



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**



**"INFLUENCIA DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA (*Minthostachys mollis*) EN LA ELABORACIÓN DE QUESO TIPO PARIÁ Y SU EFECTO FRENTE AL FERMENTO LÁCTICO"**

**Tania Gabriela Gonzales Meneses**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Asesor (a): M. Sc. Julio Rumualdo Gallegos Ramos**

**Co – asesor: Dr. Sc. Rubén Wilfredo Jilapa Humpiri**



**Juliaca, 2022**



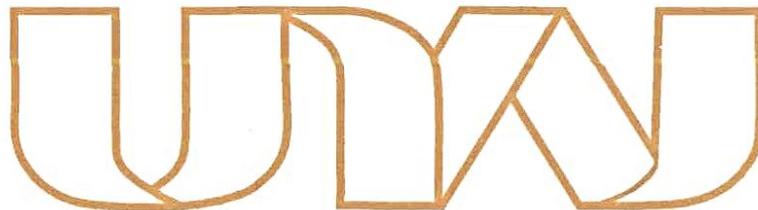


**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**



**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS  
ALIMENTARIAS**



**“INFLUENCIA DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA (*Minthostachys mollis*) EN LA ELABORACIÓN DE QUESO TIPO PARIÁ Y SU EFECTO FRENTE AL FERMENTO LÁCTICO”**

**Tania Gabriela Gonzales Meneses**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE**

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**Asesor (a): M. Sc. Julio Rumualdo Gallegos Ramos**

**Co – asesor: Dr. Sc. Rubén Wilfredo Jilapa Humpiri**



Juliaca, 2022



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS  
INDUSTRIALES**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**



**“INFLUENCIA DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA (*Minthostachys mollis*) EN LA ELABORACIÓN DE QUESO TIPO PARIÁ Y SU EFECTO FRENTE AL FERMENTO LÁCTICO”**

**Tania Gabriela Gonzales Meneses**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE

**INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

Asesor (a): **M. Sc. Julio Rumualdo Gallegos Ramos**

Co – asesor: **Dr. Sc. Rubén Wilfredo Jilapa Humpiri**

Juliaca, 2022

## FICHA CATALOGRÁFICA

Gonzales, T. (2022). *Influencia del aceite esencial de muña (Menthostachys mollis) en la elaboración de queso tipo paria y su efecto frente al fermento láctico*. (Tesis de ingeniería). Universidad Nacional de Juliaca.

**AUTOR:** Tania Gabriela Gonzales Meneses

**TÍTULO:** Influencia del aceite esencial de muña (*Menthostachys mollis*) en la elaboración de queso tipo paria y su efecto frente al fermento láctico.

**PUBLICACIÓN:** Juliaca, 2022

**DESCRIPCIÓN:** Cantidad de páginas (120 pp)

**NOTA:** Tesis de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias - Universidad Nacional de Juliaca.

**CÓDIGO:** 03-000012-03/G71

**NOTA:** Incluye bibliografía

**ASESOR:** M. Sc. Julio Rumualdo Gallegos Ramos

**CO-ASESOR:** Dr. Sc. Rubén Wilfredo Jilapa Humpiri

**PALABRAS CLAVE:**

Aceite esencial de muña (*Menthostachys mollis*), fermento láctico, queso tipo paria.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA  
FACULTAD DE INGENIERÍA DE PROCESOS  
INDUSTRIALES

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN  
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

“INFLUENCIA DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA (*Minthostachys  
mollis*) EN LA ELABORACIÓN DE QUESO TIPO PARIÁ Y SU  
EFECTO FRENTE AL FERMENTO LÁCTICO”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Presentada por:

Tania Gabriela Gonzales Meneses

Sustentada y aprobada ante el siguiente jurado:

Mg. Tania Jakeline Choque Rivera

PRESIDENTE DE JURADO



M.Sc. Lenin Quille Quille

JURADO (secretario)



2° MIEMBRO

M. Sc. Ciro William Taipe Huamán

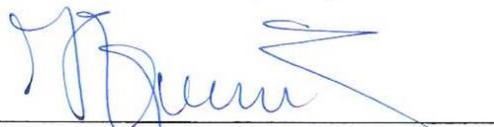
JURADO (Vocal)



3° MIEMBRO

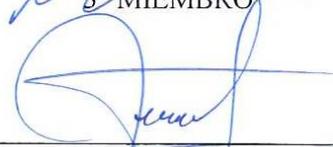
M.Sc. Julio Rumualdo Gallegos Ramos

ASESOR(A) DE TESIS



Dr.Sc. Ruben Wilfredo Jilapa Humpiri

CO-ASESOR DE TESIS



## DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía y darme cada día la oportunidad de vivir y llenarme de fortaleza en cada paso que doy.

A mis padres René Gonzales y Marcelina Meneses por su apoyo incondicional, sus consejos, haber sembrado en mí valores, por su motivación constante, que me han permitido ser una persona perseverante pero más aún por su inmenso amor.

A mi pareja de vida César por su apoyo y motivación y más aún a mi hija Zeynep Nadeshka, que se convirtió en el motor y motivo para que no se termine mis ganas de salir adelante y cada esfuerzo realizado sea por ellos "mi familia". También a mis hermanas Fiorela, Yessenia y Amalia por su apoyo moral desde que inicie la carrera y ahora más que nunca.

A mi familia UNAJ, mis docentes por inculcarme conocimientos que hoy son útiles y necesarios para mi desarrollo profesional.

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios por haberme mantenido con salud durante todo este tiempo y estar siempre presente en los momentos más difíciles.

A la Universidad Nacional de Juliaca, por ser mi alma mater desde que inicie mis estudios en el año 2013 formando parte de la primera promoción de la escuela profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias ya que en ella me brindaron conocimientos durante todo mi desarrollo profesional.

A mi asesor M. Sc. Julio R. Gallegos Ramos, por su guía, apoyo y motivación durante el desarrollo de mi proyecto de investigación.

Al Mg. Arturo Ramírez Mestas por su apoyo, motivación y además facilitarme las instalaciones de la planta quesera EMMITA. Para poder elaborar los quesos tipo paria con aceite esencial de muña.

A la facultad de Ingeniería Agroindustrial de la UNAP laboratorio de post cosecha.

A la M.V.Z. Luz Eliana Céspedes Rodríguez, encargada del laboratorio de microbiología de los laboratorios generales de la UNAJ.

A todos mis docentes por brindarme conocimientos durante los años de estudio, también agradecer a mis jurados por darse el tiempo de corregirme y aportar con sus conocimientos en la elaboración de esta investigación.

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
ÍNDICE GENERAL.....	iii
ÍNDICE DE TABLAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	ix
ÍNDICE DE ANEXOS.....	x
NOMENCLATURA.....	xi
RESUMEN.....	xii
ABSTRACT.....	xiii
INTRODUCCIÓN.....	xiv

### CAPÍTULO I

#### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.2.1. Objetivo general.....	2
1.2.2. Objetivos específicos.....	2
1.3. JUSTIFICACIÓN.....	3

### CAPÍTULO II

#### REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES.....	4
2.2. QUESO TIPO PARIA.....	6
2.2.1. Características de la leche empleada como materia prima.....	7
2.2.2. Composición química de los quesos.....	8
2.2.3. Etapas de elaboración del queso tipo paria.....	8
2.2.4. Alteración del queso tipo paria.....	12

2.3. FERMENTO LÁCTICO .....	12
2.3.1. Características de los fermentos lácticos .....	13
2.3.2. Función de los cultivos .....	13
2.3.3. Clasificación de los cultivos lácticos.....	14
2.4. MUÑA ( <i>Minthostachys mollis</i> ) .....	15
2.4.1. Descripción botánica .....	16
2.4.2. Clasificación taxonómica: .....	16
2.4.3. Características y metabolitos del aceite esencial de muña. ....	16
2.4.4. Usos del género <i>Minthostachys</i> . ....	17
2.5. ACEITES ESENCIALES.....	18
2.5.1. Características organolépticas de los aceites esenciales.....	19
2.5.2. Clasificación de los aceites esenciales.....	19
2.5.3. Proceso de obtención de aceites esenciales: .....	20
2.5.4. Rendimiento de los aceites esenciales. ....	21
2.5.5. Proceso de extracción del aceite esencial. ....	21
2.6. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA LECHE: .....	23
2.6.1. Coagulación y sinéresis .....	23
2.6.2. Proceso de sinéresis. ....	24
2.7. ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA. ....	24
2.8. ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE COLOR PARA ALIMENTOS. ....	25

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

3.1. MATERIALES.....	27
3.1.1.Lugar de la ejecución.....	27
3.2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL.....	29
3.2.2. Análisis preliminar de la calidad de la leche: .....	31
3.2.3. Procedimiento para el objetivo 1. ....	33

3.2.3.1. Método. ....	33
3.2.3.2. Diseño experimental.....	33
3.2.3.3. Diseño estadístico.....	34
3.2.4. Procedimiento para el objetivo 2. ....	34
3.2.4.1. Método. ....	34
3.2.4.2. Diseño experimental.....	36
3.2.4.3. Diseño estadístico.....	36
3.2.5. Procedimiento para el objetivo 3:.....	37
3.2.5.1. Método. ....	37
3.2.5.2. Diseño experimental.....	38
3.2.5.3. Diseño estadístico.....	38

## **CAPITULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

4.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA LECHE.....	40
4.1.1. Análisis sensorial de la leche.....	40
4.1.2. Determinación de la densidad.....	41
4.1.3. Determinación del pH de la leche.....	41
4.1.4. Determinación de la estabilidad de la leche. ....	41
4.1.5. Determinación de la acidez de la leche.....	42
4.2. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MICROBIOLÓGICO DEL QUESO TIPO PARIA Y FERMENTO LÁCTICO A LA APLICACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA.....	43
4.3. EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL QUESO TIPO PARIA. ....	45
4.3.1. Evaluación de las características fisicoquímicas del queso tipo paria.....	46
4.3.2. Análisis de varianza de las características fisicoquímicas.....	49
4.3.3. Evaluación de la textura del queso tipo paria. ....	50

4.3.4. Análisis de varianza de los parámetros texturales. ....	53
4.3.5. Evaluación de parámetro de color. ....	55
4.3.6. Evaluación de las características organolépticas. ....	56
4.3.7. Análisis estadístico de las características organolépticas. ....	62
4.4. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ADECUADA DE ACEITE ESENCIAL DE MUÑA PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO TIPO PARIA. ....	63
4.4.1. Determinación de las características físicas del aceite esencial .....	63
4.4.2. Propiedades organolépticas del aceite esencial de muña.....	64
4.4.3. Componentes bioquímicos – cromatografía de gases del aceite esencial de muña. .....	65
4.4.4. Determinación del porcentaje de rendimiento de aceite esencial. ....	66

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1. CONCLUSIONES.....	69
5.2. RECOMENDACIONES .....	70
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	71
ANEXOS .....	79

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Características del queso tipo paria .....	7
Tabla 2: Requisitos microbiológicos de la leche .....	7
Tabla 3: Microbiología para la leche pasteurizada.....	7
Tabla 4: Características físico químicas del queso tipo paria.....	8
Tabla 5: Composición proximal de los quesos tipo paria evaluados.....	8
Tabla 6: Características organolépticas del aceite esencial de muña. ....	17
Tabla 7: Propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de muña. ....	17
Tabla 8: Porcentaje de terpenoides del aceite esencial de muña (Menthostachys mollis):..	17
Tabla 9: Características y densidad de la leche: .....	32
Tabla 10: Características de la estabilidad de la caseína: .....	32
Tabla 11: Escala hedónica. ....	35
Tabla 12: Resultados del análisis sensorial de la leche: .....	40
Tabla 13: Resultados de las mediciones para determinar la densidad real de la leche.....	41
Tabla 14: Materiales y resultados de la prueba de estabilidad de la leche: .....	42
Tabla 15: Materiales empleados para la prueba de acidez de la leche: .....	42
Tabla 16: Cantidad de bacterias en UFC/ml con agar APC del queso tipo paria T1, T2 y T3 .....	43
Tabla 17: Cantidad de bacterias en UFC/ml con agar MacConkey del queso tipo paria T1, T2 y T3 .....	44
Tabla 18: Características químicas en queso tipo paria T1, T2 y T3 expresado en porcentaje .....	46
Tabla 19: Porcentaje promedio de humedad en queso tipo paria T1, T2 y T3.....	47
Tabla 20: pH promedio del queso tipo paria T1, T2 y T3 .....	48
Tabla 21: Resultados en los parámetros texturales del queso tipo paria T1, T2 y T3 .....	51
Tabla 22: Resultados en los parámetros de color del queso tipo paria T1, T2 y T3 .....	55
Tabla 23: Resultados de la apreciación del color, según la escala hedónica.....	56

Tabla 24: Resultados de la apreciación del sabor, según la escala hedónica .....	57
Tabla 25: Resultados de la apreciación del olor, según la escala hedónica.....	59
Tabla 26: Resultados de la apreciación de la apariencia, según la escala hedónica.....	60
Tabla 27: Resultados de la apreciación de la textura, según la escala hedónica .....	61
Tabla 28: Masa y volumen para calcular la densidad del aceite esencial de muña.....	63
Tabla 29: Resultados de la solubilidad del aceite esencial de muña en agua y etanol .....	64
Tabla 30: Propiedades organolépticas del aceite esencial de muña. ....	65
Tabla 31: Componentes bioquímicos – cromatografía de gases. ....	65
Tabla 32: Volumen y peso para calcular el rendimiento del aceite esencial de muña .....	66
Tabla 33: Promedio ponderado de la valoración organoléptica del queso tipo paria, según la escala hedónica .....	66
Tabla 34: ANOVA de las características fisicoquímicas del queso tipo paria T1, T2 y T3	98
Tabla 35: Prueba Post hoc HSD Tukey para los parámetros fisicoquímicos del queso tipo paria T1, T2 y T3.....	99
Tabla 36: ANOVA de los parámetros texturales del queso tipo paria T1, T2 y T3 .....	100
Tabla 37: Prueba Post hoc HSD Tukey para los parámetros texturales del queso tipo paria T1, T2 y T3.....	101
Tabla 38: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para los datos de las características organolépticas del queso tipo paria T1, T2 y T3 .....	102
Tabla 39: Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error para la aceptación de características organolépticas del queso tipo paria T1, T2 y T3 .....	102
Tabla 40: Prueba de efectos inter-sujetos de la aceptación de características organolépticas del queso tipo paria T1, T2 y T3 .....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Diagrama de flujo para la elaboración de queso tipo paria. ....	11
<i>Figura 2.</i> Estructura química de los Monoterpenos. ....	18
<i>Figura 3.</i> Clasificación de los aceites esenciales. ....	20
<i>Figura 4.</i> Diagrama de flujo del proceso de extracción del aceite esencial. ....	22
<i>Figura 5.</i> Estructura de la micela de caseína. ....	23
<i>Figura 6.</i> Evolución de la hidrólisis de la $\kappa$ -caseína. ....	24
<i>Figura 7.</i> Análisis de Perfil de Textura (TPA).....	25
<i>Figura 8.</i> Diagrama de cromaticidad de $a^*$ y $b^*$ . Representación del solido de colores para el espacio $L^*a^*b$ . ....	26
<i>Figura 9.</i> Diagrama de flujo experimental del proceso de investigación.....	30
<i>Figura 10.</i> Lactobacillus identificados en el queso tipo paria T1, T2 y T3. ....	45
<i>Figura 11.</i> Porcentaje promedio de humedad en queso tipo paria T1, T2 y T3.....	47
<i>Figura 12.</i> pH promedio del queso tipo paria T1, T2 y T3 .....	48
<i>Figura 13.</i> Resultados en los parámetros texturales del queso tipo paria T1, T2 y T3.....	52
<i>Figura 14.</i> Resultados de la apreciación del color, según la escala hedónica. ....	57
<i>Figura 15.</i> Resultados de la apreciación del sabor, según la escala hedónica. ....	58
<i>Figura 16.</i> Resultados de la apreciación del olor, según la escala hedónica.....	59
<i>Figura 17.</i> Resultados de la apreciación de la apariencia, según la escala hedónica.....	60
<i>Figura 18.</i> Resultados de la apreciación de la textura, según la escala hedónica .....	61
<i>Figura 20.</i> Medias marginales estimadas de la concentración del queso tipo paria. ....	68
<i>Figura 19.</i> Modelo determinado para la aceptación de características organolépticas y la concentración del queso tipo paria T1, T2 y T3 .....	103

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Ficha técnica del aceite esencial de muña.....	79
Anexo 2. Cálculo para determinar de la calidad de la leche.....	80
Anexo 3. Cálculo para determinar las características físicas del aceite esencial. ....	80
Anexo 4. Fotografías que evidencian el trabajo realizado.....	81
Anexo 5. Imágenes del proceso de evaluación de color en quesos. ....	82
Anexo 6. Preparación del Agar APC.....	83
Anexo 7. Preparación de las diluciones con fermento láctico y aceite esencial de muña. ..	86
Anexo 8. Observación de las placas Petri usando el equipo cuenta colonias.....	88
Anexo 9. Resultados del análisis microbiológico de los quesos. ....	91
Anexo 10. Resultados de las Bacterias Acido Lacticas vistas atraves del microscopio.....	93
Anexo 11. Elaboración de los quesos tipo paria.....	94
Anexo 12. Evaluación sensorial de los quesos tipo paria.....	95
Anexo 13. Resultados del ANOVA de un factor para los parámetros texturales.....	98
Anexo 14. Resultados de ANOVA para las características organolépticas.....	102

## NOMENCLATURA

ANOVA	: Análisis de Varianza
APC	: Agar Plate Count
BAL	: Bacterias del Ácido Láctico
CIE	: Comisión Internacional de la Iluminación
DCA	: Diseño Completamente al Azar
DIGESA	: Dirección General de Salud Ambiental
GES	: Grasa en Extracto Seco
INACAL	: Instituto Nacional de Calidad
MINSA	: Ministerio de Salud
NMP	: Número más probable
NTP	: Norma Técnica Peruana
NTS	: Norma Técnica Sanitaria
RAE	: Rendimiento de Aceite Esencial
TPA	: Análisis de Perfil de Textura
UFC	: Unidad Formadora de Colonias

## RESUMEN

La presente investigación tiene como objetivo evaluar la influencia del aceite esencial de muña en la elaboración de queso tipo paria y su efecto frente a la fermentación láctica. Se utilizó el enfoque cuantitativo de diseño experimental, tipo de investigación científica de desarrollo tecnológico. Los resultados muestran que el aceite esencial de muña obtenido tiene un rendimiento de 90.9%, con una densidad de 0.818 g/ml, índice de refracción 1.496495, es soluble en etanol al 70% o concentraciones mayores y 0.025 ml es la concentración adecuada para mejorar las características del queso tipo paria. Al aplicar aceite esencial de muña el comportamiento microbiológico del queso tipo paria y fermento láctico mejoran, ya que se eliminó los microorganismos patógenos, sin alterar la textura y color del queso. El uso del aceite esencial de muña influye en los parámetros fisicoquímicos, pues la humedad, grasa y proteína presentan diferencias significativas entre los quesos T1, T2 y T3 ( $p < 0.05$ ). Los parámetros texturales presentan diferencias significativas en la fuerza, dureza, elasticidad y masticabilidad ( $p < 0.05$ ), mientras que la adhesividad y cohesividad no las tienen. En el parámetro de color, el valor Delta E varía entre 38.08 a 48.82 lo que indica que existe la posibilidad de que los consumidores puedan diferenciar entre la variación del color del queso tipo paria. En las características organolépticas, como el color, sabor, olor, apariencia y textura evidenciaron que la muestra T2 con 0.025 ml de aceite esencial de muña conserva mejor estas características a lo largo del tiempo de almacenamiento. Se concluye que, la adición de aceite esencial de muña afecta de manera positiva al fermento láctico en la elaboración de queso tipo paria, ya que muestra una buena capacidad antimicrobiana, antioxidante, además mejora las características y propiedades fisicoquímicas, texturales y organolépticas del queso tipo paria.

**Palabras claves:** Aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*), fermento láctico, queso tipo paria.

## ABSTRACT

The objective of this research is to evaluate the influence of the essential oil of muña in the production of Paria-type cheese and its effect on lactic fermentation. The quantitative approach of experimental design, a type of scientific research of technological development, was used. The results show that the essential oil of muña obtained has a yield of 90.9%, with a density of 0.818 g/ml, refractive index 1.496495, it is soluble in ethanol at 70% or higher concentrations and 0.025 ml is the adequate concentration to improve the characteristics of Paria type cheese. The application of essential oil of pineapple improved the microbiological behavior of Paria cheese and lactic ferment, since pathogenic microorganisms were eliminated, without altering the texture and color of the cheese. The use of the essential oil of muña influences the physicochemical parameters, since moisture, fat, and protein show significant differences between T1, T2, and T3 cheeses ( $p < 0.05$ ). Textural parameters show significant differences in strength, hardness, elasticity, and chewiness ( $p < 0.05$ ), while adhesiveness and cohesiveness do not. In the color parameter, the Delta E value varies from 38.08 to 48.82, which indicates that there is a possibility that consumers can differentiate between the color variations of the Paria-type cheese. In the organoleptic characteristics, such as color, flavor, odor, appearance, and texture, it was evident that the T2 sample with 0.025 ml of essential oil of pineapple conserves these characteristics better throughout the storage time. It is concluded that the addition of essential oil of muña positively affects the lactic ferment in the production of Paria type cheese, since it shows a good antimicrobial and antioxidant capacity, in addition to improving the physicochemical, textural, and organoleptic characteristics and properties of Paria type cheese.

**Keywords:** Muña essential oil, lactic ferment, paria type cheese.

## INTRODUCCIÓN

En la actualidad, la necesidad de consumir alimentos de calidad que cumplan con estándares establecidos por la normatividad competente, además que posean un valor nutricional y contribuyan a mejorar la salud, al mismo tiempo que reducen el riesgo de enfermedades (Benito Flores, 2018), ha servido de motivación para buscar nuevas estrategias de producción e inclusión elementos adicionales que puedan mejorar las características de un producto alimenticio.

Además, en la industria de alimentos la medición instrumental del color sirve como herramienta de control de calidad pues es un método rápido, eficiente, barato y no destructivo, empleándose para la inspección del proceso de producción (Mathias-Rettig & Ah-Hen, 2014). Sin embargo, la preferencia del color de los alimentos varía en función de las condiciones psicosociales y culturales del consumidor (Ramírez-Navas, 2010).

En esa línea los aceites esenciales representan una alternativa importante para la preservación y mejorar el comportamiento microbiológico de los alimentos y en particular del queso tipo paria, pues estos aceites poseen propiedades antimicrobianas y antioxidantes que favorecen la conservación de las características fisicoquímicas, propiedades texturales y características organolépticas del queso. Pues los parámetros fisicoquímicos se pueden emplear en el control indirecto del contenido de BAL en los quesos paria (Díaz-García et al., 2020).

A pesar de los beneficios descritos anteriormente, es necesario realizar el análisis de cada una de estas características y como varían a medida que la concentración de aceite esencial se va incrementando, pues es necesario que esta pueda aplicarse en una medida específica para optimizar las propiedades y características del queso. En esa dirección, la industria alimentaria debe tomar en consideración ciertos elementos para poder ofrecer a los consumidores, productos diferenciados por su calidad y que cumpla con las características y expectativas de la población respecto a un producto específico (Benito Flores, 2018)

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Los aceites esenciales han sido considerados una alternativa interesante para la preservación de alimentos. La actividad antimicrobiana de algunos aceites ha sido estudiada ampliamente *in vitro*; sin embargo, el uso de aceites esenciales para inhibir el crecimiento microbiano en alimentos ha sido menos estudiado lo anterior se debe principalmente al impacto sensorial de los aceites esenciales, que requieren de alimentos compatibles. Además, se ha observado variabilidad en su composición, lo que se refleja en su potencial antimicrobiano. Es difícil garantizar una actividad antimicrobiana constante, considerando que se desconoce el mecanismo de acción de los constituyentes bioactivos, así como la interacción de estos con componentes de los alimentos (Gutierrez et al., 2008).

Se ha visto en los últimos años el interés por una alimentación saludable el cual ha impulsado a la industria alimentaria a desarrollar productos con beneficios nutricionales que contribuyan a una dieta equilibrada y disminuya el riesgo de padecer enfermedades. Pero el desafío para los productores artesanales y a mediana escala de queso tipo paria no es solo producir mayor cantidad, también que sean de buena calidad la cual engloba muchos aspectos en un producto, como sus características fisicoquímicas, microbiológicas, sensoriales y referentes a inocuidad. En las Américas, las estadísticas de las enfermedades transmitidas por alimentos, muestran que el queso presenta mala calidad bacteriológica, encontrándose *Staphylococcus aureus* y *Salmonella* spp, es decir, existe una manipulación inadecuada y deficiente calidad sanitaria (Merchán Castellanos et al., 2019). Siendo este último los motivos por el cual el queso llega a deteriorarse, presentando hinchazón u olores extraños debido a la presencia de bacterias que disminuyen el tiempo de conservación de los quesos.

Es por tal motivo que este trabajo de investigación busca evaluar la influencia del aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) en la elaboración de queso tipo paria y su

efecto frente al fermento láctico, dando uso al aceite esencial de muña acorde a su composición fisicoquímica, microbiológica y sensorial del queso elaborado.

Por lo expuesto, el presente estudio busca dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación:

#### **Pregunta de investigación**

- ¿Cuál es el efecto del aceite esencial de muña frente al fermento láctico en la elaboración de queso tipo paria?

#### **Preguntas específicas**

- ¿Cómo es el comportamiento microbiológico del queso tipo paria y fermento láctico a la aplicación del aceite esencial de muña?
- ¿De qué manera influye el aceite esencial de muña en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del queso tipo paria?
- ¿Cuál es la concentración adecuada de aceite esencial de muña para la elaboración de queso tipo paria?

## **1.2. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN**

### **1.2.1. Objetivo general**

- Evaluar la influencia del aceite esencial de muña en la elaboración de queso tipo paria y su efecto frente a la fermentación láctica.

### **1.2.2. Objetivos específicos**

- Evaluar el comportamiento microbiológico del queso tipo paria y fermento láctico a la aplicación del aceite esencial de muña.
- Evaluar la influencia del aceite esencial de muña en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del queso tipo paria.
- Determinar la concentración adecuada de aceite esencial de muña para la elaboración del queso tipo paria

### **1.3. JUSTIFICACIÓN**

La región Puno, está considerado dentro de los primeros lugares de actividad ganadera, por poseer condiciones favorables para la producción lechera y debido a que en estos últimos años el consumos de queso se ha incrementado considerablemente, el 70% de la producción lechera anual es destinada a la elaboración de queso debido a su valor nutricional, por lo que en la actualidad existen alimentos funcionales con probióticos (Agro Rural, 2019), los cuales traen múltiples beneficios al organismo humano. Esta tendencia trae como consecuencia la producción de quesos tipo paria para la ingesta de probióticos, donde la costumbre de consumir productos lácteos se basa generalmente por su calidad microbiológica, básicamente elaboradas en condiciones higiénico-sanitarias adaptadas en el sistema de producción, procesamiento y comercialización de este producto.

La búsqueda constante de una mejor calidad de vida nos lleva a la necesidad de emplear nuevos insumos (Zayas Barreras, 2018) o desarrollar productos obtenidos de fuentes naturales como es el caso del aceite esencial de muña, el cual reemplace a los aditivos químicos, no solo para beneficiar directamente al ser humano, sino que también al empleo de nuevos recursos naturales. La adición de aceite esencial de muña en la elaboración de queso tipo paria, constituye una combinación exenta de conservadores artificiales el cual responde a las preferencias de los productores y consumidores actuales que buscan alimentos funcionales y que aporten beneficios para la salud y a su vez nos sirvan como aditivo para la conservación de alimentos aparte de su poder antimicrobiano (Benito Flores, 2018), es muy importante tomar en cuenta su impacto sensorial, ya que tienen que ser agradables al paladar una vez aplicados al alimento el cual influye en la decisión del consumidor en el momento de elegir un producto el cual nos impulsa a producir productos naturales y de buena calidad.

## **CAPÍTULO II**

### **REVISIÓN DE LA LITERATURA**

#### **2.1. ANTECEDENTES**

Existen diversos estudios sobre la elaboración y características del queso, algunos importantes que sirvieron de punto de inicio para la formulación de este trabajo de investigación son el realizado por Díaz-García et al. (2020) quienes en su investigación evaluaron las características fisicoquímicas y el contenido de bacterias ácido-lácticas (BAL) del queso paria. Los quesos paria presentaron características organolépticas similares a los reportados en la NTP y los valores fisicoquímicos fueron; pH de 5,15 a 6,11; humedad de 42,94 a 45,33 g%; grasas de 27,33 a 31,0 g% y proteínas de 20,58 a 23,41g%. El contenido de BAL varió de 8,06 a 8,56 Log UFC/g. Además, determinaron que existen diferencias significativas entre el pH, grasas y contenido de BAL de los resultados obtenidos en los quesos paria. Establecieron que el contenido de BAL está en relación inversa con el pH y el contenido de grasas. Concluyendo que, dichos parámetros fisicoquímicos se pueden emplear en el control indirecto del contenido de BAL en los quesos paria.

Calampa et al. (2018) en su trabajo de investigación evalúa las características fisicoquímicas y microbiológicas del queso fresco elaborado en las localidades de Leymebamba, Molinopampa y Pomacochas. Para lo cual recolectó 16 muestras de 200 g de los lugares en cuestión. Los resultados que obtuvieron fueron en la acidez una variación de 0,09 a 1,49% y el pH de 5,35 a 6,52. Al comparar con la NTP.202.195 y NTP.202.193, verificó que el contenido de Grasa en Extracto Seco (GES) y proteína, está dentro de los parámetros, pero con respecto a la humedad solo el 69% cumplían con la NTP. Se demostró que existe la presencia de enterobacterias y ausencia de Salmonella sp y Shiguella sp. Además, 81,25% de las muestras tuvieron un recuento de mesófilos aerobios mayor a 105 UFC/g, las coliformes totales oscilaron entre 335 y 1100 NMP/g, coliformes fecales entre 11 y 1100 NMP/g, para Staphylococcus aureus, el 50% de las muestras presentaron un recuento superior a 105 UFC/g, lo anterior expone las deficiencias de la calidad higiénico

sanitario de los quesos fresco, pues no cumplen con los criterios establecido por NTP.202.195 (2010) y NTS N°071-MINSA/DIGESA-V.01.

Vásquez A. et al. (2018) en su artículo determinan la carga microbiana y evalúan la calidad bacteriológica del queso fresco industrial, comparando los resultados con lo establecido por la Norma Sanitaria de los Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad para los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano. Realizaron los análisis microbiológicos para la determinación de mesófilos viables, coliformes, *Escherichia coli*, *Salmonella* spp., y *Staphylococcus aureus*. Los resultados del análisis de la carga microbiana reportaron los siguientes valores promedio: mesófilos viables  $1.06 \times 10^5$  UFC/g, coliformes totales  $6.32 \times 10^3$  NMP/g, coliformes fecales  $4.75 \times 10^3$  NMP/g, muestras positivas para *Escherichia coli* 33.3%, *Staphylococcus aureus*  $4.02 \times 10^3$  UFC/g y ausencia de *Salmonella* spp. Al comparar dichos valores con la Norma Sanitaria correspondiente (R.M. N° 591-2008-MINSA). Concluye que los quesos de una de las seis empresas estudiadas presentan mejores condiciones microbianas.

