INTRODUCCIÓN

El compromiso de desarrollar un nuevo producto se ejecuta cumpliendo metódicamente varias etapas que certifican un impacto positivo del nuevo producto al llegar al consumidor. Por ello, es un privilegio para las industrias alimenticias desarrollar nuevos productos que cumplan las exigencias del mercado, especialmente en cuanto a aporte nutricional y calidad sensorial. Es por ello, que el objetivo principal de este proyecto es desarrollar un producto funcional de agradables características sensoriales, físico-químicas y que cubra con las expectativas y requerimientos del consumidor, fusionando el aprovechamiento del aporte nutricional que nos brinda el queso con la búsqueda del fortalecimiento de nuestra salud y prevención de enfermedades cardiovasculares en base a la reducción del colesterol y a la adición de esteroles de origen vegetal.

Actualmente los consumidores han desarrollado la conciencia por el cuidado de su salud, buscando en el mercado alimentos nutritivos, light y que vayan en línea con su estilo de vida. Por lo que, la industria alimenticia se encuentra en una búsqueda permanente de fuentes nutritivas que no solamente alimenten sino también ayuden a prevenir y curar enfermedades, características que llevan consigo los alimentos funcionales.

Para lograr la meta propuesta en este proyecto es necesario realizar varias etapas que incluyen procesos y estudios, las cuales son:

1. Diseñar el experimento.
2. Descolesterolizar la crema de leche de vaca.
3. Desarrollar la fórmula del producto, realizar las pruebas de evaluación sensorial para conocer la aceptación del producto.
4. Realizar análisis físico químicos ,microbiológicos y de estabilidad
5. Diseñar un diagrama de flujo para la elaboración del producto.

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Planteamiento Del Problema

Hoy en día el queso ha adquirido una importancia en la dieta mundial de la población por el gran valor nutricional, por la variedad, y su fácil adquisición. Se han estado utilizando nuevos ingredientes para la elaboración de quesos, proporcionando características texturales y sensoriales satisfactorias para el consumidor. Sin embargo nadie aún se ha preocupado por eliminar el alto grado de colesterol que este beneficioso producto tiene, por esta razón personas con enfermedades cardiovasculares y cerebrovasculares, en el mundo no lo pueden consumir.

En el mercado ecuatoriano han aparecido quesos bajos en grasa denominados muchas veces Light, empleando en su fabricación la adicción de omega 3 que ha tenido una buena aceptación en el mercado dietético, no obstante, no se ha comprobado buenos

resultados en la salud de las personas que poseen enfermedades coronarias, ya que ayuda a bajar el nivel de colesterol en la sangre pero en pequeñas cantidades.

En la provincia del Guayas, el 42% de la población presenta problemas cardiovasculares, a causa de varios factores que inciden en los adultos, entre los cuales tenemos:

- Alto consumo de grasa.
- Sedentarismo.

Los recursos destinados a la rehabilitación y al tratamiento de la enfermedad constituyen una parte importante del gasto en salud en el país. Dado que la corrección de los factores de riesgo modificables ha sido la intervención de mayor impacto, no sólo para reducir la tasa de eventos coronarios y cerebrovasculares, sino también el costo asociado que los mismos generan, resulta claro que la mejor estrategia para abordar este problema de salud sea la prevención primaria.

1.1.1 Justificación

En la actualidad existe el interés de apoyar los productos light de buena calidad y que puedan mejorar la nutrición de la comunidad, por lo tanto, este proyecto busca la fabricación de

un producto que aporte más ventajas y beneficios para el consumidor.

La Provincia del Guayas presenta un alto índice de enfermedades coronarias, que destruyen la salud de los pobladores. Al no presentarse una opción viable que mejore la situación actual, hemos decidido llevar a cabo un proyecto que elimine el alto porcentaje de colesterol a los productos lácteos, básicamente nos enfocaremos en el queso.

Siendo coherente con el principio que no existe una solución prácticamente simple a los problemas de calidad con respecto a la salud, esta tesis pretende ser una guía para permitir el desarrollo de un queso funcional reducido de colesterol con fitoesterol que proporcione beneficio a la salud de los consumidores, especialmente a aquellos que sufren enfermedades coronarias.

