

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIO VALDIZÁN DE HUÁNUCO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



“CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA (*Minthostachys mollis*) Y SU APLICACIÓN PARA ALARGAR LA VIDA ÚTIL DEL QUESO FRESCO”.

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**TESISTAS:** - JUAN YEMER ALVINO BORJA  
- WALTER LINDOR BRIOSO CANTEÑO

**ASESOR** : MICHAEL RUBIO GABRIEL

**Huánuco – Perú**

**2018**

## **DEDICATORIA**

A la memoria de nuestros padres, que con sus consejos y dedicación logró fortalecer nuestro espíritu para alcanzar nuestras metas.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios omnipotente que me guió por el camino correcto y que siempre ha estado conmigo proveyéndome sabiduría, conocimiento y perspicacia. Por su gracia infinita he conseguido día a día realizar el presente trabajo, y superar los retos que se me han presentado durante su realización.

A la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, por haberme dado la oportunidad de desarrollar esta investigación, y brindarme todos los medios a su disposición para la culminación de la misma.

A todas aquellas personas que de una u otra forma contribuyeron con el desarrollo de este proyecto, y en especial al Mg. Michael Rubio Gabriel, quién en calidad de nuestro asesor de Tesis, ha sabido guiarnos y apoyarnos en todo momento para que este trabajo pudiera llevarse a cabo.

A toda nuestra familia por su apoyo en todo lo que estuvo a su alcance para el desarrollo de la investigación.

## RESUMEN

En la presente investigación se caracterizó los principales componentes y se evaluó su efecto del aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) en la vida útil de los quesos frescos. Para la obtención del aceite esencial de las hojas secas de muña se utilizó la técnica de arrastre de vapor con agua, la caracterización de sus principales componentes se realizó mediante cromatografía de gases y la evaluación de la actividad antimicrobiana del aceite esencial de muña en el queso fresco se evaluó mediante el control del pH, acidez titulable y la evaluación sensorial cada dos días de almacenamiento a temperatura ambiente del queso fresco. Los tratamientos en estudio fueron: T<sub>0</sub> (0% de aceite esencial de muña), T<sub>1</sub> (0,2% de aceite esencial de muña), T<sub>2</sub> (0,4% de aceite esencial de muña), T<sub>3</sub> (0,6% de aceite esencial de muña), T<sub>4</sub> (0,8% de aceite esencial de muña) y T<sub>5</sub> (1,0% de aceite esencial de muña). El rendimiento por proceso en la extracción de aceite esencial de las hojas de muña fue 0.147%, el tratamiento T<sub>1</sub> (0,2% de aceite esencial de muña) no presenta diferencias significativas estadísticamente en la evaluación sensorial en cuanto al atributo sabor y color, mientras que en el atributo aroma presenta diferencias significativas estadísticamente en los quesos frescos comparados con el tratamiento testigo T<sub>0</sub> (0% de aceite esencial de muña). El tratamiento T<sub>5</sub> (1,0% de aceite esencial de muña) destaca de los demás tratamientos en estudio en alargar la vida útil del queso fresco sin embargo los panelistas lo califican como organolépticamente como no aceptable.

Palabra clave: extracción, cromatografía, pulegona, mentona,  $\beta$ -Linalool.

## SUMMARY

In the present investigation was characterized the main components and assessed the effect of the essential oil of Muña (*Minthostachys mollis*) in the life of the fresh cheeses. To obtain the essential oil of the dried leaves of muna used the technique of steam with water, the characterization of the main components was carried out using gas chromatography and the evaluation of the antimicrobial activity of the essential oil of muna in the fresh cheese was evaluated by means of the control of the pH, titratable acidity and the sensory evaluation every two days of storage at ambient temperature of the fresh cheese. The treatments studied were: T0 (0% essential oil of Muna), T1 (0.2% of essential oil of Muna), T2 (0.4% of essential oil of Muna), T3 (0.6% of essential oil of Muna), T4 (0.8% of essential oil of muna) and T5 (1.0% of essential oil of muna). The yield per process in the extraction of essential oil from the leaves of muna was 0,147%, treatment T1 (0.2% of essential oil of muna) is not statistically significant differences in the sensory evaluation with regard to the attribute flavor and color, while in the attribute aroma statistically significant differences in the fresh cheeses compared with the control treatment T0 (0% essential oil of muna). The treatment T5 (1.0% of essential oil of muna) stands out from the rest treatments under study to lengthen the useful life of the fresh cheese however the panelists as ORGANOLEPTICALLY as not acceptable.

Keyword: extraction, chromatography, pulegone, menthone,  $\beta$ -linalool.

## ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	10
1.1.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	10
1.1.1.	Objetivo general	12
1.1.2.	Objetivos específicos	12
II.	MARCO TEÓRICO	13
2.1.	FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA	13
2.1.1.	Muña ( <i>Minthostachys mollis</i> )	13
2.1.1.1.	Origen	13
2.1.1.2.	Clasificación taxonómica	13
2.1.1.3.	Descripción botánica	14
2.1.1.4.	Condiciones edafoclimáticos	14
2.1.1.5.	Tipos de <i>Minthostachys mollis</i>	15
2.1.1.6.	Propiedades y usos en la agroindustria	15
2.1.2.	Aceites esenciales	16
2.1.2.1.	Concepto	16
2.1.2.2.	Componentes químicas de los aceites esenciales	17
2.1.2.3.	Moléculas presentes en muña ( <i>Minthostachys mollis</i> )	18
2.1.2.4.	Propiedades físicas del aceite esencial	20
2.1.2.5.	Aplicación de los aceites esenciales	20
2.1.2.6.	Métodos de extracción de aceites esenciales	21
2.1.2.7.	Métodos de extracción por arrastre con vapor de agua	26
2.1.2.8.	Uso de aceites esenciales en la agroindustria	30
2.1.2.9.	Rendimiento en extracción del aceite esencial	30
2.1.3.	Queso fresco	30
2.1.3.1.	Concepto	30
2.1.3.2.	Clasificación de queso fresco	31
2.1.3.3.	Parámetros físicos-químicos	32
2.1.3.4.	Procedimiento para la elaboración del queso fresco	34
2.1.3.5.	Tiempo de vida útil de queso fresco	37

2.2.	ANTECEDENTES	38
2.3.	HIPÓTESIS	40
2.3.1	Hipótesis general	40
2.3.2	Hipótesis específicas	40
2.4	VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES	40
2.4.1.	Variable independiente(X)	40
2.4.2.	Variable dependiente (Y)	41
2.4.3.	Variables intervinientes	41
2.5.	Operacionalización de variables	42
III.	MATERIALES Y MÉTODOS	43
3.1.	LUGAR DE EJECUCIÓN	43
3.2.	TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	43
3.2.1.	Tipo de investigación	43
3.2.2.	Nivel de investigación	43
3.3.	POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS	44
3.3.1.	Población	44
3.3.2.	Muestra	44
3.3.3.	Unidad de análisis	45
3.4.	TRATAMIENTOS EN ESTUDIO	45
3.5.	PRUEBA DE HIPÓTESIS	46
3.5.1.	Diseño de la investigación	47
3.5.2.	Datos a registrar	50
3.5.3.	Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información	50
3.5.3.1.	Técnicas de recolección de datos	50
3.5.4.	Instrumento de recolección de datos	51
3.6.	MATERIALES Y EQUIPO	52
3.6.1.	Materiales de proceso	52
3.6.2.	Materiales de laboratorio	52
3.6.3.	Materiales de escritorio y otros	52

3.6.4.	Equipos	52
3.6.5.	Reactivos	53
3.6.6.	Materia prima	53
3.6.7.	Insumos y aditivos	53
3.7.	CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	53
3.7.1.	Extracción del aceite esencial de la muña	54
3.7.1.1.	Descripción del proceso de extracción del aceite esencial de muña	55
3.7.2.	Caracterización de los principales componentes del aceite esencial de muña	59
3.7.2.1.	Análisis instrumental por CG – SM	59
3.7.3.	Elaboración del queso fresco	60
3.7.4.	Evaluación del efecto del aceite esencial de la muña en la vida útil del queso fresco.	62
IV	RESULTADOS	65
4.1.	DE LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA	65
4.1.1.	Extracción del aceite esencial de muña	65
4.1.2.	Porcentaje de rendimiento	66
4.2.	DE LA DETERMINACIÓN LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA POR CROMATOGRAFÍA DE GASES	67
4.2.1.	Cromatograma gc-ms del aceite esencial muña ( <i>minthostachys mollis var. mollis</i> )	70
4.3.	DE LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ACEITE ESENCIAL DE LA MUÑA EN LA VIDA ÚTIL DEL QUESO FRESCO	71
4.4.	ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO FRESCO	74
V	DISCUSIÓN	87
5.1.	DE LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA	87



5.2.	DE LA DETERMINACIÓN LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA POR CROMATOGRAFÍA DE GASES	87
5.3.	DE LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ACEITE ESENCIAL DE LA MUÑA EN LA VIDA ÚTIL DEL QUESO FRESCO	89
VI	CONCLUSIONES	90
VII	RECOMENDACIONES	91
VIII	LITERATURA CITADA	92

## I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En el Perú se produce una gran variedad de plantas que presentan componentes con actividades antimicrobianas como es el caso de la muña (*Mintostachys mollis*), sin embargo, su aprovechamiento es todavía insuficiente por el bajo nivel de investigación que se tienen sobre plantas domésticos y silvestres. Si identificamos y valoramos las diversas utilidades antimicrobianas de la muña, podremos incorporarla a nuestra dieta diaria y elaborar con ella productos alimenticios que aseguren una vida saludable.

El queso fresco es uno de los derivados lácteos más sabroso y con una gran tradición en todas las culturas, siendo el producto lácteo que más se consumen en todo el mundo, así como el que mayor problema presenta en cuanto a su conservación por contener alto porcentaje de humedad el cual facilita el desarrollo de bacterias, hongos y otros microorganismos que deterioran el producto en pocos días.

El presente trabajo de investigación busca una alternativa productiva que pretende industrializar la muña; que es una planta silvestre que tiene un buen potencial agroindustrial por sus actividades anti microorganismos a la vez se pretende alargar la vida útil del queso fresco.

Desde el punto de vista práctico, existen muchas variedades de muña los cuales tienen buenos resultados en cuanto a su producción en nuestra región, por lo que la materia prima está

garantizada para proceder a su aprovechamiento industrial. En cuanto a su aplicabilidad en los quesos fresco para alargar su vida útil se justifica porque el aceite esencial de la muña presenta componentes antimicrobianos naturales que en la actualidad son muy requeridos debido a que los conservantes químicos presentan muchos efectos químicos indeseables.

Desde el punto de vista económico, existen diferentes variedades de muña que abunda en forma silvestre en la sierra del Perú; en este sentido es de mucha importancia su industrialización, esto traerá consigo mayor demanda de muña en estado fresco el cual mejorará la calidad de vida de los productores de nuestra sierra peruana, a la vez generará nuevos ingresos económicos al crearse fuentes de trabajo en la población rural.

Los quesos frescos por contener alta humedad presentan un tiempo de vida útil demasiado corto por el cual se dan muchas veces pérdidas económicas en las etapas de traslado, almacenamiento y exhibición, por lo que se justifica crear nuevas alternativas para conservar los quesos frescos.

Desde el punto de vista tecnológico, se buscará que el procesamiento de la muña sea de manera eficiente, evitando en lo posible pérdidas de constituyentes presentes para lograr una buena actividad antimicrobiana.

En la actualidad la industria quesera para la prevención del crecimiento de bacterias, hongos y otros microorganismos emplea conservantes químicos como el sorbato de potasio, benzoato de sodio, etc., los cuales traen consecuencias negativas para la salud.

Por lo que es de mucho interés aplicar nuevas metodologías con componentes antimicrobianos naturales como es el caso del aceite esencial de la muña para alargar la vida útil de los alimentos. De dar resultados esperados la presente investigación se tendrá una alternativa metodológica de utilización de los componentes antimicrobianos de la muña para conservar los quesos frescos sin consecuencias negativas para la salud.

#### **1.1.1. Objetivo general**

- Caracterizar los principales componentes del aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) y evaluar su efecto en la vida útil del queso fresco.

#### **1.1.2. Objetivos específicos**

- Determinar el rendimiento en la extracción del aceite esencial de muña.
- Determinar los principales componentes del aceite esencial de muña por cromatografía de gases.
- Evaluar el efecto del aceite esencial de la muña en la vida útil del queso fresco.

## II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

#### 2.1.1. Muña (*Minthostachys mollis*)

Güiza y Rincón (2007) manifiestan que es un sub arbusto aromático, leñoso hacia la base, con hojas ovadas y pubescentes e inflorescencias axilares. Es una especie promisoría por sus aceites esenciales en *minthostachys mollis* (*lamiaceae*), planta nativa de la cordillera de los Andes desde Venezuela hasta Bolivia, con amplio rango altitudinal (1000-3400 m).

##### 2.1.1.1. Origen

Zegarra (2010) afirma que la muña es oriunda de la sierra peruana. Su cultivo es muy difundido en las regiones andinas, especialmente en Apurímac, Ayacucho, Cuzco, Huancavelica y Puno, donde se la conoce con diversos nombres como huaycho, coa o ismuña.

##### 2.1.1.2. Clasificación taxonómica

Azaña (2010) señala la siguiente clasificación taxonómica para la muña:

Reino	:	vegetal
Subreino	:	<i>Embryophyta</i>
División	:	<i>Magnolophyta</i>
Clase	:	<i>Magnoliopsida</i>
Subclase	:	<i>Simpetaleae</i>
Orden	:	<i>Tubiflorae</i>
Familia	:	<i>Lamiaceae</i>
Género	:	<i>Minthostachys</i>

Especie : *Minthostachys mollis* (Spach) Griseb

**Otros nombres comunes:** Peperina, peperita muña, muña-muna, muña negra, arash, chancas, ismus, hupaimuña, coa, etc.

### 2.1.1.3. Descripción botánica

Cano (2007) menciona que *Minthostachys mollis* es una planta de 0.9 a 1.5 m de altura, frondosa en la parte superior, de aspecto bien tupido en hojas, las mismas que son opuestas y aserradas presentando pelos en los peciolos y en la cara inferior de las hojas, en las cuales se deposita la mayor cantidad de (AE). El tallo es ramificado desde la base, que también presenta pelos, tiene forma prismático cuadrilátero y propenso a la lignificación. Las flores se encuentran en la parte superior de las ramas reunidas en verticilios.

Las flores son pequeñas y blancas; irregulares o zigomorfas. Se encuentran reunidas en pseudo verticilos axilares, formados por cuatro pequeñas cimbras, brevemente pedunculadas, dos en cada axila y situadas en la parte superior de las ramas.

### 2.1.1.4. Condiciones edafoclimáticas

Huari (2014) menciona que la muña crece entre los 2.700 y los 3.400 msnm. Su cultivo es muy difundido en las regiones andinas, especialmente en Apurímac, Ayacucho, Cuzco, Huancavelica y Puno, donde se la conoce con diversos nombres como huaycho, coa o ismuña.

#### **2.1.1.5. Tipos de *Minthostachys mollis***

Huari (2014) indica un total de 12 especies, cuya distribución abarca desde Argentina hasta Venezuela y en el Perú encontraron 6 especies distribuidas desde el norte (Cajamarca) hasta el sur (Cusco), con una mayor distribución en la región central, cuyas especies son:

- *Minthostachys glabrenscas*
- *Minthostachys salicifolia*
- *Minthostachys setosa*
- *Minthostachys spicata*
- *Minthostachys tomentosa*
- *Minthostachys mollis* (HBK) *griseb*

#### **2.1.1.6. Propiedades y usos en la agroindustria**

La muña es conocida desde tiempos pre-incas por sus propiedades medicinales comestibles y para preservar los tubérculos de plagas durante su almacenamiento. Se sabía que sus hojas actúan como resolutivas de tumores y en mezclas con clara de huevo la emplearon en fracturas de huesos, su cocimiento se aplicaba como anti-inflamatorio y anti-reumático, su cocimiento con miel limpia la flema en el pecho y llagas del pulmón, riñones y vejiga. La muña se emplea en infusión para curar cólicos de gases, diarreas, tiene acción carminativa, para curar heridas, tumores, úlceras, sarnas, rasca rasca, el pie de atleta y además para limpiar la flema del pecho (expectorante). Además, por sus propiedades aromáticas se emplean como un condimento en muchos platos típicos de la sierra central en especial la llamada sopa verde en Junín (Cano 2007).

De otro lado, el género *Minthostachys mollis* es utilizado por el campesino de los Andes peruanos para preservar la papa y otros tubérculos menores contra el ataque de insectos en condiciones de almacenamiento, esto deja entre ver que se trata de una planta con singulares propiedades. Se considera que esta planta permitió en épocas prehispánicas conservar en perfectas condiciones los alimentos de origen vegetal (Rivera 2008.).

Campillo (2003) sostiene que el uso de la muña en los diferentes países donde crecen es: Argentina utiliza la infusión de hojas y tallos tiernos como digestivo, antiespasmódico y anti-diarreico; en Bolivia, la infusión de hojas frescas se usa en problemas de indigestión, gastritis, cólicos, flatulencia y como carminativo, también para regular la menstruación, en caso de temblores nerviosos y palpitaciones del corazón.

## **2.1.2. Aceites esenciales**

### **2.1.2.1. Concepto**

Son llamados así los constituyentes odoríferos o “esencias” de una planta. El término aceite, probablemente, se origina del hecho que el aroma de una planta existe en las glándulas o entre las células en forma líquida, el cual al igual que los aceites grasos son inmiscibles con el agua. La palabra esencial fue derivada del latín “quinta essentia” que significaba el quinto elemento, asignado a estos aceites, ya que la tierra, el fuego, el viento y el agua, fueron considerados los cuatro primeros elementos (Cano 2007).

Aceites esenciales son sustancias odoríferas de naturaleza oleosa encontradas prácticamente en todos los vegetales; son muy



numerosos y están ampliamente distribuidos en distintas partes del mismo vegetal: en las raíces, tallos, hojas, flores y frutos. El término aceite esencial se origina probablemente del hecho que el aroma de una planta existe en las glándulas o entre las células en forma líquida, el cual al igual que los aceites grasos son inmiscibles con el agua. (Rivera 2008).

Gonzales (2004) define los aceites esenciales (esencias o aceites volátiles) son: “productos de composición generalmente muy compleja que contienen los principios volátiles que se encuentran en los vegetales más o menos modificados durante su preparación. Para extraer estos principios volátiles, existen diversos procedimientos. Únicamente se utilizan dos en la preparación de esencias oficiales: destilación con vapor de agua de las plantas con esencia o de algunos de sus órganos, y por expresión”.

#### **2.1.2.2. Componentes químicas de los aceites esenciales**

Azaña (2010) considera que los aceites esenciales son químicamente una mezcla compleja y muy variables de hidrocarburos alicíclicos, denominados terpenos y sus derivados oxigenados llamados alcanfores. La composición de los aceites esenciales es diversa. Están principalmente constituidos por hidrocarburos de fórmula  $C_{10}H_{16}$ . En la actualidad se refieren a un gran número de hidrocarburos que aparecen en la naturaleza con fórmula  $(C_5H_8)$ , sus derivados y compuestos aromáticos.

