



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CLORURO DE SODIO Y  
pH SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS,  
FISICO QUÍMICAS, SENSORIALES Y VIDA ÚTIL DE  
CONSERVA DE TARWI (*Lupinus mutabilis*)**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. GENARO JOSHEP UCHARICO ALARCON**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PUNO-PERÚ**

**2024**



# GENARO JOSHEP UCHARICO ALARCON

## EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN DE CLORURO DE SODIO Y pH SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS, FISIC

 Universidad Nacional del Altiplano

### Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid::8254:415890083

Fecha de entrega

13 dic 2024, 2:20 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

13 dic 2024, 2:24 p.m. GMT-5

Nombre de archivo

UCHARICO GENARO WORD TURNI final 13122024.pdf

Tamaño de archivo

2.3 MB

139 Páginas

29,980 Palabras

143,602 Caracteres





## 15% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Texto citado
- ▶ Texto mencionado
- ▶ Coincidencias menores (menos de 12 palabras)

### Fuentes principales

- 13% Fuentes de Internet
- 7% Publicaciones
- 12% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

#### N.º de alerta de integridad para revisión

- Caracteres reemplazados**  
101 caracteres sospechosos en N.º de páginas  
Las letras son intercambiadas por caracteres similares de otro alfabeto.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitan distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo. Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Dr. Alejandro Coloma Paxi  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL  
CIP: 68697

Dr. Ulises Alvarado Mamani  
Sub. Director de INVESTIGACION-EPAL-  
FCA





## DEDICATORIA

A mis apreciados padres, GENARO UCHARICO y MARUJA ALARCÓN por su apoyo incondicional en mi formación profesional y mis abuelos NICASIO UCHARICO y ANDREA VELASQUEZ que me motivaron a finalizar mi proyecto de investigación. También, se la dedico a mis abuelos, JACINTO ALARCON y NATIVIDAD CENTENO, quienes desde el firmamento fueron el faro que me brindo la energía para no rendirme y a toda mi familia.

**Genaro Joshep Ucharico Alarcón**



## AGRADECIMIENTO

A mi Alma mater Universidad Nacional del Altiplano, Facultad de Ciencias Agrarias, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, por haber contribuido en mi desarrollo profesional.

Al Dr. Alejandro Coloma Paxi, por contribuir con la orientación y asesoramiento durante la realización del presente trabajo de investigación.

A los miembros del jurado Dr. Walter Alejandro Zamalloa Cuba, D. Sc. Jose David Velezvia Diaz y Dr, Ronald Astete Tebes, por la valiosa contribución en la revisión del manuscrito.

A mis compañeros de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial Bach. Ana Pari Curo y Bach. Jhon Tacuri.

A los futuros Ingenieros, que integraron el equipo de Análisis Sensorial Fanny, Tania Isabel, Yuli, Eny, Nikoll, Mayra, Solmaira, Anel y a todos los miembros que colaboraron en todo el proceso de selección y entrenamiento sensorial.

**Genaro Joshep Ucharico Alarcón**



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	
<b>ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>14</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. OBJETIVO GENERAL .....</b>	<b>18</b>
<b>1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....</b>	<b>18</b>
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>REVISIÓN DE LITERATURA</b>	
<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN.....</b>	<b>19</b>
<b>2.2. MARCO TEORICO .....</b>	<b>21</b>
2.2.1. Lupino ( <i>Lupinus mutabilis</i> ).....	21
2.2.2. Lupinos o altramuces en el mundo.....	22
2.2.2.1. Clasificación taxonómica.....	23
2.2.2.2. Características del tarwi .....	24
2.2.2.3. Usos del <i>Lupinus mutabilis</i> .....	24
2.2.2.4. Producción de tarwi en el Perú .....	26



2.2.3. Ácido láctico .....	27
2.2.3.1. Propiedades físico químicas del ácido láctico.....	28
2.2.3.2. Aplicación de ácido láctico en alimentos.....	29
2.2.3.3. Mecanismo de acción de ácido láctico en microorganismos ....	29
2.2.4. Cloruro de sodio (NaCl).....	29
2.2.4.1. Mecanismo de acción del cloruro de sodio en microorganismo	30
2.2.5. Principales factores del deterioro de alimentos.....	32
2.2.6. Potencial de hidrogeno (pH) .....	32
2.2.6.1. Efectos del pH sobre los microorganismos.....	34
2.2.7. Actividad de agua ( $a_w$ ) .....	37
2.2.7.1. Mecanismo de acción de $a_w$ sobre los microorganismos .....	38
2.2.7.2. Comportamiento de sorción.....	39
2.2.7.3. Cambios enzimáticos y químicos relacionados a valores de $a_w$	40
2.2.8. Temperatura .....	40
2.2.9. Análisis Microbiológico.....	40
2.2.9.1. Mohos y levaduras .....	41
2.2.9.2. Bacterias ácido lácticas (LAB) .....	45
2.2.10. Color en alimentos (CIELAB) .....	46
2.2.11. Análisis sensorial descriptivo.....	48
2.2.11.1. Etapas para el análisis descriptivo.....	48
2.2.11.2. Atributos evaluados.....	51
2.2.12. Desamargado de tarwi.....	53
2.2.12.1. Tratamiento térmico acuoso .....	53
2.2.13. Conservación de tarwi.....	54
2.2.14. Cinética del deterioro de los alimentos y predicción de la Vida Útil .....	55



2.2.14.1. Reacción de Orden cero .....	56
2.2.14.2. Reacción de Primer orden .....	57

### CAPÍTULO III

#### MATERIALES Y MÉTODOS

<b>3.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>59</b>
<b>3.2. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO .....</b>	<b>59</b>
3.2.1. Materia prima .....	59
3.2.2. Insumos y reactivos .....	59
3.2.3. Materiales .....	60
3.2.4. Equipos e instrumentos .....	62
<b>3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....</b>	<b>63</b>
3.3.1. Obtención de tarwi desamargado .....	63
3.3.1.1. Descripción del Proceso .....	64
3.3.2. Elaboración de conserva de tarwi .....	65
3.3.2.1. Descripción del proceso .....	66
<b>3.4. MÉTODO DE ANÁLISIS .....</b>	<b>68</b>
3.4.1. Métodos de análisis físico químicos para conservación de tarwi .....	68
3.4.1.1. Determinación de Color (CIELab).....	68
3.4.1.2. Determinación de actividad de agua ( $a_w$ ).....	68
3.4.1.3. Determinación de concentración de ácido láctico (%).....	68
3.4.1.4. Determinación de potencial de hidrogeno (pH).....	69
3.4.2. Métodos de análisis para la evaluación de análisis microbiológico.....	70
3.4.2.1. Procedimiento para el recuento de Bacterias ácido lácticas.....	70
3.4.2.2. Procedimiento para el recuento de mohos y levaduras .....	71
<b>3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO .....</b>	<b>72</b>





3.5.1. Diseño experimental para el primer objetivo: análisis físico químico y microbiológico .....	72
3.5.2. Diseño experimental para el primer objetivo: análisis sensorial.....	73
3.5.3. Diseño experimental para el segundo objetivo .....	74

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>4.1. CARACTERIZACIÓN FISCOQUÍMICA DE LAS CONSERVAS DE TARWI A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NaCl Y pH .....</b>	<b>75</b>
4.1.1. Característica fisicoquímica de color de las conservas de tarwi .....	75
4.1.2. Característica fisicoquímica de las conservas de tarwi .....	77
4.1.3. Análisis sensorial de las conservas de tarwi .....	79
4.1.4. Análisis microbiológico .....	85
<b>4.2. RESULTADOS DE LA CINÉTICA DE DETERIORO Y LA VIDA ÚTIL DE LAS CONSERVAS DE TARWI .....</b>	<b>87</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>91</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>92</b>
<b>VI. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>93</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>102</b>

**ÁREA:** Ingeniería y tecnología

**TEMA:** Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes

**FECHA DE SUSTENTACIÓN:** 16 de diciembre del 2024



## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
<b>Tabla 1.</b> Propiedades físico químicas del ácido láctico .....	28
<b>Tabla 2.</b> Criterios microbiológicos para semiconservas de pH<4.6 .....	41
<b>Tabla 3.</b> Criterios microbiológicos para tarwi desamargado .....	41
<b>Tabla 4.</b> Estimación de vida útil en diferentes condiciones y presentaciones .....	55
<b>Tabla 5.</b> Forma de función de la calidad y tiempo de vida media para reacciones de diferente orden .....	58
<b>Tabla 6.</b> Color de conservas de tarwi a diferentes concentraciones de NaCl y pH ..	75
<b>Tabla 7.</b> Resultados de análisis físico químico (aw, pH y % de Ácido láctico) .....	77
<b>Tabla 8.</b> Resultados de análisis sensorial de conservas de tarwi .....	80
<b>Tabla 9.</b> Resultados de análisis microbiológico.....	86
<b>Tabla 10.</b> Resultados de análisis microbiológico a diferentes temperaturas .....	88
<b>Tabla 11.</b> Valores de K y tiempos de vida estimados para conserva de tarwi en función al crecimiento microbiano de levaduras .....	89
<b>Tabla 12.</b> Determinación de vida útil del producto mediante ecuación de Arrhenius	90



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1</b> Plantula de lupinus mutabilis.....	24
<b>Figura 3</b> Estructura química de Acido láctico.....	27
<b>Figura 4</b> Influencia de la actividad de agua y el pH en el crecimiento microbiano..	34
<b>Figura 5</b> Mecanismo de inhibición microbiana por ácidos orgánicos .....	37
<b>Figura 6</b> Espacio de color CIELAB .....	47
<b>Figura 7</b> Etapas del análisis descriptivo.....	48
<b>Figura 8</b> Esquema para entrenamiento de atributos sensoriales .....	50
<b>Figura 9</b> Diagrama de desamargado de tarwi .....	64
<b>Figura 10</b> Diagrama de elaboración de conservas de tarwi .....	66



## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pág.</b>
<b>ANEXO 1</b> Análisis de varianza para el color.....	102
<b>ANEXO 2</b> Análisis de varianza para actividad de agua (aw).....	107
<b>ANEXO 3</b> Análisis de varianza para pH Tarwi .....	108
<b>ANEXO 4</b> Análisis de varianza para pH Salmuera.....	109
<b>ANEXO 5</b> Análisis de varianza para % de ácido láctico de tarwi .....	110
<b>ANEXO 6</b> Análisis de varianza para % de ácido láctico de salmuera .....	111
<b>ANEXO 7</b> Análisis de varianza para análisis sensorial.....	112
<b>ANEXO 8</b> Análisis de varianza para análisis microbiológico .....	119
<b>ANEXO 9</b> Resultados de evaluación sensorial en escala no estructurada de 10cm..	121
<b>ANEXO 10</b> Influencia de la temperatura en el crecimiento de levaduras.....	122
<b>ANEXO 11</b> Análisis de varianza para análisis microbiológico sobre la vida útil .....	122
<b>ANEXO 12</b> Resultado de análisis microbiológico sobre la vida útil .....	123
<b>ANEXO 13</b> Registro fotográfico del proceso de desamargado de tarwi, evaluación y análisis sensorial de conservas de tarwi .....	126
<b>ANEXO 14</b> Registro fotográfico del análisis microbiológico para vida útil .....	133
<b>ANEXO 15</b> Registro fotográfico de incubación de placas 3M (levaduras y mohos) ..	135
<b>ANEXO 16</b> Cartilla de evaluación final de análisis sensorial descriptivo.....	136



## ACRÓNIMOS

Kg:	Kilogramo
UFC/g:	Unidades formadoras de colonias por gramo de alimento
pH:	Potencial de Hidrogeno
$a_w$ :	Actividad de agua
L:	Luminosidad
$a^*$ :	Coordenadas de color (rojo/verde)
$b^*$ :	Coordenadas de color (amarillo/azul)
$R^2$ :	Coefficiente de regresión
K(T):	Constante de velocidad a un tiempo T
$K_1$ :	Constante de velocidad para orden de reacción cero
$K_2$ :	Constante de velocidad para primer orden



## RESUMEN

El tarwi desamargado, comercializado en la región Puno generalmente conservado en agua, tiende a descomponerse debido a la falta de un tratamiento adecuado. La presente investigación buscó determinar el efecto de la concentración de cloruro de sodio y pH sobre las características físico químicas, microbiológicas, sensoriales y evaluación de vida útil de la conserva de tarwi. Las variables experimentales fueron la concentración de cloruro de sodio (3,6 y 9%) y pH (3.5, 4 y 4.5). Se evaluaron las características físico químicas (color, pH y ácido láctico), microbiológico (mohos, levaduras y bacterias ácido lácticas) y atributos sensoriales. La vida útil se estimó mediante pruebas aceleradas de crecimiento microbiano a diferentes temperaturas (18°C, 25°C y 35°C) durante 0, 15, 25 y 35 días. El procedimiento experimental incluyó las etapas de recepción, tamizado, selección, hidratación, cocción, lavado, acondicionamiento, exhausting, pasteurizado y almacenamiento. El diseño experimental fue un Diseño Completamente Aleatorio con arreglo factorial de 3 x 3 x 3 (concentración x pH x repetición) para el análisis físico químico y un Diseño de Bloque Completamente Aleatorizados para el análisis sensorial. Los resultados mostraron que la concentración de cloruro de sodio NaCl como el pH afectaron significativamente las características físico químicas, especialmente el % de ácido láctico de salmuera y actividad de agua ( $a_w$ ), y las propiedades sensoriales principalmente sabor salado, persistencia de sabor, sabor láctico. El deterioro microbiológico también fue significativo durante el almacenamiento. La vida útil estimada a 18°C fue de 89 días, siguiendo una tendencia de primer orden en la reacción.

**Palabras clave:** Ácido láctico, pH, Salmuera, Tarwi y Vida útil



## ABSTRACT

Unsweetened tarwi, marketed in the Puno region and generally preserved in water, tends to decompose due to the lack of adequate treatment. This research sought to determine the effect of sodium chloride concentration and pH on the physical-chemical, microbiological and sensory characteristics and shelf-life evaluation of tarwi preserves. The experimental variables were sodium chloride concentration (3, 6 and 9%) and pH (3.5, 4 and 4.5). Physical-chemical characteristics (color, pH and lactic acid), microbiological (molds, yeasts and lactic acid bacteria) and sensory attributes were evaluated. Shelf life was estimated by accelerated microbial growth tests at different temperatures (18°C, 25°C and 35°C) for 0, 15, 25 and 35 days. The experimental procedure included the stages of reception, sieving, selection, hydration, cooking, washing, conditioning, exhausting, pasteurization and storage. . The experimental design was a Completely Randomized Design with a 3 x 3 x 3 factorial arrangement (concentration x pH x repetition) for the physical-chemical analysis and a Completely Randomized Block Design for the sensory analysis. The results showed that sodium chloride NaCl concentration and pH significantly affected the physical-chemical characteristics, especially brine lactic acid % and water activity ( $a_w$ ), and sensory properties mainly salty flavor, flavor persistence, lactic flavor. Microbiological deterioration was also significant during storage. Estimated shelf life at 18°C was 89 days, following a first-order trend in reaction.

**Keywords:** Lactic acid, pH, Brine, Tarwi and Shelf life.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

El tema de estudio en el presente proyecto fue la conservación de tarwi desamargado. Debido a la escasa investigación sobre conservación del tarwi desamargado, es fundamental desarrollar tecnologías para preservar sus características sensoriales, microbiológicas y físico químicas. En ese sentido, la concentración de cloruro de sodio y pH surge como una alternativa de conservación (Tassou et al., 2002). Con el objetivo de prevenir el deterioro del producto y evitar la proliferación de microorganismos patógenos, se propone un procedimiento basado en la reducción del agua disponible de los microorganismos mediante el uso de salmuera (Katz, 2018).

Algunas investigaciones enfocadas a la conservación usando salmuera y ácido, (M. Granito et al., 2009) realizó una fermentación láctica en salmuera con *Phaseolus vulgaris* cocido, fermentado y envasado en salmuera al 2%. Donde se evaluó cada el pH, la acidez titulable, agentes de deterioro microbiológico y el color instrumental (L, a, b) a diferentes temperaturas durante 2 meses. Logrando estimar una vida media de 45 días a 30°C. (Tassou et al., 2002) desarrolló una investigación sobre los cambios microbiológicos y fisicoquímicos de aceitunas negras a diferentes temperaturas y a niveles diferentes de NaCl en salmueras, el estudio se llevó hasta por 190 días. Siendo las condiciones óptimas a 25°C y 6% de NaCl durante 5 meses. (Rosado & Zambrano, 2018) evaluaron la incidencia de la adición de ácido acético y cloruro de sodio en la vida útil de frijol tierno en conserva en función de la carga microbiana por un tiempo determinado. Aplicando diferentes concentraciones de ácido acético y NaCl, quienes calcularon la vida útil, siendo las variables de estudio pH, acidez, análisis microbiológico (mohos y





levaduras), siendo el tratamiento de ácido acético al 5% más 3% de cloruro de sodio, con pH de 3.81 y acidez de 0.13% siendo el con mayor aceptabilidad sensorial.

La concentración de cloruro de sodio y pH, constituyeron las variables fundamentales para la conservación de tarwi desamargado. La medición y manejo de las diferentes concentraciones de cloruro de sodio y pH exigen el desarrollo y verificación de las principales teorías que la sustentan, en ese sentido la presente investigación contribuirá con la conservación de tarwi desamargado, sobre todo al aplicar la tecnología a una nueva población. Como indican (FAO, 2016; Román et al., 2015) los lupinos tienen gran implantación como aperitivos, habitualmente conservados en salmuera o encurtidos, pickles en salmuera, (FundacionAlicia, 2016) siendo la legumbre con mayor nivel de proteína. En el país el consumo per cápita de legumbres es aproximadamente 7.5 kilos por año, una cifra por debajo de la recomendación de la organización mundial de salud de 9 kilos. (FAO, 2017; León, 2021) indican que para el 2050 se prevé un aumento de población hasta 9700 millones de personas, para mediados de siglo, dos terceras partes de la población mundial vivirá en zonas urbanas, el agricultor tendrá que producir casi un 50% más de alimentos, es una razón más de fomentar como el consumo de tarwi en salmuera al ser un alimento de fácil consumo para las zonas urbanas como aperitivo (Román et al., 2015).

La canasta básica de alimentos es considerablemente más cara, dejando a muchos sin poder asegurar su ingesta diaria, el mundo depende de tres cereales el maíz, arroz y trigo. La presente crisis ha demostrado que existe una necesidad urgente de diversificación para asegurar la seguridad alimentaria mundial (ONU, 2022). El futuro de la alimentación son las leguminosas por su excelente fuente de nutrientes, proteínas de bajo coste y ser cultivos favorables con el medio ambiente, herramientas para lograr la seguridad alimentaria (Carhuallanqui et al., 2022).



El presente trabajo de investigación buscó evaluar, la concentración de cloruro de sodio y pH sobre las características físico químicas, microbiológicas y sensoriales de conserva de tarwi, así como determinar la vida útil mediante el método acelerado.

### **1.1. OBJETIVO GENERAL**

- Evaluar el efecto de la concentración de cloruro de sodio y pH sobre las características microbiológicas, físico químico, sensorial y vida útil de la conserva de tarwi.

### **1.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Determinar el efecto de diferentes concentraciones de cloruro de sodio y pH sobre las características físico químicas, microbiológicas y sensoriales de conserva de tarwi.
- Evaluar la vida útil microbiológica de la conserva de tarwi mediante pruebas aceleradas.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Granito et al., (2009) realizaron una fermentación láctica en salmuera con *Phaseolus vulgaris* al ser fuente de nutrientes y compuestos bioactivos, usaron la variedad blanca, cocida, fermentada y envasada en salmuera al 2%. Durante el estudio, evaluaron cada 15 días el pH, la acidez titulable, los agentes de deterioro microbiológico y el color instrumental (L, a, b) a temperaturas de 30°C, 25°C y 40°C durante 2 meses. Los resultados mostraron que a los 60 días de almacenamiento hubo un incremento del valor pH en 2% a 30°C y 40°C. En las tres temperaturas, observaron un aumento en la acidez titulable. En el análisis microbiológico reveló que, a los 45 días de almacenamiento, ocurrió un deterioro por agentes microbiológicos como mesófilos y mohos. A los 60 días, se registró un aumento en el valor de L (luminosidad). Finalmente, se estimó una vida útil de 45 días para granos de *Phaseolus vulgaris* almacenados a 30°C.

Brenes et al., (1993) analizaron los efectos del NaCl y CaCl<sub>2</sub>, sobre la textura de las aceitunas, tanto tratadas como no tratadas con NaOH, encontrando que el pH de las aceitunas era inferior a 4.0. La firmeza de aceitunas verdes disminuyó a medida que el pH se reducía, especialmente cuando no se añadieron iones de calcio. Estos iones de calcio inhibieron la tasa de ablandamiento de las aceitunas, concluyendo que el efecto inhibitor del calcio disminuye a medida que aumenta la concentración de cationes. Por otro lado, la presencia de NaCl no tuvo ningún efecto sobre la textura, mientras que el ácido láctico aumentó la tasa de ablandamiento de las aceitunas verdes, siendo más efectivo que el ácido acético. En un estudio posterior (Brenes et al., 1995) evaluaron el efecto del pH en la pulpa de aceitunas, el tipo de ácido utilizado para corregir el pH, el



proceso de calentamiento utilizado y el contenido de hierro de la pulpa sobre el color del producto final. Concluyendo que los colores más oscuros estaban relacionados con mayores contenidos de hierro en la pulpa, las adiciones de ácidos, especialmente ácido cítrico, siempre causaba decoloración cuando se embotellaban aun pH de 7, a pH mayores a 7 se producen aceitunas más oscuras, sugiriendo que la fijación del color formado no se debe únicamente a los complejos de fenol – hierro.

Tassou et al.,(2002) desarrollaron una investigación sobre los cambios microbiológicos y fisicoquímicos de aceitunas negras a diferentes temperaturas (25°C y 18°C) y niveles de NaCl en salmueras (4%, 6% y 8%), con una duración de hasta 190 días. La fermentación se llevó a cabo con el método anaeróbico, y la microflora inicial estaba compuesta por bacterias Gram-negativas, bacterias ácido lácticas y levaduras. Observando una inhibición de las bacterias Gram–negativas en todas las fermentaciones, siendo las bacterias ácido lácticas y levaduras las que prevalecieron. Las condiciones óptimas para la fermentación se dieron a 25°C y 6% de NaCl durante 5 meses, desarrollándose a una acidez libre de ácido láctico de 142 mM (1.28% p/v) y un valor de pH de 3.8. Identificando las siguientes bacterias ácido lácticas: *L. mesenteroides*, *L. brevis*, *L. plantarum* y *L. pentosus*.

Rosando et al., (2018) evaluaron la incidencia de la adición de ácido acético y cloruro de sodio en la vida útil de frijol tierno en conserva, en función de la carga microbiana por un tiempo determinado. Aplicando diferentes concentraciones de ácido acético (1%, 3% y 5%) y de cloruro de sodio (1%, 2% y 3%), calculando la vida útil considerando las variables de pH, acidez y análisis microbiológico (mohos y levaduras). El tratamiento de ácido acético al 5% y cloruro de sodio al 3%, con un pH de 3.81 y acidez de 0.13%, resultando ser el de mayor aceptabilidad sensorial.



Özcan (2007) investigó los capullos de alcaparras fermentados en salmueras al 5% y 10%, para posteriormente almacenarlo en salmuera de 2% o 6%, adicionando ácido cítrico, ácido acético, azúcar o extracto de estragón añadido. Los tratamientos fueron pasteurizados a 80°C. La evaluación sensorial se realizó a intervalos de hasta 360 días, siendo los mejores resultados obtenidos para los capullos fermentados en salmuera a 5%, almacenados en salmuera al 1% con ácido acético al 2%, en salmuera al 6% con ácido acético al 1% y en salmuera al 6% con ácido cítrico. Los brotes de alcaparras mantuvieron su color amarillento brillante durante el almacenamiento, la firmeza disminuyó gradualmente, mientras la textura se conservó mediante pasteurización, la adición de azúcar y extracto de estragón.

Roberts (2005) llevó a cabo la fermentación con ácido láctico en cebollas dulces, blancas y amarillas para producir sorbión. Las cebollas, cortadas en rodajas de 0.3 cm, fueron sometidas a la adición de sal en concentraciones de 1.5, 2.0 y 2.5 g/100 g, con o sin azúcar en concentraciones de 1.0 y 2.0 g/100 g, a una temperatura de fermentación fue de 18°C. Dado que las cebollas no contienen las bacterias del ácido láctico necesarias para la fermentación anaeróbica, se inocularon con salmuera de chucrut o rodajas de col. La fermentación produjo sorbión con un pH entre 3.25 y 3.35, y una concentración de ácido láctico de 1.2 a 1.5 g/100 ml.

## **2.2. MARCO TEORICO**

### **2.2.1. Lupino (*Lupinus mutabilis*)**

El *lupinus mutabilis* se originó en los Andes centrales de Perú, Bolivia (Campos et al., 2018), así como en Colombia, Ecuador y el norte de Cajamarca en Perú, (Cowling et al., 1998). El tarwi y tauri son principalmente plantas anuales. El tarwi crece a una altitud de 3800 m.s.n.m., alcanzando una altura de 1 a 1.5 m,



con un tallo principal con pocas ramas y un tallo secundario discreto. (Cowling et al., 1998). De igual manera es una fuente importante de macroelementos y microelementos como el zinc, hierro, magnesio, potasio, calcio y fósforo (Carvajal-Larenas et al., 2016). Las plantas de tarwi contribuyen a la fijación de nitrógeno en la atmósfera. Además, son una fuente excepcionalmente nutritiva de aminoácidos esenciales, ya que sus semillas contienen más proteínas que la soya (Suca & Suca, 2016). Sin embargo, para consumir el grano de tarwi, es necesario tratarlo previamente para eliminar sus sustancias antinutricionales, que son compuestos naturales que protegen a la planta contra los insectos. Estas sustancias son alcaloides que incluyen lupalina, lupalidina y esparteína entre otros (Jacobsen & Mujica, 2007), así como otros factores anti nutricionales como inhibidores de tripsina, ácido fítico, taninos y nitratos (Villacrés, Quelal, et al., 2020). El tarwi es una excelente fuente alternativa de proteínas, que permite un enriquecimiento nutricional, además de proporcionar un mejor acceso a las proteínas para las poblaciones desatendidas (Bartkiene et al., 2016).

### **2.2.2. Lupinos o altramuces en el mundo**

Los habitantes de las regiones de los Andes y de los alrededores del mar Mediterráneo han consumido lupino durante mucho tiempo. Los alcaloides que causan el sabor amargo y las propiedades anti nutricionales de los altramuces antiguos incluyen lupalina y esparteína (Uauy & Yañez, 1984). *Lupinus* es un género relativamente grande y uno de los más extendidos geográficamente. Las especies de este género se dividen en dos grupos principales: el grupo del “Nuevo mundo”, que abarca América del Sur y del Norte, y el grupo del “Viejo Mundo”, que incluye la región del Mediterráneo, el norte de África y del Este (Wolko et al., 2011).



