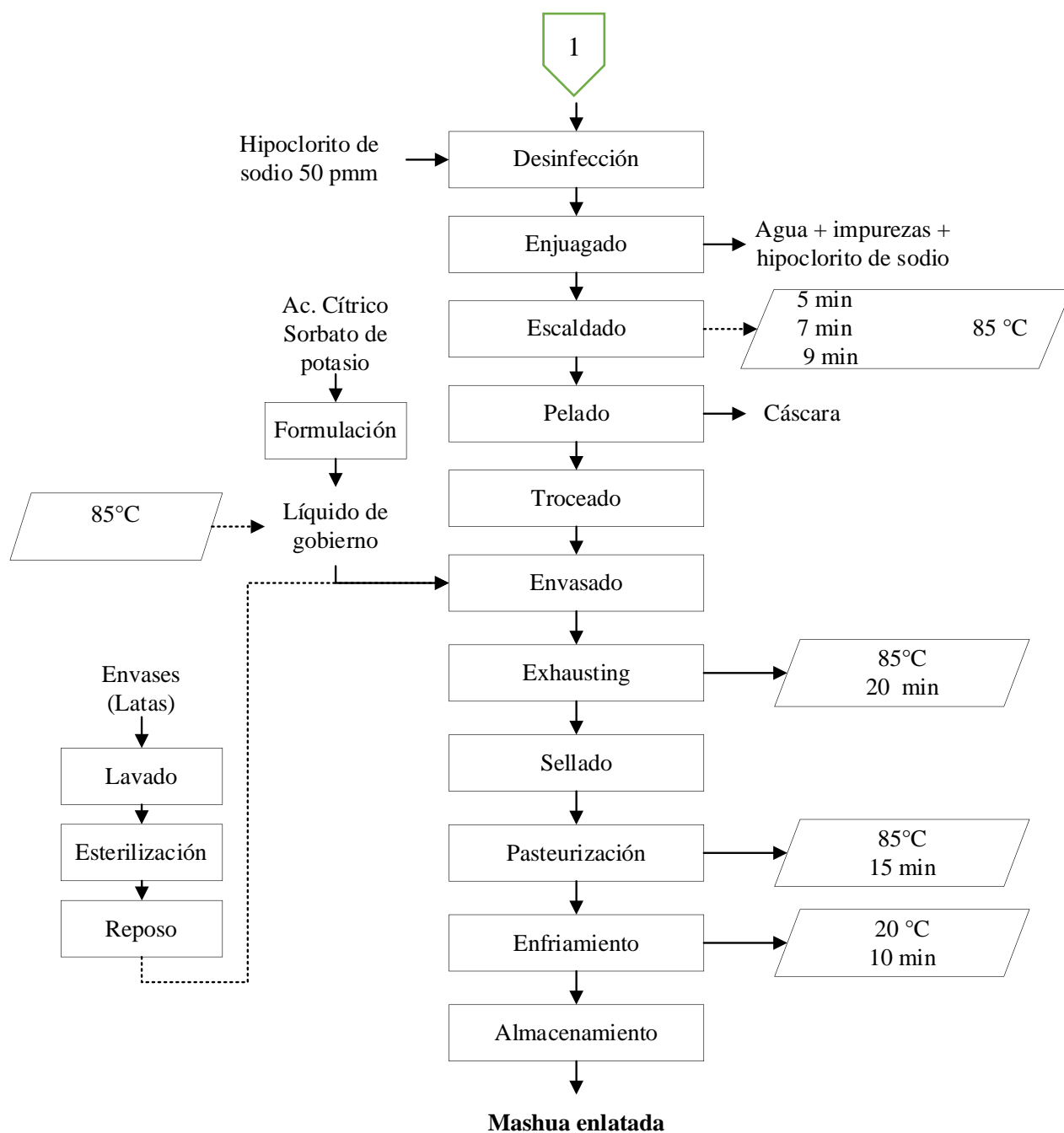
A continuación, se describe todos los métodos y proceso llevados a cabo para el desarrollo del producto enlatado.

##### 2.5.1. Diagrama del proceso de enlatado de la mashua

**Figura 11**

*Diagrama de proceso de enlatado*





## 2.5.2. Descripción del proceso

**2.5.2.1. Recepción de la materia prima.** Se hizo la recepción de la mashua (*tropaeolum tuberosum*) de la variedad amarilla en las Unidades Edu-productivas de la carrera de Agroindustria en sacos y se procedió a realizar el pesaje total de este tubérculo.

**Figura 12**

### *Recepción de la materia prima*



**2.5.2.2. Selección y Clasificación.** Consistió en descartar la materia prima con mala calidad que estaban deterioradas físicamente, escogiendo mashuas que estén libres de golpes, magulladuras, cicatrices y con tamaños uniformes. Bebido a que es un tubérculo presentaba mayormente rajaduras que suelen ocurrir durante la cosecha.

### **Figura 13**

*Selección y clasificación de la mashua: A) selección B) clasificación por tamaños*



**2.5.2.3. Lavado y desinfección.** Se realizó con abundante agua con constante movimiento para que se pueda desprender las partículas extrañas adheridas y por inmersión en una solución de hipoclorito de sodio a 50 ppm por 5 minutos de manera que se pueda reducirse la carga microbiana en la mashua.

### **Figura 14**

### *Lavado de la materia prima*



**2.5.2.4. Enjuagado.** Esta operación se realizó para eliminar parte de los residuos del hipoclorito de sodio que podían estar aún presentes en la mashua por el proceso anterior, también se desinfectó todos los materiales a utilizarse con vapor ya que es importante asegurar la inocuidad del producto final.

### **Figura 15**

*Proceso de desinfección: A: Enjuagado de la mashua, B: Desinfección de materiales y utensilios por vapor.*



**2.5.2.5. Escaldado.** Es uno de los procesos centrales de la investigación, para ello primero se realizó el pesaje correspondiente de la materia prima antes del proceso y la verificación de la temperatura del agua por medio del uso de un termómetro. Este procedimiento se llevó a cabo por inmersión en agua a una temperatura de 85°C como es recomendada por algunos



autores anteriormente citados, ya que deben ser entre un rango de temperatura de 75 a 100°C.

El proceso se ejecutó por los diferentes tiempos (5,7 y 9 minutos) para la inactivación de encimas.

### Figura 16

*Proceso de precocción: A) pesaje B) Inmersión de la materia prima C) control de temperatura*



**2.5.2.6. Pelado y troceado.** El proceso se realizó para obtener un producto escaldado con mayor uniformidad y mejor presentación, las unidades del producto fueron troceadas en 10 mm de grosor con la ayuda de cuchillos de acero inoxidable y con las manos adecuadamente desinfectadas.

### Figura 17

*Adecuación de la mashua: A) Pelado B) Troceado*



**3.5.2.7. Envasado.** Se realizó el envasado en latas de aluminio perfectamente limpias y desinfectadas previamente, se colocó una cantidad de 539,7 g gramos de producto en cada unidad, el proceso fue hermético para perder el vacío evitando la oclusión del oxígeno y respetando el espaciado de cabeza (10%) por lo cual, el llenado fue del 90% de la capacidad del envase. Además, se adicionó el líquido de cobertura a una temperatura de 85 °C con su respectiva formulación para cada unidad.

### Figura 18

*Proceso de envasado de mashua: A) Pesaje de mashua escaldado B) Adición del líquido de cobertura*



**2.5.2.8. Exhausting.** Este proceso se realizó a 85 °C por 20 minutos con la finalidad de suprimir la presencia del oxígeno que se encuentra dentro del envase y de esta manera evitar que se generen degradación de compuestos, corrosión en los envases e incluso la deformación de estos, también mediante este método se logra reducir su tiempo de esterilización, para ello se colocó el producto envasado sin sellar en la cámara de vapor para inmediatamente sellar el producto. Este proceso es muy utilizado en la industria de alimentos para el aseguramiento de la inocuidad del producto.

### Figura 19

*Exhausting del producto envasado*



**2.5.2.9. Sellado.** Este proceso se llevó a cabo con el uso de una selladora manual inmediatamente después del proceso anterior.

**Figura 20**

*Proceso de sellado de las latas*



**2.5.2.10. Pasteurización.** Posteriormente se llevó el producto a la cámara de vapor para su pasteurización durante 15 minutos a 85°C como un proceso térmico con el objetivo de inhabilitar la proliferación microbiana y así alargar el tiempo de vida anaquel del enlatado. Para ello se colocaron los productos envasados ya sellados en la cámara de vapor, este proceso térmico ayuda en su totalidad a eliminar posibles agentes patógenos que hayan estado presentes aun después de procesos anteriores.

**Figura 21**

*Pasteurización del producto en la cámara de vapor*



**2.5.2.11. Enfriamiento.** Se enfrió el producto por medio de la inmersión en agua a temperatura de 20°C por 10 minutos produciéndose así un shock térmico, mediante este proceso también se logra evitar la sobrecocción y el desarrollo de los microorganismos, así como la compresión del espacio restante de presión por el enfriamiento.

**Figura 22**

*Enfriamiento de los enlatados*



**2.5.2.12. Reposo y almacenamiento.** Es importante que los enlatados tengan un proceso de oreo fuera de humedad y se preserven secos ya que esto podría causar la oxidación de las latas por fuera del envase que a su vez causa una mala presentación. En cuanto al almacenamiento del producto enlatado puede ser a temperatura ambiente en un lugar fresco y seco.

**Figura 23**

### *Reposo del producto final*



## **2.6. Métodos analíticos**

Para la determinación de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la mashua amarilla fresca y enlatada se siguieron diferentes métodos analíticos mediante el uso de varios equipos de laboratorio, cuyos procesos se describen a continuación.

### **2.6.1. Determinación de pH**

El pH fue determinado con el método AOAC 918.12 mediante electrometría con un pH-metro (marca GHM-Greisinger), para lo cual primero se realizó una calibración usando soluciones buffer de pH 4 y 7. Posteriormente se colocó el electrodo en el líquido de la muestra (50 ml en un vaso de precipitación), se esperó a que la lectura se estabilice y luego se tomó los respectivos datos.

### **Figura 24**

#### *Determinación de pH*



### 2.6.2. Determinación de sólidos solubles totales

Este proceso se utilizó un refractómetro digital de mesa (Optic Ivymen system). En primer lugar, se calibró el equipo para ello se colocó una gota de agua destilada en el lector cuyo valor debe ser cero para considerar que el equipo está realizando correctamente la lectura de los °Brix. Luego se procedió a agregar la muestra en el lector del equipo, para ello se tomó la muestra del zumo de la materia prima y con un gotero se procede a colocar en el campo lector, se realizó la observación del campo visual para los ajustes necesarios para que este equilibrado correcta y finalmente generar la lectura de los datos.

#### Figura 25

*Medición de sólidos solubles totales*



### 2.6.3. Determinación de acidez titulable

Para este análisis fisicoquímico se empleó el método AOAC 942.1 por volumetría, para ello, se tomó 10 ml de la muestra y se adicionó 90 ml de agua destilada en un matraz Erlenmeyer. Además, se sumó a la muestra un indicador (Fenofaleína 0,1 N). La titulación se realizó con una base (hidróxido de sodio 0,1 N) la cual se agregó gota a gota hasta alcanzar un cambio de color a rosa pálido. Para expresar los resultados se empleó la siguiente ecuación:

$$\text{Acidez Titulable (\%)}: \frac{V_{NaOH} \cdot N \cdot meq \cdot Vt}{pm (g) \cdot Va (ml)} * 100$$

Donde:

$V_{NaOH}$  = Hidróxido de sodio

N = Normalidad

meq = miliequivalente ácido predominante

$V_t$  = Volumen final

$P_m$  = Peso de la muestra

$V_a$  = Volumen de la alícuota

### **Figura 26**

*Determinación de acidez titulable*



#### **2.6.4. Determinación de capacidad antioxidante por el método ABTS**

Tovar (2013) menciona que la técnica de generación del radical catión  $ABTS^{*+}$ , implica la producción directa del cromóforo  $ABTS^*$  verde-azul a través de la reacción entre  $ABTS$  y el persulfato de potasio, presenta tres máximos de absorción a las longitudes de onda de 645 nm, 734 nm y 815 nm, la adición de los antioxidantes al radical preformado lo reduce a  $ABTS$ , de esta manera el grado de coloración como porcentaje de inhibición del radical catión  $ABTS^*$  está determinado en función de la concentración y el tiempo; así como del valor correspondiente usando el Trolox como estándar, bajo las mismas condiciones.

Para emplear este método el tubérculo fue sometido a una liofilización como preparación de la muestra, la Universidad de Barcelona, (2014) describe a este proceso como “uno de los más suaves para secar productos sin alterar su composición cualitativa o cuantitativa y compuestos orgánicos o inorgánicos”, posteriormente se trituró con el uso de un crisol y se mantuvo la muestra fuera de la influencia de la humedad.

**2.6.4.1. Protocolo de procedimiento.** Este método es una forma indirecta de medir la capacidad antioxidante y para ello se debe realizar la preparación de soluciones indispensables para emplearlos durante la medición de esta variable para ello se preparó previamente:

- Solución amortiguadora de fosfatos

Esta solución se obtiene con la mezcla de dos diluciones; 95 ml de la dilución A (1,037g de fosfato de sodio monobásico en 100 ml de agua destilada) y 405 ml de la dilución B (5,33 g de fosfato de sodio dibásico en 500 ml de agua destilada). Esta mezcla debe ser llevada a un pH de 7 y diluido en 1 litro de agua.

- Solución Persulfato de potasio (2,45 mM)

Para esta solución se debe pesar 0,01655 g de persulfato de potasio para posteriormente disolverlo en 25 ml de destilada en un matraz aforado y guardar esta solución en refrigeración a 4 °C.

- Solución activada de ABTS +

La solución de ABTS (7mM) se mezcla con la solución de Persulfato de potasio en una relación de 1:1 y dejar en reposo. Es importante mantenerlo fuera de la luz y en refrigeración, además, debe formarse 12 horas antes de realizarse el ensayo.

- Solución de trabajo ABTS. +



Debe hacerse una dilución con la solución activada de ABTS con el buffer fosfato en un frasco ámbar, esto hasta lograr la lectura de absorbancia de  $1,1 \pm 0,01$  a una longitud de onda de 734 nm.

