

# UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO



## FACULTAD DE INGENIERÍA

### CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

Informe final de investigación previo a la obtención del título de escribir aquí el  
título que otorga la carrera

#### TRABAJO DE TITULACIÓN

**Lipólisis de queso tipo fresco y quesos madurados (quesos azules),  
factores que afectan y consecuencias**

**Autor:**

Luci Angelita Quevedo Barreto

**Tutor:**

Ing. Byron Herrera MSc.

Riobamba - Ecuador  
2020

## REVISIÓN DEL TRIBUNAL

Los miembros del tribunal de graduación del proyecto de investigación de título **“LIPÓLISIS DE QUESO TIPO FRESCO Y QUESOS MADURADOS (QUESOS AZULES), FACTORES QUE AFECTAN Y CONSECUENCIAS”**, presentado por la Srta. Luci Angelita Quevedo Barreto y dirigida por el Ing. Byron Herrera MSc.

Una vez escuchada la defensa Oral y revisado el informe final de investigación con fines de graduación escrito en el cual se ha constatado el cumplimiento de las observaciones realizadas, remite la presente para uso y custodia en la Biblioteca de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Para consistencia de lo expuesto firman:

Ing. Paul Ricaurte MSc.

**Presidente del tribunal**



Ing. Byron Herrera MSc.

**Director del proyecto de investigación**



Ing. Sebastián Guerrero MSc.

**Miembro del tribunal**



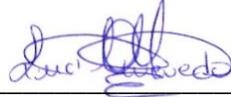
Ing. Daniel Luna MSc.

**Miembro del tribunal**



## AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

La responsabilidad del contenido de este trabajo de grado, nos corresponde exclusivamente a Quevedo Barreto Luci Angelita y al director del proyecto Ing. Byron Adrián Herrera Chávez MSc, incluyendo todas las tablas e ilustraciones que se encuentran en este trabajo, excepto las que contienen su propia fuente y el patrimonio intelectual de la misma Universidad Nacional de Chimborazo.



---

Luci Angelita Quevedo Barreto

0603683434

Autor del proyecto



---

Ing. Byron Adrián Herrera Chávez MSc.

0603228834

Director del proyecto

## **CERTIFICACIÓN DEL TUTOR**

Yo, Ing. Byron Herrera MSc., en calidad de tutor de tesis, cuyo tema es: **“LIPÓLISIS DE QUESO TIPO FRESCO Y QUESOS MADURADOS (QUESOS AZULES), FACTORES QUE AFECTAN Y CONSECUENCIAS”**, certifico que el informe final del trabajo investigativo, ha sido revisado y corregido, razón por la cual autorizo a la estudiante Luci Angelita Quevedo Barreto, para que se presenten ante el tribunal de defensa respectivo para que se lleve a cabo la sustentación de su Tesis.

Atentamente,



---

Ing. Byron Adrián Herrera Chávez MSc.

0603228834

Tutor de tesis

# CERTIFICACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL



DIRECCIÓN ACADÉMICA  
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-02.21

## CALIFICACIONES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN - ESCRITO

**Facultad:** Facultad de Ingeniería  
**Carrera:** Carrera de Ingeniería Agroindustrial

### 1. DATOS INFORMATIVOS DOCENTE TUTOR/MIEMBRO

**Apellidos:** Herrera Chávez  
**Nombres:** Byron Adrián  
**Cedula/Pasaporte:** 0603228834  
**Tutor/Miembro:** Tutor

### 2. DATOS INFORMATIVOS DEL ESTUDIANTE

**Apellidos:** Quevedo Barreto  
**Nombres:** Luci Angelita  
**C.I / Pasaporte:** 0603683434  
**Título del Proyecto de Investigación:** "LIPOLISIS DE QUESO TIPO FRESCO Y QUESOS MADURADOS (QUESOS AZULES), FACTORES QUE AFECTAN Y CONSECUENCIAS"  
**Dominio Científico:** "Desarrollo territorial, productivo y hábitat sustentable para mejorar la calidad de vida"  
**Línea de Investigación:** Cadenas de valor añadido para la Industrialización de materias primas.

### 3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO ESCRITO DE INVESTIGACIÓN

Aspectos	Puntajes	Calificación
<b>1. TÍTULO</b>		
a) Contiene las variables del problema de investigación. Claro y conciso (aproximadamente entre 15 y 20 palabras) y refleja la integridad del tema.	0.5/0.5	<b>0.5</b>
b) El título refiere de manera general las variables del problema. Claro y extenso (>20 palabras).	0.3/0.5	
<b>2. RESUMEN</b>		
c) Tiene no más de 250 palabras y palabras clave.	1.0/1.0	<b>1</b>
d) Tiene más de 250 palabras y palabras clave.	0.5/1.0	
<b>3. INTRODUCCIÓN</b>		
e) Se basa en antecedentes de conocimientos previos, presenta el problema con sustento, la hipótesis es coherente con el problema y objetivos.	0.5/0.5	<b>0.5</b>
f) Se basa en antecedentes de conocimientos previos, el problema no está bien sustentado o la hipótesis no es coherente con el problema y/o objetivos.	0.3/0.5	
<b>4. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFICOS</b>		
g) Tienen relación con el tema de investigación, para alcanzar los resultados deseados.	0.5/0.5	<b>0.5</b>
h) No tienen relación con el tema de investigación, para alcanzar los resultados deseados.	0.3/0.5	
<b>5. MARCO TEORICO RELACIONADO A LA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN:</b>		
i) La bibliografía consultada es actualizada y no mayor a 10 años, se relaciona a la temática investigada.	1.5/1.5	<b>1.5</b>

Página 1 de 2



j) La bibliografía consultada no es actualizada y no tiene mucha relación a la temática investigada	1.0/1.5	
<b>6. METODOLOGÍA</b>		
k) Es adecuada y plantea un diseño apropiado a la solución del problema.	1.0/1.0	<b>1</b>
l) No es adecuada y no plantea un diseño apropiado a la solución del problema.	0.5/1.0	
<b>7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		
m) Presenta los resultados en forma sistemática en función de las variables del problema e incluye pruebas estadísticas, figuras y tablas de acuerdo a las normas internacionales y discute cada uno de los resultados para probar su validez y contrasta con las pruebas estadísticas mencionadas en los resultados. Busca generalizaciones y establecer las posibles implicancias de los nuevos conocimientos.	3.0/3.0	<b>3</b>
n) Presenta los resultados en forma sistemática en función de las variables del problema. No incluye pruebas estadísticas, figuras y tablas de acuerdo a las normas internacionales. Discute algunos resultados para probar su validez y no contrasta con las pruebas estadísticas mencionadas en los resultados. No busca generalizaciones.	1.5/3.0	
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
o) Formula conclusiones lógicas y emite recomendaciones viables.	1.0/1.0	<b>1</b>
p) No formula conclusiones lógicas o no emite recomendaciones viables.	0.5/1.0	
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		
q) Presentan citas justificables y asentadas de acuerdo a un solo sistema de referencia bibliográfica reconocido internacionalmente y actualizado.	0.5/0.5	<b>0.5</b>
r) No presenta citas justificables que están asentadas de acuerdo a un solo sistema de referencia bibliográfica reconocido internacionalmente	0.3/0.5	
<b>10. APÉNDICE Y ANEXOS</b>		
s) Presentar valores ordenados sistemáticamente de acuerdo a las normas internacionales.	0.5/0.5	<b>0.5</b>
t) Presentar valores desordenados, pero de acuerdo a las normas internacionales.	0.3/0.5	
<b>CALIFICACIÓN DEL INFORME FINAL</b>	Números y Letras 10 (diez)	

Lugar y Fecha: 22 de febrero 2021

Mgs. Byron Herrera  
DOCENTE TUTOR



## CALIFICACIONES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN - ESCRITO

**Facultad:** Facultad de Ingeniería  
**Carrera:** Carrera de Ingeniería Agroindustrial

### 1. DATOS INFORMATIVOS DOCENTE TUTOR/MIEMBRO

**Apellidos:** Luna Velasco  
**Nombres:** Daniel Alejandro  
**Cedula/Pasaporte:** 1713065843  
**Tutor/Miembro:** MIEMBRO

### 2. DATOS INFORMATIVOS DEL ESTUDIANTE

**Apellidos:** Quevedo Barreto  
**Nombres:** Luci Angelita  
**C.I / Pasaporte:** 0603683434  
**Título del Proyecto de Investigación:** "LIPOLISIS DE QUESO TIPO FRESCO Y QUESOS MADURADOS (QUESOS AZULES), FACTORES QUE AFECTAN Y CONSECUENCIAS"  
**Dominio Científico:** "Desarrollo territorial, productivo y hábitat sustentable para mejorar la calidad de vida"  
**Línea de Investigación:** Cadenas de valor añadido para la Industrialización de materias primas.

### 3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO ESCRITO DE INVESTIGACIÓN

Aspectos	Puntajes	Calificación
<b>1. TITULO</b>		
a) Contiene las variables del problema de investigación. Claro y conciso (aproximadamente entre 15 y 20 palabras) y refleja la integridad del tema.	0.5/0.5	<b>0.5</b>
b) El título refiere de manera general las variables del problema. Claro y extenso (>20 palabras).	0.3/0.5	
<b>2. RESUMEN</b>		
c) Tiene no más de 250 palabras y palabras clave.	1.0/1.0	<b>1</b>
d) Tiene más de 250 palabras y palabras clave.	0.5/1.0	
<b>3. INTRODUCCIÓN</b>		
e) Se basa en antecedentes de conocimientos previos, presenta el problema con sustento, la hipótesis es coherente con el problema y objetivos.	0.5/0.5	<b>0.5</b>
f) Se basa en antecedentes de conocimientos previos, el problema no está bien sustentado o la hipótesis no es coherente con el problema y/o objetivos.	0.3/0.5	
<b>4. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECÍFOS</b>		
g) Tienen relación con el tema de investigación, para alcanzar los resultados deseados.	0.5/0.5	<b>0.5</b>
h) No tienen relación con el tema de investigación, para alcanzar los resultados deseados.	0.3/0.5	
<b>5. MARCO TEORICO RELACIONADO A LA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN:</b>		



i) La bibliografía consultada es actualizada y no mayor a 10 años, se relaciona a la temática investigada.	1.5/1.5	<b>1.5</b>
j) La bibliografía consultada no es actualizada y no tiene mucha relación a la temática investigada	1.0/1.5	
<b>6. METODOLOGÍA</b>		
k) Es adecuada y plantea un diseño apropiado a la solución del problema.	1.0/1.0	<b>1</b>
l) No es adecuada y no plantea un diseño apropiado a la solución del problema.	0.5/1.0	
<b>7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		
m) Presenta los resultados en forma sistemática en función de las variables del problema e incluye pruebas estadísticas, figuras y tablas de acuerdo a las normas internacionales y discute cada uno de los resultados para probar su validez y contrasta con las pruebas estadísticas mencionadas en los resultados. Busca generalizaciones y establecer las posibles implicancias de los nuevos conocimientos.	3.0/3.0	<b>3</b>
n) Presenta los resultados en forma sistemática en función de las variables del problema. No incluye pruebas estadísticas, figuras y tablas de acuerdo a las normas internacionales. Discute algunos resultados para probar su validez y no contrasta con las pruebas estadísticas mencionadas en los resultados. No busca generalizaciones.	1.5/3.0	
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
o) Formula conclusiones lógicas y emite recomendaciones viables.	1.0/1.0	<b>1</b>
p) No formula conclusiones lógicas o no emite recomendaciones viables.	0.5/1.0	
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		
q) Presentan citas justificables y asentadas de acuerdo a un solo sistema de referencia bibliográfica reconocido internacionalmente y actualizado.	0.5/0.5	<b>0.5</b>
r) No presenta citas justificables que están asentadas de acuerdo a un solo sistema de referencia bibliográfica reconocido internacionalmente	0.3/0.5	
<b>10. APÉNDICE Y ANEXOS</b>		
s) Presentar valores ordenados sistemáticamente de acuerdo a las normas internacionales.	0.5/0.5	<b>0.5</b>
t) Presentar valores desordenados, pero de acuerdo a las normas internacionales.	0.3/0.5	
<b>CALIFICACIÓN DEL INFORME FINAL</b>	Números y Letras 10 (diez)	

Lugar y Fecha: Riobamba, 22 de febrero del 2021

Mgs. Daniel Luna  
**DOCENTE MIEMBRO DEL TRIBUNAL**



## CALIFICACIONES DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN - ESCRITO

**Facultad:** Facultad de Ingeniería  
**Carrera:** Carrera de Ingeniería Agroindustrial

### 1. DATOS INFORMATIVOS DOCENTE TUTOR/MIEMBRO

**Apellidos:** Guerrero Luzuriaga  
**Nombres:** Sebastian Alberto  
**Cedula/Pasaporte:** 0603950577  
**Tutor/Miembro:** MIEMBRO

### 2. DATOS INFORMATIVOS DEL ESTUDIANTE

**Apellidos:** Quevedo Barreto  
**Nombres:** Luci Angelita  
**C.I / Pasaporte:** 0603683434  
**Título del Proyecto de Investigación:** "LIPOLISIS DE QUESO TIPO FRESCO Y QUESOS MADURADOS (QUESOS AZULES), FACTORES QUE AFECTAN Y CONSECUENCIAS"  
**Dominio Científico:** "Desarrollo territorial, productivo y hábitat sustentable para mejorar la calidad de vida"  
**Línea de Investigación:** Cadenas de valor añadido para la Industrialización de materias primas.

### 3. CRITERIOS DE EVALUACIÓN DEL PROYECTO ESCRITO DE INVESTIGACIÓN

Aspectos	Puntajes	Calificación
<b>1. TITULO</b>		
a) Contiene las variables del problema de investigación. Claro y conciso (aproximadamente entre 15 y 20 palabras) y refleja la integridad del tema.	0.5/0.5	<b>0.5</b>
b) El título refiere de manera general las variables del problema. Claro y extenso (>20 palabras).	0.3/0.5	
<b>2. RESUMEN</b>		
c) Tiene no más de 250 palabras y palabras clave.	1.0/1.0	<b>1</b>
d) Tiene más de 250 palabras y palabras clave.	0.5/1.0	
<b>3. INTRODUCCIÓN</b>		
e) Se basa en antecedentes de conocimientos previos, presenta el problema con sustento, la hipótesis es coherente con el problema y objetivos.	0.5/0.5	<b>0.5</b>
f) Se basa en antecedentes de conocimientos previos, el problema no está bien sustentado o la hipótesis no es coherente con el problema y/o objetivos.	0.3/0.5	
<b>4. OBJETIVOS GENERAL Y ESPECIFICOS</b>		
g) Tienen relación con el tema de investigación, para alcanzar los resultados deseados.	0.5/0.5	<b>0.5</b>
h) No tienen relación con el tema de investigación, para alcanzar los resultados deseados.	0.3/0.5	
<b>5. MARCO TEORICO RELACIONADO A LA TEMÁTICA DE INVESTIGACIÓN:</b>		



i) La bibliografía consultada es actualizada y no mayor a 10 años, se relaciona a la temática investigada.	1.5/1.5	1.5
j) La bibliografía consultada no es actualizada y no tiene mucha relación a la temática investigada	1.0/1.5	
<b>6. METODOLOGÍA</b>		
k) Es adecuada y plantea un diseño apropiado a la solución del problema.	1.0/1.0	1
l) No es adecuada y no plantea un diseño apropiado a la solución del problema.	0.5/1.0	
<b>7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b>		
m) Presenta los resultados en forma sistemática en función de las variables del problema e incluye pruebas estadísticas, figuras y tablas de acuerdo a las normas internacionales y discute cada uno de los resultados para probar su validez y contrasta con las pruebas estadísticas mencionadas en los resultados. Busca generalizaciones y establecer las posibles implicancias de los nuevos conocimientos.	3.0/3.0	3
n) Presenta los resultados en forma sistemática en función de las variables del problema. No incluye pruebas estadísticas, figuras y tablas de acuerdo a las normas internacionales. Discute algunos resultados para probar su validez y no contrasta con las pruebas estadísticas mencionadas en los resultados. No busca generalizaciones.	1.5/3.0	
<b>8. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>		
o) Formula conclusiones lógicas y emite recomendaciones viables.	1.0/1.0	1
p) No formula conclusiones lógicas o no emite recomendaciones viables.	0.5/1.0	
<b>9. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>		
q) Presentan citas justificables y asentadas de acuerdo a un solo sistema de referencia bibliográfica reconocido internacionalmente y actualizado.	0.5/0.5	0.5
r) No presenta citas justificables que están asentadas de acuerdo a un solo sistema de referencia bibliográfica reconocido internacionalmente	0.3/0.5	
<b>10. APÉNDICE Y ANEXOS</b>		
s) Presentar valores ordenados sistemáticamente de acuerdo a las normas internacionales.	0.5/0.5	0.5
t) Presentar valores desordenados, pero de acuerdo a las normas internacionales.	0.3/0.5	
<b>CALIFICACIÓN DEL INFORME FINAL</b>	Números y Letras 10 (diez)	

Lugar y Fecha: 17 de febrero 2021

Mgs. Sebastián Guerrero  
DOCENTE MIEMBRO DEL TRIBUNAL

# DICTAMEN FAVORABLE



DIRECCIÓN ACADÉMICA  
VICERRECTORADO ACADÉMICO



UNACH-RGF-01-04-02.19  
Versión 2.

## DICTAMEN FAVORABLE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Facultad:** Ingeniería  
**Carrera:** Agroindustrial

### 1. DATOS INFORMATIVOS DOCENTE TUTOR/MIEMBRO

**Apellidos:** Herrera Chávez  
**Nombres:** Byron Adrián  
**Cedula/Pasaporte:** 0603228834  
**Tutor/Miembro:** Tutor

### 2. DATOS INFORMATIVOS DEL ESTUDIANTE

**Apellidos:** Quevedo Barreto  
**Nombres:** Luci Angelita  
**C.I / Pasaporte:** 0603683434  
**Título del Proyecto de Investigación:** "LIPOLISIS DE QUESO TIPO FRESCO Y QUESOS MADURADOS (QUESOS AZULES), FACTORES QUE AFECTAN Y CONSECUENCIAS"  
**Dominio Científico:** "Desarrollo territorial, productivo y hábitat sustentable para mejorar la calidad de vida"  
**Línea de Investigación:** Cadenas de valor añadido para la Industrialización de materias primas.