La idea de que los fitoesteroles podrían contribuir a la disminución del riesgo cardiovascular proviene de estudios donde se evaluó su efecto sobre los niveles de colesterol total y de la fracción LDL. En la mayoría de estos estudios se observa una disminución del colesterol total y LDL, sin cambios significativos en la fracción HDL.

Un beneficio adicional del uso de los fitoesteroles como agentes hipocolesterolemiante que presentarían este tipo de queso, sería el de la reducción del colesterol en la crema de leche usando un descolesterolizante con ayuda de un proceso físico-mecánico.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivos Generales

Elaborar un queso funcional reducido en colesterol y enriquecido con esteroles de origen vegetal, que proporcione beneficios a la salud y que tenga buena aceptación sensorial.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar una metodología para la elaboración del Queso funcional con fitoesterol, con la reducción máxima del colesterol, mediante la respectiva formulación y las diferentes pruebas de Calidad.
- Evaluar las características sensoriales del producto terminado mediante prueba de aceptación o rechazo.
- Diseñar el proceso de elaboración del producto, desde la selección de equipos hasta la capacidad de rendimiento de producción del mismo.

1.3 Metodología

La Metodología de la Tesis esta representada en la figura 1.1 y se detalla a continuación:

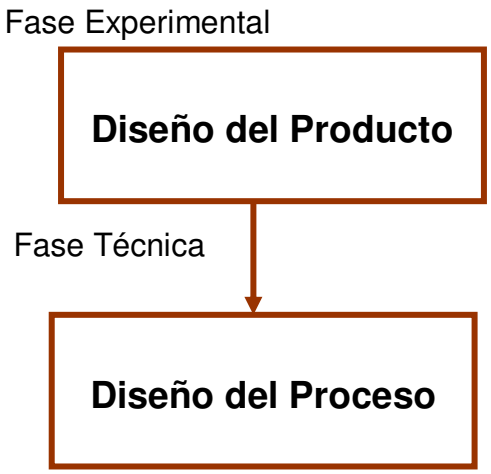


Figura 1.1 Metodología de la tesis

La fabricación del queso reducido en colesterol con la adicción de fitoesterol es un proceso muy complejo en el cual intervienen múltiples factores: microbiológicos, bioquímicos, físico – químicos y mecánicos, que influyen en su calidad final. El control, modificación y manipulación correcta de estos factores, conduce a la obtención de un producto con alta calidad y de características satisfactorias para el consumidor.

Dada la complejidad de todos los factores que hay que controlar para obtener el producto, es necesario disponer de una tecnología

estandarizada para lograr obtener con éxito un producto final de excelente resultados.

Para obtener el Diseño del Producto y del Proceso, se deben cumplir controladamente todas las etapas del mismo, a fin de conseguir un producto que sea reconocido y apreciado por el consumidor. En consecuencia, las características del proceso y del producto final deben encontrarse claramente especificadas para su cabal cumplimiento, por ejemplo en cuanto al Diseño de Queso tomaremos en cuenta lo siguiente:

- Formular el Producto
- Requerimientos de la materia prima a utilizar
- Realizar Pruebas de Calidad
- Especificación de las características físicas, químicas, microbiológicas y organolépticas del producto final.

Por lo anteriormente señalado, es importante la caracterización física y química, tanto de la materia prima como del producto terminado; además de las características sensoriales de queso reducido en colesterol con fitoesterol, elaborado a nivel semi-industrial.

En cuanto al Diseño del Proceso nos permitirá determinar la viabilidad técnica a través de la cual podamos conocer y estudiar

aquellos factores que nos proporcionen la información necesaria para cuantificar el monto de los costos de operación que incluye el proyecto. Por ejemplo tomaremos en cuenta lo siguiente:

- Diagrama de Flujo del Proceso
- Descripción de Proceso
- Selección Adecuada de Equipos
- Requerimientos energéticos.
- Capacidad de rendimiento productivo.