Los altramuces, también conocidos como lupino blanco, pertenecen a la familia Fabaceae y se originan en el oeste de Asia (Turquía, Palestina) y en la región mediterránea oriental del sur de Europa (Balcanes, Grecia, Chipre, Italia). Se cultivan en el Mediterráneo y el Mar Negro, así como en el valle del Nilo, que se extiende hasta Sudan y Etiopía. Además, se cultivan en otros países como Kenia, Tanzania, Zimbabue, Sudáfrica, Mauricio, Estados Unidos y América del Sur, principalmente Brasil y Chile (Lim, 2012).

#### **2.2.2.1. Clasificación taxonómica**

La clasificación taxonómica del *lupinus mutabilis* (USDA, 2023):

Reino: Plantae

Filo: Tracheophyta

Clase: Magnoliopsida

Orden: Fabales

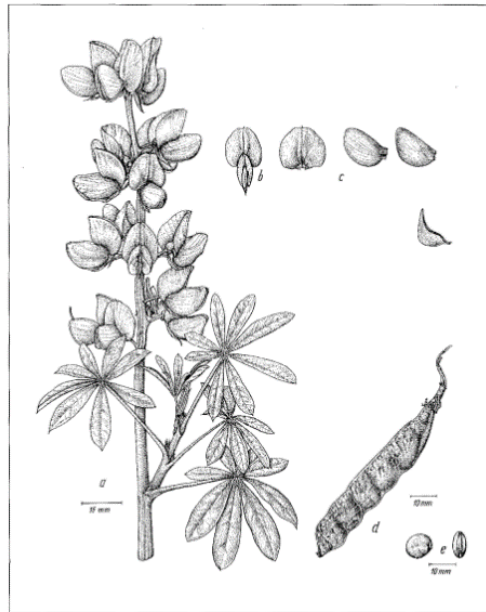
Familia: Fabaceae

Gènero: *Lupinus*

Especie: *Lupinus M.*

## Figura 1

### *Plantula de lupinus mutabilis*



Nota: Partes de plántula de lupinus mutabilis a, inflorescencia, b, flores de vista frontal y lateral, c, pétalos, d, vainas, e, semillas, dibujo de Wolfgang Kilian (Cowling et al., 1998)

#### 2.2.2.2. Características del tarwi

Las leguminosas, como el tarwi, representan una ventaja crucial en la producción mundial de proteínas, ayudando a reducir la deficiencia de proteínas esenciales, especialmente en los países andinos (Suca & Suca, 2016). Debido a su alto rendimiento de semillas, así como a su contenido elevado de proteínas y aceites, el tarwi posee un gran potencial aún por explorar como cultivo agrícola (Kroc et al., 2017).

#### 2.2.2.3. Usos del Lupinus mutabilis

En Etiopia, después de desamargar y remojar las semillas de lupino blanco en río o agua manantial durante 3 a 7 días, se utilizan como frijol tostado, conocido como “Kolo”, y para la preparación de bebidas





alcohólicas como el “Katikala” (Tizazu & Emire, 2010). Además, de las semillas fermentadas se destila un aguardiente de alta calidad conocido como “araki”, y de las semillas se extrae un aceite comestible (Lim, 2012). La mayoría de las personas consumen semillas frescas sin amargar, que se pueden comprar en los mercados andinos desde el sur de Colombia hasta Bolivia (Cowling et al., 1998).

Las semillas de lupino blanco desamargadas son un popular refrigerio en los Andes, consumidas solas con sal o en platos como el cebiche sermon, preparado con limón, sal y cebolla (Cowling et al., 1998). También se utilizan en sopas y guisos, y se pueden moler para hacer puré, que tiene una consistencia similar al requesón, ideal para platos y dietas de niños pequeños. En Italia, Grecia, España, Portugal y algunas regiones de Brasil, las semillas de lupino blanco son consumidas como aperitivo, y en Creta son un bocadillo tradicional durante la Cuaresma (Lim, 2012).

Las semillas también se pueden tostar y usar como un sustituto del café o molido en harina para hacer pan, galletas productos pastas y otros alimentos (Lim, 2012). Además, la harina de lupino se puede utilizar en productos como pastas, sucedáneos de leche y carne, y para enriquecer alimentos a base de frutas y verduras después de eliminar los componentes anti nutricionales (Tizazu & Emire, 2010).

Debido a su alto contenido de lisina y proteínas, el lupino blanco se está volviendo cada vez más popular en productos de repostería, snacks y panadería. Sin embargo, se debe tener en cuenta que su harina puede causar reacciones alérgicas, especialmente en personas alérgicas al maní,



debido a la posible reactividad cruzada entre ambas legumbres (Guillamón et al., 2010).

#### **2.2.2.4. Producción de tarwi en el Perú**

MIDAGRI (2021) menciona, en cuanto a la exportación de tarwi, la comercialización de grano representa el 97 %, mientras que la harina alcanza el 1.9% y la salmuera el 1.1%. Ecuador ha sido el principal destino de exportación desde 2018, con un crecimiento sostenible. En 2020, el tarwi en salmuera represento el 56% de las exportaciones de salmuera, mientras que Estados Unidos sigue siendo el principal destino. Por ello el MINAGRI Sierra y Selva Exportadores (2021) destacan que es fundamental continuar con la promoción comercial del tarwi para que los productores y sus familias puedan seguir beneficiándose.

La Región Puno es uno de los mayores productores de tarwi, según el MINAGRI Sierra y Selva Exportadores (2021), destacando la provincia de Yunguyo, que lideró la producción con 1261.70 toneladas durante la campaña 2017-2019, según la DRA Puno (2022). El principal producto acopiado y exportado al país vecino Ecuador es la semilla seca. Según los informes de MINAGRI Sierra y Selva Exportadores (2021), existe una oportunidad para el desarrollo de tecnologías de conservación en salmuera de tarwi. Sin embargo, actualmente solo se han desarrollado unas pocas tecnologías de conservación del tarwi desamargado en Perú, a una altitud de 3800 m.s.n.m y la investigación sobre el procesamiento de este producto aún es limitada.

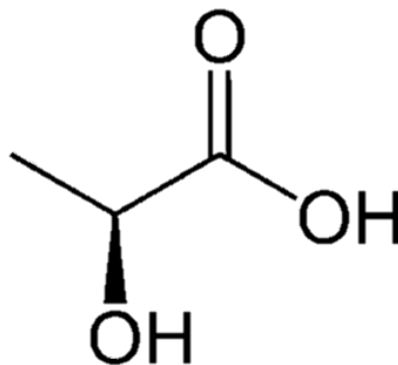
### 2.2.3. Ácido láctico

El ácido láctico se produce cuando las bacterias del ácido láctico fermentan alimentos como el chucrut, los encurtidos y las aceitunas. Aunque no está presente de forma natural en estos alimentos, se ha observado que, a un pH 5.0, el ácido láctico inhibe el crecimiento de bacterias formadoras de esporas, pero no afectan el crecimiento de levaduras y mohos (Barbosa-Canovas et al., 2003).

El ácido láctico es un ácido orgánico comúnmente utilizado en la industria alimentaria y en otras industrias relacionada con los alimentos. (Zhang et al., 2007). Clasificado como “Generalmente Reconocidos como Seguro” (GRAS) por la FDA, se emplea con frecuencia en los alimentos como acidulante, saborizante, amortiguador del pH y conservante (Valli et al., 2006). Debido a sus diversas propiedades y amplias aplicaciones en la industria alimentaria, el ácido láctico se ha consolidado como un producto industrial de gran importancia, con un mercado en continuo crecimiento. Las soluciones acuosas de ácido DL-láctico de calidad alimentaria están disponibles en concentraciones del 88% y 50%, siendo ambas son incoloras y prácticamente inodoras (Furia, 1972).

#### Figura 1

*Estructura química de ácido láctico*



Nota: Formula química de ácido láctico adaptado de (Furia, 1972)



### 2.2.3.1. Propiedades físico químicas del ácido láctico

La variación de densidad y viscosidad de las soluciones acuosas se muestra en la siguiente tabla según (Furia, 1972).

**Tabla 1**

*Propiedades físico químicas del ácido láctico*

Formula Química	CH <sub>3</sub> CH(OH)COOH
Peso Molecular	90.08
Aspecto físico	Viscoso, incolora, liquido no volátil
Punto de fusión	16.8°C
Formularios disponibles	88% y 50% soluciones acuosas
Solubilidad	Muy soluble en agua
Densidad (88% solución)	10.0 Lb/gal
Olor	Formas disponibles muy ligeramente acre
Gusto	Acre

Nota: Propiedades físico químicas de ácido láctico (Furia, 1972)

Como aplicación, el ácido láctico se utiliza en forma de ácido o sales de sodio y potasio en concentraciones de hasta un 2% en bebidas carbonatadas, aderezos para ensaladas, vegetales en escabeche y salsas. Aunque es menos eficaz que los ácidos acéticos, propiónico, benzoico o sórbico, pero más eficaz que el ácido cítrico. Su eficiencia es mayor contra las bacterias, pero considerablemente menor frente a levaduras y moho (Ray & Bhunia, 2013).

Los ácidos orgánicos, como el ácido láctico, ejercen efectos antimicrobianos al reducir el pH por debajo del rango de crecimiento microbiano y al inhibir el metabolismo a través de las moléculas de ácido no disociado. Se ha demostrado que el ácido láctico permeabiliza la



membrana externa de las bacterias Gram-negativas y, por lo tanto, podrían potenciar otros antimicrobianos (Alakomi et al., 2000).

### **2.2.3.2. Aplicación de ácido láctico en alimentos**

El ácido láctico se produce durante la fermentación de alimentos como el chucrut, los encurtidos, las aceitunas y los quesos por bacterias del ácido láctico (Barbosa-Cánovas et al., 2003). Su uso en los alimentos se enfoca en la regulación de acidez (Branen et al., 2001), mejorar el aroma como también el sabor, inhibición de microorganismos (De La Rosa et al., 2005), impacto significativo en la vida útil (Gravesen et al., 2004), claridad de salmuera para encurtidos (Furia, 1972) y evita la decoloración de frutas y verduras (Belitz et al., 2009).

### **2.2.3.3. Mecanismo de acción de ácido láctico en microorganismos**

Se ha informado que a un pH 5.0, el ácido láctico inhibe el crecimiento de bacterias formadoras de esporas (Woolford, 1975), pero no afecta el crecimiento de levaduras y mohos (Barbosa-Cánovas et al., 2003).

### **2.2.4. Cloruro de sodio (NaCl)**

Debido a su larga historia como conservante, la sal se ha utilizado para dar un sabor particular a muchos alimentos procesados, manteniendo la calidad de los alimentos. El cloruro de sodio (NaCl) es una de las sales más comunes empleadas con fines conservantes (Msagati, 2012). El nivel de cloruro de sodio agregado determina el grado de protección; el cloruro de sodio al 0.5% resultó en un aumento significativo en la supervivencia, y la adición de cloruro de sodio al 2%



proporcionó la protección máxima. (Casey & Condon, 2002). La neutralización del carácter antimicrobiano de los compuestos naturales se debe con frecuencia a concentraciones moderadas de NaCl como el 2% que se encuentran en muchos productos alimenticios (Devlieghere et al., 2004). Las funciones del sodio en alimentos y bebidas son las siguientes: como nutriente esencial, modificador de sabor, conservante y agente leudante (Taormina, 2010). La concentración de salmuera, también conocida como sal en fase acuosa; junto con  $a_w$ , es un indicador crucial para evaluar la estabilidad microbiana (Taormina, 2010). Las designaciones de la eficacia antimicrobiana del NaCl en estos alimentos se basan en bacterias, levaduras y mohos (Taormina, 2010). Es evidente que, además de mejorar el sabor, el cloruro de sodio desempeña un papel importante en el crecimiento de los microbios, especialmente en los alimentos refrigerados que están listos para comer. Además, muchos alimentos listos para el consumo no perecederos se clasifican como tales principalmente debido a su contenido de NaCl y humedad (Taormina, 2010).

#### **2.2.4.1. Mecanismo de acción del cloruro de sodio en microorganismos**

Taormina (2010) descubrió que la toxicidad directa del cloruro de sodio, la eliminación del oxígeno del medio, la sensibilización de los organismos al CO<sub>2</sub> y la interferencia con la acción rápida de las enzimas proteolíticas son factores que contribuyen a las propiedades conservantes del cloruro de sodio. Los “halófilos obligados”, “tolerante a la sal”, “resistente a la sal” y “halófilo facultativo” son algunos de los términos utilizados para describir la tolerancia o resistencia microbiana al cloruro de sodio (Jensen, 1944). Las levaduras tolerantes a sal, como



*Debaryomyces hansenii*, *hansenula anómala* y *candida pseudotropicalis*, pueden crecer en concentraciones de NaCl de hasta 11% ( $a_w$  0.93) (Farkas, 2007).

En sus estructuras externas, los microorganismos que causan el deterioro de los alimentos tienen paredes y membranas celulares citoplasmáticas semipermeables. Los microorganismos son sensibles a los cambios en la presión osmótica y, por lo tanto, a las concentraciones de iones/sal debido a la presencia de membranas citoplasmáticas semipermeables. Dado que el interior de una célula microbiana este compuesto de citoplasma (con un contenido de agua relativamente menor que el exterior), la mayoría de estos microbios viven en un ambiente acuoso. Esto hace que el agua se mueva desde el exterior hacia el interior de la célula. Si el ambiente exterior se vuelve más salado, cambiará el balance de agua entre el exterior y el interior de la célula microbiana de tal manera que la cantidad de agua en el ambiente donde esta los microbios sea menor que el interior de la célula microbiana; por lo tanto, el agua se moverá fuera de la célula (citoplasma) ocasionando la deshidratación de las células, dejando de crecer y por ende morirán. De esta manera la sal sirve como conservante de alimento (Msagati, 2012).

El alto contenido de sal (NaCl) deshidrata tanto alimentos como microorganismos. El agua se mueve de su área de alta concentración a su área de baja concentración cuando las células microbianas suspenden la difusión. En este caso, el agua sale de las células a mayor velocidad de la que entra. El resultado para la célula es la plasmólisis, que provoca la inhibición del crecimiento y posiblemente la muerte. Esto es



esencialmente lo que sucede cuando se agregan altas concentraciones de sal, con el fin de conservarlas (Jay et al., 2005).

### **2.2.5. Principales factores del deterioro de alimentos**

Los factores que gobiernan el deterioro son físicos y químicos. Hay ocho factores principales (Pitt & Hocking, 2009):

- Actividad de agua ( $a_w$ )
- Concentración de iones de hidrogeno (pH)
- Temperatura, tanto de procesamiento como de almacenamiento
- Tensión de gas, específicamente de oxígeno y dióxido de carbono
- Consistencia
- Estado nutricional
- Efectos de soluto específicos
- Conservantes

### **2.2.6. Potencial de hidrogeno (pH)**

Uno de los muchos factores que afectan la supervivencia y el crecimiento de microorganismos durante el procesamiento, el almacenamiento y la distribución de alimentos es el pH del alimento, los microorganismos se ven afectados por el nivel de iones  $H^+$  libres y por la concentración de ácido débil no disociado que, a su vez, se ve afectado por el pH. Los aniones de algunos ácidos débiles como ácido láctico o acético se metabolizan dentro de la célula bacteriana, de modo que se libera  $H^+$ , lo que acidifica el interior de la célula hasta niveles inhibitorios. Otros aniones no se metabolizan tanto y, por lo tanto, no acidifican el interior de la célula (ICMSF, 1980).



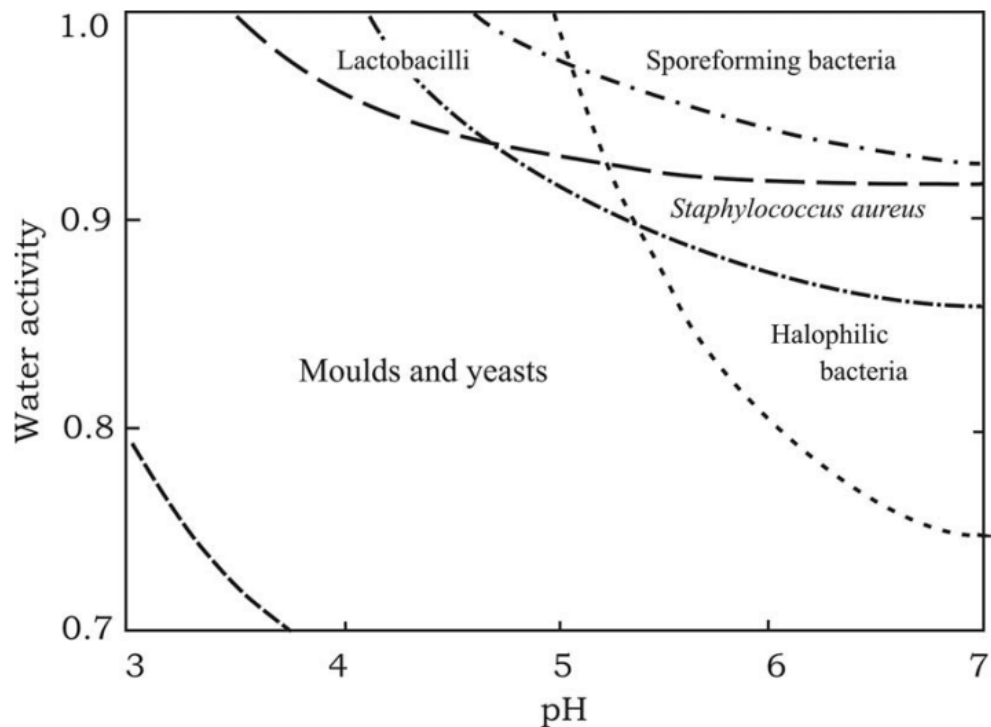


Muchos microbios pueden desarrollarse en diferentes niveles de pH. Esto implica que las células microbianas pueden controlar su pH interno de manera efectiva, pero no hay pruebas directas que respalden esta idea. Por el contrario, los estudios han demostrado que el pH de la muestra afecta significativamente el pH interno (ICMSF, 1980).

El crecimiento de bacterias se vuelve cada vez menos probable a medida que el pH disminuye por debajo de aproximadamente 5. Las bacterias del ácido láctico son excepcionales porque resisten a los hongos en algunos alimentos hasta un pH de alrededor de 3.5 (Wheeler et al 1991). Sin embargo, el impacto de otros factores limitantes del crecimiento puede ser evidente cuando se superponen al pH a medida que el pH se aleja del ideal, generalmente alrededor del pH 5. El pH de 4.5 es crucial para los alimentos procesados por calor, ya que además de destruir las esporas de *Clostridium botulinum*, también destruye todos los poros de los hongos. Los procesos menos severos en paquetes ácidos por debajo del pH 4.5 pueden permitir la supervivencia de esporas de hongos resistentes al calor (Pitt & Hocking, 2009).

**Figura 2**

*Influencia de la actividad de agua y el pH en el crecimiento microbiano*



Nota Adaptado del libro de (Pitt & Hocking, 2009).

La impresión del impacto combinado del pH y la  $a_w$  en el crecimiento microbiano; se muestra en la figura 1.0; hay pocos puntos de datos precisos y el diagrama es esquemático (Pitt & Hocking, 2009).

### 2.2.6.1. Efectos del pH sobre los microorganismos

El pH es un factor importante que afecta el crecimiento de los organismos en los alimentos porque afecta:

El metabolismo energético microbiano incluye la acumulación de gradientes de iones hidrogeno a través de las membranas, y la actividad de las enzimas microbianas y la estabilidad de las macromoléculas celulares. Además, el pH de muchos alimentos afecta las propiedades sensoriales de



muchos alimentos. La constante de disociación de los ácidos orgánicos y la capacidad de su forma no disociada para penetrar la membrana citoplasmática determina como afectan a los microorganismos presentes en los alimentos (Lücke, 2003).

En condiciones generalmente acidas, orgánicos no disociados, se cree que los ácidos atraviesan libremente la membrana y ingresan al citoplasma. En este contexto, el pH más neutro provoca la liberación de protones, la acidificación del citoplasma y la disipación del gradiente de pH de la membrana (Gravesen et al., 2004).

Los productos acidificados envasados con frecuencia están destinados a múltiples usos, lo que los expone a la contaminación microbiana en los puntos de consumo. Sin embargo, en condiciones de refrigeración, se utilizan para retardar las reacciones químicas, los cambios de sabor y el crecimiento de la levadura (Sperber, 2009).

La presentación grafica de la tasa de crecimiento microbiano frente al pH produce una curva en forma de campana aproximadamente simétrica que abarca de 2 a 5 unidades de pH, con una tasa máxima exhibida en un rango de 1 a 2 unidades, en general, las bacterias crecen más rápido en el rango de pH de 6.0 a 8.0, las levaduras 4.5 a 6.0 y hongos filamentosos 3.5 a 4.0 (Adams & Moss, 2008).

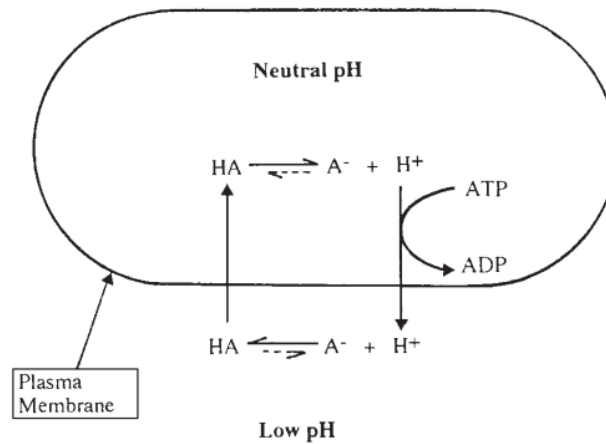
La inhibición microbiana por ácidos débiles no se debe únicamente a la creación de una alta concentración de protones extracelulares, sino que también está directamente relacionada con la concentración de ácido no disociado. (Adams & Moss, 2008).



La membrana celular realiza muchas funciones celulares importantes, como la síntesis de ATP en bacterias, el transporte activo de nutrientes y la regulación citoplasmática. Las moléculas de ácido lipofílico no disociado pueden pasar libremente a través de la membrana, a diferencia de los protones y otras moléculas cargadas; lo hacen al pasar de un ambiente externo de bajo pH, donde el equilibrio favorece a la molécula no disociado, al alto pH del citoplasma. A este pH más alto, el equilibrio se desplaza a favor de la molécula disociada, por lo que el ácido se ioniza y produce protones que tenderán a acidificar el citoplasma y descompondrán el componente de pH de la fuerza motriz del protón. La célula intentara mantener su pH interno neutralizado o expulsando los protones que se filtran, pero esto retrasara el crecimiento ya que desvía la energía de las funciones relacionadas con el crecimiento. Si el pH externo es lo suficientemente bajo y la concentración extracelular de ácido alta, la carga sobre la célula se vuelve demasiado grande. El pH citoplasmático cae a un nivel en el que ya no es posible el crecimiento y la célula eventualmente muere (Adams & Moss, 2008).

### Figura 3

#### *Mecanismo de inhibición microbiana por ácidos orgánicos*



Nota Adaptado de (Adams & Moss, 2008)

#### 2.2.7. Actividad de agua ( $a_w$ )

La actividad de agua  $a_w$  de un alimento es la relación entre la presión de vapor del alimento mismo y temperatura (FDA, 2023). El agua pura tiene una  $a_w$  de 1, una solución molal de azúcar 0.98 y una solución molal de cloruro de sodio 0.9669. Una solución saturada de cloruro de sodio tiene una actividad de agua de 0.755. (Barbosa-Canovas et al., 2003). La mayoría de los microorganismos no pueden crecer por debajo de 0.95  $a_w$  (Pitt & Hocking, 2009).

Un método bien establecido para controlar el crecimiento de microorganismos en los alimentos es la actividad de agua ( $a_w$ ). Sin embargo,  $a_w$  no es solo un factor que controla el crecimiento; hay otros factores, como el pH y la temperatura (Roos, 2007). Siendo el 0.6  $a_w$  para el crecimiento de cualquier microorganismo y 0.86  $a_w$  para el  $a_w$  más bajo donde se ha observado el crecimiento de bacterias patógenas son los dos valores más cruciales (Chirife et al., 1996). La mayoría de los alimentos tienen una actividad de agua superior a



0.95 y eso proporcionara suficiente humedad para apoyar el crecimiento de bacterias, levaduras y moho (FDA, 2023).

El uso de sal o azúcar generalmente se usa para controlar la actividad del agua. Hay situaciones en las que las determinaciones rutinarias de  $a_w$  no son necesarias durante la producción. Por ejemplo, si la sal es el conservante, las determinaciones del porcentaje de sal podrían ser suficientes para monitorear la actividad del agua (FDA, 2023).

La actividad de agua se ha convertido en una propiedad intrínsecas más importante para predecir la supervivencia de los microorganismos en los alimentos debido a su influencia directa en la calidad y estabilidad del producto. La prueba clásica de (Scott, 1953) que la  $a_w$  de un sistema alimentario controla el crecimiento y la producción de toxinas, no el contenido de agua demostró que los microorganismos tienen un límite de  $a_w$  por debajo del cual no crecerán ni producirán toxinas. Las generalizaciones aceptadas indican que la mayoría de las bacterias de deterioro disminuirán a alrededor de 0.95  $a_w$ , lo que indica que las bacterias son la flora predominante en la mayoría de los alimentos con alta humedad (Tapia et al., 2007).

#### **2.2.7.1. Mecanismo de acción de $a_w$ sobre los microorganismos**

Cada microorganismo tiene una  $a_w$  crítica por debajo de la cual no puede reproducirse. Por ejemplo, los microorganismos patógenos no pueden crecer a  $a_w < 0.86$ , mientras que los mohos y las levaduras son más tolerantes y suelen no crecer. Los valores  $a_w$  de los alimentos con humedad intermedia oscilan entre 0,65 y 0,90. (Barbosa-Canovas et al., 2003).



La influencia de la  $a_w$  en los microorganismos vegetativos y las esporas es uno de los más complejos y fascinantes de todos los factores que afectan el crecimiento, la muerte y la supervivencia microbianos en los productos alimenticios (temperatura, oxígeno, disponibilidad de nutrientes, acidez y pH, presencia de inhibidores naturales o agregados, etc.). A lo largo de los años, la  $a_w$  ha sido la base de muchos métodos de conservación de alimentos, ya sea solo o en conjunto con otros factores ambientales. Es importante recordar que la  $a_w$  inhibe el crecimiento, pero no mata las bacterias (o lo hace muy lentamente). Como resultado, la reducción de  $a_w$  es una técnica bastante efectiva para reducir el riesgo de bacterias toxigenicas, pero no elimina el riesgo de bacterias infecciosas (Tapia et al., 2007).