- Trolox (10 mM)

En primer lugar, se parte de la solución madre de Trolox (2000  $\mu\text{mol/L}$ ; PM 250, 32 g/mol), tomando 0,050 g de este, agregar de 15 a 20 gotas de etanol al 95% y añadir una solución amortiguadora llevándola a 100 ml en un balón aforado ámbar. Cabe señalar que esta solución debe protegerse de la luz y su tiempo de vida útil solo es el día del análisis.

Para la curva de calibración de se debe preparar las soluciones patrón de trolox diluyendo a este componente con una solución amortiguadora hasta un aforo de 10 ml.

### Tabla 13

#### *Preparación de Soluciones de Patrón Trolox*

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

El procedimiento de la determinación de la capacidad antioxidante cumplió los siguientes pasos:

- Se colocó en un tubo de vidrio 200  $\mu\text{l}$  de la muestra (diluida con buffer de fosfato) y se añadió 3800  $\mu\text{l}$  de la solución de trabajo ABTS+.
- También se transfirió 200  $\mu\text{l}$  de buffer de fosfato, las soluciones de patrón Trolox y adicionalmente 3800  $\mu\text{l}$  de la solución diluida de ABTS
- Se realizó la agitación de los tubos de ensayo y luego se dejó en reposo por 45 minutos.

d) Finalmente se lee la absorbancia de cada muestra por duplicado a 734 nm de longitud de onda.

Para obtener los datos de los resultados se utilizó la siguiente ecuación:

ABS muestra/patrón Trolox = ABS Solución de trabajo Inicial – ABS muestra 45 min – ABS blanco.

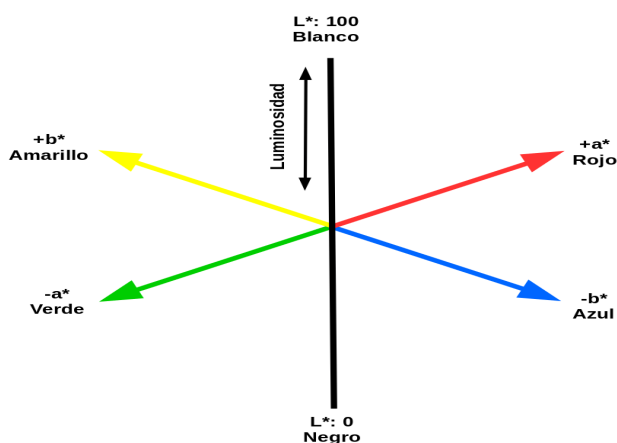
Los resultados se expresan en  $\mu\text{mol Trolox/ml}$  o  $\mu\text{mol Trolox/g}$  de la muestra.

### 2.6.5. Determinación de color

Como una variable física de este tubérculo se determinó el color, el cual fue establecido con el uso de un colorímetro triestímulo marca Beley, se tomó en cuenta la superficie interior de la muestra cortada transversalmente y se realizó la lectura de los resultados obteniendo varios datos, posteriormente se redujo por la determinación de la media y se expresaron los valores en el sistema de color CIELAB.

**Figura 27**

*Espacio de colores CIELAB/  $L^*a^*b^*$*



*Nota.* Tomado de: Miranda et al., (2018)

El espacio de color  $L^*a^*b^*$  fue moldeado en base a una teoría de color oponente, es decir, que los colores no pueden ser rojo y verde al mismo tiempo o amarillo y azul al mismo tiempo.  $L^*$  indica

la luminosidad y  $a^*$ (coordenadas rojo/verde;  $a^+$  indica rojo/ $-a^*$  indica verde) y  $b^*$  (Coordenadas amarillo/azul;  $+b^*$  indica amarillo/  $-b^*$  indica azul) son las coordenadas cromáticas. (Konica Minolta, 2016)

También se estableció la luminosidad, cromaticidad y ángulo del tono mediante las siguientes ecuaciones:

- Ecuación de Croma

$$C^* = (a^2 + b^2)^{1/2}$$

- Ecuación del ángulo de tono

$$H^* = \text{art. tg} \left( \frac{b^*}{a^*} \right)$$

La luminosidad se usa para describir cuan claro u oscuro es un color y se refiere a la cantidad de luz percibida. Los colores de mayor reflectancia son los colores claros mientras que los colores que absorben la luz son los colores oscuros. Dentro del círculo cromático, el amarillo es el color de mayor luminosidad (más cercano al blanco) y el violeta el de menor (más cercano al negro). (Cantu, 2016), Mientras que el croma  $C^*$  toma el valor 0 para estímulos acromáticos y normalmente no pasa de 150, el tono  $H^*$  varía entre 0 y 360°, ambos términos definen la cromaticidad del color de un estímulo y junto con  $L^*$  determinan coordenadas cilíndricas del espacio CIE Lab, siendo muy parecidas a las coordenadas del sistema Munsell. (Mathias-Rettig & Ah-Hen, 2014)

## 2.7. Análisis del costo de producción

Los costos de producción se determinaron con la identificación y suma de los costos de tres elementos; los materiales directos e indirectos de fabricación, es decir, se realizó en base a todos los insumos empleados en la producción de la mashua enlatada y de esta manera establecer los rubros necesarios ocupados durante su elaboración, de igual forma se estableció el costo de producción para las proporciones individuales.

### **2.7.1. Costos directos**

En estos costos se incluyeron los costos que son indispensables para la fabricación del producto, que incluyen la mano de obra y los materiales utilizados.

Dentro de estos costos se consideró:

- la materia prima e insumos directos empleados en el proceso de enlatado, estableciendo en ellos tanto el valor del producto adquirido como el valor unitario o cantidad empleada realmente en unidades de kilogramos, para lo cual también se realizó la conversión de diferentes sistemas de medida al sistema de medida internacional y cálculos básicos para conocer el monto total.
- También se identificó el costo de la mano de obra que conlleva elaborar el producto, para ello se fijó en base a el sueldo básico bruto establecido por el Ministerio de Trabajo del Ecuador y el tiempo empleado en el proceso.

### **2.7.2. Costos indirectos**

En estos costos se toman en cuenta aquellos insumos que son indispensables para llevarse a cabo la fabricación de un producto, como pueden ser la mano de obra indirecta y otros insumos como necesarios para las instalaciones del proceso. De manera que todos estos rubros se totalizaron como un solo costo total indirecto.

**2.7.2.1. Costo unitario.** Para conocer el costo de producción por unidad se empleó la siguiente fórmula:

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

Para determinar el valor del costo unitario se realizó un promedio de cierto volumen de producción y lo que cuesta producir por cada unidad de producto. Además, es fundamental determinar el costo de producción unitario de todos y cada uno de los bienes antes de que

sean comercializados, conocer lo que cuesta producirlos, ya que su objetivo final es poder establecer una política de precios sin correr el riesgo de sufrir pérdidas. (Valenzuela, 2014)

### Capítulo 3: Resultados y Discusiones

En este apartado se describen los resultados de este estudio, para la investigación se usó el tubérculo obtenido en el mercado amazonas de Ibarra, los cuales a su vez provienen de la ciudad de Ambato, los análisis fueron realizados tanto de la materia prima como del producto final después de 15 días de su elaboración, ya que es el tiempo requerido para considerar que alcanzó su estabilización y así comparar los cambios que han sufrido las diferentes variables.

#### 3.1. Establecimiento de las propiedades fisicoquímicas y funcionales de la mashua en estado fresco

Previo a la experimentación se estableció las características fisicoquímicas de la materia prima tomando en cuenta variables como la acidez titulable, pH, contenido de sólidos solubles totales, capacidad antioxidante y color, con el fin de conocer sus cambios después de aplicarse los diferentes tratamientos. En la tabla 14 se puede observar el resultado de cada una de las variables analizadas.

**Tabla 14**

*Caracterización fisicoquímica de la mashua amarilla*

Compuesto	Acidez titulable (%)	pH	Sólidos Solubles Totales (°Brix)	Capacidad antioxidante (uMTrolox/ gr)
Contenido	0,12 ± 0,02	6,28 ± 0,01	8,80 ± 0,07	63,48 ± 0,01

De acuerdo con los resultados, el contenido de sólidos solubles totales de la mashua en estado fresco presentó un valor de 8,8 °Brix, en relación a ello Cortez (2016) menciona que la mashua con un contenido de 8,3 °Brix se encuentra o ha llegado al estado de madurez comercial, y en otros estudios como el de Paucar (2014) se ha determinado un valor mayor al de este estudio, ya que en su trabajo estableció un contenido total de 10,1 °Brix al analizar la mashua de variedad amarilla, de igual forma Lara (2017) identificó un valor de 6,0 °Brix en este tubérculo. Las variaciones del contenido de los

sólidos solubles totales se deben al estado de madurez, los factores ambientales, genéticos y de manejo, como; la genética, el clima, la temporada, la nutrición de la planta, el tamaño y el área o suelo donde fue cultivado (Trimble, 2019).

En cuanto a la acidez determinada de este tubérculo fue de 0,12%, un valor menor al encontrado por Paucar (2014) y Lara (2017) quienes determinaron una acidez de 0,30% y 0,22% respectivamente, de igual forma los autores mencionados determinaron un pH de 6,67 y 6,70, mientras que en este trabajo se identificó un valor de pH de 6,28, esta desemejanza también puede provenir por diferentes factores de manejo del cultivo del tubérculo. Además, Trimble (2019) menciona que “los niveles altos de nitrógeno y potasio durante la nutrición de la planta dan como resultado mayor acidez en sus frutos”.

En cuanto al análisis de la capacidad antioxidante de la mashua amarilla se realizó por el método ABTS y se determinó un valor promedio de 63,48  $\mu\text{mol Trolox /g}$  el cual fue mayor al valor mencionado por Lara (2017) quién identificó un contenido de 37,67  $\mu\text{mol Trolox /g}$  en su investigación, mientras que Taipe (2017) estableció un contenido aún menor al anterior (13,7  $\mu\text{mol Trolox /g}$ ) en este tubérculo.

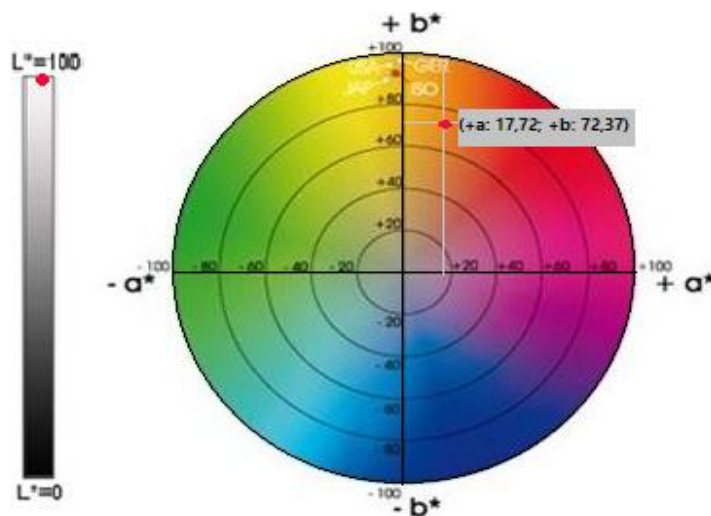
En cuanto a la variación de capacidad antioxidante de este tubérculo Gonzales A, (2010) afirma que los cultivos ancestrales andinos que tienen una pigmentación naranja- amarillo por la presencia de flavonoides, son los que presentan mayor contenido de capacidad antioxidante, mientras que los productos con menor contenido de capacidad antioxidante son aquellos de coloración amarilla por la presencia de xantofilas, citado por Catunta, (2013).

Por otro lado, en la determinación del color del tubérculo en estado fresco, éste presentó coordenadas positivas tanto de a y b, es decir, lo que implica que su tonalidad está entre el espacio de colores rojo y amarillo, se obtuvo valores de 17,72 y 72,32 respectivamente (anexo 7). En este caso, se puede aludir que el color de la mashua es amarillo – rojizo o anaranjado, además el valor de la coordenada

+b es mayor, por ende, predomina el color amarillo como se puede visualizar en la representación de la figura 28 y tuvo una luminosidad del 100%, es decir, que la reflectancia fue muy alta.

### Figura 28

*Gráfica de la escala de color de la mashua amarilla.*



Una vez obtenido los datos sobre las coordenadas de color se realizó los cálculos de los parámetros de color de este tubérculo en estado fresco que se expresan en la tabla 15.

### Tabla 15

*Resultado de los valores del color de la mashua*

	Luminosidad (L*)	Hue (°)	Croma
Mashua	100	76,21	74,46

*Nota.* Hue: ángulo del tono.

Estos valores difieren en comparación con el trabajo de Paucar (2014) ya que la autora anuncia haber determinado una cantidad de 44,9 y 79,9° de croma y ángulo de tono respectivamente, sin embargo, demostró que su materia prima en estado fresco también tenía una luminosidad de 100. La variabilidad puede deberse al estado de madurez, así como a la concentración de pigmentos por las diferentes condiciones de cultivo.



### 3.2. Efecto del grado de precocción y el líquido de cobertura sobre las características fisicoquímicas y funcionales del producto final

El desarrollo del diseño estadístico fue en base a la consideración de dos factores: el tiempo de precocción del tubérculo (5,7,9 min) y el pH del líquido de cobertura (2,4;2,8) del producto enlatado, para conocer su efecto sobre las diferentes variables se llevó a cabo análisis estadísticos como pruebas ANOVA y pruebas de rango tukey 5%. Los valores obtenidos de los análisis fisicoquímicos se exponen en el Anexo 1.

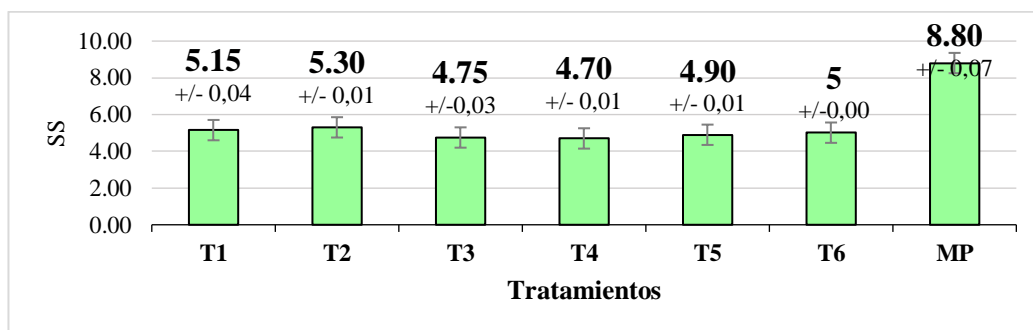
#### 3.2.1. Contenido de sólidos solubles totales en la mashua enlatada

En relación con esta variable Domene & Rodriguez (2014) anuncian que “dentro de los sólidos solubles los componentes más abundantes son los azúcares y los ácidos orgánicos”, cuya composición puede verse afectada por diferentes factores de procesamiento.