1.4 Estructura de la Tesis

Inicialmente esta el capítulo donde se incluyen el planteamiento del problema con su justificación, se detallan los objetivos generales y específicos así como también la metodología. Posteriormente el capítulo dos hace reseña del marco teórico y dentro de él se incluye los aspectos generales de la elaboración de quesos, fermentos, enzimas y aditivos utilizados, además de la función que realiza el fitoesterol. A continuación el capitulo 3, describe el diseño del experimento para la descolesterolización de la crema de leche y la formulación posterior del queso funcional, se realiza las evaluaciones sensoriales del producto desarrollado con el propósito de conocer ciertos factores como: conocimiento del grado de aceptación del producto, comparación con muestras actuales del mercado,

verificación de la calidad del producto mediante las características organoléptica, y finalmente se realizan las pruebas físico químicas, microbiológicas y de estabilidad para su respectiva caracterización. El siguiente capítulo define el diseño del proceso, el cual nos permite determinar la viabilidad técnica a través de la cual podamos conocer y estudiar aquellos factores que nos proporcionen la información necesaria para cuantificar el monto de los costos de operación y para esto debemos realizar una buena selección de equipos, hacer el diagrama de flujo del proceso con los parámetros de control, descripción de proceso, así como también requerimientos energéticos y por ultimo la capacidad de rendimiento productivo. Finalmente el capítulo cinco detalla que siguiendo la metodología de la tesis se cumple a cabalidad los objetivos generales y específicos propuestos en ella, además de dar recomendaciones acerca de la tesis en general.

CAPÍTULO 2

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Aspectos Generales de la Elaboración de Quesos

No se sabe cuando fue hecho el primer queso. Pero ha de haber ocurrido después de la domesticación de la vaca y de otros mamíferos (8000 a.C.). El queso ha jugado un papel muy importante en la economía de las naciones. Era vital para las tribus nómadas y se convirtió en un medio de intercambio porque provee leche en forma menos perecedera [1].

Sir Leonard Wooled, en 1924, en una expedición arqueológica en el área de Ur, concluyó que el queso fue elaborado de leche de vaca y cabra en los años 6000-7000 a.C. En la literatura concerniente a quesos, revela que existen casi 2000 nombres para los quesos y conforme se van realizando nuevas variedades aparecen más nombres [2].

Según ALAIS (1985), son muchos los factores que influyen en la composición físico-química de la leche para la elaboración de

quesos, la complejidad de las interrelaciones es tan grande que es difícil separar los efectos de cada factor como: fisiológico, alimentario, climático y genético [3].

La calidad química de la leche destinada a la elaboración de queso, al conjunto de características que determinan su grado de idoneidad, teniendo como requisitos principales: buena aptitud para ser coagulada por el cuajo y composición adecuada contar con una calidad química, ausencia de sustancias extrañas e inhibidoras; además de su calidad microbiológica, como baja carga de microorganismos tecnológicamente indeseables, escaso contenido celular; como también contar con características sensoriales adecuadas, entre otros [4].

Una leche presenta buena aptitud de coagulación, cuando coagula rápidamente en presencia del cuajo y forma un gel firme y que desuera con facilidad, obteniendo con esto una cuajada de textura y composición adecuada [3] y [4].

El queso es el producto fresco o madurado de la leche cuajada o coagulada una vez eliminado el suero. El queso es por lo tanto un concentrado de los componentes más importantes de la leche, sobre todo de las proteínas. [5].

El gran número de parámetros que intervienen en la elaboración de queso, posibilita la obtención de una gran variedad de productos. Por esto, no resulta fácil clasificar o agrupar en determinadas categorías las variedades de quesos existentes en la actualidad.

En la práctica, se ha adoptado como sistema de clasificación más sencillo la de: quesos frescos, quesos madurados (blandos, semi-duros, duros, azules) y quesos fundidos [3].

Una forma más de clasificación se basa en su contenido de materia grasa y en base a la materia seca. La mayoría de los quesos madurados poseen un contenido de grasa que varía de 30 a 45%. Este parámetro, junto al grado de maduración, establece la calidad y precio del producto final.

Los quesos según su contenido de humedad son:

Quesos frescos: cuyo contenido de humedad varía entre 60 – 80 %, no sufren proceso de maduración, por lo que suelen tener sabor a leche fresca o acidificada, son de consistencia pastosa y de color blanco, no poseen corteza o bien poseen una corteza muy fina, tiene poco prensado, por lo que eliminan mucho suero, un ejemplo de este tipo de queso es el Cottage.