### 3. CONFORMIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Aspectos	Conformidad Si/No	Observaciones
1. Título	SI	
2. Introducción	SI	
3. Planteamiento del problema	SI	
4. Objetivos: General y Específicos	SI	
5. Estado del arte relacionado a la temática de investigación	SI	
6. Metodología	SI	
7. Resultados y discusión	SI	
8. Conclusiones y Recomendaciones	SI	
9. Bibliografía Con norma APA, VANCOUVER, IEEE, ISO o según determine la Facultad con resolución.	SI	
10. Anexos		No aplica

Fundamentado en las observaciones realizadas y el contenido presentado, **SI** es favorable el dictamen Proyecto de Investigación Escrito, autorizando su empastado.

Lugar y Fecha: Riobamba, 22 de febrero de 2021

Mgs. Byron Herrera  
DOCENTE TUTOR



### DICTAMEN FAVORABLE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Facultad:** Ingeniería  
**Carrera:** Agroindustrial

#### 1. DATOS INFORMATIVOS DOCENTE TUTOR/MIEMBRO

**Apellidos:** Guerrero Luzuriaga  
**Nombres:** Sebastian Alberto  
**Cedula/Pasaporte:** 0603950577  
**Tutor/Miembro:** Miembro

#### 2. DATOS INFORMATIVOS DEL ESTUDIANTE

**Apellidos:** Quevedo Barreto  
**Nombres:** Luci Angelita  
**C.I / Pasaporte:** 0603683434  
**Título del Proyecto de Investigación:** "LIPOLISIS DE QUESO TIPO FRESCO Y QUESOS MADURADOS (QUESOS AZULES), FACTORES QUE AFECTAN Y CONSECUENCIAS"  
**Dominio Científico:** "Desarrollo territorial, productivo y hábitat sustentable para mejorar la calidad de vida"  
**Línea de Investigación:** Cadenas de valor añadido para la Industrialización de materias primas.

#### 3. CONFORMIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Aspectos	Conformidad Si/No	Observaciones
1. Título	SI	
2. Introducción	SI	
3. Planteamiento del problema	SI	
4. Objetivos: General y Específicos	SI	
5. Estado del arte relacionado a la temática de Investigación	SI	
6. Metodología	SI	
7. Resultados y discusión	SI	
8. Conclusiones y Recomendaciones	SI	
9. Bibliografía Con norma APA, VANCOUVER, IEEE, ISO o según determine la Facultad con resolución.	SI	
10. Anexos		NO APLICA

Fundamentado en las observaciones realizadas y el contenido presentado, **SI** es favorable el dictamen Proyecto de Investigación Escrito, autorizando su empastado.

Lugar y Fecha: 17 de febrero 2021

Mgs. Sebastián Guerrero  
**DOCENTE MIEMBRO**



### DICTAMEN FAVORABLE DEL PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

**Facultad:** Ingeniería  
**Carrera:** Agroindustrial

#### 1. DATOS INFORMATIVOS DOCENTE TUTOR/MIEMBRO

**Apellidos:** Luna Velasco  
**Nombres:** Daniel Alejandro  
**Cedula/Pasaporte:** 1713065843  
**Tutor/Miembro:** Miembro

#### 2. DATOS INFORMATIVOS DEL ESTUDIANTE

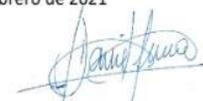
**Apellidos:** Quevedo Barreto  
**Nombres:** Luci Angelita  
**C.I / Pasaporte:** 0603683434  
**Título del Proyecto de Investigación:** "LIPOLISIS DE QUESO TIPO FRESCO Y QUESOS MADURADOS (QUESOS AZULES), FACTORES QUE AFECTAN Y CONSECUENCIAS"  
**Dominio Científico:** "Desarrollo territorial, productivo y hábitat sustentable para mejorar la calidad de vida"  
**Línea de Investigación:** Cadenas de valor añadido para la Industrialización de materias primas.

#### 3. CONFORMIDAD PROYECTO DE INVESTIGACIÓN

Aspectos	Conformidad Si/No	Observaciones
1. Título	Si	
2. Introducción	Si	
3. Planteamiento del problema	Si	
4. Objetivos: General y Específicos	Si	
5. Estado del arte relacionado a la temática de investigación	Si	
6. Metodología	Si	
7. Resultados y discusión	Si	
8. Conclusiones y Recomendaciones	Si	
9. Bibliografía Con norma APA, VANCOUVER, IEEE, ISO o según determine la Facultad con resolución.	Si	
10. Anexos		No aplica

Fundamentado en las observaciones realizadas y el contenido presentado, **SI** es favorable el dictamen Proyecto de Investigación Escrito, autorizando su empastado.

Lugar y Fecha: Riobamba, 22 de febrero de 2021



\_\_\_\_\_  
Mgs. Daniel Luna  
DOCENTE MIEMBRO

## **DEDICATORIA**

Dedico este trabajo a Dios y a mi familia por ser el apoyo fundamental en mi formación personal y profesional. Al grupo de investigación de Producción Animal e Industrialización PROANIN, por ayudarme a fortalecer mi formación académica y a mis compañeros de trabajo que hemos compartido buenas experiencias en esta etapa de formación.

*Luci Angelita Quevedo Barreto*

## **AGRADECIMIENTO**

De manera especial al Ing. Byron Herrera, por el tiempo dedicado y el apoyo ofrecido en el trabajo de investigación, por la motivación para la culminación de mis estudios profesionales.

A mis padres y hermanos, porque ellos me han brindado su apoyo incondicional, contribuyendo en mi formación personal.

A los docentes y estudiantes miembros del grupo de investigación de Producción Animal e Industrialización de la Universidad Nacional de Chimborazo.

A mis amigos de la carrera, por bríndame su apoyo, carisma y compartir inolvidables experiencias en esta etapa universitaria.

*Luci Angelita Quevedo Barreto*

## ÍNDICE GENERAL

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	I
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR.....	II
CERTIFICACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL.....	III
DICTAMEN FAVORABLE .....	IX
DEDICATORIA .....	XII
RESUMEN .....	XX
ABSTRACT.....	XXI
CAPÍTULO I. ....	1
1. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Antecedentes.....	3
1.2. Planteamiento del problema .....	3
1.3. Justificación.....	4
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1. Objetivo General.....	7
1.4.2. Objetivos específicos .....	7
CAPÍTULO II. ....	8
2. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Queso fresco.....	8
2.2. Queso maduro .....	9
2.2.1. Queso madurado por hongos .....	9

2.2.2. Quesos Azules.....	9
2.3. Maduración de quesos.....	10
2.4. Lipólisis.....	11
2.4.1. Tipos de lipólisis .....	11
2.5. Ácidos grasos.....	12
2.6. Cromatografía.....	12
2.6.1. Análisis de los sabores .....	13
2.6.2. Percepción del aroma y sabor a queso .....	13
2.6.3. El desarrollo del aroma en el queso .....	14
2.6.4. Principales derivados aromáticos.....	15
2.6.5. Uso de la espectrometría de movilidad iónica para el estudio de compuestos volátiles	15
2.7. Composición enzimática de las pastas de cuajo consiste: .....	18
2.8. Lipasa nativa leche .....	19
2.9. Sistema lipasa/esterasa .....	19
2.10. Factores y consecuencias que afectan la calidad del queso.....	20
2.10.1. Cambios bioquímicos y propiedades fisicoquímicas del queso .....	21
2.10.2. Condiciones de proceso .....	21
2.10.3. Alteraciones causadas por microorganismos .....	21
2.11. Influencia de los microorganismos.....	22

2.11.1. <i>Otros factores</i> .....	23
2.12. Efecto de la pasteurización .....	23
2.13. Importancia de la lipólisis.....	24
2.13.1. <i>Funcionamiento de las lipasas de la leche</i> .....	25
2.13.2. <i>Hidrólisis</i> .....	25
CAPÍTULO III.....	27
3. METODOLOGÍA .....	27
3.1. Tipo de Investigación.....	27
3.2. Diseño de Investigación.....	27
3.2.1. <i>Selección de estudios</i> .....	27
3.2.2. <i>Identificación</i> .....	27
3.2.3. <i>Cribado</i> .....	30
3.2.4. <i>Elección</i> .....	31
3.2.5. <i>Inclusión</i> .....	31
CAPÍTULO IV .....	33
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	33
4.1. Resultados de la búsqueda y características de los estudios .....	33
4.2. Análisis estadístico descriptivo de las variables discretas de los estudios seleccionados	35
4.2.3. <i>Tipo de Estudio</i> .....	35

4.2.4. <i>Nombre de la revista o Universidad</i> .....	35
4.2.5. <i>Base de datos</i> .....	36
4.2.6. <i>País</i> .....	36
4.2.7. <i>Tipo de quesos</i> .....	37
4.2.8. <i>Tipo de ácidos grasos</i> .....	37
4.2.9. <i>Nivel de Lipólisis</i> .....	38
4.2.10. <i>Proceso</i> .....	39
4.3. CUADRO COMPARTIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO BIOQUÍMICO LIPÓLISIS DE LOS QUESOS TIPO FRESCOS Y LOS QUESOS MADURADOS.....	40
4.4. CUADRO COMPARTIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO BIOQUÍMICO DE LA LIPÓLISIS ENTRE LOS QUESOS AZULES.....	42
4.5. DISCUSIÓN .....	46
CAPÍTULO V.....	49
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....	49
5.1. Conclusiones.....	49
5.2. Recomendaciones .....	51
6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1.</b> <i>Tipo de fuente</i> .....	28
<b>Tabla 2.</b> <i>Base de datos</i> .....	28
<b>Tabla 3.</b> <i>Idioma</i> .....	29
<b>Tabla 4.</b> <i>Tipo de queso</i> .....	29
<b>Tabla 5 .</b> <i>Nivel de lipólisis</i> .....	30
<b>Tabla 6.</b> <i>Tipo de procesamiento</i> .....	30
<b>Tabla 7.</b> <i>Estudios seleccionados</i> .....	33
<b>Tabla 8.</b> <i>Tipo de estudio</i> .....	35
<b>Tabla 9.</b> <i>Nombre de Revista o Universidad</i> .....	35
<b>Tabla 10.</b> <i>Base de datos</i> .....	36
<b>Tabla 11.</b> <i>País</i> .....	37
<b>Tabla 12.</b> <i>Tipos de quesos</i> .....	37
<b>Tabla 13.</b> <i>Tipo de AGL</i> .....	38
<b>Tabla 14.</b> <i>Nivel de lipólisis</i> .....	39
<b>Tabla 15.</b> <i>Proceso</i> .....	39
<b>Tabla 16.</b> <i>Cuadro comparativo de los quesos tipo frescos y maduros</i> .....	40
<b>Tabla 17.</b> <i>Comparación de las características de la lipólisis entre los quesos azules</i> ....	42

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> <i>Diagrama de elaboración de queso fresco</i> .....	8
<b>Ilustración 2.</b> <i>Diagrama de la elaboración del queso azul</i> .....	10
<b>Ilustración 3.</b> <i>Perfil aromático</i> .....	18
<b>Ilustración 4.</b> <i>Diagrama de flujo sobre el proceso sistemático de la muestra</i> .....	32
<b>Ilustración 5.</b> <i>Tipo de estudio</i> .....	35
<b>Ilustración 6.</b> <i>Revista o Universidad</i> .....	36
<b>Ilustración 7.</b> <i>Base de datos</i> .....	36
<b>Ilustración 8.</b> <i>País</i> .....	37
<b>Ilustración 9.</b> <i>Tipos de queso</i> .....	37
<b>Ilustración 10.</b> <i>Tipo de AGL</i> .....	38
<b>Ilustración 11.</b> <i>Nivel de lipólisis</i> .....	39
<b>Ilustración 12.</b> <i>Proceso</i> .....	39

## **RESUMEN**

### **Lipólisis de queso tipo fresco y quesos madurados (quesos azules), factores que afectan y consecuencias**

El presente trabajo tuvo como objetivo comparar la lipólisis de queso tipo fresco y quesos madurados (Quesos azules), factores que afectan y consecuencias, este proceso de lipólisis en quesos es uno de los mayores cambios bioquímicos especialmente en los quesos maduros, este proceso es una degradación de la grasa producida por vía enzimática. Esta revisión bibliográfica se analizó por medio de la declaración PRISMA, que consiste en una revisión sistemática que se lleva a cabo en 4 pasos; Identificación, Cribado, Elección e Inclusión. Como resultado de la investigación bibliográfica se menciona que la lipólisis en los quesos tipo frescos puede ser producida por mal control térmico al momento de ser pasteurizada la leche, elaboración de forma artesanal y por lipasas propias de la leche, este proceso bioquímico en los quesos tipo frescos producen una oxidación y enranciamiento en los mismos, provocando una mala calidad en el producto. Por otro lado, se concluye que la lipólisis en quesos madurados es inducida por múltiples factores como son; la calidad de la leche, el grado de agitación, homogenización, pH, concentración, pasteurización, tiempo y temperatura de maduración; además que los AGL producidos en estos tipos de quesos son los que potencian el sabor y aroma característico. El conocimiento sobre los factores que influyen en el proceso de lipólisis facilita a los productores queseros a tener un mejor control dentro de los procesos de elaboración.

#### **PALABRAS CLAVE:**

Lipólisis, lipasas, queso fresco, queso madurado, ácidos grasos libres.

## ABSTRACT

### **Lipolysis of fresh and ripened cheeses (blue cheeses), factors affecting and consequences**

This research aims to compare the lipolysis of fresh type cheese and ripened cheeses (blue cheeses). Factors that affect and consequences this process of lipolysis in cheeses are significant biochemical changes, especially in ripened cheeses. This process is a degradation of the fat produced by the enzymatic way. This literature review was analyzed using the PRISMA statement, which consists of a systematic review that is carried out in 4 steps; identification, Screening, Selection, and inclusion. As a result of the bibliographic research, it is mentioned that lipolysis in fresh type cheeses can be produced by inadequate thermal control at the moment of pasteurization of the milk, handmade elaboration. By the milk's lipases, this biochemical process in fresh type cheeses produces oxidation and rancidity in them, causing a bad quality in the product. On the other hand, it is concluded that lipolysis in ripened cheeses is induced by multiple factors such as the milk's quality, the degree of agitation, homogenization, pH, concentration, pasteurization, ripening time, and temperature. Besides, the FFA produced in these types of cheeses is the one that enhances the characteristic flavor and aroma. Knowledge of the factors that influence the lipolysis process facilitates cheese producers to better control the elaboration processes.

**KEYWORDS:** Lipolysis, Lipases, Fresh cheese, Ripened cheese, Free fatty acids.

Reviewed by:

Dr. Narcisa Fuertes, PhD.

**ENGLISH PROFESSOR** cc:

1002091161

# CAPÍTULO I

## 1. INTRODUCCIÓN

La lipólisis es un proceso bioquímico que consiste en la transformación de triglicéridos en glicéridos parciales y ácidos grasos libres. (García, 1997) Es importante este proceso bioquímico en los quesos para desarrollar un sabor adecuado en el queso durante su maduración. Por otro lado, es importante conocer el proceso de lipólisis en los quesos tipo frescos no es muy común debido que este queso desarrolla este proceso bioquímico solo cuando la materia prima no ha tenido un buen proceso de pasteurización o por las lipasas propias de la leche (Ramírez, 2019)

El procesamiento entre los distintos queso es diferente, el queso fresco se lo realiza con la adición de cuajo y el consumo ya se lo realiza al finalizar el procesamiento del mismo, para el queso maduro normalmente se utiliza un cultivo láctico y una vez terminado el proceso debe mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y condiciones tales que se produzcan cambios físicos y químicos característicos y no es de consumo inmediato y para los quesos madurados principalmente con hongos son aquellos que se desarrollan en el interior del queso y en la superficie, comúnmente es el caso de los quesos azules.(Hernandez, 2010)

Según la NTE INEN, (2012) se entiende como queso al producto blando, semiduro, duro y extraduro, madurado o no madurado, obtenido mediante; coagulación total o parcial de la proteína de la leche, leche descremada, leche parcialmente descremada, crema, crema de suero o leche, de mantequilla o de cualquier combinación de estos ingredientes, por acción del cuajo u otros coagulantes idóneos y por escurrimiento parcial del suero que se desprende como consecuencia de dicha coagulación, respetando el principio. La elaboración del queso resulta de la concentración de proteína láctea (especialmente la porción de caseína) y que, por consiguiente, el contenido de proteína del queso deberá ser evidentemente más alto que el de la mezcla de los ingredientes lácteos ya mencionados en base a la cual se elaboró el queso.

Existen distintos tipos de quesos entre ellos está el queso madurado, el cual es sometido a un tiempo de maduración, por tanto este tipo de queso está listo para el consumo poco después de su fabricación, también existe en queso madurado por hongos, este tipo

de queso se ha producido principalmente como consecuencia del desarrollo característico de mohos por el interior y sobre la superficie del mismo, también existe el queso no madurado, el cual es consumido poco después de fabricación, también dentro de la NTE INEN 2012, ya antes mencionada encontramos el queso fresco, el cual presenta una textura firme, preparado con leche entera, coagulada con enzimas y ácidos orgánicos, generalmente este tipo de queso es realizado sin cultivos lácticos, también dentro de este tipo de quesos no madurados se encuentran; queso cottage, crema cottage, crema, quark, ricota, de capas, duro, mozzarella, criollo, requesón, descremado, cuartirolo, de hoja, manaba, amasado Lojano, amasado Carchense, andino fresco; todos estos tipos de quesos son elaborados en nuestro país(Ecuador). (INEN, 2012)

Según Ramonda, (2009) la lipólisis es un proceso bioquímico que consiste en la transformación de triglicéridos en glicéridos parciales y ácidos grasos libres, esta hidrólisis puede ser producida por acción de enzimas lipolíticas de la leche (lipasa nativa), por microorganismos psicotrofos o bacterias iniciadoras empleadas en la elaboración de queso que durante la maduración varía ampliamente con la variedad del queso, usualmente en los quesos como: Cheddar, Emmental, Gruyere y tipo Gouda, el nivel de lipólisis es bajo, mientras que, en quesos madurados con hongos, como los azules, y en quesos duros, se observa una extensa lipólisis. Obviamente, la concentración de ácidos grasos libres aumenta durante la maduración y tiene un importante impacto en el sabor del queso. Una determinada concentración de ácidos grasos libres es necesaria en el balance correcto para lograr el sabor óptimo, pero un exceso de los mismos o un balance incorrecto genera sabores extraños, especialmente en variedades de quesos suaves.