Benito Flores (2018) en su investigación estudia el aceite esencial de chachacoma (*Senecio nutans* Sch.) evaluando su capacidad antimicrobiana, las propiedades físicas y características sensoriales en la elaboración de queso fresco Tipo Paria. Los resultados obtenidos le permiten afirmar que en las muestras de queso tipo paria la calidad microbiológica con respecto a mesófilos aerobios fue a los 21 días control (5.65 UFC/g), T1 (3.84UFC/g) y T2 (3.43UFC/g). El valor de  $\Delta E$  es mayor a 0.5 en los quesos adicionados con AE observándose que conforme avanzó el almacenamiento, el cambio de color es muy evidente en la muestra control, mientras que en las muestras con aceites el incremento es ligero a simple vista. Con respecto a la textura inicial a los 21 días de almacenamiento estos valores aumentaron. La humedad de las muestras osciló entre el 42 % y 45.5%. La evaluación sensorial mostró que grupo control y T1 pueden ser consideradas como aceptables, ya que varían entre las escalas de “me gusta poco” y “me gusta mucho”, pero el T2 con respecto a olor y sabor tienen el grado de aceptabilidad de “me disgusta poco”. Concluye que el AE de chachacoma presenta buena capacidad antimicrobiana y mejora las propiedades físicas del queso fresco tipo paria.

Guzmán (2015), en su estudio realiza el análisis de la textura del queso fresco de leche de vaca y cabra en diferentes periodo de almacenamiento. Por lo que, evalúa los parámetros texturales de dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad, gomosidad y masticabilidad. Concluye que la dureza y adhesividad se incrementó en el periodo de almacenamiento,

mientras que la elasticidad y cohesividad disminuyeron su valor. Determinó también que el contenido graso influye en los parámetros texturales a excepción de la dureza. Asimismo, la gomosidad y masticabilidad cambian en función de la dureza, cohesividad y elasticidad. Finalmente, los quesos de leche de vaca presentaron mayor dureza con respecto a los de leche de cabra, mientras que estos tienen mayor adhesividad, cohesividad y elasticidad.

Romero García (2015) en su trabajo evalúan la calidad fisicoquímica y microbiológica en la elaboración del queso doble crema en una fábrica de Lácteos de Belén (Boyacá). Al realizar el análisis fisicoquímico y microbiológico de la leche y el queso doble crema tomando en cuenta la normatividad colombiana para alimentos, en especial para derivados lácteos y leche, además 12 personas o entrenadas evaluaron las características organolépticas, como el olor, consistencia, sabor y aceptación. Concluyó que la calidad fisicoquímica y la contaminación microbiológica influyen en la calidad organoléptica del queso doble crema y afirma que es importante aplicar las Buenas Prácticas de Manufactura para disminuir la contaminación generada por los microorganismos.

Mathias-Rettig y Ah-Hen (2014) en su artículo analiza el color como característica que permite valorar la calidad de los alimentos. Ya que el color es influenciado por diversos factores como iluminación, espectro, pigmentos o particularidades de la muestra como son la superficie, tamaño, textura y brillo. Concluye que en la industria de alimentos la medición instrumental del color sirve como herramienta de control de calidad, pues es un método rápido, eficiente, barato y no destructivo, empleándose para la inspección del proceso e implementar estrategia de un proceso de automatización para esta evaluación de rutina.

Ramírez-Navas (2010) en su estudio sobre la espectrocolorimetría, analiza el color como el primer factor organoléptico que percibe el consumidor, convirtiéndolo en un potente indicador para el control de calidad del producto. Concluye que, la preferencia del color de los alimentos varía en función de las condiciones psicosociales y culturales del consumidor.

## **2.2. QUESO TIPO PARIÁ**

Es un queso semiduro que se produce en el altiplano peruano, proveniente de la leche de bobina y su producción está muy extendida en el norte de la región Puno, de donde a su vez es originaria, este tipo de queso presenta una corteza corrugada debido a que se utiliza en algunos casos moldes hechos de paja, siendo este de color marfil amarillento. Tiene un sabor característico y posee una textura firme. Su composición es; leche pasteurizada de

vaca, cultivos lácticos, cloruro de sodio y cuajo. Teniendo un porcentaje de agua no mayor al 40% y el pH de 5.5 (Vargas Ramos & Vigo Portocarrero, 2016).

**Tabla 1: Características del queso tipo paria**

Queso tipo paria	Características
Olor	Característico a la maduración
Sabor	Característico a la maduración
Color	Marfil acentuado
Textura	Firme
Corteza (cáscara)	2 a 3 mm y ausencia de materias extrañas.
Condición de almacenamiento	Refrigeración (4 a 6 °C) y HR de 75 – 90%

Fuente: Orihuela Carhuallanqui (2016)

### 2.2.1. Características de la leche empleada como materia prima

La leche a utilizar en la elaboración de un queso madurado debe ser de la mejor calidad, integro, no alterado y sin calostro, obtenidos del ordeño higiénico, regular, completos y no interrumpido, de hembras mamíferas sanas y bien alimentadas. Dado que uno de los principales productos lácteos son los quesos. Que para lo cual es necesario una leche de buena calidad, los principales aspectos que permiten conocer la calidad quesera de la leche son: su composición físico - química, contenido en gérmenes patógenos y alterantes, características sensoriales y nutritivas (Solórzano Mamani, 2017).

**Tabla 2: Requisitos microbiológicos de la leche**

Microorganismos	Máximo UFC/ml
Mesófilos aerobios viales	$10^6$
Coliformes	$10^3$

Fuente: NTP 202.001 (INACAL, 2016)

**Tabla 3: Microbiología para la leche pasteurizada**

Agente microbiano	Unidad	Categoría	Clase	n	c	Limite por ml	
						m	M
Aerobios mesófilos	UFC/ml	3	3	3	1	$2 \times 10^4$	$5 \times 10^4$
Coliformes	UFC/ml	3	3	3	2	1	10

Fuente: Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI (2017)

**Tabla 4: Características físico químicas del queso tipo paria**

<b>Componentes Nutricionales</b>	<b>Porcentaje % (*)</b>
Proteína	21.7
Humedad	41.8
Grasa	28.5
Cenizas totales	5.4
Carbohidratos	2.6

Fuente: Isique Huaroma (2014)

### 2.2.2. Composición química de los quesos

El queso comparte casi las mismas propiedades nutricionales con la leche; a excepción de la lactosa, los otros componentes se encuentran más concentrados. Además de brindar un excelente aporte de proteínas de alto valor biológico, el queso se destaca por ser una fuente importante de calcio y fósforo.

**Tabla 5: Composición proximal de los quesos tipo paria evaluados**

<b>Componentes</b>	<b>Queso crudo</b>	<b>Queso termizado</b>	<b>Queso pasteurizado</b>
Humedad (%)	45.80	45.14	45.26
Proteína total (%)	24.10	23.29	23.34
Ceniza (%)	3.00	3.96	3.99
ELN (%)	2.80	3.65	3.46
Energía (Kcal/100g)	323.22	316.62	317.36
Índice de acidez (%)	6.80	3.10	3.00
Ph	6.59	6.65	6.62
Peróxidos (meq/kg)	1.00	1.11	1.11
Cloruro de sodio (%)	2.00	2.15	2.30

Fuente: NTP 202.195 (INACAL, 2019)

### 2.2.3. Etapas de elaboración del queso tipo paria

Según Solórzano (Solórzano Mamani, 2017) nos habla que el proceso de producción es:

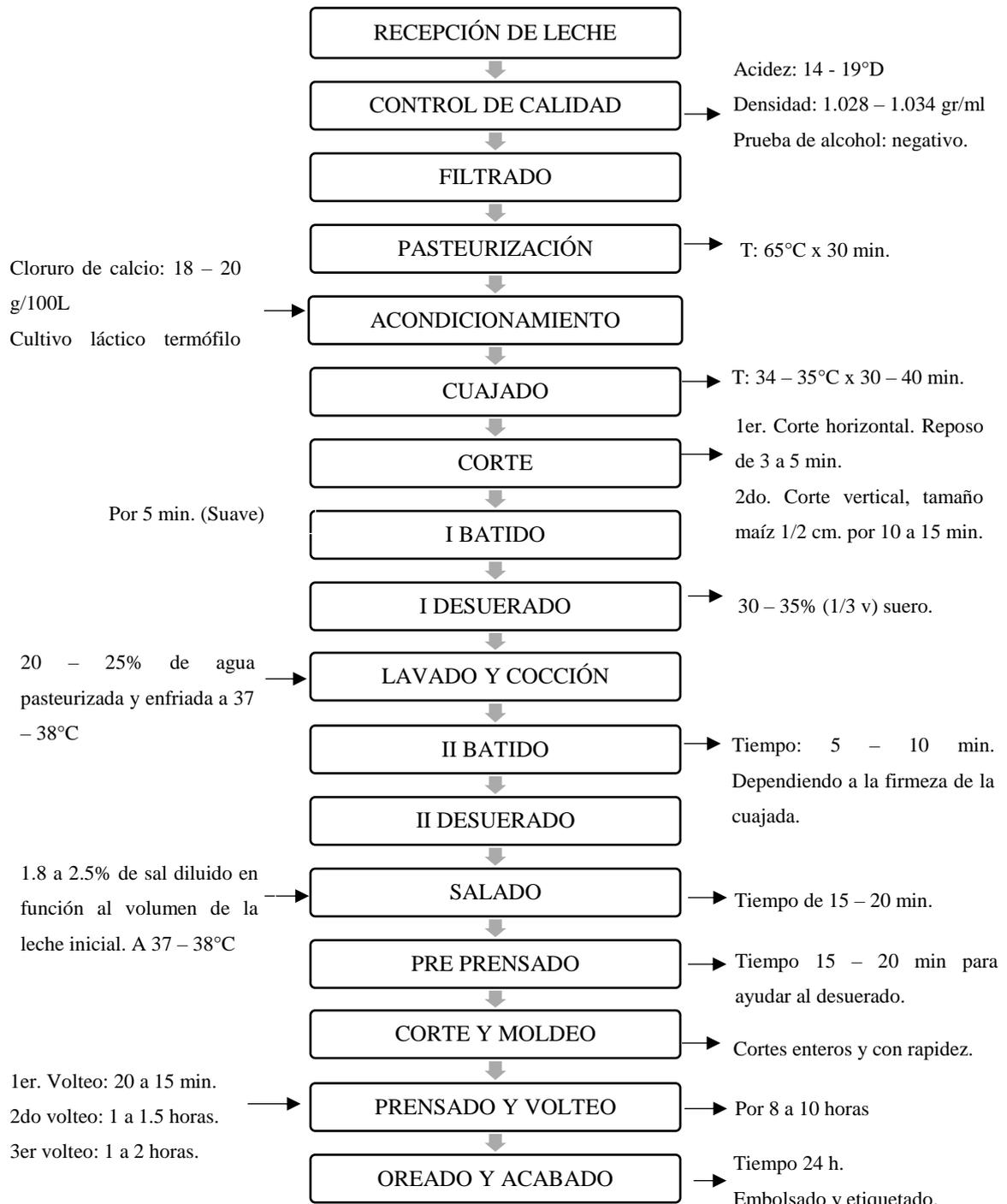
- a. Acopio de la leche:** Se recomienda usar envases como porongos de acero inoxidable o de aluminio anodizados, limpios y desinfectados. El transporte debe ser rápido y evitando que se agite, pues esto hace que la leche se separe de la nata, además la incorporación de aire a la leche hace que se fermente rápidamente.
- b. Control de calidad:** Una vez que la leche llegue hacia la quesería se debe realizar de manera inmediata el control de calidad de cada uno de los porongos de leche, en donde se tiene los siguientes parámetros:
- Acidez de la leche: 14 - 19°D
  - Densidad : 1.028 - 1.034 gr/ml
  - Prueba de alcohol: Negativo (no debe cortar)
- c. Filtrado de la leche:** Se realiza utilizando una tela limpia y fina, se realiza con la finalidad de poder retener sustancias extrañas a la leche.
- d. Pasteurización:** La leche se pasteuriza a 65°C y deja en reposo por 30 minutos.
- e. Acondicionamiento:** Una vez cumplido el tiempo de reposo se procede a enfriar a una temperatura de 38°C la leche, durante esta etapa se adiciona los siguientes insumos y aditivos:
- Temperatura de 45°C. Adicionar Cloruro de Calcio: 18 a 20 gr/100 litros.
  - Temperatura de 40°C. Adicionar Fermento Láctico TERMÓFILO (0.5%), es opcional, el cultivo se agrega con la finalidad de mejorar la conservación del producto.
  - Se adiciona el aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*), al 0.025 ml x kg y 0.05 ml x kg. Durante 5 min.
- f. Cuajado:** El cuajado de la leche debe ser de 34 a 35°C por un tiempo de 30 a 45 minutos. El coagulante que se utiliza debe ser quimosina, la dosificación que se debe aplicar es de acuerdo a sus especificaciones técnicas de cada fabricante.
- g. Corte de la cuajada:** Verificar si esta lista la cuajada, si la cuajada tiene una consistencia gelatinosa y al levantar con el cuchillo se parte finalmente, la cuajada está listo para el corte:
- Primer corte. Lira horizontal, dejar en reposo 3 a 5 minutos.
  - Segundo corte: Lira vertical, el tamaño de grado que se debe lograr es grano de maíz.

Finalmente se realiza el reposo durante 5 min, con la finalidad de que el grano de cuajada suelte suero de esa forma endureciendo los granos de la cuajada.

- h. Primer batido:** Se realiza un batido lento para no romper los granos, pero a su vez, se evitará que se aglomeren y se ira observando cómo está la cuajada. medida que los granos van aumentando su consistencia, el batido va en aumento. Este primer batido demora de 10 – 15 minutos.
- i. Primer desuerado:** Consiste en retirar parte del suero obtenido, como resultado del corte y batido, se recomienda un 30 a 35% de la leche cortada. Ejemplo: por cada 100 litros de leche retirar 35 litros de suero, la acidez del suero no debe ser más de 12°D.
- j. Lavado y cocción:** Se lava la cuajada agregando agua hervida a T° de 50 – 60°C en forma lenta hasta incrementar a 37 a 38°C, la finalidad es diluir los componentes del suero. El batido debe ser fuerte hasta que endure el grano. La proporción recomendada de agua es de 20 a 25% de acuerdo a la acidez del suero.
- k. Segundo batido:** Esta operación servirá para dar el “punto” a la cuajada. Por lo general se toma la cuajada con una mano, se aprieta y al abrirla si la cuajada mantiene la forma, este pronto para ser moldeada, el tiempo de batido puede variar de 5 a 10 minutos.
- l. Segundo desuerado:** Inmediatamente después del segundo batido de la cuajada, se procede a retirar el suero, hasta que se vean los granos de la cuajada.
- m. Salado:** Se realiza de manera directa en tina con 1.8 2.5% de sal, primero se debe diluir la sal en agua y pasteurizar a 85°C por 5 minutos y a temperatura de 37 a 38°C, para agregar a la cuajada y dejar reposar de 15 a 30 minutos.
- n. Pre - Prensado:** Se realiza con la finalidad de poder lograr un buen desuerado de la cuajada, para la cual se utiliza 20 – 25 Kg de peso por cada 100 litros de leche, puede ser sin suero o bajo suero, el tiempo puede variar de 15 – 20 minutos. La ventaja de realizar el pre prensado es que vamos a tener un queso con muy pocos o nada de ojos mecánicos y nos facilita el moldeo.
- o. Moldeado:** El proceso de moldeo se realiza haciendo los cortes respectivos en la tina con un cortador inox o cuchillo, que sea acorde con el diámetro del molde, este proceso es inmediato, se deben evitar corrientes de aire provenientes de alguna puerta o ventana abierta, pues se puede producir un enfriamiento en el queso y durante la maduración puede producirse rajaduras en el queso, la temperatura del moldeo no debe ser menor de 36°C.
- p. Prensado:** En esta etapa se busca seguir eliminando suero, compactar la cuajada y dar definitivamente la forma del queso. El tiempo para el prensado es de 8 a 10 horas,

debe ser de manera gradual (de menor a mayor presión). Para el caso de moldes de PVC, se debe voltear por tres veces: - Primer volteo: 20 a 25 minutos. - Segundo volteo: 1 a 1.5 horas. - Tercer volteo: 1 a 2 horas

**q. Almacenamiento:** Por 5 a 15 días a temperatura de 15° y 21° C, con el fin de evaluar la vida útil del queso tipo paria.



**Figura 1.** Diagrama de flujo para la elaboración de queso tipo paria.

Fuente: Solórzano Mamani (2017)

#### **2.2.4. Alteración del queso tipo paria**

La flora bacteriana varía con los distintos tipos de quesos e inclusive entre varios quesos del mismo tipo, dependiendo siempre de la carga microbiana inicial de la leche y la eficiencia de la pasteurización. Entre los microorganismos que pueden generar un riesgo para el consumidor y que puede presentar el queso fresco son: Coliformes, *Escherichia coli*, hongos y levaduras *Staphylococcus aureus*, *Salmonella spp.*, *Lactobacilos spp.*, y *Listeria monocytogenes*.

La alteración o deterioro del queso no solo depende de los microorganismos presentes, sino también de la composición química del alimento y la carga inicial. Algunos factores son: la actividad del agua, pH y acidez del alimento que favorecen el crecimiento bacteriano, el tratamiento térmico aplicado a la leche previo al procesamiento del queso (temperatura y humedad), y por último la relación de dependencia entre los microorganismos presentes en el queso.

Sin embargo, existen dos tipos: el crecimiento superficial de microorganismos, como los mohos, y la producción de gas, por el cual se da la alteración del sabor y aroma, por el crecimiento de microorganismos al interior de la masa del queso (Orihuela Carhuallanqui, 2016).

### **2.3. FERMENTO LÁCTICO**

Según CEDEPAS Norte (2016), son microorganismos (bacterias) que tienen la capacidad de consumir la lactosa presente en la leche para convertirla en ácido láctico. Este proceso se suele llamar fermentado o acidificado de la leche o la nata y tiene como primer resultado evidente el cambio de sabor, bastante ácido y los cambios de textura.

Las bacterias ácido lácticas (BAL) corresponden al phylum Firmicutes que contiene aproximadamente 20 géneros, el más importante de ellos es el *Lactobacillus*. Las clases y propiedades de los organismos iniciadores que se emplean para la producción de leches fermentadas determinan la calidad del producto. El criterio de selección de iniciadores considera la acidificación, aroma, sabor, estabilidad y textura (Parra Huertas, 2010).

Las BAL se clasifican por la fermentación de la lactosa en homofermentativas las cuales solo producen ácido láctico y las heterofermentativas, las que producen ácido láctico y otros compuestos (Parra Huertas, 2010).

Son bacterias que nos van a ayudar a enriquecer la leche destinada a producir queso con el siguiente propósito:

- Transformación del azúcar de la leche (lactosa) en ácido láctico.

- El ácido láctico evita la contaminación con gérmenes extraños (competencia entre ellas).
- Maduración y transformación del aroma típico del queso.

### 2.3.1. Características de los fermentos lácticos

Según PRADERA (2011), los cultivos lácticos tienen las siguientes características:

- La bacteria acidificante asegura la presencia de ácido láctico en el queso, prolongando el tiempo de conservación, pues las altas acideces no permiten vivir a los microorganismos de la putrefacción.
- Las bacterias son aromatizantes, aumentan su calidad produciendo un buen sabor y olor.
- Facilita la acción del cuajo (coagulación).
- Promueve la sinéresis de la cuajada.
- Inhibe el desarrollo de gérmenes patógenos e indeseables.
- Desarrolla el sabor en queso de pasta blanda y semidura.
- Desarrollo de sabor y textura en quesos de pasta semidura y dura.
- Formación de ojos en quesos de pasta semidura.
- Apertura de la masa en quesos de pasta blanda para facilitar el crecimiento de hongos.

### 2.3.2. Función de los cultivos

Los cultivos o fermentos lácticos son utilizados en los productos lácteos, para darle determinadas características a los productos como sabor, aroma, textura y apariencia (Agüero et al., 2017).

- **Desarrollo de acidez:** Las bacterias lácticas utilizan la lactosa de la leche como fuente de energía y la transforman en ácido láctico y pequeñas cantidades de otras sustancias como ácido acético, ácido fórmico y anhídrido carbónico.
- **Compuesto de aroma y sabor:** Algunas bacterias lácticas producen pequeñas cantidades de acetaldehído y diacetilo, por la fermentación de los citratos, otorgando sabor y aroma agradable, además producen anhídrido carbónico que van a formar los ojos de algunos quesos.
- **Actividad lipolítica y proteolítica:** Esta actividad tiene influencia en la formación de compuestos de sabor y aroma típicos en variedades de quesos maduros como son

ácidos grasos libres y transformaciones enzimáticas de algunos aminoácidos produciendo amoníaco y ácidos orgánicos (ácido acético, ácido propiónico, ácido isobutírico) y anhídrido carbónico.

### 2.3.3. Clasificación de los cultivos lácticos.

Los cultivos lácticos se clasifican por su temperatura de desarrollo los cuales son:

#### A. Mesófilos.

Heredia Castro (2011) menciona las bacterias que se desarrollan de 20 a 35°C, son utilizados mayormente para quesos blandos y semiduros, incluyen:

- *Lactococcuslactis* subsp. *Cremonis*
- *Lactococcuslactis* subsp. *Lactis*
- *Lactococcuslactis* subsp. *Lactis biovar*
- *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *Cremonis*

A la vez se pueden clasificar de acuerdo a la fermentación que produce, esto es:

**Mesófilos homofermentativas:** El grupo de estas bacterias generan más del 85% de ácido láctico usando la glucosa. Además, el ácido láctico es el producto fundamental de la fermentación. Las BAL de esta clase tienen como componentes a la aldolasa y hexosa isomerasa, pero no tienen fosfoacetolasa (Parra Huertas, 2010). Estas bacterias a partir de la lactosa de la leche producen ácido láctico, no fermentan citrato ni producen CO<sub>2</sub>, son utilizados en la industria láctea para procesar quesos no cocidos, blandos de textura o pasta cerrada de alta humedad y maduración corta, como queso andino, tilsit, etc. Ese grupo incluye:

- *Lactococcuslactis* subsp. *Cremonis*.
- *Lactococcuslactis* subsp. *Lactis*.

**Mesófilos heterofermentativas:** Estas bacterias pueden descomponer el ácido cítrico que es fermentado obteniéndose anhídrido carbónico y diacetilo, el anhídrido carbónico que es producido por las bacterias mesófilos heterofermentativas, cuando fermentan ácido cítrico y lactosa, también lactato en el proceso de elaboración de queso se acumulan en los agujeros de los quesos, dando lugar a los clásicos ojos.

- *Lactococcuslactis* subsp. *Lactis biovar. Diacetylactis*.
- *Leuconostoc mesenteroides* subsp. *Cremonis*.

## **B. Termófilos.**

Dentro de esta familia se encuentran las bacterias termófilas que por razones de sus características son utilizadas como fermentadoras y productoras de ácido láctico, para darles cualidades a los quesos y protegerlos contra la acción de otros organismos dañinos, produciendo ácido láctico como producto metabólico final de la fermentación de carbohidratos de la leche, son utilizados en la industria láctea para procesar quesos de pasta cocida, duros de pasta cerrada y larga maduración como queso parmesano emmenthal, etc (Agüero et al., 2017).

Su rango de temperatura es de 30 – 55°C y son las siguientes especies:

- Lactobacillus bulgaricus
- Lactobacillus lactis
- Lactobacillus helveticus
- Lactobacillus casei
- Lactobacillus plantarum
- Streptococcus termophilus

De acuerdo al grado de acidificación se puede agrupar de la siguiente forma:

**De acidificación fuerte:** Para producción de queso duro, favorece la proteólisis durante la maduración, influye en el sabor del queso.

- Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus
- Lactobacillus delbrueckii subsp. Lactis
- Lactobacillus helveticus

**De acidificación débil:**

- Streptococcus termophilus

## **2.4. MUÑA (*Minthostachys mollis*)**

Es un arbusto leñoso, de talo tetragonal, bastante tupido en las hojas, las cuales son pequeñas, ovales, presentando pilosidad en los peciolo y cara inferior, en los que se deposita la mayor cantidad de esencia. Raíz de aspecto leñoso, su crecimiento se da en grupos o matas. Posee aceite esencial en las glándulas odoríferas de la hoja (Camacho, 2011).

#### **2.4.1. Descripción botánica**

La muña es una planta arbustiva, erecta y rastrera generalmente de 0.03 cm a 1.250 m; de raíz pivotante y de fuerte consistencia, que a partir de la corona emerge un gran número de tallos con abundante población foliar entre anchas y angostas alternas y simples, es decir sin brácteas de tallo cuadrangular con ritidomas de color marrón, inflorescencia racimosa dicotómica de 10 a 30 flores ya sean de formas solitarias o asociadas formando glomérulos.

#### **2.4.2. Clasificación taxonómica:**

Clasificación taxonómica de la muña según Cano Pérez (2007).

División : Fanerógama.

Subdivisión : Angiosperma.

Clase : Dicotiledónea.

Subclase : Gamopétala.

Orden : Tubiflorales.

Familia : Lamiaceae.

Género : *Minthostachys*.

Especie : *Minthostachys mollis*

#### **2.4.3. Características y metabolitos del aceite esencial de muña.**

El rendimiento del proceso de extracción del aceite esencial de “muña” por el método de arrastre de vapor de agua, el cual fue de 0,19% p/p. las características organolépticas y propiedades fisicoquímicas que detallan en la siguiente tabla 6 (Cano et al., 2008), dichos datos coinciden con los de la tabla 6 (Carhuapoma Y. et al., 2009).

**Tabla 6: Características organolépticas del aceite esencial de muña.**

<b>Características organolépticas:</b>	
Color	Ligeramente verde amarillento
Olor	Aroma agradable (similar al mentol)
Sabor	Picante fresco, no persistente
Aspecto	Líquido fluido y transparente

Fuente: Cano et al., (2008)

**Tabla 7: Propiedades fisicoquímicas del aceite esencial de muña.**

<b>Propiedades fisicoquímicas:</b>	
Densidad relativa (25°C)	0.9189 g/L
Índice de refracción (20°C)	1.4727
Rotación específica (20°C)	+3° 45'
Solubilidad en etanol	95%

Fuente: Carhuapoma Y. et al. (2009)

**Tabla 8: Porcentaje de terpenoides del aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*):**

<b>Metabolito</b>	<b>Tiempo de retención (min)</b>	<b>Composición</b>
Pulegona	13.20	36,68
Mentona	11.09	24,24
Limoneno	5.32	0,77
Mirceno		Trazas
Mentol	12.80	No detectable

Fuente: Cano Pérez (2007)

#### **2.4.4. Usos del género *Minthostachys*.**

Según Camacho (2011) menciona el uso del género *Minthostachys*:

- a) **Uso alimenticio:** La muña se usa en comidas típicas de la zona andina, como condimento. Se usa en diversas sopas y segundos.
- b) **Uso medicinal:** Las diferentes especies del género *Minthostachys* poseen la composición de su aceite esencial principios activos que actúan sobre el organismo.

Los tratamientos a base de plantas son muy variados, en el caso de la muña, el tratamiento principal es el mate o infusión que consiste en extraer principios activos

vertiendo agua hirviendo sobre la planta (hojas y tallos). Es así que la muña se utiliza de forma tradicional como antiséptica, analgésica, antiinflamatoria, carminativa, antihemorrágica y purgante.

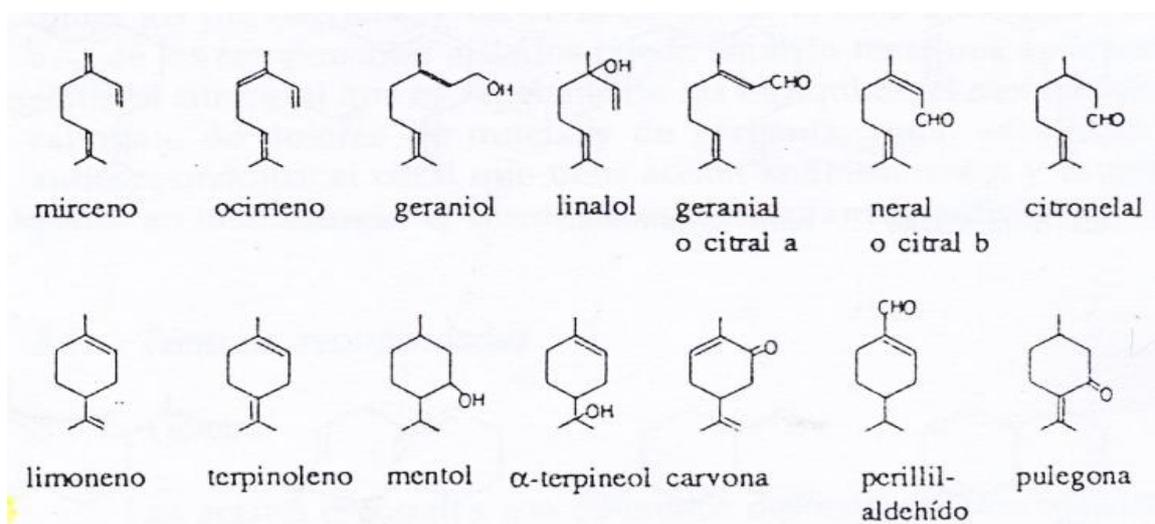
**c) Uso agrícola:** Los campesinos andinos lo utilizan para conservar la papa, según ellos, este tiene un efecto repelente sobre los gusanos de tierra, pero se sabe por estudios que si tiene propiedades repelentes contra el gorgojo de los andes.

**d) Uso veterinario:** Al igual que en los humanos, se emplea la muña junto a otras hierbas aromáticas como purgante para desparasitar al ganado.

## 2.5. ACEITES ESENCIALES.

Los aceites esenciales son las fracciones líquidas volátiles, generalmente destiladas por arrastre con vapor de agua, que contienen las sustancias responsables del aroma de las plantas, son importantes para la industria cosmética (perfumes y aromatizantes), nutracéutica (condimentos y saborizantes) y farmacéutica. En su gran mayoría son de olor agradable, aunque existen algunos de olor desagradable como por ejemplo del ajo y cebolla (Perdomo Acevedo & Palomarez Ardila, 2015). Los aceites esenciales generalmente son mezclas complejas de hasta más de 100 componentes que pueden ser:

Compuestos alifáticos de bajo peso molecular (alcanos, alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres y ácidos), Monoterpenos, Sesquiterpenos y Fenilpropanos (Martínez, 2003).



**Figura 2.** Estructura química de los Monoterpenos.

Los aceites esenciales se encuentran en las estructuras celulares de la epidermis más específicamente de las glándulas secretoras especializadas conocidas como tricomas glandulares (Linde et al., 2016).

### **2.5.1. Características organolépticas de los aceites esenciales**

La calidad y la intensidad de los aceites esenciales varían debido a la variedad de la planta, condiciones de cultivo, época de recolección, parte cosechada de la planta, manejo del material vegetal, métodos de extracción, otros.