Quesos blandos: su contenido de humedad varía entre 55 – 57 %, por esto debe ser de consumo rápido, ya que al endurecerse pierde las características propias de su tipo. Son madurados desde algunas semanas hasta varios meses, desarrollando aromas y sabores característicos de cada tipo, son de pasta blanda y de textura cerrada aunque a veces pueden presentar ojos pequeños y poco numerosos, poseen corteza. Los quesos blandos más conocidos a nivel mundial son el Camembert y Brie, ambos de origen francés [5].

Quesos semiduros: su contenido de humedad varía entre 42 – 55 %, son sometidos a maduración desde una semana a varios meses, tiempo en el cual gran parte de su humedad desaparece, suelen tener corteza o bien papel aluminio, colorantes, plásticos, etc. Esta clasificación posee una gran variedad de quesos tales como, Gouda, Roquefort, Cabrales, Manchego, entre otros [5].

Quesos duros: su contenido de humedad varía entre 20 – 40 %, estos quesos son sometidos a largos períodos de maduración, superiores a un año, poseen un prensado intenso, con lo que su contenido de humedad se reduce fuertemente. Su pasta es dura y compacta, con o sin agujeros y poseen corteza dura. Entre los quesos que pertenecen a esta clasificación se encuentran el

Cheddar, Manchego Viejo, Gruyère, Emmental, Edam, entre otros [5].

En la Tabla 1, se presenta una clasificación según humedad, de acuerdo a la normativa del Codex Alimentarius:

TABLA 1. CLASIFICACIÓN DE QUESOS SEGÚN EL CONTENIDO DE HUMEDAD.

Denominación	Humedad (%)
De baja humedad (pasta dura)	hasta 35,9%
De mediana humedad (pasta semi dura)	entre 36,0 y 45,9%
De alta humedad (pasta blanda)	entre 46,0 y 54,9%
De muy alta humedad (pasta muy blanda)	no menor a 55,0%

Elaborado por: Mónica Rea-2010

Otra forma de clasificación la constituye el tipo de desuerado ya sea espontáneo o acelerado, según el corte de la cuajada, presión. [3].

El uso de calor para destruir a las bacterias dañinas al proceso, fue reportado primero por Pasteur en 1857, donde fue desarrollado como tratamiento para la leche que destruiría las bacterias peligrosas, así como a los microorganismos patógenos. El primer tratamiento de

calor para la leche fue probablemente al de Baja Temperatura-Alto Tiempo (LTLH) método de calentar y enfriar, la leche se calentaba a 60ºC por 30 minutos. Después apareció, Alta Temperatura-Corto Tiempo (HTST) la leche se calentaba alrededor de 70ºC por 15 segundos, por lo que la mayoría de las compañías insistieron que todo queso debe elaborarse por HTST o su equivalente [2].

Tratamiento Calorífico: La pasterización representa el mínimo tratamiento calorífico para la destrucción de organismos patógenos. Este tratamiento inactiva muchas veces de las enzimas de degradación, es decir, lipasas lipolíticas. Los productos pasteurizados no son estériles y poseen un periodo de vida limitado, a temperatura de refrigeración.

Es evidente que la leche elaborada a temperaturas altas no forma una cuajada normal, cuando se trata con renina, de lo que resulta que una leche de ese tipo no sirve para producir queso. Según parece, el punto de acción específico del enzima en la K-caseína queda bloqueado por las proteínas acomplejadas del suero o el complejo proteínas séricas-caseínas y no forma un gel de estructura normal [6].

Existen tres pasos fundamentales en la elaboración de quesos:

Cuajado de la leche: La coagulación de la leche, que se traduce por la formación de un gel, es el resultado de modificaciones fisicoquímicas que intervienen a nivel de las micelas de caseína; los mecanismos que intervienen en la formación del coagulo difieren totalmente según que estas modificaciones sean inducidas por la acidificación o bien por la acción de enzimas coagulantes.