La presente investigación se refiere al análisis de lipólisis en quesos tipo frescos y quesos tipo madurados, logrando así diferenciar entre la extensión de la lipólisis de los mismos, esta extensión está influida por múltiples factores como son la calidad de la leche, grado de agitación(homogenización en la misma), pH, concentración de cloruro sódico, tiempo y temperatura de maduración del queso; por medio del cual los ácidos grasos libres son liberados, se acumulan en la pasta y son transformados en otros componentes esenciales para el desarrollo del aroma del queso.

## **1.1. Antecedentes**

El proceso de lipólisis en los quesos es proceso bioquímico importante en la producción de quesos, ya que esta puede estar influida por múltiples factores, como son la calidad de la leche, homogenización, pH, concentración de cloruro sódico, tipo y temperaturas de maduración en los quesos tipos maduros (García, 1997). Muchos productores queseros desconocen del tema, es por ello que esta revisión bibliográfica está enfocada en determinar factores y características que provocan este proceso, identificando estudios realizados ya sea en tesis, libros, artículos, entre otros; logrando así priorizar la información adecuada que contribuya a la buena producción de quesos tanto a nivel nacional como mundial.

La lipólisis es un fenómeno poco destacado en la mayoría de quesos, excepto en quesos azules (Roquefort, Gorgonzola, Cabrales, Gamonedo y La Peral), en algunas variedades españolas como Majorero e Idiazabal y en quesos italianos duros (Romano, Parmesano y Provolone, en otros quesos como el Macheo, Cheddar, Edam y Gouda), la lipólisis ocurre de forma ligera. (Iglesias, 2001)

## **1.2. Planteamiento del problema**

Según Iglesias, (2001) ha mencionado que sabor es una propiedad de los quesos que determina su identidad, calidad y aceptabilidad, su naturaleza es muy compleja por cuanto depende del balance entre numerosos componentes del sabor y aroma. La maduración del queso constituye una larga serie de reacciones primarias enzimáticas, a través de diferentes vías metabólicas, como son la glucólisis, lipólisis y proteólisis, a través de las cuales se transforma en queso los componentes de leche fresca, concentrada y preservada. La lipólisis es un importante evento bioquímico que ocurre durante el proceso de maduración de los quesos, puesto que los ácidos grasos liberados durante este proceso juegan un papel importante en el sabor de muchos quesos, los ácidos grasos libres se producen por la hidrólisis de los triglicéridos de la grasa por las lipasas nativas de la leche, las lipasa microbianas y las lipasas de las células somáticas, también se liberan durante el metabolismo de los carbohidratos y aminoácidos por las bacterias. En muchos tipos de quesos se aprecia sabor jabonoso y rancio, este es uno de los problemas que tienen distintos tipos de quesos que no necesitan una lipólisis extensa como es el caso de los quesos tipo

frescos, estos quesos necesitan una lipólisis ligera, por tanto esto puede ser controlado por el proceso de pasteurización de la materia prima(leche), ya que si se controla este proceso la actividad enzimática se verá disminuida y de este modo obtendremos una lipólisis ligera; por otro lado, esta lipólisis extensa es aceptable en los quesos madurados.

Al momento de la comercialización de los quesos según Ellner, (2000) menciona que se encuentran varios problemas en algunos tipos de quesos, entre estos está el enranciamiento de los mismos, este fenómeno se da debido a que existe un alteración el proceso de lipólisis, muchos productores en ocasiones no saben el porqué de este fenómeno presente en el queso, la respuesta al mismo, es que hubo un mal control de la temperatura al momento de ser pasteurizada la materia prima(leche), es por esto que en los quesos tipo frescos que no han sido utilizados ningún cultivo láctico, se da una lipólisis que afecta a la calidad del mismo, por otro lado hablando que quesos madurados por medio de hongos o cultivos lácticos la lipólisis es beneficiosa, ya que este proceso bioquímico en este tipo de quesos aumenta la calidad de los mismos, este proceso bioquímico mejora las características sensoriales en los quesos madurados, cabe recalcar que existe una gran diferencia entre los quesos madurados que han sido elaborados con leche cruda artesanalmente y los quesos con leche pasteurizada a nivel industrial, la diferencia es que los elaborados con leche cruda presentan mayor cantidad de ácidos grasos libres los cuales dan un mejor sabor y aroma al queso madurado, mientras que los quesos elaborados con leche pasteurizada tienen menor cantidad de ácidos grasos libres, por ende tienen menor sabor y aroma en comparación con el queso madurado artesanal ya antes mencionados. El aumento de lipólisis y proteólisis son procesos bioquímicos fundamentales en el desarrollo y aroma de los quesos.

### **1.3.Justificación**

Actualmente el queso es uno de los productos consumidos a nivel mundial, su producción es del 25.2% con respecto al uso de la leche para los productos lácteos a nivel mundial, ya que el 23.1% está destinado la producción de mantequilla, el 42.9% destinado a leche fresca y otras, el 3.7% destinado a leche entera en polvo y por último el 5.1% a leche en polvo descremada. (FAO, 2013).

Según el estudio realizado por Pulso Ecuador, el 84% de los hogares ecuatorianos consumen regularmente queso y afirman que la variedad de preferencia en el país es el queso fresco. (CMV,2019).

La producción de quesos maduros en Ecuador es relativamente baja, debido a que el 40 % de la producción de leche está destinada para quesos tipo frescos, el 30 % mozzarella y el resto está entre queso andino y de fórmulas europeas. La baja producción de quesos madurados en Ecuador se debe a que, para la producción de estos, se requiere del doble de litros de leche a diferencia de los quesos tiernos, donde solo se necesita 3,3 litros de leche para un queso de 550 gramos, además para un proceso adecuado de maduración se requiere de al menos tres meses de maduración, cuartos fríos y un conocimiento técnico para la maduración adecuada del producto. (Narváez,2017)

La baja producción de queso maduro en Ecuador es debido a que es una tradición producir el queso fresco, además de su bajo precio este tipo de quesos es el preferido en nuestro país. En Ecuador el queso es un producto revalorizado por ello los últimos 5 años el precio medio ha experimentado una subida del 3,42%, el queso maduro es el que se comercializa a un precio medio mayor (13,14 USD/kilo en 2019) y el queso fresco es el más económico (8,42 USD/kilo en 2019). En lo relativo a las importaciones de este tipo de producto el queso danés es el que más se vende, seguido el queso italiano y por último el queso español, este se sitúa en la media de los precios de los quesos importados con un precio de 7,67 USD/kilo en 2018, es por ello que en el mercado Ecuatoriano hay varios quesos españoles a la venta, sin embargo la mayoría de los Ecuatorianos prefieren adquirir sus alimentos a través del canal tradicional, es decir de forma presencial; en supermercados, tiendas, entre otros; donde es más habitual la venta del queso fresco, por ello que la venta del mismo es mucho más grande en comparación con la de queso maduro.(ICEX, 2020)

Dentro de la composición nutricional los quesos maduros presentan mayores beneficios con respecto a la cantidad de proteína, calcio, potasio, sodio y vitaminas, por cada 100 gramos de queso fresco aporta 14,03 g de proteínas, 190,5 mg de calcio, 200 mg de potasio, 294 mg de sodio y 0 g de vitamina. Por otro lado, los quesos maduros azules aportan 21,13 g de proteína 526 mg de calcio, 128 mg de potasio, 936 mg de sodio y 0,23 g de vitamina. (Gottau, 2018)

Ante el problema que existe en los quesos que sufren el proceso bioquímico de lipólisis y que tienden a enranciarse, es importante conocer los factores y características que ocasionan este fenómeno, en el caso de los quesos tipo frescos este problema será controlado mediante el proceso de pasteurización, por otro lado, es importante conocer que en el caso de los quesos madurados este proceso bioquímico potencia el sabor y aroma de los mismos. La presente investigación surge de la necesidad de conocer la causa del enranciamiento de los quesos tipo frescos al momento de ser comercializados, logrando así conocer los factores y características que afectan la calidad del producto, una de las características importantes son las lipasas originarias de la leche llamadas lipoproteínas, estas al no ser sometida a una rigurosa pasterización logran tener una lipólisis extensa, es por esto que comercialmente se utiliza el cuajo líquido a nivel industrial, ya que las pastas de cuajo artesanales puede contener ciertas cantidades de esterasas pregástricas, las cuales son responsables de una lipólisis extensa y por ende tiende a enranciarse en el caso de los quesos tipo frescos, por otro lado en los quesos tipo madurados ocurre todo lo contrario debido a que estos quesos son madurados con hongos y esto potencia una lipólisis extensa en los mismos, logrando contribuir con el aroma y sabor. (Ramírez, 2019)

La elección del queso azul como factor de estudio fue debido a su alta concentración de ácidos grasos libres más de 25 000 mg/ kg, presentado un nivel de lipólisis alta, con un sabor característico picante, este tipo de queso es fermentado por mohos azules de genero *Penicillium*, por otro lado, en quesos frescos este proceso de lipólisis no es destacada y para lograr una mejor comparación se tomó como referencia el queso azul debido a sus características propias (Ramírez,2019)

Debido a que el queso es un producto de consumo diario en todo el mundo, se vio la necesidad de investigar para dar a conocer factores y consecuencias de una lipólisis ya sea ligera o extensa dependiendo del tipo de queso, logrando así ver la más adecuada para cada tipo, para con esto ayudar a los productores, contribuir a la industria y consumidores del país. El objetivo de esta investigación comparar la lipólisis de queso tipo fresco y quesos madurados (Quesos azules), factores que afectan y consecuencias.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivo General**

- ✓ Comparar la lipólisis de queso tipo fresco y quesos madurados (Quesos azules), factores que afectan y consecuencias.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- ✓ Realizar una revisión bibliográfica del proceso bioquímico de lipólisis de los quesos tipo frescos y maduros.
- ✓ Comparar las características de queso fresco y queso maduro con respecto al proceso bioquímico lipólisis.
- ✓ Comparación de la lipólisis de los quesos azules madurados (Roquefort, Gorgonzola, Cabrales, Gamonedo y La Peral)

## CAPÍTULO II

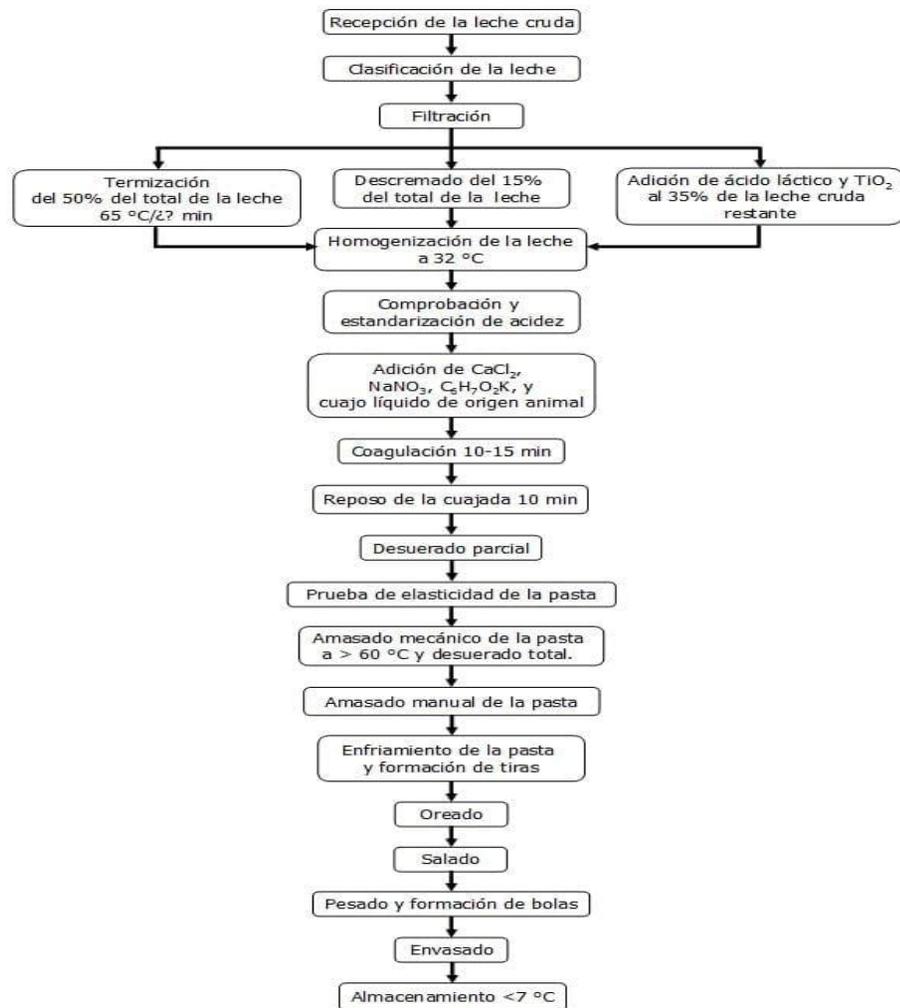
### 2. ESTADO DEL ARTE Y MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Queso fresco

Es el queso no madurado, ni escaldado, moldeado, de textura relativamente firme, levemente granular, preparado con leche entera, semidescremada, coagulada con enzimas y ácidos orgánicos, generalmente sin cultivos lácticos, también se lo designa como queso blanco. (INEN, 2012)

#### Ilustración 1

*Diagrama de elaboración de queso fresco*



Fuente: Miranda et al, (2011)

## **2.2. Queso maduro**

Según la NTE INEN, (2012) se entiende por queso sometido a maduración que no está lista para el consumo poco después de la fabricación, sino debe mantenerse durante cierto tiempo a una temperatura y en unas condiciones tales que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos necesarios y característicos del queso en cuestión.

### ***2.2.1. Queso madurado por hongos***

Se entiende por queso madurado por hongos un queso curado en el que la maduración se ha producido principalmente como consecuencia del desarrollo característico de mohos por todo el interior y sobre la superficie del queso (INEN, 2012)

### ***2.2.2. Quesos Azules***

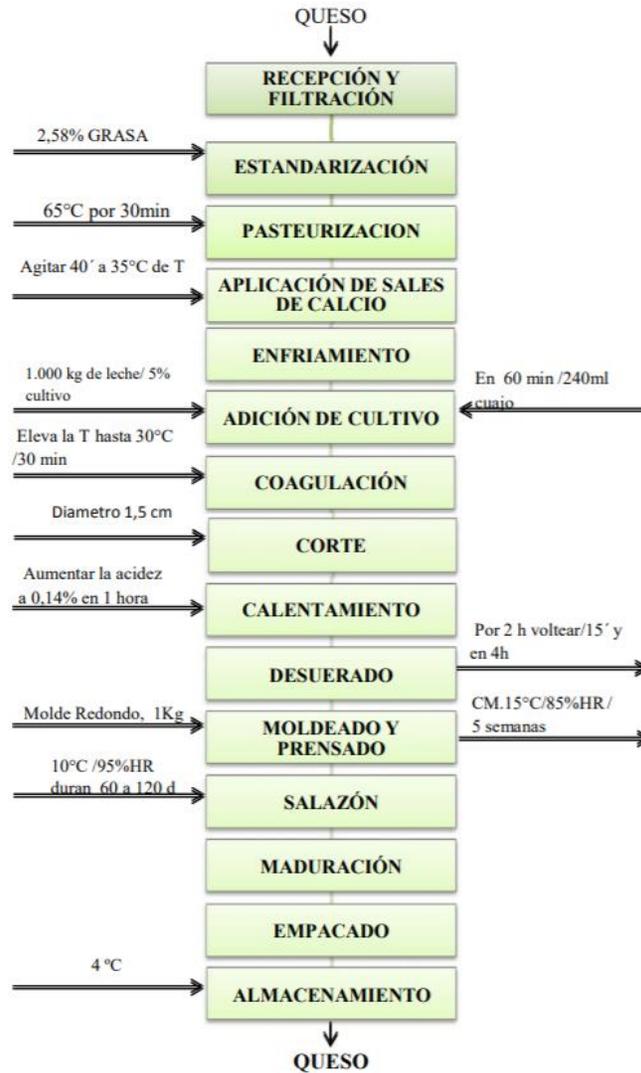
Según Alonso et al, (2001) indica que los quesos azules son madurados por mohos, existen alrededor de 20 tipos de quesos azules, estos son madurados gracias al crecimiento y actividad metabólica del *Penicillium roqueforti*, durante la maduración de los quesos azules, la grasa sufre una marcada lipólisis, este hecho quedara más tarde reflejado en el aroma y el sabor de estos quesos, el cual está dominado por los ácidos grasos libres y metil-cetonas producidas por oxidación de los ácidos grasos liberados.

Según García, (1997) indica que hay varios tipos de quesos azules madurados por mohos elaborados en el principado de Asturias, el más representativo de las variedades de quesos artesanales es el queso cabrales, sin dejar atrás el queso Gamonedo que últimamente ha estado tomando relevancia. Aspectos bioquímicos y microbiológicos durante la maduración de los quesos Cabrales y Gamonedo han sido estudiados por varios investigadores. El queso azul se caracteriza por el crecimiento del moho *Penicillium roqueforti* en su interior, que le confiere su apariencia, aroma y sabor típicos. Muchos países fabrican sus propios tipos de queso azul, cada uno con sus diferentes características. Pueden elaborarse con distintos tipos de leche de vaca, oveja, cabra o mezcla, cruda o pasteurizada. Los quesos azules son en general muy heterogéneos, con pronunciados gradientes de pH, sal y actividad de agua. Presentan un alto grado de lipólisis y de proteólisis en comparación con otros quesos.