En el caso de este estudio el contenido final de sólidos solubles difirió del contenido inicial, en otras palabras, se presentó una reducción de su contenido frente a los diferentes tratamientos utilizados durante el proceso de enlatado, se puede apreciar gráficamente su comportamiento en la figura 29, hubo una reducción de este componente en todos los tratamientos, siendo T2 (5,30°Brix) el tratamiento que conservó mayormente esta variable y T4 (4,70°Brix) el que presentó menor contenido de sólidos solubles totales.

#### Figura 29

Gráfica de barras de Sólidos Solubles Totales



Cuastumal et al., (2016) aseguran que estos cambios están sujetos a los procesos de lixiviación y oxidación que sufren los compuestos orgánicos debido a la tratamientos térmicos y cambios en la matriz biológica, también agregan que “los tratamientos térmicos están vinculados con la variabilidad en las propiedades fisicoquímicas” y aseguran que en su experimentación también se identificó un descenso en la acidez y contenido de sólidos solubles después de realizar el escaldado o blanqueamiento. Debido a ello se puede contemplar que hubo una reducción de estos componentes por la migración de parte de ellos en el escaldado y en el líquido de cobertura durante el procesamiento.

Por el contrario, Andrimba (2022) demostró que existe un aumento en el contenido de sólidos solubles al aplicarse el proceso de enlatado en almíbar, pero Cherrez (2022) en cambio, mostró que existió un descenso del contenido de sólidos totales en su experimentación, refiriendo que esto puede deberse al estado de madurez de la fruta, cabe mencionar que evidentemente esta variable puede verse influenciada por la materia prima utilizada y el proceso empleado.

Además, se realizó el análisis de varianza (tabla 16) bajo supuestos de normalidad y homogeneidad en los datos ya que p-value fue mayor a 0,05 (anexo 3) y el coeficiente de variación es menor a 1, la tabla 16 demuestra que existe una significancia alta en esta variable entre los tratamientos utilizados e inclusive en la interacción del factor A y B, es decir, que el pH y tiempo de escaldado utilizados influyen significativamente en el contenido de sólidos solubles del enlatado y se obtuvo un coeficiente de variación de 0,65%.

**Tabla 16**

*Análisis de varianza de Sólidos Solubles Totales*

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SC</b>	<b>CM</b>	<b>F0</b>	<b>FT</b>	<b>Significancia</b>
					0,05	0,01
Total	17	0,83				

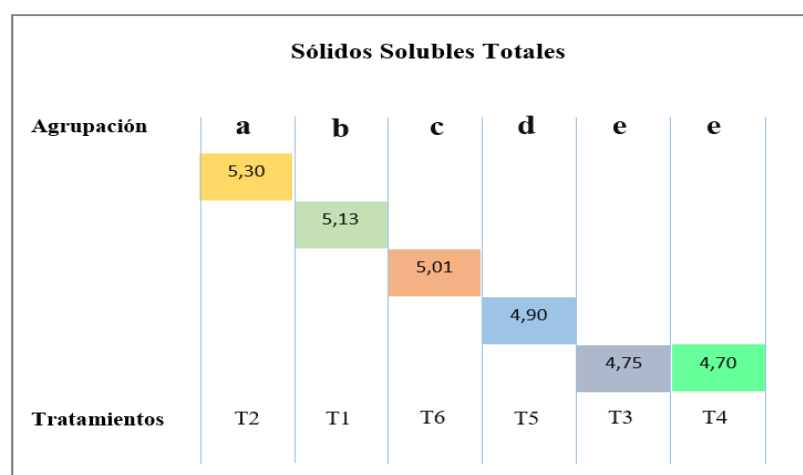
Tratamientos	5	0,82	0,16	155,89	1,42	5,06	**
A	2	0,76	0,38	362,68	1,85E-11	3,88	**
B	1	0,023	0,02	21,67	0,000	4,74	**
A*B	1	0,03	0,01	16,19	0,000	3,88	**
Error	12	0,01	0,00				

*Nota:* Esta tabla muestra la influencia de los factores sobre los Sólidos Solubles Totales del producto donde; A: Factor tiempo, B: Factor pH, A\*B: Interacción entre tiempo y pH, \*\*: altamente significativo, \*: significativo, FV: Fuentes de variación, GL: Grados libertad, SC: suma de cuadrados, CM: Cuadrados medios, Fo: F calculada y FT: F tabular. CV= 0,65%.

Debido a que se encontró significancia estadística en los resultados se realizó la prueba Tukey al 5% como se puede observar en la figura 29. Mediante esta prueba se pudo asimilar que sí existen diferentes grupos o rangos, los tratamientos T1 y T2 tienen valores mayores de contenido de sólidos solubles totales y fueron aquellos tratamientos con menor tiempo de precocción.

### Figura 30

*Prueba tukey de sólidos solubles totales de mashua enlatada*



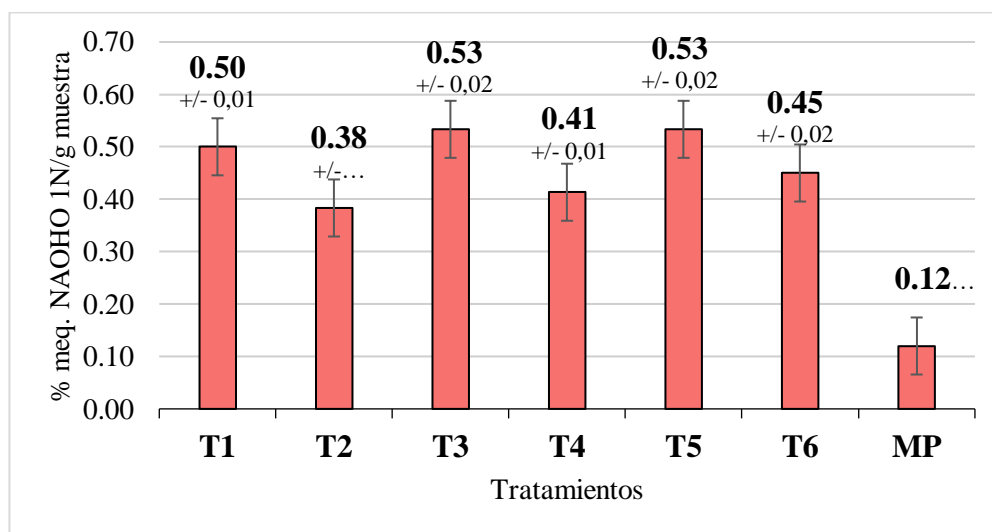
### 3.2.2. Acidez en la mashua enlatada

Acerca del comportamiento de la acidez frente a la aplicación de un tratamiento térmico Cuastumal et al., (2016) demostraron que un producto vegetal al ser escaldado se reduce su acidez. De igual

forma Quelal (2012) en su investigación demostró que la cocción del tubérculo a diferentes temperaturas y tiempo permite reducir el sabor picante, disminuyendo la acidez en un 60% y aumentando su pH, y Samaniego, (2010) por su parte menciona que “el sabor picante y acre de la mashua se debe a la presencia de isotiocianatos, pero desaparece con la cocción volviéndose dulce”. No obstante, en la comparación de valores de la acidez del producto final enlatado se puede observar en la figura 31, que el tubérculo al ser sometido a un líquido de cobertura de pH bajo incrementó considerablemente esta variable en todos los tratamientos siendo la acidez de la materia prima (0,12 % meq. NAOHO 1N/g muestra) como la más baja.

**Figura 31**

*Gráfica de barras de acidez titulable*



La acidez de T1, T3 y T5 se incrementaron proporcionalmente ya que son los tratamientos que fueron sometidos a un líquido de cobertura del pH más bajo (2,4) en comparación con los demás tratamientos. Por otro lado, en otros trabajos similares de enlatados de frutas realizados por Andrimba (2022) y Pozo (2021) aseguran que esta variable disminuyó en todos sus tratamientos frente a la acidez inicial en estado fresco. Los cambios en los valores tanto de acidez titulable y pH

dependen de la variedad y estado de madurez de la fruta y sobre todo a la cantidad de ácido utilizado para regular la solución de cubierta a un pH determinado. (Reinerio, 2015).

Los resultados del análisis de acidez titulable final presentaron normalidad y homogeneidad (anexo 2) en los datos y también mostró un coeficiente de variación menor a 1, debido a ello se llevó a cabo el análisis de varianza (tabla 17), en este caso se demuestra que el pH del líquido de cobertura y el tiempo de precocción sí influyen significativamente sobre la acidez titulable final de la mashua enlatada, aunque su interacción no es altamente significativa.

**Tabla 17**

*Análisis de varianza para la acidez titulable*

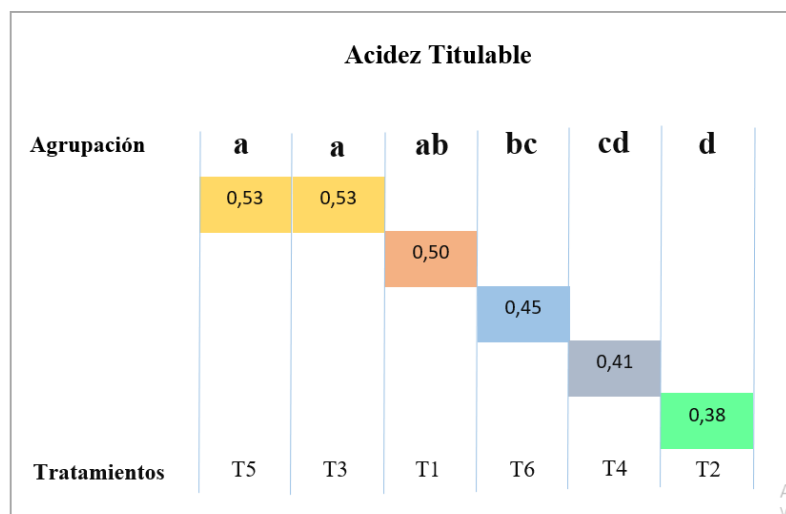
FV	GL	SC	CM	F0	FT		Significancia
					0,05	0,01	
Total	17	0,07					
Tratamientos	5	0,06	0,01	25,46	1,42	5,06	**
A	2	0,00	0,00	8,12	0,005	3,88	**
B					2,30E-		
	1	0,05	0,05	108,42	07	4,74	**
A*B	1	0,00	0,00	1,30	0,30	3,88	*
Error	12	0,01	0,00				

*Nota.* A: Factor tiempo, B: Factor pH, A\*B: Interacción entre tiempo y pH, \*\*: altamente significativo, \*: significativo, FV: Fuentes de variación, GL: Grados libertad, SC: suma de cuadrados, CM: Cuadrados medios, Fo: F calculada y FT: F tabular. CV= 0,24%.

De acuerdo con la prueba de rangos los diferentes valores de acidez forman varios grupos estadísticos, sin embargo, tanto T5 y T2 se encuentran en un mismo rango o agrupación representando mayor contenido de acidez, en cambio los demás tratamientos muestran una agrupación acumulada entre ellos por lo cual sus datos no son representativos.

**Figura 32**

### Prueba Tukey de la acidez titulable de mashua enlatada



En relación con la variación de la acidez, autores como Ávila et al., (2007) aseguran que un aumento de acidez titulable no se podría explicar claramente por las funciones tan variadas de los ácidos orgánicos como su participación con la respiración aeróbica y anaeróbica sobre el ciclo de ácidos tricarbóxicos o su función de almacenamiento de energía para las funciones metabólicas del fruto. También autores como Kays & Paul, (2004) mencionan que los precursores inmediatos de los ácidos orgánicos no son solamente ácidos orgánicos sino también los azúcares, pudiendo jugar un papel importante en el aumento de la acidez”. Por lo que todos estos fenómenos de reacciones pueden intervenir en los cambios mencionados.

Además, la acidificación en productos enlatados es usada para la conservación del producto evitando que se desarrolle la oxidación o cambios internos, las frutas y vegetales bajos en ácidos o que tienen un pH superior a 4,6 generalmente son conservadas por acidificación, es decir, que es un tratamiento convencional utilizado en la industria de enlatados.

#### 3.2.3. pH de la mashua enlatada

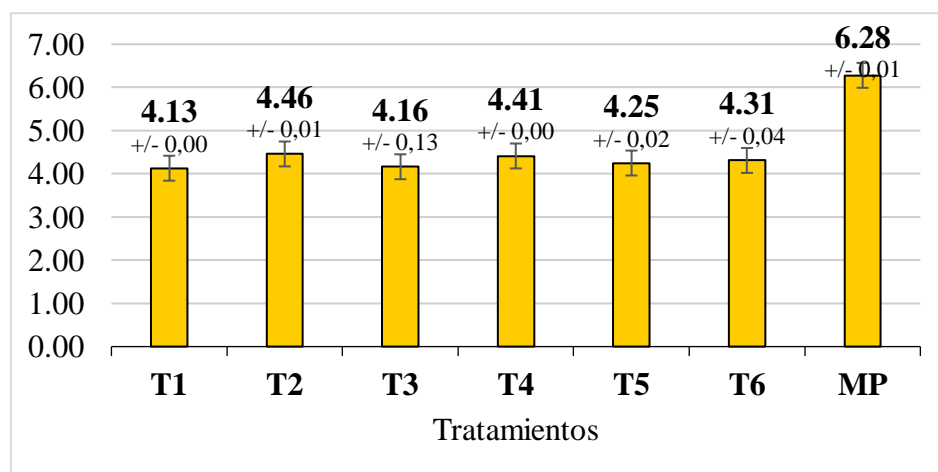
Por otra parte, el pH de las muestras del producto enlatado oscila entre los 4,13 a 4,46, (figura 33), el manejo de este factor dependiente logró reducir el pH inicial del tubérculo en un promedio del

31,2% del contenido inicial, pero dos de los tratamientos (T1 y T3) están por debajo del pH recomendado en productos enlatados ya que Derossi et al., (2014) mencionan que “para la producción de hortalizas pasteurizadas los valores de pH de interés están en un rango de 4,6 y 4,2”. También el Ministerio de Protección Social (2010) asegura que “un alimento está acidificado cuando al principio tiene baja acidez y luego se le añade ácido para reducir su pH obteniendo un equilibrio final de 4,6 o menos”, cuyos valores en este estudio fueron alcanzados ya que cada tratamiento refleja valores menores al pH anteriormente mencionado.