En quesería se utiliza el término cuajada, concerniente únicamente al gel obtenido desde el principio del desuerado hasta el final de esta operación. Antes del cortado, la estructura del coagulo es más o menos frágil según los parámetros de coagulación. El cortado puede tener efecto en el mismo sentido, favorable a la formación de enlaces, si es realizado en el momento oportuno, teniendo en cuenta la acidificación y una salida de suero suficiente. Haciendo salir el suero pronto con relación a la velocidad de acidificación, los caracteres enzimáticos de la cuajada se ven favorecidos. Inversamente, los caracteres lácticos se ven favorecidos con una temperatura relativamente baja la cual retarda el proceso de coagulación, el endurecimiento y la salida de suero, mientras que la acidificación, al contrario, aumenta [9].

Coagulación por acción de enzimas: Un gran número de enzimas proteolíticas, de origen animal, vegetal o microbiano, poseen la

propiedad de coagular el complejo caseínico. El cuajo, mezcla de quimiosina y pepsina excretada en el estomago de los rumiantes lactantes, es la enzima coagulante mejor conocida [9].

Desuerado: Consiste en el drenaje de la fracción liquida producida durante la coagulación. La cantidad y la composición del suero varían en función del tipo de queso que se realice y por lo tanto del tipo de cuajado al que se haya sometido la leche. Para obtener el queso, el lacto suero es expulsado por sinéresis, tanto si se encuentra en el exterior como entre las capas o granos de cuajada. La separación se realiza generalmente por decantación y filtración, a estas operaciones se las denomina desuerado.

El desuerado se presenta en dos fases; la primera es el desuerado principal, durante el cual la mayor parte del lacto suero es eliminado; esta fase se sitúa entre el fin de la coagulación y el final del moldeado hasta el inicio del afinado, esencialmente es debido a la operación de salado y oreado. El desuerado es un fenómeno dinámico que se caracteriza por la cantidad de lacto suero expulsado en función del tiempo [9].

Maduración: Excepto los quesos que se consumen frescos en los días siguientes a su fabricación. El resto se somete a maduración.

Esa fase influye en la composición, la apariencia, la consistencia, el cuerpo y el sabor del queso.

Las modificaciones en curso de maduración son las siguientes: Perdida de humedad, destrucción total de la lactosa, solubilización parcial de la caseína, modificación de textura, hidrólisis limitada de la materia grasa formación de la corteza [3].

Según los diferentes tipos de quesos, el moldeado, el salado y el desuerado se realizan en un orden diferente. Sin embargo, la maduración provoca el mismo efecto sobre todos los tipos de quesos [3].

2.2. Fermentos Utilizados en la Elaboración de Queso

Los fermentos más comunes en la elaboración de quesos son los siguientes:

Para quesos frescos y pocos madurados: *Lactococcus cremoris, Lactococcus lactis* (Streptococcus) y *Lactobacillus lactis*. Para duros y muy duros: *Streptococcus termophilus* y *Lactobacillus helveticus.*

Para determinados quesos se requiere el agregado de ciertos hongos y/o bacterias, algunos de ellos son:

- Queso Colonia, Gruyere y Emmental: *Propionibacterium spp.*

- Queso Roquefort: *Penicillium roqueforti.*
- Queso Camembert: *Penicillium camemberti.*

Fermentos Utilizados Los fermentos se pueden clasificar según sus características en:

- Cultivos Mesófilos Heterofermentativos o Aromáticos.
- Cultivos Mesófilos Homofermentativos.
- Cultivos Termófilos.
- Cultivos de mohos y/o bacterias de tratamiento superficial.

Cultivos Mesófilos Heterofermentativos o Aromáticos: Pueden contener *Leuconostoc citrovorum, Leuconostoc dextranicum y Lactococcus diacetylactis.*

Cultivos Mesófilos Homofermentativos: Pueden estar formados por *Lactococcus cremoris y Lactococcus lactis.*

Cultivos Termófilos: Pueden estar formados por *Streptococcus thermophilus, Lactobacillus acidophilus, Lactobacillus bulgaricus, Lactobacillus casei, Lactobacillus lactis y por último Propionibacterium spp.*

Cultivos de mohos y/o bacterias de tratamiento superficial: Pueden ser *Penicillium roqueforti, Penicillium camemberti, Geotrichum candidum y Brevibacterium Linens.*

2.3. Aditivos Utilizados en la Elaboración de Quesos

Los Aditivos Utilizados en la Elaboración de Quesos son los siguientes:

Cloruro de Calcio: el cloruro de calcio se utiliza para corregir los problemas de coagulación que se presentan en la leche almacenada por largo tiempo en refrigeración y en la leche pasteurizada.

