

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**  
**FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA**  
**CARRERA DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS**



**“OBTENCIÓN DE QUESO FRESCO AROMATIZADO  
CON TOMILLO A PARTIR DE LECHE DE VACA”**

**POR:**

**DANIELA CARI MERCADO**

Trabajo Final de grado presentado a consideración de la **UNIVERSIDAD AUTÓNOMA “JUAN MISAEL SARACHO”**, como requisito para optar el grado Académico de Licenciatura en Ingeniería de Alimentos

**TARIJA - BOLIVIA**

**Abril, 2016**

## **AGRADECIMIENTOS**

A Dios, por haberme dado la oportunidad de llegar hasta este momento importante para mí, por estar conmigo en cada paso de mi vida y por darme la fortaleza para seguir adelante.

A mi padre Dionicio Cari, por el apoyo incondicional que me ha brindado durante toda mi formación profesional.

A mi Madre Marina Mercado, por la gran paciencia que me tuvo, por estar a mi lado y por el apoyo brindado.

A mi hermana Celinda, por sus consejos y por el apoyo incondicional.

A Saúl Carvajal, por el apoyo incondicional y constante que me brindó durante mi formación profesional.

A mi tía Eva Mercado, por el apoyo que me brindó durante mis estudios.

A mi mejor amiga Elizabeth Alcoba, con quien he compartido alegrías y aflicciones durante los años de estudio, por estar ahí para socorrerme, por darme un consejo sincero, por compartir mis satisfacciones en momentos de alegría, por todo el cariño y por la gran amistad.

Al Ing. Erick Ramírez, por todo el apoyo, por los consejos brindados durante el desarrollo de este trabajo y por contribuir en mi formación profesional.

A mi docente guía Ing. José Johnny Mercado Rojas, por el apoyo brindado en el desarrollo de este trabajo de investigación.

A los docentes de la carrera de ingeniería de alimentos Ing. Weimar Torrejón, Ing. Jesús Zamora, Ing. Luis Fernando Zenteno, Ing. Beatriz Sossa, a todos un enorme agradecimiento por contribuir en mi formación profesional.

## **DEDICATORIA**

Con todo mi amor y cariño dedico este logro a las personas más importantes de mi vida:

A mis padres Dionicio Cari y Marina Mercado, porque confiaron en mí, porque en gran parte gracias a ellos hoy puedo ver alcanzada mi meta, gracias papi por el gran apoyo incondicional, gracias mami por estar a mi lado, por haberse esforzado para que desde niña, pueda hacer realidad todos mis sueños, por la gran paciencia y el apoyo que me ha brindado.

A mis hermanos Celinda, por haber fomentado en mí el deseo de superación, a Elvin y Lorenita, que han sido mi fuente de inspiración y mi motivación para seguir adelante.

A Saúl Carvajal, por el constante ánimo para terminar este trabajo, por escuchar mis preocupaciones, reconfortarme en momentos difíciles y por todo el amor y cariño.

A mi tía Eva Mercado, por haber sido como mi segunda madre y por el gran apoyo que me brindó desde niña.

A mis primos Oscar E. Ticona Mercado y Omar E. Ticona Mercado, por formar parte de mi vida.

**PENSAMIENTO**

Si se siembra la semilla con fe y se cuida con perseverancia, sólo será cuestión de tiempo recoger los frutos.

**Thomas Carlyle**

**ÍNDICE**  
**CAPÍTULO I**  
**INTRODUCCIÓN**

	Pág.
1.1. Antecedentes .....	1
1.2. Justificación .....	3
1.3. Objetivo general.....	3
1.3.1. Objetivos específicos .....	3
1.4. Definición del problema .....	4
1.5. Hipótesis .....	4

**CAPÍTULO II**  
**MARCO TEÓRICO**

2.1. Leche .....	5
2.2. Características y propiedades de la leche .....	6
2.2.1. Características organolépticas.....	6
2.2.1.1. Aspecto .....	6
2.2.1.2. Olor .....	6
2.2.1.3. Sabor .....	6
2.2.2. Propiedades fisicoquímicas de la leche .....	6
2.2.2.1. Densidad .....	6
2.2.2.2. pH de la leche .....	7
2.2.2.3. Acidez de la leche .....	7