Este énfasis en el control de pH se debe a que entre mayor sea la acidificación mejor será su seguridad frente a agentes patógenos como los microorganismos, pero tampoco es conveniente que sea demasiado bajo ya que podría causar algún cambio agresivo en sus propiedades físicas o fisicoquímicas.

**Figura 33**

*Gráfica de barras de pH*



Reinerio (2015) en su trabajo expresa el mismo comportamiento o cambio de esta variable ya que al someter a un tubérculo (*Oxalis tuberosa* u Oca) a un enlatado registró un cambio de pH siendo éste reducido de 6,0 a 3,79. Del mismo modo otro autor, Andrimba (2022) anuncia que el proceso

de enlatado en su experimentación también dio a lugar a un descenso del pH inicial de su materia prima en estado fresco.

Por lo tanto, el pH es otra de las variables que se vio afectada por los parámetros establecidos en la experimentación, ya que evidentemente se logró influir en el cambio y/o reducción del pH en el producto final, en otras palabras, tanto el factor B (pH del líquido de cobertura), factor A (tiempo de escaldado) y la interacción entre ellos estadísticamente influyeron significativamente en el pH final del enlatado como se muestra en el análisis de varianza en la tabla 18.

**Tabla 18**

*Análisis de varianza de pH*

FV	GL	SC	CM	F0	FT		Significancia
					0,05	0,01	
Total	17	0,27					
Tratamientos	5	0,26	0,05	74,02	1,42	5,06	**
A	2	0,22	0,11	177,35	1,22E-09	3,88E+00	**
B	1	0,76	0,76	1218,06	1,95E-13	4,747E+00	**
A*B	1	1,32	0,66	1054,04	3,28E-14	3,885E+00	**
Error	12	0,01	0,00				

*Nota:* A: Factor tiempo, B: Factor pH, A\*B: Interacción entre tiempo y pH, \*\*: altamente significativo, \*: significativo, FV: Fuentes de variación, GL: Grados libertad, SC: suma de cuadrados, CM: Cuadrados medios, Fo: F calculada y FT: F tabular. CV= 0,62%

Mediante la realización de la prueba tukey para la variable de pH la figura 33 muestra que existen tres grupos diferentes, T2 y T4 forman parte del grupo de pH más alto y según las normas para este tipo de producto se encuentran dentro del pH recomendado. Por el contrario, T3 y T1 son los tratamientos de menor pH que inclusive es menor al recomendado ya que es menor a 4,2 por lo que este medio podría ser muy agresivo para los componentes de la mashua enlatada, además forma



parte de último grupo lo cual se suele considerar dentro de los rangos como el que presenta menor beneficio.

**Figura 34**

*Prueba tukey para pH de mashua enlatada*

		<b>pH</b>					
<b>Agrupación</b>		<b>a</b>	<b>a</b>	<b>b</b>	<b>b</b>	<b>c</b>	<b>c</b>
		4,46	4,41				
				4,31	4,25		
						4,16	4,13
<b>Tratamientos</b>		T2	T4	T6	T5	T3	T1

Estos grupos además representan que el líquido de cobertura de menor pH (2,4) empleado durante el proceso de enlatado influyó proporcionalmente en la reducción de esta característica fisicoquímica en la mashua enlatada debido a que T5, T3 y T1 al igual que en los valores de mayor acidez analizados anteriormente también representan un producto final con menor pH.

También cabe considerar que estas variaciones de pH también pueden verse influenciadas por otros aspectos como lo describe Kays & Paul, (2004) ya que “el pH también interactúa con otros factores del tubérculo como el tejido, sales, temperatura, potencial redox, entre otros”.

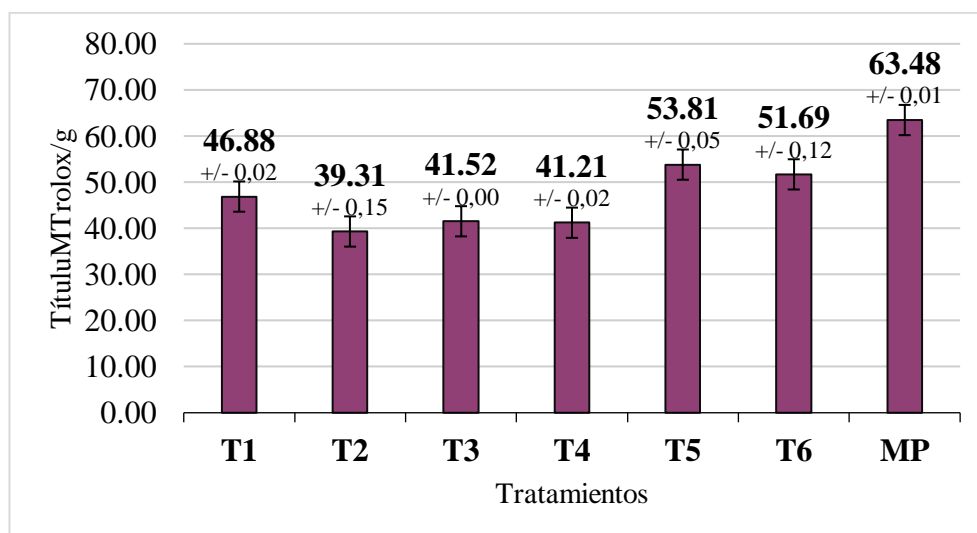
#### **3.2.4. Capacidad antioxidante de la mashua enlatada**

La actividad antioxidante es la capacidad de una sustancia para inhibir la degradación oxidativa, de tal manera que actúa, principalmente, gracias a su capacidad para reaccionar con radicales libres y, por lo tanto, recibe el nombre de antioxidante terminador de cadena. (Londoño, 2011)

En la figura 35 se puede observar el comportamiento de este componente al ser sometido a diferentes tiempos de precocción y pH del líquido de cubierta. La capacidad antioxidante disminuyó en cada uno de los tratamientos, en referencia a la reducción de este componente Harakotr et al., (2014) aseguran que la precocción por ebullición causa una pérdida de componentes debido a la lixiviación o difusión de los componentes en el agua de cocción. En consecuencia, la mashua sufrió una lixiviación de parte de sus componentes al momento que se ejecutó el proceso de precocción por el método de inmersión en agua.

**Figura 35**

*Gráfica de barras de capacidad antioxidante*



Aun así, es una reducción menor a la establecida por Lara (2017) luego de un tratamiento de deshidratación en la mashua amarilla quién al final obtuvo un contenido de 36,38  $\mu\text{mol Trolox /g}$  del tratamiento con mayor retención de esta variable y realizando el análisis fisicoquímico por el mismo método. Por otra parte, en otro estudio similar realizado por Saá, (2019) se logró determinar un contenido de 32,71  $\mu\text{mol Trolox /g}$  de capacidad antioxidante que al igual es menor al establecido en este estudio, de modo que se puede aludir que el proceso de enlatado es un buen método de conservación de este componente.

Otro punto para considerar es que en otros estudios como el de Paucar (2017) ha demostrado que mediante la cocción se logra inclusive aumentar la capacidad antioxidante en este tubérculo, en referencia a ello, en este trabajo aun sin que se haya aumentado el contenido de capacidad antioxidante se logró conservar más este componente en los tratamientos de mayor tiempo de escaldado ya que el quinto y sexto tratamiento retuvieron más esta variable.

De acuerdo con los resultados obtenidos y en consideración de que los datos en esta variable no presentaron normalidad ya que el p-value fue menor a 0,05 (Anexo 5) y con un coeficiente de variación mayor a 1, se realizó el análisis Kruskal Wallis para la capacidad antioxidante que se detalla en la tabla 19.

**Tabla 19**

*Análisis Kruskal Wallis de Capacidad antioxidante*

Tratamientos	N	Rango promedio	$\chi^2$	P
T1	3	11,00	16,59	0,005
T2	3	2,00		
T3	3	8,00		
T4	3	5,00		
T5	3	17,00		
T6	3	14,00		
Total	18			

*Nota.* N: número de repeticiones  $\chi^2$ : Chi-cuadrado P: P-value

Se estableció que al menos uno de los tratamientos es distinto al resto ya que p-value arrojó un valor menor a 0,05. También se realizó la prueba de rangos para conocer con mayor exactitud las agrupaciones de los diferentes tratamientos frente a la capacidad antioxidante, que se expresan en la siguiente figura:

**Figura 36**

*Prueba tukey de capacidad antioxidante*

Capacidad antioxidante						
Agrupación	a	b	c	d	e	f
	53,81	51,69	46,88	41,52	41,21	39,31
Tratamientos	T5	T6	T1	T3	T4	T2

De acuerdo con esta prueba todos los tratamientos son de diferentes rangos, aunque T5 se destaca por tener el valor más alto de este compuesto, por lo tanto, se conservó mayor contenido de la capacidad antioxidante y muestra una relación en este tratamiento que; entre menor fue el pH mayor fue la conservación del contenido de esta variable.

Cabe considerar que Murador et al., (2017) aseguran que los niveles de actividad antioxidante dependen también de varios factores, como el tiempo de cocción, el grado de calentamiento, disolvente, pH y superficie expuesta al agua y el oxígeno, pero principalmente de la matriz alimentaria. Además, como otra de las funciones de la capacidad antioxidante es evitar la oxidación de los alimentos ya que estos causan cambios en el color, olor y sabor debido a que los fenoles se convierten en quinonas que crean aquellos pigmentos marrones y negros.

Por otro lado, en comparación con otros tubérculos como el melloco (*Ullucus tuberosus*) y camote morado (*Ipomoea Batatas L*) en cuanto a la capacidad antioxidante que tienen una cantidad de 6,41  $\mu\text{M}$  Trolox/ g y 5,24  $\mu\text{M}$  Trolox/ g en estado fresco respectivamente, de acuerdo con lo establecido por Mejía et al., (2018) y por Tovar et al., (2021), se deduce que la mashua enlatada presenta 10 veces más en contenido de capacidad antioxidante que estos tubérculos.

### 3.2.5. Color de la mashua enlatada

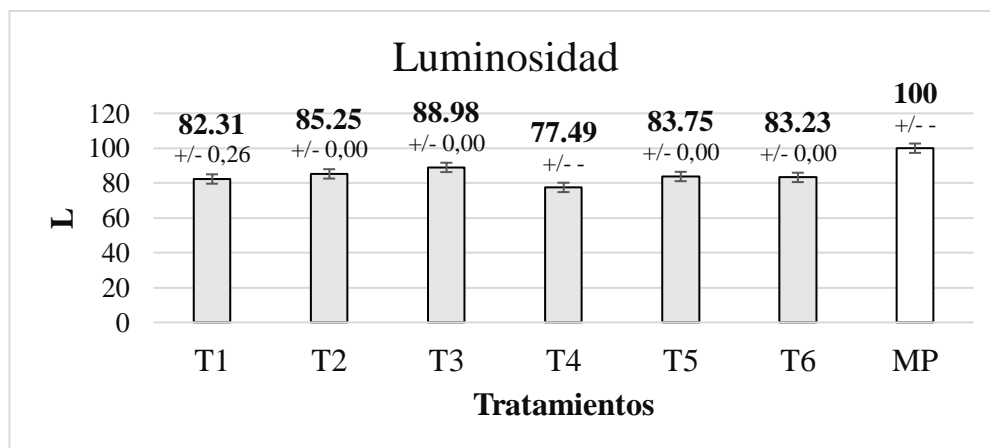
En cuanto al color, una característica física que en esta experimentación se pudo evidenciar que existió una variabilidad una vez aplicada el proceso de enlatado, tanto en la luminosidad como en las coordenadas de cromaticidad, debido a ello esta es una característica importante que sobre todo en la industria de alimentos se usa para conocer la variabilidad o cambios y así controlar este factor como una medida de calidad. Se partió de la muestra estándar, en este caso, de la materia prima en fresco, así como se tomó en cuenta las muestras de todos los tratamientos después del escaldado y del almacenamiento como producto enlatado. (Anexo 7)

#### A) Luminosidad de la mashua enlatada

En la figura 37 se expresa la variación de estas unidades en los diferentes tratamientos, donde la luminosidad se redujo en un 16,50% en promedio. Esta característica en la mashua amarilla se redujo en todos los tratamientos en comparación de su valor inicial al someterse al proceso de enlatado, lo que implica que con el cambio de color la mashua ya no tiene una reflectancia alta sino más bien absorbe la luz.

**Figura 37**

*Gráfica de barras de la luminosidad de materia prima vs tratamientos*



Con respecto a este tipo de cambios después de la cocción Paucar, (2014) afirma que los cambios

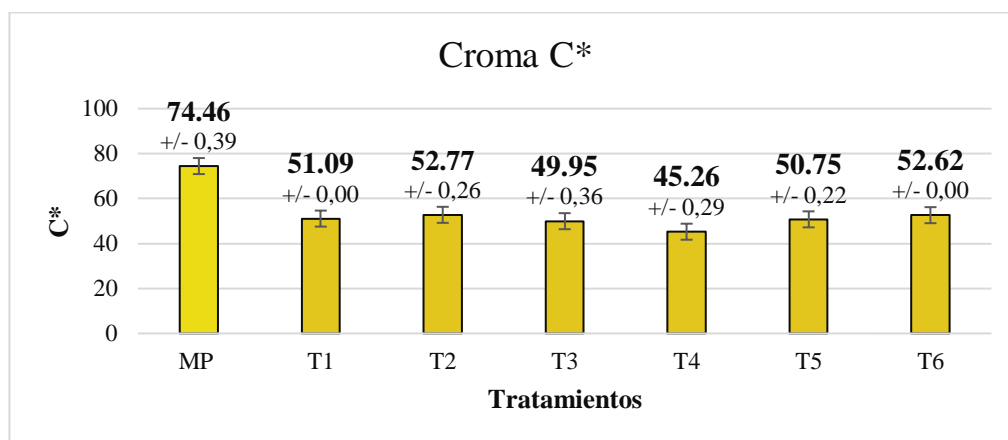
están relacionados con el metabolismo vegetal, que se manifiesta con la degradación de algunos pigmentos por foto oxidación y aparición de otros por aspectos ambientales.