Su uso permite disminuir las perdidas de rendimiento en estos casos y permite obtener una cuajada mas firme a la vez que permite acortar el tiempo de coagulación. La dosis máxima a utilizar es del 0,02% (1 gramo por cada 5 litros de leche). Una dosis excesiva conduce a una cuajada dura y quebradiza y con sabor amargo.

Nitratos: los nitratos de sodio o potasio, son utilizados en la elaboración de quesos madurados y su uso esta regulado a una dosis máxima del 0,005% (1 gramo por cada 20 litros de leche). Su función es la de impedir la hinchazón precoz por bacterias coliformes y la hinchazón tardía por *Clostridium,* de los quesos.

Ácidos Orgánicos: en la elaboración de quesos por coagulación ácida se puede omitir el uso de cultivos por medio del empleo de ácidos orgánicos (acético, cítrico, láctico), aunque los resultados no serán los mismos ya que los quesos no tendrán las mismas características organolépticas que cuando se emplean cultivos iniciadores.

Sal (cloruro de sodio): la sal se adiciona con el objetivo principal de darle sabor al queso, aunque además sirve para alargar la vida útil de los mismos al frenar el crecimiento microbiano al disminuir la actividad de agua. El porcentaje ideal depende del tipo de queso y del gusto del consumidor aunque se puede decir que puede estar entre el 2 y el 3%.

Colorantes: en la elaboración de quesos amarillos se utiliza el achiote (*Bixia orellana*) y el ßcaroteno para impartir al queso el color amarillo [12].

2.4. Enzimas Coagulantes

Los quesos son elaborados mediante coagulación enzimática o mixta, las enzimas coagulantes constituyen un elemento esencial. Tradicionalmente se utiliza la quimosina o renina, extraída del cuarto estomago (cuajar) de los becerros lactantes. Pero debido al aumento

en la demanda de cuajos se han desarrollado técnicas para la utilización de enzimas provenientes de microorganismos y vegetales.

La tabla 2 señala las principales enzimas coagulantes de uso en quesería.

TABLA 2: PRINCIPALES ENZIMAS COAGULANTES

GRUPO	FUENTE	EJEMPLO DE NOMBRES	COMPONENTE ENZIMATICO ACTIVO
Animal	Estomago Bovino	Cuajo Bovino, ternero.	Quimosina A y B Pepsina A y Gastricina
	Estomago Ovino	Cuajo de cordero, oveja	Quimosina y Pepsina
	Estomago Caprino	Cuajo de cabra y cabrito	Quimosina y Pepsina
	Estomago Porcino	Coagulante porcino	Pepsina A y B
Microbiano	Rhizomucor miehei	Hannilase	Protesa Aspartica
	Rhizomucor pisillus	Coag.pisillus	Protesa Aspartica
	Cryphonectria parasitica	Coag.parasitica	Protesa Aspartica
FPC(Quimosina producida por fermentación)	Aspergillus niger	Chymax	Quimosina B
	Kluveromyces Lactis	-	Quimosina B
Vegetal	Cynara cardunculus	Cardoon	Cyprosiana 1,2,3 y/o Cardisina A y B

Elaborado por: Mónica Rea-2010

Los cuajos microbianos son elaborados principalmente a partir de cultivos de mohos de la especie *Rhizomucor*. Actualmente se elabora quimosina producida por fermentación con microorganismos modificados genéticamente, con lo cual se obtiene un enzima bastante similar a la quimosina de origen animal; el extracto comercial contiene quimosina 100% a diferencia del producido por maceración del estomago el cual puede contener 90-95% de quimosina y 10-15% de pepsina.

Los cuajos vegetales pueden ser obtenidos de la piña (bromelina), papaya (papaina) e higo (ficina). Estas enzimas tienen una capacidad proteolítica menos específica por lo cual pueden causar sabores amargos en los quesos si no son bien utilizados. Su uso a nivel comercial es limitado, generalmente se utilizan en la elaboración artesanal de determinados tipos de quesos.