## **Diagrama de flujo de la elaboración del queso azul**

## Ilustración 2

Diagrama de la elaboración del queso azul



Fuente: Rosero y Guacales, (2013)

### 2.3. Maduración de quesos

Según Iglesias, (2001) indica que en el queso se produce un cúmulo de sustancias responsables del sabor y aroma producidos por transformaciones metabólicas de los componentes mayoritarios de la leche, es decir, lactosa, triglicéridos y caseínas. El nivel de lipólisis de un queso puede ser considerado como el índice de la maduración, determinándose mediante técnicas cromatográficas. La cromatografía de gases de la columna capilar se utiliza de forma generalizada para determinar el contenido en

triglicéridos, ácidos grasos de triglicéridos y ácidos grasos libres durante las distintas etapas en la maduración del queso.

## **2.4. Lipólisis**

La lipólisis es un proceso bioquímico que consiste en la transformación de triglicéridos en glicéridos parciales y ácidos grasos libres. (García, 1997). Por otro lado, Ramonda, (2009) menciona que la extensión de la lipólisis durante la maduración varía ampliamente con la variedad del queso. En quesos tales como Cheddar, Emmental, Gruyere y tipo Gouda, el nivel de lipólisis es bajo, mientras que, en quesos madurados con hongos, como los azules, y en quesos duros, se observa una extensa lipólisis. Obviamente, la concentración de ácidos grasos libres aumenta durante la maduración y tiene un importante impacto en el sabor del queso. Una determinada concentración de ácidos grasos libres es necesaria en el balance correcto para lograr el sabor óptimo, pero un exceso de los mismos o un balance incorrecto genera sabores extraños, especialmente en variedades de quesos suaves. En general, la concentración de ácidos grasos libres se considera poco útil como indicador de la edad del queso en comparación a otros productos generados en la proteólisis y en la glucólisis.

### ***2.4.1. Tipos de lipólisis***

La concentración de AGL existentes en la leche representa la suma de los AGL iniciales, a los que se deben adicionar los AGL que aparecen como consecuencia de las lipólisis posteriores al ordeño. Según Taverna et al, (2013) identifico que existe 3 tipos de lipólisis:

**La lipólisis espontánea:** variaciones relacionadas al estado fisiológico, nutricional y sanitario, de los animales. El término espontáneo refleja que, a excepción de ciertos casos particulares, esta no existe lipólisis en la leche contenida en la ubre u ordeñada a mano y mantenida a 37°C debido a que la lipasa no puede actuar sobre el glóbulo de grasa nativo no dañado.

**La lipólisis inducida:** resulta de la acción de la lipasa natural (secretada por la ubre) sobre los glóbulos grasos de la leche, después que éstos sufrieron daños (rupturas) causados por cambios térmicos (refrigeración, calentamiento) y efectos mecánicos

(turbulencia, batido, etc.). Estos factores amplían el frente de ataque de las lipasas favoreciendo su acción sobre los triglicéridos.

**La lipólisis microbiana:** resulta de la acción de las lipasas secretadas por los microorganismos, fundamentalmente bacterias psicotrofas que constituyen la flora predominante en leche refrigerada. Este tipo de lipólisis está estrechamente ligada a los problemas de calidad bacteriológica de la leche.

## **2.5. Ácidos grasos**

Según Taverna et al, (2013) menciona que los ácidos grasos libres presentes en los quesos proviene, por un parte de la acción de las lipasas sobre los triglicéridos y por otra parte del metabolismo de los carbohidratos y aminoácidos por las bacterias, los ácidos grasos liberados mediante el proceso lipolítico contiene entre 4 y 12 átomos de carbono, poseen aromas específicos(rancio y picante) y su intensidad depende de la concentración y distribución entre las fases acuosas y grasa, pH del medio, presencia de cationes y productos de la degradación de proteínas.

## **2.6.Cromatografía**

Según Gallegos, (2017) menciona que la cromatografía es una de las técnicas de separación más comúnmente usadas para analizar sustancias que puedan ser vaporizadas a temperatura de inyección, incluyéndose en este grupo los compuestos del aroma, del sabor y los causantes de olores anómalos en el queso. La cromatografía de gases es una técnica valiosa usada para caracterizar compuestos activos, compuestos de impacto responsables del olor característico de una muestra de queso. El estudio de la evolución del perfil volátil de un queso de cabra elaborado con leche cruda, aplicando el método de Micro extracción en Fase Sólida-Cromatografía de Gases-Espectrometría de Masas (SPME–GC–MS, de sus siglas en inglés) detectó un total de 64 compuestos (14 ácidos, 18 alcoholes, 13 ésteres, 6 cetonas y 13 de otros grupos), siendo los ácidos carboxílicos los más abundantes. El contenido de compuestos volátiles fue modificado significativamente ( $P < 0.05$ ) durante la maduración. Por otro lado Mendoza, (2012) al hablar de sabores y aromas en los alimentos, generalmente se refiere a un conjunto de moléculas químicas que son responsables de dar ese efecto, gracias a las diferentes rutas metabólicas que permiten la formación de algunas moléculas complejas a partir de otras muy simples o en caso contrario a partir de moléculas simples que forman unas más complejas, todo esto va ligado a la percepción de ellas,

también son llamadas moléculas presentes en la percepción del gusto o del aroma involucrado los sentidos. Por ello Gallegos, (2017) menciona que los aromas en la industria quesera son amplios, la técnica de referencia en la mayoría de los casos ha sido la cromatografía de gases acoplada a la Espectrometría de Masas (MS, de su nombre en inglés).

### ***2.6.1. Análisis de los sabores***

Según Mendoza, (2012) menciona que los sabores se han asociado a los compuestos volátiles, por ello es necesario un aislamiento inicial de gran masa de los constituyentes del alimento combinado con una concentración adecuada, para no causar cambios en la calidad del aroma o sabor. La utilización de técnicas como la cromatografía de gases y la espectrometría de masas, estas técnicas nos ayudan a estudiar sustancias responsables del sabor y aroma, por otro lado. La adsorción de este tipo de compuestos en polímeros porosos, seguida de su desorción térmica o elusión con disolventes, constituye un medio para minimizar la destrucción de compuestos sensibles durante su aislamiento, sin embargo para los compuestos de alto punto de ebullición y algunos presentes en concentraciones bajas es importante aplicar la técnica de destilación, para asegurar la recuperación adecuada posterior a su identificación separando componentes individuales, por ello es recomendable la utilización de columnas capilares con sílice fundida en cromatografía de gases o cromatografía líquida de alto rendimiento para separar compuestos de alto punto de ebullición y sus componentes. Por otro lado, Nicanor, (2012) indica que la maduración es un proceso bioquímico complejo, pero de decisiva importancia. La caseína insoluble se convierte gradualmente en otros proteínas más solubles y de más fácil digestión. La lactosa experimenta distintas fermentaciones en las cuales se transforma en ácidos láctico y butírico, que determinan el sabor y el aroma

### ***2.6.2. Percepción del aroma y sabor a queso***

Según Gallegos, (2017) menciona que el aroma y el sabor son atributos esenciales para la aceptación del queso por parte del consumidor. El aroma del queso proviene de una mezcla equilibrada de compuestos orgánicos volátiles, con diversidad de grupos funcionales, mientras que los compuestos no volátiles (ácidos orgánicos, sales minerales, aminoácidos libres o péptidos hidrolizados) se asocian al sabor. La percepción del aroma y el sabor del queso resulta de interacciones sensoriales complejas; éstas ocurren antes,

durante y después del consumo e incluyen apariencia, aroma y textura. La percepción de sabor es compleja y se entiende como la sensación que surge en receptores cerebrales a partir de la integración o interacción de señales químicas provenientes de la estimulación simultánea de varios sentidos. En la percepción del sabor son importantes la matriz alimentaria y el valor de actividad odorífera, es decir, la relación entre la concentración de un compuesto en un producto y el umbral nasal o retronasal de ese compuesto cuando se encuentra en el producto o en una matriz muy similar. Por otra parte, se ha demostrado que el aroma está influenciado por los sabores dulce, salado, ácido, amargo y umami, los sabores influyen en el aroma. Es decir, en la mezcla de sabor y aroma ocurren interacciones sensoriales cruzadas. De acuerdo a lo anterior, el sabor a queso durante el consumo estará determinado no sólo por la percepción de un compuesto individual sino por una mezcla de compuestos volátiles responsables del sabor. Niveles de sabor y aroma conjuntos producen percepciones características y específicas para un tipo particular de queso. Sin embargo, un cambio en la concentración de los componentes volátiles o no volátiles puede cambiar su equilibrio y alterar el sabor percibido. De esta manera las combinaciones anómalas ocasionan sabores anómalos en un producto. Las moléculas odoríferas clave para el olor y el sabor del queso pueden ser analizadas por una técnica instrumental de vanguardia, la espectrometría de movilidad iónica. La espectrometría de movilidad iónica es una técnica instrumental usada para caracterizar y separar sustancias químicas ionizables, volátiles y semivolátiles, teniendo en cuenta la velocidad de los iones en estado gaseoso, factor que depende de la forma, tamaño y carga del ion. La separación ocurre por efecto de un campo eléctrico a presión y temperatura ambiental, en el análisis de alimentos la IMS (Espectrometría de Movilidad Iónica) es una técnica que concuerda con las características de un sistema analítico de vanguardia porque mediante un análisis rápido, y con poca o ninguna preparación de la muestra se obtiene información cualitativa (positiva o negativa) sobre aspectos o parámetros de interés para la calidad de un alimento. Por ello la utilidad de la IMS para determinar metabolitos volátiles contribuyen al aroma de un queso, o que están asociados específicamente al proceso de maduración.

### ***2.6.3. El desarrollo del aroma en el queso***

Según Gallegos, (2017) menciona que el aroma y sabor (flavour) de un queso resulta de un proceso bioquímico que está influenciado por el tipo y la composición

química de la leche, por la forma de procesamiento y por los microorganismos que contribuyen con su sistema enzimático. En este apartado, y tras revisar el procesamiento y la microbiota del queso, se describirá lo más relevante de la bioquímica del flavour. Las rutas metabólicas que ocurren en el queso durante la maduración se agrupan en: metabolismo de lactosa residual, lactato y citrato; lipólisis y metabolismo de los ácidos grasos resultantes; y proteólisis de la caseína, conversión a péptidos y aminoácidos y el catabolismo de los aminoácidos a compuestos volátiles del olor y sabor. Por otra parte, la producción de sabor y aroma está condicionada por la actividad de enzimas que degradan la leche, así como por la complementación de rutas metabólicas por distintas cepas microbianas. Las propiedades sensoriales de los quesos, la especificidad e intensidad del olor y sabor están determinadas por actividades catabólicas microbianas: el metabolismo de la lactosa, la proteólisis, así como la degradación de aminoácidos, lipólisis y oxidación de ácidos grasos durante la maduración.

#### ***2.6.4. Principales derivados aromáticos***

Según Castillo, (2010) menciona que las metil cetonas están presentes en la mayoría de los quesos duros, siendo parte de los principales componentes del aroma. Para algunas metilcetonas como por ejemplo la nonanona, se describen aromas frutales o florales en los quesos elaborados de manera industrial. Las lactonas son compuestos cíclicos formados por la esterificación intramolecular de ácidos grasos hidroxilo. Las lactonas principales en queso son las g y d lactonas, las cuales poseen 5 y 6 anillos, respectivamente, son estables y de sabor fuerte y pueden ser formadas a partir de g y d ácidos grasos hidroxilo, su formación es espontánea una vez que el ácido graso es liberado durante la lipólisis. Las lactonas son componentes relevantes en el sabor de algunos quesos y parecen estar relacionadas a la utilización de leche pasteurizada. Los esterres presentan diferentes olores frutales, y la presencia de muchos esterres diferentes en los quesos es probablemente la fuente de un aroma suave y agradable.

#### ***2.6.5. Uso de la espectrometría de movilidad iónica para el estudio de compuestos volátiles***

Según Gallegos, (2017) menciona que los compuestos del queso responsables del olor pertenecen a varios grupos químicos como alcoholes, aldehídos, cetonas, ésteres, lactonas, furanos, compuestos nitrogenados y compuestos del azufre, terpenos y sus

derivados, compuestos aromáticos y ácidos grasos libres. En cada tipo de queso, la presencia de estos compuestos depende de factores tecnológicos, básicamente relacionados con cultivos microbianos y procesos fermentativos que ocurren durante la formación del queso, especialmente en la maduración, fase en la cual se define el aroma por la conversión de compuestos químicos y bioquímicos de la leche. Por otro lado, el número de factores que están implicados en el desarrollo del aroma y sabor del queso son múltiples y concuerdan con la diversidad y complejidad de este alimento. A modo de ejemplo, en la elaboración de queso, el origen de la leche y tratamiento (leche cruda o pasteurizada) influyen sobre el aroma por la presencia de metabolitos diferentes. En general, los quesos de leche cruda tienen aromas más intensos y mayor diversidad de compuestos volátiles que los quesos de leche pasteurizada. El uso de leche cruda en la elaboración de queso, puede ampliar la producción de compuestos volátiles, especialmente ácidos, alcoholes y ésteres, probablemente debido a que el tratamiento térmico (pasteurización) inactiva enzimas y microorganismos de la leche, afectando finalmente a la formación del aroma. En general, una microbiota típica de alta biodiversidad determina que los quesos de leche cruda sean más propicios para desarrollar sabores más intensos en comparación con los quesos elaborados con leche pasteurizada. Muchas cepas aisladas a partir de quesos de leche cruda se han asociado con la formación de perfiles volátiles complejos, logrando la más alta puntuación para algunos atributos sensoriales. Por el contrario, en algunos casos, la mayor abundancia de compuestos volátiles puede tener poco o ningún significado para el aroma en productos lácteos y sólo una pequeña fracción de estos compuestos son realmente responsables del aroma del queso. El sabor y el aroma son atributos de calidad muy importantes para el queso, especialmente en su comercialización, debido a que el consumidor selecciona un queso basándose en primer lugar en las características del aroma/sabor antes que en cualquier otro atributo. En particular, este tipo de estudio puede ser útil para definir la calidad del queso, para caracterizarlo y evaluar los cambios durante la maduración y el almacenamiento. Justamente, en la fase de maduración es deseable acelerar y diversificar el aroma, lo cual resulta de importancia, pues su desarrollo es relativamente lento, costoso y finalmente define la selección del producto por el consumidor, así como el valor comercial de un queso. Igualmente, el sector quesero mantiene el interés en la preservación de aromas típicos de los quesos tradicionales, así

como en la formación y el desarrollo de nuevos aromas; de ahí la necesidad de estudiar los aromas de los quesos tradicionales, así como los aromas producidos por cepas de BAL de interés tecnológico en quesería. Desde el punto de vista analítico, el análisis del aroma y sabor de un queso es complejo y difícil de implementar como ensayo de rutina a nivel industrial, situación que se explica por las diferentes etapas a incluir en el protocolo analítico como son la extracción de analitos de la matriz, la separación y su cuantificación. En el primer trabajo experimental realizado en esta Tesis Doctoral, el espacio de cabeza estático se seleccionó para extraer compuestos volátiles de las muestras de queso. El muestreo consiste en extraer la atmósfera alrededor de la matriz del queso colocada dentro de un vial, después de que se haya conseguido un equilibrio. Esta forma de extracción es una herramienta valiosa para el análisis por MCC-IMS, porque combina simplicidad, procedimientos libres de solventes y usa pequeñas cantidades de muestra. Por esta razón el método HS (Headspace Solid) fue el método de extracción seleccionado para el análisis de muestras de queso mediante MCC-IMS. El perfil aromático de un queso puede estar conformado por compuestos volátiles muy representativos, de impacto en el aroma o, al contrario, con compuestos con poco o ningún significado para el flavour. Pero en todo caso, los compuestos volátiles están ligados a un significado y utilidad práctica. Efectivamente, los metabolitos volátiles pueden determinar la calidad de un queso y contribuir a la estandarización de los quesos a través de un mejor control del proceso. Por otro lado, la cromatografía de gases acoplada a detectores convencionales (como los de ionización de llama o MS) es la técnica de referencia para el análisis de compuestos volátiles. En el queso, este análisis siempre fue problemático debido a la complejidad de las muestras y a la naturaleza de los analitos, a la baja concentración de algunos analitos de interés y a sus interacciones. Se usa la Espectrometría de Movilidad Iónica como opción para la investigación analítica del aroma, permitiendo avanzar estudios sobre su desarrollo en nuevos productos, o resolver problemas en la industria del queso incluso sin la necesidad de caracterizar el perfil completo de compuestos volátiles presentes en una muestra, haciendo solamente uso de metabolitos marcadores. Sin embargo, el estudio instrumental del aroma no descarta incorporar estudios de evaluación sensorial, necesarios en muchos otros aspectos, relacionados fundamentalmente con estudios de aceptabilidad y análisis comparativos, entre otras muchas e importantes aplicaciones. Frente a la GC-MS, la IMS

resulta una alternativa adecuada para el análisis del aroma del queso, y de control de la actividad de BAL en la producción de compuestos volátiles. La IMS es un instrumento simple, portátil, de menor coste y excelente sensibilidad que puede cubrir la necesidad actual de disponer de métodos analíticos simplificados con suficiente velocidad de respuesta y fiabilidad de resultados.