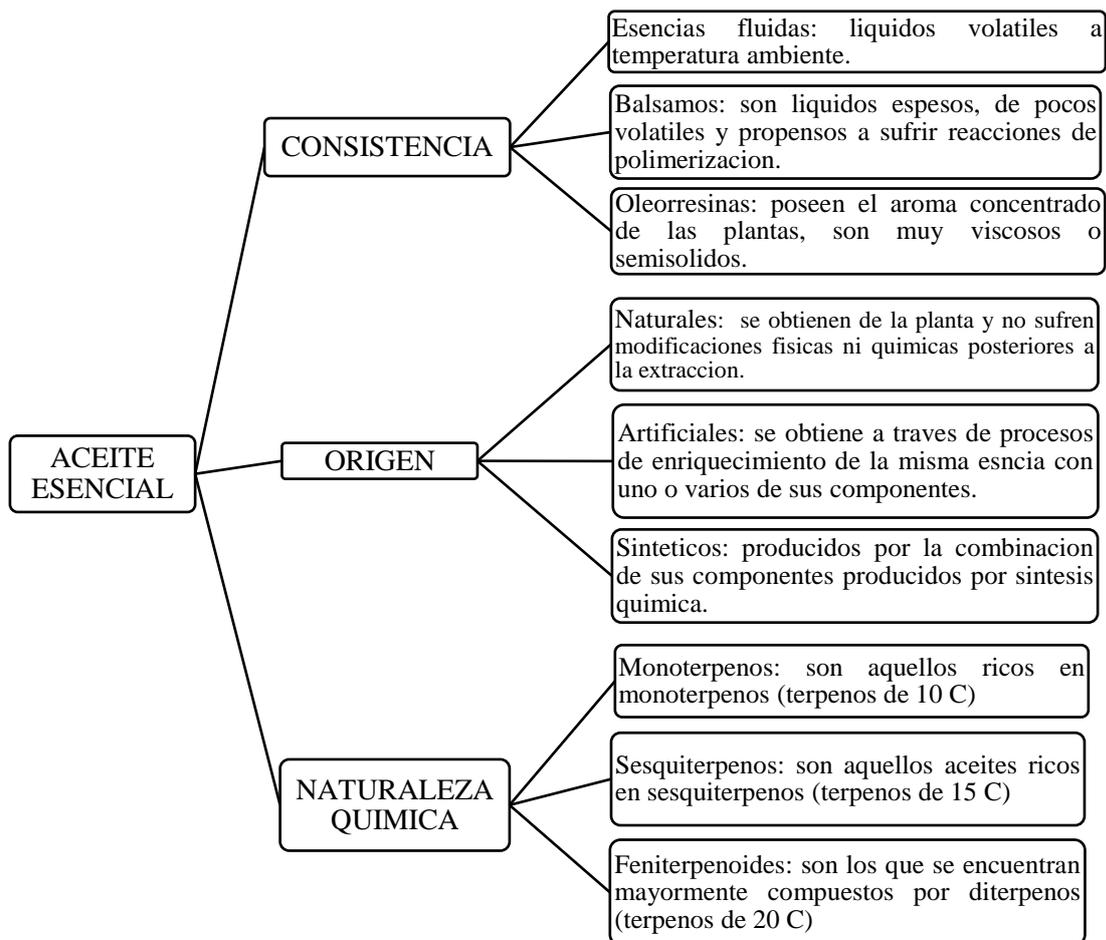
Los principios activos están determinados por los siguientes factores según (Benito Flores, 2018):

- Genético: Se le considera el factor principal (metabolismo secundario)
- Ontogenético: Varía de acuerdo con la edad y el estado de desarrollo de la planta.
- Ambiental: Los genes responsables de la producción de principios activos pueden ser activados o desactivados de acuerdo con las condiciones climáticas, nutricionales y de ataque de plagas.

Se describe el olor, color, sabor y aspecto de los aceites obtenidos, puesto que estas características físicas contribuyen a la definición de la calidad y demás orientan sobre las posibles aplicaciones industriales.

### **2.5.2. Clasificación de los aceites esenciales.**

Los aceites esenciales se clasifican en base a diferentes criterios: de acuerdo a su origen, composición química, empleo, punto de ebullición, etc (Camacho, 2011).



**Figura 3.** Clasificación de los aceites esenciales.

Fuente: Perdomo Acevedo & Palomarez Ardila (2015).

### 2.5.3. Proceso de obtención de aceites esenciales:

**Recolección:** La recolección se debe realizar preferentemente durante clima seco, nunca cuando llueve o mientras la humedad ambiental sea elevada. Debe de recogerse libre de desechos, tierra, enfermedades, pesticidas, contaminantes microbiológicos y ambientales. Para ello deberán cosecharse en la siguientes épocas y momentos de su crecimiento según Campillo Vendrell (2003)

- Las hojas, al inicio de la floración.
- Las flores, al momento de su floración máxima.
- Las semillas, cuando se encuentren bien secas y comiencen a caerse por sí mismas.

Con respecto a la composición de principios activos, el horario más adecuado para la cosecha es el siguiente:

- Plantas con alcaloides, glucósidos y principios amargos: al atardecer.

- Plantas con aceites esenciales y flavonoides:
- durante la mañana. Después de la evaporación de la humedad, antes de que la radiación solar sea fuerte.

Se recomienda no lavar las hojas después de la cosecha, y en el caso de raíces y tubérculos se debe lavar con agua limpia, con la ayuda de un cepillo para retirar toda la tierra.

**Secado:** Previo al proceso de extracción de aceites esenciales, hay ciertas condiciones que las plantas medicinales y/o aromáticas deben cumplir; vale decir en cuanto a su contenido de humedad.

Teniendo en consideración que las plantas contienen un elevado porcentaje de agua y este es un medio propicio para la manifestación de actividad enzimática y del mismo modo favorecer el crecimiento de bacterias, hongos, etc.

Por lo tanto, el secado constituye una etapa importante en el proceso de extracción de aceites esenciales, ya que constituye a la desactivación de las enzimas. Por lo cual las temperaturas favorables de secado son menores a 20°C bajo sombra con abundante ventilación.

#### **2.5.4. Rendimiento de los aceites esenciales.**

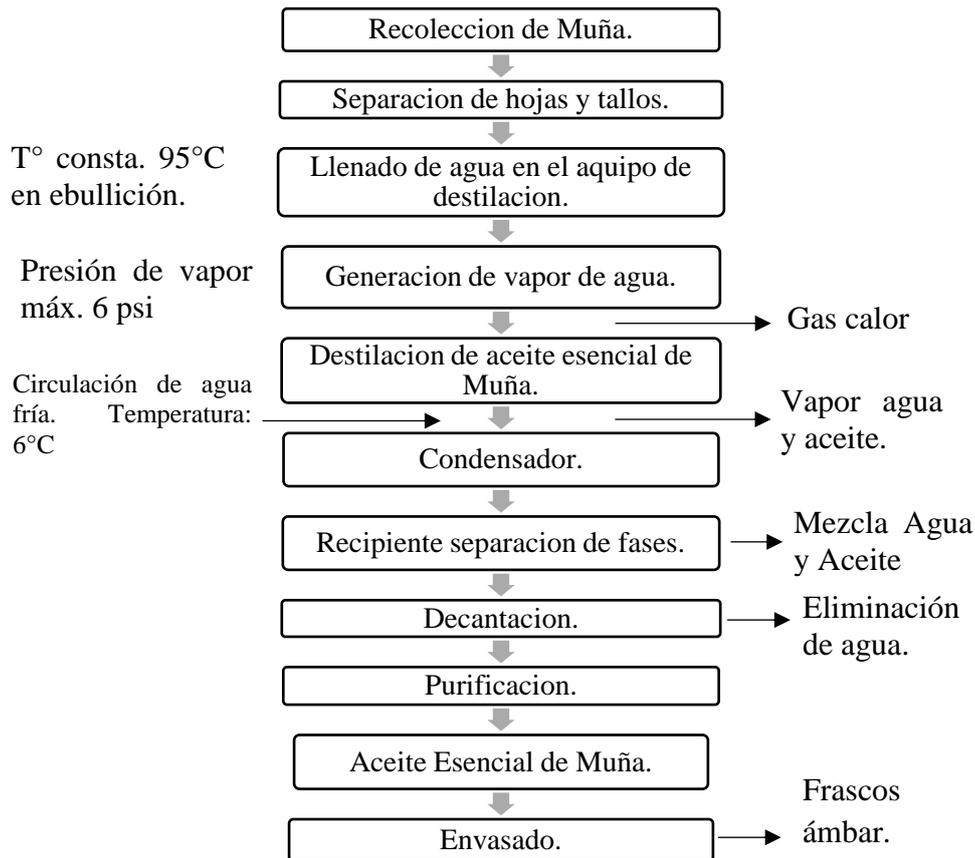
La mayoría de las plantas contienen de 0.01 a 10% de contenido de aceite esencial. La cantidad media que se encuentra en la mayoría de las plantas aromáticas es alrededor de 1 a 2%. Regularmente los contenidos de aceites esenciales aumentan después de la lluvia y alrededor del mediodía, cuando se ha eliminado el agua de rocío depositada sobre la planta, y ha comenzado una deshidratación antes de la humedad relativa alta de la noche (Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA, 2004).

#### **2.5.5. Proceso de extracción del aceite esencial.**

Se utilizará el equipo destilación por el método de arrastre por vapor siguiendo el procedimiento (Cano Pérez, 2007).

- Se pesará hojas y tallos de muña seca, los cuales serán sometidos a la cámara de extracción, la cual tiene una rejilla que divide el agua con el material vegetal y con salidas, para el condensador y la otra para la válvula de seguridad.

- El condensador, es de tubo recto y liso, con dos entradas una para el vapor que contiene el aceite esencial y la adecuada al agua de enfriamiento y dos salidas, una de salida y la otra para recolectar en una pera de decantación; se deja en reposo hasta observar la separación del agua y el aceite, procediéndose luego a su decantación.
- El aceite obtenido se somete a la purificación y filtrado, para luego depositar en frasco oscuro y se cierra herméticamente; luego almacenar en un refrigerador para posteriormente usarlo.



**Figura 4.** Diagrama de flujo del proceso de extracción del aceite esencial.

Fuente: (Cano Pérez, 2007)

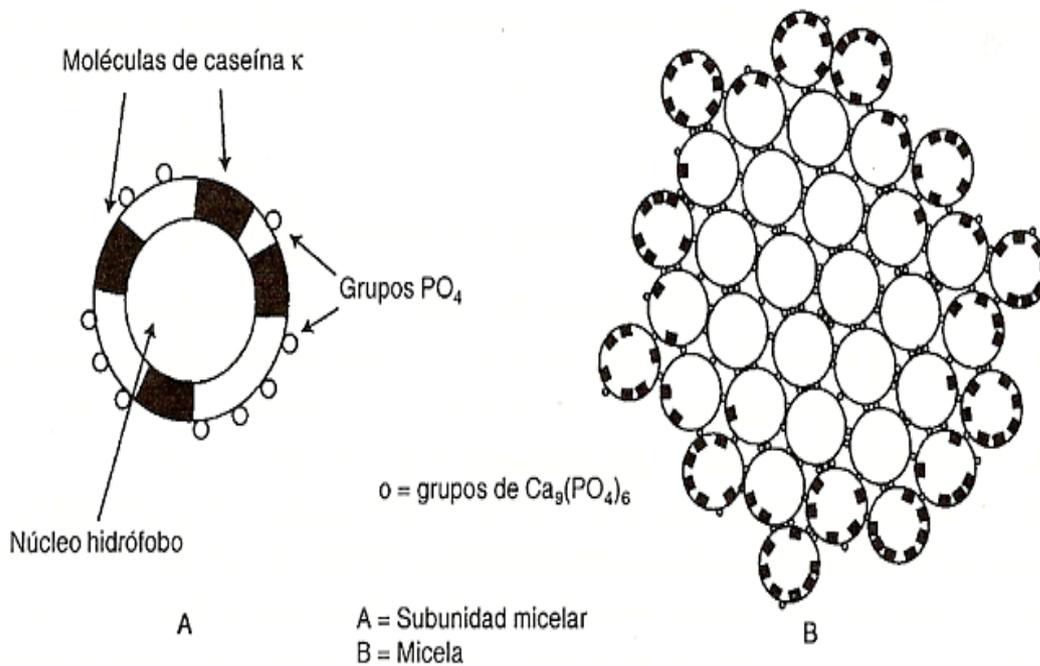
**Destilación por arrastre de vapor:** Se emplea para extraer la mayoría de los aceites esenciales es una destilación de mezcla de dos líquidos inmiscibles y consiste en una vaporización a temperaturas inferiores a las de ebullición de cada uno de los componentes volátiles por efecto de una corriente directa de vapor de agua, el cual ejerce la doble función de calentar la mezcla hasta su punto de ebullición y adicionar tención de vapor a la de los componentes volátiles del aceite esencial (Bandoni, 2003).

## 2.6. PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS DE LA LECHE:

### 2.6.1. Coagulación y sinéresis

Son las principales etapas del proceso de elaboración son la coagulación de la leche por la acción de enzimas coagulantes (cuajo), para la formación de una cuajada de carácter eminentemente enzimático, y el desuerado por sinéresis de la cuajada formada (Delgado Fuente, 2010).

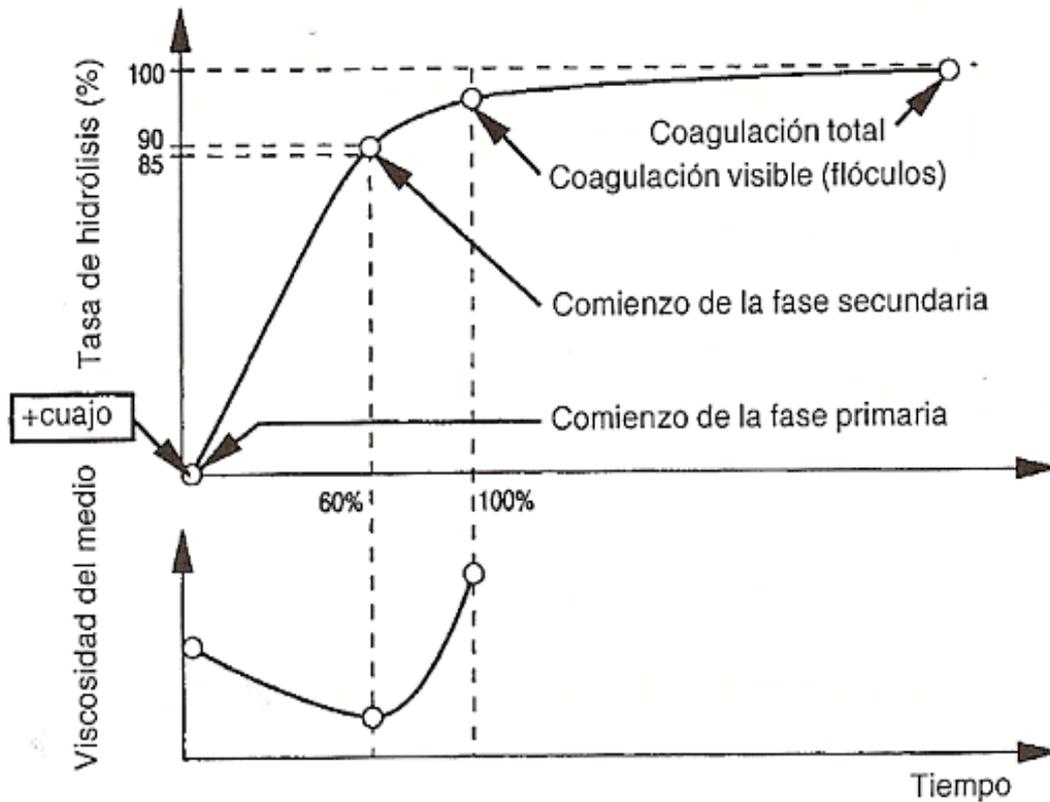
#### a. Coagulación de la leche.



**Figura 5.** Estructura de la micela de caseína.

El mecanismo de coagulación de la leche, a través del ataque enzimático de la quimosina y pepsina (enzimas provenientes en el cuajo) se realiza en tres etapas, las cuales se presentan en la figura. Estas etapas son:

- Hidrólisis enzimáticas de la  $\kappa$ -caseína (fase primaria).
- Agregación de las micelas desestabilizadas (fase secundaria).
- Formación del gel (coagulación visible).



**Figura 6.** Evolución de la hidrólisis de la  $\kappa$ -caseína.

### 2.6.2. Proceso de sinéresis.

El gel enzimático formado en la etapa de coagulación presenta una cohesión, una elasticidad y una porosidad alta, pero una escasa permeabilidad, por lo que, para obtener una cuajada con un elevado contenido de materia seca, es necesaria realizar (después del corte) distintas operaciones como la agitación y el calentamiento.

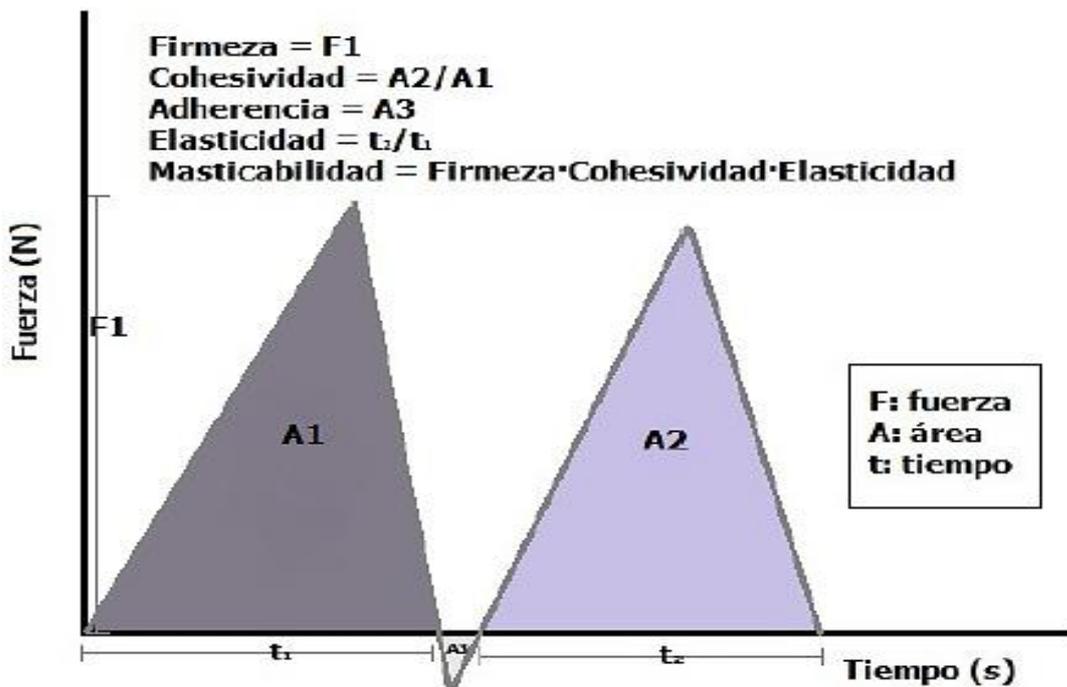
Entre los principales factores que favorecen la sinéresis destacan una disminución del pH a niveles entre 6.6 y 5,9, valores moderados de grasa no homogenizada, el aumento de la temperatura, el aumento de la concentración de cuajo o la adición de cloruro de calcio (Delgado Fuente, 2010).

### 2.7. ANÁLISIS DE PERFIL DE TEXTURA.

Osorio Tobón et al. (2005) menciona que es un procedimiento instrumental para medir, cuantificar y desarrollar nuevos parámetros relacionados con la textura, aunque la magnitud de estos parámetros será influenciada por las variables introducidas en las mediciones como la tasa de deformación y para que ellas puedan proveer información objetiva y que se pueda comparar es necesario ejecutar las mediciones bajo unas condiciones estandarizadas. La

evaluación de dicho parámetro es empleada en el desarrollo de nuevos alimentos, en el control de los procesos de elaboración y en el control de la calidad, ya que muchas de las propiedades texturales de los alimentos como la firmeza, dureza, terneza, etc., están directamente relacionadas con las propiedades mecánicas de los alimentos.

Para determinar las propiedades texturales de los alimentos se usa una prueba empírica denominada Análisis de Perfil de Textura (TPA), que consiste en una prueba de doble compresión en las cuales se someten muestras del producto a una compresión del 80 a 90% de su altura inicial, lo cual resulta casi siempre en la ruptura del alimento. Parámetros texturales obtenidos con el análisis: Fractura, dureza, cohesión, adhesividad, elasticidad, gomosidad y masticabilidad.

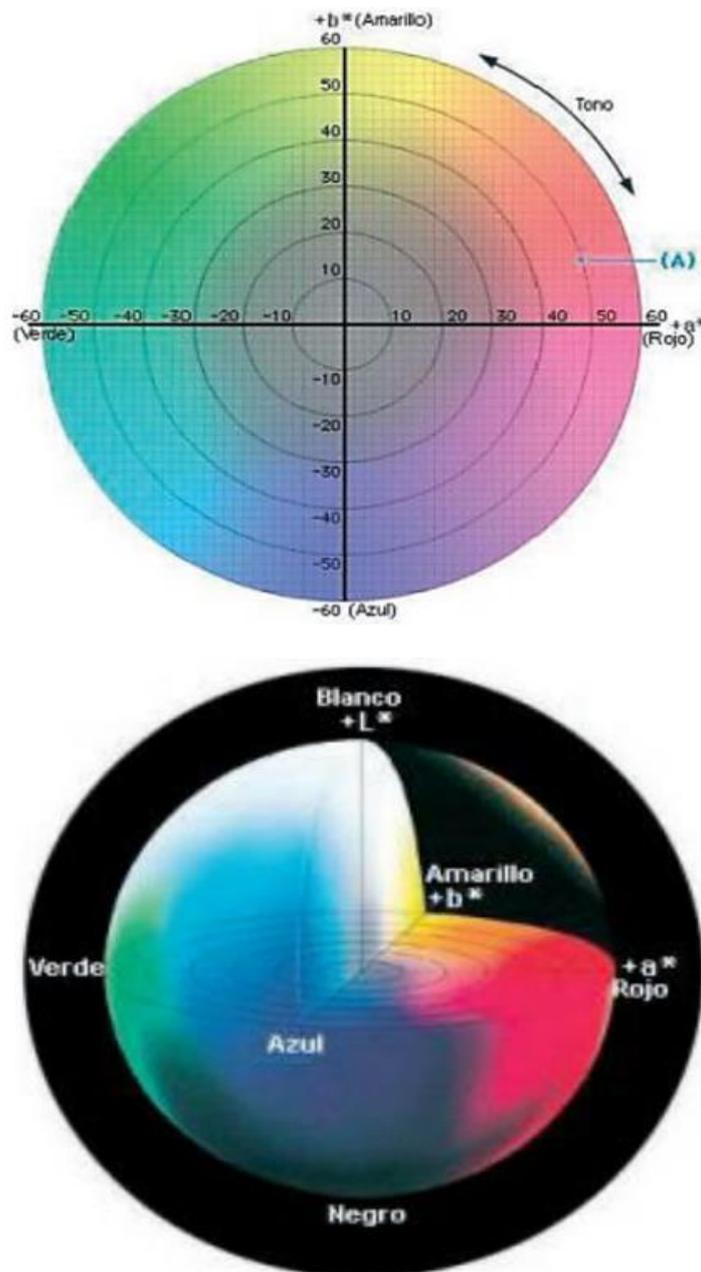


**Figura 7.** Análisis de Perfil de Textura (TPA)

## **2.8. ANÁLISIS INSTRUMENTAL DE COLOR PARA ALIMENTOS.**

La comisión internacional de la iluminación (CIE) es una organización internacional preocupada por la medición de la luz y el color. Esta comisión ha desarrollado sistemas para expresar numéricamente el color. Esta comisión ha desarrollado sistemas para expresar numéricamente el color. Los dos sistemas más conocidos son el sistema Yxy, creado en 1931 basándose en los valores triestímulos XYZ definido por la CIE y el sistema L\*a\*b, creado en 1976 para proporcionar diferencias de color más uniformes en relación con las diferencias visuales.

El espacio de color  $L^*a^*b^*$  (también llamado CIELAB) es uno de los espacios de color definidos por la CIE en 1976 para reducir uno de los principales problemas del espacio  $Yxy$  original: que iguales distancias de cromaticidad  $x$ , y no eran correspondientes con iguales diferencias de color percibidas. En este espacio,  $L^*$ , indica luminosidad y  $a^*$  y  $b^*$  son las coordenadas de cromaticidad,  $a^*$  y  $b^*$  los cuales indican direcciones de colores:  $+a^*$  es la dirección del rojo,  $-a^*$  es la dirección del verde,  $+b^*$  es la dirección del amarillo y  $-b^*$  es la dirección del azul. El centro es acromático; a medida que los valores de  $a^*$  y  $b^*$  aumentan y el punto se separa del centro, la saturación del color se incrementa (Jiménez Santiago, 2015).



**Figura 8.** Diagrama de cromaticidad de  $a^*$  y  $b^*$ . Representación del solido de colores para el espacio  $L^*a^*b^*$ .

## **CAPÍTULO III**

### **MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. MATERIALES**

##### **3.1.1. Lugar de la ejecución**

El estudio se llevó a cabo en los laboratorios generales de física y microbiología de la Universidad Nacional de Juliaca.

El queso tipo Paria fue elaborado en la planta de quesos EMMITA de la ganadería Ramírez.

También se realizó a cabo en el laboratorio de post cosecha de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Nacional del Altiplano Puno.

##### **3.1.2. Materia prima:**

- Leche fresca.
- Aceite esencial de muña (Hojas y tallos)

##### **3.1.3. Reactivos e insumos**

- Cultivos lácticos termófilos.
- Cloruro de calcio.
- Sal yodada.
- Etanol 96°.
- Metanol 98°.
- Alcohol 70°.
- Agua destilada.
- Hidróxido de sodio (NaOH 0.1 N).
- Fenolftaleína 1%.

### **3.1.4. Equipos e instrumentos:**

- Pipetas (1,5 y 100ml).
- Probetas (10, 50 y 1000ml).
- Erlenmeyer (250, 500 y 1000ml).
- Tubos de ensayo PIREX.
- Placas Petri PIREX.
- Picnómetro de 10ml PIREX.
- Vasos precipitados (100 ml).
- Matraz fondo redondo.
- Embudo de decantación.
- Acidómetro de 500 ml.
- Mechero bunsen.
- Campana de desecación.
- Termómetro de varilla.
- Frascos ámbar.
- Balanza analítica, capacidad Max. 30 kg
- Destilador por arrastre de vapor.
- Autoclave (Vertical Pressure Steam Sterilizer) cap. Max de 0.22MPa/134°C/50L)
- Estufa 30 – 120°C.
- Texturómetro Universal.
- Espectrofotómetro UV.
- Termómetro de escala de 0 a 100°C.
- Lactodensímetro 20°C de 10 a 40.
- Paletas (Acero Inox.)
- Molderas acrílicas 500 gr.
- Espátula (Acero Inox.)
- Liras horizontal y vertical. Distancia entre hileras 0.5 cm (Acero Inox.)
- Tina quesera.
- Mesa de moldeo cap. 20 moldes de queso (Acero Inox.)
- Prensa, cap. 24 moldes de queso (Acero Inox.)
- Cuenta colonias.
- pH metro digital.
- Micro pipetas 10, 100 – 100, 1000 µl.
- Soporte universal.

- Papel kraft, aluminio.
- Algodón
- Tijeras.
- Lapiceros
- Plumón indeleble.
- Pabilo.
- Cámara fotográfica.

### **3.2. METODOLOGIA EXPERIMENTAL**

Se inició con el acopio de leche recopilando datos como pH y temperatura para cada muestra a conservación de 4° C. Para posteriormente realizar la elaboración del queso tipo paria con la adición de diferentes concentraciones de aceite esencial el cual será extraído por el método arrastre de vapor. Se adicionó este aceite esencial en mililitro por kilogramo, durante el proceso de acondicionamiento juntamente con el fermento láctico, para realizar el análisis microbiológico se evaluó el conteo de las unidades formadoras de colonias (UFC/ml) presentes en la fermentación láctica. Al término de la elaboración del queso tipo paria estos pasaron a ser almacenados durante 15 días. Luego se realizará el análisis fisicoquímico, realizando el análisis de perfil de textura (TPA) y la evaluación de parámetros de color (CIEL\*a\*b) finalmente se realizará el análisis sensorial. Los datos obtenidos de los análisis servirán para determinar si existe diferencias significativas entre los tratamientos, esto para dar como alternativa de uso de tal manera emplear el aceite esencial de muña en la elaboración de queso tipo paria acorde a la concentración y composición del queso.

En la figura 9, se muestra el diagrama de flujo de la metodología general a seguir para el desarrollo del proyecto de investigación, por lo que definiremos que:

- T1 : Muestra de control sin aceite esencial de muña
- T2 : Muestra de queso tipo paria con 0.025 ml aceite esencial de muña
- T3 : Muestra de queso tipo paria con 0.05 ml aceite esencial de muña.

### 3.2.1. Diseño experimental

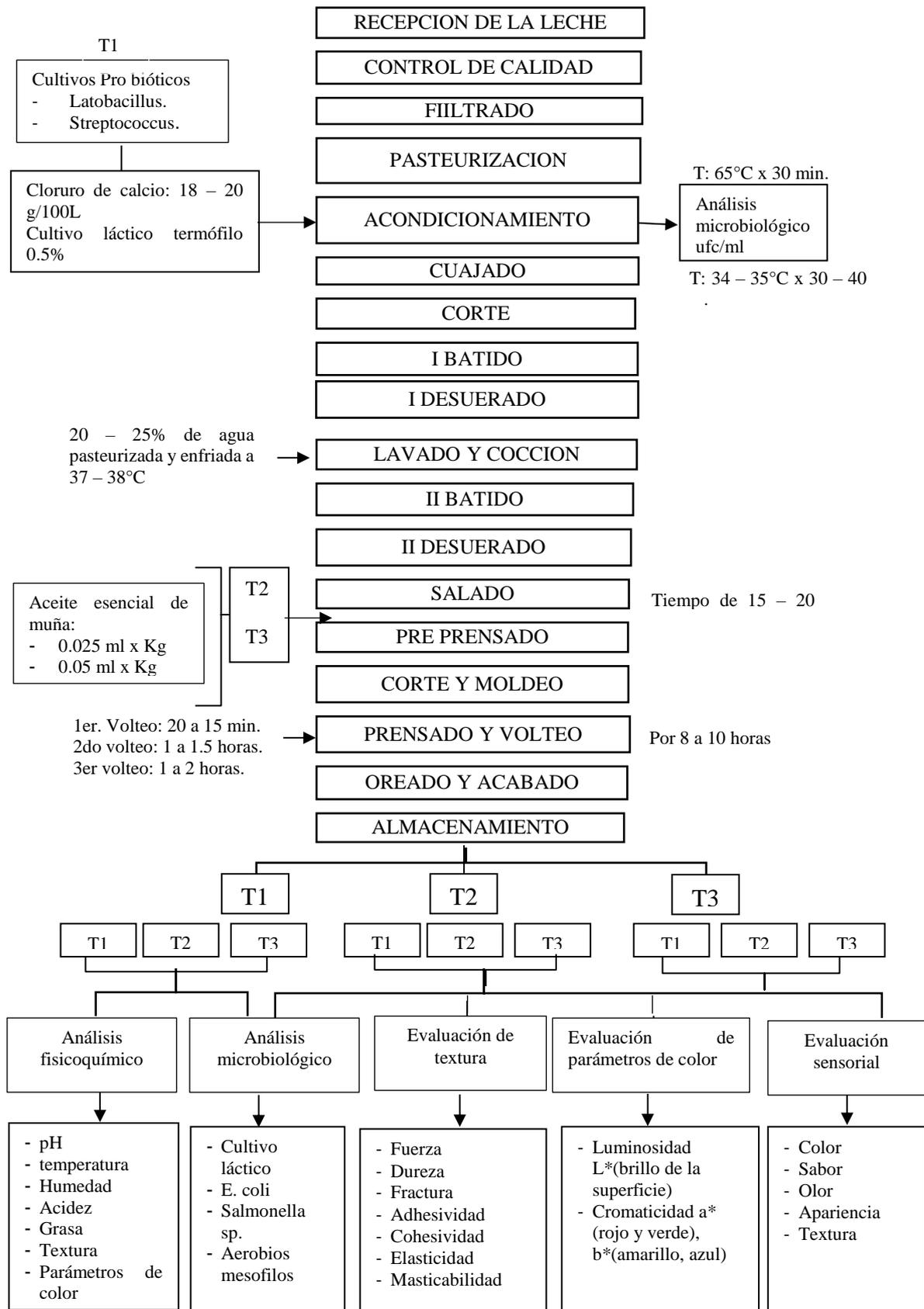


Figura 9. Diagrama de flujo experimental del proceso de investigación.