Los terpenos por su composición, pueden derivar de la condensación de dos moléculas de Isopreno  $C_5H_8$ . En los mismos aceites esenciales, y en otros productos naturales, aparecen compuestos derivados, análogamente, del Isopreno, de modo que la calificación de terpeno se extiende a todos aquellos, dividiéndolos en

hemiterpenos  $C_5H_8$ , terpenos propiamente dichos, sesquiterpenos  $C_{15}H_{24}$ , diterpenos  $C_{20}H_{32}$  y politerpenos  $(C_5H_8)_n$ , siendo n un número elevado.

Los productos derivados de los terpenos que tienen oxígeno reciben el nombre de alcanforos, como ejemplo: en los hidrocarburos terpénicos figuran los limonenos, el mirceno, el pineno. Entre los alcoholes terpénicos más importantes, el geraniol (de las esencias de las rosas), citronelo, etc.

Cano (2007) menciona con respecto a la composición química del aceite esencial de “muña”, existen pocos trabajos de investigación por lo que se tiene poca información; el aceite esencial de “muña”, al igual que otros aceites esenciales, presenta una estructura aldehídica, cetónica, alcohólica (mentol y mentona), ésteres, éteres y terpenos en mayor porcentaje.

### **2.1.2.3. Moléculas presentes en muña (*Minthostachys mollis*)**

**Pulegona.**- uno de los componentes más importantes de muchos aceites de muña (*minthostachys mollis*), pero es mejor conocido por pulegium poleo (*Mentha*). Es altamente tóxico en grandes cantidades, daña el hígado y puede provocar el aborto. Su toxicidad probablemente explica algunos de los efectos del aceite de *Minthostachys* contra las plagas y parásitos. La sustancia también se usa en perfumería y saborizantes (Azaña 2010).

**Mentona.**- otro componente muy importante, junto con Pulegona a menudo representa más del 75% de la composición del aceite entero. El más conocido de la menta (*Mentha piperita*). Tiene un

aroma muy agradable sabor a menta y se usa en perfumería, pero también tiene propiedades digestivas (Azaña 2010).

**Mentol.**- por lo general, mucho menos importante en *Minthostachys mollis*, pero a veces se encuentra como componente menor de la mezcla de aceite. Se adormece el dolor, y se utiliza contra dolor de garganta y tos (Azaña 2010).

**Linalol.** - empleado como condimento y como insecticida, linalol es más conocido de cilantro (*Coriandrum sativum*) de la familia Apiaceae. A menudo es uno de los componentes menores del aceite de *Minthostachys mollis* (Azaña 2010).

**Timol.** - como su nombre lo sugiere, esta sustancia es bien conocida de los aceites de distintas especies de tomillo. Actúa como antiséptico y contra el dolor de garganta y tos. A veces se encuentra como un componente menor en el aceite de *Minthostachys mollis* (Azaña 2010).

Cuadro 1. Porcentaje de terpenoides obtenidos en la muestra del aceite esencial.

TR	Analito	Composición
5,32	Limoneno	0,7699
11,094	Mentona	24,24
13,198	Pulegona	36,68
12,8	Mentol	No detectable

Fuente: Cano (2007).

#### **2.1.2.4. Propiedades físicas del aceite esencial**

Cano (2007) manifiesta las siguientes propiedades generales de los aceites esenciales

- Líquidos a temperatura ambiente.
- Volátiles.
- Aromáticos.
- Incoloros o amarillentos.
- Menos densos que el agua (canela y clavo: más densos que el agua)
- Insolubles en agua.
- Lipófilos.
- Solubles en disolventes orgánicos.
- Solubles en alcoholes de alta graduación.
- Índice de refracción elevado.
- Extraíbles por arrastre de vapor de agua o expresión.
- Poder rotatorio (quirales).

#### **2.1.2.5. Aplicaciones de los aceites esenciales**

Según Díaz (2007), el tipo de aceite esencial y su calidad, determinan en qué producto final será incorporado un aceite. Los aceites esenciales son ampliamente utilizados como materia prima en diferentes tipos de industria, cosmética, alimenticia, bebidas, textil, etc., mientras que otras industrias pueden usar productos aislados de esencias, como es el caso de la industria farmacéutica. En el Tabla 02. Se observa el uso del aceite esencial en las diferentes aplicaciones.

Cuadro 2. Industrias usuarias de productos aromáticos naturales y aceites esenciales.

<b>Industrias</b>	<b>Aplicaciones</b>
Alimenticia	Salsas, condimentos, bebidas refrescantes, alimentos procesados y enlatados.
Licorería	Aperitivos y saborizantes.
Cosmética	Perfumes, dentífricos, cremas, lociones.
Farmacéutica	Veterinaria, antisépticos, analgésicos, aromaterapia y homeopatía.
Uso domestico	Desodorantes, desinfectantes del ambiente y jabones.
Agroquímica	Bioinsecticidas y aleloquímicos.
Textil	Elaboración de enmascaradores de olores y tratamiento con mordientes después del teñido.
Petroquímica y minería.	Utiliza esencias o terpenos derivados de ellas como vehículos flotantes y lubricantes.
Pinturas	Enmascaradores de olores disolvente biodegradable.
Química fina	Precusores químicos, por ejemplo, citral, safrol, trementina.

Fuente: Díaz (2007).

#### **2.1.2.6. Métodos de extracción de aceites esenciales**

Cano (2007) afirma que son varios los métodos de extracción existentes, dependiendo de la planta. Los industriales son bastante sofisticados, sin embargo, existen diversos métodos de extracción caseros que permiten obtener estas esencias.

- **Enfleurage**

Para esto se utilizan grasas naturales con puntos de ablandamiento alrededor de 40 °C, normalmente manteca de cerdo RBD (Refinada, Blanqueada, Desodorizada). Se extiende en bandejas o “chasis” en profundidad no mayor a 5 mm y sobre ella se colocan los pétalos de flores o el material vegetal, desde donde se van a extraer los principios odoríficos, el contacto puede durar de 3 a 5 días. Luego el material vegetal es removido y reemplazado por material fresco, esta operación se repite buscando la saturación de la grasa. Posteriormente la grasa impregnada se lava con alcohol libre de congéneres (alcohol de perfumería), relación 1/1 dos veces consecutivas. El alcohol se filtra y se destila a vacío (21 in Hg, T 30 °C) hasta recuperar un 80 % del volumen de alcohol, como mínimo, en el fondo queda un residuo llamado “absolute”.

- **Extracción con solventes**

El material previamente debe de ser molido, macerado o picado, para permitir mayor área de contacto entre el sólido y el solvente. El proceso ha de buscar que el sólido, o el líquido, o ambos, estén en movimiento continuo (agitación), para lograr mejor eficiencia en la operación. Se realiza preferiblemente a temperatura y presión ambientes. El proceso puede ejecutarse por batch (por lotes o cochadas) o en forma continua (percolación, lixiviación, extracción tipo soxhlet). Los solventes más empleados son: Etanol, metanol, isopropano, hexano, ciclohexano, tolueno, xileno, ligroína, éter etílico, éter isopropílico, acetato de etilo, acetona, cloroformo; no se usan clorados ni benceno por su peligrosidad a la salud. Los solventes se recuperan por destilación y pueden ser reutilizados. El solvente adicionalmente extrae otros componentes como colorantes, gomas, mucílago, ceras, grasas, proteínas, carbohidratos. En la etapa de

recuperación de los solventes (atmosférica o al vacío), después de los condensadores ha de disponerse de una unidad de enfriamiento, para la menor pérdida del solvente. El material residual en la marmita de destilación, contiene concentrados las materias odoríficas y se le conoce como “concrete”. En caso de emplear glicoles, aceites vegetales, aceites minerales, como solventes extractores, los componentes odoríficos son imposibles de recuperar desde allí y el producto se comercializa como un todo, conocido como “extractos”.

- **Extracción por prensado**

También se le conoce como “expresión”. El material vegetal es sometido a presión, bien sea en prensas tipo batch o en forma continua, dentro de éstos se tienen los equipos: Tornillo sin fin de alta o de baja presión, extractor expeller, extractor centrífugo, extractor decanter y rodillos de prensa. Para los cítricos antiguamente se empleó el método manual de la esponja, especialmente en Italia, que consiste en exprimir manualmente las cáscaras con una esponja hasta que se empapa de aceite, se exprime entonces la esponja y se libera el aceite esencial. Otros métodos corresponden a raspado, como el del estilete o “ ecuelle”, donde la fruta se pone a girar en un torno y con un estilete se raspa la corteza únicamente; permanentemente cae un rocío de agua que arrastra los detritos y el aceite liberado. Otro proceso emplea una máquina de abrasión similar a una peladora de papas, la “pellatrice” y también hace uso del rocío de agua. En estos procesos la mezcla detritos-agua-aceite se centrifuga a 5000 rpm durante 40 minutos y el aceite esencial recuperado se coloca en una nevera a 3 °C durante 4 horas, para solidificar gomas y ceras que se localizan en la superficie. El aceite esencial se guarda en recipientes oscuros a 12 °C. Los aceites obtenidos por prensado y/o raspado, se les comercializa como

“expresión en frío” y cumplen las funciones de odorizantes (smell oils) y saborizantes (taste oils).

▪ **Extracción con fluidos supercríticos**

Punto crítico corresponde a las condiciones de temperatura y presión, para un gas o un vapor, por encima de las cuales la sustancia ya no puede ser “licuada” por incremento de presión. Adicionalmente las propiedades de la fase líquida y/o vapor son las mismas, es decir no hay diferenciación visible ni medible entre gas y líquido. Se habla así de  $P_c$ ,  $T_c$ ,  $V_c$ ,  $D_c$ . La sustancia más empleada es el  $\text{CO}_2$ , que en estas condiciones presenta baja viscosidad, baja tensión superficial, alto coeficiente de difusión (10 veces más que un líquido normal), que conlleva a un alto contacto con la superficie del material y puede penetrar a pequeños poros y rendijas del mismo lo que asegura una buena eficiencia en la extracción en un corto tiempo. En la parte final del proceso hay una remoción total del solvente y se realiza a una temperatura baja, se disminuye la pérdida de sustancias volátiles y se evita la formación de sabores y olores extraños “a cocido”. El  $\text{CO}_2$  no es tóxico, ni explosivo, ni incendiario, es bacteriostático y es clasificado por la FDA como GRAS (Generally Recognized As Safe). La temperatura y presión críticas para el  $\text{CO}_2$  son  $P_c$  73 bar y  $T_c$  31 °C. La inversión inicial para estos procesos es alta, aún para equipos en pequeña escala, debido a la tecnología involucrada, a los costos de materiales y de construcción. Los equipos se construyen en acero inoxidable tipo 316, deben soportar altas presiones en su operación y deben de ofrecer un manejo seguro. Por efecto mismo de la escala, para equipos más grandes, mayor debe de ser la capacidad de la bomba de compresión; mayor el espesor de las paredes, de las bridas en los mismos, de los cierres y sellamientos muy herméticos. Puede tenerse la siguiente



solubilidad en *W* % supercríticos: 57 Solubles: Hidrocarburos, éteres, esteres, cetonas, lactosas, alcoholes, aldehídos, mono y sesquiterpenos. Ligeramente solubles: Grasas, resinas, esteroides, alcaloides, carotenos. Oligómeros. Insolubles: Azúcares, glucósidos, aminoácidos, plásticos, proteínas, polisacáridos. Se puede trabajar con CO<sub>2</sub> de alta o de baja densidad: (1 bar = 1 atm). Baja densidad P 90 bar; T 30 °C. Alta densidad P 150 bar; T 50 °C.

#### ▪ Hidrodestilación

En este proceso en la parte inferior del tanque extractor, el cual es normalmente basculante, se coloca agua, luego viene encima una parrilla que soporta el material que va a ser extraído. La salida de vapores, puede ser lateral al tanque o ubicarse en la tapa, pasa a un serpentín o espiral enfriado por agua y posteriormente el vapor condensado y el aceite esencial se recolectan en un separador de fases o florentino, el cual debe de tener la suficiente altura y diámetro para evitar la pérdida de aceite y además permita la recolección fácil del mismo. El tanque extractor es calentado con fuego directo en su parte inferior (el fondo y hasta 1/3 de la parte inferior del tanque se construye en alfajor de 1/8 in, material que resiste bien el calor y la oxidación), el vapor producido allí causa el arrastre del aceite esencial. Estos sistemas son muy utilizados en el campo, son fáciles de instalar, se pueden llevar de un sitio a otro, “transhumantes”, son baratos, seguros, fáciles de operar y presentan un consumo energético bajo. Los aceites producidos son más coloreados, que los obtenidos por arrastre con vapor propiamente dicho, y tienden a presentar un cierto olor a quemado: Eucalipto, citronella, limonaria. Por lo anterior estos aceites siempre van a requerir una etapa posterior de refinación.

### 2.1.2.7. Métodos de extracción por arrastre con vapor de agua

Los métodos de extracción de aceites esenciales dependen del tipo de sustrato vegetal y calidad del producto. En general, el más utilizado es la destilación por arrastre con vapor de agua, ya que el mismo proceso sirve para una gran variedad de plantas aromáticas y medicinales (Mella 2002).

Grosse (2000) menciona que el aceite esencial es una mezcla de componentes volátiles, producto del metabolismo secundario de las plantas. Se forman en las partes verdes (con clorofila) del vegetal y al crecer la planta son transportadas a otros tejidos, en concreto a los brotes en flor.

Rojas y Usubillaga (1995) analizaron el aceite esencial de *Minthostachys mollis* de Venezuela, señalan que pulgona es el principal componente con 79,32 % y 75.2 % cosechados a 3600 y 1600 msnm, respectivamente, seguido por *menthone* con 3.98 % y 10.38 % respectivamente.

#### a) Destilación por arrastre de vapor

Pérez (2005) define que el método de la destilación por arrastre con vapor de agua es una técnica bien conocida de obtención de aceites esenciales, en la cual la fuente de material vegetal se somete a una corriente de vapor que arrastra los componentes volátiles presentes en la planta, que son posteriormente condensados junto con el vapor de agua y recogidos en un colector donde, por diferencia de densidad, se separan el aceite esencial obtenido y el agua condensada, la cual retorna de nuevo al reactor donde se ha producido el calentamiento inicial, una vez que el aceite se ha separado

completamente del agua, es necesario liberarlo de cualquier traza de agua disuelta que pueda contener, mediante el uso de  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidro.

Cázares (1982) indica la destilación es un proceso físico de separación, desde el punto de vista de la física la destilación se define del siguiente modo: “muchas sustancias de punto de ebullición muy alto, calentadas juntamente con el agua pasan a estado de vapor a la temperatura de ebullición de ésta, por lo tanto, volátiles con el vapor de agua y pueden obtenerse y purificarse por destilación en corriente de ese vapor. La obtención de los aceites esenciales, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

**Materia prima.**- la materia prima vegetal es cargada en un hidrodestilador, de manera que forme un lecho fijo compactado. Su estado puede ser molido, cortado, entero o la combinación de éstos (calculadas en mínimos a partir de la capacidad del tanque extractor, así: hojas = 500 g, frutos = 1000 g y corteza = 500 g), y se sometieran a los tratamientos previos a la extracción (Sánchez 2006).

**Pre tratamiento de la materia prima.** - debe ser de siguiente manera. (Callejas 2002).

- **Limpieza.** - se separará el material inorgánico y orgánico que no pertenecía a la especie a trabajar como: polvo, raíces y hoja.
- **Separado.** - se realiza una separación manual en las partes principales de cada especie: corteza, hojas, frutos; según el caso específico.

**Reducción de tamaño.** - el estado debe ser cortado en partes pequeñas (1x1 cm hojas y corteza y de 1x1x1 frutos) para aumentar el área de contacto material - vapor (Callejas 2002).

**Determinación de la densidad real.** - se tomó una muestra de la especie, se pesó en una balanza de precisión de 3 cifras y se calculó el volumen por desplazamiento, sumergiendo la muestra en un volumen conocido de agua y determinándolo por diferencia. El procedimiento se realizó por duplicado y se reportó el promedio como la densidad real del material (Callejas 2002)

**Carga e inicio de la extracción.**- en el campo se usan instalaciones sencillas y portátiles, donde en la parte inferior del tanque extractor, el cual es normalmente basculante, se coloca agua, luego viene encima una parrilla que soporta el material que va a ser extraído. La salida de vapores, puede ser lateral al tanque o ubicarse en la tapa, pasa a un serpentín o espiral enfriado por agua y posteriormente el vapor condensado y el aceite esencial se recolectan en un separador de fases o florentino, el cual debe de tener la suficiente altura y diámetro para evitar la pérdida de aceite y además permita la recolección fácil del mismo.

El tanque extractor es calentado con fuego directo en su parte inferior (el fondo y hasta 1/3 de la parte inferior del tanque se construye en alfajor de 1/8 in, material que resiste bien el calor y la oxidación), el vapor producido allí causa el arrastre del aceite esencial (Callejas 2002).

**Separado y envasado del producto.**- al transcurso del tiempo de destilación, se suspendió el calentamiento, se recogió el

producto con una jeringa de 3 mililitros y la mezcla agua – aceite, sobrante en el condensador se envasó y se dejó reposar por un período de 24 horas para luego retirar el aceite allí contenido. Para ello utilizaremos un decantador o vaso florentino.

El producto fue envasado en recipientes de vidrio pequeños y refrigerados para su conservación (Callejas 2002).

#### b). Proceso de extracción de aceite esencial de muña

En la figura 1 se presenta el diagrama de flujo para la obtención de aceites esenciales mediante extracción de vapor de agua.

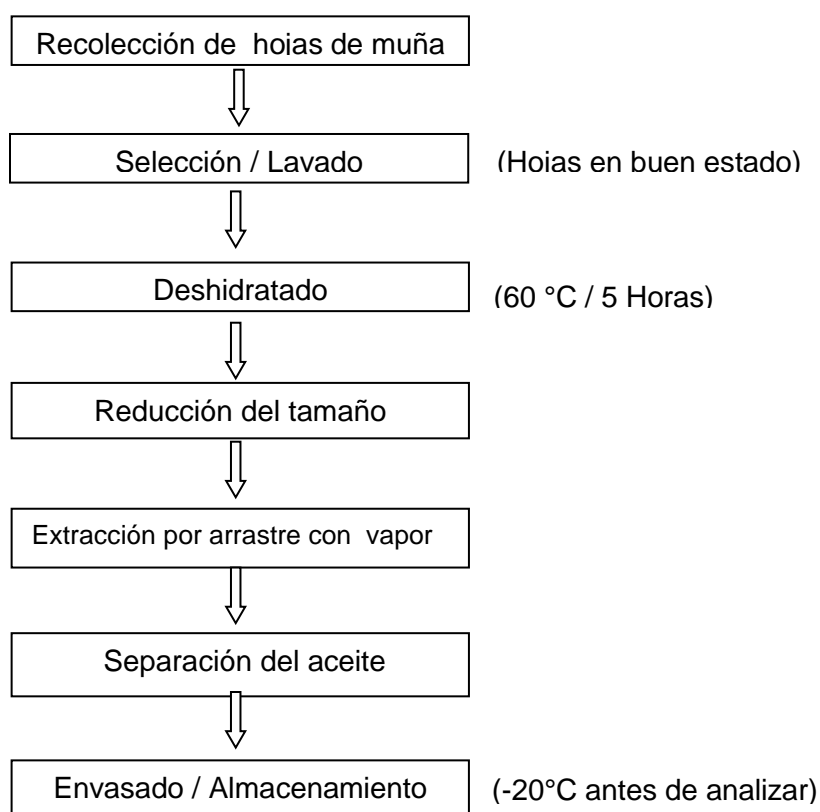


Figura 1. Diagrama de flujo para el proceso de extracción del aceite esencial.