#### **2.2.7.2. Comportamiento de sorción**

Solo la pared celular puede permitir que la célula bacteriana transfiera nutrientes y materiales de desecho. Por lo tanto, para que los materiales puedan penetrar la pared celular, deben estar en forma soluble. Los alimentos tienen una pequeña cantidad de agua ligada a lugares específicos y no actúa como solvente. Estos sitios incluyen los grupos hidroxilo de los polisacáridos, los grupos carbonilo y amino de las proteínas y otros en los que el agua puede retenerse a través de enlaces de hidrogeno, enlaces ion-dipolo u otras interacciones fuertes. El comportamiento de sorción de alimentos se conoce como acción de unión (FDA, 2023).



### **2.2.7.3. Cambios enzimáticos y químicos relacionados a valores de $a_w$**

La oxidación de los alimentos también se ve relacionada con la  $a_w$ , como por ejemplo a 0.3  $a_w$ , el producto es más estable con respecto a la oxidación de lípidos, el pardeamiento no enzimático, la actividad enzimática y, por supuesto, los diversos parámetros microbianos. Sin embargo, a medida que  $a_w$  sube, aumenta la probabilidad de que el producto alimenticio se deteriore causando pardeamiento enzimático o oxidación de lípidos. (Barbosa-Canovas et al., 2003).

### **2.2.8. Temperatura**

La influencia de la temperatura en la conservación y deterioro de los alimentos tiene dos facetas separadas: las temperaturas durante el procesamiento y las existentes durante el almacenamiento. Las esporas de hongos resistentes al calor pueden sobrevivir a los procesos de pasteurización que se aplican a los alimentos ácidos (Pitt & Hocking, 2009).

### **2.2.9. Análisis Microbiológico**

En contraste con los grandes sistemas naturales, el suelo, el agua y las plantas, se espera que los alimentos sean un hábitat rico para los microorganismos debido a su naturaleza nutritiva. La capacidad de microorganismos particulares para superar los mecanismos de defensa es el principal factor que determina el deterioro de alimentos vivos y frescos (Pitt & Hocking, 2009).

Si el deterioro evidente precede al crecimiento microbiano, los alimentos generalmente se consideran seguros desde el punto de vista microbiano. Sin embargo, "estropeado" es un concepto culturalmente sesgado y subjetivo. Es más



sensato establecer condiciones que impidan el desarrollo total. (Montville & Matthews, 2013).

**Tabla 2**

*Criterios microbiológicos para semiconservas de pH<4.6*

Agente Microbiano	Categoría	Clase	n	c	Limite por g	
					m	M
Bacterias ácido lácticas	3	3	5	2	102	103
Mohos	3	3	5	2	102	103
Levaduras	3	3	5	2	10	102

Nota: Criterio microbiológico establecido por (DIGESA, 2008).

**Tabla 3**

*Criterios microbiológicos para tarwi desamargado*

Requisitos	Unidad	Valor	Método de ensayo
Recuentos aerobios totales	UFC/g	$18 \times 10^2 - 1 \times 10^3$	NTE INEN1529-5
Recuentos coliformes totales	NMP/g	$10 - 10^2$	NTE INEN1529-7
Recuento de hongos y levaduras	UFC/cm <sup>3</sup>	$0 - 5 \times 10^2$	NTE INEN1529-10
<i>Escherichia coli</i>		Ausencia	NTE INEN1529-8
Tipificación <i>E. Coli</i> 0157		Ausencia	NTE INEN1529-8

Nota: UFC= Unidades formadoras de colonias, NMP= Numero más probable, según (INEM, 2004).

### 2.2.9.1. Mohos y levaduras

Las curvas de crecimiento de bacterias, levaduras y mohos están formadas por cuatro partes. Estas son las fases de retraso estacionario, de retraso exponencial o logarítmico y de muerte microbiana. Como las bacterias se replican por fisión binaria, las curvas de crecimiento se pueden trazar como el número de células (CFU/ml) en una escala logarítmica o log<sub>10</sub> CFU/ml frente al tiempo (Montville & Matthews, 2013).



La levadura y los mohos, también conocidos como mohos de filamentos y no filamentosos, se pueden encontrar en la flora normal de un producto alimenticio o como contaminantes transportados por el aire. Es posible que produzcan metabolitos tóxicos, resistencia a ambientes helados y sabores y olores desagradables en los alimentos. La temperatura de incubación de mohos es de 22 °C durante 5 a 8 días (Herrera, 2001).

En general, los mohos y las levaduras son más resistentes a los niveles de  $a_w$  más bajos que las bacterias, y los niveles de crecimiento en los alimentos generalmente están muy por debajo de los niveles de  $a_w$  más bajos de 0.85 a 0.92, que normalmente limitan muchos tipos de bacterias (Slade et al., 1991).

Los recuentos de moho y levadura también pueden usarse para evaluar la calidad sanitaria de los equipos y los entornos de fabricación. Los recuentos cuantitativos de moho también pueden ayudar en la evaluación de la calidad del aire y en la identificación y eliminación de los sitios de contaminación por moho (Sperber & Doyle, 2009).

#### **2.2.9.1.1. Mohos**

Los mohos suelen crecer con  $a_w$  más bajo que las bacterias transmitidas por los alimentos. El género *Eurotium* es el moho xerotolerante más frecuente. La  $a_w$  máxima para el crecimiento es de 0.96 y la  $a_w$  mínima es de 0.71 a 0.77. La relación entre  $a_w$  y el crecimiento de moho y la formación de toxinas es compleja. En condiciones ambientales marginales de bajo pH,  $a_w$  o temperatura, los mohos pueden crecer, pero no producen toxinas (Montville & Matthews, 2013).



Mientras que la mayoría de los productos con alto contenido de ácido tienen un espacio de cabeza reducido y poco oxígeno disponible para el crecimiento del moho, los mohos son aerobios obligados. El deterioro por moho de estos productos puede ocurrir en situaciones en las que hay suficiente oxígeno disponible, como en el interior y el exterior de los contenedores que se contaminan con el producto y no se limpian (Sperber, 2009).

Las condiciones asépticas (como el aire estéril, el empaque y las superficies de contacto del equipo), la eliminación de la contaminación por tratamiento posterior al horneado y el diseño del producto para evitar el crecimiento (como baja  $a_w$ , conservantes y bajo pH) pueden reducir el deterioro y la proliferación del moho (Yang et al., 2017).

#### **2.2.9.1.2. Levaduras**

Las levaduras son hongos que se desarrollan vegetativamente a través de células individuales que brotan o, menos frecuentemente, se dividen por fisión. Las levaduras pueden aumentar rápidamente en número en ambientes líquidos debido a esta propiedad, lo que facilita la propagación de microorganismos unicelulares. Muchas levaduras prosperan fácilmente en ambientes estrictamente anaeróbicos, lo que favorece su desarrollo en líquidos. Al ser organismos eucariotas, las levaduras se desarrollan más lentamente que la mayoría de las bacterias y, por lo tanto, no compiten en entornos que favorecen a las bacterias, como temperaturas muy altas o valores de pH cercanos a la neutralidad. Muchas levaduras toleran las condiciones ácidas, al igual que los hongos



filamentosos. En general, es más probable que las levaduras se activen en ambientes líquidos y ácidos que en cualquier otro tipo de ambiente (I.Pitt & Hocking, 2009).

Las levaduras tienen pocas vías bioquímicas y pocas necesidades nutricionales, en comparación con muchos hongos estrictamente filamentosos. Los sustratos ideales para levaduras son los alimentos, que suelen ser ricos en azúcares hexosas, minerales y vitaminas que muchas levaduras necesitan para crecer. Muchas especies de levaduras crecen en alimentos procesados adecuadamente formulados porque no toleran la reducción de la actividad de agua, el procesamiento térmico o los conservantes (I.Pitt & Hocking, 2009).

En general, las levaduras prefieren un medio ligeramente ácido con un pH ideal de 4,5 a 5,5. Las levaduras demuestran una gran tolerancia al pH y la mayoría se desarrolla fácilmente a valores de pH entre 3 y 8 (Deak, 2007).

Alrededor de las tres cuartas partes del deterioro de los productos especiales acidificados son causados por levaduras (Sharpe & Pettipher 1983). Se han encontrado sesenta y dos especies de levaduras capaces de estropear estos productos de pH bajo, y siete de estas especies se han aislado con mayor frecuencia, entre ellas *Saccharomyces cerevisiae*. La mayoría de las levaduras son aeróbicas, pero la mayoría puede crecer fácilmente en condiciones anaeróbicas en presencia de un carbohidrato fermentable. Los mohos causan el resto del deterioro de los productos con alto contenido de ácido (Sperber, 2009).



Los equipos sucios incluidos los utensilios, pueden ser una fuente de contaminación por levaduras osmotolerantes (Wang et al., 2017). Las levaduras son más resistentes a los desinfectantes y conservantes que los mohos, lo que dificulta el control de la contaminación en las instalaciones. Debido a que los compuestos de amonio cuaternario son más efectivos que el hipoclorito en la eliminación de la multiplicación de células de levaduras, se utilizan con mayor frecuencia en la desinfección de superficies (Yang et al., 2017).

#### **2.2.9.2. Bacterias ácido lácticas (LAB)**

Las bacterias anaeróbicas facultativas grampositivas conocidas como LAB son capaces de metabolizar carbohidratos fermentables y generar una gran cantidad de ácido láctico. Las bacterias ácido lácticas son muy comunes en la naturaleza y exhiben una gran variedad de especies. La temperatura de crecimiento de las bacterias ácido lácticas va desde menos de 4 °C hasta 45 °C (Schillinger et al., 2006).

Las bacterias del ácido láctico son bacterias gram positivas, que suelen permanecer inmóviles, cocos y bacilos que no producen esporas. Solo las lácticas pueden producir ATP mediante fermentación, generalmente de azúcares. Las bacterias del ácido láctico crecen bien en condiciones anaeróbicas, pero también pueden crecer en presencia de oxígeno porque no utilizan oxígeno para producir energía. La producción de ácido láctico es reducida por la fermentación bacteriana del ácido láctico, que también produce acetil metilcarbonil y diacetil, lo que causa un mal sabor similar al suero de leche. El ácido actico, el etanol, el ácido



fórmico y el CO<sub>2</sub> son otros productos de fermentación (Jacxsens et al., 2003).

Una característica común asociada con el deterioro por bacterias del ácido láctico es que el crecimiento de organismos aerobios de rápido crecimiento está limitado por factores extrínsecos o intrínsecos. Los factores más comunes que seleccionan a las bacterias ácido lácticas como el principal grupo bacteriano causante del deterioro son el envasado de alimentos que resulta en un bajo contenido de oxígeno, como el vacío o la atmosfera modificada, el bajo pH y la baja temperatura. o. Algunas LAB también son tolerantes al azúcar y a altas concentraciones de sal (Korkeala et al., 1992) : el crecimiento excesivo de LAB que produce dióxido de carbono (Etchells et al, 1975) citado por (Schillinger et al., 2006) durante la fabricación de pepinos en salmuera puede resultar en la formación de burbujas (Schillinger et al., 2006).

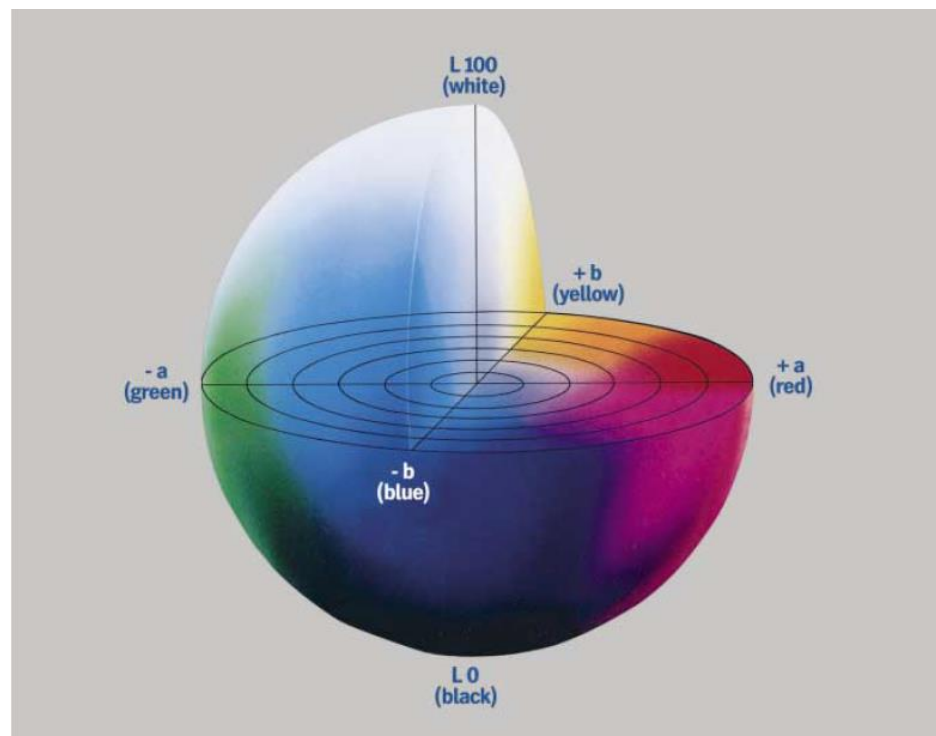
#### **2.2.10. Color en alimentos (CIELAB)**

El color es un parámetro de calidad (Villacrés, Álvarez, et al., 2020). Basándonos en la ley de Beer “Cantidad de luz absorbida es directamente proporcional a la concentración de la muestra”, la capacidad que tiene una sustancia para absorber la luz, conocido como absorbancia, permite estudiar la cuantificación de valores determinados por el colorímetro establecido en valores L (Luminosidad), coordenadas a\* (+a rojo y -a verde) y b\*(+b amarillo y – b azul), para determinar la diferencia total se calculara  $\Delta E$ , con la finalidad de monitorear el control de calidad de alimentos (Schanda, 2007).

El valor del color como característica de valoración física y de calidad en métodos de medición objetivos que permiten la obtención de valores comparables y reproducibles. Muchos factores, incluida la iluminación, el observador, el espectro, la presencia de pigmentos o las propias características de la superficie, el tamaño, la textura y el brillo de la muestra analizada, afectan el color. El color es una sensación que se puede describir utilizando parámetros físicos cuantificables. La medición instrumental del color es una herramienta para controlar la calidad en la industria alimentaria (Mathias-Rettig & Ah-Hen, 2014).

#### Figura 4

*Espacio de color CIELAB*



Nota Adaptado de (Schanda, 2007)

### 2.2.11. Análisis sensorial descriptivo

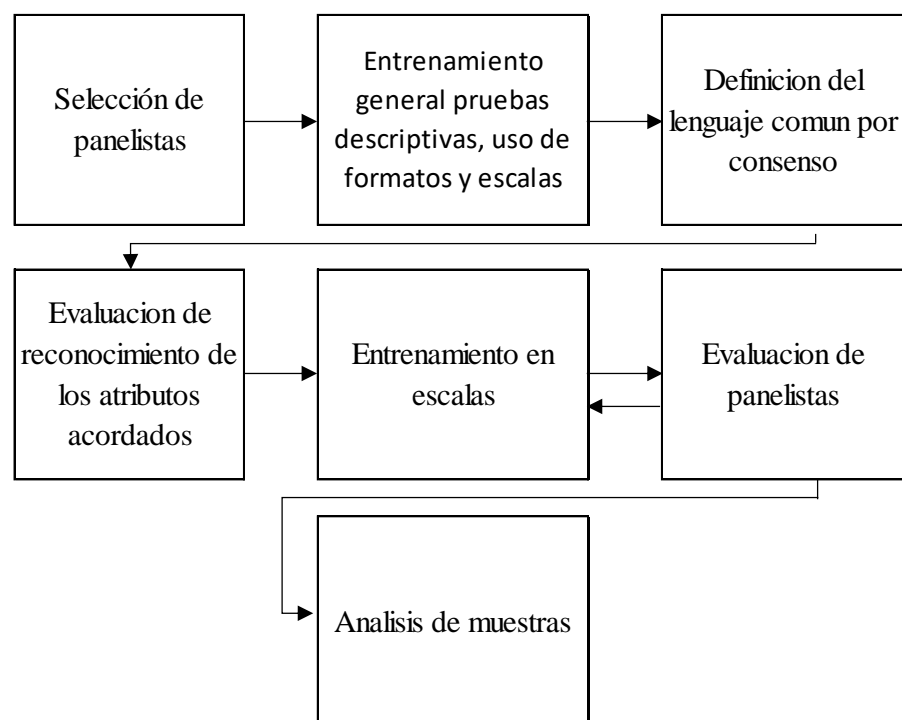
Fue desarrollada en la década del 70 buscando superar limitaciones de otras metodologías en uso, siendo de uso muy extendido que tiene como objetivo medir todas las características de un producto, se aplica en diversas áreas y a todo tipo de productos, no solo alimentos, empleando panelistas con un alto grado de entrenamiento. Sus principales características son (Rogers, 2017):

- Los datos no se generan por consenso
- El líder del panel no participa como evaluador
- Emplea escalas no estructuradas para evaluar la intensidad de los atributos

#### 2.2.11.1. Etapas para el análisis descriptivo

**Figura 5**

*Etapas del análisis descriptivo*



Nota Adaptado de (Rogers, 2017)





**Selección de panelistas:** El análisis descriptivo debe realizarse con panelistas entrenados, los cuales deben ser seleccionados de acuerdo con las siguientes características según (Rogers, 2017):

- Interés y disponibilidad para participar
- Responsabilidad
- Habilidades sensoriales superiores al promedio
- Antes de comenzar la selección debe trabajarse con un número de panelistas 2 o 3 veces superior al número de panelistas requeridos

**Definición de atributos:** Es necesario desarrollar un vocabulario estandarizado y preciso, de interpretación clara por parte del panel, los términos a seleccionar deberán ser:

- Discriminantes
- No redundantes
- Precisos y confiables
- Con significado consensuado
- No ambiguos
- Comunicar

**Discusión abierta:** Los panelistas reciben una serie de muestras en función del objetivo del estudio y se les pide que seleccionen las palabras que consideran más adecuadas para describir las muestras y las diferencias entre ellas.

**Definición de atributos:** Las listas generadas suelen ser muy extensas, por lo cual es conveniente reducir el número de términos a

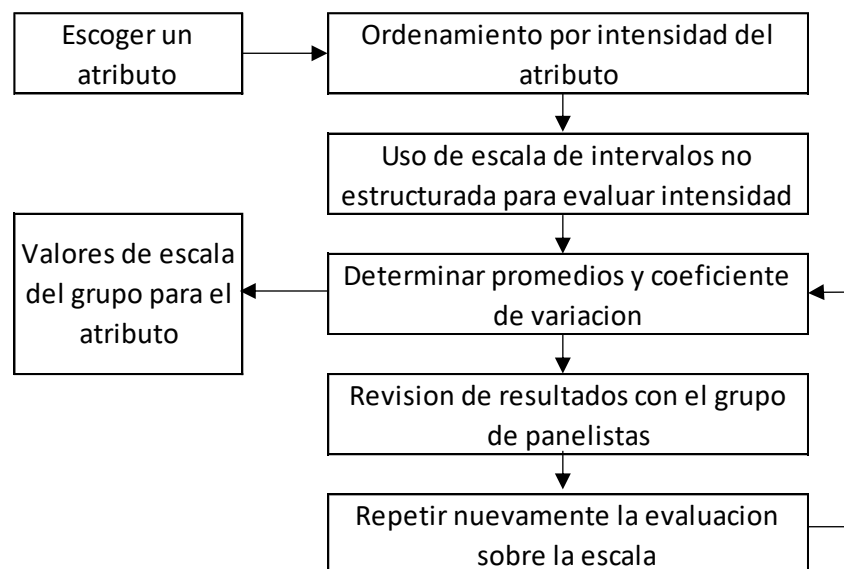
evaluar, un número muy reducido puede resultar insuficiente para diferenciar los productos en estudio.

**Entrenamiento:** Se debe entrenar al panel en la evaluación y cuantificación de los atributos seleccionados, se busca familiarizar a los panelistas con los atributos y su forma de evaluación, alcanzar un vocabulario común por parte del panel, definir la intensidad para cada atributo.

**Entrenamiento en escalas:** Se escoge el atributo para el ordenamiento por intensidad del atributo, usando la escala de intervalo no estructurada, el esquema general se muestra en la Figura 7:

**Figura 6**

*Esquema para entrenamiento de atributos sensoriales*



Nota Esquema adaptado de (Rogers, 2017)

**Evaluación de muestras:** Generalmente las muestras se evalúan por duplicado o triplicado utilizando escalas no estructuradas de 10 cm.



Los datos se analizan por análisis de varianza, estudiando la concordancia y reproducibilidad del panel y de cada uno de los panelistas (Rogers, 2017).

#### **2.2.11.2. Atributos evaluados**

**Apariencia externa:** Define a la apariencia externa como una característica de calidad de los productos frescos, indicando que es una combinación de características, atributos y propiedades que le dan el valor para la alimentación y el disfrute sensorial. Para los receptores del mercado, la calidad de la apariencia es lo más importante, para el consumidor final consideran una buena calidad los que tienen buena pinta, son firmes, ofreciendo buen sabor. Aunque los consumidores compran basándose en su apariencia y sensación, siendo algunos componentes de la apariencia externa (tamaño, forma, color, brillo y defectos) Kader (1992).

**Profundidad de color:** Contrariamente, un blanco pálido nos hace presuponer ligereza, frescor y finura mientras que un blanco amarillo intenso sugiere mayor consistencia y solidez (De Castro, 1999).

**Cantidad de color blanco:** Siendo la uniformidad e intensidad, una importante cualidad de apariencia, mediante el uso de tabla de colores Kader (1992).

**Cantidad de color amarillo:** La (NTE, 2004) indica que la especificación de tarwi desamargado mediante proceso térmico-hídrico, el color debe ser uniforme tonalidad blanco-crema preferentemente.

**Zonas pardas:** La aparición de manchas pardas se ha usado como criterio para determinar el grado de daño por pardeamiento enzimático,



relacionado con la actividad de la enzima polifenol oxidasa que cataliza la oxidación a diferentes compuestos fenólicos, con la consecuente transformación a pigmentos oscuros no deseables para la calidad industrial (Suarez et al, 2016).

**Brillo:** Se define el brillo como la intensidad luminosa por unidad de superficie del manantial de luz, también conocido como luminosidad, se define como la característica de una sensación de color que la hace equivalente a la producida por algún elemento de la escala de grises que va desde el blanco (máxima luminosidad) hasta el negro (mínima luminosidad). La NTE,2004 indica que el grano de tarwi desamargado debe ser un producto comestible limpio húmedo, (De Castro,1999).

**Salado:** Las papilas gustativas de la lengua registran los cuatro sabores básicos: siendo el dulce, ácido, salado y amargo, en determinadas zonas preferenciales de la lengua Figura, así lo dulce en la punta, lo amargo en el extremo posterior y lo salado y ácido en los bordes. El sabor salado lo provocan sales inorgánicas de bajo peso molecular como sal común NaCl considerada puramente salada, siendo la molécula que define más el sabor salado. No se conoce completamente el mecanismo que desencadena la sensación de salado, generalmente se acepta que el carácter iónico de las sales en la condición previa, y que la parte aniónica determina que notas de sabor surgen adicionalmente al sabor salado o lo oculten totalmente. El sabor salado, su percepción es también muy rápida, pero tarda en desaparecer, teniendo en cuenta que el sabor salado en exceso es desagradable, lo que provoca una situación psicológica de fatiga o poco interés (De Castro,1999).



Sabor láctico: Exceso de diacetilo u otros compuestos que comunican sabores de tipo queso, mantequilla, debido a un gusto, los componentes del sabor ácido láctico comunican el carácter de frescor y vivacidad a los alimentos (De Castro,1999).

Persistencia: Persistencia como la sensación que queda tras la deglución, persistencia la duración de las sensaciones olfato gustativas residuales después de la expulsión de un producto alimenticio de la boca permanecen localizadas y son similares a las percibidas previamente (De Castro,1999).

Friabilidad: Ruptura en trozos desde el inicio de la masticación (Pulido Lería, 2023).

Aceptabilidad General: Estado de un producto percibido variablemente por un individuo o población en función de sus propiedades sensoriales, permitiendo conocer como de apesable es una muestra para los consumidores (De Castro,1999).

## **2.2.12. Desamargado de tarwi**

### **2.2.12.1. Tratamiento térmico acuoso**

Los granos fueron sometidos a tratamiento térmico acuoso que consta de tres etapas: hidratación (10 horas), cocción (1 hora), lavado (73 horas), y se recolectaron muestras a lo largo del tratamiento. El grano se hidrato con agua estacionaria a una temperatura inicial de 80°C durante 10 horas (T1) en una relación 1:3 (grano: agua), y se realizó un cambio de agua después de los primeros 30 minutos de cocción. El lavado acuoso del



grano se realizó a 35°C durante 28 horas, con cambios de agua en los siguientes intervalos de tiempo: 3 horas (T3), 3 horas (T4), 16 horas (T5), 3 horas (T6) y 3 horas (T7). En la segunda etapa de lavado, la temperatura del agua se mantuvo a 18°C durante 45 horas, y el agua se repuso a las 18 horas (T8), 3 horas (T9), 3 horas (T10), 18 horas (T11), y 3 horas (T12). El desamargado del grano mediante la aplicación de tratamiento térmico acuoso tomó 84 horas (Villacrés, Álvarez, et al., 2020).

### **2.2.13. Conservación de tarwi**

Para prolongar la vida útil del producto a granel o en bolsas de plástico, el grano se debe mantener en refrigeración. También se puede congelarlo, en este caso se produce una ligera modificación de la textura a partir de los seis meses de almacenamiento.(INEM, 2004). Terminado el lavado del chocho, es recomendable mantenerlos en agua fría y limpia antes del empacado. Aún refrigerado, es recomendable mantener el grano sumergido en agua limpia.(Caicedo et al., 2001). El grano empacado, a temperatura ambiente, se mantiene sin alteración por 2 días y sumergido en agua por 8 días. En refrigeración y sumergido en agua el grano es estable por tres semanas (Caicedo et al., 2001).