### 3.2.2. Análisis preliminar de la calidad de la leche:

- **Análisis sensorial de la leche.**

Una vez ordeñada, la leche debe llegar lo más pronto posible a la planta para evitar su acidificación. Lo primero que se hizo fue revisar su estado higiénico de forma sensorial:

- Verificamos si la leche está en buena o malas condiciones.
- Con la vista se pudo detectar la existencia de suciedades tales como insectos, pajas u otras impurezas.
- Con el olfato se pudo detectar si la leche tiene mal olor.
- Vaciando el tarro, se hizo la prueba con la uña para detectar suciedad en el cuello o en el fondo del recipiente.

Se debe rechazar las leches sucias y de mal olor. (PRADERA, 2011)

- **Determinación de la densidad.**

La densidad de una sustancia es el peso en gramos de un mililitro de la misma. Se empleará un lactodensímetro fijándose a que temperatura esta calibrado (15° - 20°C). Procedimiento:

- En una probeta se colocó la leche de 250 ml.
- Se tomó el lactodensímetro por el vástago y se introdujo en la probeta. Se giró el instrumento sin rozar las paredes de las mismas.
- Luego se midió la temperatura de la leche. Esta lectura se corrige si es necesario usando la siguiente fórmula:

$$DR = DL + [0.2(TL - TC)]$$

Donde:

- DR : densidad real.
- DL : densidad leída.
- TL : temperatura leída.
- TC : temperatura de calibración. (lactodensímetro)
- 0.2 : coeficiente de corrección.

La densidad permite saber si la leche ha sido adulterada.

**Tabla 9: Características y densidad de la leche:**

Leche de vaca	Densidad
Leche pura	1.028 – 1.034 g/ml
Leche aguada	Menos de 1.028 g/ml
Leche descremada	1.034 – 1.037 g/ml

Fuente: Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú (2005)

- **Determinación del pH de la leche.**

Para determinar el pH se utilizó papel indicador o un pH metro, que nos da medidas.

Procedimiento:

- Usaremos un vaso precipitado en la cual verteremos la muestra.
- Se introdujo el electrodo del pH metro en la muestra (previamente calibrado).
- Se enciende el aparato y se lee el pH cuando se haya estabilizado.

Si el pH de la leche está por debajo de 6.6 la leche esta acida.

Si el pH de la leche está por encima de 6.8 entonces la leche ha sido estabilizada con algún producto alcalino, tal como el bicarbonato de sodio.

- **Determinación de la estabilidad de la leche.**

Comúnmente llamada prueba del alcohol en la leche. Esta prueba se basa en el hecho de que el alcohol a 70° afecta a la proteína de la leche deshidratándola y desnaturalizándola. La leche normal es estable al alcohol y al calor. Sin embargo, la leche acidificada y con balance incorrecto. Procedimiento:

- Recogimos una muestra de leche con el gotero y vertemos 3 gotas en una luna de reloj. Agregaremos 3 gotas de alcohol al 70%.
- Homogenizamos la muestra observando la reacción.

**Tabla 10: Características de la estabilidad de la caseína:**

Leche	Característica
Leche normal	Líquido homogéneo de color blanco.
Leche ligeramente positiva	Presenta ligeros coágulos.
Leche fuertemente positiva	Hay una coagulación completa.

Fuente: CEDEPAS (2016)

- **Determinación de la acidez de la leche.**

Determinamos el grado de deterioro de la leche por el desarrollo de gérmenes contaminados. Procedimiento:

- Medimos 9 ml de leche con una pipeta e incorporamos a un vaso de precipitación. Luego añadiremos 3 gotas de fenolftaleína.
- Colocamos la solución de NaOH al 0.1 N en una bureta, dejando caer gota a gota sobre la leche.
- Agitar el vaso suavemente hasta que la muestra tome un color rosado tenue sin cambiar de color durante 20 segundos. Anotaremos la cantidad gastada de NaOH y usando la fórmula:

$$\text{Acidez en } ^\circ D = 10 \times V \text{ (ml)}$$

### **3.2.3. Procedimiento para el objetivo 1.**

#### **3.2.3.1. Método.**

Este objetivo se realizó mediante el AOAC método oficial 986.33 (2012) para el recuento de microorganismos aerobios mesófilos. Las muestras fueron diluciones de cultivo láctico juntamente con el aceite esencial de muña a distintas concentraciones de 0.025 ml/kg y 0.05ml/kg. Se utilizó placas Petri con una dilución de 1:10 de la muestra de cultivo láctico con agua destilada, la placa Petri debe estar en una superficie plana y nivelada, con una pipeta perpendicular a la placa Petri se inocula 1 ml de la muestra en el centro.

#### **3.2.3.2. Diseño experimental.**

El diseño experimental para el segundo objetivo es un diseño unifactorial, DCA con tres niveles. Las variables a estudiar son:

##### **Variable independiente.**

##### **Queso con aceite esencial de muña:**

- Queso sin aceite esencial de muña: T1
- Queso con 0.025 ml de aceite esencial de muña: T2
- Queso con 0.05 ml de aceite esencial de muña: T3

### **Variable dependiente.**

- Características microbiológicas

#### **3.2.3.3. Diseño estadístico.**

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  : Observación (i, j) – ésima

$\mu$  : Efecto medio

$\tau_i$  : Efecto del i-ésimo tratamiento (leche con aceite esencial de muña)

$\varepsilon_{ij}$  : Error experimental

#### **3.2.4. Procedimiento para el objetivo 2.**

##### **3.2.4.1. Método.**

##### **a. Evaluación de las características fisicoquímicas del queso tipo paria:**

- **Determinación de la humedad.**

Método de estufa a 150°C, consiste en desecar la muestra en estufa, hasta obtener peso constante.

En un crisol se pesará 5 g de muestra y se desecarán en estufa (aproximadamente 24 horas) el cálculo se realizó por diferencia de pesos usando la fórmula siguiente:

$$\% \text{ humedad} = \frac{B - C}{C} \times 100$$

Donde:

C : masa de la muestra después de estar en la estufa.

B : masa de la muestra recién extraída.

(B – C): pérdida de peso de la muestra después del secado.

- **Determinación de pH.**

Se determinó por medio de un pH metro digital. Para lo cual licuamos 5 g de muestra con agua destilada luego introducir en el pH metro calibrado para la lectura de su valor.

### **b. Evaluación de la textura del queso tipo paria.**

Se midieron cubos de aproximadamente 1 cm de lado, con la ayuda de un vernier, y se determinara el parámetro de textura utilizando un Texturómetro. El análisis de textura por compresión requerido de un embolo cilíndrico de aluminio de 3.6 mm de diámetro, la velocidad aproximada será de 1 mm/s a una distancia recorrida del 25% del total del espesor de la muestra.

### **c. Evaluación de parámetro de color.**

El color de los quesos se determinó con un espectrofotómetro de reflectancia, las mediciones que se realizaron son  $L^*$ ,  $a^*$  y  $b^*$ ; el instrumento se calibró usando una superficie de color blanco haciendo mediciones por triplicado con un ángulo de  $10^\circ$  y un iluminante de D 65. Posteriormente se realizaron en 3 diferentes mediciones en diferentes posiciones sobre la superficie de cada uno de los quesos, donde:

- $L^*$  = Luminosidad (brillo de la superficie)
- $a^*$  = rojo y verde
- $b^*$  = amarillo azul

### **d. Evaluación de las características organolépticas.**

Se realizó pruebas sensoriales afectivas para identificar el nivel de agrado de los quesos adicionados a diferentes concentraciones, se utilizó la escala hedónica de siete niveles de aceptación, con un panel de 85 evaluadores, quienes dieron su apreciación de los parámetros como: textura, sabor, color, olor y apariencia.

**Tabla 11: Escala hedónica.**

<b>Puntaje</b>	<b>Atributos</b>
7	Me gusta mucho
6	Me gusta moderadamente
5	Me gusta poco
4	No me gusta ni me disgusta
3	Me disgusta poco
2	Me disgusta moderadamente
1	Me disgusta mucho

Fuente: Vargas Ramos y Vigo Portocarrero (2016)

### 3.2.4.2. Diseño experimental.

El diseño experimental para el tercer objetivo es un diseño completamente al azar (DCA) con 3 repeticiones. Para el análisis fisicoquímico, utilizando el análisis de varianza de una sola vía al 95% de confianza. La comparación de medidas se realizará mediante la prueba Tukey a un nivel de significancia de 0.05.

La evaluación del efecto de la concentración de aceite esencial de muña sobre la textura y parámetros de color serán evaluados mediante el Análisis de varianza (ANOVA), coeficiente de variación y Duncan de la textura y de color y los parámetros  $a^*$ ,  $b^*$ ,  $c^*$ ,  $h^*$  y el valor  $\Delta E^*$ . Para la evaluación de las características sensoriales del queso tipo paria se evaluarán atributos sensoriales (color, olor, textura, sabor y apariencia) como variable respuesta se aplicará el diseño de bloques completamente al azar (DBCA), en donde los bloques serán panelistas semi entrenados. Las variables a estudiar son:

#### **Variable independiente.**

Queso con aceite esencial de muña:

- Queso sin aceite esencial de muña: T1
- Queso con 0.025 ml de aceite esencial de muña: T2
- Queso con 0.05 ml de aceite esencial de muña: T3

#### **Variable dependiente.**

- Características fisicoquímicas y sensoriales

### 3.2.4.3. Diseño estadístico.

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  : Aceptabilidad sensorial (color, olor, textura, sabor y apariencia)

$\mu$  : Promedio general

$\alpha_i$  : Nivel de adición de aceite esencial de muña a  $i = 0.025$  ml/kg

$\beta_j$  : Nivel de adición de aceite esencial de muña b  $j = 0.05$  ml/kg

$\varepsilon_{ij}$  : Error experimental

### 3.2.5. Procedimiento para el objetivo 3:

#### 3.2.5.1. Método.

La determinación del porcentaje de rendimiento de aceite esencial, se realizó a escala laboratorio por el método de arrastre por vapor de agua en un equipo de destilación a partir del peso inicial en kilogramos de hojas y tallos de Muña, para lo cual se aplicó el método gravimetría-volumétrico (Sotelo Cañari, 2014) con la siguiente fórmula:

$$\frac{\text{Volumen AE (ml)} \times \rho_{20} \text{ (g/ml)}}{\text{Peso muestra (g)}}$$

Donde:

- %RAE: porcentaje del Rendimiento de Aceite Esencial.
- Vol. AE: Volumen del Aceite Esencial en mililitros.
- Peso Muestra: Peso de la masa inicial a destilar en gramos.
- 100: Factor matemático.

#### a. Determinación de las características físicas del aceite esencial.

Se determinó por métodos físicos e instrumentales: densidad relativa; índice de refracción.

- **Densidad (g/ml).**

Fueron determinadas por el método del picnómetro, para lo cual se pesó el picnómetro vacío (Pi), el aceite esencial utilizando una balanza analítica, y se midió el volumen en una pipeta de 2 ml, a una temperatura de 20°C, la densidad p20 en gramos por mililitro calculándose con la siguiente fórmula: (Díaz, 2017)

$$p_{20} = \frac{M \text{ (g)}}{V \text{ (ml)}}$$

Donde:

- M: es el peso del aceite en gramos.
- V: es el volumen del aceite en mililitros.

- **Índice de refracción (n)**

El índice de refracción de un aceite esencial es la relación del seno del ángulo de incidencia al del ángulo de refracción, de un rayo luminoso de longitud de onda determinada, que pasa del aire al aceite esencial, manteniendo una temperatura constante.

Se calibró el refractómetro con agua destilada; luego se tomó aproximadamente 0.5 ml del aceite esencial y se colocó encima de la lámina del refractómetro para efectuar la lectura del valor de refracción que expresa el prisma, esto por medio del campo de imagen a temperatura de 20 °C (Sotelo Cañari, 2014).

- **Solubilidad.**

Se colocó en tubos 0.5 ml de aceite esencial y luego se añadió a cada tubo por separado 5 ml de agua, 5 ml de etanol 50%, 5 ml de etanol 70%, 5 ml de etanol 80%, 5 ml de etanol 96%. Luego se agitó cada tubo y se observó en cada uno de ellos si se produce enturbiamiento (Benito Flores, 2018).

### **3.2.5.2. Diseño experimental.**

El diseño experimental para el primer objetivo es un diseño completamente al azar (DCA), de 3x3 con 3 repeticiones. Las variables a estudiar son:

#### **Variable independiente.**

##### **Queso con aceite esencial de muña:**

- Queso sin aceite esencial de muña: T1
- Queso con 0.025 ml de aceite esencial de muña: T2
- Queso con 0.05 ml de aceite esencial de muña: T3

#### **Variable dependiente.**

- Características fisicoquímicas.

### **3.2.5.3. Diseño estadístico.**

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  : Observación (i, j)-ésima

$\mu$  : Efecto de la medida general

$\tau_i$  : Efecto del i-ésimo tratamiento (queso con aceite esencial)

$j$  : Tratamientos, donde  $j = 1,3$

$\varepsilon_{ij}$  : Efecto del error experimental

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. RESULTADOS DEL ANÁLISIS DE LA CALIDAD DE LA LECHE.

La elaboración del queso de buena calidad requiere que la leche cumpla con ciertos parámetros fisicoquímicos, así como realizar el análisis sensorial para determinar la calidad de la leche, a continuación, mostramos el análisis de control de calidad de manera detallada.

##### 4.1.1. Análisis sensorial de la leche.

Para la elaboración de los quesos se trabajó con la leche ordeñada de la Ganadería Ramírez ubicado en la ciudad de Juliaca. Por lo que, luego de realizar el ordeño, la leche fue trasladada inmediatamente a la planta de quesos Emmita y se procedió a realizar el análisis sensorial correspondiente, siendo los resultados los que se muestran en la tabla 12.

**Tabla 12: Resultados del análisis sensorial de la leche:**

Indicador	Resultado
Se detecta la existencia de suciedades, insectos, pajas u otras impurezas	No existe suciedad
Se detecta si la leche tiene mal olor	Posee buen olor
Al vaciar el tarro, se detecta con la uña la presencia de suciedad en el cuello o en el fondo del recipiente	No se detecta suciedad ni el cuello ni el fondo

La tabla 12 muestra de que el estado higiénico de la leche es bueno, pues al aplicar las diferentes pruebas sensoriales se observa que no existe suciedad ni impurezas en la leche, además posee un olor agradable y al tacto tampoco se detecta suciedad ni en el cuello o en el fondo del recipiente. En consecuencia, la leche está en buenas condiciones para la elaboración del queso tipo paria. (PRADERA, 2011). A diferencia de lo obtenido en el estudio de (Fienco Bacusoy, 2013) quien encontró que es posible sobrepasar los límites microorganismos aceptados por la norma, debido a la deficiente higiene provocada por

residuos de leche que podrían contener los instrumentos usados para la obtención y almacenamiento de la leche, ubres sucias o no higienizadas antes de ordeñar.

#### **4.1.2. Determinación de la densidad.**

Luego de realizar la medición de la densidad y temperatura de la leche, los resultados se muestran en la tabla 13:

**Tabla 13: Resultados de las mediciones para determinar la densidad real de la leche**

<b>Magnitud</b>	<b>Valor medido</b>
Densidad leída (DL) en g/ml	1.029
Temperatura leída (TL) en °C	17
Temperatura calibrada (TC) en °C	15

Luego de realizar el cálculo correspondiente, la densidad real corregida mediante la fórmula es de 1.429 g/ml, esto permite afirmar que la leche es pura, ya que la densidad leída esta entre 1.028 – 1.034 g/ml (Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, 2017; Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú, 2005), e inclusive con la corrección realizada la leche presenta una buena densidad. De la misma forma, (Fienco Bacusoy, 2013) obtuvo en su estudio una densidad con valores por encima del mínimo establecido por la norma.

#### **4.1.3. Determinación del pH de la leche.**

Para determinar el pH se utilizó un pH metro. En el procedimiento para la medición se empleó un vaso precipitado con la muestra de leche, luego se introdujo el electrodo calibrado del pH metro, luego se encendió y se registró cuando el pH se estabilizó, obteniéndose un valor de 6.7, el cual está dentro de los valores que indica (Negri, 2005), quien indica que la leche pura de ordeño reciente y cuyo análisis sensorial es positivo, debe ser ligeramente ácida con pH entre 6,5 y 6,8.

#### **4.1.4. Determinación de la estabilidad de la leche.**

Para realizar el análisis de la prueba de estabilidad de la leche, luego de aplicar el procedimiento correspondiente los datos registrados se muestran en la tabla 14.

**Tabla 14: Materiales y resultados de la prueba de estabilidad de la leche:**

<b>Material</b>	<b>Cantidad – resultado obtenido</b>
Muestra de leche en gotas	3
Alcohol al 70% en gotas	3
Resultados al homogenizar la muestra	Leche ligeramente positiva

El procedimiento empleado fue el siguiente: en primer lugar, vertimos 3 gotas de muestra de leche en una luna de reloj, para luego agregar 3 gotas de alcohol, al homogenizar se observó que la muestra presenta ligeros coágulos, lo que indica que la leche es ligeramente positiva (CEDEPAS Norte, 2016). De la misma forma, (Fienco Bacusoy, 2013) recomienda utilizar la prueba del alcohol para determinar la estabilidad de la leche en el proceso de evaporación y esterilización, obtuvo también que la leche no es ácida, como los resultados obtenidos en nuestro estudio.

#### **4.1.5. Determinación de la acidez de la leche.**

La prueba de acidez de la leche se realizó conforme a lo establecido en la metodología, por lo que se trabajó con los datos que se muestran en la tabla 15.

**Tabla 15: Materiales empleados para la prueba de acidez de la leche:**

<b>Material</b>	<b>Cantidad</b>
Volumen de leche en ml	9
Solución de fenolftaleína en gotas	3
Cantidad gastada de NaOH al 0.1 N en ml	1.6

El valor calculado de la acidez de la leche es de 16°D, el cual se encuentra de los valores aceptables establecidos por la NTP.202.001 (INACAL, 2016), que considera que la acidez titulable como ácido láctico debe variar entre 13 a 17°D. Por consiguiente, la leche cumple con los parámetros de acidez, siendo apta para la elaboración del queso tipo paria. (Fienco Bacusoy, 2013) indica que cuando la acidez es baja puede ser explicada por un problema de mastitis, también señala que a medida que avanza el periodo de lactación la acidez de la leche puede descender.

#### 4.2. EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO MICROBIOLÓGICO DEL QUESO TIPO PARIÁ Y FERMENTO LÁCTICO A LA APLICACIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA.

El análisis microbiológico del queso tipo paria y fermento láctico se realizó mediante la aplicación de una disolución de 0.1 ml a cada placa Petri con agar APC, para realizar el conteo del total de bacterias en el queso tipo paria. Las diluciones empleadas fueron  $10^0$ ,  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$  y  $10^{-3}$  para cada tipo de muestra T1, T2 y T3, pero teniendo en cuenta que a las muestras T2 y T3 se les agregó el aceite esencial de muña en 0.025 y 0.05 ml. Los resultados del conteo son los que se muestran en la tabla 16.

**Tabla 16: Cantidad de bacterias en UFC/ml con agar APC del queso tipo paria T1, T2 y T3**

	T1 – 0 ml				T2 – 0.025 ml				T3 – 0.050 ml			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
	$10^0$	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^0$	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$	$10^0$	$10^{-1}$	$10^{-2}$	$10^{-3}$
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>	>300	47	30	26	>300	49	27	19	>300	29	16	9
<i>Lactobacillus acidophilus</i>	>300											
<i>Lactococcus lactis</i>	>300	1	2	1	>300	1	1	0	>300	1	0	0
<i>Staphylococcus aureus</i> G+	>300	256	70	46	102	91	34	18	109	29	12	8
<i>Lacto bacillus lactis</i> G+	>300	34	23	2	19	3	1	0	5	2	1	0

Para realizar el conteo del cultivo láctico se trabajó con una temperatura de 34 a 35°C por un periodo de 30 minutos. Luego de esto se pudo identificar que las *Lactobacillus bulgaricus* presentan como característica ser una colonia blanca y circular. Mientras que las *Lactococcus lactis* son una colonia rizoide y blanca transparente. Observándose que en la dilución  $10^0$  no es posible realizar el conteo en las tres muestras, contándose a partir de la dilución  $10^{-1}$ , 47, 49 y 27 UFC/ml en las tres muestras respectivamente, disminuyendo la cantidad a medida que se reduce la dilución. Los valores determinados cumplen con las especificaciones microbiológicas de identidad del Reglamento de la Leche y Productos Lácteos (Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, 2017)

Por otra parte, se pudo identificar que la muestra T1 tiene 256 UFC/ml que es la mayor cantidad de *Staphylococcus aureus* G+, siendo cantidades muy inferiores las obtenidas en las muestras T2 y T3 con 102 y 109 UFC/ml. Dichos valores no cumplen con los valores máximos establecidos para esta bacteria en las tres muestras, sin embargo, se observó que en las muestras T2 y T3 la exceden en una cantidad mínima, además se observó que en las siguientes pruebas si cumplen con las especificaciones sanitarias microbiológicas del Reglamento de la Leche y Productos Lácteos (Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, 2017). De la misma forma ocurre con las *Lactobacillus lactis* G+ con mayor cantidad en la muestra T1, siendo mínima en las T2 y T3.

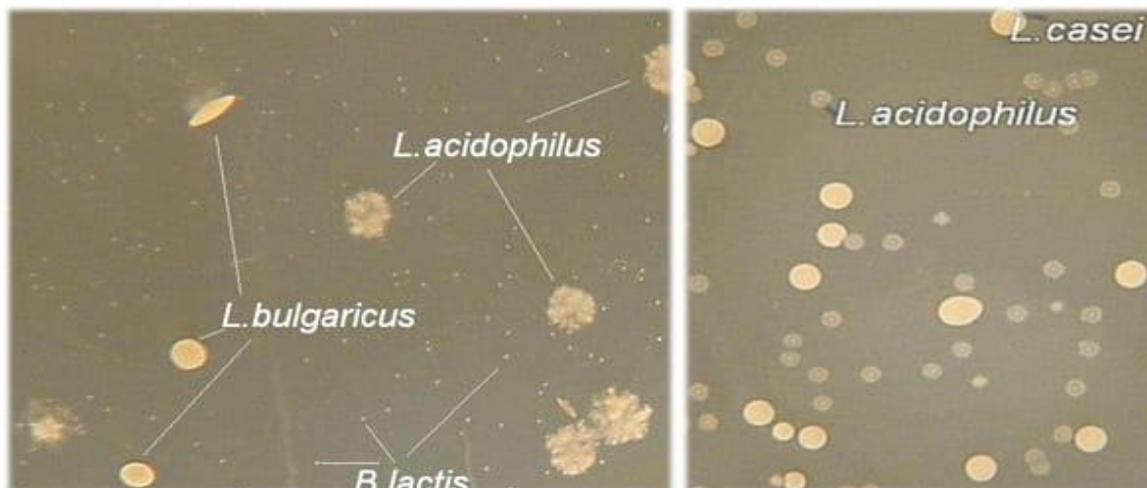
Para realizar el análisis microbiológico empleando el agar MacConkey, se procedió de manera similar al caso anterior, además en este caso se aprovechó que esta permite aislar de manera selectiva e identificar las bacterias Gram-negativas entéricas. Siendo los resultados los que se muestran en la tabla 17.

**Tabla 17: Cantidad de bacterias en UFC/ml con agar MacConkey del queso tipo paria T1, T2 y T3**

	T1 – 0 ml				T2 – 0.025 ml				T3 – 0.050 ml			
	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4	P1	P2	P3	P4
	10 <sup>0</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>0</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>	10 <sup>0</sup>	10 <sup>-1</sup>	10 <sup>-2</sup>	10 <sup>-3</sup>
<i>Lactobacillus bulgaricus</i>		3	2	0	32	4	0		0	0	0	
<i>Lactobacillus acidophilus</i>		0	0	0	0	0	0		0	0	0	
<i>Bifidobacterias (B. Lactis)</i>		0	0	0	0	0	0		0	0	0	
<i>Lactobacillus casei</i>		0	0	0	0	0	0		0	0	0	

Al aplicar el agar MacConkey se pudo identificar que solo existe presencia de *Lactobacillus bulgaricus* en una cantidad de 3 y 2 UFC/ml en las diluciones 10<sup>-1</sup> y 10<sup>-2</sup> en la muestra T1 respectivamente, mientras que se tuvo una cantidad de 32 y 4 UFC/ml en las diluciones 10<sup>0</sup> y 10<sup>-1</sup> en la muestra T2 respectivamente. No se evidenció ningún tipo de bacterias patógenas. Los valores determinados cumplen con las especificaciones

microbiológicas de la normatividad vigente (Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, 2017).



**Figura 10.** Lactobacillus identificados en el queso tipo paria T1, T2 y T3.

Lo resultados obtenidos muestran que luego de las dos semanas de almacenamiento la muestra T2 y T3 que contenían aceite esencial de muña en cantidades de 0.025 y 0.05 ml mantuvieron su textura y color, además no se encontró microorganismos patógenos o dañinos, solo se pudo identificar la presencia de *Lactobacillus* Gram-positivos, todo ello conforme a lo establecido en el Reglamento de la Leche y Productos Lácteos (Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI, 2017). Por otra parte, la muestra que no contenía aceite esencial de muña sufrió cambios en su textura y color, además de presentar bacterias patógenas.

#### **4.3. EVALUACIÓN DE LA INFLUENCIA DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA EN LAS PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL QUESO TIPO PARIA.**

Para evaluar la forma en que influye el aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) en las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del queso tipo paria, la muestra se sometió a un análisis de las características fisicoquímicas del queso tipo paria, además se aplicaron diversas pruebas como la textura, color y organolépticas, los resultados los detallamos a continuación:

#### 4.3.1. Evaluación de las características fisicoquímicas del queso tipo paria.

Para la determinación de las características fisicoquímicas del queso tipo paria se emplearon diferentes pruebas que son:

- **Características químicas.**

Al realizar las pruebas de laboratorio para conocer las características químicas, como la acidez, grasa, proteína y ceniza del queso tipo paria T1, T2 y T3, los resultados obtenidos son los que se muestran en la tabla 18.

**Tabla 18:** *Características químicas en queso tipo paria T1, T2 y T3 expresado en porcentaje*

Características químicas	T1 – 0 ml			T2 – 0.025 ml			T3 – 0.050 ml		
	0	7	14	0	7	14	0	7	14
Acidez	0.47	0.57	0.66	0.43	0.56	0.63	0.37	0.46	0.57
Grasa	27.20	28.13	28.33	30.83	31.45	31.79	27.40	27.74	28.17
Proteína	23.29	23.49	23.67	23.15	23.76	23.56	22.53	23.17	23.29
Ceniza	5.46	4.53	4.29	5.56	4.16	4.39	5.16	4.37	4.13

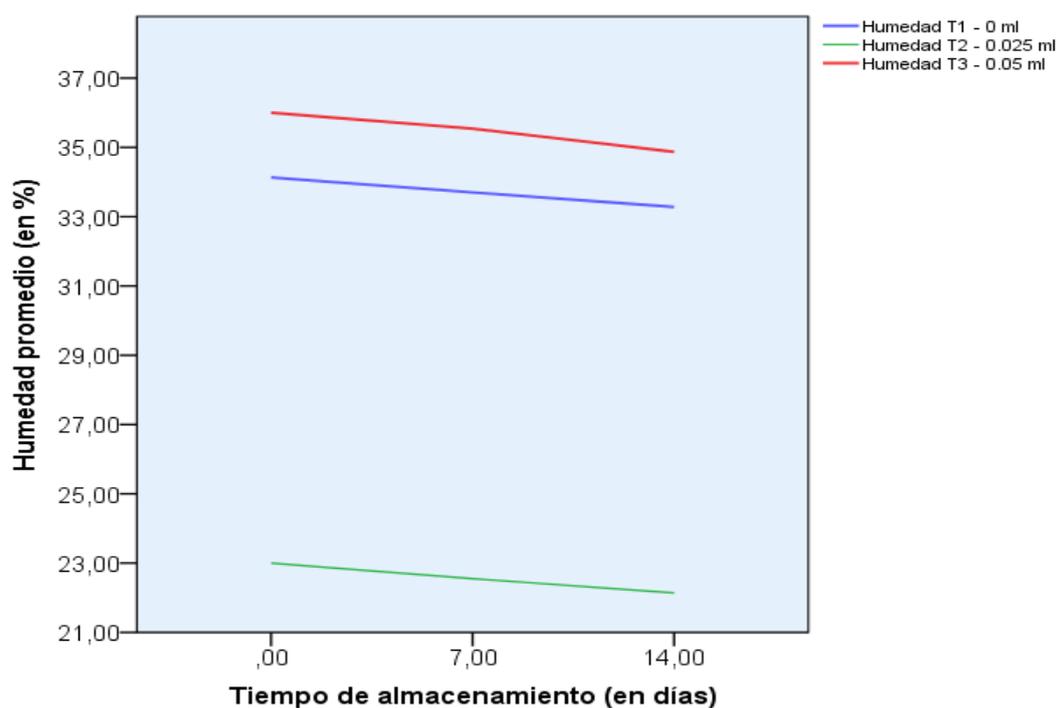
De acuerdo a la tabla 18 se observa que la acidez y grasa en las tres muestras tienen un ligero incremento porcentual. Asimismo, el porcentaje de proteína en el queso tipo T1 sin aceite esencial de muña muestra un incremento porcentual durante el periodo de 14 días, pero una ligera disminución de ceniza, al igual que en el queso T3. En la muestra T2 se observa que el porcentaje de proteína y ceniza muestran un comportamiento oscilante entre el 23.15% a 23.76% y 5.56% a 4.16% respectivamente, evidenciándose que cuando la proteína disminuye la ceniza aumenta y viceversa. Los resultados obtenidos en las tres muestras estudiadas, exponen que el porcentaje de grasa y proteína se encuentran entre los valores determinados por la NTP 202.194:2010 (INACAL, 2010) para el queso tipo paria.

- **Determinación de la humedad.**

Al aplicar el método de la estufa para determinar la humedad de las muestras de queso tipo paria T1, T2 y T3 los resultados obtenidos son los que se muestran en la tabla 19.