### B) Valor de saturación croma C\*

Según Mathias-Rettig & Ah-Hen (2014)“La croma define la intensidad, saturación o pureza espectral del color que va desde grises, pálidos, apagados a los más fuertes y vivos”. La croma de todos los tratamientos empleados difirió del contenido inicial como se puede apreciar en la figura 38, pues se redujo indicando que desde un inicio tuvo un color amarillo-anaranjado brillante el cual tomó diferentes saturaciones.

**Figura 38**

*Gráfica de barras de la variable Croma de materia prima vs tratamientos.*



Los descensos de los valores de C\* después de la cocción según Burgos & Román, (2009) y Uquiche & Cisneros, (2002) estas diferencias podrían deberse a factores físicos como la temperatura que provocan disminución de lignina y oxidación de los carotenoides, citado por Paucar, (2014) .

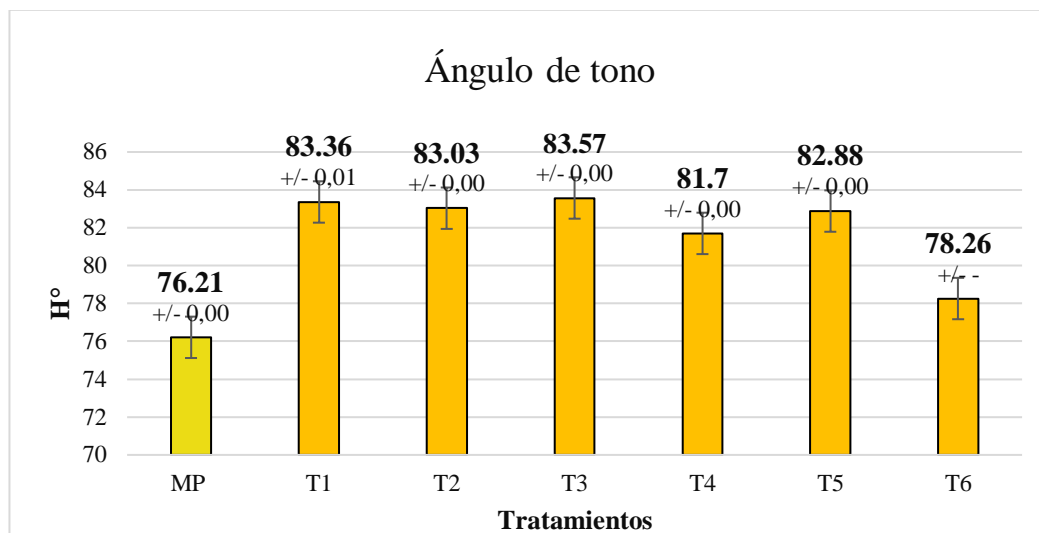
### C) Ángulo de tono de la mashua enlatada

También conocida como matiz, tono o tinte, se caracteriza por la longitud de onda de la radiación y hace diferente un color de otro. (Mathias-Rettig & Ah-Hen, 2014) En el caso de este estudio el tono del color inicial de la materia prima cambió tornándose en un tono más anaranjado después del

escaldado y el cual se mantuvo aun después del almacenamiento como un producto enlatado, de acuerdo con la figura 39 se puede asimilar que el ángulo se incrementó en todos los tratamientos.

**Figura 39**

*Gráfica de barras de color: ángulo de color de materia prima vs tratamientos*



La misma reacción fue reportada por (Paucar, 2014) quién también describió un aumento del ángulo de tono (Hue) en comparación al estado fresco en la mashua, asegurando que los tratamientos como el secado y la cocción pueden modificar la concentración de los pigmentos en el tubérculo. En resumen, la autora mencionada demostró en su investigación que el tubérculo al ser sometido al proceso de cocción su valor de luminosidad, así como la croma se reducen mientras que el ángulo de tono asciende, reacción que fue totalmente similar al aplicarse el proceso de enlatado.

### 3.2.5.1. Determinación del tratamiento con mayor variación del color

De acuerdo con Talens (2017) la variación global del color se puede encontrar con la siguiente ecuación:

$$\Delta E = \sqrt{\Delta L^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2} \text{ Ecuación 1}$$

**Donde:**

$\Delta E$ : es la diferencia global del color

$\Delta L$ : variación de la luminosidad

$\Delta a$ : variación de la coordenada  $a^*$  (rojo/ verde)

$\Delta b$ : variación de la coordenada  $b^*$  (azul/ amarillo)

Consecuentemente para el desarrollo de esta ecuación el mismo autor menciona que se debe determinar las diferencias de la siguiente forma:

$\Delta L^*$ :  $L^*$  muestra –  $L^*$  referencia

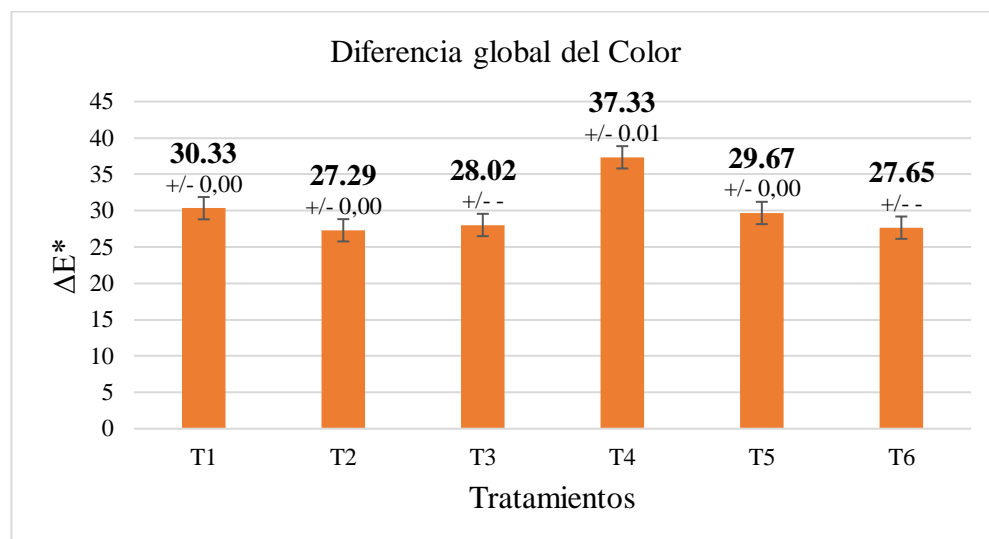
$\Delta a^*$ :  $a^*$  muestra –  $a^*$  referencia

$\Delta b^*$ :  $b^*$  muestra –  $b^*$  referencia

Conforme a los resultados obtenidos se logró identificar que T4 tuvo mayor variación del color o cambio de color con respecto al color inicial del tubérculo en estado fresco (figura 40), pues mediante la aplicación de la precocción se logró intensificar el color de la mashua, la cual en forma visual se tornó desde un color amarillo claro a uno anaranjado.

#### Figura 40

*Gráfica de barras de la diferencia global del color*



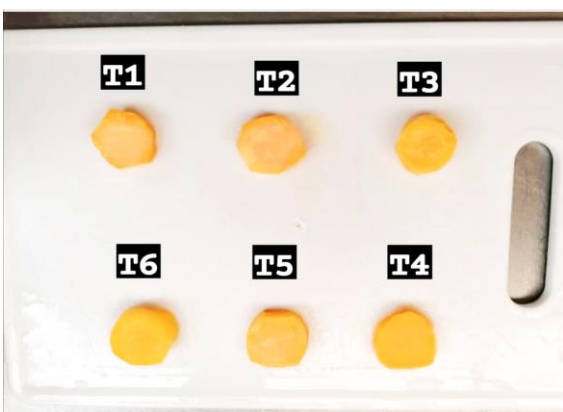
La variación de color también puede deberse al pardeamiento no enzimático por la aparición de



melanoidinas, con la correspondiente variación de la luminosidad ( $L^*$ ), el incremento de color o los parámetros colorimétricos  $a^*$  y  $b^*$ , varían a medida que el contenido en melanoidinas formadas aumenta. (Diaz, 2018) El producto final presentó colores claros y brillantes agradables, exentos de colores extraños.

### Figura 41

*Muestras mashua amarilla post enlatado*



#### 3.2.5.2. Análisis de cambios de color de la mashua enlatada durante el almacenamiento.

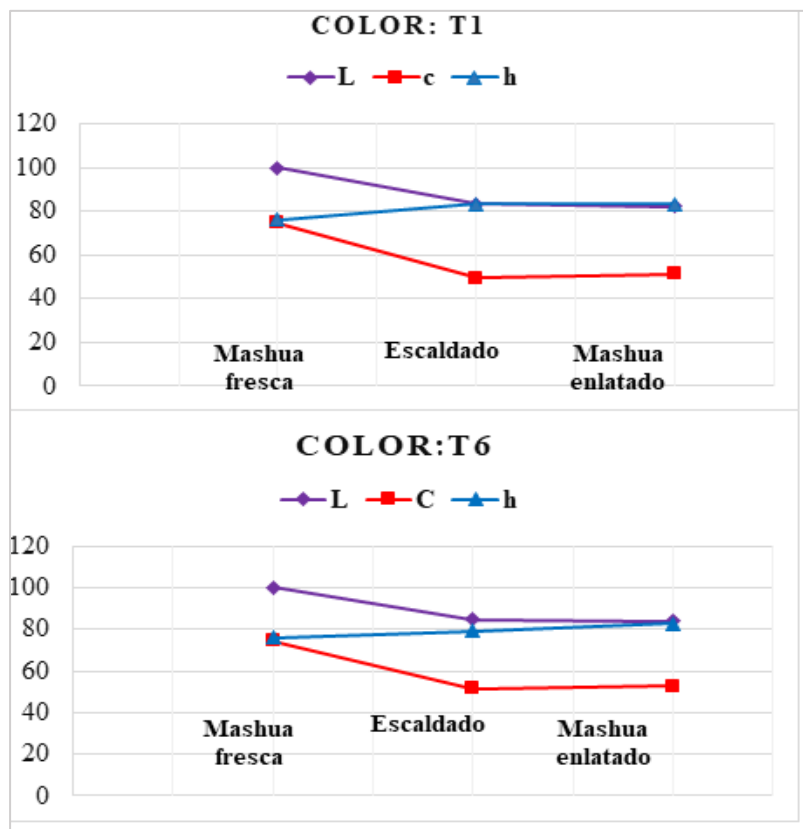
El color es una de las propiedades que también puede verse afectada durante la vida anaquel aún al haber sido sometida a un proceso de conservación en el cual puede presentarse el pardeamiento enzimático o conocido también como reacción Maillard e incluso la degradación de color causando un problema de calidad sensorial. En relación en ello Abugoch et al., (2007) dentro de su investigación realizaron una comparación entre métodos de conservación; sobre su influencia en el color del producto final después del almacenamiento y alegaron que durante el almacenamiento del producto congelado hubo un cambio en el color, aunque no fue significativo mientras que el producto enlatado se conservó mejor esta variable.

En la figura 42 se puede observar el comportamiento del tubérculo tanto en estado fresco como durante el escaldado y después del enlatado. Se logra deducir y corroborar que el color no sufre

cambios significativos en ninguno de los tratamientos, es decir que el enlatado es un excelente método para conservar esta característica física en el producto.

**Figura 42**

*Componentes de color en el proceso de enlatado*



### 3.3. Análisis de costos del producto final

Se realizó el análisis de costo de producción y para ello, se determinó el costo generado por cada insumo utilizado en el proceso tanto en los costos directos como indirectos y se conoció su precio unitario como un producto terminado.

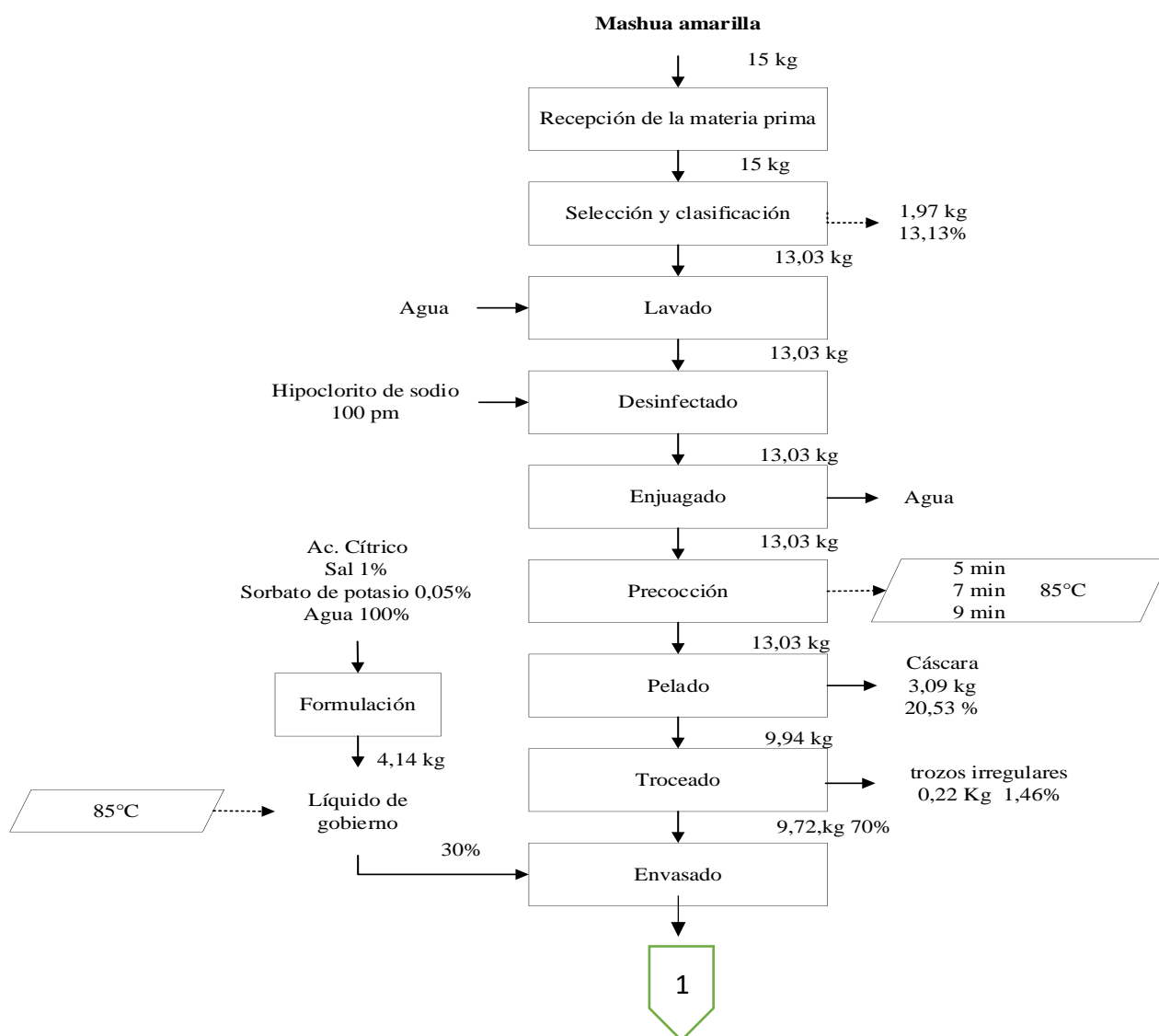
Faxas, (2011) menciona que el costo de producción nos permite comparar los resultados del trabajo entre diferentes empresas, brigadas, uniones, provincias y zonas, y forma de encontrar vías para la utilización óptima de los recursos productivos, durante el análisis se valoran los resultados totales del cumplimiento del plan del costo de la producción.