2.2.2.4.	Viscosidad.....	7
2.2.2.5.	Punto de congelación .....	8
2.2.2.6.	Punto de ebullición .....	8
2.2.2.7.	Calor específico .....	8
2.3.	Leche como materia prima .....	8
2.3.1.	Naturaleza físicoquímica .....	8
2.3.2.	Contenido de proteína coagulable.....	8
2.3.3.	Capacidad para coagular por acción del coagulante, (enzimático o ácido) .....	9
2.3.4.	Presencia de sustancias inhibidoras .....	9
2.3.5.	Presencia de microorganismos.....	9
2.4.	Propiedades químicas - composición.....	10
2.4.1.	Agua y sólidos de la leche .....	10
2.4.1.1.	Agua.....	10
2.4.2.	Sólidos de la leche .....	10
2.4.2.1.	Lípidos .....	11
2.4.2.2.	Sustancias no saponificables.....	12
2.4.2.3.	Lactosa.....	13
2.4.2.4.	Sustancias nitrogenadas de la leche .....	14
2.4.2.5.	Enzimas.....	15
2.4.2.6.	Minerales y ácidos orgánicos.....	16
2.4.2.7.	Vitaminas .....	16
2.5.	Factores que intervienen en la producción y composición de la leche .	17
2.5.1.	Agua y sólidos de la leche .....	17

2.5.2.	Incidencia de la alimentación .....	17
2.5.3.	Incidencia climática .....	18
2.5.4.	Incidencia de la ordeña .....	18
2.5.5.	Incidencia de la raza .....	18
2.6.	Raza de vacas productoras de leche.....	19
2.6.1.	Holstein.....	19
2.6.2.	Jersey .....	20
2.6.3.	Guernsey .....	20
2.6.4.	Pardo suizo.....	21
2.7.	Contaminantes de la leche .....	22
2.7.1.	Contaminantes químicos.....	22
2.7.2.	Contaminantes biológicos.....	22
2.7.2.1.	Bacterias.....	23
2.7.2.2.	Hongos .....	23
2.8.	Queso .....	23
2.8.1.	Clasificación de los quesos .....	24
2.8.1.1.	Según sea el proceso de elaboración.....	24
2.8.1.2.	Según sea el contenido de grasa (%), sobre el extracto seco (sin agua)	25
2.8.1.3.	Por las bacterias que actúan en ellos.....	25
2.8.1.4.	Por su consistencia.....	25
2.8.1.5.	Por su procedencia de la materia prima .....	25
2.8.2.	Propiedades y aportes nutricionales del queso .....	25
2.9.	Pasteurización .....	27

2.10.	Coagulación .....	28
2.10.1.	Caseína.....	29
2.10.1.1.	Precipitación de caseínas .....	31
2.10.1.2.	Precipitación por cuajo animal (renina).....	32
2.11.	Cuajo.....	33
2.12.	El cuajado .....	33
2.13.	Cloruro de calcio.....	35
2.14.	Cloruro de sodio (sal) .....	35
2.15.	Nitratos.....	35
2.16.	Proceso de elaboración de quesos frescos y quesos curados .....	36
2.16.1.	Descripción del proceso de elaboración de quesos frescos y quesos curados .....	38
2.16.1.1.	Recogida de la leche .....	38
2.16.1.2.	Transporte isoterma .....	38
2.16.1.3.	Recepción de la leche .....	38
2.16.1.4.	Almacenamiento de la leche en refrigeración.....	39
2.16.1.5.	Pasteurización .....	39
2.16.1.6.	Cuajado .....	39
2.16.1.7.	Moldeado .....	40
2.16.1.8.	Prensado.....	40
2.16.1.9.	Salado.....	40
2.16.1.10.	Maduración .....	40
2.16.1.11.	Envasado.....	41
2.16.1.12.	Almacenamiento y expedición.....	41



2.17.	Hierbas aromáticas.....	41
2.17.1.	Hierbas aromáticas en alimentos .....	42
2.17.1.1.	Hierbas desecadas .....	42
2.17.1.2.	Aceites esenciales .....	42
2.17.1.3.	Infusiones.....	43
2.17.2.	Tomillo.....	43
2.17.2.1.	Composición del tomillo.....	44
2.17.2.2.	Propiedades medicinales del tomillo .....	44
2.17.3.	Información nutricional del tomillo seco.....	45
2.18.	Norma europea para el uso de aromatizantes .....	48
2.19.	Comportamiento prooxidante y antioxidante de hierbas aromáticas en queso .....	49

### **CAPÍTULO III**

#### **METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

3.1.	Introducción.....	50
3.2.	Equipos y material de laboratorio.....	50
3.2.1.	Equipos .....	50
3.2.1.1.	Cocina industrial .....	50
3.2.1.2.	Prensa vertical.....	51
3.2.1.3.	Envasadora al vacío .....	51
3.2.2.	Instrumentos y materiales de laboratorio.....	52
3.2.2.1.	Balanza digital .....	52
3.2.2.2.	Refractómetro de bolsillo.....	52