**Tabla 19: Porcentaje promedio de humedad en queso tipo paria T1, T2 y T3**

Tiempo de almacenamiento	T1 – 0 ml	T2 – 0.025 ml	T3 – 0.050 ml
0 días	34.13	23.00	36.00
7 días	33.70	22.55	35.54
14 días	33.28	22.14	34.87



**Figura 11.** Porcentaje promedio de humedad en queso tipo paria T1, T2 y T3

Los resultados mostrados en la tabla 19 y figura 11 muestran que el queso tipo paria en la muestra T1 sin aceite esencial de muña, presenta una humedad inicial de 34.13% la que disminuyó hasta un 33.28% de humedad en el periodo de 14 días de almacenamiento. Asimismo, la muestra T2 con 0.025 ml y la T3 con 0.05 ml de aceite esencial de muña, presentan un porcentaje de humedad inicial de 23% y 36% también con tendencia decreciente a medida que se va almacenando por un periodo de 14 días hasta alcanzar el 22.14% y 34.87% de humedad. Los valores encontrados en el estudio, exponen que el porcentaje de humedad no cumplen con los estándares establecidos en la NTP 202.194:2010 (INACAL, 2010) para el queso tipo paria, pues esta indica que el porcentaje mínimo y máximo son 40.77% y 45.97%. De acuerdo al porcentaje de humedad el queso elaborado

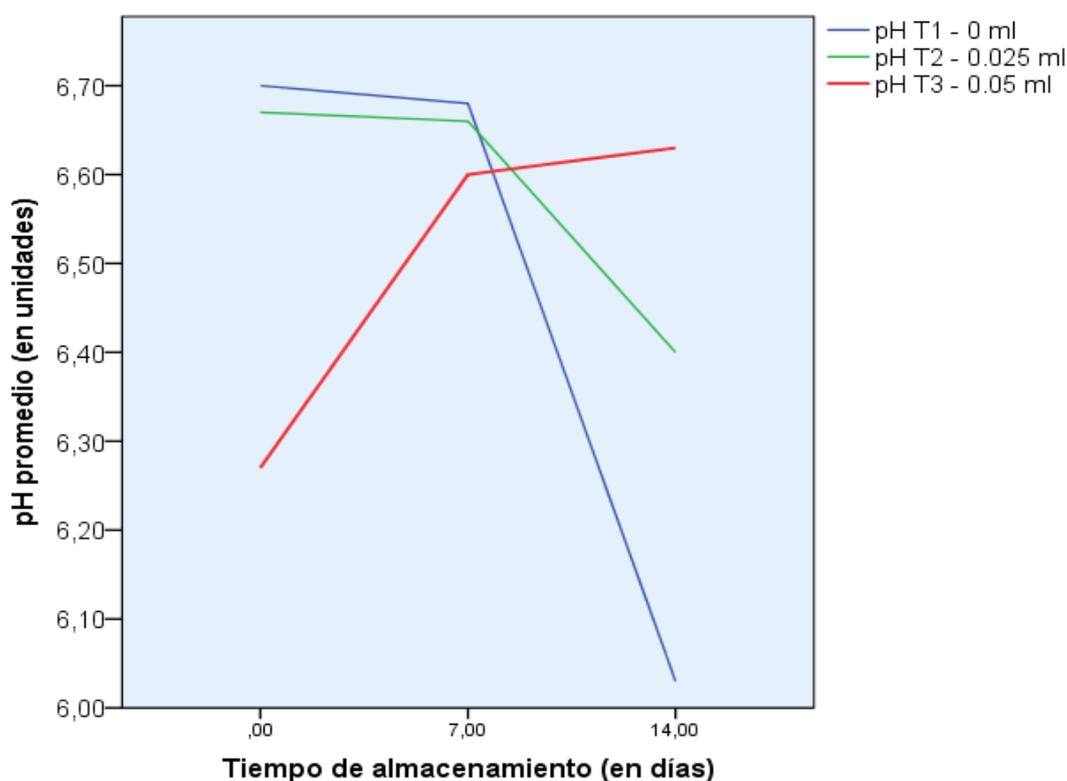
sería un queso extraduro, según su característica de consistencia y maduración de acuerdo a la NTP 202.193:2020 (INACAL, 2020).

- **Determinación de pH.**

Al realizar la medición del pH de las muestras de queso tipo paria T1, T2 y T3 se obtuvo los resultados que se muestran en la tabla 20.

**Tabla 20: pH promedio del queso tipo paria T1, T2 y T3**

Tiempo de almacenamiento	T1 – 0 ml	T2 – 0.025 ml	T3 – 0.050 ml
0 días	6.70	6.67	6.27
7 días	6.68	6.66	6.60
14 días	6.03	6.40	6.63



**Figura 12.** pH promedio del queso tipo paria T1, T2 y T3

Los resultados mostrados en la tabla 20 y figura 12 muestran que el queso tipo paria en la muestra T1 sin aceite esencial de muña, presenta un pH de 6.70 que es ligeramente ácido, disminuyendo hasta 6.03 después de 14 días de almacenamiento, lo que muestra que a medida que pasa el tiempo el queso se hace más ácido. De la misma forma, la muestra T2

con 0.025 ml de aceite esencial de muña tiene un pH inicial de 6.67 disminuyendo a 6.40 al cabo de 14 días, mostrando una menor reducción del pH respecto a T1. A diferencia de los resultados anteriores al agregar 0.05 ml de aceite esencial de muña, del pH inicial de 6.27 luego de 14 días varía hasta 6.63, mostrando una tendencia a adquirir un pH neutro a medida que pasa el tiempo. Los resultados obtenidos cumplen en algunos casos con los estándares establecidos en la NTP 202.194:2010 (INACAL, 2010) para el queso tipo paria, pero considerando que el pH de nuestras muestras es más básico que lo normado, estaría siendo un indicador favorable para la salud humana.

#### **4.3.2. Análisis de varianza de las características fisicoquímicas.**

Para verificar la existencia de diferencias significativas las características fisicoquímicas debido a la aplicación del aceite esencia de muña en la elaboración del queso tipo paria, utilizamos el ANOVA de un factor. Por lo que primeramente formulamos nuestras hipótesis estadísticas y regla de decisión.

##### **Hipótesis estadísticas.**

- Ho: No existen diferencias significativas entre las características fisicoquímicas de los quesos tipo paria T1, T2 y T3.
- Ha: Existen diferencias significativas entre las características fisicoquímicas de los quesos tipo paria T1, T2 y T3.

##### **Regla de decisión.**

- Si  $p > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula.
- Si  $p < 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis del investigador.

Los resultados del ANOVA de un factor para los parámetros texturales se muestran en la tabla 21 (Anexo 13).

Los resultados nos muestran que los parámetros del porcentaje de humedad, grasa y proteína tienen un p valor menor que 0.05, por lo que podemos afirmar que existen diferencias significativas entre estos grupos, lo que implica que la incorporación de aceite esencial de muña afecta sus características fisicoquímicas del queso tipo paria. Por otra parte, la temperatura, pH, y porcentaje de acidez y ceniza al tener un p valor mayor a 0.05 no presentan diferencias entre los quesos tipo paria en estos parámetros.

Para verificar la existencia de diferencia entre los parámetros fisicoquímicos de humedad, gras y proteína en cada tipo de queso se empleó la prueba post hoc HSD Tukey, los resultados se muestran en la tabla 22 (Anexo 13).

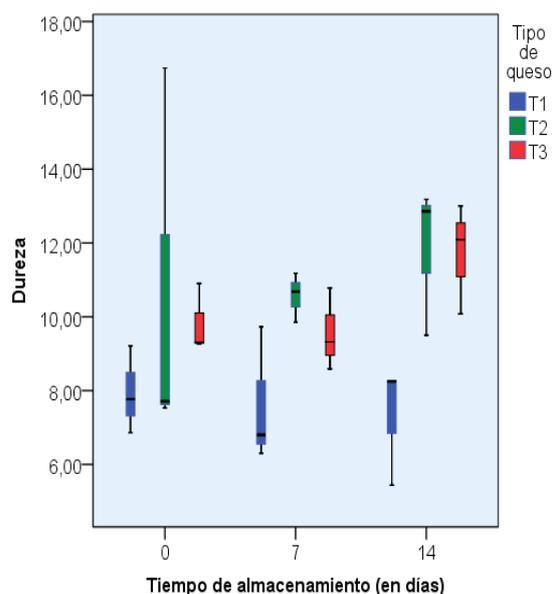
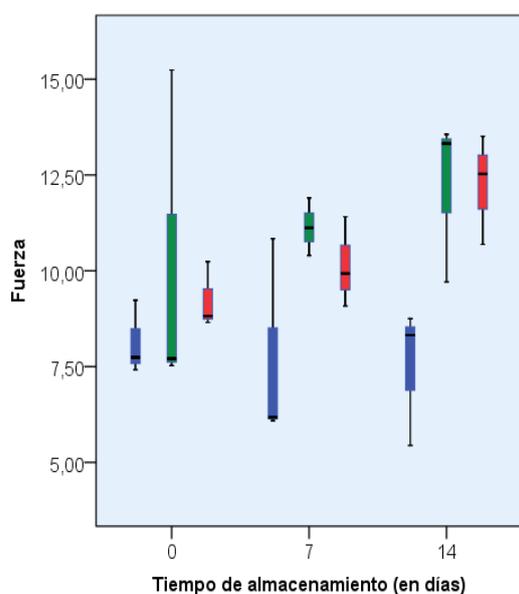
Considerando que el p valor en los parámetros de humedad de la muestra T1 con las muestras T2 y T3 son menores que 0.05, se afirma que existen diferencias significativas al aplicar aceite esencial de muña, la misma diferencia se observa en las muestras T2 y T3. El parámetro de grasa se observa que existen diferencias en las muestras T1 con T2 y T2 con T3, lo que evidencia que al adicionar 0.05 ml de aceite esencial de muña no genera diferencia con el grupo de control. Sin embargo, la muestra T3 es diferente a T1 y T2, pero no hay diferencia entre T1 y T2. En consecuencia, al aplicar 0.025 ml de aceite esencial de muña genera diferencias significativas en las características fisicoquímicas de humedad, grasa y proteína al elaborar el queso tipo paria, brindándole mejores características que cumplen con los estándares establecidos en la NTP 202.194:2010 (INACAL, 2010) para el queso tipo paria. Además, como Díaz-García et al. (2020) explica que existen diferencias significativas en los quesos paria de las diferentes regiones, debido a la distinta composición de la leche de estos lugares pero que cumplen con NTP. De la misma forma, al incluir el aceite esencial de muña este modifica las características fisicoquímicas del queso paria, pero sin salirse de lo normado.

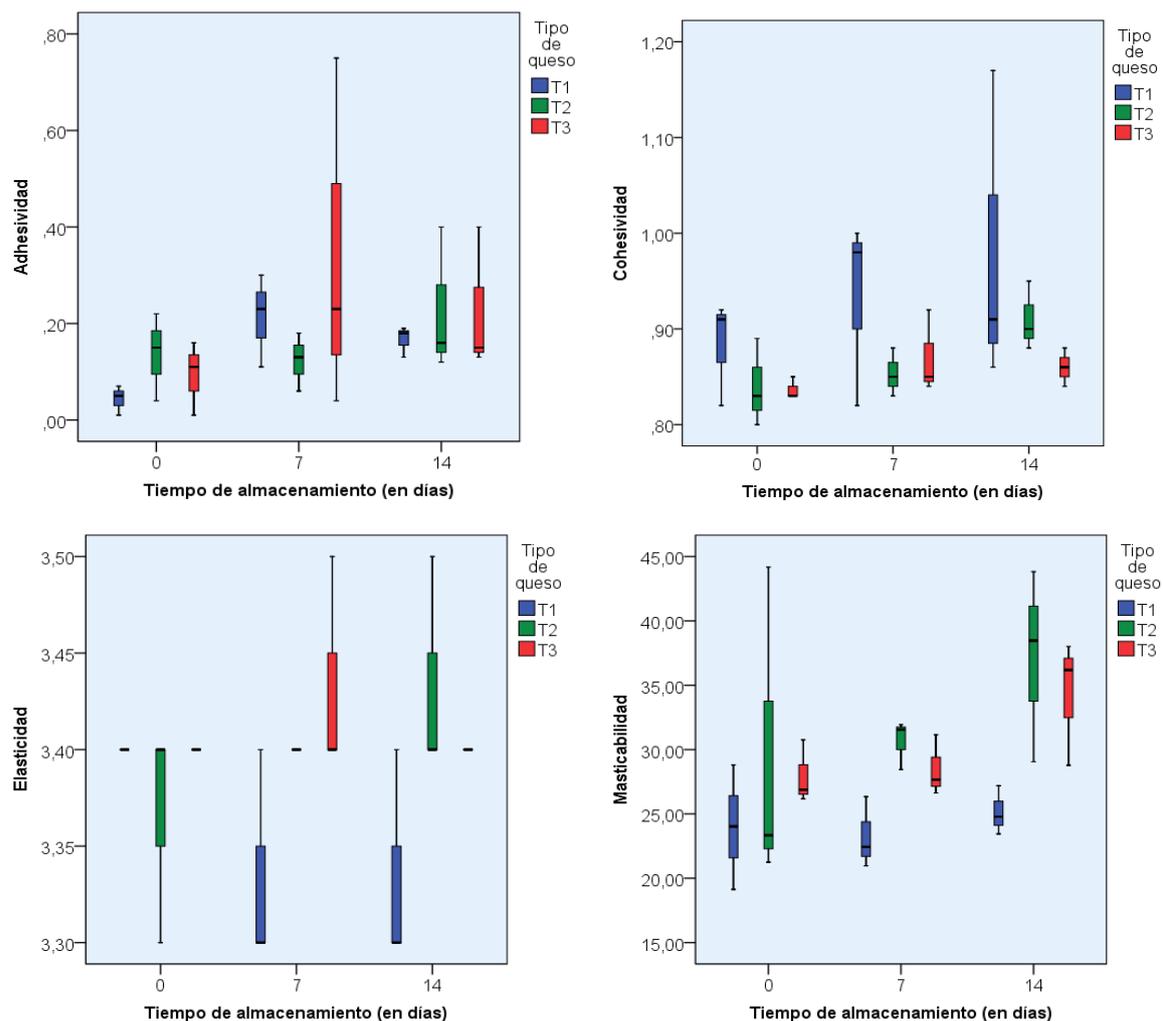
#### **4.3.3. Evaluación de la textura del queso tipo paria.**

Para realizar la evaluación de la textura del queso tipo paria se analizaron los parámetros de fuerza, dureza, adhesividad, cohesividad, elasticidad y masticabilidad en tres muestras de cada tipo de queso T1, T2 y T3. Los resultados se muestran en la tabla 21.

**Tabla 21: Resultados en los parámetros texturales del queso tipo paria T1, T2 y T3**

Parámetros de la textura	Unida	T1 – 0 ml			T2 – 0.025 ml			T3 – 0.050 ml		
		0	7	14	0	7	14	0	7	14
Fuerza	N	8.13	7.70	7.50	10.1	11.1	12.2	9.24	10.1	12.2
					6	4	0		4	4
Dureza	N	7.95	7.61	7.78	10.6	10.5	11.8	9.82	9.56	11.7
					6	7	4			2
Adhesividad	J	0.04	0.21	0.17	0.14	0.12	0.23	0.09	0.34	0.23
Cohesividad		0.88	0.93	0.98	0.84	0.85	0.91	0.84	0.87	0.86
Elasticidad	mm	3.40	3.33	3.33	3.37	3.40	3.43	3.40	3.43	3.40
Masticabilidad	Kg	23.9	23.2	25.1	29.5	30.6	37.1	27.9	28.4	34.3
	d	9	5	4	9	5	2	3	7	2





**Figura 13.** Resultados en los parámetros texturales del queso tipo paria T1, T2 y T3.

De acuerdo a la tabla 23 y figura 13, la fuerza promedio empleada para la compresión del queso tipo paria T1, registró una disminución desde el día 0 hasta el día 14, mientras que las muestras T2 y T3 evidenciaron un incremento en la fuerza empleada para lograr la compresión del queso.

Mientras que la dureza en todas las muestras disminuyó para el día 7, sin embargo, como consecuencia del proceso de sinéresis y el reacomodo continuo de la red proteica, la capa externa se contrae más por la expulsión del lactosuero, esto incrementó la dureza del queso para el día 14; la muestra con mayor valor de dureza fue la T2 con 0.025 ml de aceite esencial de muña, registrándose una dureza ligeramente inferior en la muestra T3.

Con respecto a la adhesividad, se evidencia que las tres muestras tienen un valor positivo durante todo el periodo de almacenamiento lo que demuestra que los quesos tipo paria no son pegajosos o adhesivos. La muestra T1 al inicio y final presenta valores más

homogéneos que las otras muestras, la adhesividad se incrementó al final del periodo de almacenamiento. Por otra parte, las muestras T2 y T3 tienen una similar dispersión entre sí, pero mayor a la adhesividad de T1. Sin embargo, durante el periodo de almacenamiento se observa que las muestras T2 y T3 sufrieron una mayor variación de su adhesividad incrementándose, pero de manera considerable e irregular en T3, mostrando la muestra T2 un comportamiento de la adhesividad más predecible.

La cohesividad obtenida en el queso tipo paria sin aceite esencial de muña es mayor que las otras muestras y se observa un incremento en su valor a medida que pasa el tiempo, además se observa mayor dispersión en los valores determinados, lo que muestra que existe mayor irregularidad en la cohesividad. La muestra T2 presenta menor cohesividad que las otras muestras, también se observa que su cohesividad aumenta con el tiempo de almacenamiento y los valores determinados tienen menor dispersión que las demás. La cohesividad de la muestra T3 se incrementó en la primera semana, disminuyendo durante la segunda semana, también presenta menor dispersión en los valores determinados.

En la elasticidad se observa que la muestra T1 disminuye de 3.40 a 3.33 en el periodo de 14 días; por el contrario, la muestra T2 incrementó su elasticidad de 3.37 a 3.43 en el mismo periodo; mientras que la muestra T3 presentó la misma elasticidad al inicio y final, pero a los 7 días se observó que la elasticidad era mayor.

La masticabilidad registrada expone que el trabajo para desintegrar el queso tipo paria para que esté listo para la deglución es menor en la muestra T1 entre 23.99 y 25.14 Kg, mientras que la muestra T2 demanda un mayor trabajo que las otras muestras analizadas entre 29.59 y 37.12 kg. Por otra parte, la masticabilidad de la muestra T3 evidencia que se requiere de un trabajo entre 27.93 y 34.32 Kg para la desintegración del queso para deglutirlo.

#### **4.3.4. Análisis de varianza de los parámetros texturales.**

Para verificar la existencia de diferencias significativas entre los parámetros texturales debido a la aplicación del aceite esencia de muña en la elaboración del queso tipo paria utilizamos el ANOVA de un factor. Por lo que primeramente formulamos nuestras hipótesis estadísticas y regla de decisión.

##### **Hipótesis estadísticas.**

- Ho: No existen diferencias significativas entre los parámetros texturales de los quesos tipo paria T1, T2 y T3.

-  $H_a$ : Existen diferencias significativas entre los parámetros texturales de los quesos tipo paria T1, T2 y T3.

**Regla de decisión.**

- Si  $p > 0.05$ , se acepta la hipótesis nula.
- Si  $p < 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis del investigador.

Los resultados del ANOVA de un factor para los parámetros texturales se muestran en la tabla 24 (Anexo 13).

Los resultados mostrados en la tabla 24, nos muestran que los parámetros de fuerza, dureza, elasticidad y masticabilidad tienen un p valor menor que 0.05, por lo que podemos afirmar que existen diferencias significativas entre estos grupos, lo que implica que la incorporación de aceite esencial de muña afecta los parámetros texturales del queso tipo paria. Por otra parte, la adhesividad y cohesividad al tener un p valor mayor a 0.05 muestra que no existen diferencias entre los quesos tipo paria en estos parámetros.

Para verificar la existencia de diferencia entre los parámetros texturales de cada tipo de queso se empleó la prueba post hoc HSD Tukey, los resultados se muestran en la tabla 25 (Anexo 13).

De la tabla 25 se observa que el p valor en los parámetros de fuerza y dureza de la muestra T1 con las muestras T2 y T3 son menores que 0.05, se afirma que existen diferencias significativas al aplicar aceite esencial de muña, pero las muestras T2 y T3 no presentan diferencias entre sí. En los parámetros de adhesividad y cohesividad se observa que no existen diferencias en las muestras con o sin aceite esencial de muña. Respecto a la elasticidad se observó que al aplicar 0.05 ml de aceite esencial de muña si genera diferencias significativas con la muestra de control T1, no siendo así con la muestra T2. Finalmente, la masticabilidad solo presentó diferencias significativas al aplicar 0.025 ml, muestra T2, con la muestra de control T1.

De manera similar a los datos obtenidos en nuestro estudio, Guzmán (2015) afirma que la dureza y adhesividad se incrementa durante el tiempo de almacenamiento, mientras que la elasticidad y cohesividad disminuyeron su valor. Determinó también que el contenido graso influye en los parámetros texturales a excepción de la dureza. Asimismo, la gomosidad y masticabilidad cambian en función de la dureza, cohesividad y elasticidad.

Por su parte, Benito Flores (2018) afirma que al utilizar el aceite esencial de chachacoma (*Senecio nutans* Sch.) y comparar los valores de la textura inicial después de 21 días de almacenamiento estos valores aumentaron.

#### 4.3.5. Evaluación de parámetro de color.

Para la determinación del color del queso tipo paria muestra los resultados obtenidos son los que se muestran en la tabla 26.

**Tabla 22: Resultados en los parámetros de color del queso tipo paria T1, T2 y T3**

Parámetros de color	T1 – 0 ml			T2 – 0.025 ml			T3 – 0.050 ml		
	0	7	14	0	7	14	0	7	14
Luminosidad L*	68.31	69.00	74.16	74.57	74.35	63.69	73.53	72.71	58.02
Cromaticidad a*	0.41	0.78	0.54	-0.71	-0.45	0.37	-0.44	-0.27	0.77
Cromaticidad b*	32.96	32.66	30.00	33.81	32.80	31.23	34.26	32.69	28.72
Tonalidad H*	89.33	88.67	88.95	91.21	90.79	89.33	90.75	90.48	88.42
Cromaticidad c*	32.96	32.67	30.00	33.82	32.80	31.24	34.27	32.69	28.73
Delta E E*ab	43.95	43.28	38.08	40.77	40.12	45.94	41.72	40.94	48.82

La luminosidad L\* en la muestra T1 muestra un incremento desde el inicio al final del periodo de almacenamiento, mientras que en las muestras T2 y T3 se observa una disminución de 10.88 y 15.51 (65°/F8) respectivamente. La cromaticidad a\* en T1 incrementó en 0.37 en la primera semana, para luego disminuir en 0.24 (65°/F8) a la segunda semana, mostrando una tonalidad ligeramente más roja que la inicial; a diferencia de ello la cromaticidad a\* en las muestras T2 y T3 se incrementaron en más de una unidad, pasando de un color tenuemente verde al inicio a una tonalidad sutilmente más roja. La cromaticidad b\* evidencia en todos los casos una tonalidad más amarillenta, la cual disminuye ligeramente en las dos semanas de almacenamiento. La tonalidad en las tres muestras disminuyó en el periodo de almacenamiento; sin embargo, al obtener valores cercanos a 90, podemos afirmar que en todos los casos la tonalidad es amarillenta, en la primera muestra es con una mínima tendencia al color rojo, por tener valores inferiores a 90 y en caso de las muestras T2 y T3 inician con un color ligeramente verde, para pasar a un color ligeramente rojo al cabo de las

dos semanas. La cromaticidad  $C^*$ , muestra una disminución en las tres muestras, lo que indica que a medida que pasa el tiempo el queso va mostrando un ligero acercamiento al gris neutro. Finalmente, el valor Delta E manifiesta que existe una similar posibilidad de que los consumidores puedan diferenciar entre la variación del color en los quesos tipo paria.

Los resultados de nuestro estudio, muestran las variaciones de color que experimentan los quesos tipo paria por influencia del tiempo de almacenamiento, pues como Mathias-Rettig y Ah-Hen (2014) señalan que el color es influenciado por diversos factores como iluminación o particularidades de la muestra como son la superficie, tamaño, textura y brillo. Mientras que (Ramírez-Navas, 2010) afirma que es el primer factor organoléptico que percibe el consumidor, pero la preferencia del color de los alimentos varía en función de las condiciones psicosociales y culturales del consumidor.

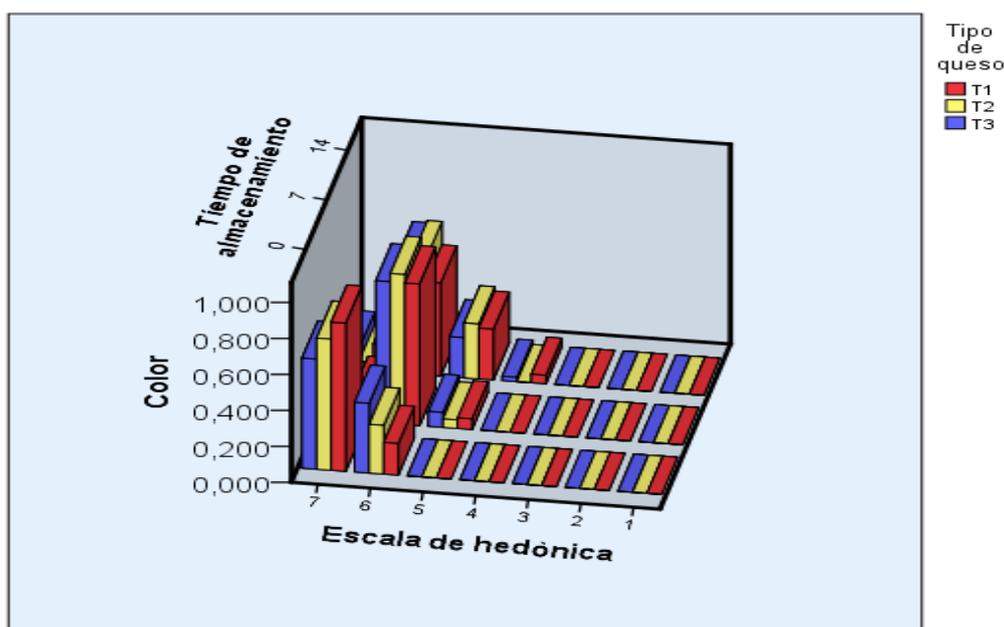
Similares resultados obtuvo (Benito Flores, 2018), ya que en su investigación determinó que el valor de  $\Delta E$  es mayor a 0.5 en los quesos adicionados con aceite esencial observándose que conforme avanzó el almacenamiento, el cambio de color es muy evidente en la muestra control, mientras que en las muestras con aceites el incremento es ligero a simple vista.

#### 4.3.6. Evaluación de las características organolépticas.

Para realizar las pruebas sensoriales respecto al nivel de agrado de los tres tipos de queso durante el proceso de almacenamiento se contó con la colaboración de 85 personas previamente orientadas para la valoración de las características organolépticas, los resultados se detallan a continuación.

**Tabla 23: Resultados de la apreciación del color, según la escala hedónica**

Escala hedónica	T1 – 0 ml			T2 – 0.025 ml			T3 – 0.050 ml		
	0	7	14	0	7	14	0	7	14
1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
4	0.0%	0.0%	4.7%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.4%
5	0.0%	5.9%	28.2%	0.0%	4.7%	30.6%	0.0%	8.3%	22.3%
6	17.6%	78.8%	51.8%	27.1%	83.5%	64.7%	38.8%	78.8%	63.5%
7	82.4%	15.3%	15.3%	72.9%	11.8%	4.7%	61.2%	12.9%	11.8%

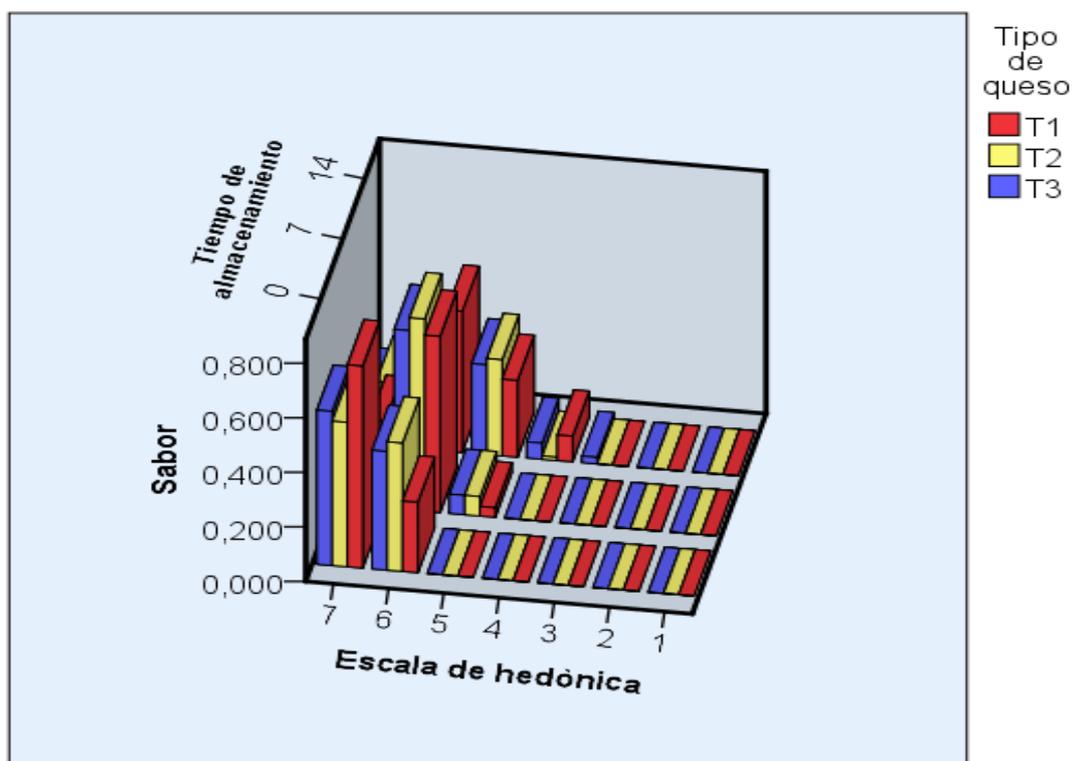


**Figura 14.** Resultados de la apreciación del color, según la escala hedónica.

De la tabla 27 y figura 14 se aprecia que los evaluadores, afirman que el color al inicio a la mayoría les gusta mucho o moderadamente, siendo la muestra con 0.05 ml de aceite esencial de muña la que tiene un color más agradable; sin embargo, para la primera semana de almacenamiento, los evaluadores manifiestan que les gusta moderadamente o poco, observándose que la muestra T2 es la más aceptada. Luego de dos semanas, la apreciación del color sigue disminuyendo su valor en la escala hedónica, pues en la muestra T1 y T3 los evaluadores indican en un mínimo porcentaje que el color ni les disgusta ni les gusta, cerca de la tercera parte indica que le gusta poco, en este caso también la muestra T2 mantiene alrededor de las dos terceras partes con un nivel 6 de preferencia.