### Compuestos volátiles

#### Ilustración 3 (tabla)

##### *Perfil aromático*

FAMILIA QUÍMICA					
Ácido orgánico	Éter	Alcohol	Cetona	Azufrado	Otros
Ácido acético	3- metil, propil- botanoato	Etanol	Acetona	Metanotiol	3-metil, butanal
Ácido butanoico	3- metil, butil- butanoato	2- metil, 1- propanol	2-pentanona	Sulfuro de carbono	1-metoxi, 4- metil, benceno
Ácido 3-metil butanoico		3-metil, 2- butanol	dimetil disulfuro		
Ácido hexanoico		1-metoxi, 2- propanol	2-heptanona		
Ácido octanoico		3-metil, 2- propanol	3-hidroxi, 2- butanona		
Ácido decanoico		3-metil, 1- butanol	2-nonanona		
		1-pentanol	8-nonen, 2-ona		
			2-undecanona		

Fuente: Montero et al, (2014)

#### 2.7. Composición enzimática de las pastas de cuajo consiste:

Según Iglesias, (2001) menciona que las Enzimas coagulantes están constituidas por proteasas ácidas principalmente quimosina y pepsina, la composición enzimática varía mucho de unos cuajos a otros, dependiendo fundamentalmente de la especie animal, de la modalidad de preparación y del sistema de conservación, por otro lado las enzimas lipolíticas son la fracción enzimática más compleja, debido a la presencia de sistemas múltiples, específicos para cada especie, además como ya se había explicado anteriormente la actividad lipolítica está influida por la especificidad de la enzima hacia el sustrato y depende de la naturaleza del tipo de triglicérido y estado de emulsión en el que se encuentra. Las enzimas lipolíticas presentes en las pastas de cuajo se secretan durante la

lactancia en el epitelio glandular de la región pregástrica, definida como el área que está delimitada en la parte anterior por la región sublingual y en la parte posterior por la parte del esófago donde finaliza la faringe. Posteriormente dichas enzimas son conducidas hasta el estómago con la leche ingerida durante la digestión, donde catalizan la hidrólisis de los triglicéridos, diglicéridos y monoglicéridos para dar ácidos grasos y diglicéridos, monoglicéridos y glicerol respectivamente, por tanto, la enzima lipolítica presente en las pastas de cuajo es la mejor caracterizada y es la que se conoce como esterasa pregástrica.

## **2.8. Lipasa nativa leche**

Según Taverna et al, (2013) menciona que las lipasas y las esterases animales, se obtienen generalmente de tejidos pancreáticos porcino y tejidos pregástricos procedentes de cabritos, corderos y terneros, siendo así que en ocasiones algunas pastas de cuajo sean artesanales o comerciales, contienen esterasa pregástrica (PGE), la cual es responsable de una lipólisis extensa. Tradicionalmente, las pastas de cuajo se han utilizado para la producción de algunos quesos artesanales españoles, así como algunas variedades de quesos duros italianos, las pastas de cuajo aportan además de las funciones de coagulación de la leche, sistema lipolítico, esencialmente pregástrico, necesario para el desarrollo del gusto picante, típico de estos quesos; dicho sabor picante aparece ligado principalmente a la liberación de ácidos grasos de la cadena corta. Las pastas de cuajo generalmente son preparados artesanalmente macerando estómagos de los rumiantes lactantes, incluido su contenido (leche coagulada), la diferencia con las pastas de cuajo comerciales, es que estas se preparan a partir de estómagos previamente vaciados y lavados.

## **2.9. Sistema lipasa/esterasa**

Según Miranda, (2019) menciona que las lipasas en los quesos son originadas de 6 fuentes distintas: la leche, el coagulante, el cultivo iniciador, el cultivo iniciador adjunto, la microflora no iniciadora y en caso de ser utilizadas, de lipasas exógenas. En la manufactura industrializada del queso el origen de las lipasas, en variedades caracterizadas por una lipólisis extensa, es usualmente a partir del coagulante (cuajo) y del cultivo iniciador adjunto (mohos). En la leche existe una lipasa propia lipoproteínas (LPL). Las LPL son importantes en los quesos elaborados con leche cruda, debido a que su actividad es reducida con la pasteurización. El cuajo líquido comercial utilizado en la producción

actual de la mayoría de las variedades de queso es libre de la actividad lipolítica, pero algunas pastas de cuajo sean artesanales o comerciales, utilizadas para coagular la leche en ciertas variedades de queso contienen esterasa pregástrica (PGE), la cual es responsable de una lipólisis extensa en estos quesos. La PGE es secretada por las glándulas que se encuentran en la base de la lengua y mezclada junto con el alimento en el abomaso. La pasta de cuajo es preparada a partir del abomaso parcialmente desecado y pulverizado. Esta pasta es añadida a la leche como mezcla (en agua o leche). La PGE tiene una glicoproteína, la cual es altamente específica para ácidos grasos de cadena corta en la posición sn-3. El tipo y la magnitud de la degradación de la grasa dependen de los microorganismos que participan en la maduración. En la mayoría de los quesos se trata de que sea lo más reducida posible, con excepciones tales como el Roquefort y el Gorgonzola. La lipólisis se estimula homogeneizando la leche y agregando microorganismos específicos, que juegan un papel preponderante en la producción de compuesto volátiles, tales como ácidos grasos libres (AGL) de bajo peso molecular y otros que son precursores de sustancias como metil cetonas, lactonas y ésteres, responsables del aroma y del sabor de algunos quesos.

#### **2.10. Factores y consecuencias que afectan la calidad del queso**

Según Ramírez, (2019) menciona que sin tomar en cuenta el origen de la leche, las propiedades físicas del queso se rigen por la interacción entre las moléculas de caseína. Algunos de los factores que influyen en estas interacciones varían en función del tipo de queso, el grado de maduración, su composición química (en particular, el contenido de caseína y la distribución de la humedad y la grasa), el contenido de sal, pH y acidez, así como determinadas condiciones. Los ácidos grasos de bajo peso molecular son consecuencia de la fermentación bacteriana, mientras que los ácidos grasos restantes son el resultado de la acción de la lipasa. Los ácidos grasos liberados durante este proceso juegan un papel importante en el sabor de muchos quesos, sin embargo, la lipasa propia de la leche y las enzimas lipolíticas de la microflora contribuyen a la lipólisis en los quesos, pero esta actividad enzimática se ve disminuida debido a los procesos de pasteurización.

La lipólisis es un fenómeno poco destacado en la mayoría de quesos producidos en nuestro país (Ecuador), debido a nuestra cultura esta inclinada al consumo de quesos frescos.

### ***2.10.1. Cambios bioquímicos y propiedades fisicoquímicas del queso***

Según Ramírez, (2019) menciona que existen dos fenómenos opuestos que controlan la firmeza del queso; el primero consiste en la acción de las diferentes enzimas proteolíticas sobre la matriz proteica, principalmente sobre la beta s1-caseína, que da como resultado una disminución de la firmeza y en consecuencia, modificaciones en algunas propiedades como el color, la elasticidad y textura del queso; el segundo es el efecto de pérdida de humedad, que al provocar una disminución de la hidratación de las proteínas conduce a una mayor interacción de las mismas provocando el aumento de la firmeza de la matriz proteica. Otro de los cambios bioquímicos que ocurren en el queso es la lipólisis, en la estructura del queso, la grasa se encuentra distribuida como material de relleno en la matriz proteica, por lo tanto, si se incrementa su contenido en la formulación, el queso presentará menor firmeza y mayor elasticidad, mientras que cuando su contenido se reduzca (ya sea por acción lipolítica o intencional para fines de obtener un producto con bajo contenido en grasa) se obtendrán quesos más duros y rígidos.

### ***2.10.2. Condiciones de proceso***

La composición original del queso es determinante en las características texturales del mismo, otros aspectos como la tecnología aplicada, la adición de cultivos iniciadores y las condiciones de maduración tendrían mayor impacto, determinando con ello la identidad y aceptabilidad del queso (Ramírez, 2019)

### ***2.10.3. Alteraciones causadas por microorganismos***

Según Ramírez y Vélez, (2014) indica que las propiedades físicas del queso pueden verse afectadas como consecuencia de procesos bioquímicos, tales como la proteólisis y la lipólisis. Las enzimas involucradas en estos procesos pueden estar presentes en el cuajo, la leche o bien pueden ser producidas por microorganismos. Algunos microorganismos utilizados como cultivos iniciadores, además de metabolizar la lactosa, pueden producir y liberar otros compuestos en el queso. El principal mecanismo a través del cual un cultivo iniciador puede afectar las propiedades texturales, reológicas y funcionales del queso, tiene que ver con su capacidad de producción de ácido, afectando la red proteica y a su capacidad para retener agua. Un aumento en el contenido de humedad provocará una textura más

blanda, menor firmeza, y en el caso del queso de pasta hilada, una mayor capacidad de fusión.

### **2.11. Influencia de los microorganismos**

Según Ramírez, (2019) menciona nuevamente que las lipasas presentes en la leche son, con respecto al contenido y composición de los ácidos grasos libres (AGL) de los quesos, poco específicas y pueden hidrolizar a los triacilglicerolos (TAG) en función de sus pesos moleculares, con una liberación preferencial de los ácidos grasos presentes en las posiciones externas de la cadena del glicerol. En los quesos también puede haber lipasas específicas respecto a la naturaleza del ácido graso. Por ejemplo, en los quesos Camembert, la lipasa del *Geotricum candidum* libera preferentemente ácido oleico y otros ácidos grasos de 18 carbonos insaturados. Sin embargo, el *Penicillium camemberti* produce gran cantidad de una lipasa extracelular que es muy activa sobre los TAG (Hidrólisis de triacilglicerolos) de bajo peso molecular. Los quesos de maduración bacteriana larga presentan gran lipólisis (como el Parmesano, queso de sabor ácido). Esto se manifiesta por un alto contenido de AGL (entre 10,000 y 27,000 mg/Kg); su composición es diferente a la de la grasa de leche, evidenciando así una hidrólisis de los ácidos grasos de cadena larga. Los quesos con un contenido bajo de AGL, (1,000 a 2,500 mg/kg) son los de corta maduración, del orden de algunas semanas; su perfil de ácidos grasos libres es similar al de la grasa de leche. Se trata de quesos blandos, en algunos casos con ojos y grasosos o firmes y suaves como el Cuartirolo y el Port Salut (con menos contenido graso). Los quesos de fermentación con moho blanco presentan una lipólisis media (generalmente mayor de 3,000 mg/kg) con un aumento de los AGL de cadena corta. Se trata de quesos como el Brie y el Camembert de pasta blanda cremosos y de fuerte sabor y como el Münster con corteza lavada y olor fuerte. El Camembert presenta microflora en su superficie y por lo tanto, una mayor lipólisis en ésta, que en el interior (del orden de 5,000 mg/kg en el exterior y de 1,000 mg/kg en la masa). Los quesos con fermentación por mohos azules, como el Roquefort, presentan una larga maduración, con vetas azules y sabor picante; su lipólisis es muy importante (más de 25,000 mg/kg), tanto en la superficie como en el interior, debido a la inoculación de esporas de *Penicillium* en toda su masa. A pesar de numerosos estudios, el sistema lipasa/esterasa de cultivos iniciadores, ha recibido mucho menos atención que su sistema proteolítico. Los *Lactococcus sp.* son débilmente lipolíticos, pero pueden ser responsables en la liberación

de altos niveles de ácidos grasos cuando se presentan en un elevado conteo celular o en periodos de maduración prolongados. Los lactobacilos homofermentativos obligados usados como iniciadores (*Lb. helveticus*, *Lb. delbrueckii subsp. bulgaricus* y *Lb. delbrueckii subsp. lactis*) también producen esterases. Los lactobacilos heterofermentativos facultativos (*Lb. casei*, *Lb. paracasei* y *Lb. plantarum*), los cuales son dominantes dentro de las bacterias lácticas no iniciadoras en muchas variedades de quesos, son débilmente lipolíticos. *Micrococcus* y *Pediococcus*, también presentan un efecto lipolítico débil. Bacterias psicrotroficas como por ejemplo las *Pseudomonas sp*, producen lipasas termoestables, las cuales son absorbidas en los glóbulos grasos de la leche y sobreviven a la pasteurización normal (15° C por 15 s) y UHT (138-149°C por 2s). Por otro lado, según Taverna et al, (2013) la termorresistencia de las enzimas lipolíticas es una propiedad frecuente pero no generalizada de las lipasas de las bacterias psicotrofas. El porcentaje de inactivación son variables según las especies.

#### **2.11.1. Otros factores**

Según Ramírez, (2019) menciona que el uso de cuajo artesanal da como resultado quesos de mayor dureza (bajo prueba de compresión y penetración), adhesividad y elasticidad con respecto al cuajo comercial. Esto se puede deber a la mayor capacidad proteolítica del coagulante artesanal frente al comercial, derivando en una mayor cremosidad de este tipo de quesos. Algunos estudios demuestran que el cambio de dieta del animal lactante modifica la composición de la leche y, en consecuencia, puede ocasionar un cambio de leve a moderado en las propiedades reológicas y texturales de queso. Siendo así que la oxidación de las grasas de los quesos es otro fenómeno presente en el queso en mayor o menor extensión. En quesos frescos la exposición a la luz es la causa principal de oxidación, aparición de aromas atípicos (desagradables) y cambios en el color.

#### **2.12. Efecto de la pasteurización**

Según Ramírez, (2019) menciona que la pasteurización elimina bacterias patógenas, coliformes, psicrotrofas, y reduce el número de *lactobacilos mesofílicos* y aunque este tratamiento en la leche incrementa la seguridad microbiológica de los quesos, la microflora natural y las enzimas lácteas son eliminadas o alteradas durante el proceso.

Un tratamiento a 78 °C por 10 segundos es requerido para la completa inactivación de las lipasas lácteas. Encontraron que entre 73 – 95% de las lipasas lácteas son inactivadas durante la pasteurización.

### **2.13. Importancia de la lipólisis**

Según Ramírez, (2019) menciona que la grasa láctea es esencial para el desarrollo de un sabor adecuado en el queso durante su maduración, en el caso del queso Cheddar y otros normalmente elaborados a partir de leche entera no desarrollan un sabor adecuado cuando son elaborados a partir de leche descremada o leche en la cual la grasa ha sido reemplazada por otros lípidos; por lo que el desarrollo de un sabor satisfactorio es uno de los principales problemas encontrados en la manufactura de las variedades de quesos denominadas como “reducidas en grasa”. Como en todos los alimentos ricos en grasas, los lípidos presentes en el queso, pueden sufrir una degradación oxidativa o hidrolítica, debido al potencial negativo de óxido-reducción en quesos. La hidrólisis enzimática de los triglicéridos en la cual se liberan ácidos grasos y glicerol, mono y di gliceroles (lipólisis) es esencial en el desarrollo en muchas variedades de quesos. Los ácidos grasos libres, no sólo se producen debido a la acción de las lipasas, sino que también se liberan durante el metabolismo de los carbohidratos y aminoácidos por las bacterias. La grasa de la leche está recubierta por una membrana que normalmente protege al glóbulo graso de la lipasa en la leche cruda. La lipasa es relativamente inestable y puede ser inactivada por la sal, ácido, luz, oxidación y calor. La membrana del glóbulo graso puede deteriorarse por agitación mecánica, ataque enzimático y otros factores exponiendo los lípidos a las lipasas. Los ácidos grasos de bajo peso molecular son consecuencia de la fermentación bacteriana, mientras que los ácidos grasos restantes son el resultado de la acción de la lipasa. Se ha demostrado que los ácidos grasos libres deben estar presentes dentro de un rango específico y a un nivel óptimo de concentración para un sabor deseable. Cantidades excesivas de ácidos grasos libres se asocian con rancidez hidrolítica y causan sabores desagradables, entre los factores que influyen en la liberación de los ácidos grasos libres se deben destacar las condiciones físico-químicas del queso, en especial el pH, la acidez, los cloruros y las proteínas, las condiciones bacteriológicas, el tratamiento previo (pasteurización) y las temperaturas de mantenimiento. La grasa láctea contiene altas concentraciones de ácidos grasos cortos y de cadenas intermedias que, cuando son liberados, contribuyen

directamente al sabor del queso. Tanto la calidad de la leche como el proceso de fabricación y la etapa de maduración influyen en la calidad final del queso.

### ***2.13.1. Funcionamiento de las lipasas de la leche***

Según Taverna et al, (2013) menciona que la materia grasa inicialmente secretada está constituida por aproximadamente un 98% de triglicéridos. La hidrólisis enzimática de estos triglicéridos por acción de lipasas provoca un incremento en la concentración de los ácidos grasos libres (AGL) en la leche. Estos AGL, particularmente los que tienen entre 4 y 12 átomos de carbono, son responsables de la aparición de gustos anormales en los productos terminados (gusto rancio, jabón, etc.). Los di- y monoglicéridos que también aparecen como resultado de la alteración provocan gustos amargos. Por último, como los AGL son más sensibles a la oxidación que los ácidos grasos esterificados, los productos presentan menor tiempo de conservación y vida útil. Por otro lado, las lipasas naturales de la secretadas en grandes cantidades por las células mamarias en la leche de vacas en el período post-calostroal es una lipoproteína-lipasa (LPL). Esta enzima interviene en el metabolismo del animal permitiendo la extracción de los lípidos sanguíneos por las células mamarias. Esta enzima es termolábil (se destruye en 10 segundos a 85° C), su óptima actividad se registra a un pH alcalino (8-9) e hidroliza preferentemente las uniones ester situadas en posiciones extremas sobre la molécula de glicerol. La especificidad de acción de la LPL por estas posiciones explica que los AGL producidos por la lipasa natural sean más ricos en ácidos grasos cortos (C4 y C8).

### ***2.13.2. Hidrólisis***

Según Lacasa, (2003) menciona que la hidrólisis de los triglicéridos, con liberación de ácidos grasos, es el resultado de una acción enzimática que puede aparecer en todos los productos lácteos y es la causa de uno de los dos grandes defectos que puede presentar el enranciamiento o rancidez hidrolítica. En condiciones habituales, la lipólisis es muy parcial, ya que la acumulación de ácidos solubles inhibe la acción enzimática, no obstante, son suficientes cantidades pequeñas de ácido butírico para que el olor a rancio de acuse.