Fuente: Gonzales (2004).

#### **2.1.2.8. Uso de aceites esenciales en la agroindustria**

Los aceites esenciales son productos extraídos de la destilación con vapor o hidrodestilación de las plantas, convirtiéndose en una fuente ideal de materias primas para la industria, en especial la de sabores y fragancias y la agroalimentaria (Bandoni 2000).

El mercado mundial de productos naturales para sabores y fragancias representa unos 4000 millones de US\$ / año y los aceites esenciales con una producción de 48.000 tn anuales (900 millones US\$ por año). En Colombia, las importaciones de aceites esenciales para el año 2002 fueron por un valor de US\$ 162,756,968.4 (Biocomercio Sostenible 2003).

#### **2.1.2.9. Rendimiento en extracción del aceite esencial**

Rendimientos para aceites esenciales, tales como Muña 0,19% p/p (Cano 2007).

La variación en el rendimiento de aceites esenciales es influenciada por factores tales como el origen, especie y órgano de la planta, condiciones climáticas y de crecimiento (temperatura, fertilizantes, tierra de cultivo), así como el método de extracción y la forma de almacenamiento del aceite (Blanco y Agudelo 2007).

### **2.1.3. Queso fresco**

#### **2.1.3.1. Concepto**

Es el producto, fermentado o no, constituido esencialmente por la caseína de la leche, en forma de gel más o menos deshidratado y reteniendo casi toda la materia grasa, un poco de

lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales (Gonzales 2004).

Según Restrepo y Montoya (2010), los quesos frescos son aquellos en los que la elaboración consiste únicamente en cuajar y deshidratar la leche. A estos quesos no se les aplican técnicas de conservación adicionales, por lo que aguantan mucho menos tiempo sin caducar. Su mantenimiento se podría comparar al de los yogures, pues es necesario conservarlos en lugares refrigerados. El hecho de procesar la leche en menor medida hace que tengan sabores suaves y texturas poco consistentes.

Cali (1991) afirma que es difícil clasificar los quesos de una forma clara, ya que, además de existir una gran variedad, son varios los criterios que se pueden seguir para su clasificación, entre ellos tenemos:

#### **2.1.3.2. Clasificación de queso fresco**

Se clasifica desde el punto de vista del mercado y se basa sobre el contenido de grasa en quesos grasos (mayor en 42 % en grasa), quesos semigrasos (del 20 al 42 % en grasa) y quesos magros (menor del 20% en grasa).

Estos quesos se caracterizan por su elevado contenido de humedad, sabor suave y un periodo de vida de anaquel corto, por lo que debe estar refrigerado. Se conocen como quesos frescos a los siguientes: canasto, panela, fresco, ranchero, sierra, blanco, enchilado, adobado, oaxaca, asadero, mozzarella, morral, adobera, cottage, crema, doble crema, petit suisse, etc. (Zapata, 2015).

Cuadro 3. Clasificación de los quesos según su contenido de humedad

<b>Clases</b>	<b>Humedad en %</b>
Pasta blanda	Más del 69%
Pasta semi blanda	61 a 69
Pasta semi dura	54 a 61
Pasta dura	49 a 54
Pasta extra dura	Menos de 49

Fuente: Cali (1991)

### 2.1.3.3. Parámetros físico-químicos

#### a. Porcentaje de humedad

Restrepo y Montoya (2010) manifiestan que el agua es el único ingrediente de los alimentos que está prácticamente presente en todos ellos y su cantidad, estado físico y dispersión en los alimentos afectan su aspecto, olor, sabor y textura. Las reacciones químicas y las interacciones físicas del agua y sus posibles impurezas con otros componentes de los alimentos determinan frecuentemente alteraciones importantes durante su elaboración. Los alimentos en general pueden considerarse integrados por dos fracciones primarias: su materia seca y cierta cantidad de agua o humedad; ésta agua no está solamente adherida a la superficie de los alimentos sino que también se encuentra íntimamente asociada como tal a ellos y por tanto incorporada a su naturaleza y composición química. Es obvio que el hidrógeno y el oxígeno constitutivos de ésta agua deben ser considerados como parte de la composición elemental de la masa y materia de los alimentos, en consecuencia, si se lograra extraer ésta agua presente en los productos alimenticios, se puede así



demostrar y precisar la contribución real de estos dos elementos y del agua que ellos forman a la composición elemental y la composición molecular de un alimento dado. El contenido de agua en los alimentos guarda estrecha relación con el contenido de humedad en el aire que los rodea. Ésta relación reviste gran importancia en la conservación de los materiales alimenticios y por tanto en la protección de su calidad.

#### **b. Porcentaje de grasa**

Restrepo y Montoya (2010) afirman que el término extracto etéreo se refiere a las sustancias extraídas con éter etílico que incluyen el grupo de nutrientes llamado grasa bruta o lípidos y son todos los ésteres de los ácidos grasos con el glicerol a los fosfolípidos, las lecitinas, los esteroides, las ceras, los ácidos grasos libres, vitaminas liposolubles, los carotenoides, la clorofila y otros pigmentos. En el proceso de digestión estas sustancias son transformadas en sustancias semejantes, pero características del organismo que las ingiere, por eso se consideran precursores dietéticos; la grasa es un componente necesario de los tejidos vivos y esenciales en la nutrición humana. Debido a que puede almacenarse y movilizarse, es el principal material de la reserva corporal, son la fuente más concentrada de energía en la dieta, dando aproximadamente 9.3 calorías por gramo; su ingesta equilibrada es también esencial para asegurar el aporte dietético de ácidos grasos esenciales y vitaminas liposolubles A, D y E.

Las grasas se clasifican con las proteínas y carbohidratos, como sustancias alimenticias fundamentales y se consumen en gran cantidad, actúan como lubricantes, plastificantes y buenos

conductores del calor, comunicando sabores y texturas especiales a los alimentos que se cuecen con ellas.

Los lípidos son compuestos insolubles en agua pero solubles en solvente orgánicos tales como éter, acetona, alcohol, cloroformo o benceno, generalmente se encuentran distribuidos ampliamente en la naturaleza como ésteres de ácidos grasos de cadena larga. Es decir, que una propiedad suya predominante radica en su escasa o nula solubilidad en compuestos típicamente polares, con el agua en primer término, frente a una alta solubilidad en líquidos caracterizados por su pobre polaridad y su significativa capacidad para establecer enlaces hidrófobos.

En consecuencia, ésta clase de comportamiento tendrá que incidir de modo directo sobre la forma de extraerlos, manipularlos, procesarlos, acondicionarlos, conservarlos y utilizarlos en los alimentos y en la industria alimentaria.

#### **2.1.3.4. Procedimiento para la elaboración del queso fresco**

En la Figura 2 se presenta el diagrama de flujo para la elaboración de queso fresco con adición de caseína o de leche descremada en polvo (Cali 2007).

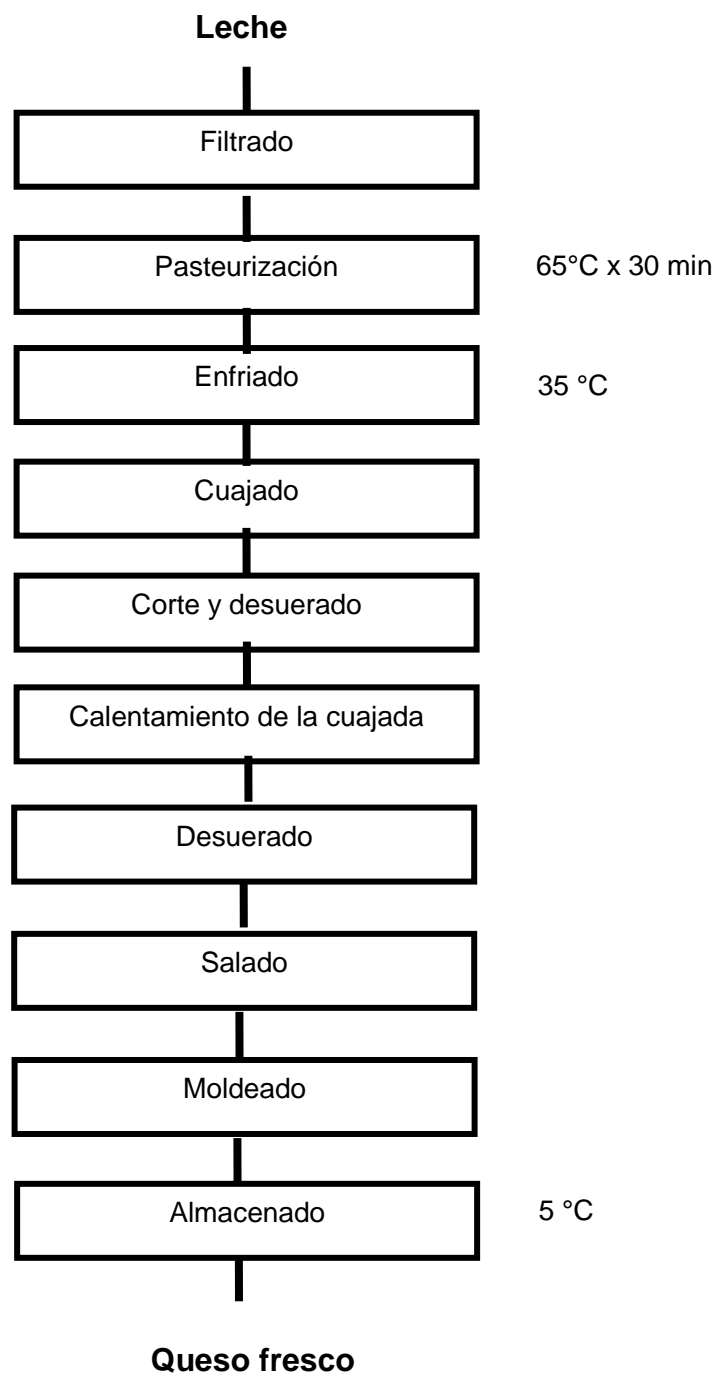


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de queso fresco  
Fuente: Zapata (2015).

**a. Descripción del procedimiento de queso fresco**

Según Zapata (2015), mediante las siguientes operaciones se obtiene el queso fresco.

- **Filtrado.-** Se realiza mediante un colador de acero inoxidable con la finalidad de separar las impurezas de la leche que puedan afectar el producto final.
- **Pasteurización.-** se realiza con el fin de una buena higienización, donde se elimina los microorganismos patógenos, así como gran parte de lipasas que pueden interferir en el proceso de la elaboración del queso. Para la elaboración del queso fresco la pasteurización se realiza 65 °C a 70 °C.
- **Enfriamiento.-** Luego de la pasteurización, la leche se enfría hasta llegar a 35 °C, que es la temperatura óptima para el buen desempeño del cuajo en la coagulación.
- **Cuajado.-** Se adiciona 0,015 % de cuajo con respecto a la leche en una tina de acero inoxidable, a una temperatura de 35 °C. El tiempo de cuajado es de 35 – 40 minutos.
- **Corte y desuerado.-** se realiza cortes horizontales y verticales dentro de la tina de acero inoxidable a la cuajada con un cuchillo de acero inoxidable. Luego se deja reposar por unos 10 minutos para que se libere el suero. La agitación se realiza de manera lenta para lograr una cuajada uniforme.
- **Calentamiento de la cuajada.-** se adiciona agua caliente, donde se eleva la temperatura de la cuajada lentamente hasta 40 °C, luego se agita para uniformizar la temperatura en todo el

- coagulo.
- **Desuerado.**- se utiliza un colador y tela organiza para separar la cuajada y el suero.
  - **Salado.**- luego se agrega 60 gramos de sal por cada litro de leche fresca, y se deja reposar la cuajada por 10 minutos.
  - **Moldeado.**- se emplea moldes de acero inoxidable y se aplica una presión leve con la tapa de acero inoxidable del molde en la superficie para compactar la masa y luego se deja reposar por 1 hora.
  - **Almacenado.**- se almacena el queso fresco en una refrigeradora a 5 °C. El queso se envasa en bolsa de polietileno.

#### 2.1.3.5. Tiempo de vida útil del queso fresco

La vida útil (VU) es un período en el cual, bajo circunstancias definidas, se produce una tolerable disminución de la calidad del producto. La calidad engloba muchos aspectos del alimento, como sus características físicas, químicas, microbiológicas, sensoriales, nutricionales y referentes a inocuidad. En el instante en que alguno de estos parámetros se considera como inaceptable el producto ha llegado al fin de su vida útil (Restrepo y Montoya 2010).

Este período depende de muchas variables en donde se incluyen tanto el producto como las condiciones ambientales y el empaque. Dentro de las que ejercen mayor peso se encuentran la temperatura, pH, actividad del agua, humedad relativa, radiación (luz), concentración de gases, potencial redox, presión y presencia de iones (Brody 2003).

## 2.2. ANTECEDENTES

Cano (2007) en su trabajo de investigación titulada “Actividad antimicótica in vitro y elucidación estructural del aceite esencial de las hojas de muña (*Minthostachis mollis*)” tiene por finalidad demostrar la actividad antimicótica in vitro y la elucidación de algunos de los metabolitos del aceite esencial de *Minthostachys mollis* (muña) proveniente del distrito de Huacrapuquio (2700 m.s.n.m), provincia de Tarma. El aceite esencial de las hojas de *Minthostachys mollis* se ha obtenido por el método de destilación por arrastre de vapor de agua. Este fue sometido a análisis físico-químico y determinación de la composición química (elucidación) mediante cromatografía de gases (CG), determinándose los siguientes monoterpenos: Pulegona, Limoneno, Mentona y Mirceno, como responsables de la actividad funguicida-fungistática.

Fuertes y munguia (2001) en su investigación “Evaluación de la actividad antimicrobiana del aceite esencial de muña”, realizaron un estudio comparativo del aceite esencial de *Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb “muña” de tres regiones peruanas: Tarma, Huaraz y Huancavelica (utilizaron ensayos físicos, espectro ultravioleta, espectro infrarrojo y composición química), concluyeron que el aceite esencial proveniente de Tarma contenía en su composición 1-Tetradeceno, 2s-Transmentona, pulegona como componentes principales y un porcentaje importante de timol, demostrando mayor actividad antimicrobiana.

Contreras (1983) en su trabajo de investigación “Evaluación de la eficacia del aceite esencial de la muña en los microorganismos” estudió la actividad antimicrobiana del aceite esencial de *Minthostachys mollis*, demostrando cualitativamente su efecto

antimicrobiano frente a *Shigella dysenteriae*, *Salmonella typhi* y *Escherichia coli*, resultando *Shigella dysenteriae* la más sensible al aceite esencial de Muña.

Yapuchura (2010) en su trabajo de investigación “estudio de los componentes antioxidantes de las hojas de muña (*minthostachys mollis* (kunth) griseb.) e inca muña (*clinopodium bolivianum* (benth.) kuntze)” estudió el contenido y perfil de compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de las hojas de la muña (*Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.) e inca muña (*Clinopodium bolivianum* (Benth.) Kuntze). El contenido de compuestos fenólicos totales encontrados en ambos arbustos presentaron valores similares, mientras que la capacidad antioxidante de la inca muña destacó por sobre la encontrada en la muña.

Quinte (2015) en su trabajo de investigación "estudio de compuestos bio-activos del aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) por cromatografía de gases- espectrometría de masas en tres niveles altitudinales del distrito de huando" El proyecto se enmarco en el tipo de investigación básica, nivel descriptivo- comparativo, donde se identifica la trazabilidad del producto analizado.

Zurita (2016) en su trabajo de investigación “efectividad antimicrobiana del aceite esencial de *minthostachys mollis* (tipo) al 25, 50, 100 % frente a *porphyromonas gingivalis* estudio in vitro”, investigaciones que le preceden ya han demostrado cierta actividad antibacteriana y antimicótica frente a bacterias y hongos orales y no solo se la utilizado en este campo, por décadas se le ha dado un rol importante a esta planta en el campo de la agricultura y de la alimentación en países como Perú. La presente se basa en múltiples pesquisas que muestran la variada utilidad que se puede dar a las

plantas llamadas medicinales, los distintos componentes que constituyen los aceites esenciales como los metabolitos, que nos brindan esa preciada actividad contra microorganismos.

## 2.3. HIPÓTESIS

### 2.3.1. Hipótesis general

- El aceite esencial de muña (*mintostachys mollis*) contiene efectos antimicrobianos en los quesos frescos

### 2.3.2. Hipótesis específicas

- La muña presenta un rendimiento aceptable en la extracción del aceite esencial
- Aceite esencial de la muña presenta cantidades apreciables de pulegona, mentona y  $\beta$ -linalool
- El aceite esencial de muña *presenta actividad* antimicrobiana en los quesos frescos.

## 2.4. VARIABLES Y OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

### 2.4.1. Variable independiente(X)

Aceite esencial de muña (X1)

X<sub>11</sub>: 0,0 % con respecto a la masa de queso fresco.

X<sub>12</sub>: 0,2 % con respecto a la masa de queso fresco.

X<sub>13</sub>: 0,4 % con respecto a la masa de queso fresco.

X<sub>14</sub>: 0,6 % con respecto a la masa de queso fresco.

X<sub>15</sub>: 0,8 % con respecto a la masa de queso fresco.

X<sub>16</sub>: 1,0 % con respecto a la masa de queso fresco.



#### **2.4.2. Variable dependiente (Y)**

$Y_1$ : Características organolépticas de queso fresco adicionado aceite esencial de muña.

$Y_2$ : Tiempo de vida útil del queso fresco.

#### **2.4.3. Variable intervinientes**

- Variedad de muña
- Humedad de queso fresco en estudio
- Tipo de envase
- Temperatura y humedad relativa de almacenamiento de queso
- Nivel de salado de los quesos en estudio.

## 2.5. Operacionalización de variables

Cuadro 4. Operacionalización de variables

<b>Variables</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>
<b>Independientes:</b> Aceite esencial de muña	- Cantidad de aceite esencial de muña	- 0.0 % - 0.2 % - 0.4 %, - 0.6 % - 0.8 % - 1.0 % Con respecto a la masa de queso fresco.
<b>Dependientes:</b> Características organolépticas del queso fresco adicionado aceite de muña.  Características de los principales componentes del aceite esencial de muña.  Tiempo de vida útil del queso.	Evaluación organoléptica  Porcentaje en la muestra  Vida útil de queso fresco	Nivel de aceptabilidad de los panelistas - Sabor - Aroma - Color  -Pulegona -Mentona -Linalool -Timol - Mentol  - pH - Acidez titulable - Sabor - Aroma - Color

### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

Los procesos del presente trabajo de investigación y la evaluación sensorial se realizó en los laboratorio de procesamiento de alimentos y evaluación sensorial de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNHEVAL; los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de las muestras se realizaron en el Laboratorio BIOVITAL ubicado en el distrito de Amarilis – Huánuco y en el laboratorio VALENTINO ubicado en la prolongación Abtao N° 911 distrito Huánuco, departamento de Huánuco; la evaluación de los componentes de los aceites esenciales se realizó en el laboratorio de fotoquímica de la Universidad Nacional Federico Viarreal.