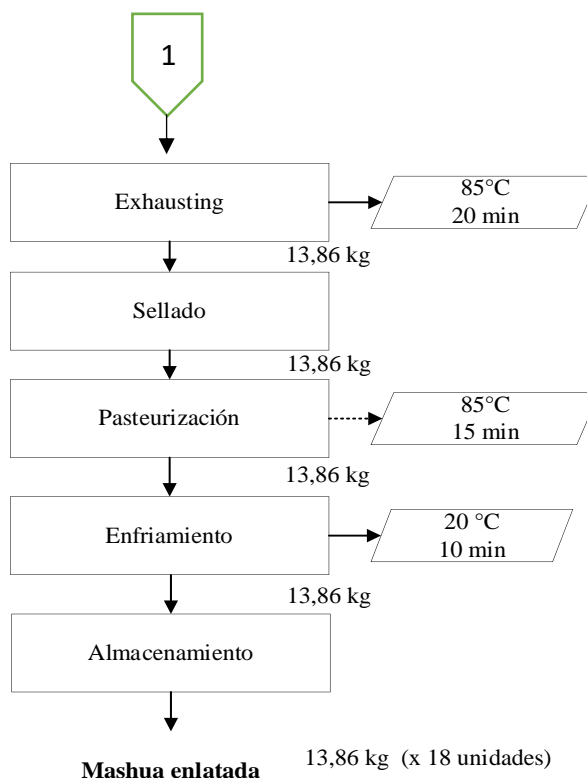
Por otro lado, también es adecuado conocer el rendimiento total de la producción ya que este se refiere a la cantidad de producto utilizado en cierto proceso o entrega del producto en un periodo determinado para lo cual se considera todas las pérdidas causadas en algunas de las operaciones realizadas y establecer la cantidad realmente obtenida del proceso. (Kanban, 2020)

#### 4.3.1. Balance de materiales y rendimiento

**Figura 43**

*Balance de masas del enlatado de mashua*





Rendimiento en base a la materia prima:

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final de la mashua}}{\text{Peso inicial}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{9,72\text{kg}}{15 \text{ kg}} * 100$$

$$\text{Rendimiento} = 64,8 \%$$

El rendimiento total de este proceso de elaboración es de 64,8% lo cual sugiere que el 35,2 % constituye a los desperdicios o mermas generados durante la adecuación de mashua como los procesos de la adecuación de la materia prima y el pelado.

#### **4.3.3. Determinación del costo de elaboración de la mashua amarilla enlatada**

Para determinar de forma competitiva el precio es necesario conocer toda la cadena productiva, además de los recursos humanos, materia prima, gastos de servicios públicos y administrativos que intervienen en el desarrollo del producto; ya que permite identificar de forma más detallada cuales son los costos específicos para elaborar determinado producto. (Nates, 2020)

Los costos de producción del enlatado se realizaron mediante el cálculo total del costo de cada insumo utilizado en el proceso de elaboración, los costos directos utilizados para la elaboración de mashua enlatada se puede visualizar en la tabla 20, estos insumos son lo que se ven directamente relacionados como parte del producto final enlatado.

**Tabla 20**

*Costos directos en la producción de mashua enlatada*

<b>COSTOS DIRECTOS</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (USD)</b>	<b>Total (USD)</b>
Mashua	Kg	15	1,20	18
Sal	Kg	0,041	0,60	0,02
Ácido cítrico	Kg	0,045	3,60	0,16
Sorbato de potasio	Kg	0,0068	10,4	0,07
Agua	m <sup>3</sup>	0,0045	1,64	0,007
Envases	U	18	0,60	10,8
Etiquetas	U	18	0,50	9
Mano de obra	h	5	2,5	14,3
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>53,15</b>

Por otro lado, los costos directos son la carga fabril, costos indirectos y gastos general de fabricación que se causan por la inevitable utilización de una variada cantidad de recursos que participan u ocurren en los procesos y etapas de producción entre los cuales se encuentran los consumos de suministros y materiales indirectos (Ramirez et al., 2010). En vista a ello se tomaron en consideración a todos los recursos utilizados indirectamente para la producción de la mashua amarilla en latada como se puede ver en la tabla 21.

**Tabla 21***Costos indirectos en la producción de mashua enlatada*

<b>COSTOS INDIRECTOS</b>				
<b>Descripción</b>	<b>Unidades</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio unitario (USD)</b>	<b>Total (USD)</b>
Diesel	Caneca	1	6	6
Agua (limpieza)	m <sup>3</sup>	0,3	1,64	0,49
Gas	Tanque	1	3	3
Luz	Kw/h	0,09	5	0,45
<b>COSTO TOTAL</b>				<b>9,94</b>

La determinación del costo de los suministros se realizó como requerimiento de la producción mínima (18 unidades) y también se tomó en consideración el uso de agua durante el proceso sobre todo para la limpieza y procesos de escaldado, ya que estos no se involucran directamente en el producto enlatado.

Por otro lado, una vez que se conoce el costo total de producción es necesario determinar al costo de producción de cada unidad elaborada. El costo unitario promedio del sumario de todos los costos que se dieron en la producción de un artículo en relación de la cantidad de unidades producidas.

El costo total de producción de este proceso generó un costo total de 63,09\$ y el costo unitario se calculó con la aplicación de la siguiente fórmula:

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

$$\text{Costo unitario} = \frac{63,09}{18}$$

$$\text{Costo unitario} = 3,50 \text{ USD}$$

El costo unitario de un producto puede verse afectado por diferentes factores como el cambio de precios en la materia prima e insumos, los servicios básicos entre otros, por ende, en una producción a mayor escala es conveniente contar con un proveedor fijo que mantenga el precio y calidad de los insumos.

### **Comparación con otros productos enlatados en el mercado**

Existe una gran cantidad de ofertas de productos enlatados mayoritariamente de legumbres, frutas y productos del mar, aunque sean la minoría en la actualidad también se han desarrollado nuevos productos enlatados a partir de tubérculos disponibles en el mercado, sin embargo, en el Ecuador la alta demanda de productos en conserva son generalmente pescados y mariscos.

El país que generalmente ofrece productos enlatados y diferentes presentaciones a partir de tubérculos como el melloco y la papá es Perú, ya que se puede encontrar ofertas en línea que inclusive ofrecen envíos internacionales. En la figura 43 se puede apreciar algunos ejemplos de estos productos, el rango de precios está entre 2,38 a 8,16 dólares como el más alto, aunque el tubérculo que se encuentra en oferta con mayor facilidad el olluco o melloco enlatado.

### **Figura 44**

*Ofertas de tubérculos enlatados disponibles en el mercado*

- Melloco enlatado:
  - **8,16 USD** (PERÚ FOOD)
  - **6,80 USD** (Perú Chef)
- Papa enlatada:
  - **7,16 USD** (DEL MONTE QUALITY)
- Camote enlatado:
  - **2,38 USD** (BRUCE´S)

*Nota:* Los precios tienen conversiones para una cantidad de 773,1g.

En comparación con los productos anteriormente mencionados la mashua enlatada sigue en el margen de precios, que inclusive estimando como precio de venta del producto con una ganancia del 31% continuaría dentro del rango de precios con un valor de 4,99 dólares, se puede aludir que este producto enlatado presenta competitividad de precio frente a otros productos similares en el mercado.

Por otro lado, según FOODTECH (2022) anuncia que en la actualidad el consumo de los alimentos conservados se va elevando debido a que las personas ya no tienen tanto tiempo y por ello buscan, algo rápido y sencillo de preparar. Por ende, los alimentos enlatados pueden ser una buena oportunidad de mercado en la cual se requiere cubrir las necesidades y generar interés de los consumidores con innovación de productos, al alcance de su economía y con buena calidad nutricional que puedan causar impactos positivos tanto para el consumidor como para los productores. Igualmente, cabe considerar la comunidad científica guiada a la industria alimentaria viene focalizándose entre otras cosas en alimentos funcionales, por lo cual es una gran oportunidad desarrollar productos con un contenido natural de antioxidantes como la mashua, entre otros de sus beneficios en el campo agronómico es una especie de mayor rendimiento y no requiere de fertilizantes para su producción, puede crecer en temperaturas bajas y suelos pobres.



## Conclusiones y Recomendaciones

### Conclusiones

- Se establece que la mashua amarilla (*tropaeolum tuberosum*) utilizada en esta investigación posee propiedades fisicoquímicas y funcionales que están dentro de los parámetros adecuados para su procesamiento como un producto enlatado.
- Los factores tiempo de precocción y el pH del líquido de cobertura influyeron significativamente sobre las características fisicoquímicas y funcionales del producto terminado, siendo el tratamiento T5: 9 min y pH 2,4; el óptimo para la mayor retención de la capacidad antioxidante.
- El producto final presentó valores de pH óptimos, los cuales se encuentran dentro de lo recomendado para los productos enlatados; ya que un pH menor a 4,6; es el apropiado para evitar la proliferación de microorganismos patógenos.
- Los resultados del análisis de costos determinan que el producto terminado de esta investigación está en condiciones de competir con productos similares ya posicionados en el mercado.

**Recomendaciones**

- Realizar la experimentación con diferentes métodos de escaldado para determinar cuál es el proceso que conserva mejor las propiedades fisicoquímicas y funcionales del producto final.
- Analizar el contenido de otros componentes bioactivos y funcionales de la mashua amarilla.
- Evaluar el comportamiento de diferentes variedades de mashua frente a una experimentación similar.
- Realizar pruebas sensoriales del producto final para conocer su aceptabilidad.

## Bibliografía

- Abugoch, L., Quitral, V., Vinagre, J., Larrain, M. A., & Castro, A. (2007, May 8). Influencia del congelado y enlatado sobre las propiedades del color, textura y estabilidad térmica de congrio dorado (*Genypterus blacodes*). *afinidad: Revista de química teórica y aplicada editada por la asociación de químicos e ingenieros del instituto químico de Sarriá*, 723–729. [https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120934/128466\\_C11\\_Congrio\\_2007\\_Afinidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/120934/128466_C11_Congrio_2007_Afinidad.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Agrorural. (n.d.). *Bebida mashua con stevia Cóndor andino*. Retrieved October 6, 2020, from <https://www.agrorural.gob.pe/productos/bebida-mashua-con-stevia/>.
- Andrimba, L. (2022). “*Evaluación del comportamiento de las características fisicoquímicas y funcionales de la uvilla physalis peruviana l. en almíbar enlatada*.” Universidad Técnica del Norte.
- Arias, L. F. (2016). *Efectos de los tratamientos térmicos sobre las propiedades nutricionales de las frutas y las verduras*. [http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1763/1/Tratamientos\\_termicos\\_propiedades\\_frutas\\_verduras.pdf](http://repository.lasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/1763/1/Tratamientos_termicos_propiedades_frutas_verduras.pdf)
- Aruquipa, R., Trigo, R., Bosque, H., Mercado, G., & Condori, J. (2017). El Isaño (*Tropaeolum tuberosum*) un cultivo de consumo y medicina tradicional en Huatacana para el beneficio de la población boliviana. *IIAREN*, 3 (2) (Facultad de Agronomía).
- Ávila, G., Cuspoca, J., Fischer, G., Ligarreto, G., & Quicazán, M. (2007). Caracterización fisicoquímica y organoléptica del fruto de agraz (*vaccinium meridionale swartz*) almacenado a 2°C. *Revista Facultad Nacional de Agronomía*, Vol. 60 (ISSN: 0304-2847), 4179–4193.

- Belnavides, G. (2017). *Efectos de la deshidratación osmótica y secado sobre las características fisicoquímicas y sensoriales de snack de mashua *Tropaeolum tuberosum** [Carrera de ingeniería agroindustrial]. Universidad Técnica del Norte.
- Beltrán, A., Mera, J., & Espín et al. (2014). *Elaboración del tubérculo mashua (*tropaeolum tuberosum*) troceada en miel y determinación de la capacidad antioxidante*.
- Bhat, R., Karim, A., & Paliyath, G. (Eds.). (2012). *Progress in food preservation* (Primera Edición). John Wiley & Sons, Ltd.
- Botella, F., Alfaro, J., & Hernandez, A. (2015). Uso y abuso de la sal en la alimentación humana. *Nutrición Clínica En Medicina, IX*, 189–203.
- Bourgues, H., Baduí, S., Álvarez, A., Hernández, Y., Valdivia-López, M. de los Á., Sandoval, B. J., Alatorre, R., Coyote, N., Gómez-Reyes, E., Almanza, C., Lozada, M., Ogata, M., Castillo, L., Xóchitl, G., Kaufer, M., Guadalupe, S., Rull, M., Uscanga, L., & Martínez, S. (2019). *El papel de los alimentos enlatados en la salud* (C. Delgadillo, M. Díaz, & J. Ledesma, Eds.; Primera).
- Budak, N. H. (2014). Functional Properties of Vinegar. *Journal of Food Science, Vol.79(5)*.
- Cantu, E. (2016, October 26). *Propiedades del Color: Luminosidad o Valor*. Franja Industrias. <https://www.etiquetasenrollo.mx/2016/10/propiedades-del-color-luminosidad-o-valor/>
- Carrillo, M., & Reyes, A. (2012). Vida útil de los alimentos. *Revista Iberoamericana de Las Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Vol.2*(ISSN 2007-9990).
- Castro, K. (2011). *Tecnología de alimentos* (Ediciones de la U). <https://elibro.net/es/ereader/utnorte/70961?page=17>
- Catunta, D. (2013). *Efecto de la deshidratación osmótica sobre los compuestos antioxidantes en dos accesiones de mashua (*tropaeolum tuberosum* r&p)*. universidad nacional del altiplano.