#### ***2.13.2.1. Hidrolisis de las lipasas***

Por otro lado, Lacasa, (2003) menciona que Dentro de la hidrólisis entran en juego dos clases de lipasas, las que existen de forma natural en la leche y las producidas por determinados microorganismos, es difícil diferenciar su acción, las lipasas microbianas son

probablemente más activas en los productos con alto contenido de bacterias, las vacas con sus alteraciones ováricas producen leche que contiene una lipasa anormal. La actividad de la lipasa normal de la leche es aún más notable a la temperatura de 0°C; por el contrario, esta enzima se destruye en el curso de la pasteurización, algunas lipasas microbianas son más termorresistentes. La actividad lipásica se mide habitualmente mediante la valoración acidimétrica. En la leche, la acción de las lipasas se halla limitada por la protección que ofrece la membrana globular, los tratamientos que la alteran favorecen el enranciamiento; homogenización, agitación, cambios bruscos y repetidos de temperatura.

## **CAPÍTULO III.**

### **3. METODOLOGÍA**

#### **3.1. Tipo de Investigación**

Este trabajo de revisión bibliográfica está enfocado en la búsqueda de información acerca de la lipólisis de queso tipo fresco y quesos madurados (quesos azules), factores que afectan y consecuencias que influyen directa o indirectamente a la calidad de algunos quesos y por otro lado este proceso bioquímico lipólisis presenta información relevante acerca de los beneficios del mismo en los quesos madurados específicamente, mostrando así en el estudio de forma cualitativa los factores y características que conllevan el proceso del lipólisis en los quesos. La búsqueda fue realizada desde el 30 de julio hasta el 4 de septiembre.

#### **3.2. Diseño de Investigación**

##### ***3.2.1. Selección de estudios***

Esta investigación se realizó mediante la recopilación de datos de información obtenidos de la web, revisando artículos científicos, tesis, y libros. El proceso de selección de información se realizó mediante la declaración PRISMA, se evaluó los resúmenes de artículos científicos con las temáticas relacionadas a; tipo de quesos, nivel de lipólisis y características propias de los quesos, con la finalidad de determinar su elegibilidad, logrando así priorizar la información adecuada para el trabajo de investigación. Para llevar cabo la revisión sistemática mediante la declaración PRISMA, se consideró 4 fases las cuales son: Identificación, Cribado, Elección e Inclusión.

##### ***3.2.2. Identificación***

Se enfocó en el número de registros o citas identificadas en las búsquedas, mediante el cual se determinó el tipo de fuente, mediante artículos, libros, tesis entre otros, se identificó también la base de datos, utilizando los buscadores como; PubMed, Google Académico, Google Books, Refseek, utilizando palabras clave como “nivel de lipólisis”; “ácidos grasos”; “proceso de obtención”; “tipo de queso”; “pasteurización”; “industrial” y “artesanal”, además se identificó también el idioma, tipo de queso, nivel de lipólisis y tipo de procesamiento, dentro de toda la identificación se realizó el análisis estadístico

cualitativo de las variables de identificación, utilizando el paquete de software de herramientas estadísticas MINITAB Versión 18.

### 3.2.2.1. Análisis estadístico de las variables discretas de los estudios identificados.

#### Tipo de fuente

**Tabla 1**

*Tipo de fuente*

Tipo	Conteo	Porcentaje
ARTÍCULO	13	32,50
BLOG	1	2,50
LIBRO	6	15,00
TESIS	20	50,00
N=	40	

Fuente: Quevedo. L, (2020)

Entre los estudios analizados 50 % corresponde a tesis, el 32,5 % corresponde a artículos, el 15% corresponde a libros de los cuales se estudian en su mayoría técnicas de lipólisis y el 2,5% restante corresponde a blogs con información relevante acerca del estudio de lipólisis en los quesos.

#### Base de datos

**Tabla 2**

*Base de datos*

Base de datos	Conteo	Porcentaje
GOOGLE ACADÉMICO	21	52,50
GOOGLE BOOKS	8	20,00
PUBMED	1	2,50
REFSEEK	9	22,50
SCIELO	1	2,50
N=	40	

Fuente: Quevedo. L, (2020)

Dentro de los estudios encontrados se utilizó diferentes bases de datos dentro de las cuales se encontró información relevante acerca del proceso de lipólisis que se efectúa en los diferentes tipos de quesos. El 52,5% en Google Académico, el 22,5% en Refseek, el 20% en Google Books, el 2,5% en Scielo y 2,5% restante corresponde a Pubmed.

### Idioma

**Tabla 3**

*Idioma*

Idioma	Conteo	Porcentaje
ESPAÑOL	39	97,50
INGLES	1	2,50
N=	40	

Fuente: Quevedo. L, (2020)

En esta investigación se encontró amplia información en el idioma español 97,5% y el porcentaje restante de 2,5% corresponde a un estudio en el idioma Ingles.

### Tipo de queso

**Tabla 4**

*Tipo de queso*

Tipos de queso	Conteo	Porcentaje
QUESO FRESCO	5	12,50
QUESO FRESCO Y SEMI-MADURADO	2	5,00
QUESO MADURADO	20	50,00
QUESO SEMIMADURADO	5	12,50
TÉCNICA	8	20,00
N=	40	

Fuente: Quevedo. L, (2020)

En esta investigación se encontraron estudios en su mayoría en quesos maduros ya que el proceso de lipólisis es más común en los mismos, a su vez se tomaron en cuenta las técnicas de estudio debido a que aquí muestra cómo se da el proceso completo.

### Nivel de lipólisis

**Tabla 5***Nivel de lipólisis*

Nivel de Lipólisis	Conteo	Porcentaje
ALTA	14	35,00
BAJA	10	25,00
MEDIA	7	17,50
NO REFIERE	9	22,50
N=	40	

Fuente: Quevedo. L, (2020)

En esta investigación es relevante saber el nivel de lipólisis de modo que se puedan ver las características que existen en cada uno de ellos, por lo tanto los estudios muestran que 35% corresponde a un nivel de lipólisis alto que corresponde a los quesos maduros en específico, el 25% corresponde a un nivel bajo de lipólisis que está en la línea de los quesos semi-maduros y frescos, el 17,5% corresponde a una lipólisis media que se enfoca en los quesos semi-maduros y el 22,5% restante no refiere un nivel de lipólisis debido a que estos estudios corresponden a técnicas empleadas en el proceso de análisis de la lipólisis.

**Tipo de procesamiento****Tabla 6***Tipo de procesamiento*

Proceso	Conteo	Porcentaje
ARTESANAL	11	27,50
INDUSTRIAL	20	50,00
NO REFIERE	7	17,50
SEMI-INDUSTRIAL	2	5,00
N=	40	

Fuente: Quevedo. L, (2020)

En esta investigación se tomó en cuenta el tipo de obtención del queso, ya sea a nivel industrial o artesanal ya que existe un grande cambio del nivel de lipólisis entre los dos procesos, el 50 % de los estudios refieren un proceso industrial, el 27,5% refieren un proceso artesanal, el 5% proceso semiindustrial y el 17,5% no refiere en el estudio.

**3.2.3. Cribado**

Se enfocó en el número de registros o citas eliminadas o filtradas en el estudio, para el cual se utilizaron los siguientes filtros de cribaje: (1) información de libros acerca de técnicas utilizadas, (2) nivel de lipólisis en los quesos, (3) tipo de quesos, (4) proceso de obtención (artesanal o industrial). Se excluyeron los estudios en los que no se determina de una manera específica los procedimientos y técnicas para determinar el proceso de lipólisis, por lo tanto, no cuentan con la información completa acerca del tema.

#### ***3.2.4. Elección***

Se enfocó en el número total de estudios a texto completo analizados para decidir su elegibilidad, en el cual en este estudio se eligió aquellos que realizaban el proceso de lipólisis ya sea en un queso tipo fresco o tipo maduro, identificando ácidos grasos libres presentes, nivel de lipólisis, técnicas y características de los mismos.

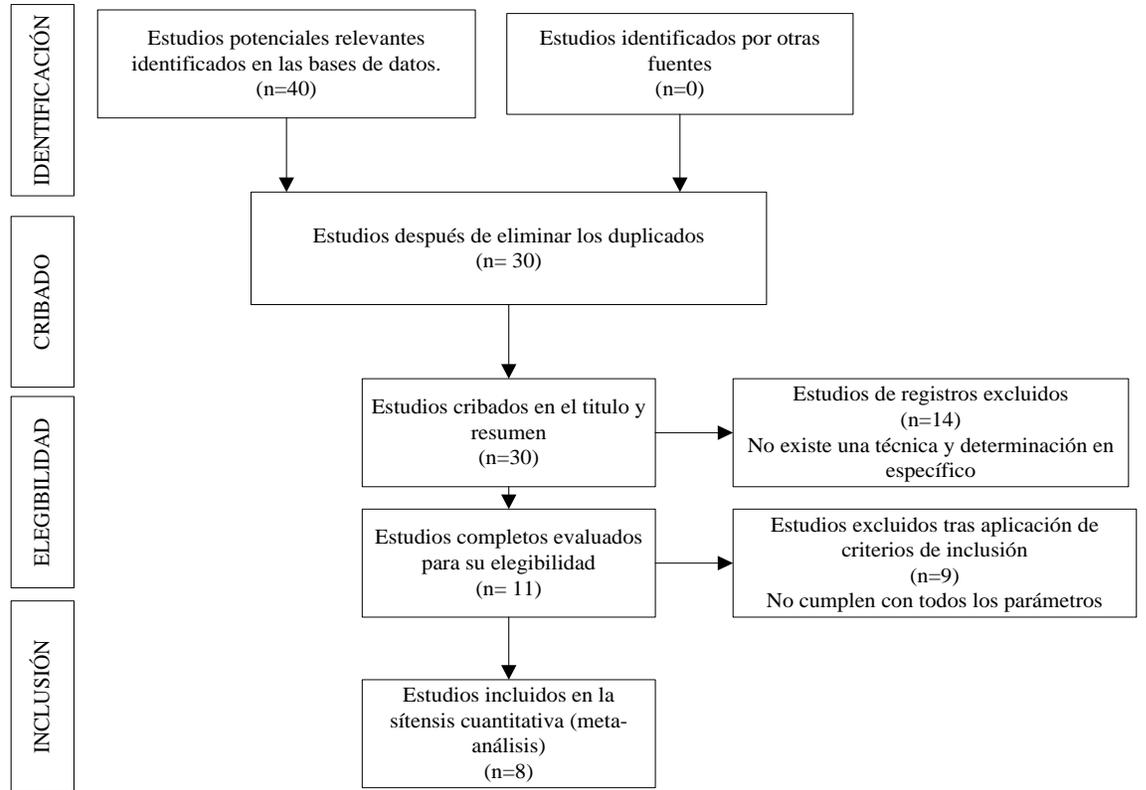
#### ***3.2.5. Inclusión***

Se enfocó en el número total de estudios incluidos en la síntesis de revisión sistemática, en el cual se incluyeron todos los estudios que cumplieron a cabalidad con la información completa acerca del tema de estudio, con toda la literatura obtenida, se realizó cuadros comparativos del nivel de lipólisis entre el queso tipo fresco y quesos tipo madurados (quesos azules). Para el análisis de la información se realizó estadística descriptiva, utilizando el paquete de software de herramientas estadísticas MINITAB Versión 18.

Los estudios están sintetizados en la Ilustración 4, en donde se puede encontrar un resumen de la búsqueda bibliográfica y número de artículos seleccionados en el proceso metodológico.

#### Ilustración 4

Diagrama de flujo sobre el proceso sistemático de la muestra



Fuente: Quevedo. L, (2020)

## CAPÍTULO IV

### 4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. Resultados de la búsqueda y características de los estudios

Tras la selección de los documentos que conforman el meta-análisis se incluyeron 8 estudios relevantes que cumplen con todos los parámetros a analizar, mediante dos cuadros comparativos en los cuales se plasmaran características y efectos de la lipólisis tanto en los quesos frescos y quesos maduros.

**Tabla 7**

*Estudios seleccionados*

Tipo de Estudio	Tema	Nombre de la revista o universidad	Base de datos	País	Idioma	Año	Tipos de queso	Tipo de ácidos grasos	Nivel de Lipólisis	Unidades experimentales del estudio	Proceso
TESIS	Células somáticas y extracción con CO <sub>2</sub> supercrítico perfeccionamiento para la producción de queso de cabra bajo en grasa	UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIAS	GOOGLE ACADÉMICO	ESPAÑA	ESPAÑOL	2011	QUESO FRESCO	NO REFIERE	BAJA	2	ARTESANAL
LIBRO	Avances en microbiología bioquímica y tecnología de quesos	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL	GOOGLE BOOKS	ARGENTINA	ESPAÑOL	2006	TÉCNICA	NO REFIERE	NO REFIERE	0	NO REFIERE
LIBRO	Procesos de elaboración de quesos	Eleaning, S.L.	GOOGLE BOOKS	ESPAÑA	ESPAÑOL	2015	TÉCNICA	NO REFIERE	NO REFIERE	0	NO REFIERE
BLOG	Cómo diferenciar distintos tipos de quesos	Supermercadosmas	GOOGLE BOOKS	NO REFIERE	ESPAÑOL	2019	TÉCNICA	NO REFIERE	NO REFIERE	0	NO REFIERE
LIBRO	Productos Lácteos	Universidad Politécnica de Catalunya.	GOOGLE BOOKS	ESPAÑA	ESPAÑOL	2004	TÉCNICA	ÁCIDOS MIRÍSTICO, PALMÍTICO, PALMITOLEICO, HEPTADECANOICO, HEPTADECANOICO, ESTEÁRICO, OLEICO	ALTA	0	INDUSTRIAL

<i>LIBRO</i>	Ciencia de la leche.	Reverte	GOOGLE BOOKS	MÉXICO	ESPAÑOL	1985	TÉCNICA	ÁCIDOS MIRÍSTICO, PALMÍTICO, PALMITOLEICO, HEPTADECANOICO, HEPTADECANOICO, ESTEÁRICO, OLEICO	ALTA	0	INDUSTRIAL
<i>TESIS</i>	PERFILES DE LIPÓLISIS Y CARACTERÍSTICAS SENSORIALES DE QUESOS SEMIDUROS CON BACTERIAS PROBIÓTICAS COMO FERMENTO ADJUNTO “INFLUENCIA DE LA ACTIVIDAD DE LAS ENZIMAS NATIVAS DE LA LECHE	INSTITUTO DE LACTOLOGÍA INDUSTRIAL (INLAIN)	GOOGLE ACADÉMICO	ARGENTINA	ESPAÑOL	2008	QUESO SEMIMADURADO	ÁCIDOS OLEICO Y PALMÍTICO	BAJA	21	INDUSTRIAL
<i>TESIS</i>	LIPOPROTEÍNA LIPASA Y PLASMINA EN LA LIPÓLISIS Y LA PROTEÓLISIS DE QUESOS DUROS DE PASTA COCIDA”	UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL	GOOGLE ACADÉMICO	ARGENTINA	ESPAÑOL	2013	QUESO MADURADO	ÁCIDOS MIRÍSTICO, PALMÍTICO, PALMITOLEICO, HEPTADECANOICO, HEPTADECANOICO, ESTEÁRICO, OLEICO	MEDIA	12	ARTESANAL

Fuente: Quevedo. L, (2020)

**4.2. Análisis estadístico descriptivo de las variables discretas de los estudios seleccionados**

**4.2.3. Tipo de Estudio**

**Tabla 8**

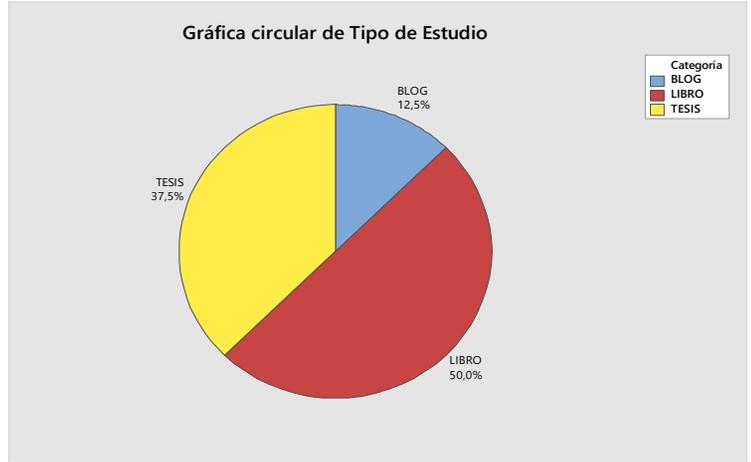
*Tipo de estudio*

Tipo de Estudio	Conteo	Porcentaje
BLOG	1	12,50
LIBRO	4	50,00
TESIS	3	37,50
N=	8	

Fuente: Quevedo. L, (2020)

**Ilustración 5**

*Tipo de estudio*



Fuente: Quevedo. L, (2020)

Se muestra que un 50 % de estudios fueron tomados de libros, el 37,50% tesis y el 12,50% de blogs, dentro del estudio de las técnicas de lipólisis, dentro de los libros se encontró una amplia información.