#### 3.2. TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN

##### 3.2.1. Tipo de investigación

De acuerdo a la naturaleza del estudio, la investigación es de tipo APLICADA, porque se aplicó los principios de la ciencia para generar tecnología expresada en aceite esencial de *Minthostachys mollis* para solucionar el problema del tiempo de vida útil del queso fresco, que afecta a los productores de queso.

##### 3.2.2. Nivel de investigación

El nivel de investigación es EXPERIMENTAL, porque se manipulo la variable independiente que es el aceite esencial de *Minthostachys mollis* intencionalmente y se evaluó el efecto en la variable dependiente (características organolépticas y tiempo de vida útil del queso fresco) los cuales se compararon con el tratamiento testigo.

### 3.3. POBLACIÓN, MUESTRA Y UNIDAD DE ANÁLISIS

#### 3.3.1. Población

La población estuvo conformada por 36 moldes de queso de 200 gramos cada uno, aplicado con diferentes porcentajes de aceite esencial de muña.

Cuadro 5. Población

Tratamiento	Especificación	Cantidad (Moldes de 200 gramos)
T <sub>0</sub>	0,0 % de aceite esencial de muña	6
T <sub>1</sub>	0,2 % de aceite esencial de muña	6
T <sub>2</sub>	0,4 % de aceite esencial de muña	6
T <sub>3</sub>	0,6 % de aceite esencial de muña	6
T <sub>4</sub>	0,8 % de aceite esencial de muña	6
T <sub>5</sub>	1,0 % de aceite esencial de muña	6
<b>TOTAL</b>		<b>36</b>

#### 3.3.2. Muestra

La muestra para realizar los diferentes análisis fisicoquímicos y el estudio de vida útil estuvo constituida de acuerdo a los requerimientos de cada análisis a realizarse por cada tratamiento en estudio.

Cuadro 6. Muestra

<b>Tratamiento</b>	<b>Especificación</b>	<b>Cantidad (Moldes de 200 gramos)</b>
T <sub>0</sub>	0,0 % de aceite esencial de muña	3
T <sub>1</sub>	0,2 % de aceite esencial de muña	3
T <sub>2</sub>	0,4 % de aceite esencial de muña	3
T <sub>3</sub>	0,6 % de aceite esencial de muña	3
T <sub>4</sub>	0,8 % de aceite esencial de muña	3
T <sub>5</sub>	1,0 % de aceite esencial de muña	3
<b>TOTAL</b>		<b>18</b>

El tipo de muestreo fue el ALEATORIO, la muestra estuvo conformada por moldes de 200 gramos de queso fresco con adición de diferentes porcentajes de aceite esencial de muña.

### 3.3.3. Unidad de análisis

La unidad de análisis estuvo conformada por los moldes de 200 gramos de queso fresco con la adición de diferentes porcentajes de aceite esencial de muña.

### 3.4. TRATAMIENTOS EN ESTUDIO

Para determinar el efecto del aceite esencial de muña en el tiempo de vida útil del queso fresco, los tratamientos estuvieron constituidos por 5 dosis de aceite esencial de muña que fueron aplicados en moldes de 200 gramos de quesos frescos, para evaluar su tiempo de vida útil comparando con el tratamiento testigo.

Cuadro 7. Tratamientos en estudio

Tratamiento	Especificación
T <sub>0</sub>	0,0 % de aceite esencial de muña
T <sub>1</sub>	0,2 % de aceite esencial de muña
T <sub>2</sub>	0,4 % de aceite esencial de muña
T <sub>3</sub>	0,6 % de aceite esencial de muña
T <sub>4</sub>	0,8 % de aceite esencial de muña
T <sub>5</sub>	1,0 % de aceite esencial de muña

### 3.5. PRUEBA DE HIPÓTESIS

- a. Para determinar el porcentaje adecuado de adición de aceite esencial de muña en el queso fresco con respecto a las características organolépticas.

#### Hipótesis nula

**H<sub>0</sub>:** Los diferentes porcentajes de aceite esencial de muña no influyen en las características organolépticas del queso fresco.

$$\mathbf{H_0:} \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_0 = 0$$

#### Hipótesis de investigación

**H<sub>i</sub>:** Los diferentes porcentajes de aceite esencial de muña influyen en las características organolépticas del queso fresco.

**H<sub>i</sub>:** Al menos un  $\tau_i \neq 0$

- b. **Para determinar el porcentaje adecuado de adición de aceite esencial de muña en el queso fresco con respecto al tiempo de vida útil.**

#### **Hipótesis nula**

**H<sub>0</sub>:** Los diferentes porcentajes de aceite esencial de muña no influyen en el tiempo de vida útil del queso fresco.

$$\mathbf{H_0: \tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_0 = 0}$$

#### **Hipótesis de investigación**

**H<sub>i</sub>:** Al menos uno de los porcentajes de aceite esencial de muña influye en el tiempo de vida útil del queso fresco.

**H<sub>i</sub>:** Al menos un  $\tau_i \neq 0$

### **3.5.1. Diseño de la investigación**

- a. **Para determinar el porcentaje adecuado de adición de aceite esencial de muña en el queso fresco con respecto a las características organolépticas.**

Para la evaluación sensorial se utilizó la prueba no paramétrica de Friedman a un nivel de significación  $\alpha = 5\%$  y su correspondiente prueba de clasificación de tratamientos.

El procedimiento de la prueba de Friedman se resume de la siguiente manera:

Suma de los rangos de cada condición (tratamiento).

$$Rt = \sum_{j=1}^b Rij$$

Cálculo del estadístico de la prueba ( $T_2$ ).

$$A_2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b R_{ij}^2$$

$$B_2 = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k R_i^2$$

$$T_2 = \frac{(n-1) \left[ B_2 - \left( \frac{bk(k+1)^2}{4} \right) \right]}{A_2 - B_2}$$

$$T_2 = \frac{(k-1) \left[ bB - \left( \frac{b^2k(k+1)^2}{4} \right) \right]}{A_2 - \frac{bk(k+1)^2}{4}}$$

Cuando la hipótesis nula es rechazada, la prueba de Friedman presenta un procedimiento para comparar a los tratamientos por pares. Se dirá que los tratamientos  $i$  y  $j$  difieren significativamente si satisfacen la siguiente desigualdad

$$t_{(1-\frac{\alpha}{2}), ((b-1)(k-1))} \sqrt{\frac{2b(A_2 - B_2)}{(b-1)(k-1)}}$$

Para las múltiples comparaciones los criterios de decisión son:

$|R_i - R_j| > F$  se rechaza la  $H_0$

$|R_i - R_j| \leq F$  se acepta la  $H_0$

- b. Para determinar el porcentaje adecuado de adición de aceite esencial de muña en el queso fresco con respecto al tiempo de vida útil.**

Para la evaluación del tiempo de vida útil del queso fresco con adición de diferentes porcentajes de aceite esencial de muña, se



utilizó el ANVA correspondiente al diseño completamente al azar. El modelo matemático correspondiente a un DCA (Diseño Completamente al Azar) tiene la ecuación siguiente:

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

Dónde:

$Y_{ij}$  : Porcentaje de aceite esencial de muña de la  $j$  –ésima repetición de queso fresco con el  $i$ -ésimo tratamiento.

$\mu$  Efecto de la media general.

$\tau_i$  : Efecto del  $i$ -ésimo tratamiento (diferentes porcentajes de aceite esencial de muña).

$\epsilon_{ij}$  : Efecto del error experimental.

Cuadro 8. Esquema de análisis de varianza para el DCA.

<b>FV</b>	<b>SC</b>	<b>GL</b>	<b>CM</b>	<b>F0</b>
TRATAMIENTO	SCF	K-1	CMF = SCF / (K-1)	CMF / CME
ERROR	SCE = SCT - SCF	N-K	CME = SCE / N-K	
TOTAL	SCT	N-1		

Fuente: Steell *et al* (1996)

La comparación de tratamientos, se realizó a través de la prueba de TUKEY con un nivel de significación  $\alpha = 5 \%$ .

### **3.5.2. Datos a registrar**

Los datos a registrar fueron, los distintos análisis fisicoquímicos, sensoriales y vida útil a realizarse a los tratamientos en estudio.

### **3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección y procesamiento de la información.**

#### **3.5.3.1. Técnicas de recolección de datos**

##### **a. Técnicas de investigación documental o bibliográfica**

- **Fichaje:** Se utilizó para construir el marco teórico y la revisión bibliográfica.
- **Análisis documental:** Nos permitió el análisis del material estudiado y precisarlo desde un punto de vista experimental.
- **Análisis de contenido:** Se estudió y analizo de una manera objetiva y sistemática el documento leído.

##### **b. Técnicas de campo**

- **Observación:** Nos permitió recolectar los datos directamente del proceso del queso fresco adicionando diferentes porcentajes de aceite esencial de muña, mediante el cual se obtuvo los resultados sobre las características organolépticas y vida útil de los tratamientos en estudio para las conclusiones de la presente investigación.

#### 3.5.4. Instrumento de recolección de datos

Los instrumentos fueron elaborados de acuerdo a lo establecido por Calzada (1990), a la vez se sometió a juicios de expertos para su evaluación de coherencia y correlación.

- **Para la recolección de información bibliográfica**
  - o **Fichas de investigación o documentación:** Comentario y resumen.
  - o **Fichas de registro o localización:** Bibliográficas, hemerográficas e internet.
  
- **Para la recolección de información en laboratorio:** Libreta de apuntes y cámara fotográfica.
  
- **Para la evaluación sensorial:** Instrumento que permitió recopilar en forma cualitativa los valores de los atributos organolépticos de los tratamientos en estudio, será la ficha de evaluación sensorial validada mediante juicio de expertos.

La recolección de los datos en la evaluación sensorial se realizará en horas de la mañana (10: 00 a 11:00 am) en un ambiente adecuado para esta actividad según lo recomendado por (Calzada 1990).

- **Procesamiento y presentación de los resultados:** Los datos obtenidos fueron ordenados y procesados por una computadora utilizando el software Microsoft Office con sus hojas: de texto Word y cálculos Excel. De acuerdo al diseño de investigación propuesto los resultados se presenta en cuadros y figuras según corresponda; y para el procesamiento de los datos estadísticos se utilizará el software estadístico SPSS 21.

### **3.6. MATERIALES Y EQUIPOS**

#### **3.6.1. Materiales de proceso**

Bandejas de 10 y 15 L, jarras de 1/2 y 1 L, cucharones, cucharas, vasos de 200 mL, cocina semi industrial de tres hornillas, olla de presión modificada 20 L, baldes de 10 y 20 L, tina quesera de 100 L

#### **3.6.2. Materiales de laboratorio**

Vasos de precipitación de 200 mL, tubos de ensayo, pipetas de 10 mL, Micro pipeta, gradillas, papel filtrante (fundas de polietileno-polipropileno), botellas de vidrio con tapa rosca, embudos, espátula, termómetro de -10 a 150 °C, cronómetro, Micropipeta de 10 µL a 100 µL y de 100 µL a 1000 µL, trípode, rejilla, cuello de cisne, balón (6 L), soporte universales, embudo de decantación, olla presión.

#### **3.6.3. Materiales de escritorio y otros**

Libreta de apuntes, lapiceros, tajador, resaltador, memoria USB, corrector, lápices de carbón 2B, papel bond A4 de 80 gramos, papel bulky, cámara fotográfica digital.

#### **3.6.4. Equipos**

- ✓ Espectrofotómetro de rango visible: marca Génesis Cimatex, Alemana
- ✓ Balanza analítica, marca OHAUS, con precisión de 0.001 g, Alemana
- ✓ pH-metro: digital, marca ALPS, modelo PEN TYPE, rango 0.00 - 14.00, Alemana.
- ✓ Equipo de titulación.

### 3.6.5. Reactivos

Alcohol, hidróxido de sodio (NaOH), fenolftaleína.

### 3.6.6. Materia prima

Se utilizó como materia prima la muña de la variedad *mintostachys mollis*, procedente de la localidad de Pachas, distrito de Pachas, Provincia de Dos de Mayo y departamento de Huánuco; Leche fresca de raza Brown swiss procedente del distrito de Pachas, provincia de Dos de Mayo y departamento de Huánuco.

### 3.6.7. Insumos y aditivos

NaCl, cuajo de marca (marschall)

## 3.7 CONDUCCIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El procedimiento para la ejecución del presente trabajo de investigación consta de 4 etapas de estudio:

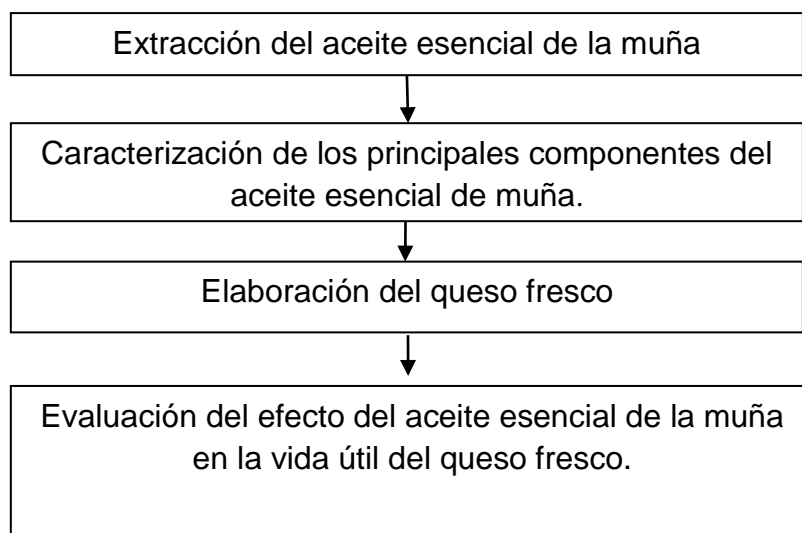


Figura 3: Esquema experimental para la conducción del trabajo de investigación

### 3.7.1. Extracción del aceite esencial de la muña

Se extrajo el aceite esencial de muña, mediante el siguiente flujograma:

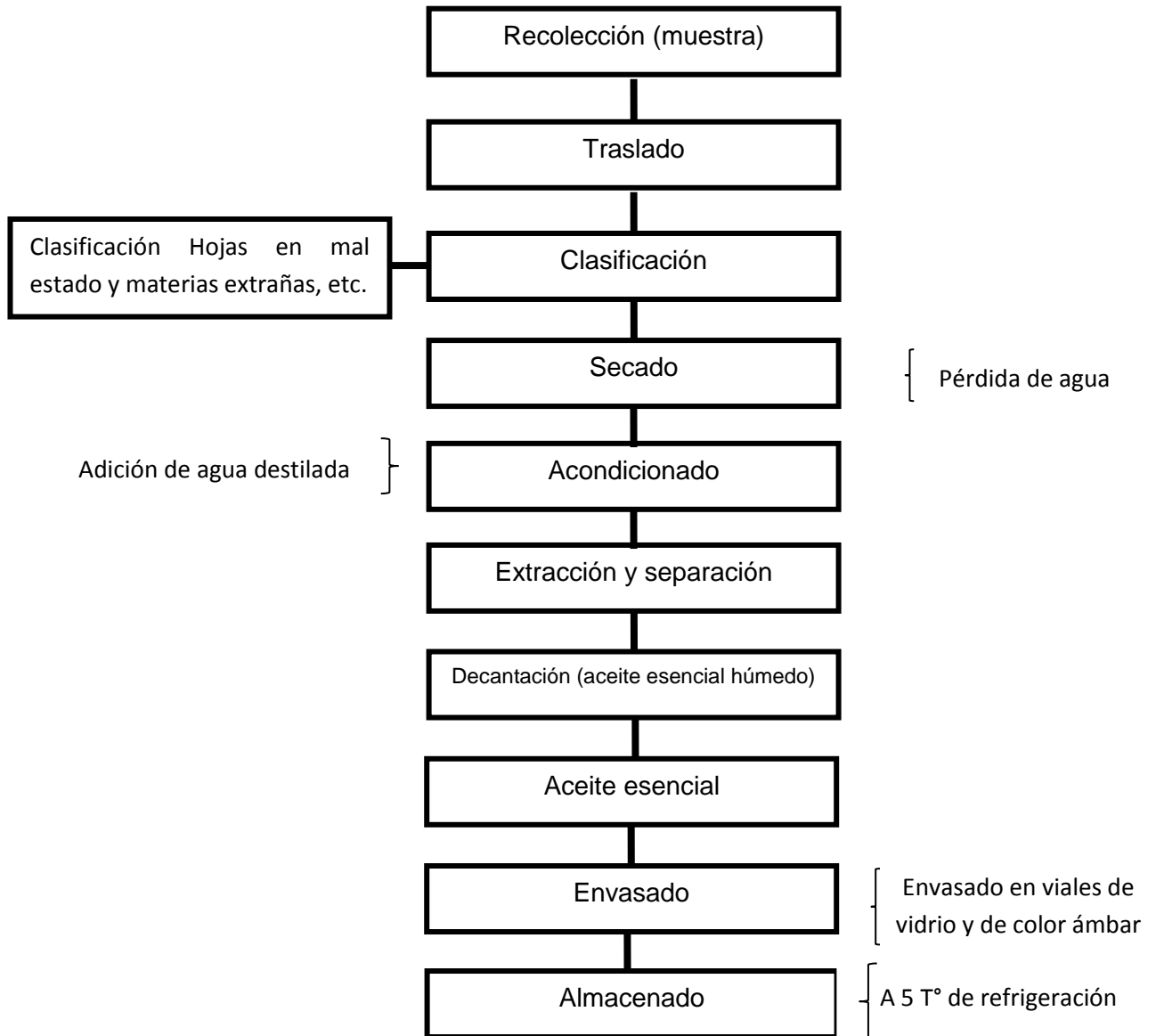


Figura 4. Flujograma para la extracción de aceites esenciales de muña

### **3.7.1.1. Descripción del proceso de extracción del aceite esencial de muña**

Para la extracción de los aceites esenciales de muña, se llevó a cabo el siguiente procedimiento:

#### **- Recolección de la muña**

La planta fueron recolectados en el distrito de Pachas (2500 msnm), departamento de Huánuco, fueron cortadas con una hoz a unos 10 cm por encima de la superficie del suelo. Luego se separaron las hojas (parte aérea).

Se recolectó las muestras representativas (calculadas tomando en cuenta la capacidad del tanque extractor y se sometió a los tratamientos previos a la extracción).

#### **- Traslado**

El traslado de la muña se realizó en sacos enmallados y empacados con papel Kraff, cada 3 kg por nivel altitudinal. Durante la recepción se realizó una inspección visual, hojas, flores y parte del tallo tierno, que presenta condiciones de extraer el aceite esencial.

#### **- Clasificación**

En esta operación se separó las materias extrañas (tejidos pardeados, hojas amarillentas insectos, entre otros) adheridas a la superficie de las hojas, flores y tallos.