**Tabla 4***Estimación de vida útil en diferentes condiciones y presentaciones*

Presentación	Solución	Temperatura	Vida útil
A granel <sup>a</sup>	Agua	Ambiente	4 días
A granel <sup>a</sup>	Agua	Refrigeración	30 días
A granel <sup>b</sup>	N. E	Congelado	> 2 años
Frascos de Vidrio <sup>b</sup>	Líquido de gobierno	Ambiente	> 6 meses
Lata <sup>b</sup>	Líquido de gobierno	Ambiente	> 6 meses
Frascos de Vidrio <sup>a</sup>	Agua, sal y ají	Ambiente	180 días
Fundas de polietileno <sup>a c</sup>	N. E	Refrigeración	10 a 14 días
Funda de polietileno <sup>c</sup>	N. E	Congelación	180 días
Funda de polietileno <sup>c</sup>	N.E.	Ambiente	2 días

Nota: Vida útil estimados por (Villacrés, 2018) <sup>a</sup> y (Villacrés, 2021) <sup>b</sup> y (INEM, 2004) <sup>c</sup>

#### 2.2.14. Cinética del deterioro de los alimentos y predicción de la Vida Útil

La vida útil es un término de uso frecuente que puede entenderse e interpretarse de manera diferente. Un consumidor generalmente está preocupado por la cantidad de tiempo que un producto por la cantidad de tiempo que un producto alimenticio puede mantenerse en el hogar antes de que ya no pueda usarse. Aquí la vida útil se define como el periodo de tiempo bajo condiciones definidas de almacenamiento, después de la fabricación o el empaque, durante el cual un producto alimenticio permanecerá seguro y apto para su consumo, es decir durante este periodo debe conservarse sus características sensoriales, químicas, físicas, funcionales o microbiológicas deseadas (IFST, 1993).

(Casp & Abril, 2003), Indica que, aplicando el principio fundamental de la cinética química, la velocidad de cambio en la calidad de los alimentos puede



expresarse en forma general como una función de la composición y los factores ambientales, es decir:

$$\frac{dQ}{dt} = F(C_i, E_j)$$

Dónde:

$C_i$  = Factores de composición (Concentración de componentes, enzimas, pH,  $a_w$  o población microbiana)

$E$  = Son factores del entorno (Temperatura, humedad relativa, presión total y parcial de los diferentes gases o luz)

$A$  = Atributo de calidad

$t$  = Tiempo

#### **2.2.14.1. Reacción de Orden cero**

Consideramos un atributo de calidad  $Q$ , que decrezca de manera lineal durante el periodo de almacenamiento. Esta disminución lineal sugiere que su fluctuación en relación al tiempo es constante, y que, por ende, la pérdida de dicho atributo no está determinada por su concentración. La relación lineal entre el atributo y el tiempo se logra cuando la reacción es de orden cero, por lo que si en la ecuación anterior se establece (Casp & Abril, 2003; CASP & ABRIL, 1999):

Cuando  $n = 0$ , obtenemos:

$$\frac{dQ}{dt} = -k$$





Integrando la ecuación se obtiene:

$$Q = Q_0 - Kt$$

Dónde:

Q = Es el valor de Q al final de la vida media

Q<sub>0</sub> = Es el valor inicial de Q

t = Es la vida media (días, meses o años)

k = Es la constante de velocidad de la reacción

#### 2.2.14.2. Reacción de Primer orden

Consideramos un atributo de calidad Q, que disminuya de manera exponencial durante el periodo de almacenamiento. En este escenario, el ritmo de pérdida del atributo de calidad se basa en la calidad de cantidad que permanece inalterable, lo que sugiere que la velocidad de reacción es directamente proporcional a la concentración del reactante Q (CASP & ABRIL, 1999).

Cuando n=1

$$\frac{dQ}{dt} = -kA$$

Integrando la ecuación se obtiene:

$$\ln Q = \ln Q_0 - Kt$$

Dónde:

Q = Es el valor de Q al final de la vida media



$Q_0$  = Es el valor inicial de Q

t = Es la vida media (días, meses o años)

k = Es la constante de velocidad de la reacción

**Tabla 5**

*Forma de la función de la calidad y tiempo de vida media para reacciones de diferente orden*

Orden aparente de reacción	Función de calidad	Tiempo de vida útil ( $t_{1/2}$ )
0	$Q_0 - Q_f$	$\frac{Q_0}{(2k_0)}$
1	$\ln(Q_0/Q_f)$	$\ln 2/k_1$
2	$\frac{1}{Q_f} - \frac{1}{Q_0}$	$\frac{1}{k_2 Q_0}$
n ( $n \neq 1$ )	$\frac{1}{n-1} (Q_f^{1-n} - Q_0^{1-n})$	$\frac{2^{n-1}-1}{k_n(n-1)} A_0^{1-n}$

Nota: Adaptado de (CASP & ABRIL, 1999)



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE INVESTIGACIÓN

El presente trabajo de investigación se llevó a cabo en la ciudad de Puno, en la Universidad Nacional del Altiplano (UNAP), en la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial, en los laboratorios de Microbiología, Post Cosecha y en la Planta Piloto.

#### 3.2. MATERIALES Y EQUIPOS DE LABORATORIO

##### 3.2.1. Materia prima

Para el experimento realizado en este estudio se emplearon granos maduros secos de tarwi (*Lupinus Mutabilis sp*) de la variedad blanca, adquirido en el distrito de Yunguyo, centro poblado de Aychuyo.

##### 3.2.2. Insumos y reactivos

- Ácido láctico (Marca JADMIL, 85% de pureza)
- Cloruro de sodio (NaCl, comercial)
- Agua potable
- Agua destilada
- Fenolftaleína
- Alcohol etílico



### 3.2.3. Materiales

- Materiales para proceso de desamargado de tarwi
  - Guantes de nitrilo
  - Balanza semi analítica
  - Cubre bocas
  - Cubre cabellos (caja)
  - Tapas (77 mm)
  - Frascos de vidrio (250 mL)
  - Frascos de vidrio (500 mL)
  - Etiquetas autoadhesivas
  - Colador (plástico)
  - Ollas de aluminio (30 L)
  - Caja de fosforo
  - Jarras (5 L)
  - Recipiente de plástico (80 L)
  
- Materiales para análisis físico químico de conservas de tarwi
  - Vaso de precipitados (Pirex 10mL y 500 mL)
  - Vaso de licuadora Oster
  - Pinzas
  - Vaso de muestra de actividad de agua
  - Probeta (plástico, 100 mL)
  - Colador (plástico)
  - Pizeta (plástico, cap 500 mL)
  - Lapiceros (Marca Faber Castell, color negro)



- Materiales para análisis microbiológico y vida útil
  - Placas Petri Film (Marca: 3 M, mohos y levaduras)
  - Placas Petri Film (Marca: 3 M, bacterias ácido lácticas)
  - Tubos de ensayo (Pirex, 10 mL y 20 mL)
  - Vasos de precipitados (200 mL y 1000 mL)
  - Probeta (vidrio, 100 mL)
  - Puntas de micropipeta (1000 uL)
  - Papel Kraft (45g, dimensiones: 75 cm x 120 cm)
  - Gradilla (acero blanco para 12 tubos y 40 tubos)
  - Pulverizador
  - Franela de microfibra
  - Mechero de alcohol
  - Plumón indeleble (Marca: Faber Castell 421-M, color negro)
  - Tijeras
  - Difusor
  - Piseta (plástico, 500 mL)
  
- Materiales para análisis sensorial
  - Jarras (1 L y 2 L)
  - Bandejas (plástico, 2 L)
  - Coladores
  - Baldes
  - Vaso de precipitados (500 mL)
  - Servilletas (Marca: Scott, 200 unidades)



- Cucharas
- Plumón indeleble (Marca: Faber Castell 421-M, color negro)
- Vasos descartables (Marca: Vasote)
- Cinta masking (Marca: Pegafan)
- Algodón
- Embudos
- Fichas de registro
- Cabinas de análisis sensorial
- Patrones de color (amarillo y café)

#### **3.2.4. Equipos e instrumentos**

- Equipos e instrumentos para desamargado de tarwi
  - Cocina Semi Industrial
  - Balanza Semi analítica
  - Termómetro digital
  - pH metro digital
- Equipos e instrumentos para análisis físico químico
  - Medidor de actividad de agua (Marca: Aqualab, Modelo: 4T)
  - Colorímetro (Marca: SC, Modelo: 20)
  - pH metro
  - Acidómetro automático
- Equipos e instrumentos para análisis sensorial
  - Balanza semi analítica
  - Laptop



- Lámpara de luz blanca
- Equipos e instrumentos para análisis microbiológico y vida útil
  - Autoclave electrónico vertical (Marca: SM, Modelo: LS B50L-II)
  - Vortex (Marca: Thermo Scientific, Modelo: M37610-33)
  - pH metro (Marca: Milwaukee, Modelo: MI 150)
  - Contador de colonia (Marca: Cienceware, Modelo: SS)
  - Incubadora de laboratorio (Marca: Gemmy Industrial, Modelo: BN-601)
  - Micropipeta (Marca: JoanLab, 1000uL)
  - Balanza analítica 0.01g

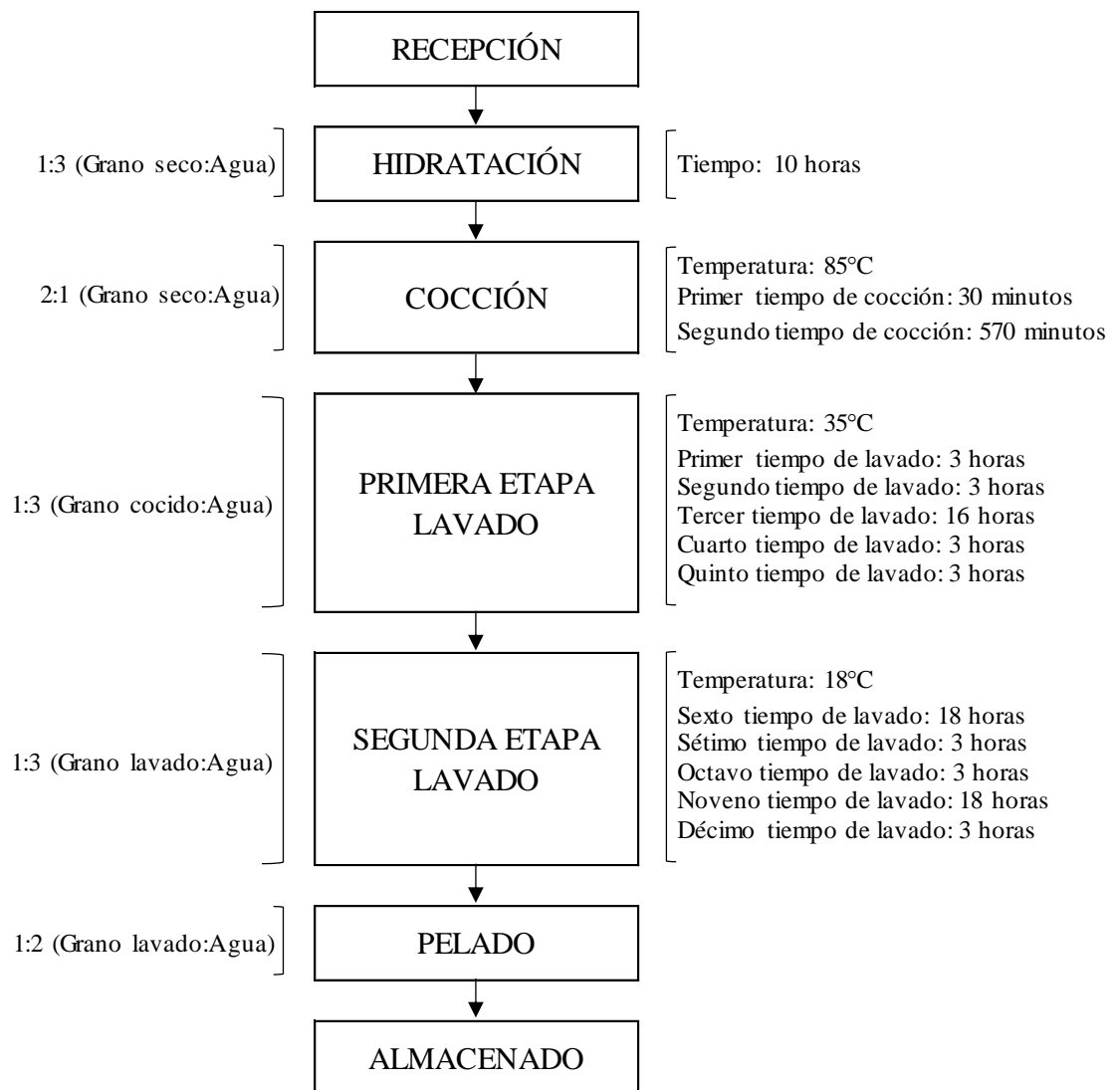
### **3.3. METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

#### **3.3.1. Obtención de tarwi desamargado**

Para el desamargado de tarwi, se utilizó el diagrama de flujo presentado en la figura 8, adaptado de Villacrés, Álvarez, et al. (2020).

**Figura 7**

*Diagrama de desamargado de tarwi*



### 3.3.1.1. Descripción del Proceso

- a) **Recepción:** Los granos de tarwi seleccionados fueron pesaron en una balanza electrónica verificando que no haya impurezas.
- b) **Hidratación:** Los granos se hidrataron con agua a temperatura ambiente durante 48 horas, utilizando una proporción de agua 1:3 (grano: agua), manteniéndolos en estado estacionario en un recipiente de 20L.





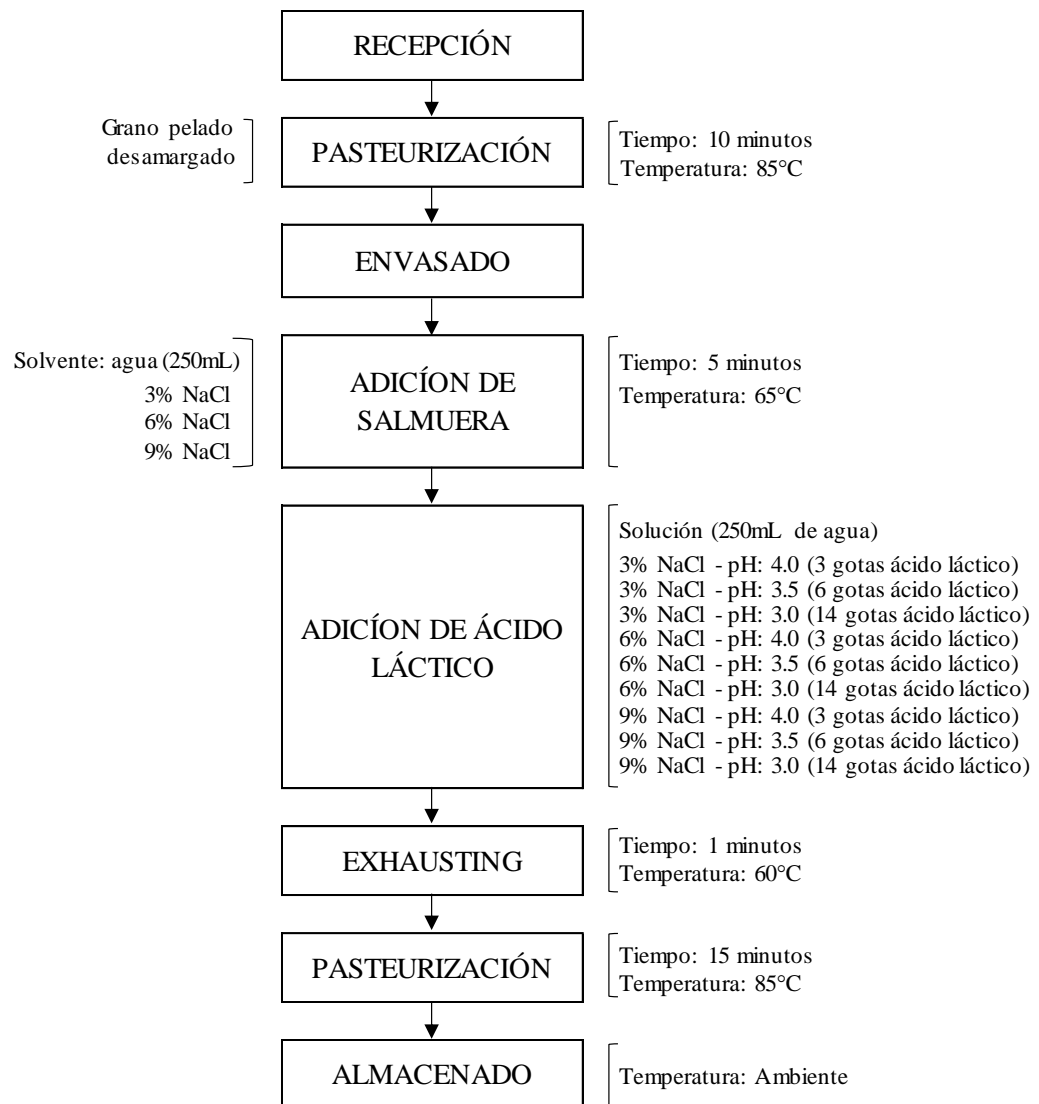
- c) **Cocción:** El tarwi se llevó a ebullición durante 10 horas, en una relación de 1:2 (Grano: agua), realizando un cambio de agua después de los primeros 30 minutos de cocción.
- d) **Primera etapa de lavado:** El lavado del grano se llevó a cabo a una temperatura de 35°C durante 28 horas, con cambios de agua en los siguientes intervalos de tiempo: 3 horas (Pi), 3 horas (T2), 16 horas (T3), 3 horas (T4), y 3 horas (T5).
- e) **Segunda etapa de lavado:** En la segunda etapa, el agua se mantuvo a una temperatura de 18°C durante 45 horas. Los cambios de agua se realizaron a las 18 horas (T6), 3 horas (T7), 3 horas (T8), 18 horas (T9), y 3 horas (T9).
- f) **Pelado:** El pelado se efectuó manualmente, separando la cascara del grano, mientras se mantenía el tarwi hidratado.
- g) **Almacenado:** El tarwi pelado se almacenó hidratado para su posterior procesamiento.

### 3.3.2. Elaboración de conserva de tarwi

Para la elaboración de la conserva a partir de tarwi pelado desamargado se utilizó el siguiente diagrama de proceso:

**Figura 8**

*Diagrama de elaboración de conservas de tarwi*



### 3.3.2.1. Descripción del proceso

- Recepción.** La recepción se realizó manteniendo el tarwi pelado hidratado.
- Pasteurización.** El tarwi pelado desamargado se pasteurizó durante 10 minutos a temperatura de ebullición 85°C para asegurar la eliminación de microorganismos patógenos.



- c) **Envasado:** El envasado se realizó con los frascos de vidrio previamente esterilizados, distribuyéndolo de manera uniforme en los mismos.
- d) **Adición de salmuera:** Para la preparación de salmuera, se escaldó la dilución en concentraciones del 3%, 6% y 9% durante 1 minuto a 60°C. Posteriormente, se adicionó ácido láctico a la mezcla y se dejó un espacio libre de 2.5 cm en la parte superior de los frascos de vidrio.
- e) **Adición de ácido láctico:** El ácido láctico se incorporó a la solución de salmuera según el valor de pH deseado (3.0, 3.5 y 4.0), para ajustar las condiciones del producto y mejorar su conservación.
- f) **Exhausting:** El proceso de exhausting se realizó a 60°C durante 1 minuto, con el fin de reducir la cantidad de aire en los frascos y evitar la proliferación de microorganismos.
- g) **Pasteurización:** Los frascos fueron pasteurizados en agua hirviendo a 85°C durante 15 minutos. Este tratamiento térmico asegura la destrucción de microorganismos patógenos que puedan causar deterioro y enzimas que afecten al sabor, color y textura de los productos. Los frascos se colocaron sobre una rejilla en un recipiente de 50L cubriendo con agua hasta 2.5 cm de altura.
- h) **Almacenado:** Una vez pasteurizados, los frascos se almacenaron en un lugar fresco y seco, garantizando así la calidad y conservación del tarwi en conserva.

### 3.4. MÉTODO DE ANÁLISIS

#### 3.4.1. Métodos de análisis físico químicos para la conserva de tarwi: Color, actividad de agua, concentración de acidez total de ácido láctico (g/mL) y pH

##### 3.4.1.1. Determinación de Color (CIELab)

Se determinó utilizando el colorímetro de reflectancia CS-20, lo que permitió estudiar la cuantificación de valores en el espacio CIEL\*a\*b\*, que se establece mediante los parámetros L (luminosidad), coordenadas a\* (rojo/verde) y b\* (amarillo/azul). Estos valores se utilizaron para calcular el C<sub>ab</sub> (Croma o saturación) y el h<sub>ab</sub> (tono). Para calcular los parámetros de color, se emplearon las siguientes ecuaciones (Schanda, 2007):

$$h_{ab} = \arctan(b^*/a^*)$$

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

##### 3.4.1.2. Determinación de actividad de agua ( $a_w$ )

Para determinar la  $a_w$  del tarwi, se preparó la muestra siguiendo la norma AOAC 987.18 (AOAC, 2000). Posteriormente, se colocó la muestra en el equipo Aqualab, realizando previamente la limpieza del vaso de medición para asegurar la precisión de los resultados.

##### 3.4.1.3. Determinación de concentración de ácido láctico (%)

La determinación de acidez se expresó como miliequivalente de ácido láctico. La acidez de la salmuera se midió mediante titulación



siguiendo la norma AOAC 22.061. Se pesaron 10 ml de salmuera de la conserva de tarwi y se tituló con NaOH 0.1N. Para el tarwi entero, se pesaron 15 g de muestra, los cuales se diluyeron en 40 mL de agua destilada, y luego se tituló una alícuota de 25mL con NaOH 0.1 (AOAC, 1980).

$$\% \text{ Acido lactico} = \frac{V \times N \times \text{Meq}}{M} \times 100$$

Dónde:

V = Volumen gastado (ml) de NaOH en titulación

N = Normalidad de NaOH (0.1 N)

Meq = Valor de miliequivalente en gramos de ácido láctico (0.090)

M = Peso de la muestra (g)

#### **3.4.1.4. Determinación de potencial de hidrogeno (pH)**

El pH de la salmuera se cuantificó utilizando el método AOAC 10.035. En el caso del tarwi, se pesaron 5g de muestra, los cuales se disolvieron en 25mL de agua destilada, y luego se realizó la medición correspondiente en ambos casos usando el pH metro de marca HANNA HI 9810 (AOAC, 1980).



### 3.4.2. Métodos de análisis para la evaluación de análisis microbiológico (bacterias ácido lácticas y mohos y levaduras)

#### 3.4.2.1. Procedimiento para el recuento de Bacterias ácido lácticas

- **Preparación de muestra:** Se utilizó agua destilada como diluyente estéril, se mezcló y homogenizo la muestra.
- **Inoculación de las placas:** Se colocó las placas 3M Petrifilm LAB sobre una superficie plana y nivelada, levantando la película superior y con la micro pipeta perpendicular al área de inoculación dispense 1mL de suspensión de muestra en el centro de la película inferior, se enrolló la película hacia abajo sobre la muestra y colocando el difusor en el centro de la placa 3M Petrifilm LAB presionando suavemente en el centro del esparcidor distribuyendo de manera uniforme finalmente retirando el difusor y dejar la placa 3M Petrifilm LAB sin tocar por al menos de 1 minuto para la formación de gel.
- **Incubación:** La incubación de las placas 3M Petrifilm LAB se realizó en posición horizontal con el lado transparente hacia arriba en pilas de no más de 20. La incubación se realizó durante 48 horas  $\pm$  3 horas de 28 a 37°C.
- **Conteo de colonias:** Se realizó el conteo de las placas 3M Petrifilm LAB con un contador de colonias con lupa iluminada, para el recuento total de bacterias del ácido láctico, se contó todas las colonias rojas con o sin gas, posteriormente se calculó la cantidad de colonias expresadas en gramo por mililitro



### 3.4.2.2. Procedimiento para el recuento de mohos y levaduras

- **Preparación de muestra:** Se utilizó agua destilada como diluyente estéril, se mezcló y homogenizo la muestra.
- **Inoculación de las placas:** Se colocó las placas 3M Petrifilm mohos y levaduras sobre una superficie nivelada y plana, levantando la película superior y colocando 1mL de suspensión de muestra en el centro de la película inferior, se colocó la película superior sobre la muestra y, utilizando el difusor plástico en el centro de la placa, se distribuyó de manera uniforme. Finalmente, se retiró el difusor y se dejó la placa 3 M Petrifilm para mohos y levaduras durante al menos de 1 minuto, permitiendo que se forme el gel.
- **Incubación:** La incubación de las placas 3M Petrifilm mohos y levaduras se realizó en posición horizontal con el lado transparente hacia arriba en pilas de no más de 20. La incubación se realizó durante 3 - 5 días a 20 - 25°C.
- **Conteo de colonias:** Se realizó el conteo de las placas con un contador de colonias, para el recuento total de levaduras, se contó todas las colonias pequeñas, con bordes definidos de color verde azulado, las colonias son de color uniforme, para el recuento de mohos, se contó las colonias grandes con bordes difusos, las colonias tienen un centro oscuro. Posteriormente se calculó la cantidad de colonias expresadas en gramo por mililitro.

### 3.5. DISEÑO ESTADÍSTICO

Siguiendo los objetivos planteados y variables de estudio se desarrolló de la siguiente manera:

#### 3.5.1. Diseño experimental para el primer objetivo: análisis físico químico y microbiológico

El análisis de los datos se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias significativas entre los grupos, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha=0.05$ ). El modelo lineal estadístico para comparar las variables de estudio corresponde a un Diseño Completamente Aleatorio (DCA) con arreglo factorial de 3x3 con 3 repeticiones, lo que resultó en 9 tratamientos y un total de 27 muestras.

Modelo matemático:

El modelo matemático del DBCA de tratamiento factorial es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \gamma_i + \delta_j + (\gamma\delta)_{ij} + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : Es el valor esperado de la característica del i-ésimo bloque y j-ésimo tratamiento

$\mu$ : Es la media de todas las observaciones

$\gamma_i$ : Es el efecto de la concentración de sal en su nivel i

$\delta_j$ : Es el efecto del pH corregido representa su nivel j

$(\gamma\delta)_{ij}$ : Es el efecto de interacción de ambos niveles ij y repeticiones de cada tratamiento

$\varepsilon$ : Error experimental





### 3.5.2. Diseño experimental para el primer objetivo: análisis sensorial

El análisis de los datos se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias significativas entre los grupos, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha=0.05$ ). El modelo lineal estadístico para comparar las variables de estudio corresponde a un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizados (DBCA).

Modelo matemático:

El modelo matemático del DBCA de tratamiento factorial es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \gamma_i + \delta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : Es el valor esperado de la característica para la j-ésima unidad experimental en el i-ésimo bloque.

$\mu$ : Es la media general (promedio de todos los tratamientos y bloques)

$\gamma_i$ : Es el efecto del i-ésimo bloque

$\delta_j$ : Es el efecto del j-ésimo tratamiento

$\varepsilon$ : Error experimental

### 3.5.3. Diseño experimental para el segundo objetivo

El diseño estadístico para evaluar el efecto del tiempo y cantidad de microorganismos sobre la vida útil. El análisis de los datos se realizó mediante un análisis de varianza (ANOVA) para determinar si existen diferencias significativas entre los grupos, se aplicó la prueba de Tukey con un nivel de significancia del 5% ( $\alpha=0.05$ ). El modelo lineal estadístico para comparar las variables de estudio corresponde a un Diseño de Bloques Completamente Aleatorizados (DBCA).