Los cuajos microbianos también tienen una acción más pronunciada que la quimosina a excepción de la quimosina obtenida por fermentación la cual se comporta igual a la quimosina animal. Titulo o Fuerza del Cuajo: antes de utilizar cualquier enzima coagulante debe conocerse su fuerza lo cual permite utilizar las dosis necesarias sin caer en los errores que conlleva emplear dosis bajas o muy altas a las necesarias.

El titulo o fuerza de cuajo se define como la cantidad de leche en mililitros, que cuaja a 35 ºC en 40 minutos, cuando se le adiciona una un gramo o mililitro de cuajo [12].

2.5. Fitoesterol

Según el Informe Mundial de la Salud 2008, la enfermedad cardiovascular es la principal causa mundial de muerte, matando a más de 12 millones de personas al año. Más de 4 millones de esas muertes se pueden atribuir al factor de riesgo del colesterol alto. Aunque antes se consideraba un problema del mundo occidental, la enfermedad cardiovascular se está extendiendo rápidamente a las naciones en desarrollo. Hoy por hoy, los esteroles vegetales se han encontrado para evitar la absorción del colesterol dietético y prevenir notablemente estas enfermedades, además de constituir un nicho muy interesante para el desarrollo de los alimentos funcionales, la industria de los alimentos ha acuñado estos conocimientos y ha logrado desarrollar procesos para la obtención de dichos productos.

En septiembre de 2000, la Food and Drug Administration de EE.UU. (FDA) aprobó una declaración de propiedades saludables que permita que las declaraciones ésteres de esterol puede reducir el riesgo de enfermedades coronarias. Los esteroles vegetales o fitoesteroles son esteroles derivados de plantas con estructuras

similares y funciones análogas al colesterol de los vertebrados [10]. Como sabemos, el colesterol es el esterol predominante en animales y desempeña importantes funciones en el organismo: es el precursor de la síntesis de diversas hormonas esteroideas, sirve para estabilizar las membranas celulares y, en forma de ésteres de colesterol, participan en los procesos de transporte/almacenamiento de lípidos. Las membranas de las plantas contienen poco o nada de colesterol, pero presentan varios tipos de esteroles vegetales [10].

Los esteroles vegetales son miembros de la familia de los triterpenos, su estructura es similar a la del colesterol, pero incluye un grupo metilo o etilo en el C-24, (Fig. 2.1)

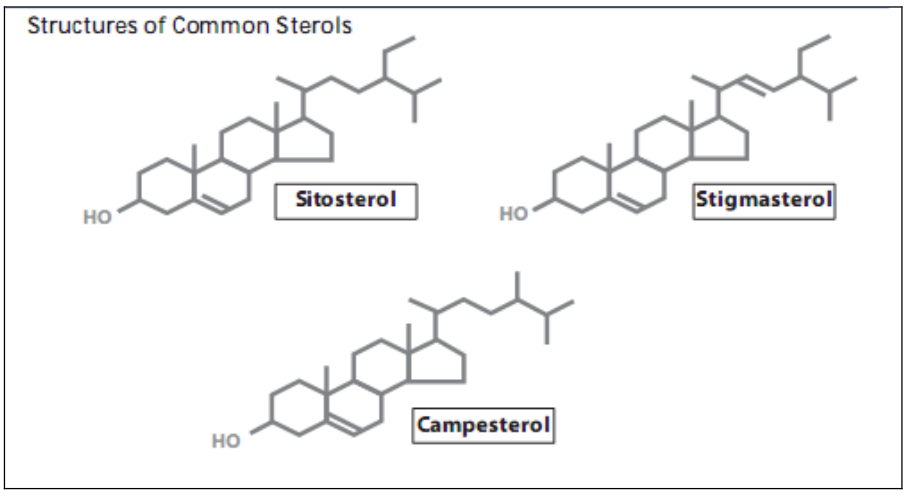


Figura 2.1 Estructura de esteroles vegetales comunes.

Como muestra la figura 2.2, dentro del grupo de los esteroles vegetales encontramos dos categorías o subgrupos, los esteroles,

con un doble enlace en posición 5, y los estanoles que no cuentan con dicho doble enlace, es decir, con una reducción-5 [10].