#### **- Secado**

Durante esta operación, se secó el material vegetal con ventilación no asistida a temperatura ambiente y bajo sombra durante una semana.

- **Acondicionado**

En esta operación el material vegetal (muña) deshidratado se desojó y se pesó 500 gramos para su proceso extractivo, también se adicionó 1 litro de agua destilada al equipo extractor de aceite esencial.

- **Extracción**

Se pesó la muña, se tapó el tanque de extracción y se selló de forma hermética. Paralelamente se llenó el recipiente generador de vapor con agua suficiente para el transcurso de la operación (máxima permitida por la olla) y se sometió a calentamiento con ayuda de una estufa eléctrica.

Toma de datos: se inició una vez comenzó la generación de vapor (tiempo cero). Los datos recopilados fueron: temperaturas a la entrada y salida del agua de enfriamiento, en la cámara de extracción y al condensado producido; caudal de agua de enfriamiento y de condensado. Tomados cada 10 minutos hasta terminada la operación, tiempo extracción = 90 min. Este tiempo se fijó basado inicialmente en una revisión bibliográfica, y en el hecho que a tiempos mayores el volumen de aceite producido no presentaba variaciones significativas (observado durante los ensayos con la Muña), de allí que se incurrieran en costos de operación innecesarios.

Las temperaturas fueron medidas con un termómetro de mercurio de 110 °C y los flujos con la técnica del cronómetro – balde, que para este caso fue una probeta de 250 mL, debido al caudal de flujos trabajados.



- **separado**

Transcurrido el tiempo de destilación, se suspendió el calentamiento, se recogió en un decantador y luego se recogió con una jeringa de 25 mL/cc y la mezcla agua – aceite, sobrante en el condensador se envasó y se dejó reposar por un período de 24 horas para luego retirar el aceite allí contenido. Después de concluir con el tiempo de extracción se realizó la separación del agua condensada (decantación) y el aceite esencial por diferencia de densidades utilizando la probeta graduada registrando su volumen y peso del aceite esencial.

- **Envasado**

En esta operación el aceite esencial extraído de cada muestra se envasó en botellas de color ámbar de 20 mL de capacidad bajo condiciones asépticas y temperaturas adecuadas.

- **Almacenamiento**

Los aceites esenciales envasados se almacenaron en condiciones de refrigeración a temperaturas promedio de 5 – 3 °C.

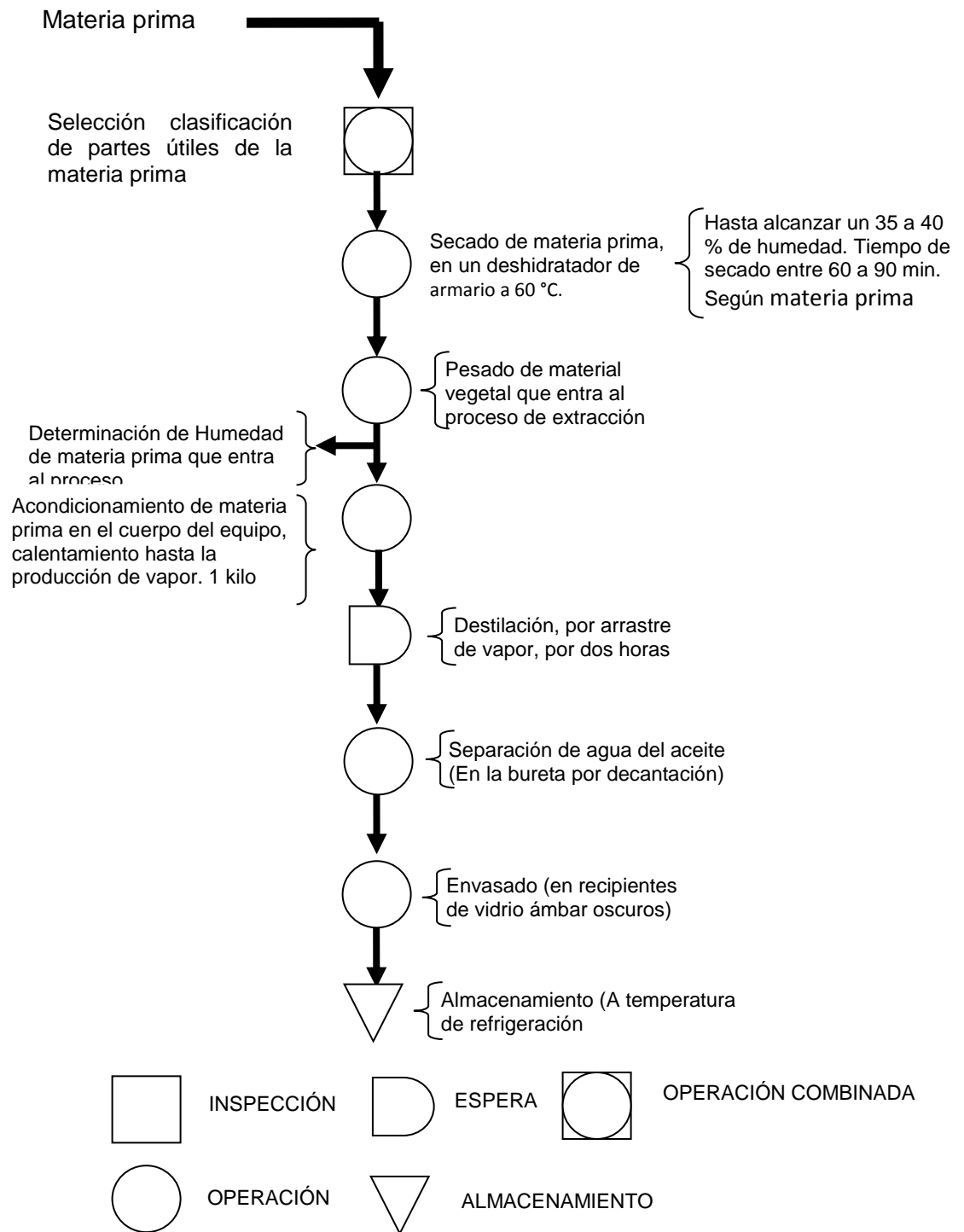


Figura 5. Diagrama de flujo de la obtención de aceite esencial

### 3.7.2. Caracterización de los principales componentes del aceite esencial de muña.

#### 3.7.2.1. Análisis instrumental por CG – SM

Para el análisis instrumental, los compuestos volátiles se identificó mediante Cromatografía de Gases acoplado a un espectrómetro de masas (CG- SM) en un equipo marca Agilent Technologies equipado en una columna capilar HP-5MS (30 m x 0,25 mm) con fenil dimetilpolisiloxano como fase estacionaria (0,25 micras de espesor de película) y helio como gas de arrastre (1ml/min). Las condiciones cromatografías fueron a temperatura de inyección de 220 °C.

Para realizar la caracterización de los principales componentes del aceite esencial de muña se efectuó los siguientes análisis:

- **Pulegona:** mediante el análisis cromatográficos, método de cromatografía de gases (AOAC 2007).
- **Mentona:** mediante el análisis cromatográficos, método de cromatografía de gases (AOAC 2007).
- **Carvacrol:** mediante el análisis cromatográficos, método de cromatografía de gases (AOAC 2007).
- **Carvona:** mediante el análisis cromatográficos, método de cromatografía de gases (AOAC 2007).
- **Mentol:** mediante el análisis cromatográficos, método de cromatografía de gases (AOAC 2007).
- **Linalol:** mediante el análisis cromatográficos, método de cromatografía de gases (AOAC 2007).
- **Timol:** mediante el análisis cromatográficos, método de cromatografía de gases (AOAC 2007).

### 3.7.3. Elaboración del queso fresco

Se elaboró el queso fresco, siguiendo el presente flujograma:

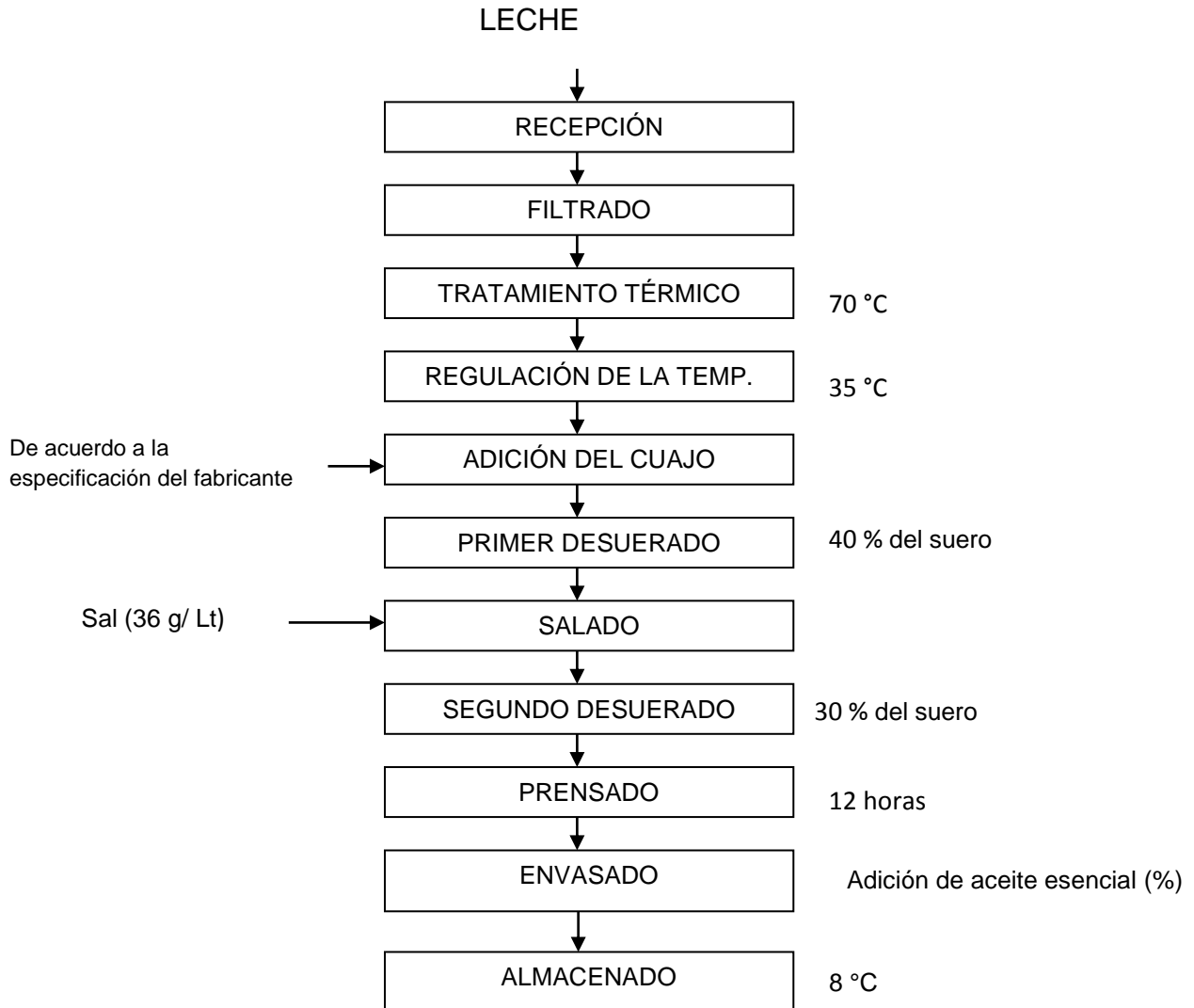


Figura 6: Flujograma de elaboración de queso Fresco

**Recepción**

La leche fue recepcionada con los estándares de calidad aceptables. Provieniendo de establos que garanticen un ordeño sano, limpio y libre de contaminación.

**Filtración**

La leche se filtró utilizando un paño de tocuyo limpio y desinfectado, con el fin de eliminar partículas extrañas procedentes del ordeño.

**Tratamiento térmico**

La leche fue pasteurizada a 70 °C para destruir gérmenes patógenos (se observará la formación de espuma).

**Regulación de la temperatura**

La leche se enfrió hasta 35 °C que es la temperatura en la que actúan óptimamente el cuajo.

**Adición del cuajo**

Se utilizó el cuajo comercial, la cantidad a emplearse se determinó según las indicaciones del fabricante. El cuajo se disolvió en agua hervida a 37 °C con sal en una proporción de 1 gramo de sal en 100 mL de agua. Luego se dejó en reposo de 40 a 60 minutos. Hasta que coagule la caseína de la leche.

**Cortado de la cuajada y primer desuerado**

Antes del cortado de la cuajada se realizó la verificación de la misma y luego se separó el 40 % del suero.

**Salado**

Se adicionó 36 gramos de sal por cada litro de suero que queda en el recipiente después del primer desuerado. Se homogenizó y se dejó en reposo durante 5 minutos.

**Prensado**

El prensado se realizó colocando sobre los moldes un material pesado (10 veces del peso del queso), por un espacio de tiempo de 12 horas.

**Envasado**

Una vez prensado, el queso se envasó en bolsa de polietileno de alta densidad en proporciones de 200 gramos y adición de aceite esencial al 0,0 %; 0,2 %; 0,4 %; 0,6 %; 0,8 %; 1,0 %.

**Almacenado**

El producto empaquetado es almacenó a temperatura de 8 °C.

**3.7.4. Evaluación del efecto del aceite esencial de la muña en la vida útil del queso fresco.**

Para evaluar el efecto del aceite esencial de la muña en la vida útil del queso fresco, se realizó la evaluación sensorial y fisicoquímico del queso fresco de acuerdo con el siguiente cuadro.

Cuadro 9. Evaluación del tiempo de vida útil del queso fresco.

Tratamiento	Descripción	Evaluación	
		Sensorial	Fisicoquímico
T <sub>0</sub>	0,0 % de aceite esencial de muña	Al inicio y cada 5 días (sabor, color y aroma)	Cada 5 días (pH y acidez titulable)
T <sub>1</sub>	0,2 % de aceite esencial de muña	Al inicio y cada 5 días (sabor, color y aroma)	Cada 5 días (pH y acidez titulable)
T <sub>2</sub>	0,4 % de aceite esencial de muña	Al inicio y cada 5 días (sabor, color y aroma)	Cada 5 días (pH y acidez titulable)
T <sub>3</sub>	0,6 % de aceite esencial de muña	Al inicio y cada 5 días (sabor, color y aroma)	Cada 5 días (pH y acidez titulable)
T <sub>4</sub>	0,8 % de aceite esencial de muña	Al inicio y cada 5 días (sabor, color y aroma)	Cada 5 días (pH y acidez titulable)
T <sub>5</sub>	1,0 % de aceite esencial de muña	Al inicio y cada 5 días (sabor, color y aroma)	Cada 5 días (pH y acidez titulable)

- a. Evaluación sensorial.-** en esta etapa se realizó la evaluación de sus características organolépticas del queso fresco con 15 panelistas semi entrenados calificándose los atributos de sabor, color y apariencia general del queso fresco.

Cuadro 10. Escala hedónica para la calificación de los atributos del queso fresco.

<b>Valor</b>	<b>Sabor</b>	<b>Aroma</b>	<b>Color</b>
7	Excelentemente agradable	Excelentemente agradable	Excelente
6	Muy agradable	Muy agradable	Muy bueno
5	Agradable	Agradable	Bueno
4	Indiferente	Indiferente	Regular
3	Desagradable	Desagradable	Malo
2	Muy desagradable	Muy desagradable	Muy malo
1	Pésimamente desagradable	Pésimamente desagradable	Pésimo

Fuente: Anzaldúa y Morales (2004).



## IV. RESULTADOS

### 4.1. DE LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA.

#### 4.1.1. Extracción del aceite esencial de muña

La extracción del aceite esencial de muña se realizó mediante destilación por arrastre con vapor.

Cuadro 11. Características físicas del aceite esencial.

Características físicas	Resultado
Características organolépticas	
- Sabor	Ardiente
- Olor	Aromático
- Color	Amarillento verdoso
- Estado físico	Líquido
- Aspecto	Líquido
Índice de refracción	1,499-1,540
PH	5,08
Densidad	0,9285 gr/mL

En el cuadro 11 se observa el aceite esencial obtenido resulto ser inicialmente un líquido transparente y a lo largo de la destilación fue adquiriendo una tonalidad ligeramente amarillenta verdosa.

La densidad del aceite esencial de muña 26 °C es 0.9285 g/mL depende de variedad y origen.

#### 4.1.2. Porcentaje de rendimiento

El porcentaje de rendimiento reportado en el Cuadro 12, resulta del promedio de 5 réplicas de los aceites esenciales obtenidas, calculados de acuerdo con la siguiente ecuación.

Figura 5. Rendimiento del proceso de extracción.

$$n = \frac{(V \text{ aceite} \times \rho \text{ aceite}) \times 100}{\text{Peso muestra}}$$

Cuadro 12. Rendimiento por proceso en la extracción de aceite esencial de las hojas de muña.

Operación	Inicio (g)	Ingreso (g)	Salida (g)	Continua	% Rendimiento	
					Operación	Proceso
Recepción	27000,000	---	---	27000,000	100,000	100,000
Selección	27000,000	---	544,1538	26455,846	97,985	97,985
Secado	26455,846	---	22634,446	3821,400	14,444	14,153
Molido	3821,400	---	5,000	3816,400	99,869	14,135
Extracción	3816,400	---	3556,400	260,000	6,813	0,963
Separación	260,000	---	220,400	39,600	15,231	0,147
Envasado	39,600	---	---	39,600	100,000	0,147
Almacenado	39,600	---	---	39,600	100,000	0,147

En el cuadro 12 se observa que el rendimiento por proceso en la extracción de aceite esencial de las hojas de muña, teniendo como resultado de 0.147 %.

#### 4.2. DE LA DETERMINACIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA POR CROMATOGRFÍA DE GASES.

Se identificaron 39 compuestos que comprenden el 100% de la composición total del aceite esencial.

Cuadro 13. Componentes presentes del aceites esenciales de muña.