**Tabla 24: Resultados de la apreciación del sabor, según la escala hedónica**

Escala hedónica	T1 – 0 ml			T2 – 0.025 ml			T3 – 0.050 ml		
	0	7	14	0	7	14	0	7	14
1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	2.4%
4	0.0%	0.0%	9.4%	0.0%	0.0%	1.2%	0.0%	0.0%	5.9%
5	0.0%	3.5%	28.2%	0.0%	7.1%	35.3%	0.0%	7.1%	32.9%
6	25.9%	64.7%	51.8%	47.1%	70.6%	40.0%	43.5%	65.8%	40.0%
7	74.1%	31.8%	10.6%	52.9%	22.3%	23.5%	56.5%	27.1%	18.8%

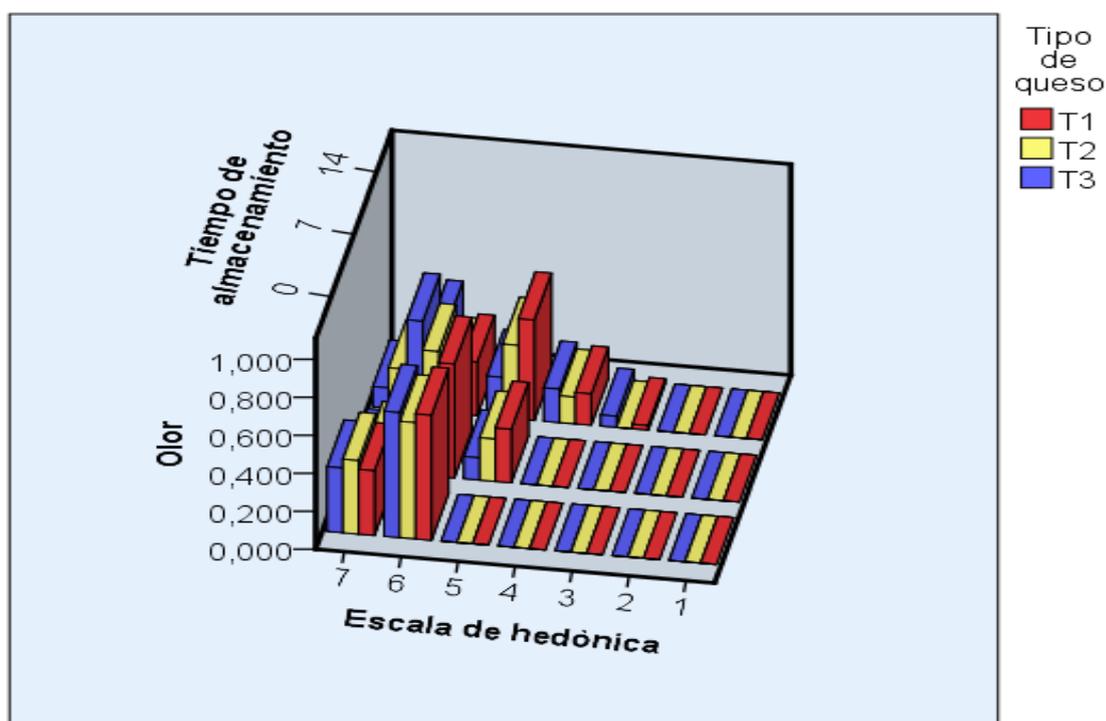


**Figura 15.** Resultados de la apreciación del sabor, según la escala hedónica.

De la tabla 28 y figura 15 se aprecia que los evaluadores, afirman que el sabor al inicio a la mayoría les gusta mucho o moderadamente, siendo la muestra con 0.025 ml de aceite esencial de muña la que tiene un sabor más aceptado; para la primera semana de almacenamiento, se observa que el porcentaje de los que gustan mucho del sabor disminuye, siendo la mayoría los que les gusta moderadamente y en un menor porcentaje los que manifiestan un poco gusto por el sabor de los quesos, observándose que la muestra T1 es la más aceptada. Luego de dos semanas, la valoración del sabor disminuyó su valor en la escala hedónica, pues las tres muestras llegaron a ser valoradas con una escala 4, es decir, el sabor ni les gusta ni les disgusta, sin embargo, se observa que la muestra T2 en un mínimo porcentaje obtuvo dicha valoración, en cambio T3 llegó a tener una valoración 3, que indica que a las dos semanas se convierte en un queso que llega a generar un poco de desagrado en los evaluadores.

**Tabla 25: Resultados de la apreciación del olor, según la escala hedónica.**

Escala hedónica	T1 – 0 ml			T2 – 0.025 ml			T3 – 0.050 ml		
	0	7	14	0	7	14	0	7	14
1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3	0.0%	0.0%	2.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	5.9%
4	0.0%	0.0%	16.5%	0.0%	0.0%	14.1%	0.0%	0.0%	17.6%
5	0.0%	28.2%	52.9%	0.0%	22.3%	38.8%	0.0%	11.7%	21.2%
6	65.9%	60.0%	28.2%	61.2%	65.9%	25.9%	65.9%	81.2%	44.7%
7	34.1%	11.8%	0.0%	38.8%	11.8%	21.2%	34.1%	7.1%	10.6%



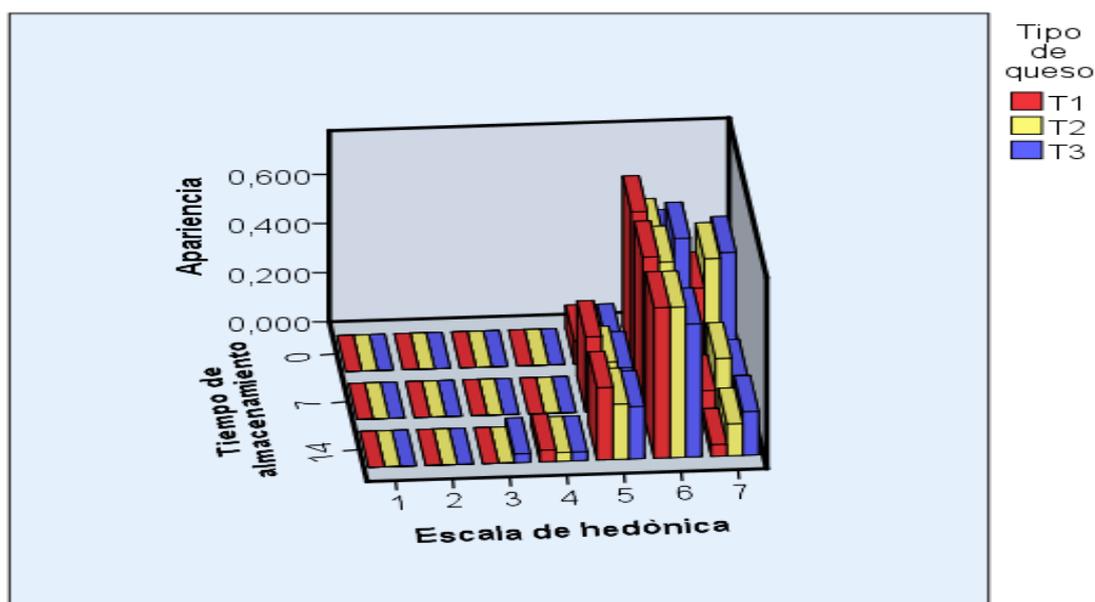
**Figura 16.** Resultados de la apreciación del olor, según la escala hedónica

De la tabla 29 y figura 16 se aprecia que los evaluadores, afirman que el olor al inicio le gustaba mucho o de forma moderada a la mayoría, siendo la muestra con 0.025 ml de aceite esencial de muña la que emitía un olor más agradable; sin embargo, para la primera semana de almacenamiento, manifestaron en menos del 25% que las tres muestras les gustaba de manera moderada o poco, pero la que mantuvo un resultado favorable fue la T3. Después de las dos semanas, en caso de las muestras T1 y T3 tienen un olor con un valor 3

y 4 de la escala hedónica, siendo la muestra T2 con un 0.025 ml de aceite esencial de muña la que mostró como mínimo un valor de 4 en la escala hedónica.

**Tabla 26: Resultados de la apreciación de la apariencia, según la escala hedónica.**

Escala hedónica	T1 – 0 ml			T2 – 0.025 ml			T3 – 0.050 ml		
	0	7	14	0	7	14	0	7	14
1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	3.5%
4	0.0%	0.0%	4.7%	0.0%	0.0%	3.5%	0.0%	0.0%	3.5%
5	9.4%	30.6%	29.4%	7.1%	20.0%	22.4%	9.4%	17.6%	21.2%
6	61.2%	62.3%	61.2%	51.7%	60.0%	61.2%	47.1%	69.5%	54.1%
7	29.4%	7.1%	4.7%	41.2%	20.0%	12.9%	43.5%	12.9%	17.7%



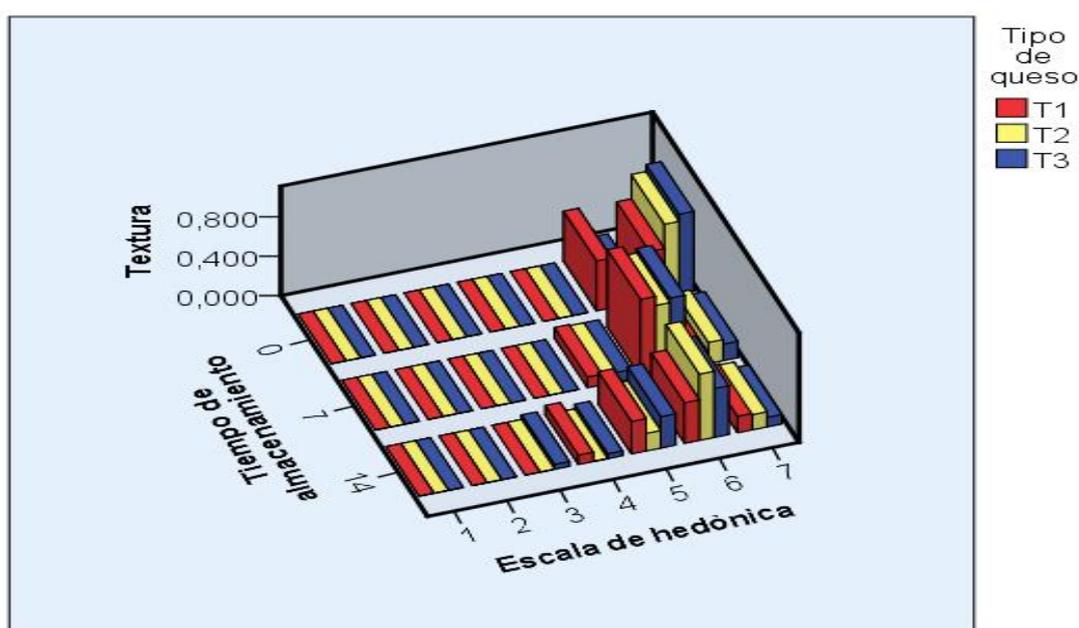
**Figura 17.** Resultados de la apreciación de la apariencia, según la escala hedónica

De la tabla 30 y figura 17 se aprecia que los evaluadores opinan sobre la apariencia del queso, que al inicio a la mayoría les gusta moderadamente, siendo la muestra con 0.025 ml de aceite esencial de muña la que tiene una mejor apariencia; luego de la primera semana de almacenamiento, el gusto varió entre la escala 5, 6 y 7 con una mejor valoración la muestra T3. Sin embargo, después de dos semanas de almacenamiento, la apariencia de las muestras T1 y T2 descendió en el peor de los casos a la escala 4, mientras que la muestra T3 obtuvo

como peor valoración la escala 3. Finalmente, se evidencia que la muestra T2 mantiene una mejor apariencia con el transcurrir de las dos semanas.

**Tabla 27: Resultados de la apreciación de la textura, según la escala hedónica**

Escala hedónica	T1 – 0 ml			T2 – 0.025 ml			T3 – 0.050 ml		
	0	7	14	0	7	14	0	7	14
1	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
2	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%
3	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.7%
4	0.0%	0.0%	9.4%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	4.7%
5	0.0%	10.6%	32.9%	0.0%	9.4%	17.6%	0.0%	9.4%	31.8%
6	50.6%	78.8%	41.2%	25.9%	69.4%	67.1%	18.8%	74.1%	49.4%
7	49.4%	10.6%	16.5%	74.1%	21.2%	15.3%	81.2%	16.5%	9.4%



**Figura 18.** Resultados de la apreciación de la textura, según la escala hedónica

De la tabla 31 y figura 18 con respecto a la textura se evidencia que los evaluadores afirman que las tres muestras presentan una buena textura, destacando la muestra T3 con 0.05 ml de aceite esencial de muña; sin embargo, a los siete días de almacenamiento, manifiestan que su valoración varió entre la escala 5, 6 y 7, observándose que la muestra T2 es presenta una mejor aceptación respecto a las demás. Después de dos semanas, la valoración de la textura de la T1 fue no menor a 4, mientras que la T2 presento una mejor

textura pues continuó variando entre la escala 5 a 7 y el queso de tipo T3 disminuyó hasta la escala 3.

#### **4.3.7. Análisis estadístico de las características organolépticas.**

Para verificar la existencia de diferencias significativas entre las características organolépticas debido a la aplicación del aceite esencia de muña en la elaboración del queso tipo paria utilizamos el ANOVA de un factor. Primeramente, utilizaremos la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para decidir si es posible la aplicación de la ANOVA, pues los datos obtenidos en estos parámetros fueron obtenidos por el juicio de los evaluadores, siendo las hipótesis estadísticas y regla de decisión las siguientes.

##### **Hipótesis estadísticas.**

- Ho: Los datos de las características organolépticas de los quesos tipo paria T1, T2 y T3 no siguen una distribución normal.
- Ha: Los datos de las características organolépticas de los quesos tipo paria T1, T2 y T3 siguen una distribución normal.

##### **Regla de decisión.**

- Si  $p < 0.05$ , se acepta la hipótesis nula.
- Si  $p > 0.05$ , se rechaza la hipótesis nula y aceptamos la hipótesis del investigador.

Los resultados se muestran en la tabla 32 (Anexo 14)

Considerando que el p valor es menor a 0.05 en todos los casos podemos afirmar que los datos obtenidos no siguen una distribución normal, por lo que no sería factible el uso de la prueba de ANOVA para estas características y solo debemos utilizar las tablas y graficas estadísticas mostradas para establecer las diferencias entre los tipos de queso.

Al respecto Benito Flores (2018) asegura que al utilizar el aceite esencial de chachacoma (*Senecio nutans* Sch.) mejora las propiedades físicas y características sensoriales en la elaboración de queso fresco Tipo Paria. Pues, la evaluación sensorial mostró que grupo control y T1 fueron consideradas como aceptables, ya que varían entre las escalas de “me gusta poco” y “me gusta mucho”, pero el T2 con respecto a olor y sabor tienen el grado de aceptabilidad de “me disgusta poco”. Estos resultados son similares a los obtenidos en nuestro caso, pues la muestra T2 que contiene 0.025 ml de aceite esencial de muña mejoró las propiedades fisicoquímicas, texturales y posee un mejor grado de aceptación con respecto a las demás muestras, a pesar del periodo de almacenamiento.

#### **4.4. DETERMINACIÓN DE LA CONCENTRACIÓN ADECUADA DE ACEITE ESENCIAL DE MUÑA PARA LA ELABORACIÓN DE QUESO TIPO PARIÁ.**

Para determinar la concentración del aceite esencial de muña (*Mintostachys mollis*), la muestra obtenida se sometió a la determinación de su porcentaje de rendimiento, así como las características físicas del aceite esencial (densidad, índice de refracción y solubilidad), para luego analizar cuál es la concentración de aceite esencial de muña que genera mejores resultados en la elaboración de queso tipo paria.

Para la determinación del porcentaje de rendimiento de aceite esencial de muña, es necesario resaltar que este depende de la densidad del aceite, entonces primeramente determinamos las características físicas las cuales detallamos a continuación:

##### **4.4.1. Determinación de las características físicas del aceite esencial**

Para la determinación de las características físicas del aceite esencial se emplearon diferentes métodos físicos e instrumentales y para su mejor comprensión, los resultados se detallan a continuación.

- **Densidad (g/ml).**

Se determinó con el método del picnómetro, considerando una temperatura de 20° C, la tabla 33 muestra los valores medidos de la masa y volumen del aceite para calcular la densidad a 20°C de temperatura  $\rho_{20}$ .

**Tabla 28:** *Masa y volumen para calcular la densidad del aceite esencial de muña*

<b>Magnitudes</b>	<b>Valor medido</b>
Masa del aceite en g	9.0
Volumen del aceite en ml	11.0

Con la información anterior se realizó el cálculo de la densidad del aceite esencial de muña determinando que es de 0,818 g/ml, valor que se aproxima a los obtenidos en otros estudios que son de  $0.90 \pm 0.05$  o 0,9189 g/ml (Cano et al., 2008; Torrenegra-Alarcón et al., 2016).

- **Índice de refracción (n).**

Para su determinación se calibró el refractómetro con agua destilada; y a continuación se tomaron 0.5 ml del aceite esencial, colocándose encima de la lámina del refractómetro a una temperatura constante de 20 °C.

El valor determinado para el índice de refracción del aceite esencial de muña fue de 1.496495, el cual se aproxima a los determinados en estudios anteriores los cuales son de  $1.4774 \pm 0.02$  y 1.4727 (Cano et al., 2008; Torrenegra-Alarcón et al., 2016).

- **Solubilidad.**

Para determinar la solubilidad de la muestra de aceite esencial de muña, se colocó en tubos 0.5 ml de aceite esencial y se añadió a cada tubo 5 ml de agua, 5 ml de etanol al 50%, 5 ml de etanol al 70%, 5 ml de etanol al 80%, 5 ml de etanol al 96%, finalmente se agitó cada tubo para observar si presenta enturbiamiento, los resultados se muestran en la tabla 34.

**Tabla 29: Resultados de la solubilidad del aceite esencial de muña en agua y etanol**

<b>Compuesto y concentración</b>	<b>Resultado de solubilidad</b>
0 ml de agua	No
5ml de etanol al 50%	No
5ml de etanol al 70%	Si
5ml de etanol al 80%	Si
5ml de etanol al 96%	Si

La tabla 34 muestra que el aceite esencial de muña no es soluble en agua, ni en etanol al 50%, sin embargo, se pudo identificar que en el etanol cuya concentración es al 70%, 80% y 96% el aceite esencial presento enturbiamiento, en consecuencia, es soluble en etanol a partir del 70% o concentraciones mayores. Este resultado coincide con lo propuesto por Cano et al. (2008), presentando diferencias con los obtenido por Torrenegra-Alarcón et al. (2016).

#### **4.4.2. Propiedades organolépticas del aceite esencial de muña.**

Las propiedades organolépticas del aceite esencial de muña obtenidas se detallan en la tabla 35.

**Tabla 30: *Propiedades organolépticas del aceite esencial de muña.***

<b>Propiedad organoléptica</b>	<b>Resultado</b>
Apariencia	Líquido límpido móvil
Color	Incoloro a amarillento
Olor	Herbal y mentolado

De la tabla 35 se observa que el aceite esencial de muña obtenido tiene una apariencia de líquido límpido móvil, además es entre incolora a amarillenta, con un olor herbal y mentolada.

#### **4.4.3. Componentes bioquímicos – cromatografía de gases del aceite esencial de muña.**

Luego de las pruebas correspondientes para determinar los componentes bioquímicos - cromatografía de gases, los resultados se muestran en la tabla 36.

**Tabla 31: *Componentes bioquímicos – cromatografía de gases.***

<b>Componentes</b>	<b>%</b>
Pulegona	46.70
Mentona	15.89
Isomentona	13.34
Inalol	2.94
Cariofileno	2.03
Carvacrol acetato	1.85

De acuerdo a los resultados obtenidos en la tabla 36, se observa que el mayor porcentaje de los componentes bioquímicos son la Pulegona en un 46.70%, mentona 15.89% e isomentona 13.34%, mientras que los demás componentes tienen presencia en una menor cantidad. De manera similar en otros estudios se demostró que la composición química del aceite esencial de *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb oscila entre un 13.21% a 28.62% de pulegona, el cual depende de la región de procedencia de la hierba (Fuertes Ruitón & Munguía Chipana, 2001).

#### 4.4.4. Determinación del porcentaje de rendimiento de aceite esencial.

La determinación del porcentaje de rendimiento de aceite esencial, se realizó a escala laboratorio mediante la destilación por el método de destilación completa por arrastre por vapor, la parte aérea de la planta fue utilizada para la extracción, los resultados obtenidos se muestran en la tabla 37:

**Tabla 32: Volumen y peso para calcular el rendimiento del aceite esencial de muña**

Magnitudes	Valor medido
Volumen del Aceite Esencial en ml	11.0
Peso de la muestra inicial a destilar en g	9.9
Densidad del aceite a 20°C en (g/ml)	0,818

Luego de realizar los cálculos correspondientes, el resultado obtenido nos permite observar que el aceite esencial de muña presenta un excelente rendimiento igual a 90.9%, el cual se encuentra por encima del rendimiento de las demás plantas aromáticas (Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), 2004).

Para determinar cuál es la concentración de aceite esencial de muña que genera mejores resultados y tiene mayor aceptación por parte de los consumidores potenciales, se trabajó con el promedio ponderado del nivel de aceptación de las características organolépticas proporcionada por los evaluadores de las tres muestras de queso tipo paria, según la escala hedónica y el porcentaje respectivo y de acuerdo al tiempo de almacenamiento, los resultados se muestran en la tabla 38.

**Tabla 33: Promedio ponderado de la valoración organoléptica del queso tipo paria, según la escala hedónica**

Tiempo de almacenamiento	T1 – 0 ml	T2 – 0.025 ml	T3 – 0.050 ml
0 días	6.52	6.55	6.53
7 días	6.00	6.05	6.04
14 días	5.56	5.79	5.64

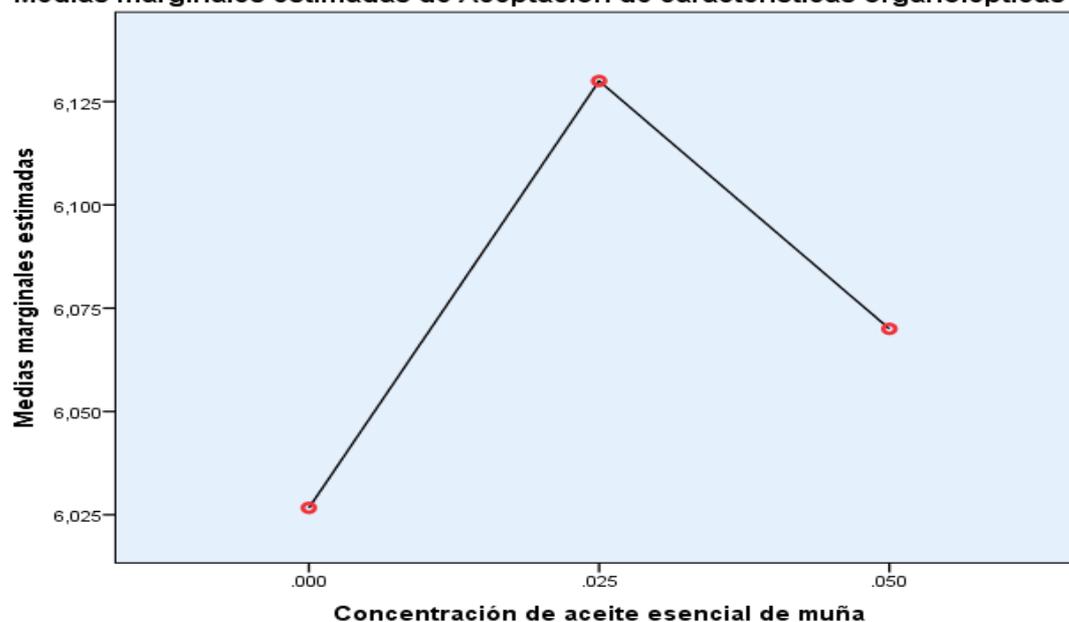
La tabla 38, muestra que la muestra T2 con 0.025 ml de aceite esencial de muña tiene mejor aceptación, pero para realizar la comprobación de las diferencias entre las tres concentraciones utilizadas utilizamos las pruebas de igualdad de Levene de varianzas de error, pruebas de efectos inter-sujetos y las pruebas Post hoc HSD Tukey que corresponden al Diseño Completamente Aleatorio, obteniéndose los resultados que se muestran en la tabla 39 (Anexo 14).

Los resultados que muestra la tabla 39 indican que no existen diferencias significativas entre la aceptación de las características organolépticas del queso tipo paria T1, T2 y T3 de las tres concentraciones de aceite esencial de muña, debido a que el p valor obtenido es superior a 0.05 de nivel de significancia. Por otra parte, la prueba de efectos inter-sujetos, para la aceptación de las características organolépticas se muestra en la tabla 40 (Anexo 14).

De la tabla 40 y figura 19 (Anexo 14) se puede apreciar que respecto a los efectos inter-sujetos se observa que el p valor obtenido es de 0.959 y al ser mayor que 0.05 que es el nivel de significancia podemos observar que la concentración del aceite esencial de muña no genera diferencias significativas estadísticamente en el nivel de aceptación de las características organolépticas del queso tipo paria. Pues el valor de R cuadrado = 0.014, muestra que la variación en la escala hedónica es explicada solo en un 1,4% por la concentración de aceite esencial de muña.

En consecuencia, no existiendo diferencias significativas entre la aceptación de las características organolépticas del queso tipo paria T1, T2 y T3 en las tres concentraciones de aceite esencial de muña utilizadas en el experimento, no es necesario realizar el análisis Post hoc; por lo que, solo interpretaremos los resultados a partir de las medias marginales estimadas que se muestran en la figura 20.

**Medias marginales estimadas de Aceptación de características organolépticas**



**Figura 19.** Medias marginales estimadas de la concentración del queso tipo paria.

En consecuencia, podemos afirmar que la muestra T2 con una concentración de 0.025 ml de aceite esencial de muña es ligeramente superior a las otras muestras, lo que además se refuerza con los resultados obtenidos del análisis microbiológico, fisicoquímico y de las características texturales realizadas, las cuales muestran resultados favorables para esta concentración.

## CAPÍTULO V

### CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. CONCLUSIONES

- La adición de aceite esencial de muña afecta de manera positiva al fermento láctico en la elaboración de queso tipo paria, ya que muestra una buena capacidad antimicrobiana, antioxidante, además mejora las características y propiedades fisicoquímicas, texturales y organolépticas del queso tipo paria.
- El aceite esencial de muña obtenido tiene un rendimiento de 90,9%, asimismo sus características físicas muestran que tiene densidad de 0,818 g/ml, índice de refracción 1.496495, es soluble en etanol al 70% o concentraciones mayores. Luego del análisis de resultados se determinó que 0.025 ml es la concentración adecuada para mejorar las características del queso tipo paria.
- Al aplicar 0.025 y 0.05 ml de aceite esencial de muña el comportamiento microbiológico del queso tipo paria y fermento láctico mejoraron, ya que se redujo o eliminó los microorganismos patógenos, pero sin alterar la textura y color del queso, además se identificó la presencia de Lactobacillus Gram-positivos, cumpliendo con lo establecido en el Reglamento de la Leche y Productos Lácteos. Por otra parte, la muestra que no contenía aceite esencial de muña sufrió cambios en su textura y color, además de presentar bacterias patógenas.
- El uso del aceite esencial de muña influye en los parámetros fisicoquímicos, pues los parámetros de humedad, grasa y proteína tienen un p valor menor que 0.05, por lo que se afirma que existen diferencias significativas entre los quesos T1, T2 y T3. Los parámetros texturales del queso tipo paria presentan diferencias significativas en la fuerza, dureza, elasticidad y masticabilidad con un p valor menor que 0.05, lo que implica que la incorporación de aceite esencial de muña afecta los parámetros texturales del queso tipo paria, mientras que la adhesividad y cohesividad no presentan mayores diferencias. En el parámetro de color el valor Delta E varía entre 38.08 a 48.82 lo que indica que existe la posibilidad de que los consumidores puedan diferenciar entre la variación del color del queso tipo paria T1, T2 y T3. Con respecto

a las características organolépticas, como el color, sabor, olor, apariencia y textura evidenciaron que la muestra con 0.025 ml de aceite esencial de muña conserva de mejor manera estas características a lo largo del tiempo de almacenamiento.