3.2.2.3.	Material de laboratorio.....	53
3.2.3.	Material complementario.....	53
3.3.	Materias primas.....	55
3.3.1.	Leche de vaca.....	55
3.4.	Insumos de grado alimentario.....	55
3.5.	Proceso de obtención de ques fresco aromatizado con tomillo .....	55
3.5.1.	Descripción del proceso de obtención de queso fresco aromatizado con tomillo.....	57
3.5.1.1.	Recepción.....	57
3.5.1.2.	Higienización .....	57
3.5.1.3.	Pasteurización .....	57
3.5.1.4.	Enfriamiento .....	57
3.5.1.5.	Coagulación .....	57
3.5.1.6.	Corte de la cuajada.....	58
3.5.1.7.	Tratamiento térmico de la cuajada.....	59
3.5.1.8.	Desuerado .....	59
3.5.1.9.	Salado.....	59
3.5.1.10.	Moldeado .....	59
3.5.1.11.	Prensado.....	59
3.5.1.12.	Desmoldeo .....	60
3.5.1.13.	Envasado.....	60
3.5.1.14.	Etiquetado .....	60
3.6.	Metodología para la obtención de resultados .....	60
3.6.1.	Caracterización de las propiedades de la materia prima.....	60

3.6.1.1.	Parámetros fisicoquímicos de la leche de vaca.....	60
3.6.1.2.	Parámetros microbiológicos de la leche de vaca .....	61
3.6.2.	Caracterización de las propiedades del producto final .....	62
3.6.2.1.	Parámetros físicos del producto final.....	62
3.6.2.2.	Parámetros fisicoquímicos del producto final .....	62
3.6.2.3.	Parámetros microbiológicos del producto final .....	63
3.6.3.	Evaluación sensorial .....	64
3.6.3.1.	Evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales en queso aromatizado con tomillo .....	64
3.6.3.2.	Evaluación sensorial para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado.....	64
3.6.3.3.	Evaluación sensorial para determinar la cantidad de cloruro de sodio (sal) en queso aromatizado con tomillo .....	64
3.6.3.4.	Evaluación sensorial de las propiedades organolépticas del producto final .....	65
3.6.4.	Diseño experimental .....	65
3.6.4.1.	Diseño factorial.....	65
3.6.4.2.	Diseño factorial 23 en la etapa de coagulación del proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo .....	66

## **CAPÍTULO IV**

### **RESULTADOS Y DISCUSIONES**

4.1.	Caracterización de las propiedades de la materia prima.....	68
------	---	----

4.1.1.	Parámetros fisicoquímicos de la leche de vaca.....	68
4.1.2.	Parámetros microbiológicos de la leche de vaca .....	68
4.2.	Obtención de queso aromatizado con tomillo.....	69
4.3.	Evaluación sensorial para determinar los atributos sensoriales en queso aromatizado.....	69
4.3.1.	Evaluación sensorial para el atributo sabor .....	70
4.3.1.1.	Prueba de Duncan para el atributo sabor .....	71
4.3.2.	Evaluación sensorial para el atributo aroma .....	73
4.3.2.1.	Prueba de Duncan para el atributo aroma.....	74
4.3.3.	Evaluación sensorial para el atributo color.....	76
4.3.3.1.	Prueba estadística para el atributo color .....	77
4.3.4.	Evaluación sensorial para el atributo textura.....	78
4.3.4.1.	Prueba de Duncan para el atributo textura.....	80
4.4.	Determinación de la cantidad de tomillo en queso aromatizado .....	82
4.4.1.	Evaluación sensorial para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado.....	82
4.4.1.1.	Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado.....	82
4.4.1.2.	Evaluación sensorial del atributo aroma para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado .....	85
4.4.1.3.	Evaluación sensorial del atributo olor para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado .....	88
4.5.	Determinación de la cantidad de sal en queso aromatizado .....	91
4.5.1.	Evaluación sensorial para determinar la cantidad de cloruro de sodio (sal) en queso aromatizado con tomillo .....	92