**4.2.4. Nombre de la revista o Universidad**

**Tabla 9**

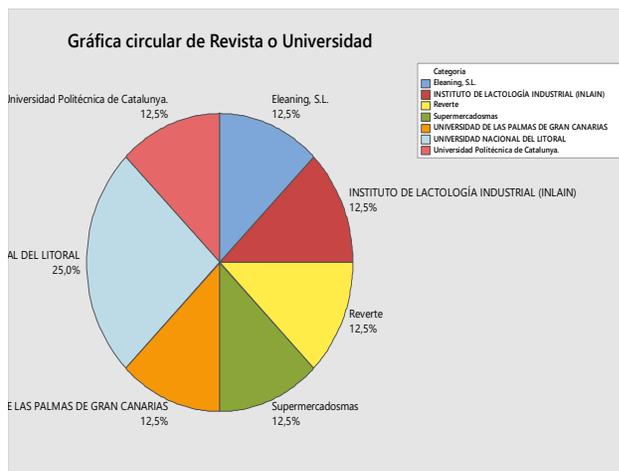
*Nombre de Revista o Universidad*

Nombre de la revista o Universidad	Conteo	Porcentaje
ELEANING, S.L.	1	12,50
INSTITUTO DE LACTOLOGÍA INDUSTRIAL (INLAIN)	1	12,50
REVERTE	1	12,50
SUPERMERCADOSMAS	1	12,50
UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIAS	1	12,50
UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAL	2	25,00
UNIVERSIDAD POLITÉCNICA DE CATALUNYA.	1	12,50
N=	8	

Fuente: Quevedo. L, (2020)

## Ilustración 6

### Revista o Universidad



Fuente: Quevedo. L, (2020)

### 4.2.5. Base de datos

**Tabla 10**

#### Base de datos

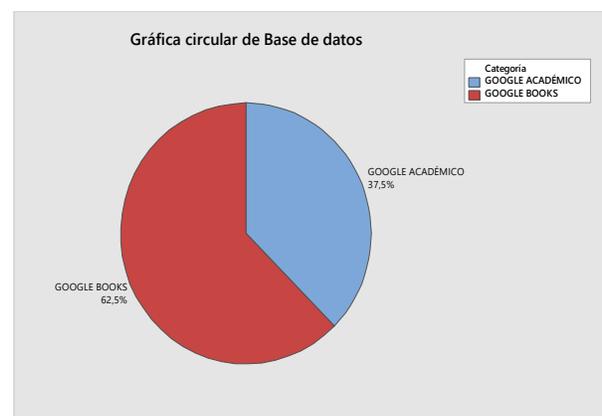
Base de datos	Conteo	Porcentaje
GOOGLE ACADÉMICO	3	37,50
GOOGLE BOOKS	5	62,50
N=	8	

Fuente: Quevedo. L, (2020)

Se encontró información en múltiples universidades, pero con mayor porcentaje 25% en una Universidad Litoral, 12% tanto en el Editorial revertte y Eleaning, S.L. perteneciente a libros y universidades como; “Universidad las Palmas de Gran Canarias”, “Universidad Politécnica de Catalunya”, Instituto de Lactología Industrial y un blog con amplia información llamado Supermercadosmas.

## Ilustración 7

### Base de datos



Fuente: Quevedo. L, (2020)

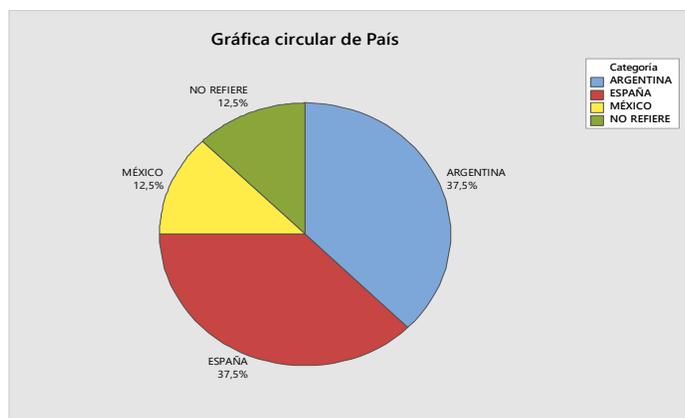
Dentro de esta investigación los buscadores con más información son 37,50% correspondiente a Google Académico y el 62,50% restante corresponde a Google Books.

### 4.2.6. País

**Tabla 11***País*

País	Conteo	Porcentaje
ARGENTINA	3	37,50
ESPAÑA	3	37,50
MÉXICO	1	12,50
NO REFIERE	1	12,50
N=	8	

Fuente: Quevedo. L, (2020)

**Ilustración 8***País*

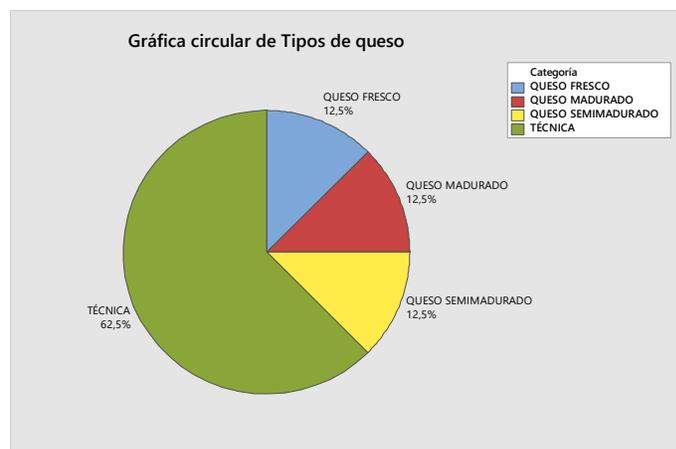
Fuente: Quevedo. L, (2020)

Los estudios encontrados por países 37% corresponde a España, 37% Argentina respectivamente, el 12 % corresponde a México y el 12,50% no refiere el país en el estudio.

**4.2.7. Tipo de quesos****Tabla 12***Tipos de quesos*

Tipos de queso	Conteo	Porcentaje
QUESO FRESCO	1	12,50
QUESO MADURADO	1	12,50
QUESO SEMIMADURADO	1	12,50
TÉCNICA	5	62,50
N=	8	

Fuente: Quevedo. L, (2020)

**Ilustración 9***Tipos de queso*

Fuente: Quevedo. L, (2020)

Dentro de los estudios analizados 62,50% corresponde a técnicas empeladas en el proceso de lipólisis, 12,50% corresponde a queso madurado, 12,50% queso fresco y 12,50% queso semimadurado respectivamente.

**4.2.8. Tipo de ácidos grasos**

**Tabla 13**

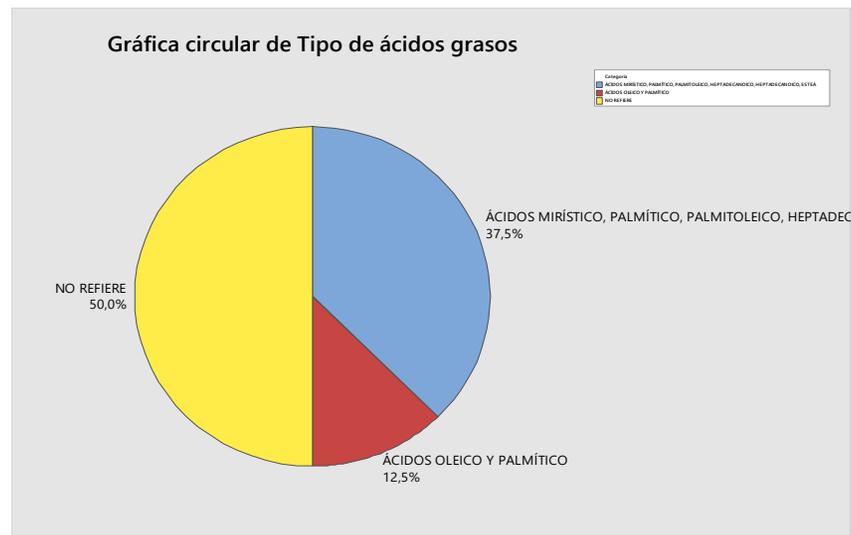
*Tipo de AGL*

Tipo de ácidos grasos	Conteo	Porcentaje
ÁCIDOS MIRÍSTICO, PALMÍTICO, PALMITOLEICO, HEPTADECANOICO, ESTEÁRICO Y OLEICO	3	37,50
ÁCIDOS OLEICO Y PALMÍTICO	1	12,50
NO REFIERE	4	50,00
N	8	

Fuente: Quevedo. L, (2020)

**Ilustración 10**

*Tipo de AGL*



Fuente: Quevedo. L, (2020)

Dentro de los ácidos grasos libres existen los AGL de la cadena corta y larga dentro de los cuales 37,50% del estudio corresponden a los ácidos mirístico, palmítico, palmitoleico, heptadecanoico, esteárico, oleico, el 12,50% ácidos oleico y palmítico y el 50% restante dentro del estudio no refiere el tipo de ácidos grasos a analizar.

#### **4.2.9. Nivel de Lipólisis**

**Tabla 14**

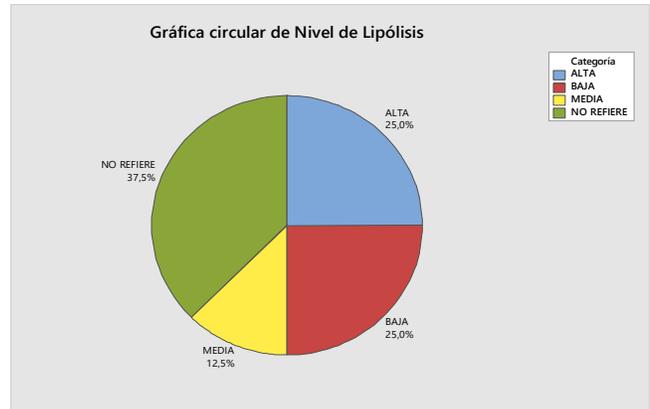
*Nivel de lipólisis*

Nivel de Lipólisis	Conteo	Porcentaje
ALTA	2	25,00
BAJA	2	25,00
MEDIA	1	12,50
NO REFIERE	3	37,50
N=	8	

Fuente: Quevedo. L, (2020)

**Ilustración 11**

*Nivel de lipólisis*



Fuente: Quevedo. L, (2020)

Dentro del estudio se evaluó el nivel de lipólisis en los quesos el 25% de los estudios muestran una lipólisis alta, el 25% corresponde a un nivel bajo, el 12,50% corresponde a un nivel de lipólisis medio y el 37,50 % restante no refiere en el estudio.

**4.2.10. Proceso**

**Tabla 15**

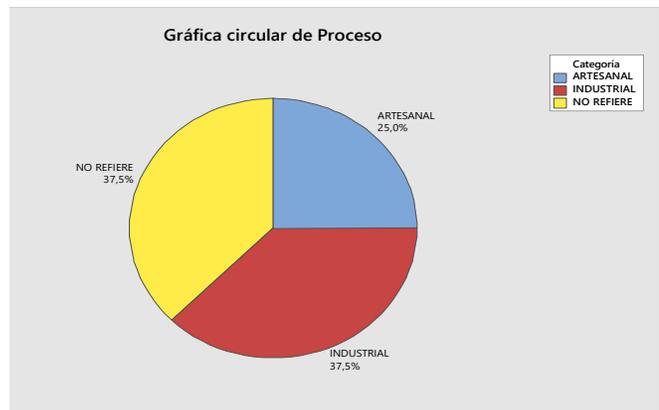
*Proceso*

Proceso	Conteo	Porcentaje
ARTESANAL	2	25,00
INDUSTRIAL	3	37,50
NO REFIERE	3	37,50
N=	8	

Fuente: Quevedo. L, (2020)

**Ilustración 12**

*Proceso*



Fuente: Quevedo. L, (2020)

Dentro del estudio se tomó en cuenta el procesamiento tanto industrial como artesanal debido a que esto influye de manera significativa en el nivel de lipólisis, el 37,50% corresponde a proceso industrial de los quesos, el 25% proceso artesanal y el 37,50% restante no refiere en el estudio.

#### 4.3. CUADRO COMPARTIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO BIOQUÍMICO LIPÓLISIS DE LOS QUESOS TIPO FRESCOS Y LOS QUESOS MADURADOS

**Tabla 16**

*Cuadro comparativo de los quesos tipo frescos y maduros*

CARACTERÍSTICAS	QUESOS FRESCOS	QUESOS MADUROS
Procesamiento	Se obtienen predominantemente por coagulación acida	Sufren un proceso de maduración por hongos y bacterias que actúan sobre las proteínas degradándolas.
Nivel de lipólisis	<p><b>Rangos de nivel de lipólisis</b></p> AGL (entre 1,000 a 2,500 mg/kg) -lipólisis baja	<p><b>Rangos de nivel de lipólisis</b></p> AGL (entre 10,000 y 27,000 mg/Kg)-lipólisis alta AGL (generalmente mayor de 3,000 mg/kg)-lipólisis media
Maduración	El queso fresco no se madura, sino que directamente se le añade sal.	El queso maduro necesita realizar el proceso de maduración en cámaras o cavas con una temperatura que oscila entre los 8 y 12°C, estableciéndose un periodo de maduración de entre 10 y 30 días como mínimo. (Datsa, 2017)
Textura	Pasta muy blanda	Pasta dura - Ideales para rallar (Parmesano) Pasta semidura- (Edam, Gruyere) Pasta blanda- (Brie, Camembert)

Pasta semiblanda- Quesos Azules (Cabrales o Roquefort)

Homogenización La homogenización de la leche de quesería frecuentemente en la elaboración de los quesos frescos, mejora su calidad y su textura es más suave, fina, más lisa y más blanca.

La homogenización de la leche en quesos maduros con mohos en su interior, al romper la membrana de los glóbulos grasos, favorece la lipólisis, en este tipo de quesos maduros es aconsejable realizar la homogenización de la nata de la leche, a presiones de entre 5000 y 15000 kPa e incorporarla posteriormente, debido a que la homogenización directamente a la leche puede afectar a las micelas de caseína y al equilibrio salino de la leche produciendo efectos complejos en las características reológicas.

	Queso fresco (por cada 100 g)			Queso azul (por cada 100 g)		
	Cal	Proteínas(g)	Grasas(g)	Cal	Proteínas(g)	Grasas(g)
Composición nutricional	200 kcal	14,03	14,9	352,6 kcal	21,13	29,8
	Colesterol(mg)	Calcio(mg)	Vitamina(ug)	Colesterol(mg)	Calcio(mg)	Vitamina(ug)
	14,5	190,5	0	88	526	0,23
	Fuente: (Gottau, 2016)			Fuente: (Gottau, 2016)		

Fuente: Quevedo. L, (2020)

#### 4.4. CUADRO COMPARTIVO DE LAS CARACTERÍSTICAS DEL PROCESO BIOQUÍMICO DE LA LIPÓLISIS ENTRE LOS QUESOS AZULES

**Tabla 17**

*Comparación de las características de la lipólisis entre los quesos azules*

CARACTERÍSTICAS	TIPO DE QUESO				
	Roquefort	Gorgonzola	Cabrales	Gamonedo	La Peral
<i>Hongo Penicillium roqueforti</i>	Quesos de pasta azul y con bacterias tipo <i>Bacterium linens</i> ), el hongo de genero <i>Penicillium roqueforti</i> forma acido butírico, responsable del sabor picante, mohos en su interior.	Quesos de pasta azul, con fermentos lácticos y el hongo de genero <i>Penicillium roqueforti</i> produce enzimas que liberan aminoácidos que aceleran la descomposición de las proteínas del queso (caseína), dando	Quesos de pasta azul, el hongo de genero <i>Penicillium roqueforti</i> es responsable de su sabor característico.	Quesos de pasta azul, el hongo de genero <i>Penicillium roqueforti</i> responsable de su fuerte sabor y aroma característico.	Quesos de pasta azul, el hongo de genero <i>Penicillium roqueforti</i> , responsable su acción lipolítica y aroma típico.

		un olor extraño y sabor agudo.			
Aroma (Cetonas)	Se encuentra entre un 50 y un 75% del perfil aromático	Se encuentra entre un 47 y 55% del perfil aromático)	Se encuentra entre un 55 y un 75% del perfil aromático.	Se encuentra entre 50 y un 75% del perfil aromático	Se encuentra entre un 55 y un 75% del perfil aromático
Concentración de AGL	25.969 mg/Kg	27,000 mg/Kg	33.153 mg/Kg	75.685 mg/Kg	17453 mg/Kg
Maduración	90 a 150 días Temperatura de 8-10 ° C y humedad entre 90 - 95%	50 a 80(picante) días. Temperatura de 2-7° C y humedad entre 90 - 99%.	90 a 180 días. Temperatura de 8- 12° C y humedad entre 85 - 90%.	60 a 180 días Temperatura de 9-11°C y una humedad del 85-99%	60 a 150 días Temperatura de 2-7°C y una humedad del 90-99%
Tipo de AGL (ácidos grasos libres)	Ácidos grasos de cadena larga: (C18:1), (C16:0) y (C14:0)	Ácidos grasos de la cadena corta y larga, ácidos (C2:0),(C4:0), (C6:0),(C8:0), (C10:0),(C10:1),	Ácidos grasos de la cadena corta y larga, ácidos (C2:0),(C4:0), (C6:0),(C8:0),	Ácidos grasos de la cadena corta y larga, ácidos (C2:0),(C4:0), (C6:0),(C8:0),	Ácidos grasos de la cadena corta y larga, ácidos (C2:0),(C4:0), (C6:0),(C8:0),

		(C12:0),(C14:0), (C14:1),(C15:0), (C16:0),(C16:1), (C18:0),(C18:1), (C18:2) y (C18:3)	(C10:0),(C10:1), (C12:0),(C14:0), (C14:1),(C15:0), (C16:0),(C16:1), (C18:0),(C18:1), (C18:2) y (C18:3)	(C10:0),(C10:1), (C12:0),(C14:0), (C14:1),(C15:0), (C16:0),(C16:1), (C18:0),(C18:1), (C18:2) y (C18:3)	(C10:0),(C10:1), (C12:0),(C14:0), (C14:1),(C15:0), (C16:0),(C16:1), (C18:0),(C18:1), (C18:2) y (C18:3)
		Ácidos grasos saturados: (C2:0), (C4:0), (C6:0), (C8:0), (C10:0), (C12:0), (C14:0), (C15:0), (C16:0), (C18:0)	Ácidos grasos saturados: (C2:0), (C4:0), (C6:0), (C8:0), (C10:0), (C12:0), (C14:0), (C15:0), (C16:0), (C18:0)	Ácidos grasos saturados: (C2:0), (C4:0), (C6:0), (C8:0), (C10:0), (C12:0), (C14:0), (C15:0), (C16:0), (C18:0)	Ácidos grasos saturados: (C2:0), (C4:0), (C6:0), (C8:0), (C10:0), (C12:0), (C14:0), (C15:0), (C16:0), (C18:0)
Ácidos grasos Saturados e Insaturados	Ácido graso insaturado:(C18:1) Ácidos grasos saturados: (C16:0), (C14:0)	Ácidos grasos saturados: (C10:1), (C14:1), (C16:1), (C18:1), (C18:2) y (C18:3)	Ácidos grasos insaturados: (C10:1),(C14:1), (C16:1),(C18:1), (C18:2) y (C18:3)	Ácidos grasos insaturados: (C10:1),(C14:1), (C16:1), (C18:1), (C18:2) y (C18:3)	Ácidos grasos saturados: (C15:0), (C16:0), (C18:0) Ácidos grasos insaturados: (C10:1), (C14:1), (C16:1),

---

(C18:1), (C18:2)

y (C18:3)

---

Fuente: Quevedo. L, (2020)

#### 4.5. DISCUSIÓN

Esta revisión bibliográfica resume toda la literatura disponible acerca del proceso bioquímico de lipólisis en los quesos, sobre las características, factores que afectan y consecuencias de este proceso tanto en los quesos tipo frescos y maduros, en donde muestra la literatura que el proceso de lipólisis en los quesos frescos puede existir por medio de las lipasas características de la leche o puede producirse por un mal proceso de pasteurización (Iglesias,2001). Por otro lado, Vélez, (2014) confirma que en los quesos frescos y maduros este proceso bioquímico es normal debido a que para elaborar este tipo de quesos utilizan cuajo en pasta con lipasas activas, fermentos lácticos primarios, los fermentos secundarios de hongos o bacterias y las lipasas exógenas, estos agentes enzimáticos produce la lipólisis en los quesos.