## **5.2. RECOMENDACIONES**

- A las autoridades competentes, capacitar a los productores de queso en el uso del aceite esencial de muña para la elaboración de queso tipo paria, ya que los resultados de este estudio muestran su buena capacidad antimicrobiana, antioxidante, al mismo tiempo que mejora las características y propiedades fisicoquímicas, texturales y organolépticas del queso tipo paria, para lo cual es necesario realizar más investigaciones que refuercen los resultados de este estudio para su correspondiente aplicación práctica en la producción de queso tipo paria..
- A los productores de queso tipo paria, recomendarles que la inclusión del aceite esencial de muña que cumple con las características determinadas en el presente estudio favorece las propiedades fisicoquímicas y sensoriales del queso, generando un producto nuevo con mejores características. Sin embargo, se recomienda realizar el análisis de los costos de producción del queso tipo paria con la adición de aceite esencial de muña.
- A los productores de queso tipo paria, sugerir que incluyan el aceite esencial de muña, por sus propiedades de reducir o eliminar los microorganismos patógenos, sin alterar la textura y color del queso, pues el comportamiento microbiológico del queso tipo paria y fermento láctico mejoran y se asegura que cumplan con los estándares establecidos en el Reglamento de la Leche y Productos Lácteos.100-60 40+21 61
- A las autoridades regionales e investigadores en general, recomendarles que continúen la investigación del uso del aceite esencial de muña como un agente antimicrobiano y antioxidante que influye en las propiedades fisicoquímicas del queso tipo paria y al poseer un grado adecuado de aceptación en cuanto a las características organolépticas, pueda ser empleado en la producción de otros productos similares para que puedan contrastarse los valores que se proponen en este estudio como valores adecuados para la elaboración del queso tipo paria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agro Rural. (2019, enero). *Puno: Productores líderes de queso y leche fueron capacitados para garantizar la producción y calidad de lácteos en la región*. Agro Rural Noticias. <https://www.agrorural.gob.pe/puno-productores-lideres-de-queso-y-leche-fueron-capacitados-para-garantizar-la-produccion-y-calidad-de-lacteos-en-la-region/>
- Agüero, H. E., Almirón, G. G., & Colque Saavedra, E. (2017). *Utilización de starters en la industria láctea: Queso y yogur* [Trabajo de Taller de Prácticas Profesionales, Universidad Nacional del Nordeste]. <https://xdocs.pl/doc/99502-tpp-starters-en-productos-lacteos-28017kw60d8w>
- Bandoni, A. L. (2003). *Los Recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores* (2da ed.). CYTED Ciencia y Tecnología para el Desarrollo. [http://www.cytcd.org/sites/default/files/recursos\\_vegetales.pdf](http://www.cytcd.org/sites/default/files/recursos_vegetales.pdf)
- Benito Flores, M. N. (2018). *Evaluación de la capacidad antimicrobiana, antioxidante y propiedades físicas, del aceite esencial de chachacoma (Senecio nutans Sch.) en queso fresco tipo paria* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9021>
- Calampa, L., Fernández-Jerí, A., & Bernal, W. (2018). Physicochemical and microbiological evaluation quality of fresh cheese in the dairy basins of the Amazon Region, Peru. *Agroindustrial Science*, 8(2), 117-121. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2018.02.06>

- Camacho, H. (2011). *Caracterización físicoquímica del aceite esencial de la muña (Menthostachys setosa) y su estudio antibacteriano* [Tesis para la obtención de título profesional de Ingeniero Químico]. Universidad Nacional del Callao.
- Campillo Vendrell, M. S. (2003). *Menthostachys spp: Estudio básico de la planta y su cultivo* [Trabajo Final de Carrera]. Universidad Nacional Agraria La Molina.
- Cano, C., Bonilla, P., Roque, M., & Ruiz, J. (2008). Actividad antimicótica in vitro y metabolitos del aceite esencial de las hojas de *Menthostachys mollis* (muña). *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 25(3), 298-301.
- Cano Pérez, C. A. (2007). *Actividad antimicótica in vitro y elucidación estructural del aceite esencial de las hojas de Mentostachys mollis "muña"* [Tesis de Maestría en Recursos Vegetales y Terapéuticos, Universidad Nacional Mayor de San Marcos].  
<https://hdl.handle.net/20.500.12672/2573>
- Carhuapoma Y., M., López G., S., Roque A., M., Velapatiño, B., Bell C., C., & Whu W., D. (2009). Actividad antibacteriana del aceite esencial de *Menthostachys mollis* Griseb "Ruyaq muña". *Ciencia e Investigación*, 12(2), 83-89.  
<https://doi.org/10.15381/ci.v12i2.3404>
- CEDEPAS Norte. (2016). Manual de la producción de Derivados Lácteos. *CITE Agropecuario* *CEDEPAS* *Norte*.  
[https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual\\_lacteos\\_0.pdf](https://www.cedepas.org.pe/sites/default/files/manual_lacteos_0.pdf)
- Decreto Supremo N° 007-2017-MINAGRI. (2017). *Aprueba el Reglamento de la Leche y Productos Lácteos*.  
[http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/DS\\_7\\_2017\\_MINAGRI.pdf](http://www.digesa.minsa.gob.pe/orientacion/DS_7_2017_MINAGRI.pdf)

- Delgado Fuente, D. (2010). *Optimización del proceso de elaboración de queso semicurado de mezcla a partir de concentrados de ultrafiltración* [Tesis Doctoral, Universidad de Burgos]. <https://doi.org/10.36443/10259/149>
- Díaz, M. (2017). Determination of the yield at different extraction times of the essential oil of the root *Salvia trifilis* Epling (mejorana) by the steam trapping method. *Agroindustrial Science*, 7(2), 73-77. <https://doi.org/10.17268/agroind.sci.2017.02.03>
- Díaz-García, A. C., Arias A., G. C., & Bautista C., N. (2020). Caracterización fisicoquímica y contenido de bacterias ácido-lácticas de quesos “Paria” de Arequipa, Perú. *Ciencia e Investigación*, 23(1), 59-64. <https://doi.org/10.15381/ci.v23i1.18753>
- Fienco Bacusoy, D. E. (2013). *Evaluación del proceso sanitario del ordeño y control de calidad de la leche cruda procedente de los centros de acopio de las parroquias El Chaupi y El Pedregal pertenecientes al Cantón Mejía que proveen a la empresa El Ordeño*. [Tesis para optar por el Título Profesional de Químico de Alimentos, Universidad Central del Ecuador]. <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/4363/1/T-UCE-0008-17.pdf>
- Fuertes Ruitón, C. M., & Munguía Chipana, Y. (2001). Estudio comparativo del aceite esencial de *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb «Muña» de tres regiones peruanas por cromatografía de gases y espectrometría de masas. *Ciencia e Investigación*, 4(1), 23-39. <https://doi.org/10.15381/ci.v4i1.3389>
- Gutierrez, J., Barry-Ryan, C., & Bourke, P. (2008). The antimicrobial efficacy of plant essential oil combinations and interactions with food ingredients. *International Journal of Food Microbiology*, 124(1), 91-97. <https://doi.org/10.1016/j.ijfoodmicro.2008.02.028>

- Guzman, L. E., Tejada, C., de la Ossa, Y. J., & Rivera, C. A. (2015). Análisis comparativo de perfiles de textura de quesos frescos de leche de cabra y vaca. *Biotecnología en el Sector Agropecuario*, 13(1), 139-147.
- Heredia Castro, P. Y. (2011). *Caracterización del proceso de producción del queso cocido artesanal y de las principales bacterias ácido lácticas generadoras de aroma* [Tesis de Maestría, Centro de Investigación en Alimentación y Desarrollo, A.C.]. <https://ciad.repositorioinstitucional.mx/jspui/bitstream/1006/329/1/HEREDIA-CASTRO-PY10.pdf>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (1ra ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores S.A. de C.V.
- INACAL. (2010). *Norma Técnica Peruana (NTP 202.194:2010). Leche y productos lácteos: Quesos madurados. Requisitos* (2da ed.). INACAL.
- INACAL. (2016). *Norma Técnica Peruana (NTP 202.001:2016). Leche y productos lácteos. Leche cruda. Requisitos* (6ta ed.). INACAL.
- INACAL. (2019). *Norma Técnica Peruana (NTP 202.195:2019). Leche y productos lácteos. Queso fresco. Requisitos* (2da ed.). INACAL.
- INACAL. (2020). *Norma Técnica Peruana (NTP 202.193:2020). Leche y productos lácteos. Queso. Identificación, clasificación y requisitos* (3ra ed.). INACAL.
- Isique Huaroma, J. (2014). *Elaboración de quesos* (1ra ed.). Empresa Editora Macro EIRL. <http://www.ebooks7-24.com/?il=1965>
- Jiménez Santiago, L. F. (2015). *Estudio de las modificaciones producidos por *L. delbrueckii* subsp. *Bulgaricus* NCFB 2772 en la viabilidad y las características sensoriales de un queso funcional tipo panela adicionado con *L. rhamnosus* GG* [Tesis de

Maestría, Universidad Autónoma Metropolitana].

<http://tesiuami.izt.uam.mx/uam/aspuam/presentatesis.php?recno=16882&docs=UAMI16882.pdf>

Linde, G. A., Colauto, N. B., Albertó, E., & Gazim, Z. C. (2016). Quimiotipos, Extracción, Composición y Aplicaciones del Aceite Esencial de *Lippia alba*. *Revista Brasileira de Plantas Medicinai*s, 18(1), 191-200. [https://doi.org/10.1590/1983-084X/15\\_037](https://doi.org/10.1590/1983-084X/15_037)

Martínez, M. A. (2003). *Aceites Esenciales*. Universidad de Antioquia.

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>

Merchán Castellanos, N. A., Pineda Gómez, L. M., Cárdenas Parra, A. K., González Neiza, N. C., Otálora Rodríguez, M. C., & Sánchez Neira, Y. (2019). Microorganismos comúnmente reportados como causantes de enfermedades transmitidas por el queso fresco en las Américas, 2007-2016. *Revista Cubana de Higiene y Epidemiología*, 56(1). <http://www.revepidemiologia.sld.cu/index.php/hie/article/view/171/260>

Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego del Perú. (2005). *Manual de Elaboración de Quesos. Proyecto Incremento forrajero, crianzas familiares y mercadeo de leche y derivados*. Gerencia de Desarrollo Rural y Urbano Marginal. <https://www.midagri.gob.pe/portal/download/pdf/herramientas/organizaciones/dgpa/documentos/ElaboraciondeQuesos.pdf>

Negri, L. M. (2005). *El pH y la acidez de la leche* (2da ed.). INTA. <https://www.apocal.com.ar/wp-content/uploads/pH-y-acidez-en-leche2.pdf>

Orihuela Carhuallanqui, F. J. (2016). *Optimización de las características del queso paria con cultivo probiótico a nivel de planta piloto* [Tesis para optar el Título de Ingeniero

- en Industrias Alimentarias, Universidad Nacional del Centro del Perú].  
<http://hdl.handle.net/20.500.12894/1587>
- Osorio Tobón, J. F., Ciro Velásquez, H. J., & Guillermo Mejía, L. (2005). Caracterización reológica y textural del queso Edam. *Dyna*, 72(147), 33-45.
- Parra Huertas, R. A. (2010). Review. Bacterias ácido lácticas: Papel funcional en los alimentos. *Facultad de Ciencias Agrarias*, 8(1), 93-105.
- Perdomo Acevedo, D., & Palomarez Ardila, B. (2015). *Extracción y evaluación de rendimientos de los aceites esenciales del árbol aniba perutilis hemsley (comino) mediante el método de arrastre con vapor* [Proyecto para la obtención de Grado como Ingenieros Agroforestales, Universidad Nacional Abierta y a Distancia CEAD]. <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/3456>
- PRADERA. (2011). *Manual práctico de Quesería*.
- Ramírez-Navas, J. S. (2010). Espectrocolorimetría en caracterización de leche y queso. *Tecnología Láctea Latinoamericana*, 61, 52-58.
- Romero García, L. (2015). *Evaluación fisicoquímica y microbiológica del proceso de elaboración del queso doble crema en una fábrica de lácteos del Municipio de Belén (Boyacá)* [Trabajo de grado para optar el Título de Química de Alimentos, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1426/2/TGT-175.pdf>
- Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA). (2004). *Introducción a la industria de los aceites esenciales extraídos de plantas medicinales y aromáticas*. Sistema de Bibliotecas SENA. <https://hdl.handle.net/11404/1643>
- Solórzano Mamani, E. (2017). *Evaluación de la calidad físico – químico y sensorial del queso tipo paria con adición de aceite sacha inchi (Plukenetia volubilis L)* [Tesis

- para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional del Altiplano]. <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/5306>
- Sotelo Cañari, M. del C. (2014). *Actividad antibacteriana in vitro del aceite esencial de Clinopodium weberbaueri (Mansf.) Govaerts «Runtuwayra», frente a la supervivencia cepas de Escherichia coli ATCC 25922 y Salmonella typhi*. [Tesis para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial]. Universidad Nacional José María Arguedas.
- Torrenegra-Alarcón, M., Granados-Conde, C., Durán-Lengua, M., León-Méndez, G., Yáñez-Rueda, X., Martínez, C., & Pájaro-Castro, N. (2016). Composición Química y Actividad Antibacteriana del Aceite Esencial de *Minthostachys mollis*. *Orinoquia*, 20(1), 69-74.
- Vargas Ramos, J. Y., & Vigo Portocarrero, S. H. (2016). *Evaluación del rendimiento en la elaboración de queso maduro tipo Paria a partir de leche de vaca con adición de lactosuero y cloruro de sodio* [Tesis para optar el Título de Ingeniero Agroindustrial, Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas]. <http://repositorio.untrm.edu.pe/handle/UNTRM/294>
- Vásquez A., V., Salhuana G., J. G., Jimenez D., L. A., & Abanto Ríos, L. M. (2018). Evaluación de la calidad bacteriológica de quesos frescos en Cajamarca. *Ecología Aplicada*, 17(1), 45. <https://doi.org/10.21704/rea.v17i1.1172>
- Vega González, L. R. (2014). Capítulo 11. Ingeniería y Gestión de Sistemas. La investigación aplicada y la investigación tecnológica precursoras de la innovación social. En *Retos de las ciencias administrativas desde las economías emergentes: Evolución de sociedades* (pp. 1-19). Universidad Nacional Autónoma de México. [http://acacia.org.mx/busqueda/pdf/11\\_PF429\\_Innovaci\\_\\_n\\_Social.pdf](http://acacia.org.mx/busqueda/pdf/11_PF429_Innovaci__n_Social.pdf)

Zayas Barreras, I. (2018). El desarrollo tecnológico y la innovación como ente principal de competitividad en las empresas del sector agropecuario en el Municipio de Angostura, Sinaloa. *Revista Mexicana de Agronegocios*, 42, 867-877.

## ANEXOS

### Anexo 1. Ficha técnica del aceite esencial de muña

# FICHA TÉCNICA: ACEITE ESENCIAL DE MUÑA

Identidad: Aceite esencial de muña.

Parte de la planta extraída: Partes aéreas.

Nombre botánico: *Minthostachys mollis*

Familia botánica: Lamiaceae.

País de origen: Perú.

Cultura: Orgánica.

Proceso para la obtención: Destilación completa por arrastre de vapor.

Calidad: Aceite esencial definido botánica y bioquímicamente (HEBBD).

100% puro (libre de otros aceites esenciales).

100% integral (sin decoloración, sin detergencia, sin rectificación).

100% natural (no desnaturalizado con moléculas sintéticas).

Presentación: Botellas de vidrio ámbar con gotero.

Fecha de producción: Julio 2020.

Usar preferentemente antes de finalizar: Julio 2025.

Propiedades organolépticas:

Apariencia: Líquido límpido móvil.

Color: Incoloro a amarillento.

Olor: Herbal y mentolado.

Solubilidad: En alcohol.

Composición:

Principales componentes bioquímicos - Cromatografía de gases del lote:

Pulegona (46,70 ), mentona (15,89), isomentona (13,34), linalol (2,94), cariofileno (2,03), carvacrol acetato (1,85)



## **Anexo 2. Cálculo para determinar de la calidad de la leche.**

### **a. Cálculo de la densidad:**

Para determinar la densidad del aceite esencial de muña, reemplazamos los datos de la tabla 13, en la siguiente fórmula:

$$DR = DL + [0.2(TL - TC)]$$
$$DR = 1.029 + [0.2(17 - 15)] = 1.429 \text{ g/ml}$$

### **b. Cálculo de la acidez:**

Para determinar la densidad del aceite esencial de muña, reemplazamos los datos de la tabla 15, en la siguiente fórmula:

$$\text{Acidez en } ^\circ D = 10 \times V \text{ (ml)} = 10 \times 1.6 = 16$$

## **Anexo 3. Cálculo para determinar las características físicas del aceite esencial.**

### **a. Cálculo de la densidad:**

Para determinar la densidad del aceite esencial de muña, reemplazamos los datos de la tabla 16, en la siguiente fórmula:

$$\rho_{20} = \frac{M \text{ (g)}}{V \text{ (ml)}} = \frac{9 \text{ g}}{11 \text{ ml}} = 0,818 \text{ g/ml}$$

### **b. Cálculo del porcentaje de rendimiento:**

Para determinar el rendimiento del aceite esencial de muña, reemplazamos los datos de la tabla 20, en la siguiente fórmula:

$$\%RAE = \frac{\text{Volumen AE (ml)} \times \rho_{20} \text{ (g/ml)}}{\text{Peso muestra (g)}} \times 100 = \frac{11.0 \times 0.818}{9.9} \times 100 = 90.9\%$$

**Anexo 4. Fotografías que evidencian el trabajo realizado.**



*Analizador de textura CT3*



*Evaluación de textura de los quesos tipo paria de los diferentes tratamientos.*



**Anexo 5. Imágenes del proceso de evaluación de color en quesos.**

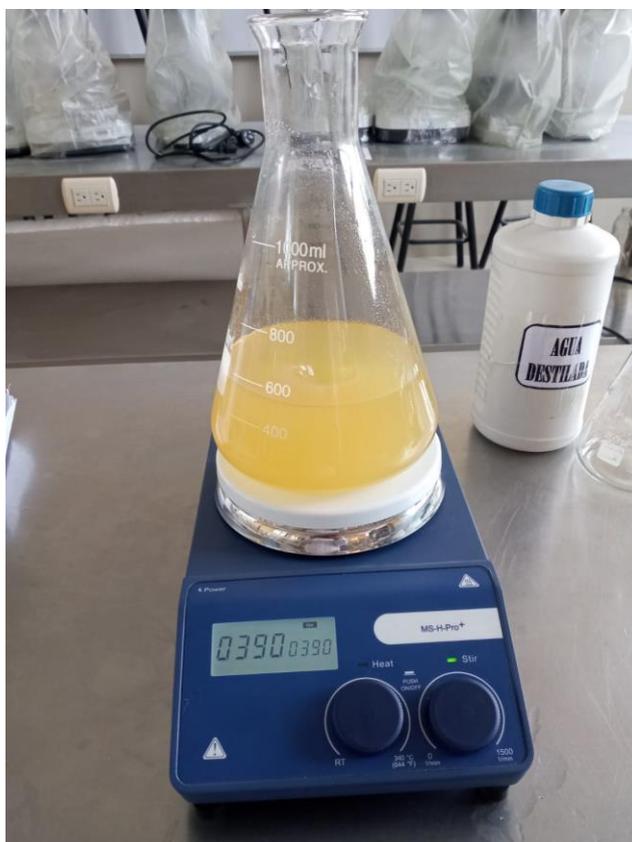
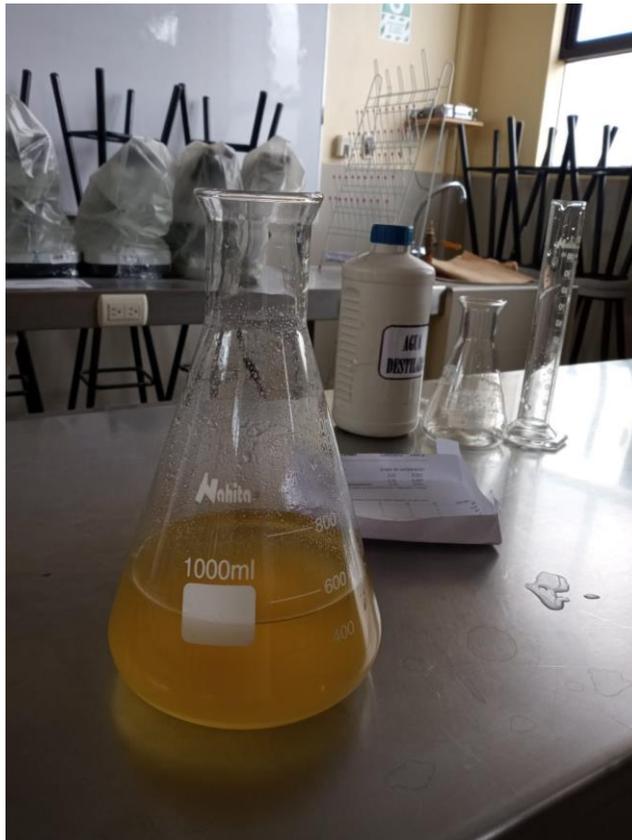


*Evaluación de color usando el equipo Espectrofotómetro CM.- 700d Konica Minolta Sensing.*



### Anexo 6. Preparación del Agar APC.





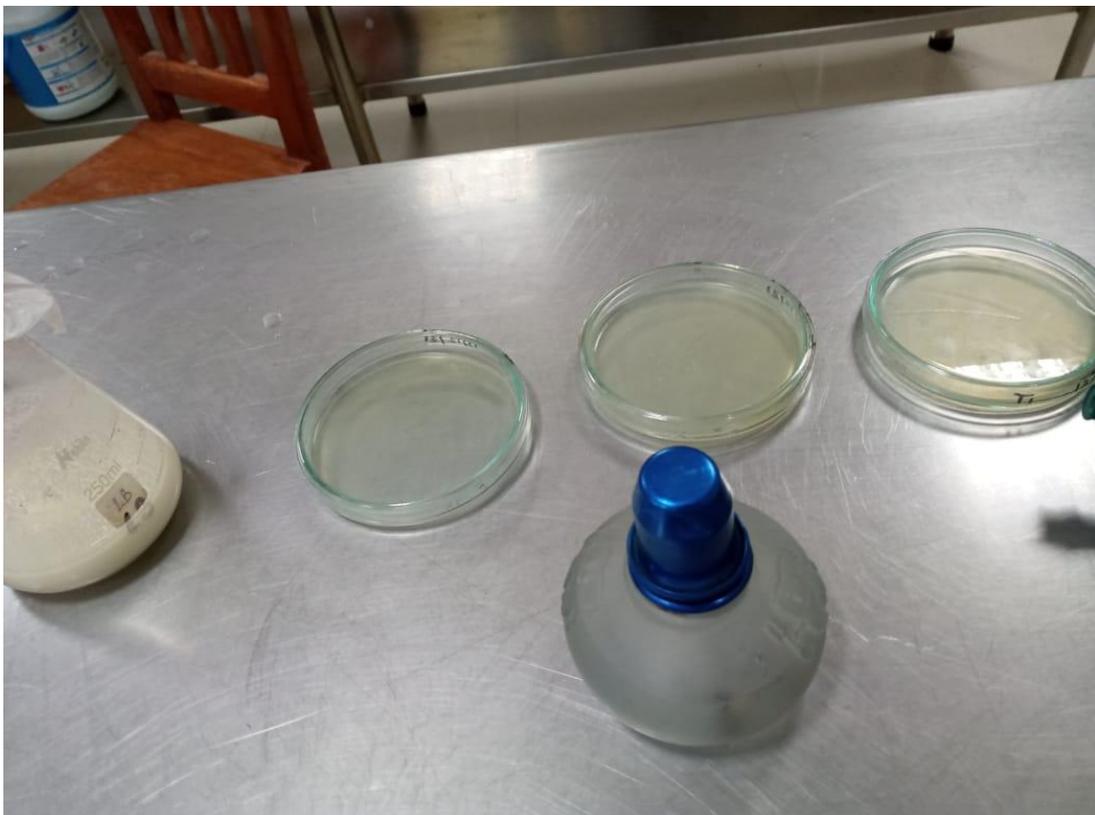


**Anexo 7. Preparación de las diluciones con fermento láctico y aceite esencial de muña.**

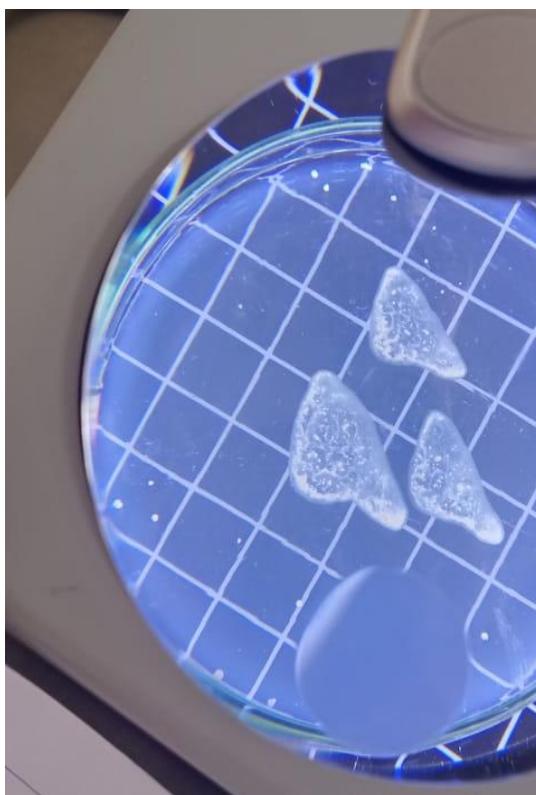
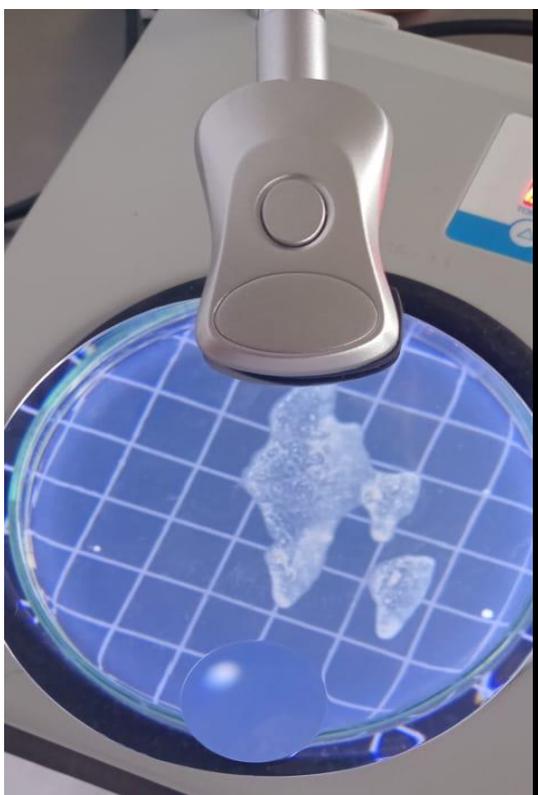
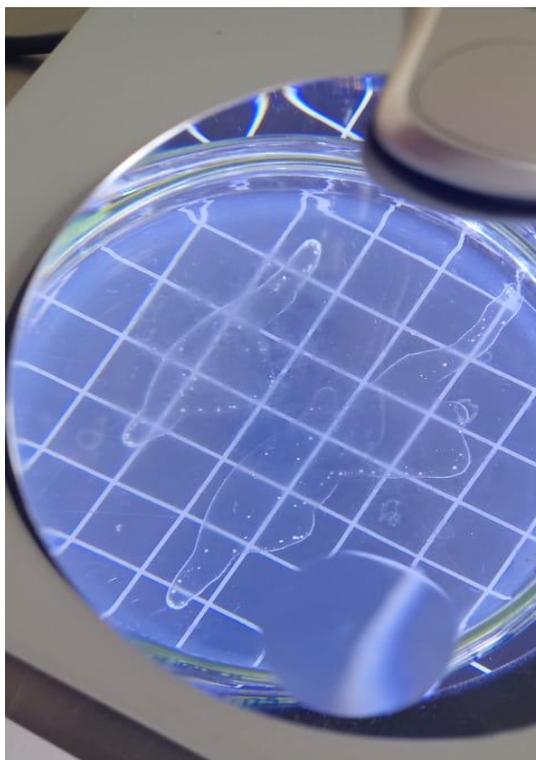
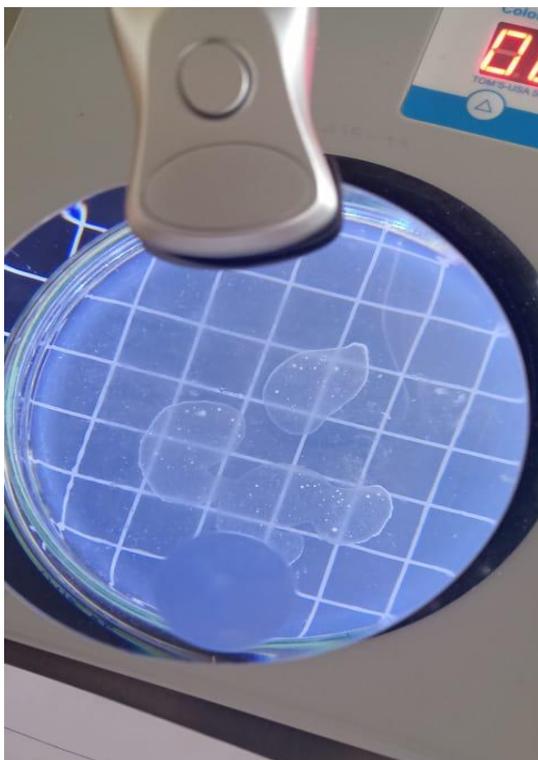


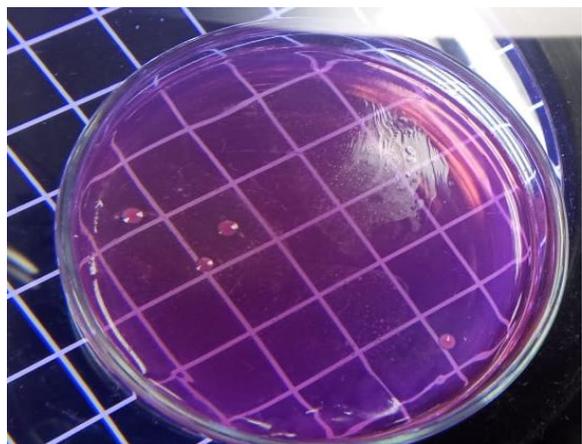
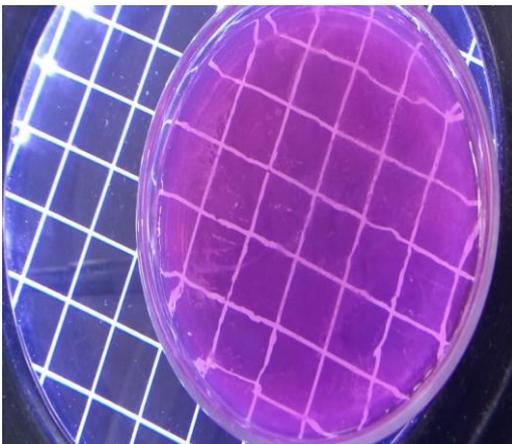
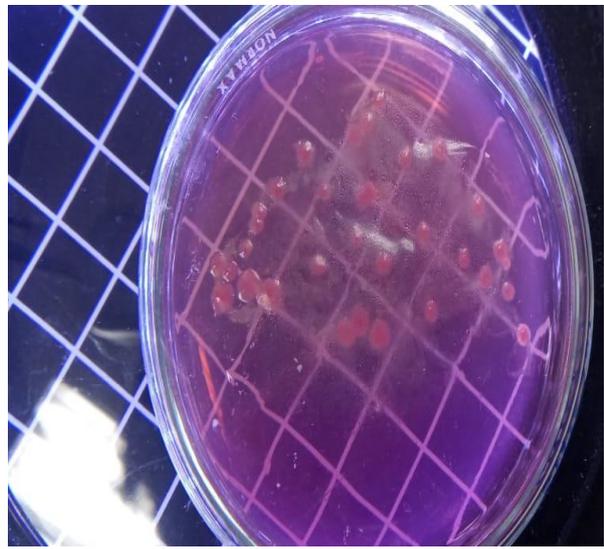
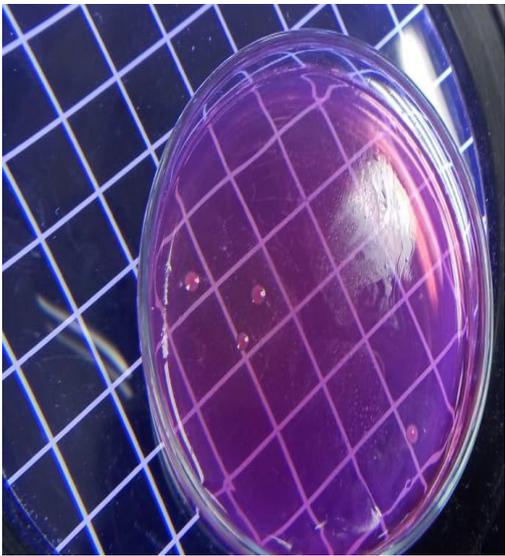
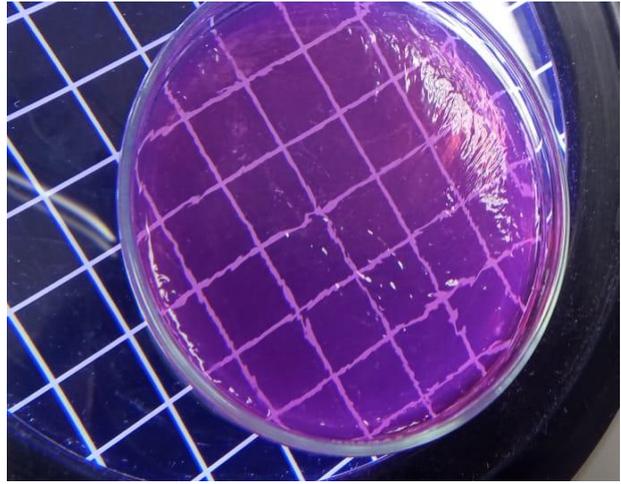
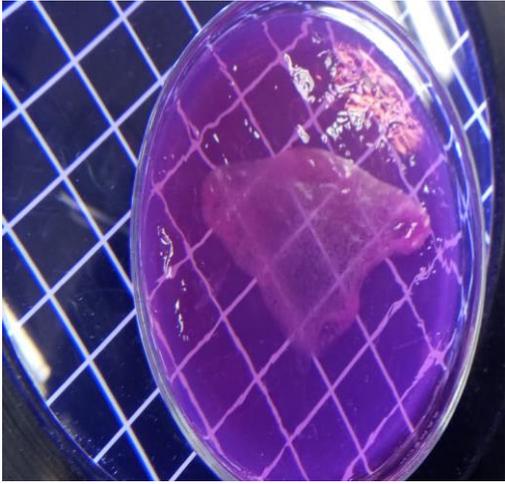