4.5.1.1.	Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la cantidad de sal en queso aromatizado .....	92
4.5.1.1.1.	Prueba de Duncan del atributo sabor para determinar la cantidad de sal en queso aromatizado .....	94
4.6.	Análisis estadístico del diseño experimental .....	95
4.6.1.	Prueba estadística del diseño experimental en la etapa de coagulación para determinar la acidez del queso aromatizado .....	96
4.7.	Caracterización de las propiedades del producto final .....	98
4.7.1.	Parámetros físicos del producto final.....	98
4.7.2.	Parámetros fisicoquímicos del producto final .....	98
4.7.3.	Parámetros microbiológicos del producto final .....	99
4.7.4.	Propiedades organolépticas del producto final .....	100
4.7.4.1.	Prueba estadística de las propiedades organolépticas del producto final .....	102
4.8.	Balance de materia y energía en el proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo .....	104
4.8.1.	Balance de materia en el proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo .....	104
4.8.1.1.	Balance de materia en la etapa de pasteurización.....	105
4.8.1.2.	Balance de materia en la etapa de enfriamiento .....	106
4.8.1.3.	Balance de materia en la etapa de aromatización de la leche .....	107
4.8.1.4.	Balance de materia en la etapa de coagulación.....	108
4.8.1.5.	Balance de materia en la etapa de desuerado.....	109
4.8.1.6.	Balance de materia en la etapa de salado.....	110

4.8.1.7.	Balance de materia en la etapa de prensado .....	111
4.8.1.8.	Balance de materia en la etapa de envasado .....	112
4.8.1.9.	Resumen del balance de materia del proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo .....	112
4.8.2.	Balance de energía en el proceso de obtención de queso aromatizado con tomillo .....	114
4.8.2.2.	Balance de energía en la etapa de aromatización de la leche .....	117
4.8.2.3.	Balance de energía en la etapa de tratamiento térmico de la cuajada..	119
4.8.2.4.	Balance de energía en la etapa de prensado.....	122
4.8.2.5.	Balance de energía en la etapa de envasado .....	122

## **CAPÍTULO V**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

5.1.	Conclusiones .....	124
5.2.	Recomendaciones .....	126
	Bibliografía.....	127
	Anexos	

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1	Densidades de los componentes de la leche .....	7
Tabla 2.2	Propiedades químicas de la leche .....	11
Tabla 2.3	Propiedades y Aportes Nutricionales del Queso.....	26
Tabla 2.4	Composición del tomillo seco.....	45
Tabla 2.5	Hidratos de Carbono en tomillo seco.....	46
Tabla 2.6	Minerales en tomillo seco .....	46
Tabla 2.7	Vitaminas en tomillo seco.....	47
Tabla 2.8	Ácidos Grasos en tomillo seco.....	47
Tabla 4.1	Características fisicoquímicas de la leche de vaca .....	68
Tabla 4.2	Características microbiológicas de la leche de vaca .....	69
Tabla 4.3	Evaluación sensorial para el atributo sabor en queso aromatizado con tomillo.....	70
Tabla 4.4	Análisis estadístico de Duncan del atributo sabor en queso aromatizado con tomillo .....	72
Tabla 4.5	Evaluación sensorial para el atributo aroma en queso aromatizado con tomillo.....	73
Tabla 4.6	Análisis estadístico de Duncan del atributo aroma en queso aromatizado con tomillo .....	75
Tabla 4.7	Evaluación sensorial para el atributo color en queso aromatizado con tomillo.....	76
Tabla 4.8	Análisis de varianza para el atributo color en queso aromatizado con tomillo.....	78
Tabla 4.9	Evaluación sensorial para el atributo textura en queso aromatizado con	

	tomillo.....	79
Tabla 4.10	Análisis estadístico de Duncan del atributo textura en queso aromatizado con tomillo .....	81
Tabla 4.11	Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado .....	83
Tabla 4.12	Análisis de varianza del atributo sabor para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado .....	85
Tabla 4.13	Evaluación sensorial del atributo aroma para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado .....	86
Tabla 4.14	Análisis de varianza del atributo aroma para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado .....	88
Tabla 4.15	Evaluación sensorial del atributo olor para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado .....	89
Tabla 4.16	Análisis de varianza del atributo olor para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado .....	91
Tabla 4.17	Evaluación sensorial del atributo sabor para determinar la cantidad de sal en queso aromatizado con tomillo.....	93
Tabla 4.18	Análisis estadístico de Duncan del atributo sabor para determinar la cantidad de sal en queso aromatizado con tomillo .....	95
Tabla 4.19	Matriz de resultados de la variable respuesta en la etapa de coagulación para la obtención de queso aromatizado con tomillo.....	96
Tabla 4.20	Análisis de varianza para acidez en queso aromatizado, en la etapa de coagulación .....	96
Tabla 4.21	Características físicas del queso aromatizado con tomillo .....	98
Tabla 4.22	Características fisicoquímicas del queso aromatizado con tomillo .....	99
Tabla 4.23	Características microbiológicas del queso aromatizado con tomillo...	100