Según Vélez,(2014) menciona que los procesos físicos aplicados en la leche antes de la elaboración de quesos (agitación mecánica, bombeo, homogeneización) pueden disminuir la acción protectora de la membrana del glóbulo graso y favorecer la lipólisis, por otro lado los tratamientos térmicos dirigidos a la pasteurización o termización de la leche y a la cocción de la cuajada pueden inducir cambios en la actividad de las enzimas, modificar la microbiota y provocar cambios bioquímicos afectando el sabor y la calidad global del producto. Esto tiene concordancia con Costabel et al, (2019) que mencionan el impacto que tienen los distintos tratamientos físicos (homogeneización, tratamiento térmico) aplicados en la maduración de los quesos.

Existe un rango de cantidad de ácidos grasos libres que determinan el nivel de lipólisis, entre el rango de 10,000 y 27,000 mg/Kg corresponde a una lipólisis alta, generalmente mayor de 3,000 mg/kg corresponde a una lipólisis media y entre 1,000 a 2,500 mg/kg corresponde a una lipólisis baja (Ramírez, 2019). Por otro lado, Reinheimer, (2007) confirma que existe una clasificación de los quesos según su nivel de lipólisis, por ello menciona tres grandes categorías, las cuales indican que aquellos quesos que no superan los 1000 mg/ kg de AGL, es el caso donde no se utiliza un agente lipolítico en su elaboración, la segunda categoría está formada por quesos con lipólisis más elevada que esta entre 1000 y 10000 mg/ kg de AGL, provocada por el uso de agentes lipolíticos, como coagulantes , microorganismos entre otros, por último la tercera categoría forman los quesos en los cuales se han introducido agentes fuertemente lipolíticos sobrepasando el

valor de 10000 mg/ kg de AGL, en esta categoría se encuentran los quesos maduros por hongos.

La lipólisis en los quesos se produce con mayor intensidad durante la primera semana de maduración de los quesos, debido principalmente a la acción de las lipasas de la leche cruda específicamente, en la segunda semana de maduración comienza la lipólisis desarrollada por microorganismos lipolíticos y su acción es más notoria contribuyendo de forma importante al bouquet del queso. (Abellán, 2010). Por otro lado, Ceruti, (2013) menciona que en el caso de los quesos azules ocurre una lipólisis extensa desde un principio debido a las lipasas activas de origen fúngico producidas por el cultivo *Penicillium roqueforti*

En un queso madurado, los ácidos grasos liberados y sus productos de transformación, afectan al perfil organoléptico de un queso debido a que los AGL(ácidos grasos libres) contribuyen al aroma de los quesos porque actúan como precursores de compuestos volátiles del tipo metilcetonas, alcanos, lactonas, ésteres alifáticos y aromáticos, estos son los componentes del valor aromático característico de muchos quesos madurados, porque los ácidos grasos de la cadena corta lineal como el fórmico, acético, propiónico, butírico, caprónico y ramificada como el isobutírico e isocaprónico contribuyen de forma importante al aroma de los quesos madurados. (Abellán, 2010). Por otro lado, Mercanti, (2008) confirma que los AGL son precursores importantes de muchos compuestos de aroma y el sabor de los quesos, tales como metilcetonas, lactonas, esterés alcanos y alcoholes secundarios, las metilcetonas (2-alcanonas) son los compuestos de sabor más importantes en quesos azules, donde están presentes en concentraciones muy elevadas.

La lipólisis intensa encontrada particularmente en los quesos italianos duros y en quesos de cabra son esenciales para poder analizar el correcto desarrollo de sus sabores y la mayoría de ácidos grasos libres que estos quesos generan son precursores de compuestos volátiles, estos ejercen un papel decisivo en el aroma de los quesos (Abellán, 2010) y (Moreno, 2007). Por otro lado, según Burgano, (2016) y Abellán, (2010) mencionan que desde el punto de vista negativo la lipólisis puede afectar al sabor de los quesos Gouda, Gruyere o Cheddar, que no deberían de sobrepasar el 2% de lipólisis lo que facilita la

oxidación y provoca rancidez, generada por la producción de una cantidad excesiva de ácidos grasos volátiles liberados por la acción de la lipoproteína lipasa.

Con respecto a la textura de los quesos que tiene gran importancia como su sabor por lo que la mayoría de las investigaciones reológicas llevadas a cabo en productos lácteos están limitadas al queso, es importante recalcar que los mono y diglicéridos producidos como consecuencia de la lipólisis son surfactantes y por lo tanto introducirán cambios en las propiedades reológicas del queso. (Abellán, 2010). Por otro lado, Ramírez y Ruiz, (2012) mencionan que textura juega un rol importante en la calidad del alimento es por ello que el aspecto del alimento se asocia con el comportamiento reológico y los cambios que pueden afectar las propiedades texturales.

Según Abellán, (2010) menciona que, aunque la lipólisis es una vía principal de formación de AGL en los quesos madurados, estos también se pueden generar a partir de la metabolización de hidratos de carbono y proteínas por acción de las bacterias lácticas.

## CAPÍTULO V

### 5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 5.1. Conclusiones

Se describen a continuación las conclusiones del presente trabajo de tesis basados en una revisión sistemática de bibliografía:

- ✓ La revisión bibliográfica realizada se enfocó en el comportamiento del proceso bioquímico lipólisis dando a conocer factores que afectan y consecuencias entre el queso tipo fresco y los quesos tipo madurados, a lo largo de esta revisión se ve la importancia que tiene el proceso del lipólisis en quesos, por un lado se ven las características que pueden afectar en el procesamiento del queso fresco y por otro lado se ven las características y propiedades que dan un mejor sabor y aroma en el caso de los quesos maduros.
- ✓ El proceso de lipólisis es importante para la producción de quesos tipo frescos y tipo maduros, debido a que este proceso varía ampliamente entre los diferentes tipos de quesos y está influenciada por múltiples factores como son la calidad de la leche, el grado de agitación y homogenización de la misma, pH, concentración de sal, tiempo y temperatura de pasteurización.
- ✓ Dentro de las características y propiedades de este proceso bioquímico de lipólisis en los quesos, los glicéridos, por acción de las lipasas, son hidrolizados a diglicéridos, monoglicéridos o ácidos grasos los cuales son producto de este proceso bioquímico, estos contribuyen al aumento de la acidez total del producto.
- ✓ Los ácidos grasos libres son factores importantes del proceso de lipólisis, por tanto, estos son liberados gracias a la acción de lipasas provenientes de diferentes fuentes como: la leche, el cuajo, las bacterias pertenecientes a los cultivos iniciadores, los mohos incluidos como cultivos secundarios y enzimas lipasas, por otro lado la actividad de las lipasa propias de la leche se van a ver afectadas por el tratamiento térmico o pasteurización que se le aplique a la leche antes de elaboración del queso .
- ✓ La lipólisis en los quesos tipo frescos puede ser producida en muy baja intensidad, esta puede ser producida por las lipasas propias de la leche, por un mal proceso de

pasteurización y tipo de procesamiento, ya sea artesanal o industrial, todos estos parámetros pueden afectar y provocar oxidación y enranciamiento en los quesos, por lo que consecuentemente afecta la calidad del producto final.

- ✓ La lipólisis en los quesos maduros es producida por la acción de hongos o microorganismos lipolíticos agregados en la elaboración de los mismos, siendo así que en este tipo de quesos la lipólisis es benéfica, favoreciendo por medio de los ácido grasos libres, un mejor sabor y aroma característico en los quesos maduros.
- ✓ Los quesos azules tienen un nivel alto de lipólisis, debido a que la concentración de los AGL son altos, dentro de los quesos analizados todos tienen una concentración de AGL que sobrepasa los 27.000 mg/Kg a excepción del queso Roquefort que tiene 25.969 mg/Kg, sin embargo este tiene un nivel de lipólisis alto, por ende todos estos quesos analizados tienen un olor, sabor, apariencia y textura característica, además estos tipos de quesos tienen tiempos, temperaturas y humedades de maduración distintas y diferentes concentraciones del perfil aromático, en cuanto al queso Roquefort tiene AGL de la cadena corta, mientras que los demás quesos azules; Gorgonzola, Cabrales, Gamonedo y La Peral presentan AGL de cadena corta y larga.

## 5.2. Recomendaciones

- ✓ Realizar este tipo investigación bibliográfica acerca del proceso bioquímico lipólisis en los quesos tanto frescos como maduros, con mayor incidencia en los quesos frescos, debido a que en los últimos años se han encontrado muy poca literatura acerca del tema.
- ✓ Efectuar investigaciones experimentales para estudiar el efecto del proceso bioquímico lipólisis en el procesamiento de quesos frescos, debido a que no existen amplias indagaciones del proceso de lipólisis en quesos tipo frescos.
- ✓ Es importante realizar investigaciones que estén relacionadas al perfil lipídico de los principales quesos que más se producen en el país, debido a que es importante conocer el tipo de ácidos grasos que se está produciendo en el queso, ya sean saturados, insaturados, monoinsaturados y poliinsaturados.

## 6. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abellán, A. (2010). *Caracterización del queso de Murcia al Vino. Efecto de la utilización de diferentes coagulantes*. UCAM.Murcia
- Alonso, L., Antuña, C., Pardo, M.I. (2001). *Estudio de la fracción lipídica de los quesos artesanales del Principado de Asturias*. Instituto de Productos Lácteos de Asturias. España
- Burgano, A. (2016). *Estudio de prefactibilidad técnica y económica para el establecimiento de una planta productora de queso con especias tipo cheddar, en la parroquia "La Carolina", Provincia de Imbabura*. Escuela Politécnica Nacional. Quito.
- Castillo, R., Mestres, J. (2004). *Productos Lácteos. Tecnología*. (pág. 152-200). Universidad Politécnica de Catalunya.
- Catillo, M. (2010). *Mejoramiento del aroma de la leche de cabra*. Universidad Veracruzana. Pag 1-8
- Ceruti, R. (2013). *Desarrollo de flavor y estrategias para acelerar la maduración de quesos duros y/o semiduros argentinos*. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fé
- Charles, A. (1985). *Ciencia de la leche*. (pág. 77-150). Reverte
- CMV. (2019). *El queso, una tradición en la mesa de los ecuatorianos*. Consultado el 09-07-2020. <https://ww2.elmercurio.com.ec/2019/08/27/el-queso-fresco-una-tradicion-en-la-mesa-de-los-ecuatorianos/>
- Costabel, L., Bergamini, C., Hynes, E., Sergio, R. (2019). *Estrategias tecnológicas para acelerar la maduración y diversificar el flavor en quesos duros*. Universidad Nacional del Litoral. Santa Fé

- Ellner, R. (2000). *Microbiología de la leche y de los productos lácteos*, (edición española).  
<https://books.google.com.ec/books?id=CZKV2I9DDWcC&pg=PA32&dq=efecto+de+la++lipolisi+en+los+quesos&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwiTnpXSktLqAhWBhOAKHTN5BSIQ6AEwAnoECAyQAg#v=onepage&q=efecto%20de%20la%20%20lipolisi%20en%20los%20quesos&f=false>
- FAO. (2013). *La Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Consultado el 03-07-2019.  
<http://www.fao.org/assets/infographics/FAO-Infographic-milk-facts-es.pdf>
- Gallegos, L. (2017). *DETERMINACIÓN DE COMPUESTOS ORGÁNICOS VOLÁTILES EN QUESOS DE CABRA EN DIFERENTES ESTADIOS DE MADURACIÓN MEDIANTE ESPECTROMETRÍA DE MOVILIDAD IÓNICA (IMS) Y SU RELACIÓN CON ALGUNOS MICROORGANISMOS IMPLICADOS EN SU ELABORACIÓN*. Universidad de Córdoba. Córdoba
- García, A. (1997). *Estudio estadístico para predecir el tiempo de maduración del queso manchego, e identificación del microbiota*. (Ediciones de la Universidad de Castilla-La Mancha). ed. (1998).
- Gastalver, M. (2015). *Procesos de elaboración de quesos*. (pág. 200-430). Eleaning, S.L.
- Gottau, G. (2018). *Análisis nutricional de diferentes tipos de quesos*. Consultado el 22-11-2020. <https://www.vitonica.com/alimentos/analisis-nutricional-de-diferentes-tipos-de-quesos>
- Hernandez, A. (2010). *Tratado de nutrición (T. II): composición y calidad nutritiva de los alimentos (2ª ed.) (Rustica)*. (pág. 21-77). Panamericana.

- ICEX. (2020). *España Exportaciones e Inversiones. El mercado del queso en Ecuador*. Consultado el 22-11-2020. <file:///C:/Users/Hp/Downloads/doc2020851677@a.pdf>
- Iglesias, J. (2001). *Normalización y mejora de queso semiduro tradicional y con reducido contenido en grasa de leche de cabra*. (Industrias Lácteas españolas). 40 pág.
- INEN. (2012). Norma técnica ecuatoriana. 1528: 2012. *Norma general para quesos frescos no madurados*. Quito: INEN (2012) 2–7.
- Lacasa, A. (2020). *Ciencia de la leche*. Reverté. (pág. 76-77). Buenos Aires
- Mendoza, J. (2012). *Moléculas que originan los sabores y aromas en la leche, los quesos y los vinos*. 2012 ReCiTeIA. ISSN 2027-6850. Colombia.
- Mercanti, D. J. (2008). *Perfiles de lipólisis y características sensoriales de quesos semiduros con bacterias probióticas como fermento*. adjunto (Doctoral dissertation).
- Miranda, R. (2019). *Importancia de la lipólisis durante la maduración del queso*. Consultado el 30-07-2020. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/importancia-lipólisis-durante-maduracion-t43525.htm>
- Miranda, R., Monroy, L., Suárez, G. (2011). *Diagnóstico y propuesta de soluciones a las prácticas de manufactura en una microempresa durante la elaboración de queso fresco*. Universidad Nacional Autónoma de México. México
- Montero, H., Pino, F., Aranibar, G., Raco, F., Rodriguez, G. (2014). *CARACTERIZACIÓN DEL QUESO AZUL*. Centro de Investigaciones tecnológicas de la Industria Láctea. Totoras
- Moreno, A. (2003). *Leche y sus derivados*. Trillas.

- Narváez, F. (2017). *Desarrollo de un queso semimaduro con hierbas aromáticas para la granja experimental UDLA*. Universidad de las Américas. Quito
- Nicanor, M. (2012). *DESARROLLO DE UN QUESO EMBUTIDO SEMIMADURO TIPO DANBO*. UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA EQUINOCCIAL. Quito
- Ramírez, C., Velez, F. (2014). *Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad*. (Temas Selectos De Ingeniería De Alimentos). vol. 2.18 pág.
- Ramírez, C., y Ruiz, J. F. (2012). *Quesos frescos: propiedades, métodos de determinación y factores que afectan su calidad*. Temas selectos de ingeniería de Alimentos, 6(2), 131-148.
- Ramírez, M. (2019). *Importancia de la lipólisis durante la maduración del queso*. (Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia). Universidad Nacional Autónoma de México. Consultado el 03-07-2020. <https://www.engormix.com/ganaderia-leche/articulos/importancia-lipólisis-durante-maduracion-t43525.htm>
- Ramonda, M. (2009). *Desarrollo de un modelo basado en métodos estadísticos para la predicción del tiempo de maduración de Quesos Argentinos*. Consultado el 03-07-2020.  
<https://bibliotecavirtual.unl.edu.ar:8443/bitstream/handle/11185/120/tesis.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Reinheimer, J. (2007). *Avances en microbiología, bioquímica y tecnología de quesos*. (pág. 236-280). CENTRO DE PUBLICACIONES UNIVERSIDAD NACIONAL DEL LITORAS

- Rosero, M., Guacales, Y. (2013). *ESTUDIO DE FACTIBILIDAD PARA LA PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE QUESOS MADUROS Y SEMIMADUROS EN LA PROVINCIA DEL CARCHI SECTOR EL CARMELO*.  
Universidad Técnica del Norte. Ibarra
- Silva, E. (2019). *Evaluación de la relación entre ácidos grasos saturados e insaturados en quesos frescos de consumo masivo en la Provincia de Tungurahua*.  
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO. Amabato.Ecuador
- Supermercadosmas. (2019). *Cómo diferenciar distintos tipos de quesos*. Consultado EL 21-08-2020. <http://blog.supermercadosmas.com/como-diferenciar-los-distintos-tipos-de-queso/>
- Taverna, M., Páez, R., Chávez, M., Gaggiotti, M. (2013). *La lipólisis en la leche: causas, formas de prevención e incidencia sobre la calidad de los productos lácteos*.  
Asociación Pro Calidad de La Leche y Sus Derivados.
- Vélez, M. (2014). *Influencia de la actividad de las enzimas nativas de la leche lipoproteína lipasa y plasmina en la lipólisis y la proteólisis de quesos duros de pasta cocida* (Doctoral dissertation).