Modelo matemático:

El modelo matemático del DBCA de tratamiento factorial es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \gamma_i + \delta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ijk}$ : Es el valor esperado de la característica para la  $j$ -ésima unidad experimental en el  $i$ -ésimo bloque.

$\mu$ : Es la media general (promedio de todos los tratamientos y bloques)

$\gamma_i$ : Es el efecto del  $i$ -ésimo bloque

$\delta_j$ : Es el efecto del  $j$ -ésimo tratamiento

$\varepsilon$ : Error experimental

Los datos se determinaron mediante el análisis de varianza (ANOVA). Para evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos se utilizó las pruebas Tukey con un nivel de significancia de 5%. Todos los análisis estadísticos se realizaron usando el programa InfoStat versión 2020.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. CARACTERIZACIÓN FÍSICOQUÍMICA DE LAS CONSERVAS DE TARWI A DIFERENTES CONCENTRACIONES DE NaCl Y PH

##### 4.1.1. Característica fisicoquímica del color de las conservas de tarwi

(Colorimetría CIELAB L, a\*, b\*, C y H)

Los resultados mostrados en la Tabla 6, muestran los parámetros de color en el espacio CIELAB, específicamente el Cromo (C) y el Tono (H), evaluados en función de las coordenadas a\* y b\*. El Anexo 1 contiene el análisis de varianza (ANOVA) para el color, acompañado de los resultados de la prueba Tukey.

**Tabla 6**

*Color de las conservas de tarwi a diferentes concentraciones de NaCl y pH*

Trat	NaCl (%)	pH	L*	a*	b*	H	C
T1		3	49.1	6.4	18.27	65.46	20.68
T2	3	3.5	60.1	5.77	20.53	73.13	17.84
T3		4	54.53	1.3	16.87	71.66	22.5
T4		3	43.53	3.07	14.7	74	15.47
T5	6	3.5	53	3.37	25.87	61.42	19.05
T6		4	62.17	-2.73	16.33	76.71	26.49
T7		3	51.8	6.07	23.4	69.9	25.1
T8	9	3.5	46.93	8.13	14.27	52.17	16.16
T9		4	56.37	5.13	13.53	46.99	17.48

En la Tabla 6 se presentan los resultados de color de las muestras de la conserva de tarwi, considerando diferentes concentraciones de NaCl y valores de pH, donde se observó que a medida que aumenta la concentración de NaCl, se



observa una ligera disminución en la luminosidad del tarwi y el pH parece tener poca influencia sobre la luminosidad. Sin embargo, estas diferencias no fueron significativas, como se puede verificar en el Anexo 1 mediante la prueba de ANOVA. Estos resultados son consistentes con lo reportado por (M. Granito et al., 2009), quienes indicaron un aumento en el valor de  $L^*$  en semillas de legumbres después de 60 días.

Los resultados obtenidos para el valor de C (Croma), se observa que indican, que el tratamiento 7 (9% NaCl) muestra la croma más alta en pH 3.0 (23.4), pero los valores de croma disminuyen al aumentar el pH, lo que sugiere que un pH más bajo favorece una mayor intensidad de color en este tratamiento, lo que indicaría que la concentración de NaCl influye en la intensidad de color, y el pH más bajo (3.0) tiende a producir colores más intensos, especialmente el tratamiento con 9% NaCl. Sin embargo, el análisis de varianza demostró que no existe diferencias significativas, como se muestra en el Anexo 1. Este resultado podría atribuirse al proceso de desamargado, que resultó en semillas con diferentes tonalidades.

En la tabla 6 se presentan los valores de H (tono), donde se observó que los valores de tono (H) presentan variabilidad dependiendo de la concentración de NaCl y el pH. Sin embargo, el análisis de varianza mostro que no existe diferencia significativa. Estos resultados probablemente se deban a las diferentes coloraciones de las semillas de tarwi desamargados. Similares tendencias a color amarillo se consideraron como una característica de valoración física y de calidad, el color es afectado por factores como pigmentos, iluminación y brillo de la muestra, siendo una herramienta de control de calidad (Mathias-Rettig & Ah-Hen, 2014). Esta tonalidad amarilla en las muestras podría estar relacionada con la

presencia de taninos (Villacrés, Quelal, et al., 2020). Además, como lo indican (Belitz et al., 2009), el ácido láctico previene la decoloración de los alimentos, y su adicción a las conservas podría haber influido en la claridad de la salmuera, lo que a su vez afectó la luminosidad de las muestras (Furia, 1972), previniendo la decoloración del producto.

#### 4.1.2. Característica fisicoquímica de las conservas de tarwi ( $a_w$ , pH tarwi, pH salmuera, % ácido láctico tarwi y % ácido láctica salmuera)

Los resultados se muestran en la Tabla 7. En los Anexos 2, 3, 4, 5 y 6 se incluyen el análisis de varianza (ANOVA) y los resultados de la prueba Tukey, los cuales se utilizaron para evaluar las diferencias significativas entre los tratamientos en el análisis de varianza.

**Tabla 7**

*Resultados de análisis físico químico ( $a_w$ , pH y % de Ácido láctico)*

Trat	NaCl (%)	pH	$a_w$ (Tarwi)	pH (Tarwi)	pH (Salmuera)	%Ácido láctico (Tarwi)	%Ácido láctico (Salmuera)
T1		3	0.94	6.27	5.97	0.05	0.35
T2	3	3.5	0.95	6.4	6.13	0.08	0.22
T3		4	0.94	6.4	6.1	0.07	0.27
T4		3	0.91	6.07	5.77	0.04	0.38
T5	6	3.5	0.94	6.17	6.1	0.05	0.28
T6		4	0.91	6.13	6.17	0.05	0.32
T7		3	0.91	6.17	6	0.04	0.32
T8	9	3.5	0.93	6.1	6.1	0.05	0.27
T9		4	0.92	6	6.03	0.05	0.27

En la Tabla 7 se presentó los resultados de análisis físico químico de las muestras de conserva de tarwi, evaluadas a diferentes concentraciones de NaCl y pH. Se observa que, los valores de actividad de agua ( $a_w$ ) se mantienen



relativamente constantes con diferentes concentraciones de NaCl, aunque no es un cambio drástico, la concentración de NaCl parece reducir ligeramente la actividad de agua en la conserva de tarwi a medida que aumenta. Este comportamiento es estadísticamente significativo, como se muestra en el Anexo 2. Los resultados obtenidos coinciden con los reportados por (Barbosa-Canovas et al., 2003), quienes señalan que el agua se encuentra ligada a compuestos solubles como la sal. Esta variabilidad en los datos podría ser atribuida a un aumento de temperatura o, en su caso, al control del uso de sal. De acuerdo con (Roos, 2007), las determinaciones del porcentaje de sal por si solas son suficientes para alterar la actividad de agua.

Los resultados para el pH del Tarwi muestran que, a medida que aumenta el pH de 3.5 a 4, se incrementó el valor de pH de la semilla de tarwi desmargado. En cuanto al aumento de la concentración de NaCl, el comportamiento es indiferente, como se muestra en el Anexo 3. Estos resultados son consistentes con lo mencionado por (ICMSF, 1980), quien indica que otros aniones de ácidos débiles, como el ácido láctico, no se metabolizan dentro de la célula, por tanto, lo que impide la acidificación interna de la célula. Como resultado, no se genera una diferencia significativa en el pH.

Los resultados obtenidos para el pH de la salmuera de la conserva de tarwi se mantienen constantes, a medida que se aumenta la concentración de NaCl, se observa una ligera disminución del pH del tarwi. Sin embargo, el ANOVA mostro diferencias significativas en relación al pH adaptado, con un p-valor menor a 0.05, lo que indica una varianza significativa, como se presenta en el Anexo 4. La prueba de Tukey revelo una variación en los valores de pH, que oscilaron entre 5.91 a 6.11. Este comportamiento se puede atribuir a la presencia del ácido láctico,



que actúa como agente amortiguador (Valli et al., 2006) y regulador del pH (Branen et al., 2001) en el entorno de la salmuera. Según (Alakomi et al., 2000), el efecto antimicrobiano del ácido láctico se debió tanto a la depresión del pH como a la inhibición metabólica causada por las moléculas de ácido no disociado.

Los resultados de % de ácido láctico del tarwi, presentados en la Tabla 7, muestran que es bajo en todos los tratamientos con una poca variación, esta diferencia no es estadísticamente significativa, como se muestra en el Anexo 5. Este efecto podría atribuirse probablemente a la alcalinidad del tarwi, que podría interferir con la efectividad del ácido láctico en el proceso.

Los resultados del % de ácido láctico de la salmuera presentados en la Tabla 7 muestra un ligero aumento en el tratamiento de NaCl de 6% y pH 3.0. En cuanto al comportamiento general, este resulta indiferente a estos valores. Según lo indicado por (Alakomi et al., 2000), al medir la acidez titulable se determinó la cantidad de ácido que es capaz de reaccionar con una cantidad de base conocida, probablemente se deba a que la muestra reacciono con el pH alcalino del tarwi.

#### **4.1.3. Análisis sensorial de las conservas de tarwi (apariencia externa, brillo, cantidad de blanco, cantidad de amarillo, friabilidad, persistencia, profundidad de color, sabor láctico, salado, zonas pardas y aceptabilidad general)**

Los resultados se muestran en la Tabla 8 y en el Anexo 7 se presentan detallados el análisis de varianza (ANOVA) y la prueba Tukey. Las mediciones se realizaron utilizando una escala no estructurada para cada uno de los atributos evaluados.

**Tabla 8**

*Resultados de análisis sensorial de conservas de tarwi*

Atributo Sensorial	P- valor	NaCl (3%)			NaCl (6%)			NaCl (9%)		
		pH (3.0)	pH (3.5)	pH (4.0)	pH (3.0)	pH (3.5)	pH (4.0)	pH (3.0)	pH (3.5)	pH (4.0)
Apariencia Externa	0.1432	7.7	8.1	7.4	8.3	8.3	7.9	7.7	7.9	7.8
Profundidad de color	0.0714	3.2	2.8	3.6	2.7	2.7	3.1	2.3	2.7	2.6
Cantidad de color blanco	0.1437	2.7	2.5	3	2.7	2.3	2.3	3.6	3.1	2.7
Cantidad de color amarillo	0.9306	2.6	2.4	2.1	2.2	2.2	2.3	2.4	2.3	2.2
Zonas pardas	0.4741	1.5	1.2	1.7	1	1.1	1.4	1.2	0.9	0.8
Brillo	0.9641	5.6	5.4	5.5	5.3	5.6	5.6	5.8	5.5	5.4
Salado	0.0001	2.5	2.7	3.2	4.8	4.9	4.8	5.4	4.8	5
Sabor láctico	0.0001	2.2	2.5	3.2	4.5	4	3.8	3.9	3.8	3.8
Persistencia	0.0016	2.9	3	3.8	4.8	4.3	4.2	4.3	4.2	4.2
Friabilidad	0.1391	2.4	2.1	2.1	2.8	2.9	2.8	2.7	2.7	2.8
Aceptabilidad General	0.1874	6.6	6.8	6	6.9	6.8	6.8	7.6	7	7.2





En la Tabla 8 se representó los resultados de análisis sensorial para diferentes concentraciones de NaCl y pH, donde se observó que el atributo de apariencia externa presenta un comportamiento indiferente. El análisis de varianza mostrado para apariencia externa, detallado en el Anexo 7B, indicó que no existe una variabilidad significativa, con un p-valor de 0.1432, que es superior al umbral de 0.05. Esto sugirió que las combinaciones de NaCl y pH no están relacionadas con variaciones en la apariencia externa. Este resultado es confirmado tanto por el ANOVA como por los resultados del Test de Tukey, los cuales mostraron que las muestras son estadísticamente similares en este atributo, posiblemente se debió a su óptima conservación y firmeza de las semillas de tarwi.

Los datos obtenidos de profundidad de color nos mostraron que a medida que se incrementó el valor de pH también aumentó los valores de 3 a 4, en cuanto a la concentración de NaCl el comportamiento fue indiferente. El análisis de varianza mostrado en el Anexo 7H, indica que el pH y la concentración de NaCl no tienen un impacto significativo en la percepción de la profundidad de color, dado que el p-valor de la muestra en el ANOVA es 0.0714, la prueba Tukey muestra que las diferencias entre las medias de las combinaciones son significativas, ya que la mayoría de las combinaciones tienen las letras comunes (A y B) como se ve en el Anexo 7H. Sin embargo, la muestra NaCl (3%)-pH (4.0) es la combinación con mayor percepción de profundidad de color, aunque sigue sin ser significativamente diferente, probablemente estos valores se deban a que las semillas tienden a una profundidad de color pálida.

Los resultados del análisis sensorial sobre la cantidad de color blanco, presentados en la Tabla 8, mostraron un comportamiento indiferente. Como se pudo observar en Anexo 7E, del cuadro de ANOVA el p-valor obtenido de 0.1437



indico que ni el pH ni la concentración de NaCl tienen un impacto significativo sobre la cantidad de color blanco. La prueba de Tukey confirma que todas las combinaciones son similares en cuanto a este atributo. Esta diferencia podría deberse a que, tras el desamargado, las semillas de tarwi adquirieron tonalidades ligeramente diferentes, aunque esta variación no es perceptible a simple vista.

Los resultados del análisis sensorial sobre la cantidad de color amarillo, de la Tabla 8, mostraron una disminución de 3 a 3.5 de pH. Como se observó en el Anexo 7D, del cuadro de ANOVA se obtuvo un p-valor de 0.9306, lo que indica que no hay una diferencia significativa entre las muestras. Esto sugiere que las variaciones en las concentraciones de NaCl y los valores de pH no afectan significativamente la cantidad de color amarillo. El test de Tukey confirma que todas las combinaciones de NaCl y pH tienen medias similares, lo que refuerza la ausencia de diferencias estadísticas relevantes en este atributo. Aunque los panelistas presentaron diferencias en sus evaluaciones, estadísticamente no hubo variación. La semilla de tarwi no mantiene su color blanco inicial, el cual cambia durante el proceso de desamargado, tendiendo a una tonalidad amarilla manteca. Este cambio es consistente con las recomendaciones del (NTE,2004), que indican que el tarwi desamargado debe presentar un color uniforme, preferentemente blanco cremoso.

Los datos sobre las zonas pardas nos muestran que a medida que se incrementa el valor de pH 3.5 a 4 y en las concentraciones de 6 a 9% NaCl, el atributo disminuye. Sin embargo, esta diferencia no es significativa como se puede observar en el Anexo 7K, ya que el p valor obtenido en el ANOVA es 0.4741, lo cual es mayor a 0.05. Esto sugiere que las variaciones en la concentración de NaCl y el pH no afectan significativamente la presencia de zonas pardas. El test de



Tukey confirma que no existen diferencias significativas entre las combinaciones de NaCl y pH para las nueve muestras. Esto se debe probablemente a que algunas zonas pardas, tendieron a recibir calificaciones muy bajas, en conjunto con los resultados del análisis, indica que no hubo diferencias significativas en la presencia de este atributo.

Los resultados obtenidos sobre el brillo de la semilla de tarwi indican que no existe una diferencia significativa en este atributo para las nueve muestras. En el Anexo 7C, se observó el cuadro ANOVA donde se obtuvo un p valor de 0.9641, por lo tanto, no hay diferencia significativa, la prueba de Tukey que confirma que las muestras son similares, lo que sugiere que las variaciones en NaCl y pH no afectan el brillo de manera significativa. Estos resultados sugieren que el tarwi exhibe un nivel de brillo característico, asociado con una percepción de color que va desde blanco hasta negro en la escala de grises (De Castro, 1999).

Los resultados de sabor salado presentados en la Tabla 8, muestran que a medida que aumenta el valor de pH, el atributo de sabor salado incrementa, pasando de pH 3 a pH 4. En cuanto al aumento de la concentración de NaCl, como se observa en el Anexo 7J, se obtuvo un p-valor de 0.0001. Esto indica que el atributo de sabor salado está significativamente influenciado por las muestras. Las combinaciones con mayor concentración de NaCl (9% y 6%) son percibidas como más saladas, mientras que las muestras con menor concentración (3%) tienen un sabor menos salado. La prueba de Tukey confirma la existencia de dos grupos de muestras: aquellas con mayor concentración de NaCl, que se agrupan bajo la letra A (más saladas), y aquellas con menor concentración de NaCl, agrupadas bajo la letra B (menos saladas). Esta varianza se debió a que el sabor salado en exceso puede llegar a ser desagradable y provocar fatiga sensorial (De Castro, 1999).



Los resultados del análisis de sabor láctico mostrados en la Tabla 8, mostró un incremento de 3.5 a 4.0 de pH, y como se observó en el Anexo 7I el ANOVA obteniendo un p-valor de 0.0001 al ser inferior a 0.05 por lo tanto, hay diferencia significativa en el sabor láctico. La prueba Tukey indico que las muestras con la letra A tienen una percepción más fuerte del sabor láctico, mientras que las muestras con las letras B y C tienen un sabor láctico menos pronunciado. El sabor láctico esta significativamente influenciado por las diferentes concentraciones de NaCl y pH. Las concentraciones más altas de NaCl (6% y 9%) junto con un pH de 3.0 y 3.5 fueron percibidas con un sabor láctico más fuerte, mientras que las concentraciones más bajas de NaCl (3%) y un pH de 3.0 resultaron en un sabor latico más débil. Esto se debió a que mayor pH, la sensación de sabor láctico es proporcional a la cantidad de ácido láctico en las muestras, siendo este sabor el compuesto que comunica sabor tipo queso, mantequilla, comunicando el sabor ácido láctico frescor y vivacidad a los alimentos (De Castro, 1999)

El atributo sensorial de la persistencia en la Tabla 8, nos muestra comportamiento indiferente. Sin embargo, como se observa en el Anexo 7G, se obtuvo un p-valor de 0.0016, que nos indicó que estadísticamente hay varianza mediante el ANOVA y la prueba Tukey que reveló que hay diferencia significativa en la persistencia entre las diferentes combinaciones de pH y NaCl, con NaCl (6%)-pH (3.0) mostrando la mayor persistencia y el tratamiento NaCl (3%)-pH (3.0) fue menor, como indica (De Castro,1999) la persistencia de sabor se debe a la duración de las sensaciones olfato gustativas después de probar el alimento, y efectivamente los valores fueron de medio a baja persistencia, esto indicaría que la conserva de tarwi tiene una persistencia media a baja.



Los datos referentes a friabilidad en la Tabla 8, nos muestra un aumento de 3.0 a 4.0, desde una concentración de 3% a 6%. El análisis de varianza (ANOVA) mostrado en el Anexo 7F dio como resultado un p-valor de 0.1391, el cual es mayor a 0.05 indicando que estadísticamente el factor de NaCl y pH no tienen un impacto significativo en la friabilidad de las muestras, la prueba Tukey respalda la conclusión que las variación en la friabilidad no están influenciadas significativamente, esto se debería a que la ruptura en trozos producidos se da desde un inicio como indica Pulido Lería, C. (2023), presentando un tendencia a una baja friabilidad en las conservas de tarwi, no habiendo variación alguna.

Los resultados de aceptabilidad general mostrados en la Tabla 8, muestran un aumento de calificación desde 3.0 a 4.5 de pH y 3% a 9% de NaCl. Sin embargo, en el Anexo 7A, se observó en el cuadro de análisis de varianza (ANOVA) un p-valor de 0.1874, el cual al ser mayor a 0.05, indicando que no hay diferencia significativa entre las 9 muestras, el factor de la muestra NaCl y el pH no parecen ser determinantes clave para la aceptabilidad general, aunque el modelo global es significativo, sugiere que las variaciones en NaCl y pH no afectan notablemente la percepción general, esto se debería a que la aceptabilidad general posiblemente busca mantener la calidad al producto sin muchas alteraciones como la adición de sal y ácido láctico (Msagati, 2012).

#### **4.1.4. Análisis microbiológico (mohos, levaduras y bacterias ácido lácticas)**

Los resultados se muestran en la Tabla 9 y en el Anexo 8 se presentó el análisis de varianza ANOVA y la prueba Tukey para el análisis microbiológico.

**Tabla 9**

*Resultados de análisis microbiológico (Mohos, levaduras y bacterias ácido lácticas)*

Trat	NaCl (%)	pH	Levaduras	Mohos	Bacterias ácido lácticas
T1		3	1.11E+01	0.00E+00	4.44E+01
T2	3	3.5	6.67E+01	0.00E+00	0.00E+00
T3		4	5.56E+01	0.00E+00	4.44E+01
T4		3	1.11E+01	0.00E+00	0.00E+00
T5	6	3.5	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
T6		4	3.33E+01	0.00E+00	0.00E+00
T7		3	0.00E+00	0.00E+00	5.56E+01
T8	9	3.5	1.11E+01	0.00E+00	0.00E+00
T9		4	0.00E+00	0.00E+00	3.33E+01

En la Tabla 9 se presentan los resultados de análisis microbiológico de las muestras de la conserva de tarwi a diferentes concentraciones de NaCl y pH, donde se observa que a medida que incrementa la concentración de NaCl la cantidad de levaduras disminuye desde un 3 a 9 % de NaCl, en cuanto al pH el comportamiento es indiferente, sin embargo esta diferencia no es significativa como se ve en el Anexo 8, estos valores obtenidos del crecimiento microbiano de levaduras, nos indicó que hubo crecimiento microbiano de levaduras, el crecimiento es mucho menor a lo establecido por la (DIGESA, 2008) para semiconservas con  $\text{pH} > 4.6$ , el cual es  $10^1$  el límite mínimo y  $10^2$  el límite máximo, esto nos indicó que el crecimiento microbiano de levaduras estar por debajo del límite mínimo, de igual manera la (INEM, 2004) menciona que para tarwi desamargado el recuento de levaduras el valor va de 0 a  $5 \times 10^2$ , esto indicaría que la cantidad de levaduras está por debajo de lo establecido como límite microbiológico.



Los resultados obtenidos del crecimiento de mohos fueron nulos, no hubo crecimiento alguno, si bien el ácido láctico inhibe el crecimiento de bacterias formadoras de esporas a pH 5.0, no afecta al crecimiento de levaduras y mohos según (Barbosa-Cánovas et al., 2003), la concentración de salmuera junto con la  $a_w$ , es una medida clave para evaluar la estabilidad microbiana (Taormina, 2010). La acción antimicrobiana de la NaCl incluye la toxicidad directa del  $Cl^-$ , la eliminación de oxígeno del medio, la sensibilización de los organismos al  $CO_2$  y la interferencia con la acción rápida de las enzimas proteolíticas (Taormina, 2010), como indica (Msagati, 2012) si el ambiente exterior se vuelve salado, esto cambia el balance del interior de la célula microbiana, provocando la deshidratación de la célula y las células microbianas dejan de crecer y mueren, de esta manera la sal sirve como conservante de alimentos, por ende se implicaría como principal agente en el recuento de mohos.

Los resultados del crecimiento de bacterias ácido lácticas nos mostró mediante el análisis de varianza un p-valor de 0.655 como se ve en el Anexo 8, siendo mayor a 0.05 esto indicaría que no hay diferencia significativa y por lo tanto los resultados de las muestras son estadísticamente similares entre sí, los valores obtenidos van desde  $5.5 \times 10^{-3}$  hasta 0, la parcial ausencia se debería en parte al tratamiento térmico aplicado ya que las bacterias ácido lácticas crecen en el rango de  $4^\circ C$  a  $45^\circ C$  según (Schillinger et al., 2006).

#### **4.2. RESULTADOS DE LA CINÉTICA DE DETERIORO Y LA VIDA ÚTIL DE LAS CONSERVAS DE TARWI**

En la Tabla 10 se muestra los resultados de la influencia de almacenamiento y temperatura en el crecimiento microbiano de mohos durante el almacenamiento de las

conservas de tarwi, en el Anexo 10 se observa la influencia de la temperatura en el crecimiento de levaduras, y en el Anexo 11 se observa el ANOVA y prueba tukey del análisis microbiológico sobre la vida útil de las conservas de tarwi.

### Tabla 9

*Resultados de análisis microbiológico a diferentes temperaturas (mohos)*

Tiempo (días)	Temperatura		
	18°C	25°C	35°C
0	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
15	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
25	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00
35	0.00E+00	0.00E+00	0.00E+00

El análisis de mohos mostró en la Tabla 10 ausencia de mohos, a 18, 25 y 35°C durante 0, 15, 25 y 35 días. Estos resultados son favorables, los cuales concuerdan con la NTE para tarwi desamargado (INEM, 2004). Por ello se omitió para la evaluación de vida útil en mohos.

Sin embargo, el análisis de levaduras sobre la vida útil observado en el Anexo 10, a 18, 25 y 35°C durante 0, 15, 25 y 35 días, revelo mediante el análisis de varianza (ANOVA) mostrado en el Anexo 11, que la temperatura no tiene un efecto significativo sobre el crecimiento de levaduras en las condiciones estudiadas, el tiempo de almacenamiento si tiene un efecto significativo en la proliferación de levaduras. A medida que aumentan los días de almacenamiento, el número de levaduras crece considerablemente. Los resultados sugieren que los primeros tres tiempos de almacenamiento (0, 15 y 25 días) no presentan diferencias significativas entre sí, por lo que fueron considerados para estimar la vida útil.



**Tabla 10**

*Valores de K y tiempos de vida estimados para conserva de tarwi en función al crecimiento microbiano de levaduras*

Temperatura de almacenamiento	Valores de K y R2				Tiempo de vida útil (Días)	
	<i>K1</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	<i>K2</i>	<i>R<sup>2</sup></i>	Orden Cero	Primer Orden
18°C	2.573	0.872	0.040	0.880	190	89
25°C	4.264	0.830	0.054	0.854	117	67
35°C	9.999	0.968	0.083	0.922	63	47

En la Tabla 11 muestra los valores promedio obtenidos del Anexo 12. Los cálculos posteriores implican las estimaciones de los tiempos de vida útil, los valores de *K* y *R<sup>2</sup>* proporcionados para las diferentes temperaturas de almacenamiento nos permitió evaluar el comportamiento de las levaduras, sobre su crecimiento y la estimación de vida útil de las conservas de tarwi, a más detalle en el Anexo 12. El efecto de la temperatura sobre la vida útil nos mostró que a medida que aumenta (de 18°C a 35°C), la constante de velocidad de crecimiento de levaduras (*K*) aumenta, resultando en una disminución en la vida útil. Esto nos indica que las temperaturas más altas favorecen la proliferación de levaduras, acelerando su degradación, el modelo de orden cero tiene un buen ajuste en todas las temperaturas, aunque el modelo de primer orden es más preciso a temperaturas más altas (como 35°C). La vida útil de las conservas disminuye notablemente con el aumento de la temperatura, lo que refuerza la importancia de almacenar el tarwi a temperaturas más bajas para prolongar su vida útil. Se recomienda almacenar las conservas de tarwi a temperaturas más bajas (18°C) para asegurar una mayor vida útil.