Número	Nombre del compuesto (NIST08.L)	% en la muestra (áreas relativas)	t <sub>R</sub> (min)
1	Ciclohexano	0,15	7,98
2	1R- $\alpha$ -Pineno	0,23	18,28
3	$\beta$ -Terpineno	0,09	19,88
4	(-)- $\beta$ -Pineno	0,29	20,15
5	3-Octanol	0,71	20,67
6	D-Limoneno	0,79	22,121
7	$\beta$ -Linalool	1,98	24,607
8	dihidro-2,2,6-trimetil-6-vinil-2H-Piran-3(4H)-ona	0,17	24,901
9	Mentona	22,82	26,87
10	<i>p</i> -Mentan-3-ona	0,59	27,17
11	<i>trans</i> -Isopulegona	1,1	27,52
12	$\alpha$ -Terpineol	0,15	28,16

13	1,6,6-Trimetil-8-oxabicyclo[3.2.1]octan-2-ona	0,11	29,34
14	Pulegona	62,95	29,71
15	óxido de Piperitona	0,59	30,09
16	Piperitona	0,34	30,16
17	óxido de <i>cis</i> -Pulegona	0,16	30,36
18	1-Ciclohexanona, 2-metil-2-(3-metil-2-oxobutil)	0,24	31,16
19	3,5,6-trimetil-Piridina-2,4-diol,	0,09	31,63
20	Ácido ester acetoacetico 3(10)-Caren-4-ol,	0,05	32,53
21	Verbenona	0,58	32,85
22	Eugenol	0,07	33,08
23	Menta furanona	0,07	33,14
24	<i>cis,trans</i> -1,6-Dimetilspiro[4.5]decano	0,13	33,18
25	2-hidroxi-3-(3-metil-2-butenil)-3-Ciclopenten-1-ona	0,64	33,44
26	Copaeno	0,43	34,05
27	$\gamma$ -Gurjuneno	0,19	34,35
28	Cariofileno	1,54	35,48
29	9 $\beta$ -Metil-2-decalono	0,06	35,98

30	$\alpha$ -Humuleno	0,19	36,52
31	Germacreno D	0,26	37,19
32	Elixeno	0,08	37,61
33	Cadineno	0,37	38,04
34	Espatuleno	0,18	39,86
35	óxido de Cariofileno	0,47	40,08
36	Guaiol	0,31	40,23
37	<i>cis</i> - $\alpha$ -Copaeno-8-ol	0.07	41,23
38	$\alpha$ -Bisabolol	0.44	42,36

En el cuadro 13 se observa los componentes mayoritarios del aceite esencial de muña: pulegona, mentona,  $\beta$ -Linalool, D-Limoneno

#### 4.2.1. Cromatograma gc-ms del aceite esencial muña (*minthostachys mollis* var. *mollis*)

Perfil cromatográfico típico del aceite esencial de *minthostachys mollis* var. *Mollis* obtenido por Agilent 7890, GC System, MS: Agilent 5975C. Columna Capilar. DB-5MS (60m).

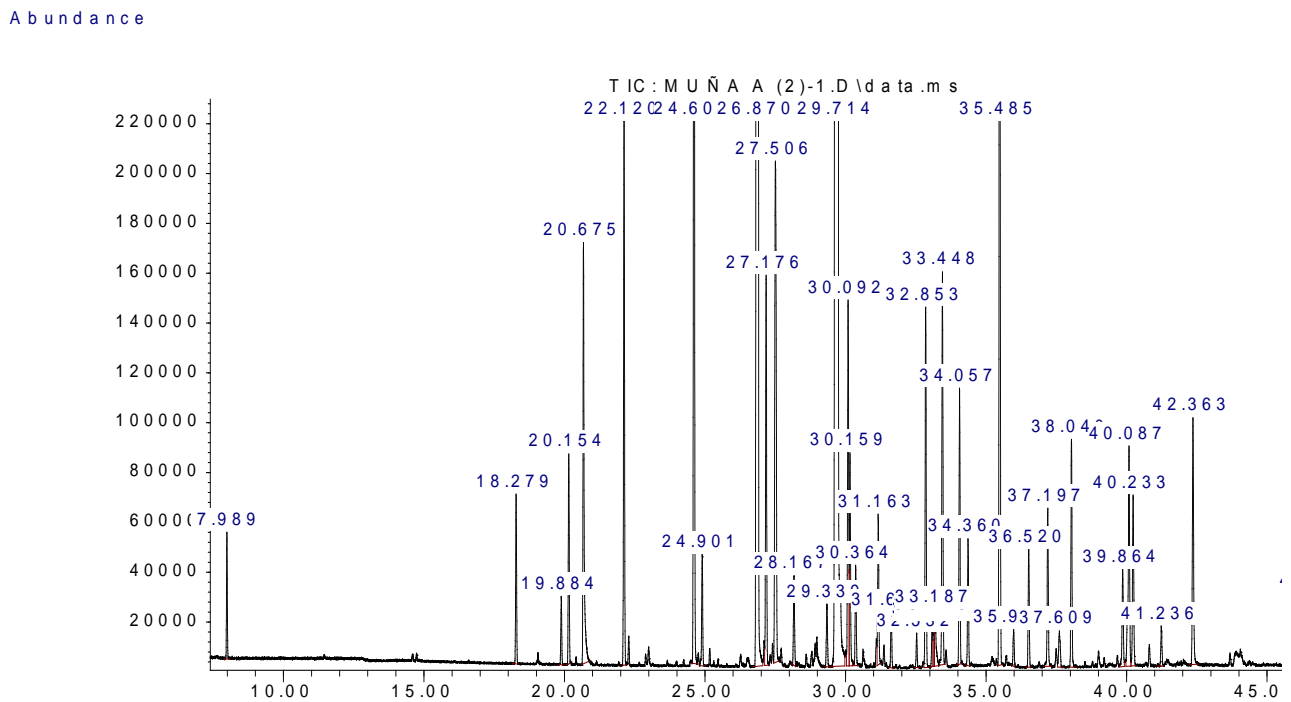


Figura 7. Perfil cromatográfico típico del aceite esencial de muña

#### 4.3. DE LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ACEITE ESENCIAL DE LA MUÑA EN LA VIDA ÚTIL DEL QUESO FRESCO.

Cuadro 14. Cuadro de variación del pH en el tiempo (días)

Tratamientos	día 0	día 5	día 10	día 15	día 20	día 25	día 30
T <sub>0</sub>	5.89	5.63	5.16	-	-	-	-
T <sub>1</sub>	6.15	6.09	6.04	5.18	-	-	-
T <sub>2</sub>	6.16	6.10	6.02	5.53	4.94	-	-
T <sub>3</sub>	6.10	6.02	5.94	5.34	5.27	5.08	-
T <sub>4</sub>	6.19	6.08	5.89	5.55	5.34	5.12	-
T <sub>5</sub>	6.18	6.10	5.98	5.59	5.34	5.28	5.10

En el cuadros 14, se observa que los tratamientos con mayor adición de aceite esencial, T<sub>3</sub> (0,4 % de aceite esencial de muña), T<sub>4</sub> (0,8 % de aceite esencial de muña) y T<sub>5</sub> (1,0 % de aceite esencial de muña), presentan menor pH a los 30 días respectivamente.

Cuadro 15. Cuadro de variación de la acidez en el tiempo (días)

Tratamientos	día 0	día 5	día 10	día 15	día 20	día 25	día 30
T <sub>0</sub>	0,0252	0,0992	0,1908	-	-	-	-
T <sub>1</sub>	0,0216	0,0227	0,0252	0,2052	-	-	-
T <sub>2</sub>	0,0252	0,0264	0,0288	0,0838	0,2842	-	-
T <sub>3</sub>	0,0212	0,0244	0,0288	0,0720	0,1010	0,2700	-
T <sub>4</sub>	0,0213	0,0288	0,0342	0,0648	0,1010	0,2304	-
T <sub>5</sub>	0,0212	0,0217	0,0300	0,0562	0,1010	0,1320	0,2608

En el cuadros 15, se observa que los tratamientos con mayor adición de aceite esencial, T<sub>3</sub> (0,4 % de aceite esencial de muña), T<sub>4</sub> (0,8 % de aceite esencial de muña) y T<sub>5</sub> (1,0 % de aceite esencial de muña), presentan mayor vida útil de 25 y 30 días respectivamente.

Cuadro 16. Cuadro de variación de promedios del atributo sabor en el tiempo (días)

Tratamientos	día 0	día 5	día 10	día 15	día 20	día 25	día 30
T <sub>0</sub>	6.00ab	5.33b	2.87c	-	-	-	-
T <sub>1</sub>	6.47 ab	6.13a	5.20b	3.27c	-	-	-
T <sub>2</sub>	6.73a	6.33a	5.67a	4.60bc	3.13c	-	-
T <sub>3</sub>	6.73a	6.40a	5.60ab	5.00b	4.87a	3.20b	-
T <sub>4</sub>	6.73a	6.53a	5.73a	5.47a	4.47b	3.20b	-
T <sub>5</sub>	6.47ab	6.40a	5.60ab	5.40a	4.47b	4.40a	3.27a

Cuadro 17. Cuadro de variación de promedios del atributo aroma en el tiempo (días)

Tratamientos	día 0	día 5	día 10	día 15	día 20	día 25	día 30
T <sub>0</sub>	6.20 a	5.47 c	3.00 c	-	-	-	-
T <sub>1</sub>	6.47 a	5.93 b	5.00 b	2.93 d	-	-	-
T <sub>2</sub>	6.53 a	6.40 ab	5.60 a	4.53 c	2.87 c	-	-
T <sub>3</sub>	6.60 a	6.47 a	5.53 a	5.13 b	4.67 a	2.87 b	-
T <sub>4</sub>	6.60 a	6.60 a	5.53 a	5.40 a	4.33 b	3.00 a	-
T <sub>5</sub>	6.40 a	6.33 ab	5.47 ab	5.27 ab	4.33 b	4.27 a	2.93 a



Cuadro 18. Cuadro de variación de promedios del atributo color en el tiempo (días)

<b>Tratamientos</b>	día 0	día 5	día 10	día 15	día 20	día 25	día 30
T <sub>0</sub>	6.07 b	5.33 c	2.80 c	-	-	-	-
T <sub>1</sub>	6.27 b	5.80 b	4.87 b	2.73 d	-	-	-
T <sub>2</sub>	6.67 a	6.47 a	5.73 a	4.67 c	2.67 c	-	-
T <sub>3</sub>	6.73 a	6.53 a	5.67 a	5.07 b	4.53 a	2.73 b	-
T <sub>4</sub>	6.73 a	6.67 a	5.73 a	5.40 a	4.20 b	2.93 b	-
T <sub>5</sub>	6.47 ab	6.40 a	5.47 a	5.20 ab	4.27 b	4.20 a	2.80 a

En los cuadros 16, 17 y 18, se observa que los tratamientos con mayor adición de aceite esencial, T<sub>3</sub> (0,4 % de aceite esencial de muña), T<sub>4</sub> (0,8 % de aceite esencial de muña) y T<sub>5</sub> (1,0 % de aceite esencial de muña), presentan mayor tiempo de vida útil, de 20, 25 y 30 días respectivamente. Siendo el T<sub>5</sub> quien destaca de los demás tratamientos en estudio

Cuadro 19. Tiempo de vida útil de los tratamientos en estudio

TRATAMIENTO	ESPECIFICACIÓN	TIEMPO DE VIDA ÚTIL (DÍAS)
T <sub>0</sub>	0,0 % de aceite esencial de muña	5
T <sub>1</sub>	0,2 % de aceite esencial de muña	10
T <sub>2</sub>	0,4 % de aceite esencial de muña	15
T <sub>3</sub>	0,6 % de aceite esencial de muña	20
T <sub>4</sub>	0,8 % de aceite esencial de muña	25
T <sub>5</sub>	1,0% de aceite esencial de muña	30

#### 4.4. ANÁLISIS SENSORIAL DEL QUESO FRESCO

El análisis sensorial del queso fresco se realizó a través de los sentidos evaluándose color, aroma y sabor a temperaturas de ambiente y a 0, 5, 10, 15, 20, 25 y 30 días de almacenamiento. Aplicándose la escala de hedónica.

Cuadro 20. Evaluación organoléptica del atributo SABOR según tratamiento, de los quesos frescos a los 0 días de almacenamiento en refrigeración.

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T2	6.73	a			
T3	6.73	a			
T4	6.73	a			
T1	6.47	a	b		
T5	6.47	a	b		
T0	6.00		b		

#### Estadísticos de prueba

N	15
Chi-cuadrado	14,517
gl	5
Sig. asintótica	,013

a. Prueba de Friedman

Cuadro 21. Evaluación organoléptica del atributo SABOR según tratamiento, de los quesos frescos a los 5 días de almacenamiento en refrigeración.

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T4	6.53	a			
T3	6.40	a			
T5	6.40	a			
T2	6.33	a			
T1	6.13	a			
T0	5.33		b		

#### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

N	15
Chi-cuadrado	22,347
gl	5
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Cuadro 22. Evaluación organoléptica del atributo SABOR según tratamiento, de los quesos frescos a los 10 días de almacenamiento en refrigeración.

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T4	5.73	a			
T2	5.67	a			
T3	5.60	a	b		
T5	5.60	a	b		
T1	5.20		b		
T0	2.87			c	

#### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

N	15
Chi-cuadrado	41,562
gl	5
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Cuadro 23. Evaluación organoléptica del atributo SABOR según tratamiento, de los quesos frescos a los 15 días de almacenamiento en refrigeración

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T4	5.47	a			
T5	5.40	a			
T3	5.00		b		
T2	4.60		b	c	
T1	3.27			c	

#### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

N	15
Chi-cuadrado	41,832
gl	4
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Cuadro 24. Evaluación organoléptica del atributo SABOR según tratamiento, de los quesos frescos a los 20 días de almacenamiento en refrigeración.

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T3	4.8667	a			
T4	4.4667		b		
T5	4.4667		b		
T2	3.1333			c	

#### Estadísticos de prueba<sup>a</sup>

N	15
Chi-cuadrado	26,644
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Cuadro 25. Evaluación organoléptica del atributo SABOR según tratamiento, de los quesos frescos a los 25 días de almacenamiento en refrigeración

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T5	4.4	a			
T3	3.2		b		
T4	3.2		b		

#### Estadísticos de prueba

N	15
Chi-cuadrado	15,489
gl	2
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

En el cuadro 25, con respecto al atributo SABOR, se observa que los tratamientos: T<sub>5</sub> (1.0 % de aceite esencial de muña), T<sub>3</sub> (0.6 % de aceite esencial de muña) y T<sub>4</sub> (0,8 % de aceite esencial de muña) con valores cuantitativos de 4.4, 3.2, 3.2 respectivamente (entre aceptable y bueno), son diferentes y mayor estadísticamente que los demás tratamientos en estudio según la evaluación no paramétrica de Friedman.

Cuadro 26. Evaluación organoléptica del atributo SABOR según tratamiento, de los quesos frescos a los 30 días de almacenamiento en refrigeración

TRATAMIENTO	Medias	Significancia
T <sub>5</sub>	3.27	a

En el cuadro 26, con respecto al atributo SABOR, se observa que los tratamientos: T<sub>5</sub> (1.0 % de aceite esencial de muña), con valores cuantitativos de 3.27 respectivamente (entre aceptable), es diferente y mayor estadísticamente que los demás tratamientos en estudio.

Cuadro 27. Valores promedios de la evaluación del atributo SABOR de los tratamientos en estudio.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	SIGNIFICANCIA		
T <sub>2</sub>	3.33	a		
T <sub>0</sub>	3.27	a	b	
T <sub>1</sub>	3.20	a	b	
T <sub>4</sub>	2.93		b	c
T <sub>5</sub>	2.53			c
T <sub>3</sub>	2.07			c

En el cuadro 27, con respecto al atributo SABOR, se observa que los tratamientos: T<sub>2</sub> (0,4 % de aceite esencial de muña), T<sub>0</sub> (0.0 % de aceite esencial de muña) y T<sub>1</sub> (0,2 % de aceite esencial de muña) con valores cuantitativos de 3.33, 3.27 y 3.20, respectivamente (entre aceptable y bueno), son diferentes y mayor estadísticamente que los demás tratamientos en estudio según la evaluación no paramétrica de Friedman.

Cuadro 28. Evaluación organoléptica del atributo AROMA según tratamiento, de los quesos frescos a los 0 días de almacenamiento en refrigeración

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T3	6.60	a			
T4	6.60	a			
T3	6.53	a			
T1	6.47	a			
T5	6.40	a			
T0	6.20	a			

#### Estadísticos de prueba

N	15
Chi-cuadrado	14,607
gl	5
Sig. asintótica	,013

a. Prueba de Friedman

Cuadro 29. Evaluación organoléptica del atributo AROMA según tratamiento, de los quesos frescos a los 5 días de almacenamiento en refrigeración

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T4	6.60	a			
T3	6.47	a			
T2	6.40	a	b		
T5	6.33	a	b		
T1	5.93		b		
T0	5.47			c	

#### Estadísticos de prueba

N	15
Chi-cuadrado	22,447
gl	5
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Cuadro 30. Evaluación organoléptica del atributo AROMA según tratamiento, de los quesos frescos a los 10 días de almacenamiento en refrigeración.

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T2	5.60	a			
T3	5.53	a			
T4	5.53	a			
T5	5.47	a	b		
T1	5.00		b		
T0	3.00			c	

#### Estadísticos de prueba

N	15
Chi-cuadrado	41,452
gl	5
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Cuadro 31. Evaluación organoléptica del atributo AROMA según tratamiento, de los quesos frescos a los 15 días de almacenamiento en refrigeración.

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T4	5.40	a			
T5	5.27	a	b		
T3	5.13		b		
T2	4.53			c	
T1	2.93				d

#### Estadísticos de prueba

N	15
Chi-cuadrado	41,652
gl	4
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Cuadro 32. Evaluación organoléptica del atributo AROMA según tratamiento, de los quesos frescos a los 20 días de almacenamiento en refrigeración.

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T3	4.67	a			
T4	4.33		b		
T5	4.33		b		
T2	2.87			c	

#### Estadísticos de prueba

N	15
Chi-cuadrado	26,574
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman



Cuadro 33. Evaluación organoléptica del atributo AROMA según tratamiento, de los quesos frescos a los 25 días de almacenamiento en refrigeración.

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T5	4.27	a			
T4	3.00	a			
T3	2.87		b		

#### Estadísticos de prueba

N	15
Chi-cuadrado	15,464
gl	2
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

En el cuadro 33, con respecto al atributo AROMA, se observa que los tratamientos: T<sub>5</sub> (1.0 % de aceite esencial de muña), T<sub>4</sub> (0.8 % de aceite esencial de muña) y T<sub>3</sub> (0,6 % de aceite esencial de muña) con valores cuantitativos de 4.27, 3.00, 2.87, respectivamente (entre aceptable y bueno), son diferentes y mayor estadísticamente que los demás tratamientos en estudio según la evaluación no paramétrica de Friedman.

Cuadro 34. Evaluación organoléptica del atributo AROMA según tratamiento, de los quesos frescos a los 30 días de almacenamiento en refrigeración

TRATAMIENTO	Medias	Significancia
T <sub>5</sub>	2.93	a

En el cuadro 34, con respecto al atributo AROMA, se observa que los tratamientos: T<sub>5</sub> (1.0 % de aceite esencial de muña), con valores cuantitativos de 2.93 respectivamente (desagradable), es diferente y mayor estadísticamente que los demás tratamientos en estudio.

Cuadro 35. Valores promedios de la evaluación del atributo AROMA de los tratamientos en estudio.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	SIGNIFICANCIA	
T <sub>3</sub>	3.73	a	
T <sub>1</sub>	3.67	a	b
T <sub>4</sub>	3.53	a	b
T <sub>0</sub>	3.47		b
T <sub>2</sub>	3.47		b
T <sub>5</sub>	3.40		b

En el cuadro 35, con respecto al atributo AROMA, se observa que los tratamientos: T<sub>3</sub> (0,6 % de aceite esencial de muña), T<sub>1</sub> (0,2 % de aceite esencial de muña) y T<sub>4</sub> (0,8 % de aceite esencial de muña) con valores cuantitativos de 3.73, 3.67 y 3.53, respectivamente (entre aceptable y bueno), son diferentes y mayor estadísticamente que los demás tratamientos en estudio según la evaluación no paramétrica de Friedman.

Cuadro 36. Evaluación organoléptica del atributo COLOR según tratamiento, de los quesos frescos a los 0 días de almacenamiento en refrigeración.

