

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

**“DESARROLLO Y DISEÑO DEL PROCESO DE  
ELABORACIÓN DE UN QUESO FUNCIONAL:  
REDUCIDO EN COLESTEROL Y CON FITOESTEROL.”**

**TESIS DE GRADO**

Previo a la obtención del Título de:

**INGENIERA DE ALIMENTOS**

Presentada por:

Mónica Del Rocio Rea León

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2011

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, a mis padres Luis Rea y Magda León por darme la oportunidad de poder estudiar, a mi Director de tesis el Ing. Patricio Cáceres, a las personas que colaboraron de una u otra forma para la realización de este trabajo.

## DEDICATORIA

ESTE TRABAJO  
REALIZADO CON  
ESFUERZO POR  
VARIOS MESES, ESTÁ  
DEDICADO A DIOS, A  
LA VIRGEN DE AGUA  
SANTA, A MIS  
PADRES, HERMANOS,  
ABUELITAS.

# TRIBUNAL DE GRADUACIÓN

---

Ing. Francisco Andrade S.  
DECANO DE LA FIMCP  
PRESIDENTE

---

Ing. Patricio Cáceres C.  
DIRECTOR DE TESIS

---

Ing. Fabiola Cornejo Z.  
VOCAL

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de esta Tesis de Grado, me corresponde exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Mónica Del Rocío Rea  
León

## RESUMEN

Esta Tesis consistió en proponer el diseño del proceso y desarrollo de un queso funcional: reducido en colesterol y enriquecido con esteroides de origen vegetal, que es elaborado a partir de leche de vaca tratada con un descolesterolizante.

Tomando en cuenta el alto interés de la sociedad por los alimentos light se da a conocer las propiedades benéficas del fitoesterol y del descolesterolizante como su función de auxiliar alimentario.

Inicialmente se revisan todos los fundamentos teóricos necesarios y en él se incluyen los aspectos generales de la elaboración de quesos, fermentos, y aditivos utilizados, así como también las enzimas coagulantes.

Posteriormente se define el diseño experimental, comenzando a realizar diferentes pruebas a nivel artesanal, que permitieron elegir la dosis efectiva del descolesterolizante a utilizar en la crema de leche de vaca, consecutivamente se realiza la formulación para la obtención del queso y las normas que regulan la elaboración de este tipo de productos, teniendo como propósito mejorar las características sensoriales, reducir el colesterol y prolongar el tiempo de vida útil. Consecutivamente para

conocer la aceptación o rechazo de este nuevo producto por parte de los consumidores propuestos se realiza una prueba de evaluación sensorial.

Una etapa importante de este proyecto son los análisis que se realizarán al queso, los cuales incluyen estudios de laboratorio tanto físico químicos para conocer sus características, de estabilidad para conocer el tiempo de vida útil, como microbiológicos para conocer su carga microbiana.

Adicionalmente, se detalla el Diseño del Proceso el cual consiste en determinar la viabilidad técnica y proporcionar la información para cuantificar el monto de los costos de producción y la capacidad de rendimiento productivo. Para esto realizaremos una buena descripción de Equipos y se establece la descripción del proceso con sus parámetros de control.

Una vez obtenido el producto final es sometido a las pruebas correspondientes de control de calidad, con el fin de verificar la estabilidad del mismo.

Para finalizar se presentó los resultados con sus respectivas conclusiones y recomendaciones

# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
RESUMEN.....	II
ÍNDICE GENERAL.....	III
ABREVIATURAS.....	IV
SIMBOLOGÍA.....	V
ÍNDICE DE FIGURAS.....	VI
ÍNDICE DE TABLAS.....	VII
INTRODUCCIÓN.....	1
<b>CAPÍTULO 1</b>	
<b>1. GENERALIDADES.....</b>	<b>3</b>
1.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.1.1 Justificación .....	4
1.2 Objetivos.....	6
1.2.1 Objetivos Generales.....	6
1.2.2 Objetivos Específicos.....	6
1.3 Metodología.....	7
1.4 Estructura de la Tesis.....	9



## **CAPÍTULO 2**

<b>2. MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>11</b>
2.1 Aspectos Generales De la Elaboración De Quesos .....	11
2.2 Fermentos Utilizados en la Elaboración De Queso.....	19
2.3 Aditivos Utilizados en la Elaboración De Quesos.....	21
2.4 Enzimas Coagulantes.....	22
2.5 Fitoesterol.....	25
2.6 Aspecto Nutritivo de Queso Funcional libre de Colesterol.....	30

## **CAPÍTULO 3**

<b>3. DISEÑO DEL PRODUCTO .....</b>	<b>33</b>
3.1 Formulación Y Diseño del Experimento .....	33
3.2 Pruebas Sensoriales.....	46
3.3 Pruebas Físico- Químicas.....	52
3.3.1 Acidez.....	53
3.3.2 Humedad.....	53
3.3.3 Salinidad.....	53
3.3.4 Determinación del Colesterol.....	54
3.3.5 Determinación del Fitoesterol.....	56
3.4 Caracterización del Producto.....	58
3.4.1 Caracterización Físico- Químicas.....	58
3.4.2 Caracterización Organolépticas.....	59
3.5 Pruebas Microbiológicas.....	59

3.5.1 Aerobios Totales.....	59
3.5.2 Coliformes Totales .....	62
3.5.3 Mohos.....	63
3.6 Estabilidad Del Producto .....	64