**Tabla 11**

*Determinación de la vida útil del producto usando la ecuación de Arrhenius*

T°C	K	1/T	lnk	Pendiente	Ordenada	R <sup>2</sup>
18	0.04316	0.00343	-3.142	-3772.56	9.809	0.999504
25	0.05767	0.00335	-2.852			
35	0.08809	0.00324	-2.429			

En la Tabla 12 se presenta los resultados para la determinación de ecuación de vida útil, para hallar posteriormente mediante la ecuación de Arrhenius se halló el valor de la energía de activación ( $E_a$ )  $7.492317 \text{ cal/mol}^{-1}$  y la constante de velocidad (K) para primer orden es de  $4.3 \times 10^{-2} \text{ s}^{-1}$ .

La vida útil estimada del producto conservado a  $18^\circ\text{C}$ , para el modelo de primer orden es de aproximadamente 88 días. Este es el tiempo necesario para que la concentración de levaduras en la conserva alcance el valor máximo permisible de calidad ( $5 \times 10^2 \text{ UFC/g}$ ) desde el valor inicial de calidad ( $1.11 \times 10^1 \text{ UFC/g}$ )



## V. CONCLUSIONES

- La concentración de cloruro de sodio y el pH a medida que aumentaba, tuvo un efecto significativo en cuanto a los parámetros físico químicos tales como  $a_w$ , pH, % de ácido láctico de la salmuera, sin embargo, no afectó el pH y % de ácido láctico del grano de tarwi desmargado. La concentración de NaCl y pH mostró significancia en las características sensoriales, de sabor salado, persistencia de sabor y sabor láctico, mostrando las mejores características la muestra de 6 % de NaCl y pH 3.0, por lo que se considera el producto aceptable para el consumo.
- Las pruebas aceleradas confirmaron que la vida útil microbiológica de la conserva de tarwi está directamente influenciada por la temperatura de almacenamiento. A temperaturas más bajas (18°C), la vida útil microbiológica se prolonga hasta 89 días, mientras que a temperaturas más altas la vida útil disminuye considerablemente, alcanzando solo 47 días a 35°C.



## VI. RECOMENDACIONES

- Se recomienda almacenar las conservas de tarwi a temperaturas más bajas de 18°C, para conservar sus características físico químicas y sensoriales
- Se recomienda probar con el uso de conservantes naturales como sorbato de potasio para inhibir con más eficacia el crecimiento microbiano de levadura.
- Se recomienda aumentar la concentración de ácido láctico para estudiar los efectos que tendrían sobre las conservas de tarwi.
- Se recomienda evaluar el efecto de la esterilización sobre las conservas de tarwi tratadas con ácido láctico y salmuera.



## VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adams, M., & Moss, M. (2008). *Food Microbiology* (3rd ed.). The Royal Society of Chemistry.
- Alakomi, H.-L., Skyttä, E., Saarela, M., Mattila-Sandholm, T., Latva-Kala, K., & Helander, I. M. (2000). *Lactic Acid Permeabilizes Gram-Negative Bacteria by Disrupting the Outer Membrane*. *Applied and Environmental Microbiology*, 66(5), 2001–2005. <https://doi.org/10.1128/AEM.66.5.2001-2005.2000>
- AOAC. (1980). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Hydrogen ion Activity (pH) (10.035)* (W. Horwitz, Ed.; 13th ed.).
- AOAC. (2000). *Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists. Water Activity of Canned Vegetables (978.18)*.
- Barbosa-Cánovas, G. V., Fernández-Molina, J. J., Alzamora, S. M., Tapia, M. S., López-Malo, A., & Chanes, J. W. (2003). *General considerations for preservation of fruits and vegetables*. In: *Handling and Preservation of Fruits and Vegetables by Combined Methods for Rural Areas*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Barbosa-Canovas, G. V., Fernandez-Molina, J. J., Alzamora, S. M., Tapia, M. S., Lopez-Malo, A., & Welti, J. (2003). *Handling and Preservation of Fruits and Vegetables by Combined Methods for Rural Areas*. Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- Belitz, H. D., Grosch, W., & Schieberle, P. (2009). *Food Additives*. In *Food Chemistry* (pp. 429–466). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-540-69934-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-540-69934-7_9)
- Branen, A., Davidson, P., Salminen, S., & Thorngate III, J. (Eds.). (2001). *Food Additives*. CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780367800505>
- Brenes, M., Garcia, P., & Garrido, A. (1993). *Influence of salts and pH the firmness of olives in acid conditions*. *Journal of Food Quality*, 17, 335–346.



- Brenes, M., Romero, C., Garcia, P., & Garrido, A. (1995). *Effect of pH on the Colour Formed by Fe-Phenolic Complexes in Ripe Olives*. *Journal Science Food Agriculture - CSIC*, 67, 35–41.
- Caicedo, C. V., Peralta, E. I., Villacrés, É., & Rivera, M. M. (2001). *Postcosecha y mercado de chocho (Lupinus mutabilis Sweet) en Ecuador*. Quito, Ecuador: INIAP, Estación Experimental Santa Catalina, Programa Nacional de Leguminosas. (Publicación Miscelánea N°. 105).
- Carhuallanqui, S., CCora, A., Vilcapoma, L., & Casas, J. (2022). *Caracterización del tarwi (Lupinus Mutabilis) y diseño de un prototipo de desamargador para la reducción de alcaloides*. *Jurnal of Agri-Food Science*, 1.
- Casey, P. G., & Condon, S. (2002). *Sodium chloride decreases the bacteriocidal effect of acid pH on Escherichia coli O157:H45*. *International Journal of Food Microbiology*, 76(3), 199–206. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00018-1](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00018-1)
- Casp, A., & Abril, J. (2003). *Procesos de conservación de alimentos (Mundi Prensa)*. Artes Gráficas Cuesta.
- CASP, A. Y., & ABRIL, J. (1999). *Procesos de Conservación de Alimentos*. Ediciones Mundi Prensa . Madrid. España.
- Chirife, J., Del Pilar Buera, M., & Labuza, T. P. (1996). *Water activity, water glass dynamics, and the control of microbiological growth in foods*. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36(5), 465–513. <https://doi.org/10.1080/10408399609527736>
- Cowling, W. A., Buirchell, B. J., & Tapia, M. (1998). *Lupin. Lupinus L. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops*. 23 (23rd ed.). Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research, Gatersleben, International Plant Genetic Resources Institute.
- De La Rosa, P., Cordoba, G., Martín, A., Jordano, R., & Medina, L. M. (2005). *Influence of a Test Preservative on Sponge Cakes under Different Storage Conditions*. *Journal of Food Protection*, 68(11), 2465–2469. <https://doi.org/10.4315/0362-028X-68.11.2465>



- Deak, T. (2007). *Handbook of Food Spoilage Yeasts*. CRC Press.  
<https://doi.org/10.1201/9781420044942>
- Devlieghere, F., Vermeiren, L., & Debevere, J. (2004). *New preservation technologies: Possibilities and limitations*. *International Dairy Journal*, 14(4), 273–285.  
<https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2003.07.002>
- DIGESA. (2008). *Norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano*. Resolución Ministerial N° 591-2008/MINSA.
- DRA Puno. (2022, May 12). *Informacion estadistica serie historica de produccion agricola*. Agropuno.Gob.Pe.
- FAO. (2016). *Legumbres: semillas nutritivas para un futuro sostenible*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2017). *El futuro de la alimentacion y la agricultura Tendencias y desafios*. Organización de Las Naciones Unidas Para La Alimentación y La Agricultura .  
<https://www.fao.org/3/i6881s/i6881s.pdf>
- Farkas, J. (2007). *Physical Methods of Food Preservation*. In M. P. Doyle & L. R. Beuchat (Eds.), *Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers* (3rd ed., pp. 685–712). American Society of Microbiology.  
<https://doi.org/10.1128/9781555815912.ch32>
- FDA. (2023, March 11). *Water Activity (aw) in Foods*. Inspection Technical Guides.  
<https://www.fda.gov/inspections-compliance-enforcement-and-criminal-investigations/inspection-technical-guides/water-activity-aw-foods>
- FundacionAlicia. (2016). *La cocina de las legumbres* (Editorial Planeta, Ed.).
- Furia, T. E. (1972). *CRC Handbook of food additives* (2nd ed., Vol. 1).
- Gravesen, A., Diao, Z., Voss, J., Budde, B. B., & Knochel, S. (2004). *Differential inactivation of Listeria monocytogenes by d- and l-lactic acid*. *Letters in Applied Microbiology*, 39(6), 528–532. <https://doi.org/10.1111/j.1472-765X.2004.01628.x>



- Guillamón, E., Rodríguez, J., Burbano, C., Muzquiz, M., Pedrosa, M. M., Cabanillas, B., Crespo, J. F., Sancho, A. I., Mills, E. N. C., & Cuadrado, C. (2010). *Characterization of lupin major allergens (Lupinus albus L.)*. *Molecular Nutrition & Food Research*, 54(11), 1668–1676. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200900452>
- Herrera, A. G. (2001). *Yeasts and Molds*. In *Food Microbiology Protocols* (pp. 27–28). Humana Press. <https://doi.org/10.1385/1-59259-029-2:27>
- ICMSF. (1980). *pH and Acidity*. In *Microbial Ecology of Foods* (pp. 92–111). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-363521-1.50012-7>
- IFST. (1993). *Shelf Life of Foods - Guidelines for its Determination and Prediction*. . Institute of Food Science & Technology.
- INEM. (2004). *NTE INEM 2 390:2004 Leguminosas. Grano desamargado de chocho requisitos*.
- I.Pitt, J., & Hocking, A. D. (2009). *Yeasts*. In *Fungi and Food Spoilage* (pp. 357–382). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-92207-2\\_10](https://doi.org/10.1007/978-0-387-92207-2_10)
- Jacxsens, L., Devlieghere, F., Ragaert, P., Vanneste, E., & Debevere, J. (2003). *Relation between microbiological quality, metabolite production and sensory quality of equilibrium modified atmosphere packaged fresh-cut produce*. *International Journal of Food Microbiology*, 83(3), 263–280. [https://doi.org/10.1016/S0168-1605\(02\)00376-8](https://doi.org/10.1016/S0168-1605(02)00376-8)
- Jay, J., Loessner, M., & Golden, D. (Eds.). (2005). *Modern Food Microbiology*. Springer US. <https://doi.org/10.1007/b100840>
- Jensen, L. B. (1944). *Microbiological problems in the preservation of meats*. *Bacteriological Reviews*, 8(3), 161–188. <https://doi.org/10.1128/br.8.3.161-188.1944>
- Katz, S. E. (2018). *Wild Fermentation* (3rd ed.). Gaia Ediciones.
- Korkeala, H., Alanko, T., & Tiusanen, T. (1992). *Effect of Sodium Nitrite and Sodium Chloride on Growth of Lactic Acid Bacteria*. *Acta Veterinaria Scandinavica*, 33(1), 27–32. <https://doi.org/10.1186/BF03546933>





- Kroc, M., Rybiński, W., Wilczura, P., Kamel, K., Kaczmarek, Z., Barzyk, P., & Świącicki, W. (2017). *Quantitative and qualitative analysis of alkaloids composition in the seeds of a white lupin (Lupinus albus L.) collection*. Genetic Resources and Crop Evolution, 64(8), 1853–1860.  
<https://doi.org/10.1007/s10722-016-0473-1>
- León, J. (2021, July 12). *Consumo de legumbres en Perú alcanza los 7.5 kilos por persona al año*. Agraria.Pe. <https://agraria.pe/noticias/consumo-de-legumbres-en-peru-alcanza-los-7-5-kilos-por-perso-24851>
- Lim, T. K. (2012). *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants*. Springer Netherlands.  
<https://doi.org/10.1007/978-94-007-1764-0>
- Lücke, F.-K. (2003). *The control of pH*. In Food Preservation Techniques (pp. 109–125). Elsevier. <https://doi.org/10.1533/9781855737143.2.109>
- M. Granito, Y. Valero, & S. Pérez. (2009). *Vida útil de granos Phaseolus vulgaris L. fermentados y listos para el consumo*. Rev.Ista Facultad Agronomia., 26.
- Mathias-Rettig, K., & Ah-Hen, K. (2014). *El color en los alimentos un criterio de calidad medible*. Agro Sur, 42(2), 57–66.  
<https://doi.org/10.4206/agrosur.2014.v42n2-07>
- MIDAGRI. (2021, April 21). *Resolución Ministerial N° 0104-2021-MIDAGRI*. El Peruano. <https://busquedas.elperuano.pe/normaslegales/declaran-el-dia-3-de-setiembre-de-cada-ano-como-dia-naciona-resolucion-ministerial-no-0104-2021-midagri-1946093-1/>
- MINAGRI Sierra y Selva Exportadores. (2021). *Análisis de mercado tarwi 2021*. Unidad de Inteligencia Comercial.
- Montville, T. J., & Matthews, K. R. (2013). *Physiology, Growth, and Inhibition of Microbes in Foods*. In M. P. Doyle & R. L. Buchanan (Eds.), Food Microbiology: Fundamentals and Frontiers (4th ed.). ASM Press.
- Msagati, T. A. M. (2012). *Chemistry of Food Additives and Preservatives*. Wiley.  
<https://doi.org/10.1002/9781118274132>



- ONU. (2022, June 14). *Una oculta crisis alimentaria en América Latina alienta aún más la migración en el continente*. Noticias ONU.  
<https://news.un.org/es/story/2022/06/1510262>
- Özcan, M. (2007). *Capullos de flor de alcaparras en escabeche*. *Journal of Food Quality*, 24(3), 261–269.
- Pitt, J. I., & Hocking, A. D. (2009). *The Ecology of Fungal Food Spoilage*. In *Fungi and Food Spoilage* (pp. 3–9). Springer US. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-92207-2\\_2](https://doi.org/10.1007/978-0-387-92207-2_2)
- Pulido Lería, C. (2023). *Análisis sensorial de productos selectos propios de sumillería y diseño de sus ofertas*. IC Editorial.
- Ray, B., & Bhunia, A. (2013). *Fundamental Food Microbiology*. CRC Press.  
<https://doi.org/10.1201/b16078>
- Roberts, J., & Kidd, D. (2005). *Lactic acid fermentation of onions*. *LWT - Food Science and Technology*, 38(2), 189–190.  
<https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.lwt.2004.05.007>
- Rogers, L. (2017). *Sensory Panel Management*. Andre Gerharc Wolff.
- Román, D., Ravelo, A., & Planchuelo, A. (2015). *Presentación de un recetario usando porotos y harina de lupino blanco (Lupinus albus L.)*. VI Jornadas Integradas de Investigación y Extensión. I Jornada de Enseñanza En Las Ciencias Agropecuarias, 1008.
- Roos, Y. H. (2007). *Water Activity and Glass Transition*. In G. V. Barbosa-Canovas, A. J. Fontana, S. J. Schmidt, & T. Labazu (Eds.), *Water Activity in Foods* (1st ed.). IFT.
- Rosado, C., & Zambrano, H. (2018). *Incidencia del porcentaje de ácido acético y de cloruro de sodio en la vida útil del frijol tierno en conserva*. Escuela Superior Politecnica Agropecuaria de Manabi Manuel Felix Lopez.
- Schanda, J. (2007). *Colorimetry*. Canadá.



- Schillinger, U., Holzapfel, W. H., & Björkroth, K. J. (2006). *Lactic acid bacteria*. In Food Spoilage Microorganisms (pp. 541–578). Elsevier.  
<https://doi.org/10.1533/9781845691417.5.541>
- Slade, L., Levine, H., & Reid, D. S. (1991). *Beyond water activity: Recent advances based on an alternative approach to the assessment of food quality and safety*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 30(2–3), 115–360.  
<https://doi.org/10.1080/10408399109527543>
- Sperber, W. H. (2009). *Microbiological Spoilage of Acidified Specialty Products*. In Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages (pp. 285–299). Springer New York. [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0826-1\\_10](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0826-1_10)
- Sperber, W. H., & Doyle, M. P. (Eds.). (2009). *Compendium of the Microbiological Spoilage of Foods and Beverages*. Springer New York.  
<https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0826-1>
- Suca, G. R., & Suca, C. (2016). *Potencial del tarwi (Lupinus mutabilis Sweet) como futura fuente proteínica y avances de su desarrollo agroindustrial*. Revista Peruana de Química e Ingeniería Química, 18, 55–71.
- Taormina, P. J. (2010). *Implications of Salt and Sodium Reduction on Microbial Food Safety*. Critical Reviews in Food Science and Nutrition, 50(3), 209–227.  
<https://doi.org/10.1080/10408391003626207>
- Tapia, M. S., Alzamora, S. M., & Chirefe, J. (2007). *Effects of Water Activity (aw) on Microbial Stability: As a Hurdle in Food Preservation*. In G. V Barbosa-Canovas, A. J. Fontana, S. Schmidt, & T. P. Labuza (Eds.), Water Activity in Foods (1st ed.). IFT.
- Tassou, C., Panagou, E., & Katsaboxakis, K. (2002). *Microbiological and physicochemical changes of naturally black olives fermented at different temperatures and NaCl levels in the brines*. Food Microbiology, 19, 605–615.
- Tizazu, H., & Emire, S. A. (2010). *Chemical composition, physicochemical and functional properties of lupin (Lupinus albus) seeds grown in Ethiopia*. African Journal of Food, Agriculture, Nutrition and Development, 10(8).  
<https://doi.org/10.4314/ajfand.v10i8.60895>



- Uauy, R., & Yañez, E. (1984). *Plant foods for human protein nutrition: studies on soy, lupin and mixed vegetable sources*. *Qual Plant Plant Foods Human Nutrition*, 33, 17–28.
- USDA. (2023, March 23). *Agricultural Research Service, National Plant Germplasm System. Germplasm Resources Information Network (GRIN Taxonomy)*. National Germplasm Resources Laboratory. <https://npgsweb.arsgrin.gov/gringlobal/taxon/taxonomydetail?id=22844>
- Valli, M., Sauer, M., Branduardi, P., Borth, N., Porro, D., & Mattanovich, D. (2006). *Improvement of Lactic Acid Production in Saccharomyces cerevisiae by Cell Sorting for High Intracellular pH*. *Applied and Environmental Microbiology*, 72(8), 5492–5499. <https://doi.org/10.1128/AEM.00683-06>
- Villacrés, E. (2018, June). *Innovaciones tecnológicas del lupino (Lupinus mutabilis Sweet) para mejorar la salud y la nutrición*. Ponencia Presentada En El I Congreso Internacional de Cereales y Leguminosas.
- Villacrés, E. (2021, August 31). *"Lupinus, super alimento viendo al futuro" El Tarwi o Lupino Andino*. Evento Internacional, Día 1. Fraccionamiento Del Lupino: Procesos, Productos y Aplicaciones.
- Villacrés, E., Álvarez, J., & Rosell, C. (2020). *Effects of two debittering processes on the alkaloid content and quality characteristics of lupin (Lupinus mutabilis Sweet)*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 100(5), 2166–2175. <https://doi.org/10.1002/jsfa.10240>
- Villacrés, E., Quelal, M. B., Fernández, E., García, G., Cueva, G., & Rosell, C. M. (2020). *Impact of debittering and fermentation processes on the antinutritional and antioxidant compounds in Lupinus mutabilis sweet*. *LWT - Food Science and Technology*, 131, 109745. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2020.109745>
- Wang, Y., Zhang, W., & Fu, L. (Eds.). (2017). *Food Spoilage Microorganisms*. CRC Press. <https://doi.org/10.4324/9781315368887>



- Wolko, B., Clements, J. C., Naganowska, B., Nelson, M. N., & Yang, H. (2011). *Lupinus*. In *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources* (pp. 153–206). Springer Berlin Heidelberg. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-14387-8\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-642-14387-8_9)
- Woolford, M. K. (1975). *Microbiological screening of food preservatives, cold sterilants and specific antimicrobial agents as potential Silage Additives*. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 26(2), 229–237. <https://doi.org/10.1002/jsfa.2740260214>
- Yang, W., Li, D., & Mugambi, A. M. (2017). *Spoilage Microorganisms in Cereal Products*. In Y. Wang, W. Zhang, & L. Fu (Eds.), *Food Spoilage Microorganisms*. CRC Press. <https://doi.org/10.4324/9781315368887>
- Zhang, Z. Y., Jin, B., & Kelly, J. M. (2007). *Production of lactic acid from renewable materials by Rhizopus fungi*. *Biochemical Engineering Journal*, 35(3), 251–263. <https://doi.org/10.1016/j.bej.2007.01.028>



## ANEXOS

### ANEXO 1 Análisis de varianza para el color

ANEXO 1A. Análisis de la varianza para Luminosidad L

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
L	27	0.13	0.00	33.43

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	873.49	8	109.19	0.35	0.9350
NaCl (%)	37.61	2	18.80	0.06	0.9422
pH	411.03	2	205.52	0.65	0.5322
NaCl (%) * pH	424.85	4	106.21	0.34	0.8490
Error	5662.71	18	314.60		
Total	6536.21	26			

#### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=21.33920

Error: 314.5952 gl: 18

NaCl (%)	Medias	n	E.E.	
9	51.70	9	5.91	A
6	52.90	9	5.91	A
3	54.58	9	5.91	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=21.33920

Error: 314.5952 gl: 18

pH	Medias	n	E.E.	
3.00	48.14	9	5.91	A
3.50	53.34	9	5.91	A
4.00	57.69	9	5.91	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=50.74315

Error: 314.5952 gl: 18

NaCl (%)	pH	Medias	n	E.E.	
6	3.00	43.53	3	10.24	A
9	3.50	46.93	3	10.24	A
3	3.00	49.10	3	10.24	A
9	3.00	51.80	3	10.24	A
6	3.50	53.00	3	10.24	A
3	4.00	54.53	3	10.24	A
9	4.00	56.37	3	10.24	A
3	3.50	60.10	3	10.24	A
6	4.00	62.17	3	10.24	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



ANEXO 1B. Análisis de la varianza para a\*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
a*	27	0.32	0.01	136.56

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	256.18	8	32.02	1.04	0.4410
NaCl (%)	124.74	2	62.37	2.03	0.1599
pH	109.03	2	54.51	1.78	0.1975
NaCl (%) * pH	22.42	4	5.60	0.18	0.9444
Error	552.11	18	30.67		
Total	808.29	26			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=6.66312**

Error: 30.6726 gl: 18

NaCl (%)	Medias	n	E.E.	
6	1.23	9	1.85	A
3	4.49	9	1.85	A
9	6.44	9	1.85	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=6.66312**

Error: 30.6726 gl: 18

pH	Medias	n	E.E.	
4.00	1.23	9	1.85	A
3.00	5.18	9	1.85	A
3.50	5.76	9	1.85	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=15.84443**

Error: 30.6726 gl: 18

NaCl (%)	pH	Medias	n	E.E.	
6	4.00	-2.73	3	3.20	A
3	4.00	1.30	3	3.20	A
6	3.00	3.07	3	3.20	A
6	3.50	3.37	3	3.20	A
9	4.00	5.13	3	3.20	A
3	3.50	5.77	3	3.20	A
9	3.00	6.07	3	3.20	A
3	3.00	6.40	3	3.20	A
9	3.50	8.13	3	3.20	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



ANEXO 1C. Análisis de la varianza para b\*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
b*	27	0.16	0.00	62.02

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	438.08	8	54.76	0.43	0.8878
NaCl (%)	17.99	2	8.99	0.07	0.9321
pH	101.81	2	50.90	0.40	0.6764
NaCl (%) * pH	318.29	4	79.57	0.62	0.6509
Error	2292.73	18	127.37		
Total	2730.81	26			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=13.57820**

Error: 127.3737 gl: 18

NaCl (%)	Medias	n	E.E.	
9	17.07	9	3.76	A
3	18.56	9	3.76	A
6	18.97	9	3.76	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=13.57820**

Error: 127.3737 gl: 18

pH	Medias	n	E.E.	
4.00	15.58	9	3.76	A
3.00	18.79	9	3.76	A
3.50	20.22	9	3.76	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=32.28801**

Error: 127.3737 gl: 18

NaCl (%)	pH	Medias	n	E.E.	
9	4.00	13.53	3	6.52	A
9	3.50	14.27	3	6.52	A
6	3.00	14.70	3	6.52	A
6	4.00	16.33	3	6.52	A
3	4.00	16.87	3	6.52	A
3	3.00	18.27	3	6.52	A
3	3.50	20.53	3	6.52	A
9	3.00	23.40	3	6.52	A
6	3.50	25.87	3	6.52	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )





ANEXO 1D. Análisis de la varianza para cromas o saturación C\*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
C*ab	27	0.18	0.00	47.87

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	365.94	8	45.74	0.49	0.8443
NaCl (%)	3.47	2	1.74	0.02	0.9814
pH	91.56	2	45.78	0.50	0.6176
NaCl (%) * pH	270.91	4	67.73	0.73	0.5816
Error	1664.31	18	92.46		
Total	2030.25	26			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=11.56867**

Error: 92.4619 gl: 18

NaCl (%)	Medias	n	E.E.	
9	19.58	9	3.21	A
6	20.34	9	3.21	A
3	20.34	9	3.21	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=11.56867**

Error: 92.4619 gl: 18

pH	Medias	n	E.E.	
4.00	17.68	9	3.21	A
3.00	20.42	9	3.21	A
3.50	22.16	9	3.21	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=27.50950**

Error: 92.4619 gl: 18

NaCl (%)	pH	Medias	n	E.E.	
6	3.00	15.47	3	5.55	A
9	4.00	16.16	3	5.55	A
9	3.50	17.48	3	5.55	A
3	4.00	17.84	3	5.55	A
6	4.00	19.05	3	5.55	A
3	3.00	20.68	3	5.55	A
3	3.50	22.50	3	5.55	A
9	3.00	25.10	3	5.55	A
6	3.50	26.49	3	5.55	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



ANEXO 1E. Análisis de la varianza para ángulo de tono H\*

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Hab	27	0.17	0.00	40.51

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2550.93	8	318.87	0.45	0.8748
NaCl (%)	1185.74	2	592.87	0.84	0.4493
pH	261.17	2	130.59	0.18	0.8333
NaCl (%) * pH	1104.02	4	276.00	0.39	0.8134
Error	12755.45	18	708.64		
Total	15306.38	26			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=32.02682**

Error: 708.6361 gl: 18

NaCl (%)	Medias	n	E.E.	
9	56.35	9	8.87	A
3	70.09	9	8.87	A
6	70.71	9	8.87	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=32.02682**

Error: 708.6361 gl: 18

pH	Medias	n	E.E.	
4.00	62.24	9	8.87	A
3.50	65.12	9	8.87	A
3.00	69.79	9	8.87	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=76.15756**