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T3	6.73	a			
T4	6.73	a			
T2	6.67	a			
T5	6.47	a	b		
T1	6.27		b		
T0	6.07		b		

#### Estadísticos de prueba

N	15
Chi-cuadrado	14,447
gl	5
Sig. asintótica	,013

a. Prueba de Friedman

Cuadro 37. Evaluación organoléptica del atributo COLOR según tratamiento, de los quesos frescos a los 5 días de almacenamiento en refrigeración.

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T4	6.67	a			
T3	6.53	a			
T2	6.47	a			
T5	6.40	a			
T1	5.80		b		
T0	5.33			c	

#### Estadísticos de prueba

N	15
Chi-cuadrado	22,567
gl	5
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Cuadro 38. Evaluación organoléptica del atributo COLOR según tratamiento, de los quesos frescos a los 10 días de almacenamiento en refrigeración.

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T2	5.73	a			
T4	5.73	a			
T3	5.67	a			
T5	5.47	a			
T1	4.87		b		
T0	2.80			c	

#### Estadísticos de prueba

N	15
Chi-cuadrado	41,562
gl	5
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Cuadro 39. Evaluación organoléptica del atributo COLOR según tratamiento, de los quesos frescos a los 15 días de almacenamiento en refrigeración.

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T4	5.40	a			
T5	5.20	a	b		
T3	5.07		b		
T2	4.67			c	
T1	2.73				d

#### Estadísticos de prueba

N	15
Chi-cuadrado	41,562
gl	4
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Cuadro 40. Evaluación organoléptica del atributo COLOR según tratamiento, de los quesos frescos a los 20 días de almacenamiento en refrigeración.

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
T3	4.53	a			
T5	4.27		b		
T4	4.20		b		
T2	2.67			c	

#### Estadísticos de prueba

N	15
Chi-cuadrado	26,444
gl	3
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

Cuadro 41. Evaluación organoléptica del atributo COLOR según tratamiento, de los quesos frescos a los 25 días de almacenamiento en refrigeración.

TRATAMIENTOS	Medias	Significancia			
		a	b	c	d
T5	4.20	a			
T4	2.93		b		
T3	2.73		b		

#### Estadísticos de prueba

N	15
Chi-cuadrado	15,584
gl	2
Sig. asintótica	,000

a. Prueba de Friedman

En el cuadro 41, con respecto al atributo COLOR, se observa que los tratamientos: T<sub>5</sub> (1.0 % de aceite esencial de muña), T<sub>4</sub> (0.8 % de aceite esencial de muña) y T<sub>3</sub> (0,6 % de aceite esencial de muña) con valores cuantitativos de 4.20, 2.93, 2.73 respectivamente (entre aceptable y bueno), son diferentes y mayor estadísticamente que los demás tratamientos en estudio según la evaluación no paramétrica de Friedman.

Cuadro 42. Evaluación organoléptica del atributo COLOR según tratamiento, de los quesos frescos a los 30 días de almacenamiento en refrigeración

TRATAMIENTO	Medias	Significancia
T <sub>5</sub>	2.8	a

En el cuadro 42, con respecto al atributo COLOR, se observa que los tratamientos: T<sub>5</sub> (1.0 % de aceite esencial de muña), con valores cuantitativos de 3.27 respectivamente (malo), es diferente y mayor estadísticamente que los demás tratamientos en estudio.

Cuadro 43. Valores promedios de la evaluación del atributo COLOR de los tratamientos en estudio.

TRATAMIENTOS	MEDIAS	SIGNIFICANCIA	
T <sub>0</sub>	3.60	a	
T <sub>1</sub>	3.40	a	b
T <sub>5</sub>	3.40	a	b
T <sub>2</sub>	3.33	a	b
T <sub>3</sub>	3.13		b
T <sub>4</sub>	3.13		b

En el cuadro 24, con respecto al atributo COLOR, se observa que los tratamientos: T<sub>0</sub> (0% de aceite esencial de muña), T<sub>1</sub> (0,2 % de aceite esencial de muña), T<sub>5</sub> (1,0% de aceite esencial de muña) y T<sub>2</sub> (0,4 % de aceite esencial de muña) con valores cuantitativos de 3.60, 3.40, 3.40 y 3.33, respectivamente (entre aceptable y bueno), son diferentes y mayor estadísticamente que los demás tratamientos en estudio según la evaluación no paramétrica de Friedman.

Por lo tanto, el tratamiento T<sub>1</sub> (0,2 % de aceite esencial de muña) es el mejor tratamiento debido a que sobre sale en los tres atributos (sabor, aroma y color), comparados con el tratamiento testigo.

## V. DISCUSIÓN

### 5.1. DE LA DETERMINACIÓN DEL RENDIMIENTO EN LA EXTRACCIÓN DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA.

El rendimiento en la extracción de aceite esencial de muña fue de 0.147%.

Cano (2007) afirma que rendimientos para aceites esenciales, tales como muña es de 0,19%.

Pudiendo asociar esta variación a lo mencionado por (Blanco y Agudelo 2007).

La variación en el rendimiento de aceites esenciales es influenciada por factores tales como el origen, especie y órgano de la planta, condiciones climáticas y de crecimiento (temperatura, fertilizantes, tierra de cultivo), así como el método de extracción y la forma de almacenamiento del aceite.

### 5.2. DE LA DETERMINACIÓN LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA POR CROMATOGRFÍA DE GASES.

Se identificó mediante cromatografía de gases los principales componentes de los aceites esenciales corroborando lo mencionado por azaña (2010) y cano (2007):

Azaña (2010) considera que los aceites esenciales son químicamente una mezcla compleja y muy variables de hidrocarburos alicíclicos, denominados terpenos y sus derivados oxigenados llamados alcanfores. La composición de los aceites esenciales es diversa. Están principalmente constituidos por hidrocarburos de

formula  $C_{10}H_{16}$ . En la actualidad se refieren a un gran número de hidrocarburos que aparecen en la naturaleza con formula  $(C_5H_8)_n$ , sus derivados y compuestos aromáticos.

Los terpenos por su composición, pueden derivar de la condensación de dos moléculas de Isopreno  $C_5H_8$ . En los mismos aceites esenciales, y en otros productos naturales, aparecen compuestos derivados, análogamente, del Isopreno, de modo que la calificación de terpeno se extiende a todos aquellos, dividiéndolos en hemiterpenos  $C_5H_8$ , terpenos propiamente dichos, sesquiterpenos  $C_{15}H_{24}$ , diterpenos  $C_{20}H_{32}$  y politerpenos  $(C_5H_8)_n$ , siendo n un número elevado.

Los productos derivados de los terpenos que tienen oxígeno reciben el nombre de alcanfores, como ejemplo: en los hidrocarburos terpénicos figuran los limonenos, el mirceno, el pineno. Entre los alcoholes terpénicos más importantes, el geraniol (de las esencias de las rosas), citronelo, etc.

Cano (2007) menciona con respecto a la composición química del aceite esencial de “muña”, existen pocos trabajos de investigación por lo que se tiene poca información; el aceite esencial de “muña”, al igual que otros aceites esenciales, presenta una estructura aldehídica, cetónica, alcohólica (mentol y mentona), ésteres, éteres y terpenos en mayor porcentaje.

Cabe mencionar también que el porcentaje de pulegona que obtuvimos fue de 62.95 por ciento acercándose a los valores mencionados por:

Rojas y Usubillaga (1995) analizaron el aceite esencial de *Minthostachys mollis* de Venezuela, señalan que pulgona es el principal componente con 79.32% y 75.2% cosechados a 3600 y 1600



msnm, respectivamente, seguido por menthone con 3.98% y 10.38% respectivamente.

### **5.3. DE LA EVALUACIÓN DEL EFECTO DEL ACEITE ESENCIAL DE LA MUÑA EN LA VIDA ÚTIL DEL QUESO FRESCO.**

La actividad del aceite esencial de muña es fundamental por su componentes: polígona, mentona, timol, etc. Que tienen una actividad antimicrobiana tanto frente a los gérmenes gram positivos como gram negativos. Este estudio confirma que el aceite esencial de muña como varias hiervas y especies posee actividad antimicrobiana “in vitro”. El aceite esencial tiene el potencial de extender la vida útil o mejorar la seguridad de alimentos.

#### **Sensorial**

Se observa que el Tratamiento T<sub>1</sub> (0,2% de aceite esencial de muña) es el ganador en la evaluación sensorial, debido a que destaca entre los mejores en los atributos de sabor, aroma y color.

#### **Físico químico**

Los tratamientos tuvieron una prolongación de la vida útil, hasta de 30 días, identificando como principal factor al aceite esencial de muña, debido a la composición que presenta; corroborando lo mencionado.

Un antimicrobiano es un agente que interrumpe una función microbiana presentando a la vez una toxicidad selectiva. (Güiza y Rincón 2007).

Por lo tanto, cabe mencionar y dar como ganador al tratamiento T<sub>1</sub> (0,2% de aceite esencial de muña), por prolongar la vida útil a 15 días con aceptabilidad en todos los tributos evaluados.

## VI. CONCLUSIONES

De acuerdo a los objetivos planteados en la investigación se concluye lo siguiente:

- El rendimiento obtenido en la extracción de aceite esencial de muña mediante el arrastre de vapor fue 0.147%.
- En la caracterización de los principales componentes del aceite esencial de muña por cromatografía de gases son: poligona, mentona,  $\beta$ -Linalool, *trans*-Isopulegona, cariofileno, etc.
- El efecto en la vida útil del aceite esencial es positivo, pudiendo prolongar incluso hasta más de 30 días en concentraciones mayores, sin embargo, no habría aceptabilidad del producto con esas cantidades, por lo que la cantidad de aceite esencial para tener una prolongación de vida útil y aceptabilidad es de 0,2% de aceite esencial de muña.
- El tratamiento T<sub>1</sub> (0,2% de aceite esencial de muña) es el mejor tratamiento debido a que sobresale en los tres atributos (sabor, aroma y color), comparados con el tratamiento testigo y a la vez prolonga la vida útil del queso fresco en un tiempo de 50% más comparados al tratamiento testigo.

## VII. RECOMENDACIONES

Concluida la investigación, se recomienda lo siguiente.

- A las empresas procesadoras de quesos, utilizar el aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) en concentración 0,2%, para prolongar la vida útil de sus productos y por ende reducir las pérdidas que actualmente son generadas por microorganismos.
- Estudiar la utilización del aceite esencial de *Minthostachys mollis* (poligona, mentona,  $\beta$ -Linalool, *trans*-Isopulegona, cariofileno, etc.) en otros productos perecibles, para prolongar su vida útil.
- Aunque los resultados obtenidos en este trabajo, estaban dentro de los parámetros esperados; se recomienda para los próximos estudios validar este método para la identificación de cada uno de los microorganismos utilizados en los ensayos de validación.

## VIII. LITERATURA CITADA

- Azaña E, I. 2010. Efectividad Antibacteriana *in vitro* del aceite esencial de *Minthostachys mollis* griseb (muña) sobre bacterias prevalentes en patologías periapicales crónicas de origen endodóntico. Universidad Nacional Mayor de San Marcos- Perú. Págs. 80-90.
- Bandoni, A. 2000. Los recursos vegetales aromáticos en Latinoamérica. Su aprovechamiento industrial para la producción de aromas y sabores. Cooperación Iberoamericana CYTED. Argentina. Ed. U.N.L.P. Pág. 99.
- Blanco E., Fernández M.D., Breaux J.J., 1996. Plantas medicinales. Incidencia ambiental y económica del uso de las plantas aromáticas y medicinales en España. Informe técnico, WWF Adena, Fondo Mundial para la Naturaleza. Madrid-España. Págs. 45-65.
- Blanco, K. M.; Agudelo, A. J. 2007. Estudio comparativo de los aceites esenciales de *Lippia alba* Mill N. E. Brown ex Britton & Wills cultivada con tres tipos de *compost*. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga-Colombia. Págs. 25-30.
- BRODY, A.L. 2003. Predicting Packaged Food Shelf Life. Food Technology. Págs.100-102.
- Cali, C. 2007. Elaboración de queso fresco con diferentes niveles de soya. Escuela superior politécnica de Chimborazo, Riobamba - Ecuador. Págs.10-12.
- Callejas T., Pablo A. 2002. Obtención de extractos de plantas en medios ácidos y/o alcohólicos para aplicaciones medicinales y alimenticias. Tesis. Universidad Nacional de Colombia. Manizales-Colombia. Págs.100-105.
- Cano C. 2007. Actividad antimicótica *in vitro* y elucidación estructural del aceite esencial de las hojas de *Minthostachis mollis* “muña”. Universidad Nacional Mayor de San Marcos. Perú. Págs. 20-60.
- Cázares, L., Christen, M.1982. Técnicas actuales de investigación documental.

- Collasos C.1996. Tabla peruana de composición de alimentos. Ministerios de Salud, Instituto Nacional de Salud, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Ed<sup>7ma</sup>. Lima-Perú. Págs.60-65.
- De León T. 2005. Extracción de aceite esencial crudo de hierbabuena (*Mentha citrta ehrh*) con la aplicación del método de extracción por arrastre con vapor variando los tamaños de muestra y humedad a partir de pruebas a nivel de laboratorio. Universidad de San Carlos de Guatemala. Págs.45-48.
- Diaz O. 2007. Estudios comparativo de la composición química y evaluación de la actividad antioxidante del aceite esencial de (*Aioysía tríphylla*) cultivada en tres regiones de Colombia. Págs.50-52.
- Encarnación K. 2009. Determinación de propiedades físico- químicas aceite esencial de poleo (*minthostachys mollis (kunth) griseb*) en diferentes estados fenológicos y de tres lugares de la provincia de Loja mediante gc-ms y gc-fid". Trabajo para optar al título de Ingeniera Química. Universidad Técnica Particular de Loja. Págs.72-75.
- Esteban, L. 1993. La espectrometría de masas en imágenes. ACK editores. Universidad complutense. Madrid, España. Págs.70-73.
- Gonzales A. 2004. Obtención de aceites esenciales y extractos etanolicos de plantas de las amazonas. Trabajo para optar al título Tecnología en Alimentos. Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales. Págs.89-95.
- Huari Guerrero,G.M.(2014). Efecto antibacteriano in vitro del aceite esencial de *minthostachys mollis* (muña) en *streptococcus mutans* pagnas, págs. 31-32.
- Martinez M., Alejandro. 2003. Aceites Esenciales, Fac. De Química Farmacéutica, Universidad de Antioquía. Pág. 10.
- Masada J. 1976. Analysis of Essential Oils by Gas Chromatography and Mass Spectrometry. Editorial John Willey and Sons, Inc. New York. Págs.12-19, 62-69, 132-137.
- Mella J.M. 2002. "Diseño y construcción a nivel de planta piloto de un equipo extractor de aceites esenciales y puesta en marcha utilizando boldo

- (Peumusboldus)”. Trabajo para optar al título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de La Frontera, Temuco. Págs.18-22.
- Ojeda, M.S. 2004. Proyecto Frutihortícola, tecnología para el desarrollo sustentable regional. Avance en la domesticación de la peperina (*Mintostachis mollis* (Kunth) Griseb.), una especie aromática de la argentina. Págs.12-16.
  - Pérez M. 2005. “*Salvia lavandulaefoliavahlssp. oxyodon*: Evaluación de su aceite esencial e incidencia en el medio ambiente según intensidades de recolección”. Trabajo para optar al grado de doctor. Universidad de Granada.
  - Poblete E. 1998. Plantas medicinales en Bolivia, farmacopea. Calla waya, <sup>2da</sup> edición. Editorial los amigos del libro. La Paz, Bolivia. Págs. 36-40.
  - Quinte (2015). Estudio de compuestos bio-activos del aceite esencial de muña (*Minthostachys mollis*) por cromatografía de gases· espectrometría de masas en tres niveles altitudinales del distrito de huando. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial.Universidad Nacional de Huancabelica. Perú. Págs. 22-33.
  - Restrepo Ángel A. F. Montoya Gómez C. A. 2010. Implementación y diseño de procedimiento para determinación de vida útil de quesos frescos, chorizos frescos y aguas en bolsa. Universidad Tecnológica de Pereira Pereira - Colombia. Pág.8- 30
  - Rivera D. 2008. Caracterización de aceites esenciales por cromatografía de gases de tres especies del género piper y evaluación de la actividad citotóxica. Trabajo para optar al grado de Química Farmacéutica. Universidad San Carlos de Guatemala, Guatemala. Págs.201-208.
  - Rojas, B. Y A.Usabillaga.1995. Essential oil of *Mintostachys mollis* Grisenbach from Venezuela. Pág. 211-213.
  - Solís C.P. 2011. Evaluación de la actividad antimicrobiana de los aceites esenciales de orégano (*origanum vulgare l.*) y tomillo (*thymus vulgaris l.*) como potenciales bioconservadores en carne de pollo” Trabajo para optar el

- título de Bioquímico Farmacéutico. Escuela Superior Politécnica De Chimborazo. Ecuador. Págs.48-52.
- Sotomayor j. 1998. Estudio sobre plantas aromáticas de los géneros *Salvia* y *Thymus*, espontáneas en el SE Ibérico, para su establecimiento como cultivo. Tesis Doctoral. Universidad de Murcia. Murcia. Págs.85-89.
  - Sotomayor. 2008. Estadística para la investigación. Ed. Acribia. Zaragoza – España. Págs.82-85.
  - Tol H. 2005. Comparación de la calidad del aceite esencial crudo de citronela (*Cymbopogon winterianus* Jowitt) en función de la concentración de geraniol obtenido por medio de extracción por arrastre con vapor y maceración. Trabajo para optar al título de Ingeniera Química. Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Págs.70-78.
  - Yapuchura M. R. 2010. Estudio de los componentes antioxidantes de las hojas de muña (*Minthostachys mollis* (Kunth) Griseb.) e inca muña (*Clinopodium bolivianum* (Benth.) Kuntze). Tesis para obtener el grado de Magister *Scientiae* en Tecnología de Alimentos. Universidad Agraria la Molina. Perú. Págs. 3-10
  - Zapata Saldaña C. A 2015. Influencia de la adición del componente proteico lácteo sobre el rendimiento, firmeza y aceptabilidad general en queso fresco, Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. Págs. 6-14.
  - ZURITA S. M. K. (2016) en su investigación “efectividad antimicrobiana del aceite esencial de *minthostachys mollis* (tipo) al 25, 50, 100 % frente a *porphyromonas gingivalis* estudio in vitro”. Optar el título en Odontología. Universidad Central del Ecuador. Ecuador Págs. 7-40.
  - Zygadlo, J. A., Maestri, D.M., Lamanue, A. L. y Grosso, N. R. 1995. Un nuevo quimio tipo en *minthostachys verticillata*. Epling. Resúmenes del IV Congreso Italo-Latinoamericano de Ednomedicina. Quito. Ecuador. Págs. 108-110.