## **CAPÍTULO 4**

<b>4. DISEÑO DEL PROCESO.....</b>	<b>68</b>
4.1 Diagrama de Flujo.....	68
4.2 Descripción del Proceso.....	71
4.3 Descripción de Equipos .....	79
4.4 Requerimientos Energéticos.....	82
4.5 Costos de Producción.....	83
4.6 Capacidad de Rendimiento .....	86

## **CAPÍTULO 5**

<b>5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....</b>	<b>88</b>
5.1 Recomendaciones .....	88
5.2 Conclusiones .....	89

## **APÉNDICES**

## **BIBLIOGRAFÍA**

## ABREVIATURAS

Ac	Ácido
Ur	Urbano
a.c	Antes de Cristo
LTLH	Baja temperatura – Alto tiempo
HTST	Alta temperatura – Corto tiempo
LDL	Lipoproteína de baja densidad
HDL	Lipoproteína de alta densidad
OH	Radical Hidroxilo
ACAT	A colesterol acil-transferasa
VLDL	Lipoproteína de muy baja densidad
mg	Miligramo
AOAC	Association of Official Analytical Chemist
PSI	Libra-pulgada cuadrada
KPa	Kilo-Pascal
PCA	Plate Count Agar
CA	Coliform Agar
YGC	Yeast Glucose Agar
INEN	Instituto Nacional Ecuatoriano de Normalización
pH	Potencial de hidrógeno
ufc	Unidades formadoras de colonias
ml	Mililitros
milliQ	Miliequivalentes
seg	Segundos
rpm	Revoluciones por minuto
NaOH	Hidróxido de Sodio
Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	Carbonato de sodio
H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Acido sulfúrico

## SIMBOLOGÍA

Ca	Cálcio
°C	Grados centígrados
Hr	Horas
%	Porcentaje
β	Beta
α	Alfa
±	Mas/Menos
Δ	Calor
N	Normalidad
M	Molaridad
°D	Grados Dornic
μ	Micro

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1.1 Metodología de la tesis.....	7
Figura 2.1 Estructura de esteroles vegetales comunes .....	26
Figura 2.2 Estructura de estanoles y esteroles vegetales.....	27
Figura 2.3 Modificaciones del grupo 3 $\beta$ -hidroxilo de los esteroles vegetales .....	28
Figura 2.4 Posible efecto de los esteroles vegetales en el metabolismo lipídico y lipoproteico.....	29
Figura 2.5 Absorción intestinal de los esteroles vegetales .....	29
Figura 3.1 Principios básicos del diseño de experimentos .....	35
Figura 3.2 Metodología estadística ANOVVA.....	40
Figura 3.3 Resultado análisis de varianza valores de F y P .....	41
Figura 3.4 Comparaciones entre los tratamientos realizados.....	41
Figura 3.5 Diagrama de cajas del resultado de las medias de disminución del colesterol Vs los tratamientos aplicados.....	42
Figura 3.6 Resultado análisis de varianza valores de F y P .....	48
Figura 3.7 Comparaciones entre los tratamientos realizados.....	49
Figura 3.8 Puntuación de jueces para el queso .....	50
Figura 3.9 Diagrama de cajas del resultado de las medias de puntuación Vs las muestras evaluadas.....	51
Figura 3.10 Gráfica de residuos por agrupación.....	52
Figura 4.1 Diagrama de flujo para la elaboración de un queso funcional reducido en colesterol y con fitoesterol.....	69
Figura 4.2 Recepción de leche y almacenamientos en silos .....	71
Figura 4.3 Standarización de leche de vaca en descremadora.....	72
Figura 4.4 Homogenización de leche descolesterolizada con fitoesterole.....	74
Figura 4.5 Corte de la cuajada .....	75
Figura 4.6 Desuerado.....	76
Figura 4.7 Moldeado circular.....	76
Figura 4.8 Prensado automático del queso.....	77

## ÍNDICE DE TABLAS

	Pag.
Tabla 1	Clasificación de quesos según el contenido de humedad.....15
Tabla 2	Principales enzimas coagulantes.....23
Tabla 3	Factor y tratamientos para el diseño de experimentos.....37
Tabla 4	Pruebas de formulación de dosificación de la crema de leche .....37
Tabla 5	Disminución del colesterol en la crema de leche.....39
Tabla 6	Formulación del queso funcional 1.....43
Tabla 7	Formulación del queso funcional 2.....44
Tabla 8	Formulación del queso funcional 3.....45
Tabla 9	Características físico-químicas del queso funcional Vs Queso light..... 58
Tabla 10	Resultado análisis microbiológicos aerobios totales.....60
Tabla 11	Resultado análisis microbiológicos staphilococcus aureus.....61
Tabla 12	Resultado análisis microbiológicos salmonella.....62
Tabla 13	Resultado análisis microbiológicos coliformes totales.....63
Tabla 14	Resultado análisis microbiológicos mohos y levaduras.....64
Tabla 15	Análisis estabilidad del queso.....65
Tabla 16	Análisis sensorial del queso funcional.....65
Tabla 17	Análisis físico-químico del queso funcional.....66
Tabla 18	Análisis microbiológico del queso funcional.....67
Tabla 19	Parámetros de recepción de la leche.....70
Tabla 20	Resultado de costo de formulación.....84
Tabla 21	Resultado de costo material de empaque.....84
Tabla 22	Resultado de costo mano de obra directa .....84
Tabla 23	Resultado de costo directo total .....85
Tabla 24	Resultado de costo indirecto total .....85
Tabla 25	Resultado del costo de fabricación .....85
Tabla 26	Resultado del análisis económico del queso .....86

Tabla 27	Análisis del rendimiento del queso fresco.....	87
----------	--	----