Error: 708.6361 gl: 18

NaCl (%)	pH	Medias	n	E.E.	
9	3.50	46.99	3	15.37	A
9	4.00	52.17	3	15.37	A
6	4.00	61.42	3	15.37	A
3	3.00	65.46	3	15.37	A
9	3.00	69.90	3	15.37	A
3	3.50	71.66	3	15.37	A
3	4.00	73.13	3	15.37	A
6	3.00	74.00	3	15.37	A
6	3.50	76.71	3	15.37	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



## ANEXO 2 Análisis de varianza para actividad de agua (aw)

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
aw	27	0.60	0.42	1.66

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.01	8	8.0E-04	3.39	0.0149
NaCl (%)	3.1E-03	2	1.6E-03	6.58	0.0072
pH	2.2E-03	2	1.1E-03	4.65	0.0236
NaCl (%) * pH	1.1E-03	4	2.8E-04	1.18	0.3545
Error	4.2E-03	18	2.4E-04		
Total	0.01	26			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01848

Error: 0.0002 gl: 18

NaCl (%)	Medias	n	E.E.	
6	0.92	9	0.01	A
9	0.92	9	0.01	A
3	0.94	9	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01848

Error: 0.0002 gl: 18

pH	Medias	n	E.E.	
3.00	0.92	9	0.01	A
4.00	0.92	9	0.01	A
3.50	0.94	9	0.01	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.04395

Error: 0.0002 gl: 18

NaCl (%)	pH	Medias	n	E.E.	
6	3.00	0.91	3	0.01	A
6	4.00	0.91	3	0.01	A
9	3.00	0.91	3	0.01	A
9	4.00	0.92	3	0.01	A
9	3.50	0.93	3	0.01	A
3	4.00	0.94	3	0.01	A
3	3.00	0.94	3	0.01	A
6	3.50	0.94	3	0.01	A
3	3.50	0.95	3	0.01	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



### ANEXO 3 Análisis de varianza para pH Tarwi

#### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
pH (Tarwi)	27	0.12	0.00	6.97

#### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.47	8	0.06	0.32	0.9489
NaCl (%)	0.38	2	0.19	1.02	0.3806
pH	0.02	2	0.01	0.04	0.9592
NaCl (%) * pH	0.08	4	0.02	0.10	0.9795
Error	3.35	18	0.19		
Total	3.83	26			

#### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.51928

Error: 0.1863 gl: 18

NaCl (%)	Medias	n	E.E.	
9	6.09	9	0.14	A
6	6.12	9	0.14	A
3	6.36	9	0.14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.51928

Error: 0.1863 gl: 18

pH	Medias	n	E.E.	
3.00	6.17	9	0.14	A
4.00	6.18	9	0.14	A
3.50	6.22	9	0.14	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

#### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.23482

Error: 0.1863 gl: 18

NaCl (%)	pH	Medias	n	E.E.	
9	4.00	6.00	3	0.25	A
6	3.00	6.07	3	0.25	A
9	3.50	6.10	3	0.25	A
6	4.00	6.13	3	0.25	A
9	3.00	6.17	3	0.25	A
6	3.50	6.17	3	0.25	A
3	3.00	6.27	3	0.25	A
3	3.50	6.40	3	0.25	A
3	4.00	6.40	3	0.25	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



## ANEXO 4 Análisis de varianza para pH Salmuera

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
pH (Salmuera)	27	0.67	0.52	1.62

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	0.35	8	0.04	4.57	0.0036
NaCl (%)	0.01	2	0.01	0.73	0.4953
pH	0.23	2	0.11	11.81	0.0005
NaCl (%) * pH	0.11	4	0.03	2.87	0.0534
Error	0.17	18	0.01		
Total	0.53	26			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11806

Error: 0.0096 gl: 18

NaCl (%)	Medias n	E.E.	
6	6.01 9	0.03	A
9	6.04 9	0.03	A
3	6.07 9	0.03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.11806

Error: 0.0096 gl: 18

pH	Medias n	E.E.	
3.00	5.91 9	0.03	A
4.00	6.10 9	0.03	B
3.50	6.11 9	0.03	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.28074

Error: 0.0096 gl: 18

NaCl (%)	pH	Medias n	E.E.	
6	3.00	5.77 3	0.06	A
3	3.00	5.97 3	0.06	A B
9	3.00	6.00 3	0.06	A B
9	4.00	6.03 3	0.06	A B
9	3.50	6.10 3	0.06	B
3	4.00	6.10 3	0.06	B
6	3.50	6.10 3	0.06	B
3	3.50	6.13 3	0.06	B
6	4.00	6.17 3	0.06	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



## ANEXO 5 Análisis de varianza para % de ácido láctico de tarwi

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%Acido lactico (Tarwi)	27	0.20	0.00	52.04

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	2.9E-05	8	3.6E-06	0.57	0.7864
NaCl (%)	2.0E-05	2	9.8E-06	1.57	0.2348
pH	7.0E-06	2	3.5E-06	0.56	0.5795
NaCl (%) * pH	2.0E-06	4	5.0E-07	0.08	0.9877
Error	1.1E-04	18	6.2E-06		
Total	1.4E-04	26			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00301

Error: 0.0000 gl: 18

NaCl (%)	Medias	n	E.E.	
9	4.1E-03	9	8.3E-04	A
6	4.3E-03	9	8.3E-04	A
3	0.01	9	8.3E-04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00301

Error: 0.0000 gl: 18

pH	Medias	n	E.E.	
3.00	4.1E-03	9	8.3E-04	A
4.00	0.01	9	8.3E-04	A
3.50	0.01	9	8.3E-04	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00715

Error: 0.0000 gl: 18

NaCl (%)	pH	Medias	n	E.E.	
9	3.00	3.6E-03	3	1.4E-03	A
6	3.00	3.9E-03	3	1.4E-03	A
9	4.00	4.2E-03	3	1.4E-03	A
9	3.50	4.5E-03	3	1.4E-03	A
6	4.00	4.5E-03	3	1.4E-03	A
6	3.50	4.5E-03	3	1.4E-03	A
3	3.00	4.8E-03	3	1.4E-03	A
3	4.00	0.01	3	1.4E-03	A
3	3.50	0.01	3	1.4E-03	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



## ANEXO 6 Análisis de varianza para % de ácido láctico de salmuera

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
%Acido láctico (Salmuera)	27	0.53	0.33	18.37

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	5.0E-04	8	6.2E-05	2.59	0.0449
NaCl (%)	1.1E-04	2	5.5E-05	2.28	0.1309
pH	3.4E-04	2	1.7E-04	7.16	0.0052
NaCl (%) * pH	4.4E-05	4	1.1E-05	0.45	0.7689
Error	4.3E-04	18	2.4E-05		
Total	9.3E-04	26			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00589

Error: 0.0000 gl: 18

NaCl (%)	Medias	n	E.E.
3	0.03	9	1.6E-03A
9	0.03	9	1.6E-03A
6	0.03	9	1.6E-03A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.00589

Error: 0.0000 gl: 18

pH	Medias	n	E.E.
3.50	0.02	9	1.6E-03A
4.00	0.03	9	1.6E-03A
3.00	0.03	9	1.6E-03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=0.01402

Error: 0.0000 gl: 18

NaCl (%)	pH	Medias	n	E.E.
3	3.50	0.02	3	2.8E-03 A
9	3.50	0.02	3	2.8E-03 A B
3	4.00	0.02	3	2.8E-03 A B
9	4.00	0.02	3	2.8E-03 A B
6	3.50	0.03	3	2.8E-03 A B
9	3.00	0.03	3	2.8E-03 A B
6	4.00	0.03	3	2.8E-03 A B
3	3.00	0.03	3	2.8E-03 A B
6	3.00	0.03	3	2.8E-03 B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



## ANEXO 7 Análisis de varianza para análisis sensorial

ANEXO 7A. Análisis de la varianza (Atributo: Aceptabilidad General)

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Aceptabilidad General	216	0.23	0.17	25.22

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	179.46	15	11.96	4.01	<0.0001
Panelista	145.42	7	20.77	6.96	<0.0001
Muestra	34.04	8	4.26	1.43	0.1874
Error	596.78	200	2.98		
Total	776.24	215			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.55011**

Error: 2.9839 gl: 200

Muestra	Medias n	E.E.	
NaCl (9%)-pH (3.0)	7.56 24	0.35	A
NaCl (9%)-pH (4.0)	7.16 24	0.35	A
NaCl (9%)-pH (3.5)	7.03 24	0.35	A
NaCl (6%)-pH (3.0)	6.92 24	0.35	A
NaCl (6%)-pH (4.0)	6.83 24	0.35	A
NaCl (6%)-pH (3.5)	6.79 24	0.35	A
NaCl (3%)-pH (3.5)	6.76 24	0.35	A
NaCl (3%)-pH (3.0)	6.58 24	0.35	A
NaCl (3%)-pH (4.0)	6.02 24	0.35	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

ANEXO 7B. Análisis de varianza (Atributo: Apariencia Externa)

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Apariencia Externa	216	0.35	0.30	15.28

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	159.32	15	10.62	7.27	<0.0001
Panelista	141.24	7	20.18	13.81	<0.0001
Muestra	18.07	8	2.26	1.55	0.1432
Error	292.18	200	1.46		
Total	451.50	215			





**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.08463**

Error: 1.4609 gl: 200

Muestra	Medias	n	E.E.	
NaCl (6%)-pH (3.5)	8.33	24	0.25	A
NaCl (6%)-pH (3.0)	8.33	24	0.25	A
NaCl (3%)-pH (3.5)	8.07	24	0.25	A
NaCl (6%)-pH (4.0)	7.94	24	0.25	A
NaCl (9%)-pH (3.5)	7.93	24	0.25	A
NaCl (9%)-pH (4.0)	7.81	24	0.25	A
NaCl (9%)-pH (3.0)	7.73	24	0.25	A
NaCl (3%)-pH (3.0)	7.69	24	0.25	A
NaCl (3%)-pH (4.0)	7.37	24	0.25	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

ANEXO 7C. Análisis de Varianza (Atributo: Brillo)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Brillo	216	0.76	0.74	24.61

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	1171.84	15	78.12	42.53	<0.0001
Panelista	1167.38	7	166.77	90.79	<0.0001
Muestra	4.46	8	0.56	0.30	0.9641
Error	367.37	200	1.84		
Total	1539.21	215			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.21620**

Error: 1.8368 gl: 200

Muestra	Medias	n	E.E.	
NaCl (9%)-pH (3.0)	5.78	24	0.28	A
NaCl (3%)-pH (3.0)	5.60	24	0.28	A
NaCl (6%)-pH (4.0)	5.58	24	0.28	A
NaCl (6%)-pH (3.5)	5.56	24	0.28	A
NaCl (3%)-pH (4.0)	5.54	24	0.28	A
NaCl (9%)-pH (3.5)	5.50	24	0.28	A
NaCl (9%)-pH (4.0)	5.38	24	0.28	A
NaCl (3%)-pH (3.5)	5.35	24	0.28	A
NaCl (6%)-pH (3.0)	5.28	24	0.28	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



ANEXO 7D. Análisis de Varianza (Atributo: Cantidad de amarillo)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Cantidad de amarillo	216	0.37	0.33	59.50

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	219.76	15	14.65	7.91	<0.0001
Panelista	214.13	7	30.59	16.51	<0.0001
Muestra	5.63	8	0.70	0.38	0.9306
Error	370.61	200	1.85		
Total	590.37	215			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.22156**

Error: 1.8531 gl: 200

Muestra	Medias n	E.E.	
NaCl (3%)-pH (3.0)	2.63 24	0.28	A
NaCl (3%)-pH (3.5)	2.41 24	0.28	A
NaCl (9%)-pH (3.0)	2.39 24	0.28	A
NaCl (6%)-pH (4.0)	2.32 24	0.28	A
NaCl (9%)-pH (3.5)	2.25 24	0.28	A
NaCl (6%)-pH (3.5)	2.18 24	0.28	A
NaCl (9%)-pH (4.0)	2.17 24	0.28	A
NaCl (6%)-pH (3.0)	2.17 24	0.28	A
NaCl (3%)-pH (4.0)	2.07 24	0.28	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

ANEXO 7E. Análisis de Varianza (Atributo: Cantidad de blanco)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Cantidad de blanco	216	0.50	0.46	59.46

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	538.11	15	35.87	13.29	<0.0001
Panelista	504.74	7	72.11	26.71	<0.0001
Muestra	33.37	8	4.17	1.55	0.1437
Error	540.01	200	2.70		
Total	1078.12	215			



**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.47454**

Error: 2.7000 gl: 200

Muestra	Medias	n	E.E.	
NaCl (9%)-pH (3.0)	3.57	24	0.34	A
NaCl (9%)-pH (3.5)	3.05	24	0.34	A
NaCl (3%)-pH (4.0)	3.04	24	0.34	A
NaCl (9%)-pH (4.0)	2.75	24	0.34	A
NaCl (3%)-pH (3.0)	2.73	24	0.34	A
NaCl (6%)-pH (3.0)	2.71	24	0.34	A
NaCl (3%)-pH (3.5)	2.52	24	0.34	A
NaCl (6%)-pH (4.0)	2.25	24	0.34	A
NaCl (6%)-pH (3.5)	2.25	24	0.34	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

ANEXO 7F. Análisis de Varianza (Atributo: Friabilidad)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Friabilidad	216	0.67	0.64	43.57

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	501.49	15	33.43	26.63	<0.0001
Panelista	485.83	7	69.40	55.29	<0.0001
Muestra	15.66	8	1.96	1.56	0.1391
Error	251.07	200	1.26		
Total	752.56	215			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.00543**

Error: 1.2554 gl: 200

Muestra	Medias	n	E.E.	
NaCl (6%)-pH (3.5)	2.87	24	0.23	A
NaCl (6%)-pH (4.0)	2.77	24	0.23	A
NaCl (6%)-pH (3.0)	2.76	24	0.23	A
NaCl (9%)-pH (4.0)	2.75	24	0.23	A
NaCl (9%)-pH (3.0)	2.68	24	0.23	A
NaCl (9%)-pH (3.5)	2.65	24	0.23	A
NaCl (3%)-pH (3.0)	2.43	24	0.23	A
NaCl (3%)-pH (3.5)	2.15	24	0.23	A
NaCl (3%)-pH (4.0)	2.08	24	0.23	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

ANEXO 7G. Análisis de Varianza (Atributo: Persistencia)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Persistencia	216	0.51	0.47	43.14

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	608.31	15	40.55	13.94	<0.0001
Panelista	532.47	7	76.07	26.14	<0.0001
Muestra	75.84	8	9.48	3.26	0.0016
Error	581.99	200	2.91		
Total	1190.30	215			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.53078**

Error: 2.9099 gl: 200

Muestra	Medias n	E.E.		
NaCl (6%)-pH (3.0)	4.81 24	0.35	A	
NaCl (6%)-pH (3.5)	4.27 24	0.35	A	B
NaCl (9%)-pH (3.0)	4.26 24	0.35	A	B
NaCl (6%)-pH (4.0)	4.24 24	0.35	A	B
NaCl (9%)-pH (3.5)	4.16 24	0.35	A	B
NaCl (9%)-pH (4.0)	4.16 24	0.35	A	B
NaCl (3%)-pH (4.0)	3.80 24	0.35	A	B
NaCl (3%)-pH (3.5)	3.03 24	0.35		B
NaCl (3%)-pH (3.0)	2.87 24	0.35		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

ANEXO 7H. Análisis de Varianza (Atributo: Profundidad de color)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Profundidad	216	0.53	0.50	48.69

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	445.87	15	29.72	15.32	<0.0001
Panelista	417.29	7	59.61	30.72	<0.0001
Muestra	28.58	8	3.57	1.84	0.0714
Error	388.12	200	1.94		
Total	833.99	215			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.25008**

Error: 1.9406 gl: 200

Muestra	Medias n	E.E.		
NaCl (3%)-pH (4.0)	3.59 24	0.28	A	
NaCl (3%)-pH (3.0)	3.19 24	0.28	A	B
NaCl (6%)-pH (4.0)	3.14 24	0.28	A	B
NaCl (3%)-pH (3.5)	2.78 24	0.28	A	B
NaCl (6%)-pH (3.0)	2.74 24	0.28	A	B
NaCl (9%)-pH (3.5)	2.74 24	0.28	A	B
NaCl (6%)-pH (3.5)	2.70 24	0.28	A	B
NaCl (9%)-pH (4.0)	2.61 24	0.28	A	B
NaCl (9%)-pH (3.0)	2.27 24	0.28		B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



ANEXO 7I. Análisis de Varianza (Atributo: Sabor láctico)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Sabor lactico	216	0.45	0.40	49.85

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	495.64	15	33.04	10.72	<0.0001
Panelista	392.05	7	56.01	18.16	<0.0001
Muestra	103.60	8	12.95	4.20	0.0001
Error	616.76	200	3.08		
Total	1112.40	215			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.57584**

Error: 3.0838 gl: 200

Muestra	Medias n	E.E.			
NaCl (6%)-pH (3.0)	4.48 24	0.36	A		
NaCl (6%)-pH (3.5)	4.00 24	0.36	A	B	
NaCl (9%)-pH (3.0)	3.85 24	0.36	A	B	
NaCl (9%)-pH (3.5)	3.83 24	0.36	A	B	
NaCl (9%)-pH (4.0)	3.82 24	0.36	A	B	
NaCl (6%)-pH (4.0)	3.79 24	0.36	A	B	C
NaCl (3%)-pH (4.0)	3.20 24	0.36	A	B	C
NaCl (3%)-pH (3.5)	2.50 24	0.36		B	C
NaCl (3%)-pH (3.0)	2.23 24	0.36			C

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

ANEXO 7J. Análisis de Varianza (Atributo: Salado)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Salado	216	0.58	0.55	39.53

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	763.05	15	50.87	18.18	<0.0001
Panelista	533.20	7	76.17	27.22	<0.0001
Muestra	229.85	8	28.73	10.27	<0.0001
Error	559.70	200	2.80		
Total	1322.75	215			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.50118**

Error: 2.7985 gl: 200

Muestra	Medias n	E.E.			
NaCl (9%)-pH (3.0)	5.37 24	0.34	A		
NaCl (9%)-pH (4.0)	5.05 24	0.34	A		
NaCl (6%)-pH (3.5)	4.93 24	0.34	A		
NaCl (9%)-pH (3.5)	4.79 24	0.34	A		
NaCl (6%)-pH (4.0)	4.77 24	0.34	A		
NaCl (6%)-pH (3.0)	4.75 24	0.34	A		
NaCl (3%)-pH (4.0)	3.17 24	0.34		B	
NaCl (3%)-pH (3.5)	2.73 24	0.34		B	
NaCl (3%)-pH (3.0)	2.54 24	0.34		B	

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



ANEXO 7K. Análisis de Varianza (Atributo: Zonas pardas)

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Zonas pardas	216	0.28	0.22	122.80

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	161.68	15	10.78	5.08	<0.0001
Panelista	145.50	7	20.79	9.80	<0.0001
Muestra	16.18	8	2.02	0.95	0.4741
Error	424.32	200	2.12		
Total	586.00	215			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=1.30708**

Error: 2.1216 gl: 200

Muestra	Medias	n	E.E.	
NaCl (3%)-pH (4.0)	1.70	24	0.30	A
NaCl (3%)-pH (3.0)	1.49	24	0.30	A
NaCl (6%)-pH (4.0)	1.38	24	0.30	A
NaCl (3%)-pH (3.5)	1.16	24	0.30	A
NaCl (9%)-pH (3.0)	1.16	24	0.30	A
NaCl (6%)-pH (3.5)	1.10	24	0.30	A
NaCl (6%)-pH (3.0)	0.95	24	0.30	A
NaCl (9%)-pH (3.5)	0.95	24	0.30	A
NaCl (9%)-pH (4.0)	0.79	24	0.30	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



## ANEXO 8 Análisis de varianza para análisis microbiológico

- Análisis de Varianza Atributo: Levaduras UFC/g

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Levaduras	27	0.23	0.00	250.19

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	15144.03	8	1893.00	0.69	0.6983
NaCl (%)	7983.54	2	3991.77	1.45	0.2612
pH	2551.44	2	1275.72	0.46	0.6369
NaCl (%) * pH	4609.05	4	1152.26	0.42	0.7936
Error	49629.63	18	2757.20		
Total	64773.66	26			

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=63.17372

Error: 2757.2016 gl: 18

NaCl (%)	Medias	n	E.E.
3	44.44	9	17.50 A
6	14.81	9	17.50 A
9	3.70	9	17.50 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=63.17372

Error: 2757.2016 gl: 18

pH	Medias	n	E.E.
4.00	29.63	9	17.50 A
3.50	25.93	9	17.50 A
3.00	7.41	9	17.50 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=150.22273

Error: 2757.2016 gl: 18

NaCl (%)	pH	Medias	n	E.E.
3	3.50	66.67	3	30.32 A
3	4.00	55.56	3	30.32 A
6	4.00	33.33	3	30.32 A
9	3.50	11.11	3	30.32 A
3	3.00	11.11	3	30.32 A
6	3.00	11.11	3	30.32 A
9	4.00	0.00	3	30.32 A
9	3.00	0.00	3	30.32 A
6	3.50	0.00	3	30.32 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



- Análisis de Varianza Atributo: Bacterias Acido lácticas UFC/g

### Análisis de la varianza

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Bacterias Acido lacticas U..	27	0.25	0.00	245.19

### Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo I)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	13909.47	8	1738.68	0.74	0.6556
NaCl (%)	5267.49	2	2633.74	1.12	0.3471
pH	5514.40	2	2757.20	1.18	0.3313
NaCl (%)*pH	3127.57	4	781.89	0.33	0.8519
Error	42222.22	18	2345.68		
Total	56131.69	26			

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=58.26885

Error: 2345.6790 gl: 18

NaCl (%)	Medias	n	E.E.
9	29.63	9	16.14 A
3	29.63	9	16.14 A
6	0.00	9	16.14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=58.26885

Error: 2345.6790 gl: 18

pH	Medias	n	E.E.
3.00	33.33	9	16.14 A
4.00	25.93	9	16.14 A
3.50	0.00	9	16.14 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

### Test:Tukey Alfa=0.05 DMS=138.55929

Error: 2345.6790 gl: 18

NaCl (%)	pH	Medias	n	E.E.
9	3.00	55.56	3	27.96 A
3	4.00	44.44	3	27.96 A
3	3.00	44.44	3	27.96 A
9	4.00	33.33	3	27.96 A
3	3.50	0.00	3	27.96 A
9	3.50	0.00	3	27.96 A
6	3.50	0.00	3	27.96 A
6	4.00	0.00	3	27.96 A
6	3.00	0.00	3	27.96 A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )



**ANEXO 9** Resultados de evaluación sensorial en escala no estructurada de 10cm

ATRIBUTO	NaCl (3%)- 4.0pH	NaCl (3%)- 3.5PH	NaCl (3%)- 3.0PH	NaCl (6%)- 4.0pH	NaCl (6%)- 3.5PH	NaCl (6%)- 3.0PH	NaCl (9%)- 4.0pH	NaCl (9%)- 3.5PH	NaCl (9%)- 3.0PH
Apariencia Externa	7.4	8.1	7.7	7.9	8.4	8.3	7.8	7.9	7.7
Profundidad	3.6	2.8	3.2	3.1	2.7	2.7	2.6	2.7	2.3
Cantidad de blanco	3.0	2.5	2.7	2.3	2.3	2.7	2.7	3.1	3.6
Cantidad de amarillo	2.1	2.4	2.6	2.3	2.2	2.2	2.2	2.3	2.4
Zonas pardas	1.7	1.2	1.5	1.4	1.1	1.0	0.8	0.9	1.2
Brillo	5.5	5.4	5.6	5.6	5.6	5.3	5.5	5.5	5.8
Salado	3.2	2.7	2.5	4.8	4.9	4.8	5.0	4.8	5.4
Sabor láctico	3.2	2.5	2.2	3.8	4.0	4.5	3.8	3.8	3.9
Persistencia	3.8	3.0	2.9	4.2	4.3	4.8	4.2	4.2	4.3
Friabilidad	2.1	2.1	2.4	2.8	2.9	2.8	2.8	2.7	2.7
Aceptabilidad General	6.0	6.8	6.6	6.8	6.8	6.9	7.2	7.0	7.6

**ANEXO 10** Influencia de la temperatura en el crecimiento de levaduras durante el almacenamiento de conservas de tarwi

Temperatura de almacenamiento	Repetición	Tiempo de Almacenamiento (Dias)			
		0	15	25	35
18°C	R1	3.33E+01	3.33E+01	1.00E+02	1.53E+04
	R2	3.33E+01	6.67E+01	1.00E+02	3.47E+03
	R3	3.33E+01	6.67E+01	1.00E+02	4.20E+03
25°C	R1	3.33E+01	3.33E+01	1.33E+02	1.95E+04
	R2	3.33E+01	1.00E+02	1.33E+02	3.60E+03
	R3	3.33E+01	6.67E+01	1.67E+02	7.03E+03
35°C	R1	3.33E+01	4.00E+02	4.67E+02	3.83E+03
	R2	3.33E+01	1.33E+02	2.00E+02	4.16E+04
	R3	3.33E+01	1.33E+02	1.67E+02	1.37E+04

**ANEXO 11** Análisis de varianza para análisis microbiológico sobre la vida útil

**Análisis de la varianza**

Variable	N	R <sup>2</sup>	R <sup>2</sup> Aj	CV
Levaduras (UFC/g)	12	0.86	0.74	98.99

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)**

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo	364556733.45	5	72911346.69	7.29	0.0156
Temperatura	21574665.16	2	10787332.58	1.08	0.3977
Dias	342982068.30	3	114327356.10	11.44	0.0068
Error	59968903.60	6	9994817.27		
Total	424525637.05	11			

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=6859.09207**

Error: 9994817.2664 gl: 6

Temperatura	Medias	n	E.E.	
35°C	5058.33	4	1580.73	A
25°C	2561.00	4	1580.73	A
18°C	1962.23	4	1580.73	A

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**Test: Tukey Alfa=0.05 DMS=8935.78386**

Error: 9994817.2664 gl: 6

Dias	Medias	n	E.E.	
35	12453.33	3	1825.27	A
25	174.00	3	1825.27	B
15	114.77	3	1825.27	B
0	33.30	3	1825.27	B

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ( $p > 0.05$ )

**ANEXO 12** Resultado de análisis microbiológico sobre la vida útil

- Resultados de análisis microbiológico a diferentes temperaturas (levaduras)

Tiempo (días)	Temperatura		
	18°C	25°C	35°C
0	3.33E+01	3.33E+01	3.33E+01
15	5.56E+01	6.67E+01	2.22E+02
25	1.00E+02	1.44E+02	2.78E+02
35	7.66E+03	1.00E+04	1.97E+04

- Valores de K y tiempos de vida estimados para conserva de tarwi en función al crecimiento microbiano de levaduras

Temperatura de almacenamiento	Repetición	Valores de K y R2				Tiempo de vida útil (Días)	
		<i>ko</i>	<i>Ro</i>	<i>kl</i>	R1	Ko	K1
18°C	R1	2.456	0.644	0.04	0.644	199	94
	R2	2.631	0.986	0.04	0.998	185	86
	R3	2.631	0.986	0.04	0.998	185	86
25°C	R1	3.671	0.644	0.05	0.644	133	74
	R2	4.035	0.994	0.05	0.956	121	66
	R3	5.087	0.851	0.062	0.962	96	60
35°C	R1	17.894	0.931	0.1103	0.878	27	34
	R2	6.666	1	0.073	0.9639	73	51
	R3	5.438	0.972	0.066	0.9234	89	57

Los siguientes datos son el resultado del promedio de la Tabla 11.