Tabla 4.24	Evaluación sensorial de las propiedades organolépticas del producto final (queso aromatizado con tomillo).....	101
Tabla 4.25	Análisis de varianza de las propiedades organolépticas del producto final (queso aromatizado con tomillo) .....	102

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1	Leche fresca .....	5
Figura 2.2	Estructura química de los triglicéridos .....	12
Figura 2.3	Fórmula estructural de la lactosa .....	13
Figura 2.4	Vaca de raza Holstein .....	19
Figura 2.5	Vaca de raza Jersey .....	20
Figura 2.6	Vaca de raza Guernsey .....	21
Figura 2.7	Vaca de raza Pardo Suizo .....	22
Figura 2.8	Queso fresco .....	24
Figura 2.9	Tina de cuajado .....	29
Figura 2.10	Peso molecular y grupos fosfatos de las caseínas .....	30
Figura 2.11	Forma de la caseína .....	30
Figura 2.12	Proceso de elaboración de quesos frescos y quesos curados .....	37
Figura 2.13	Tomillo .....	44
Figura 3.1	Proceso de obtención de queso fresco aromatizado con tomillo .....	56
Figura 4.1	Promedio para el atributo sabor .....	71
Figura 4.2	Promedio para el atributo aroma .....	74
Figura 4.3	Promedio para el atributo color .....	77
Figura 4.4	Promedio para el atributo textura .....	80
Figura 4.5	Promedio del atributo sabor para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado con tomillo .....	84
Figura 4.6	Promedio del atributo aroma para determinar la cantidad de tomillo en queso aromatizado .....	87
Figura 4.7	Promedio del atributo olor para determinar la cantidad de tomillo en	

	queso aromatizado.....	90
Figura 4.8	Promedio del atributo sabor para determinar la cantidad de sal en queso aromatizado.....	94
Figura 4.9	Promedio de las propiedades organolépticas del producto final.....	102
Figura 4.10	Diagrama de bloque en la etapa de pasteurización .....	105
Figura 4.11	Diagrama de bloque en la etapa de enfriamiento.....	106
Figura 4.12	Diagrama de bloque en la etapa de aromatización de la leche .....	107
Figura 4.13	Diagrama de bloque en la etapa de coagulación.....	108
Figura 4.14	Diagrama de bloque en la etapa de desuerado.....	109
Figura 4.15	Diagrama de bloque en la etapa de salado.....	110
Figura 4.16	Diagrama de bloque en la etapa de prensado.....	111
Figura 4.17	Diagrama de bloque en la etapa de envasado .....	112
Figura 4.18	Balance de materia del proceso de obtención de queso fresco aromatizado con tomillo .....	113

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 2.1	Características de las dos formas habituales de coagulación de la leche .....	34
Cuadro 3.1	Especificaciones técnicas de la cocina industrial .....	50
Cuadro 3.2	Especificaciones técnicas de la prensa hidráulica vertical.....	51
Cuadro 3.3	Especificaciones técnicas de la envasadora al vacío .....	51
Cuadro 3.4	Especificaciones técnicas de la balanza digital.....	52
Cuadro 3.5	Especificaciones técnicas del refractómetro de bolsillo .....	52
Cuadro 3.6	Especificaciones técnicas del termómetro de alcohol .....	53
Cuadro 3.7	Material complementario.....	54
Cuadro 3.8	Insumos de grado alimentario.....	55
Cuadro 3.9	Características fisicoquímicas de la leche de vaca .....	61
Cuadro 3.10	Características microbiológicas de la leche de vaca.....	61
Cuadro 3.11	Características físicas del queso aromatizado con tomillo .....	62
Cuadro 3.12	Propiedades fisicoquímicas del queso aromatizado con tomillo .....	63
Cuadro 3.13	Propiedades microbiológicas del queso aromatizado con tomillo.....	63
Cuadro 3.14	Niveles de variación de cada factor .....	66
Cuadro 3.15	Diseño factorial de la matriz de variables en la etapa de coagulación para la obtención de queso aromatizado con tomillo.....	67
Cuadro 3.16	Niveles de variación de los factores en la etapa de coagulación para la obtención de queso aromatizado.....	67