# ANEXOS



## MATRIZ DE CONSISTENCIA

### Título de INGENIERO AGROINDUSTRIAL

**Nombre del Investigador** : JUAN YEMER ALVINO BORJA  
WALTER BRIOSO CANTEÑO

**Título de la Investigación** : “CARACTERIZACIÓN DE LOS PRINCIPALES COMPONENTES DEL ACEITE ESENCIAL DE MUÑA (*Minthostachys mollis*) Y SU APLICACIÓN PARA ALARGAR LA VIDA ÚTIL DEL QUESO FRESCO”

<b>PROBLEMA PRINCIPAL</b>	<b>OBJETIVO</b>	<b>HIPÓTESIS PRINCIPAL</b>	<b>VARIABLES</b>	<b>INDICADORES</b>
¿Cuáles son los principales componentes del aceite esencial de muña ( <i>Minthostachys mollis</i> ) y su efecto en la vida útil del queso fresco?.	Caracterizar los principales componentes del aceite esencial de muña ( <i>Minthostachys mollis</i> ) y evaluar su efecto en la vida útil del queso fresco.	Hi: Los diferentes porcentajes de aceite esencial de muña influyen en las características organolépticas del queso fresco.  Hi: Al menos un $T_i \neq 0$  Hi: Al menos uno de los porcentajes de aceite esencial de muña influye en el tiempo	Aplicación del aceite esencial de muña en queso fresco (0.0% 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% y 1.0% con respecto a la masa de queso fresco).	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Nivel de aceptabilidad de los panelistas.</li> <li>• Tiempo de vida útil.</li> </ul>

PROBLEMAS ESPECÍFICOS	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	de vida útil del queso fresco.	SUB VARIABLES	
¿Cuál es el rendimiento en la extracción del aceite esencial de muña?	Determinar el rendimiento en la extracción del aceite esencial de muña.	<p>Hi: Al menos un <math>\tau_i \neq 0</math></p> <p>Ho: Los diferentes porcentajes de aceite esencial de muña no influyen en el tiempo de vida útil del queso fresco.</p>	<p>Y<sub>1</sub>: Características organolépticas de queso fresco adicionado aceite esencial de muña.</p>	
¿Cuál serán los principales componentes presentes del aceite esencial de la muña por cromatografía de gases?	Determinar los principales componentes del aceite esencial de muña por cromatografía de gases.	<p>Ho: <math>\tau_1 = \tau_2 = \tau_3 = \tau_4 = \tau_5 = \tau_0 = 0</math></p> <p>Ho: Los diferentes porcentajes de aceite esencial de muña no influyen en el tiempo de vida útil del queso fresco.</p>	<p>Y<sub>2</sub>: Tiempo de vida útil del queso fresco.</p>	
¿Cuál es el efecto del aceite esencial de la muña en la vida útil del queso fresco?	Evaluar el efecto del aceite esencial de la muña en la vida útil del queso fresco.			

TIPO Y NIVEL DE INVESTIGACIÓN	POBLACIÓN MUESTRA	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	TÉCNICAS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN	INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN
<p><b>Tipo de investigación</b> Aplicada</p> <p><b>Nivel de investigación</b> .Experimental</p>	<p><b>Población</b> La población estuvo conformada por 36 moldes de queso de 200 gramos cada uno, aplicado con diferentes porcentajes de aceite esencial de muña.</p> <p><b>Muestra</b> La muestra para realizar los diferentes análisis fisicoquímicos y el estudio de vida útil estará constituida de acuerdo a los requerimientos de cada análisis a realizarse por cada tratamiento</p> <p><b>Tipo de muestreo</b> El tipo de muestreo será el PROBABILÍSTICO, la muestra estará conformada por moldes de 200 gramos de queso fresco con adición de diferentes porcentajes de aceite esencial de muña.</p>	<p><b>Tipo de diseño</b></p> <p><b>Técnicas estadísticas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Friedman</li> <li>- DCA</li> </ul>	<p><b>Técnicas bibliográficas</b></p> <p><b>Fichaje</b></p> <p>Nos permitirá el análisis del material estudiado y precisarlo desde un punto de vista experimental.</p>	<p><b>Instrumentos Bibliográficas</b></p> <p><b>fichas</b></p> <p>Se usará para construir el marco teórico y la revisión bibliográfica.</p> <p>Instrumentos de laboratorio</p> <p>Fichas de laboratorio</p>

## FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL

**MUESTRA:** QUESO FRESCO

**NOMBRE:** .....

**FECHA:** ..... / ..... / .....

Marcar con una **X**, según su preferencia:

CALIFICATIVO	SABOR					
	MPE	MQR	MRE	MTB	MCT	MXT
Excelente						
Bueno						
Aceptable						
Desagradable						
Pésimo						

Huánuco.....de.....2017

\_\_\_\_\_

**DNI:**

## FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL

**MUESTRA:** QUESO FRESCO

**NOMBRE:** .....

**FECHA:** ..... / ..... / .....

CALIFICATIVO	COLOR						AROMA					
	MPE	MQR	MRE	MTB	MCT	MXT	MPE	MQR	MRE	MTB	MCT	MXT
Excelente												
Bueno												
Aceptable												
Desagradable												
Pésimo												

Huánuco.....de.....2017

\_\_\_\_\_  
DNI:

Figura 8: Muña a recolectar en el distrito de Pachas



Figura 9: Obtención de aceite esencial de muña mediante cromatografía de gases





Figura 10. Decantación de aceite esencial de muña



Figura 11. Aceite esencial de muña

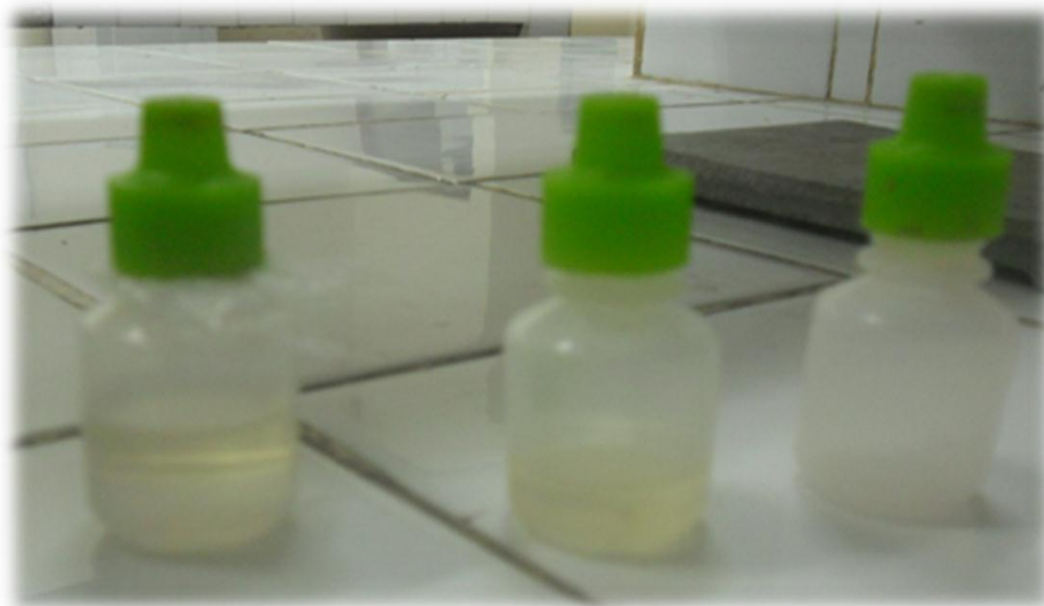


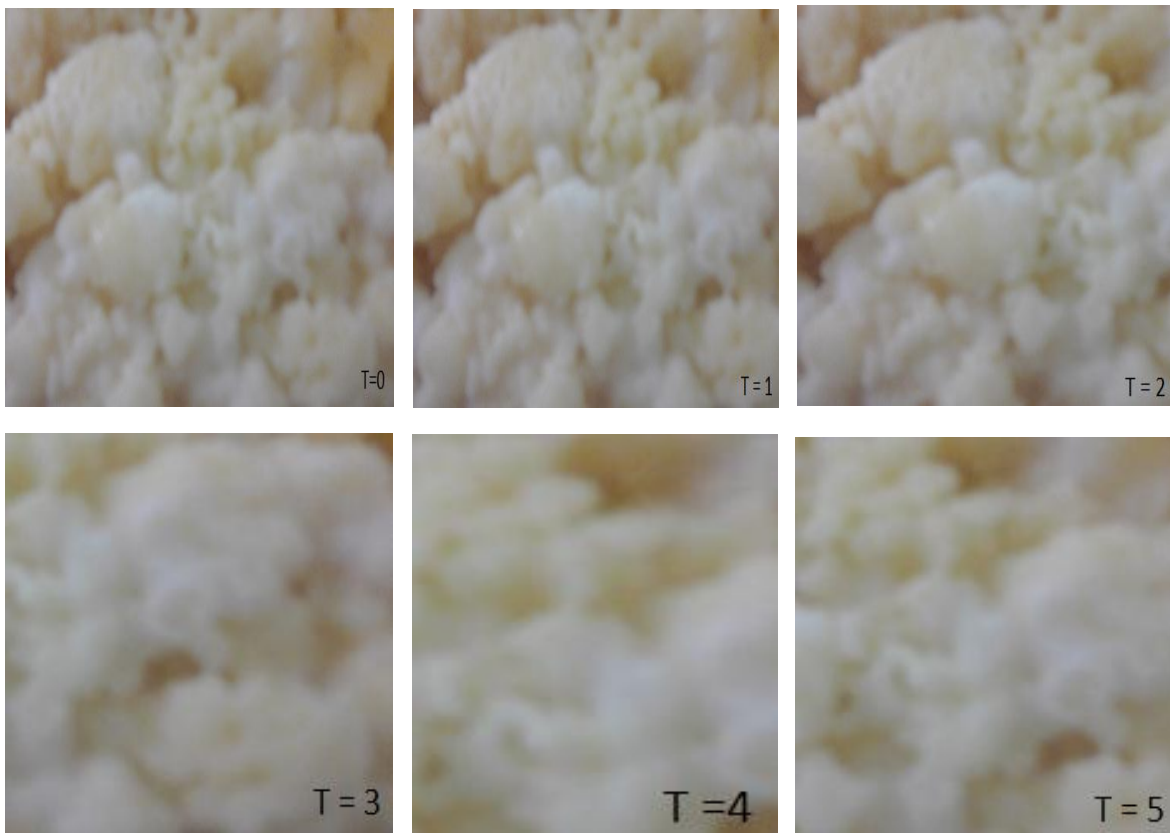
Figura 12: Tiempo de vida útil de queso fresco con una aplicación de aceites esenciales de muña (0.0% 0.2%, 0.4%, 0.6%, 0.8% y 1.0% con respecto a la masa de queso fresco).

Día 5

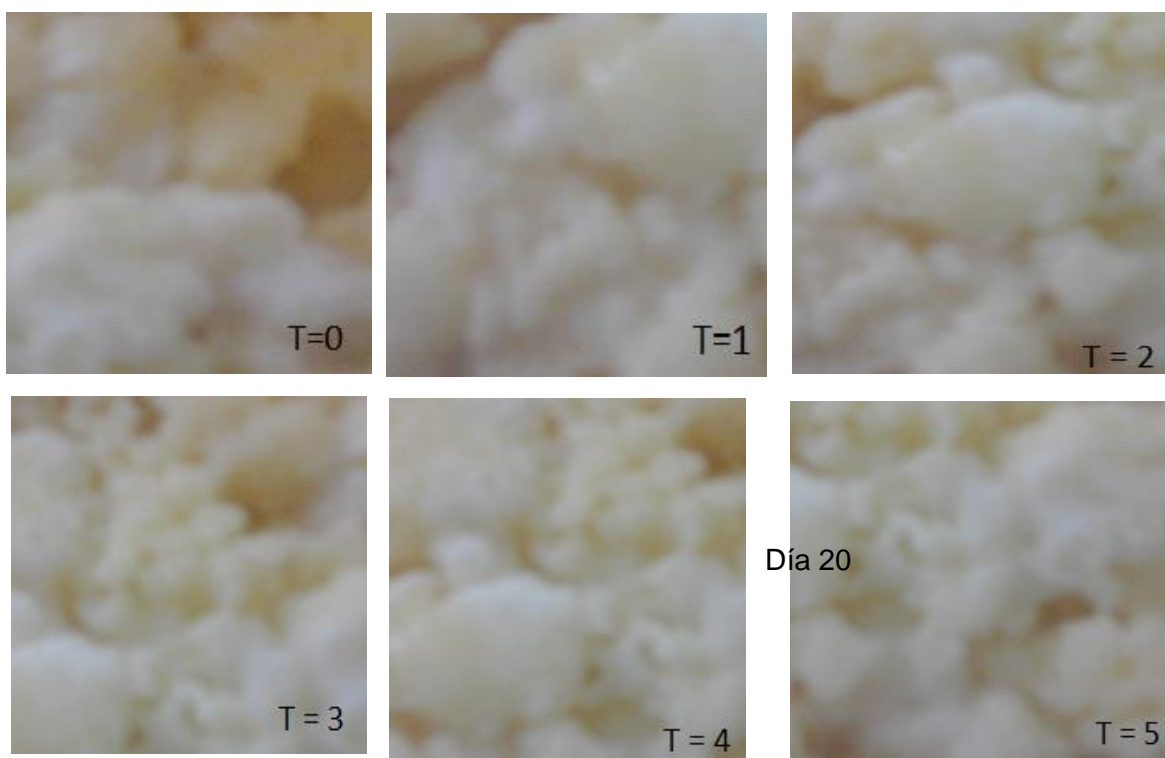




Día 10

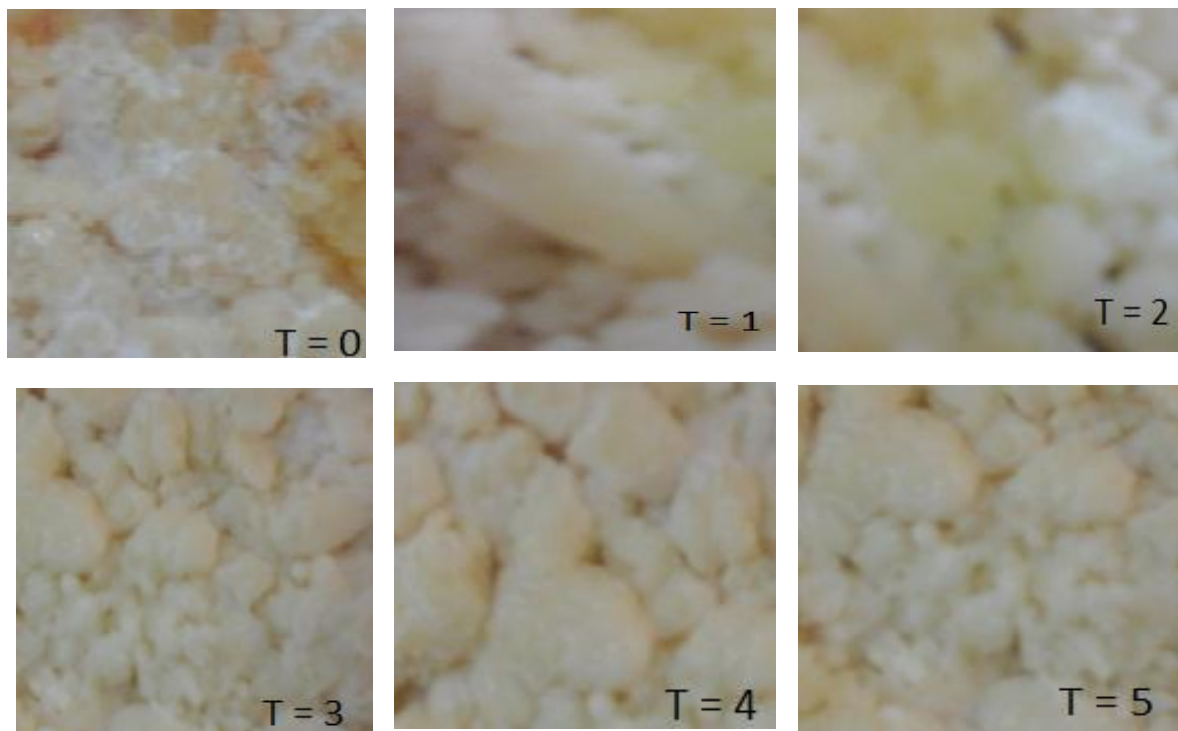


Día 15

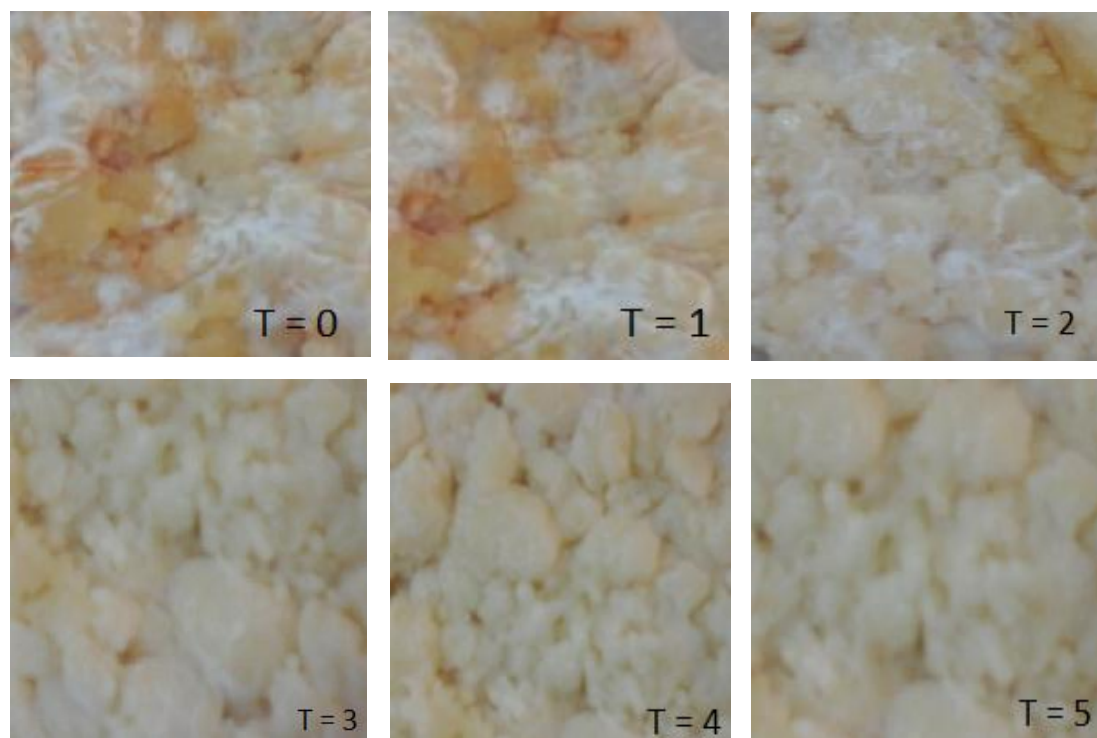


Día 20

Día 20



Día 25



Día 30

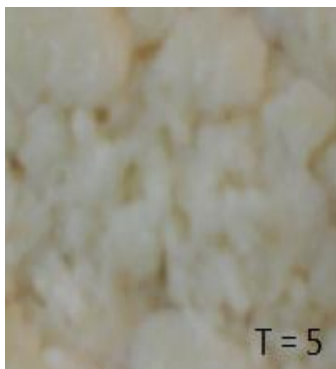


Figura 13. Determinación de pH y acides titulable del queso fresco