**Para la Temperatura a 18°C:**

**K1 (Orden Cero) = 2.573, R<sup>2</sup> = 0.872:** Este valor de K sugiere una tasa de crecimiento de levaduras relativamente baja a 18°C, y el R<sup>2</sup> indica un buen ajuste del modelo de orden cero (0.872, cerca de 1), lo que significa que el crecimiento de levaduras sigue una dinámica constante durante el tiempo.



**K2 (Primer Orden) = 0.040,  $R^2 = 0.880$ :** El valor de K es bajo, lo que indica que el crecimiento de levaduras es lento en comparación con otras temperaturas. El  $R^2$  también muestra un buen ajuste del modelo de primer orden, lo que implica que el crecimiento sigue una cinética más compleja, pero sigue siendo adecuado para describir el comportamiento de las levaduras.

**Tiempo de vida útil (Orden Cero) = 190 días:** La vida útil estimada del producto a 18°C es de 190 días, bajo el modelo de orden cero.

**Tiempo de vida útil (Primer Orden) = 89 días:** Según el modelo de primer orden, la vida útil estimada es de 89 días.

#### **Para la Temperatura a 25°C:**

**K1 (Orden Cero) = 4.264,  $R^2 = 0.830$ :** A 25°C, el valor de K es mayor, lo que sugiere un crecimiento más rápido de las levaduras. Sin embargo, el  $R^2$  es un poco menor que a 18°C, indicando que el modelo de orden cero no ajusta tan bien como a temperaturas más bajas.

**K2 (Primer Orden) = 0.054,  $R^2 = 0.854$ :** El crecimiento es más rápido a 25°C, y el  $R^2$  muestra un ajuste bastante bueno al modelo de primer orden, indicando que la dinámica de crecimiento sigue una relación logarítmica.

**Tiempo de vida útil (Orden Cero) = 117 días:** La vida útil estimada es de 117 días bajo el modelo de orden cero, lo que refleja una mayor tasa de degradación comparada con 18°C.

**Tiempo de vida útil (Primer Orden) = 67 días:** Según el modelo de primer orden, la vida útil es más corta, con solo 67 días de duración estimada.



### Para la Temperatura a 35°C:

**K1 (Orden Cero) = 9.999, R<sup>2</sup> = 0.968:** A 35°C, el valor de K es muy alto, lo que indica un crecimiento rápido de las levaduras. El R<sup>2</sup> también es el más alto (0.968), lo que sugiere un excelente ajuste del modelo de orden cero a los datos, es decir, el crecimiento de las levaduras sigue una tendencia constante y rápida.

**K2 (Primer Orden) = 0.083, R<sup>2</sup> = 0.922:** El crecimiento es aún más rápido a 35°C, y el ajuste al modelo de primer orden sigue siendo muy bueno (R<sup>2</sup> = 0.922).

**Tiempo de vida útil (Orden Cero) = 63 días:** La vida útil estimada en este caso es la más corta, con solo 63 días según el modelo de orden cero, lo que indica una rápida proliferación de levaduras.

**Tiempo de vida útil (Primer Orden) = 47 días:** El modelo de primer orden también estima una vida útil relativamente corta (47 días), acorde con el alto valor de K, que indica una mayor velocidad de crecimiento de levaduras.

Ecuación para estimación de constante de velocidad (K) a una temperatura T en grados Celsius (°C).

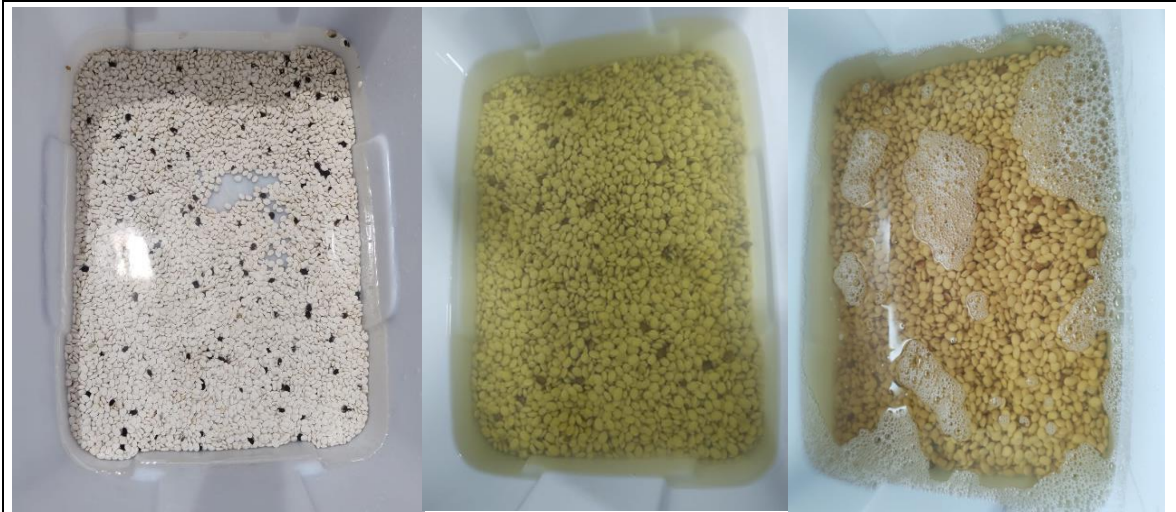
$$K(T) = 1.82 \times 10^{-4} \text{ s}^{-1} e^{\left(\frac{-3.77 \times 10^{-3} \text{ s}^{-1}}{273.15 + T(^{\circ}\text{C})}\right)}$$

Posteriormente teniendo los límites de crecimiento microbiano como valor máximo permisible Q<sub>i</sub> (5x10<sup>2</sup> UFC/g levaduras) y valor inicial Q<sub>o</sub> (1.11x10<sup>2</sup> UFC/g levaduras), poder estimar la vida útil del producto mediante la siguiente ecuación de primer orden, siendo t el tiempo de vida estimado a una temperatura (T):

$$t = \frac{3.8066}{K(T)}$$

### ANEXO 13 Registro fotográfico del proceso de desamargado de tarwi, evaluación y análisis sensorial de conservas de tarwi

- Desamargado de tarwi



**FECHA:** 02/12/2023

**ACTIVIDAD:** Proceso de desamargado de tarwi, tarwi en proceso de remojo, tarwi remojado luego de 48 horas y tarwi luego del proceso de cocción

**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.



**FECHA:** 05/10/2023

**ACTIVIDAD:** Proceso de desamargado de tarwi, proceso de lavado y cambio de agua, tarwi tras proceso de lavado, tarwi luego del proceso de pelado

**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.

- Envasado de conservas



**FECHA:** 06/12/2023

**ACTIVIDAD:** Proceso de pasteurización de tarwi pelado, desinfección de envases

**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.

- Registro fotográfico de análisis sensorial y entrenamiento de panelistas



**FECHA:** 19/01/2024

**ACTIVIDAD:** Preparación de muestras para entrenamiento de panelistas, reconocimiento de sabores básicos

**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.



**FECHA:** 19/01/2024

**ACTIVIDAD:** Primeras pruebas para selección de panelistas pruebas de reconocimiento de olores y reconocimiento de sabores basicos

**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.



**FECHA:** 20/01/2023

**ACTIVIDAD:** Panelistas seleccionados y primeras pruebas de entrenamiento pruebas pariadas

**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.





**FECHA:** 30/01/2024

**ACTIVIDAD:** Reconocimiento de atributos a evaluar en conserva de tarwi

**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.

- Evaluación final de conservas de tarwi a diferentes concentraciones de NaCl y pH



**FECHA:** 31/01/2024

**ACTIVIDAD:** Evaluación de atributo de color

**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.



**FECHA:** 31/01/2024

**ACTIVIDAD:** Preparación de cabinas y muestras a evaluar

**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.



**FECHA:** 31/01/2024

**EQUIPO DE EVALUACION SENSORIAL** (Fanny, Tania Isabel, Yuli, Eny, Nikoll, Mayra, Solmaira y Anel)

### ANEXO 14 Registro fotográfico del análisis físico químico de conservas de tarwi



**FECHA:** 18/01/2024

**ACTIVIDAD:** Análisis físico químico de conservas de tarwi y medición de PH

**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.



**FECHA:** 18/01/2024

**ACTIVIDAD:** Determinación de acidez titulable y preparación de muestras

**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.



**FECHA:** 18/01/2024

**ACTIVIDAD:** Muestras diluidas para medición de pH y acidez titulable, medición de actividad de agua

**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.

## ANEXO 14 Registro fotográfico del análisis microbiológico para vida útil



**FECHA:** 03/06/2024

**ACTIVIDAD:** Preparación de instrumentos y equipos para el análisis microbiológico, incubadora, micropipeta y contador de colonias

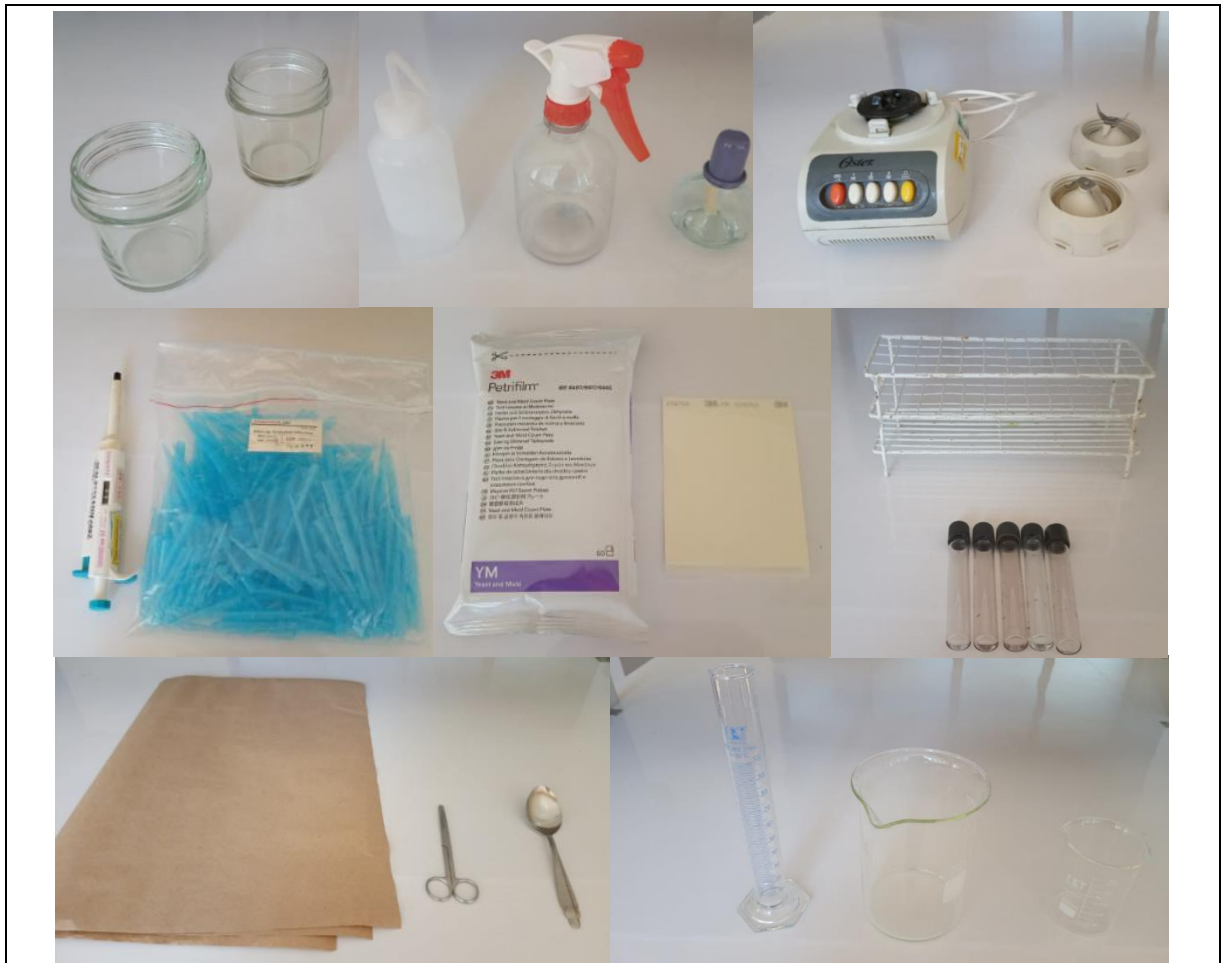
**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.



**FECHA:** 03/06/2024

**ACTIVIDAD:** Calibración y preparación de equipos pH metro, vortex, autoclave y balanza semi analítica

**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.

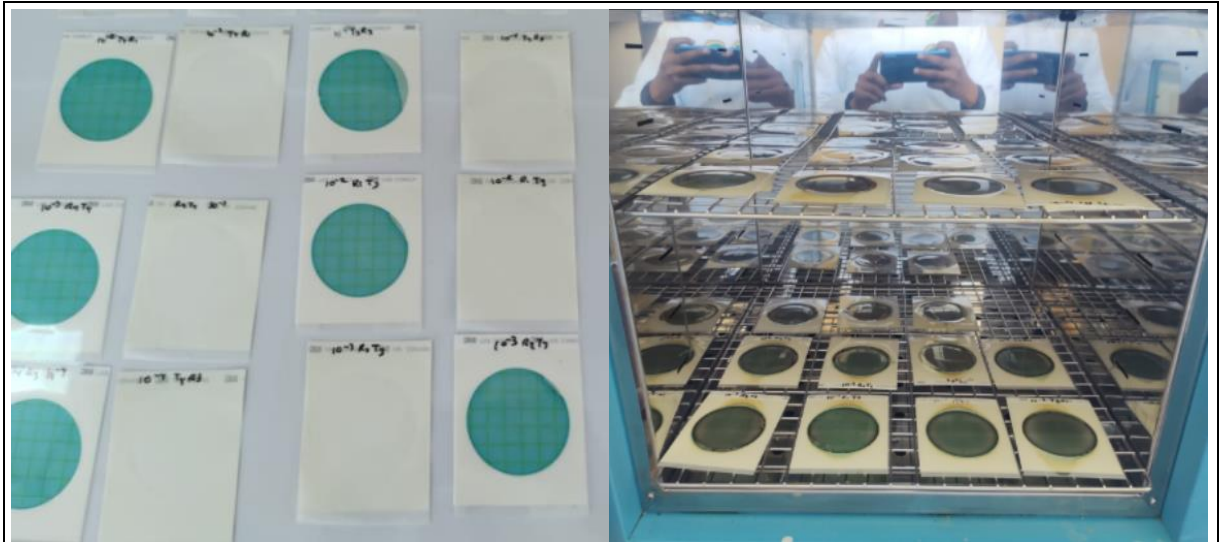


**FECHA:** 03/06/2024

**ACTIVIDAD:** Preparación de materiales para análisis microbiológico con petrifilm 3 m, vasos para dilución, equipo de desinfección, licuadora, micropipeta, cartuchos de 1000 uL, estuches de placas 3m levaduras, gradillas, tubos de ensayo, papel craf, tijeras desinfectadas y materiales volumétricos de pyrex

**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.

### ANEXO 15 Registro fotográfico de la incubación de placas 3M (levaduras y mohos)



**FECHA:** 06/06/2024

**ACTIVIDAD:** Placas 3m preparadas para su incubación, placas 3m petrifil posteriores a la incubación

**LUGAR:** Laboratorio de planta piloto de la EPIA de la UNAP- distrito de puno - provincia de puno - departamento de puno.



## ANEXO 16 Cartilla de evaluación final de análisis sensorial descriptivo

# EVALUACION DE ATRIBUTOS

### PRUEBA ATRIBUTOS

NOMBRE..... CODIGO DE MUESTRA.....

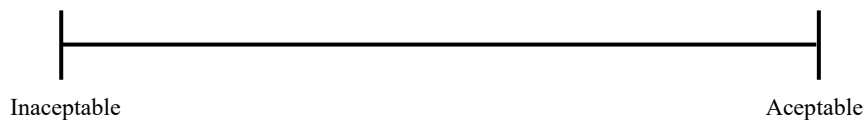
FECHA.....

#### Instrucciones:

1. Frente a usted hay una muestra, usted debe probarla y evaluarla acuerdo a los atributos mencionados
2. Marque con una línea vertical sobre la horizontal
3. Registre el código de la muestra

#### Apariencia Externa

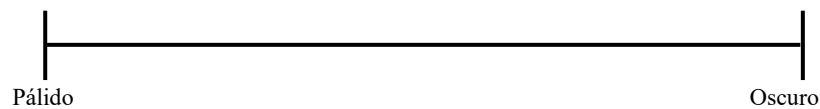
Comprende un conjunto de atributos percibidos por los sentidos de la vista (color) y el tacto (tamaño, forma)



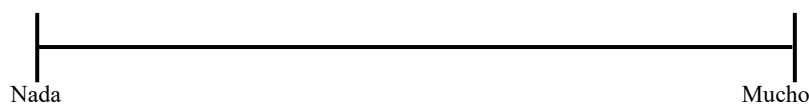
#### Color

Color: Se realiza mediante la comparación visual de las muestras con la denominada escala de color, el color de un alimento nos da indicios si el producto es comestible o no y sobre la identidad e intensidad del sabor

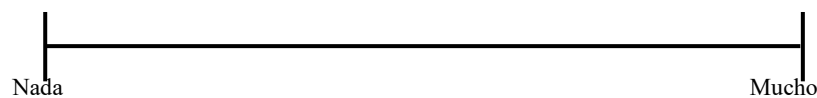
Profundidad: Es la cantidad de colores que puede mostrar una imagen.  
Referencia (pálido u oscuro)



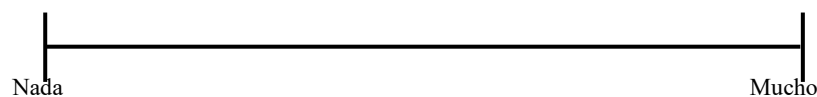
Cantidad de Blanco: Es un color acromático, de claridad máxima y oscuridad nula



Cantidad de amarillo: Semejante a la flor de diente de león

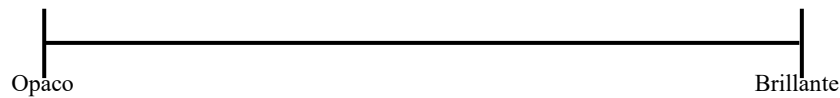


Zonas pardas: Ocasionado por proceso de oxidación de los carotenoides, reacciones químicas que degradan los pigmentos del tarwi, semejante a la coloración más característica de la tierra



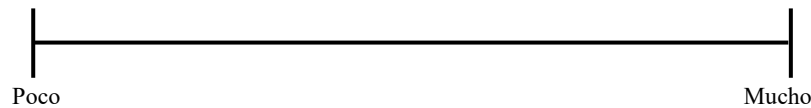


**Brillo:** Te indica si el color es oscuro o claro, es un rango de negro a blanco. Por ejemplo, puedes pasar de un rojizo opaco profundo a un rosado pastel



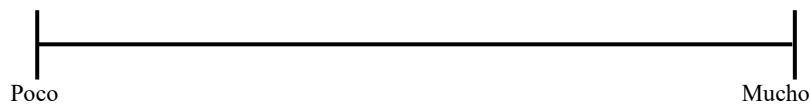
### Salado

Es uno de los 5 sabores básicos, responde a la capacidad específica de las papilas gustativas ubicados a ambos lados de la parte delantera de la lengua



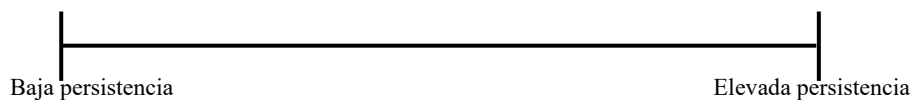
### Sabor láctico

El ácido láctico aporta acidez relativamente suave y agradable, como también aromas lácticos, el ácido láctico se usa como aditivo acidificante y potenciador de sabor



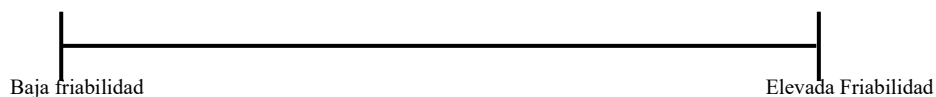
### Persistencia

La sensación olfato gustativa que permanece durante un cierto tiempo y que es similar a la sensación percibida cuando el producto estaba en la boca.



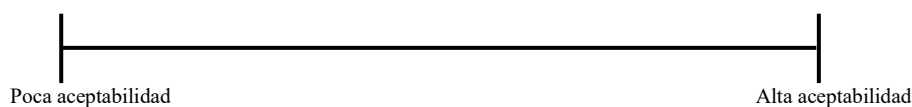
### Friabilidad

Capacidad de producir trozos más pequeños desde el principio de la masticación, se mastica una semilla de tarwi de 4 a 5 veces y se evalúa cuanto se desintegra.



### Aceptabilidad general

Al terminar la evaluación de los atributos ya mencionados se tendrá que evaluar de manera general que tan aceptable es el producto, teniendo en cuenta los atributos evaluados.





## ANEXO 17 Declaración jurada de autenticidad de tesis



Universidad Nacional  
del Altiplano Puno



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### DECLARACIÓN JURADA DE AUTENTICIDAD DE TESIS

Por el presente documento, Yo Genaro Joshep Uchurico Alarcón  
identificado con DNI 76538332 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado  
INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ EFFECTO DE LA CONCENTRACION DE CLORURO DE SODIO Y pH SOBRE LAS  
CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS, FÍSICO QUÍMICAS, SENSORIALES Y VIDA  
VITAL DE CONSERVA DE FAROJ (LUPINUS MUTABILIS) ”

Es un tema original.

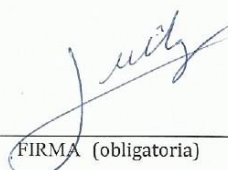
Declaro que el presente trabajo de tesis es elaborado por mi persona y **no existe plagio/copia** de ninguna naturaleza, en especial de otro documento de investigación (tesis, revista, texto, congreso, o similar) presentado por persona natural o jurídica alguna ante instituciones académicas, profesionales, de investigación o similares, en el país o en el extranjero.

Dejo constancia que las citas de otros autores han sido debidamente identificadas en el trabajo de investigación, por lo que no asumiré como tuyas las opiniones vertidas por terceros, ya sea de fuentes encontradas en medios escritos, digitales o Internet.

Asimismo, ratifico que soy plenamente consciente de todo el contenido de la tesis y asumo la responsabilidad de cualquier error u omisión en el documento, así como de las connotaciones éticas y legales involucradas.

En caso de incumplimiento de esta declaración, me someto a las disposiciones legales vigentes y a las sanciones correspondientes de igual forma me someto a las sanciones establecidas en las Directivas y otras normas internas, así como las que me alcancen del Código Civil y Normas Legales conexas por el incumplimiento del presente compromiso

Puno 13 de diciembre del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella



## ANEXO 18 Autorización para el depósito de tesis en el Repositorio Institucional



Universidad Nacional  
del Altiplano



Vicerrectorado  
de Investigación



Repositorio  
Institucional

### AUTORIZACIÓN PARA EL DEPÓSITO DE TESIS O TRABAJO DE INVESTIGACIÓN EN EL REPOSITORIO INSTITUCIONAL

Por el presente documento, Yo Genaro Joshep Ucharico Alarcon  
identificado con DNI 76538332 en mi condición de egresado de:

Escuela Profesional,  Programa de Segunda Especialidad,  Programa de Maestría o Doctorado

INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL  
informo que he elaborado el/la  Tesis o  Trabajo de Investigación denominada:

“ E F E C T O D E L A C O N C E N T R A C I O N D E C L O R U R O D E S O D I O Y  
pH SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLOGICAS, FISICO QUIMICAS,  
SENSORIALES Y VIDA ÚTIL DE CONSERVA DE TARWI (LUPINUS MUTABILIS)”

para la obtención de  Grado,  Título Profesional o  Segunda Especialidad.

Por medio del presente documento, afirmo y garantizo ser el legítimo, único y exclusivo titular de todos los derechos de propiedad intelectual sobre los documentos arriba mencionados, las obras, los contenidos, los productos y/o las creaciones en general (en adelante, los “Contenidos”) que serán incluidos en el repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.

También, doy seguridad de que los contenidos entregados se encuentran libres de toda contraseña, restricción o medida tecnológica de protección, con la finalidad de permitir que se puedan leer, descargar, reproducir, distribuir, imprimir, buscar y enlazar los textos completos, sin limitación alguna.

Autorizo a la Universidad Nacional del Altiplano de Puno a publicar los Contenidos en el Repositorio Institucional y, en consecuencia, en el Repositorio Nacional Digital de Ciencia, Tecnología e Innovación de Acceso Abierto, sobre la base de lo establecido en la Ley N° 30035, sus normas reglamentarias, modificatorias, sustitutorias y conexas, y de acuerdo con las políticas de acceso abierto que la Universidad aplique en relación con sus Repositorios Institucionales. Autorizo expresamente toda consulta y uso de los Contenidos, por parte de cualquier persona, por el tiempo de duración de los derechos patrimoniales de autor y derechos conexos, a título gratuito y a nivel mundial.

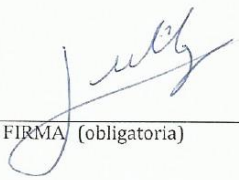
En consecuencia, la Universidad tendrá la posibilidad de divulgar y difundir los Contenidos, de manera total o parcial, sin limitación alguna y sin derecho a pago de contraprestación, remuneración ni regalía alguna a favor mío; en los medios, canales y plataformas que la Universidad y/o el Estado de la República del Perú determinen, a nivel mundial, sin restricción geográfica alguna y de manera indefinida, pudiendo crear y/o extraer los metadatos sobre los Contenidos, e incluir los Contenidos en los índices y buscadores que estimen necesarios para promover su difusión.

Autorizo que los Contenidos sean puestos a disposición del público a través de la siguiente licencia:

Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita: <https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

En señal de conformidad, suscribo el presente documento.

Puno 13 de diciembre del 2024

  
FIRMA (obligatoria)



Huella