- Chamba, D. (2016). *Proyecto de factibilidad para la creación de una empresa dedicada a la producción y comercialización de mermelada de ovo, ubicada en la provincia de Imbabura*. universidad central del ecuador.
- Chem, J. (2022, August 3). *Citric acid*. MedChemExpress.
- Chen, H., Chen, T., Giudici; Paolo, & Chen, F. (2016). *Vinegar Functions on Health: Constituents, Sources, and Formation Mechanisms*. Vol.15, 1124–1138.
- Cherrez, E. (2022). *Evaluación del proceso de enlatado sobre las características fisicoquímicas y funcionales de tomate de árbol Solanum betaceum Cav. EN ALMÍBAR*. Universidad Técnica del Norte.
- Cortez, A. (2016). *Estudio del tiempo de conservación de una bebida nutraceutica a partir de mashua Tropaeolum tuberosum*.
- Cuastumal, H., Valencia, B., & Ordóñez, L. (2016). Efectos de los tratamientos térmicos en la concentración de vitamina C y color superficial en tres frutas tropicales . *Revista LASALLISTA DE INVESTIGACIÓN*, 85–93.
- Cueva, K., & Groten, U. (2010). Saberes y Prácticas Andinas. Una muestra de los sistemas de conocimiento biocultural local. *Programa BioAndes*, 180.  
<https://biblio.flacsoandes.edu.ec/libros/digital/49517.pdf>
- Custhel, K. (2014, September 18). *Alimentos enlatados*. Oracle.  
[https://preguntaleakaren.custhelp.com/app/answers/detail/a\\_id/4291/~/%E2%BFcu%E3%A1nto-tiempo-puedo-conservar-alimentos-enlatados%3F#:~:text=Almacene%20los%20alimentos%20enlatados%20\(envasados,un%20ugar%20fresco%20y%20seco.&text=La%20carne%20y%20el%20pol](https://preguntaleakaren.custhelp.com/app/answers/detail/a_id/4291/~/%E2%BFcu%E3%A1nto-tiempo-puedo-conservar-alimentos-enlatados%3F#:~:text=Almacene%20los%20alimentos%20enlatados%20(envasados,un%20ugar%20fresco%20y%20seco.&text=La%20carne%20y%20el%20pol)

- Denoya, G., Ardanaz, M., Sancho, A., Benítez, C., González, C., & Guidi, S. (2012). Efecto de la aplicación de tratamientos combinados de aditivos sobre la inhibición del pardeamiento enzimático en manzanas cv. Granny Smith mínimamente procesadas. *Dialnet*, 38, 263.
- Derossi, A., Fiore, A. G., de Pilli, T., & Severini, C. (2011). A Review on Acidifying Treatments for Vegetable Canned Food. *Food Science and Nutrition*, 51(10), 955–964. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/10408398.2010.491163>
- Díaz, S. (2018). *Efecto del escaldado en el color y cinética de degradación térmica de la vitamina C del jugo de camu-camu (Myrciaria dubia)*. [http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3603/TESIS%20IA180\\_Dia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.unsch.edu.pe/bitstream/handle/UNSCH/3603/TESIS%20IA180_Dia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Domene, M., & Rodríguez, M. (2014, September). Parámetros de calidad interna de hortalizas y frutas en la industria agroalimentarias. *Cajamar Caja Rural*, 1–18. <https://www.cajamar.es/storage/documents/005-calidad-interna-1410512030-cc718.pdf>
- Espín, C. (2013). *Aporte al rescate de la mashua aplicando técnicas de cocina de vanguardia*.
- Faxas, P. (2011). LA CONTABILIDAD DE COSTO Y EL COSTO DE PRODUCCIÓN PARA LA EMPRESA. *Revista Académica de Economía*, ISSN 1696-8352. <https://www.eumed.net/cursecon/ecolat/cu/2011/pjft4.html>
- Galvez, A., Pedreschi, R., Carpentier, S., Chirinos, R., García-Ríos, D., & Campos, D. (2020). Proteomic analysis of mashua (*Tropaeolum tuberosum*) tubers subjected to postharvest treatments. *ELSEVIER*, 305(Food Chemistry).
- González, M., Moreno, G., & López, S. (2020, July). *Caracterización nutricional y funcional de la harina de mashua*. 199–214.

- Harakotr, B., Suriharn, B., Tangwongchai, R., Scot, M. P., & Lertrat, K. (2014). Anthocyanin, phenolics and antioxidant activity changes in purple waxy corn as affected by traditional cooking. *ELSEVIER*, 510–517.
- Huaccho, C. (2016). *Capacidad antioxidante, compuestos fenólicos, carotenoides y antocianinas de 84 cultivares de mashua (Tropaeolum tuberosum Ruiz y Pavón)*. <http://repositorio.lamolina.edu.pe/bitstream/handle/UNALM/2844/Q04-H833-T.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Hübe, S., Flores, S., Balanza, M., Ordoñez, A., Profili, J., Nimo, M., & Franco, D. (2010). *Guía de Buenas Prácticas para la elaboración de conservas vegetales*. [https://www.terrafoodtech.com/pdf/resources/Guia\\_BPM\\_elaboracion\\_conservas.pdf](https://www.terrafoodtech.com/pdf/resources/Guia_BPM_elaboracion_conservas.pdf)
- Kays, S., & Paul, R. (2004). *Postharvest biology: Vol. VIII* (2nd ed.). Exon Press.
- Kinhal, V. (2018, June 18). *Mantener la calidad de los alimentos enlatados*. <https://www.desjardin.fr/es/blog/maintaining-canned-food-quality>
- Kong, F., & Singh, R. (2011). Chemical deterioration and physical instability of foods and beverages. In *Food and Beverage Stability and Shelf Life* (pp. 29–30). Woodhead Publishing Limited.
- Konica Minolta. (2016). *Entendiendo El Espacio de Color CIE L\*A\*B\**. <https://sensing.konicaminolta.us/mx/blog/entendiendo-el-espacio-de-color-cie-lab/>
- Lara, M. (2017). *Deshidratación de mashua tropaeolum tuberosum para la obtención de hojuelas*. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/6153/2/ARTICULO.pdf>
- Lee, S.-Y. (2012). Seguridad Microbiana de Encurtidos de Frutas y Vegetales y la Tecnología de Barreras. *Mundo Alimentario*, 20. <http://alimentos.web.unq.edu.ar/wp-content/uploads/sites/57/2016/03/Encurtidos.pdf>

- Londoño, J. (2011). *Antioxidantes: importancia biológica y métodos para medir su actividad* (pp. 129–130). <http://repository.unilasallista.edu.co/dspace/bitstream/10567/133/3/9.%20129-162.pdf>
- Manrique, I., Arbizu, C., Vivanco, F., Gonzalez, R., Ramírez, C., Chávez, O., Tay, D., & Ellis, D. (2014). *Tropaeolum tuberosum* Ruiz & Pav.. *Colección de Germoplasma de Mashua Conservada En El Centro Internacional de La Papa (CIP)*, 122.
- Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014a). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Agro Sur*, v42.
- Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014b, November 14). El color en los alimentos un criterio de calidad medible. *Food and Technology Science*, 57–66.
- Mayer, L. E., Bertoluzzo, M. G., & Bertoluzzo, S. M. (2014). Determinación de propiedades físicas del líquido de cobertura de arvejas enlatadas. *Dialnet*, 203–213.
- Mejía, F., Salcedo, J., Vargas, S., Serna, J., & Torres, L. (2018). Capacidad antioxidante y antimicrobiana de tubérculos andinos (*Tropaeolum tuberosum* Y *Ullucus tuberosus*). *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 454. <http://www.scielo.org.co/pdf/rudca/v21n2/0123-4226-rudca-21-02-00449.pdf>
- Mendoza, R. (2012). *Evaluación de los procesos de precocción/congelación de tres presentaciones de papa criolla (Solanum tuberosum grupo phureja) variedad Colombia*. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/11407/107445.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ministerio de Protección Social. (2010). *Reglamento técnico sobre los requisitos que se deben cumplir durante el proceso térmico de alimentos envasados herméticamente de baja acidez y acidificados*. [https://members.wto.org/crnattachments/2010/sps/COL/10\\_2556\\_00\\_s.pdf](https://members.wto.org/crnattachments/2010/sps/COL/10_2556_00_s.pdf)



- Miranda, J., Legal-Ayala, H., Vazquez, J., & Gonzalez, L. (2018). *Clasificación automática de naranjas por tamaño y por defectos utilizando técnicas de visión por computadora.*
- Muñoz-Villa, A., Sáenz-Galindo, A., López-López, L., Cantú-Sifuentes, L., & Barajas-Bermúdez, L. (2014). Ácido Cítrico: Compuesto Interesante. *Revista Científica de La Universidad Autónoma de Coahuila, Volumen 6, 18–19.*  
<http://www.actaquimicamexicana.uadec.mx/articulos/12-4%20citricos.pdf>
- Murador, D., Braga, A., Da, D., & De-Roso, V. (2017, August 5). Alterations in phenolic compound levels and antioxidant activity in response to cooking technique effects: A meta-analytic investigation. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, e4431691.
- Nates Vera, J. (2020). *Determinación de un sistema de costos para la producción de insumos de Panadería.*
- OMS. (2018, January 10). *Botulismo.* Organización Mundial de La Salud.  
<https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/botulism>
- Pacheco, E., & ITIS. (2015). “*Caracterización morfológica y molecular de mashua (tropaeolum tuberosum ruiz & pavón) de los departamentos de cusco y Cajamarca.*
- Palacios, M., & Saad, J. (2017). *Estudio estadístico de imagen de marca en la ciudad de guayaquil para una compañía de productos enlatados.* Escuela Superior Politécnica del Litoral.
- Paucar, S. (2014). *Composición química y capacidad antioxidante de dos variedades mashua (tropaeolum tuberosum): amarilla chaucha y zapallo.* universidad tecnológica equinoccial.
- Pérez, J., & Rodríguez, V. (2012). Control de cierres en conservas. *Instituto de Investigación y Formación Agraria y Pesquera*, 1–37.
- Pino, H. (2016). *Influencia de las TIC’s como herramienta comercial en supermercados de Ecuador: Implicaciones de su uso como orientador culinario de enlatados* [Propuesta de

- artículo presentado como requisito para optar al título de: Magister en Administración de Empresas]. Universidad Espíritu Santo.
- Pozo, D. (2021). *Evaluación del proceso de enlatado sobre las características funcionales y fisicoquímicas de babaco carica pentagona h. en almíbar*. Universidad Técnica del Norte.
- Prada, R. (2012). Alternativa de aprovechamiento eficiente de residuos biodegradables: el caso del almidón residual derivado de la industrialización de la papa. *Scielo*, 184. <http://www.scielo.org.co/pdf/ean/n72/n72a12.pdf>
- Ramirez, C., García, M., & Pantoja, C. (2010). *Fundamentos y técnicas de costos* (Z. Romero, Ed.; Universidad Libre).
- Reinerio, N. (2015). *Determinación de parámetros tecnológicos para la conservación en almíbar de tubérculos de oca (oxalis tuberosa)*. Universidad Nacional de San Martín.
- Rioja, A., Vizaluque, B. E., Aliaga-Rossel, E., Tejeda, L., Book, O., Mollinedo, P., & Peñarrieta, J. M. (2018). Determinación de la capacidad antioxidante total, fenoles totales, y la actividad enzimática en una bebida no láctea en base a granos de chenopodium quinoa. *Redalyc*. <https://www.redalyc.org/journal/4263/426358213006/html/>
- Saá, B. (2019). *Evaluación del efecto de secado de la mashua morada tropaeolum tuberosum sobre las propiedades organolépticas y actividad antioxidante*.
- Saavedra, J., & Távora, C. (2014). *Microencapsulación y su efecto en la retención de la capacidad antioxidante de la mashua (tropaeolum tuberosum) secada por atomización- Lambayeque* [Universidad Señor de Sipán]. <https://hdl.handle.net/20.500.12802/4113>
- SAIA. (2019, September 13). *El botulismo en las conservas: SAIA lo cuenta en 'RACI.'* Seguretat Alimentària i Seguretat de l'Aigua.