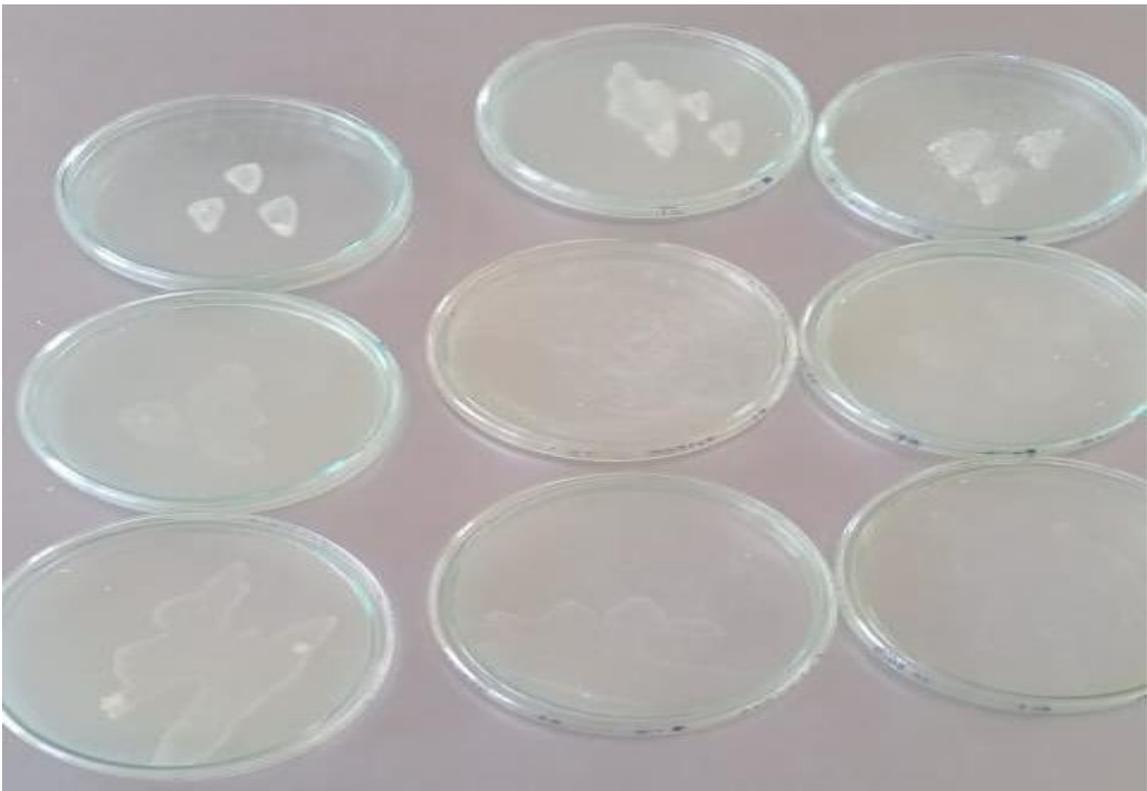
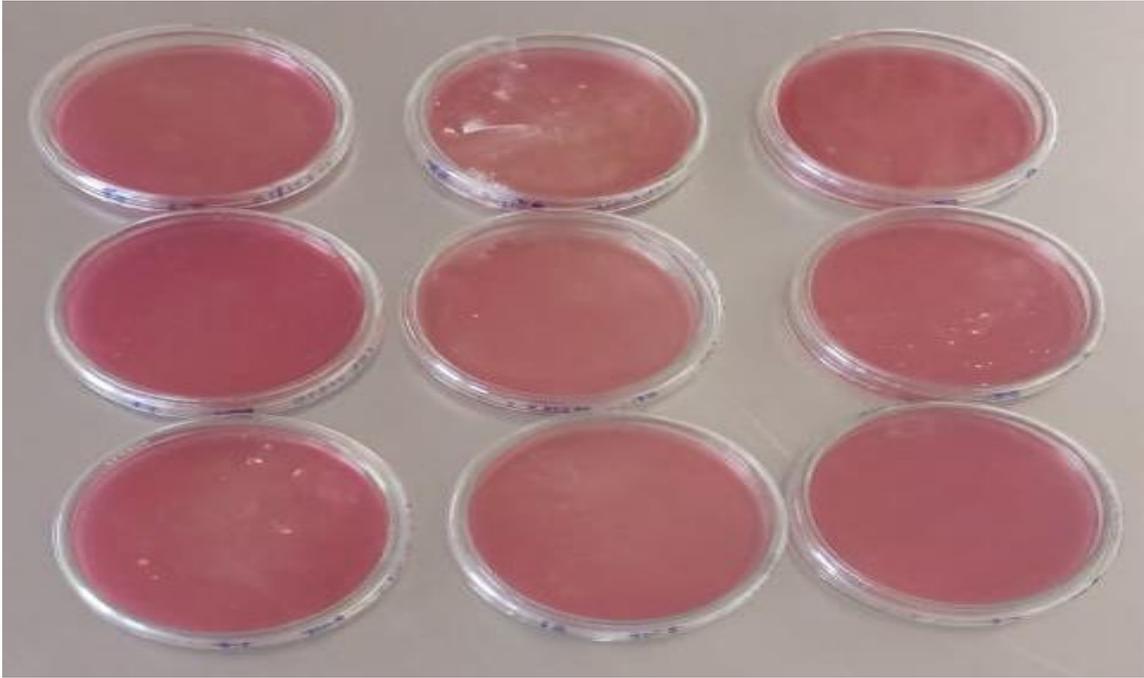
*Preparación del fermento láctico y adición del aceite esencial.*



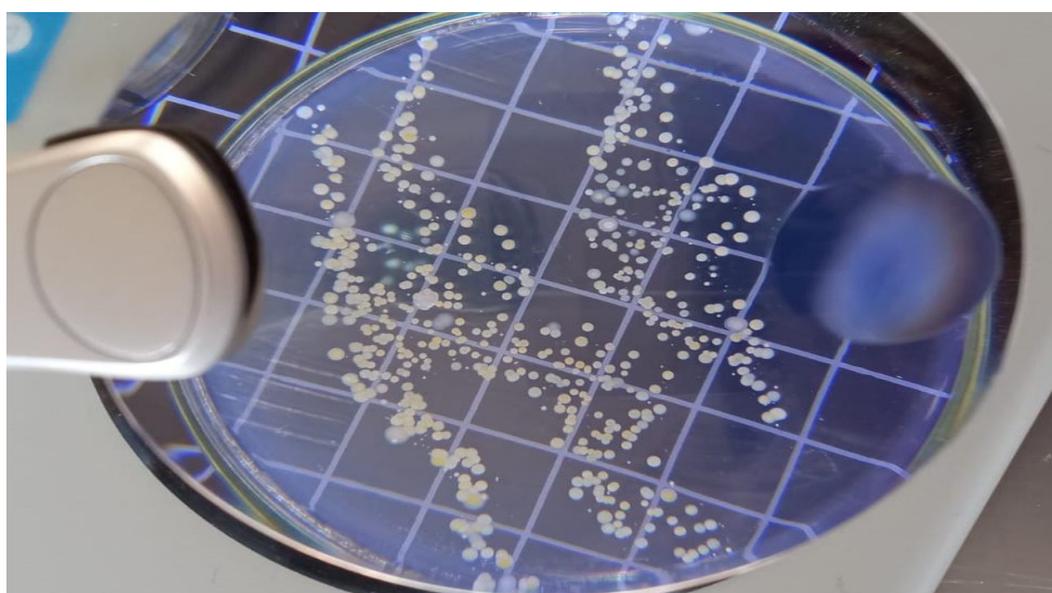
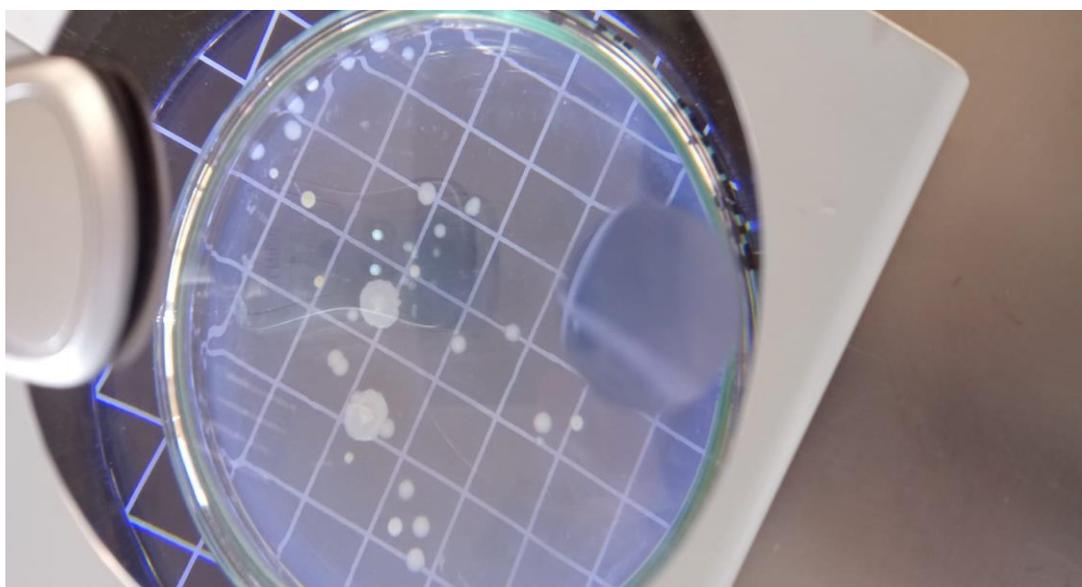
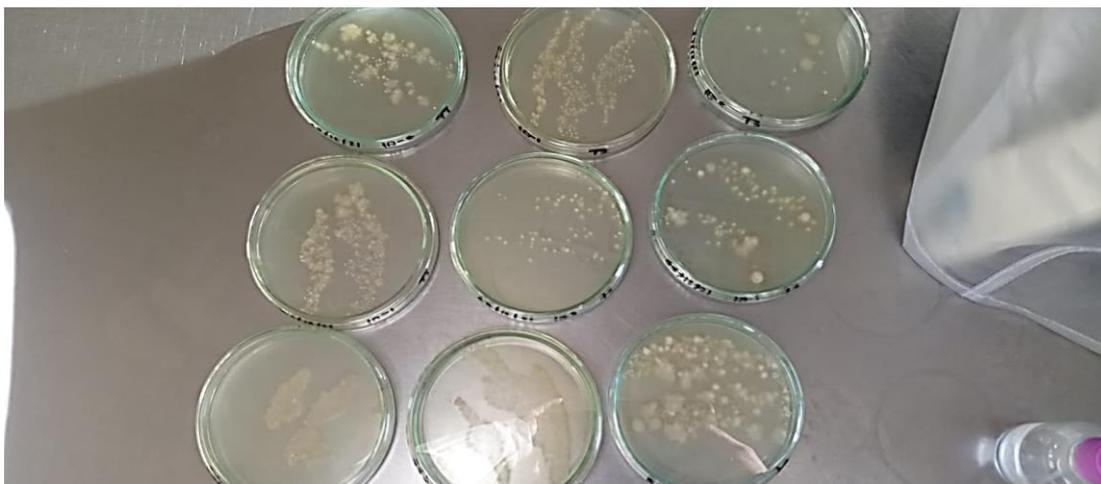
**Anexo 8. Observación de las placas Petri usando el equipo cuenta colonias.**

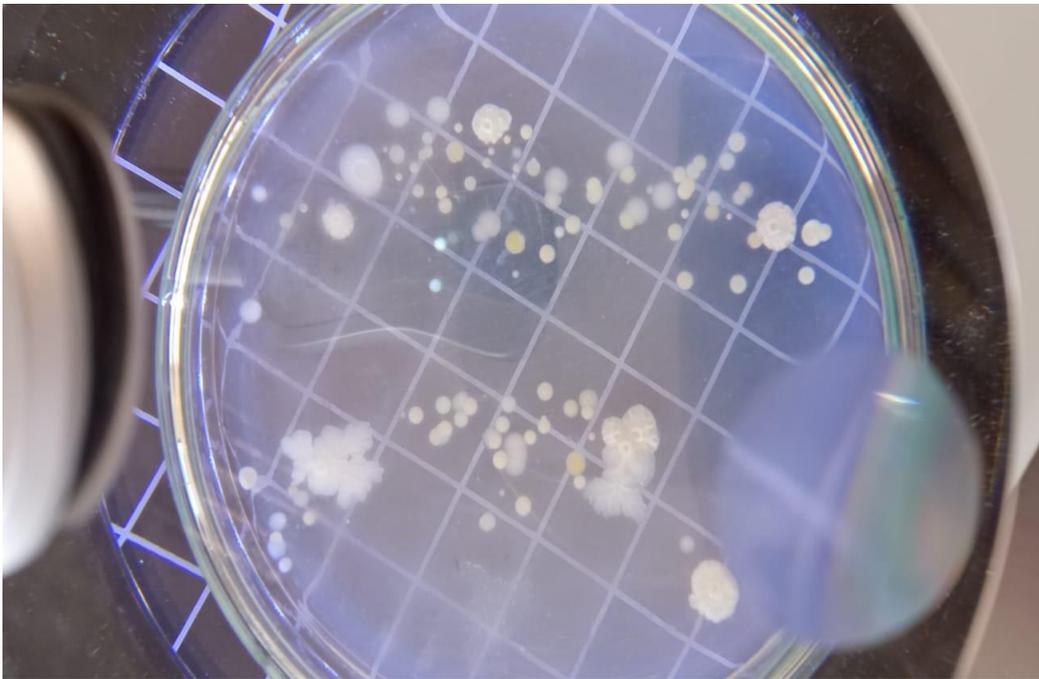
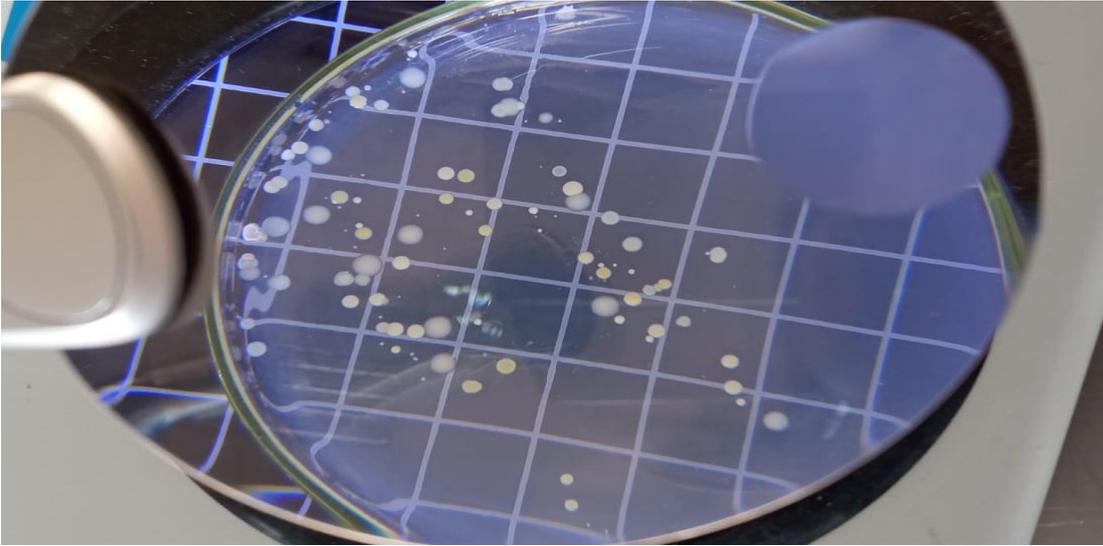




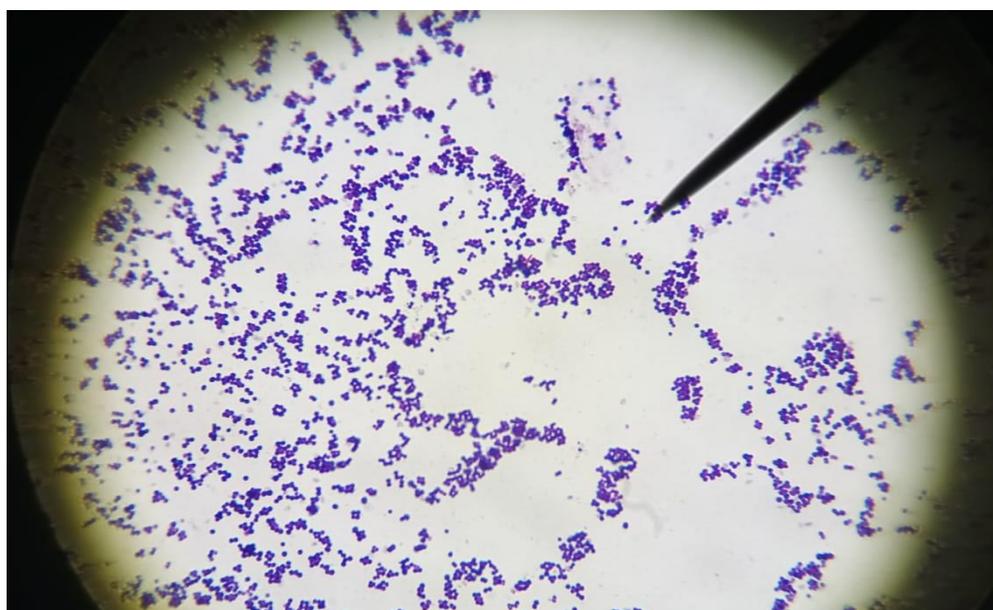
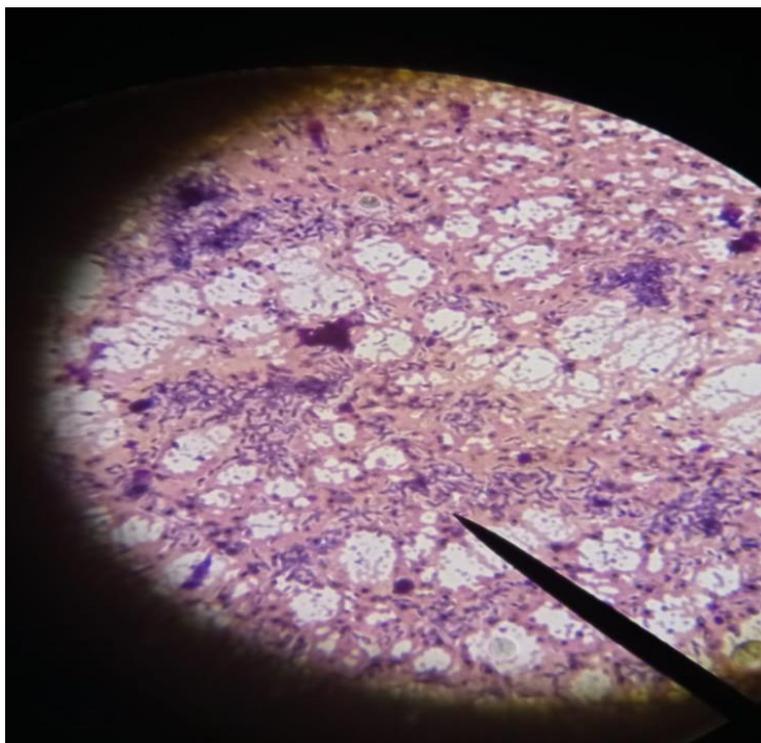


**Anexo 9. Resultados del análisis microbiológico de los quesos.**

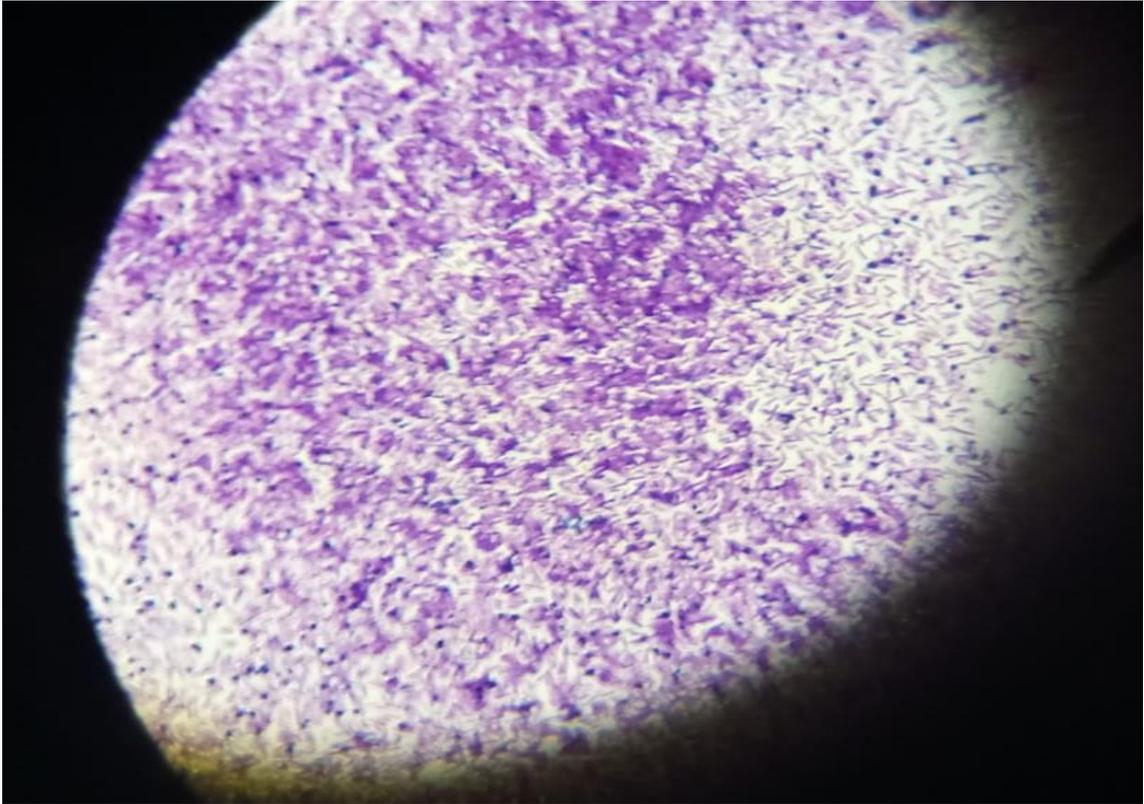




**Anexo 10. Resultados de las Bacterias Acido Lacticas vistas atraves del microscopio**



*Lactococcus lactis encontrados en los quesos tipo paria.*



*Lactobacillus lactis* encontrados en los quesos tipo paria.

**Anexo 11. Elaboración de los quesos tipo paria.**





*Adición del aceite esencial 0.025 ml/kg y 0.05ml/kg de muña después del salado.*

**Anexo 12. Evaluación sensorial de los quesos tipo paria.**





INFLUENCIA DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA  
(*Mintostachys Mollis*) EN LA ELABORACIÓN DE QUESO TIPO  
PARIA Y SU EFECTO FRENTE AL FERMENTO LÁCTICO

FICHA DE EVALUACIÓN SENSORIAL A QUESOS TIPO PARIA

Estimado(a) colaborador(a), la presente evaluación sensorial de quesos tipo paria está basada en la escala hedónica, por lo que le pedimos que anote el número que mejor represente el parámetro evaluado utilizando la siguiente escala de valoración.

ESCALA DE VALORACIÓN

Puntaje Atributos

- 7 Me gusta mucho
- 6 Me gusta moderadamente
- 5 Me gusta poco
- 4 No me gusta ni me disgusta
- 3 Me disgusta poco
- 2 Me disgusta moderadamente
- 1 Me disgusta mucho.

Parámetros	Tipo de queso	Fecha de la valoración		
		/12/2021	/12/2021	/12/2021
Color	T1	2		
	T2	7		
	T3	7		
Sabor	T1	7		
	T2	7		
	T3	6		
Olor	T1	7		
	T2	7		
	T3	7		
Apariencia	T1	7		
	T2	6		
	T3	7		
Textura	T1	6		
	T2	7		
	T3	7		



**Anexo 13. Resultados del ANOVA de un factor para los parámetros texturales.**

**Tabla 34: ANOVA de las características fisicoquímicas del queso tipo paria T1, T2 y T3**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Humedad	Entre grupos	881,569	2	440,784	2029,273	0,000
	Dentro de grupos	5,213	24	0,217		
	Total	886,782	26			
Temperatura	Entre grupos	0,000	2	0,000	0,000	1,000
	Dentro de grupos	24,000	24	1,000		
	Total	24,000	26			
pH	Entre grupos	0,052	2	0,026	0,391	0,680
	Dentro de grupos	1,596	24	0,066		
	Total	1,648	26			
Acidez	Entre grupos	0,050	2	0,025	3,196	0,059
	Dentro de grupos	0,187	24	0,008		
	Total	0,237	26			
Grasa	Entre grupos	74,873	2	37,436	142,921	0,000
	Dentro de grupos	6,286	24	0,262		
	Total	81,159	26			
Proteína	Entre grupos	1,447	2	0,724	5,060	0,015
	Dentro de grupos	3,432	24	0,143		
	Total	4,880	26			
Ceniza	Entre grupos	0,208	2	0,104	0,225	0,800
	Dentro de grupos	11,069	24	0,461		
	Total	11,276	26			

**Tabla 35: Prueba Post hoc HSD Tukey para los parámetros fisicoquímicos del queso tipo paria T1, T2 y T3**

Variable dependiente		(I) Tipo de queso	(J) Tipo de queso	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
							Límite inferior	Límite superior
Humedad	HSD	1,00	2,00	11,14111*	0,21970	0,000	10,5924	11,6898
	Tukey		3,00	-1,76667*	0,21970	0,000	-2,3153	-1,2180
		2,00	3,00	-12,90778*	0,21970	0,000	13,4564	-12,3591
Grasa	HSD	1,00	2,00	-3,47333*	0,24126	0,000	-4,0758	-2,8708
	Tukey		3,00	0,11556	0,24126	0,882	-0,4869	0,7181
		2,00	3,00	3,58889*	0,24126	0,000	2,9864	4,1914
Proteína	HSD	1,00	2,00	-0,00667	0,17827	0,999	-0,4519	0,4385
	Tukey		3,00	0,48778*	0,17827	0,030	0,0426	0,9330
		2,00	3,00	0,49444*	0,17827	0,027	0,0492	0,9396

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**Tabla 36: ANOVA de los parámetros texturales del queso tipo paria T1, T2 y T3**

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
Fuerza	Entre grupos	58,454	2	29,227	6,891	0,004
	Dentro de grupos	101,787	24	4,241		
	Total	160,240	26			
Dureza	Entre grupos	58,606	2	29,303	7,011	0,004
	Dentro de grupos	100,314	24	4,180		
	Total	158,920	26			
Adhesividad	Entre grupos	0,030	2	0,015	0,626	0,543
	Dentro de grupos	0,576	24	0,024		
	Total	0,606	26			
Cohesividad	Entre grupos	0,031	2	0,015	3,108	0,063
	Dentro de grupos	0,118	24	0,005		
	Total	0,148	26			
Elasticidad	Entre grupos	0,016	2	0,008	3,652	0,041
	Dentro de grupos	0,051	24	0,002		
	Total	0,067	26			
Masticabilidad	Entre grupos	334,945	2	167,473	5,277	0,013
	Dentro de grupos	761,717	24	31,738		
	Total	1096,663	26			

**Tabla 37: Prueba Post hoc HSD Tukey para los parámetros texturales del queso tipo paria T1, T2 y T3**

Variable dependiente		(I) Tipo de queso	(J) Tipo de queso	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
							Límite inferior	Límite superior
Fuerza	HSD	1	2	-3,38667*	0,97081	0,005	-5,8111	-0,9623
			3	-2,76111*	0,97081	0,023	-5,1855	-0,3367
	Tukey	2	3	0,62556	0,97081	0,797	-1,7988	3,0499
Dureza	HSD	1	2	-3,40111*	0,96376	0,005	-5,8079	-0,9943
			3	-2,74556*	0,96376	0,023	-5,1523	-0,3388
	Tukey	2	3	0,65556	0,96376	0,777	-1,7512	3,0623
Adhesividad	HSD	1	2	-0,02111	0,07302	0,955	-0,2035	0,1612
			3	-0,07889	0,07302	0,535	-0,2612	0,1035
	Tukey	2	3	-0,05778	0,07302	0,712	-0,2401	0,1246
Cohesividad	HSD	1	2	0,06444	0,03305	0,147	-0,0181	0,1470
			3	0,07667	0,03305	0,072	-0,0059	0,1592
	Tukey	2	3	0,01222	0,03305	0,928	-0,0703	0,0947
Elasticidad	HSD	1	2	-0,04444	0,02175	0,124	-0,0988	0,0099
			3	-0,05556*	0,02175	0,044	-0,1099	-0,0012
	Tukey	2	3	-0,01111	0,02175	0,867	-0,0654	0,0432
Masticabilidad	HSD	1	2	-8,32667*	2,65574	0,012	-14,9588	-1,6945
			3	-6,11889	2,65574	0,074	-12,7510	0,5132
	Tukey	2	3	2,20778	2,65574	0,688	-4,4244	8,8399

\*. La diferencia de medias es significativa en el nivel 0.05.

**Anexo 14. Resultados de ANOVA para las características organolépticas.**

**Tabla 38: Prueba de Kolmogorov-Smirnov para los datos de las características organolépticas del queso tipo paria T1, T2 y T3**

		Color	Sabor	Olor	Apariencia	Textura
N		63	63	63	63	63
Máximas diferencias extremas	Absoluta	0,302	0,300	0,300	0,262	0,299
	Positivo	0,302	0,300	0,300	0,262	0,299
	Negativo	-0,285	-0,256	-0,256	-0,250	-0,273
Estadístico de prueba		0,302	0,300	0,300	0,262	0,299
Sig. asintótica (bilateral)		0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>a</sup>

a. Corrección de significación de Lilliefors.

**Tabla 39: Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error para la aceptación de características organolépticas del queso tipo paria T1, T2 y T3**

F	df1	df2	Sig.
0.034	2	6	0.967

Prueba la hipótesis nula que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.

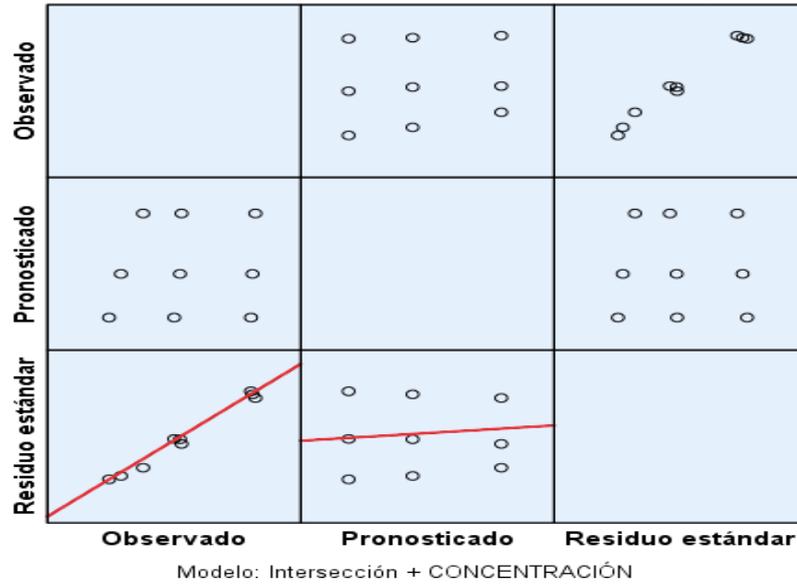
a. Diseño : Intersección + DOSIFICACION

**Tabla 40: Prueba de efectos inter-sujetos de la aceptación de características organolépticas del queso tipo paria T1, T2 y T3**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	Gl	Media cuadrática	F	Sig.
Modelo corregido	0.016 <sup>a</sup>	2	0.008	0.042	0.959
Intersección	332.211	1	332.211	1721.798	0.000
Concentración	0.016	2	0.008	0.042	0.959
Error	1.158	6	0.193		
Total	333.385	9			
Total corregido	1.174	8			

a. R al cuadrado = 0.014 (R al cuadrado ajustada = -0.315)

Variable dependiente: Aceptación de características organolépticas



**Figura 20.** Modelo determinado para la aceptación de características organolépticas y la concentración del queso tipo paria T1, T2 y T3



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE JULIACA**

*“Universidad Pública de Calidad”*

UW