- Samaniego, L. (2010). *Caracterización de la mashua (tropaeolum tuberosum c.) en el ecuador* [tesis previa la obtención del título de ingeniero en industrialización de alimentos]. universidad tecnológica equinoccial.
- Sanchez, A. (2015). *Creación de una empresa importadora y distribuidora de vegetales congelados en la ciudad de guayaquil* [propuesta tecnológica previo a la obtención del título de: ingeniero agropecuario, con mención en gestión]. universidad católica de Santiago de guayaquil.
- Sánchez, I. C., Albarracín, W., Grau, R., & Barat, J. M. (2011). Salt in food processing; usage and reduction: a review. *Institute of Food Science Technology, Vol. 46(7)*, 1329–1336.
- Saracco, A.-S., & Fernández, R. (2015). *Guía de prevención, diagnóstico, tratamiento y vigilancia epidemiológica del botulismo alimentario*.
- Sharif, Z., Mustapha, F., Jai, J., Mohd, N., & Zaki, N. (2017). Review on methods for preservation and natural preservatives for extending the food longevity. *Bangladesh Journals Online, Vol.19*, 145–153.
- Shelf Life of Food Bank Products*. (2021). <https://marionpolkfoodshare.org/wp-content/uploads/2021/07/Shelf-Life-Guide-updated-6.17.21.pdf>
- Stivala, A., Pezzucchi, J., & Anguio, M. B. (2014). *Nociones elementales del color. Propiedades, desaturación y uso simbólico*. [http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/77857/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/77857/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Talens, P. (2017). *Evaluación del color y tolerancia de color en alimentos a través del espacio CIELAB*. <https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/83392/Talens%20-%20Evaluaci%3%b3n%20del%20color%20y%20tolerancia%20de%20color%20en%20alimentos%20a%20trav%3%a9s%20del%20espacio%20CIELAB.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- técnicas y operaciones avanzadas en el laboratorio químico (talq)*. (2014, April 4). Universidad de Barcelona. <https://www.ub.edu/talq/es/node/261>
- Tovar, J. (2013). *Determinación de la actividad antioxidante por DPPH y ABTS de 30 plantas recolectadas en la ecorregión cafetera* [trabajo de grado]. universidad tecnológica de Pereira.
- Tovar, J., Vargas, D., Alaya, R., Samaniego, J., Huerta, J., & Inocente, M. (2021). Estudio comparativo del efecto antioxidante de *Ipomoea batata* L. “camote morado” en polvo liofilizado y atomizado. *Revista de La Sociedad Química Del Perú*, 87(ISSN 1810-634X).
- Trimble, S. (2019, September 26). *Brix as a Metric of Fruit Maturity*. <https://felixinstruments.com/blog/brix-as-a-metric-of-fruit-maturity/>
- Tyl, C., & D. Sadler, G. (2017). pH and Titratable Acidity. *SpringerLink*, 389–406.
- UNIIQUIM. (2016, September 13). *Acético, ácido*. Unidad de Informática Del Instituto de Química. <https://uniiquim.iquimica.unam.mx/glossary/acetico-acido/>
- Universidad Nacional de Colombia. (2012, February 22). *Papa criolla ahora vendrá en lata y en conserva*. Agencia UNAL. <https://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/papa-criolla-ahora-vendra-en-lata-y-en-conserva#:~:text=El%20trabajo%20que%20hizo%20la,conservado%2C%20preservando%20sus%20caracter%C3%ADsticas%20principales>.
- Vallejos, H., & Chiliquinga, M. (2017). *Costos Modalidad Órdenes de Producción* (Editorial UTN). Universidad Técnica del Norte. <http://repositorio.utn.edu.ec/bitstream/123456789/7077/1/LIBRO%20Costos.pdf>
- Velásquez, A. (2011). *Módulo de estudio de la asignatura de Tecnología de Cárnicos y Vegetales*. [http://imagenes.uniremington.edu.co/moodle/M%C3%B3dulos%20de%20aprendizaje/EAD-Gestion%20administrativa%20para%20CT/EAD-Tecnologia\\_Agroindustrial/Modulos/Nivel\\_05/05-Tecnologia\\_carnicos\\_vegetales.pdf](http://imagenes.uniremington.edu.co/moodle/M%C3%B3dulos%20de%20aprendizaje/EAD-Gestion%20administrativa%20para%20CT/EAD-Tecnologia_Agroindustrial/Modulos/Nivel_05/05-Tecnologia_carnicos_vegetales.pdf)

- Vergara, F. T. (2015, June 17). *Alimentos enlatados*. Blog UDLAP.  
<http://blog.udlap.mx/blog/2015/06/alimentosenlatados/>
- Villacrés, E., Brito, B., & Espín, S. (2014). Alternativas Agroindustriales con Raíces y Tubérculos Andinos. In *Raíces y Tubérculos Andinos*.
- Yousef, A. E., & Balasubremian, V. M. (2012). Physical Methods of Food Preservation. In M. P. Doyle & R. L. Buchanan (Eds.), *Food microbiology: Fundamentals and Frontiers* (4th Edicion)

## Anexos

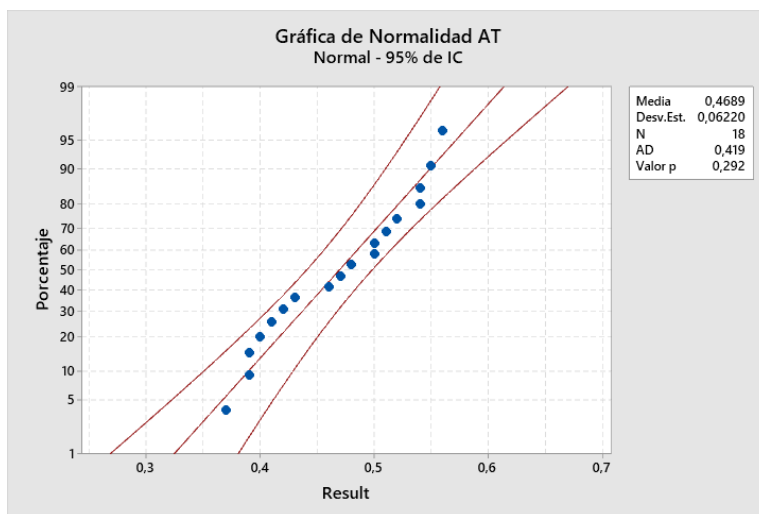
### Anexo 1. Datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos

**Tabla 22**

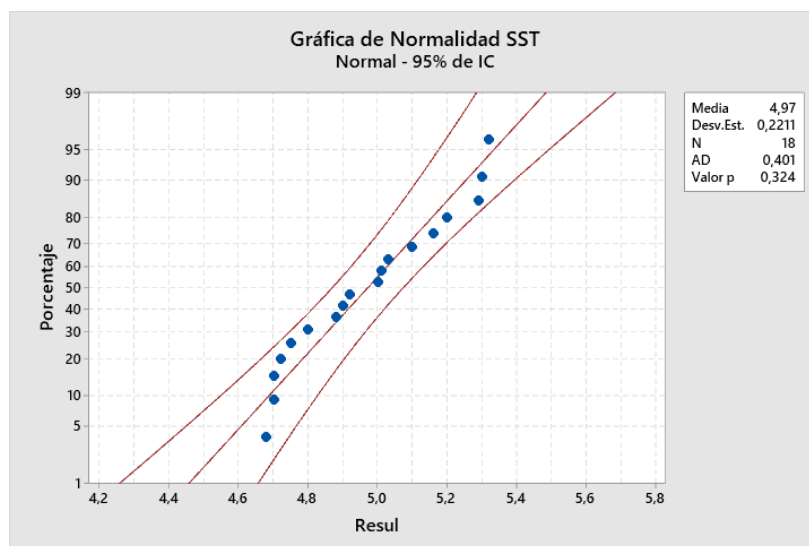
*Resultados de análisis fisicoquímicos*

Unidad	Humedad %	Sólidos solubles totales °Brix	Capacidad antioxidante uMTrolox/ gr	Acidez Titulable %	pH
T1	89,94	5,15 ± 0,04	46,88 ± 0,02	0,50 ± 0,01	4,13 ± 0,00
T2	89,46	5,30 ± 0,01	39,31 ± 0,15	0,38 ± 0,01	4,46 ± 0,01
T3	89,58	4,75 ± 0,03	41,52 ± 0,00	0,53 ± 0,02	4,16 ± 0,13
T4	88,94	4,70 ± 0,01	41,21 ± 0,02	0,41 ± 0,01	4,41 ± 0,00
T5	91,27	4,90 ± 0,01	53,81 ± 0,05	0,53 ± 0,02	4,25 ± 0,02
T6	89,62	5 ± 0,00	51,69 ± 0,12	0,45 ± 0,02	4,31 ± 0,04
MP	89,02	8,80 ± 0,07	63,48 ± 0,01	0,12 ± 0,06	6,28 ± 0,01

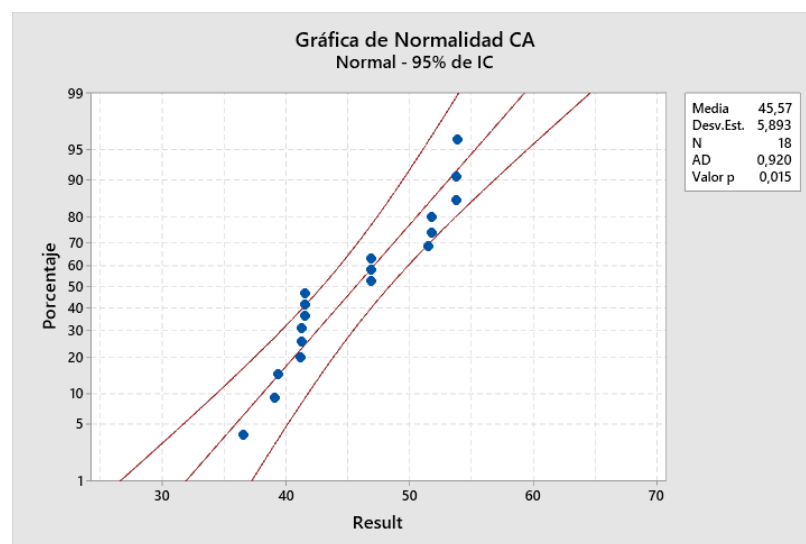
### Anexo 2. PRUEBA DE NORMALIDAD DE ACIDEZ TITULABLE



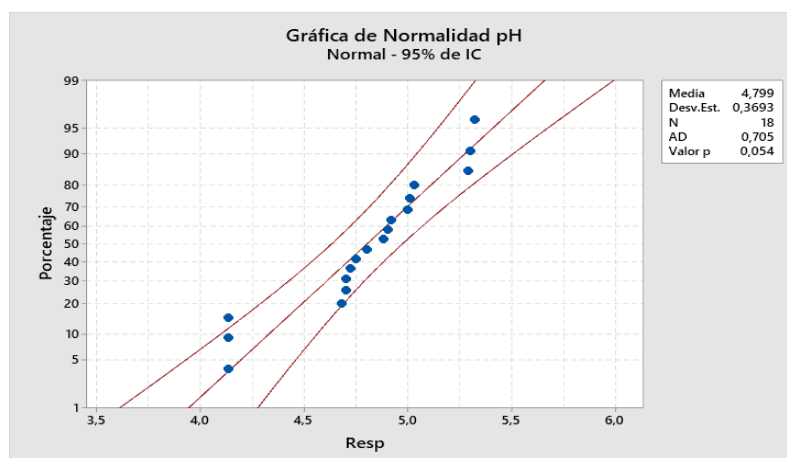
### Anexo 3. PRUEBA DE NORMALIDAD DE SÓLIDOS SOLUBLES TOTALES



#### Anexo 4. PRUEBA DE NORMALIDAD DE LA CAPACIDAD ANTIOXIDANTE



#### Anexo 5. PRUEBA DE NORMALIDAD DE pH



**Anexo 6. DATOS ANÁLISIS DE COLOR DE LA MATERIA PRIMA****Tabla 23***Resultados de análisis de color de materia prima*

	Color de la materia prima		
	L	± a	± b
Mashua	100	+ 17,72	+ 72,32

**Anexo 7. DETERMINACIÓN DE COLOR DE LA MASHUA AMARILLA ENLATAD****Tabla 24***Resultado de análisis de color de los tratamientos*

MÉTODO	R1			R2			R3		
UNIDAD	L	A	b	L	A	B	L	a	b
T1	82,53	6,52	51,55	81,92	5,22	49,15	82,49	5,96	51,54
T2	86,61	6,62	51,63	85,94	7,08	50,94	83,19	5,57	54,58
T3	88,72	5,18	48,78	90,94	5,92	49,62	87,27	5,67	50,51
T4	78,80	6,66	48,72	77,60	6,43	41,59	76,07	6,49	44,06
T5	83,34	6,12	48,94	82,77	5,94	50,70	85,15	6,80	51,45
T6	84,75	11,58	53,51	82,35	10,4	50,47	82,60	10,0	50,60
					8			5	
MP	100,00	17,98	71,52	100,0	17,5	70,47	100,0	17,7	74,98
				0	0		0	4	

**Anexo 8. VARIABLES DE COLOR DE LA MASHUA AMARILLA ENLATADA****Tabla 25***Resultados de las variables de color en los tratamientos*

Tratamientos	Croma (C*)	Ángulo de color (Hue*)	Luminosidad (L)
MP	74,46	76,21	100
T1	51,09	83,36	82,31
T2	52,77	83,03	85,25



T3	49,95	83,57	88,98
T4	45,26	81,7	77,49
T5	50,75	82,88	83,75
T6	52,62	78,26	83,23

---

**Anexo 9. PRUEBAS DE AGRUPACIÓN TUKEY 5%**
**Tabla 26**
*Prueba tukey 5% de sólidos solubles totales*

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T2	3	5,30	a
T1	3	5,15	b
T6	3	5,01	c
T5	3	4,90	d
T3	3	4,75	e
T4	3	4,70	e

**Tabla 27**
*Tabla tukey 5% de pH*

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T2	3	4,46	a
T4	3	4,41	a
T6	3	4,31	b
T5	3	4,25	b
T3	3	4,16	c
T1	3	4,13	c

**Tabla 28**
*Prueba de rangos para acidez titulable*

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T5	3	0,53	a
T3	3	0,53	a

---

T1	3	0,50	ab
T6	3	0,45	bc
T4	3	0,41	cd
T2	3	0,38	d

**Tabla 29**

*Prueba de rangos para capacidad antioxidante*

Tratamientos	N	Media	Agrupación
T5	3	53,81	a
T6	3	51,69	b
T1	3	46,88	c
T3	3	41,52	d
T4	3	41,21	e
T2	3	39,31	f

## Anexo 10. CONTROL FISICO DE ENLATADOS

**Tabla 30**

*Resultados de control físico del producto final*

Muestra	Aspecto externo			Cierre	Espaciado de cabeza		
	Óxido	Abolladuras	Dimensiones	Apertura	Peso neto (g)	Peso drenado (g)	pH líquido de gobierno
T1	No	Ninguno	h: 12 cm Ø: 10 cm	sellado	771,3	544	4,03
T2	No	Ninguno	h: 12 cm Ø: 10 cm	Sellado	771,3	547	4,38
T3	No	Ninguno	h: 12 cm Ø: 10 cm	Sellado	771,3	554	3,94

T4	No	Ninguno	h: 12 cm Ø: 10 cm	Sellado	771, 3	547	4,29
T5	No	Ninguno	h: 12 cm Ø: 10 cm	Sellado	771, 3	566	4,15
T6	No	Ninguno	h: 12 cm Ø: 10 cm	Sellado	771, 3	552	4,24

---