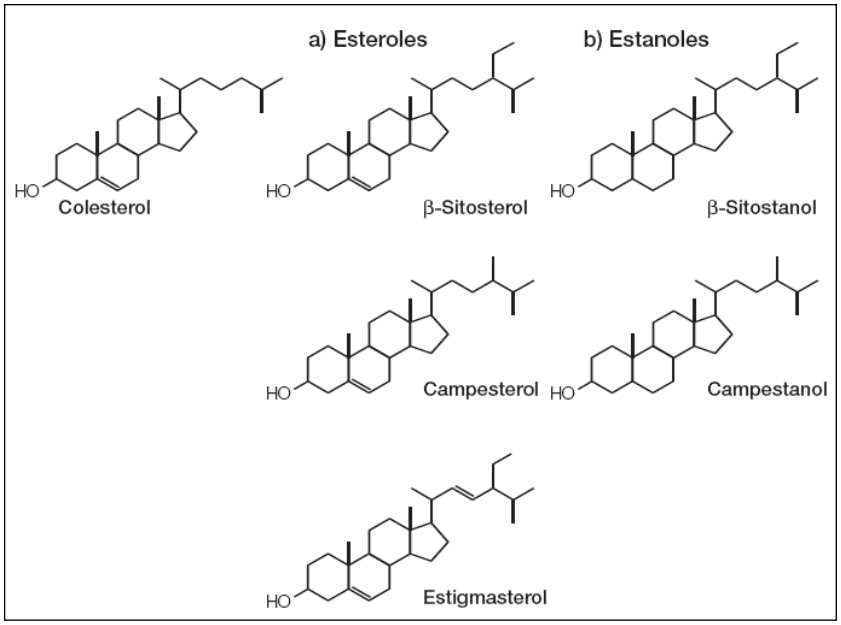


Figura 2.2 Estructura de estanoles y esteroles vegetales.

Se han descrito más de 200 tipos diferentes de esteroles vegetales en diferentes especies de plantas, siendo el más abundante el sitosterol o β-sitosterol, seguido por el campesterol y el estigmasterol. En la naturaleza los esteroles vegetales pueden aparecer como compuestos “conjugados”, en los cuales el grupo 3β-OH del esterol está esterificado por ácidos grasos, ferulato o ácido ferúlico (potente antioxidante semejante a la vitamina E y C), (Fig. 2.3). [10].

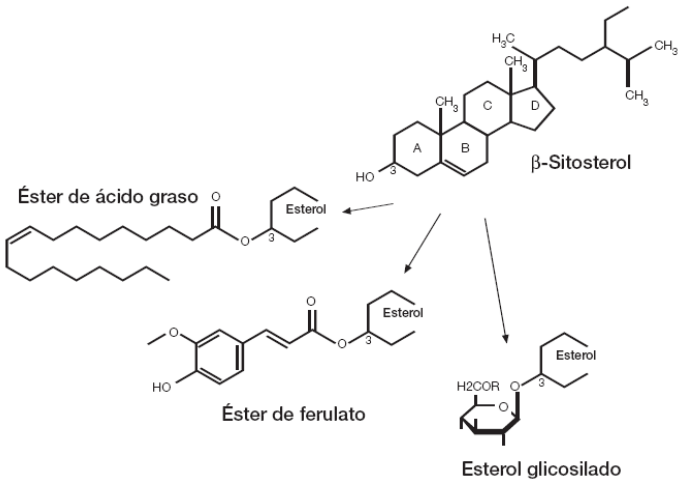


Figura 2.3 Modificaciones del grupo 3β-hidroxilo de los esteroles vegetales

Efectos de los esteroles vegetales sobre el metabolismo del colesterol: El colesterol, tanto el procedente de la dieta como el biliar, se absorbe entre un 35% y un 70% en el intestino. Para la absorción, por un proceso no totalmente esclarecido, se forman unas micelas compuestas por mezclas de colesterol libre, mono y diacilglicéridos, ácidos grasos, fosfolípidos y sales biliares. Una vez en el enterocito, el colesterol libre es esterificado por la acil-coenzima A colesterol acil- transferasa (ACAT) y es incorporado en los quilomicrones. Éstos pasan a la circulación y se convierten en quilomicrones remanentes por acción de la lipoproteína lipasa, que son captadas por el hígado. (Figs. 2.4 y 2.5).

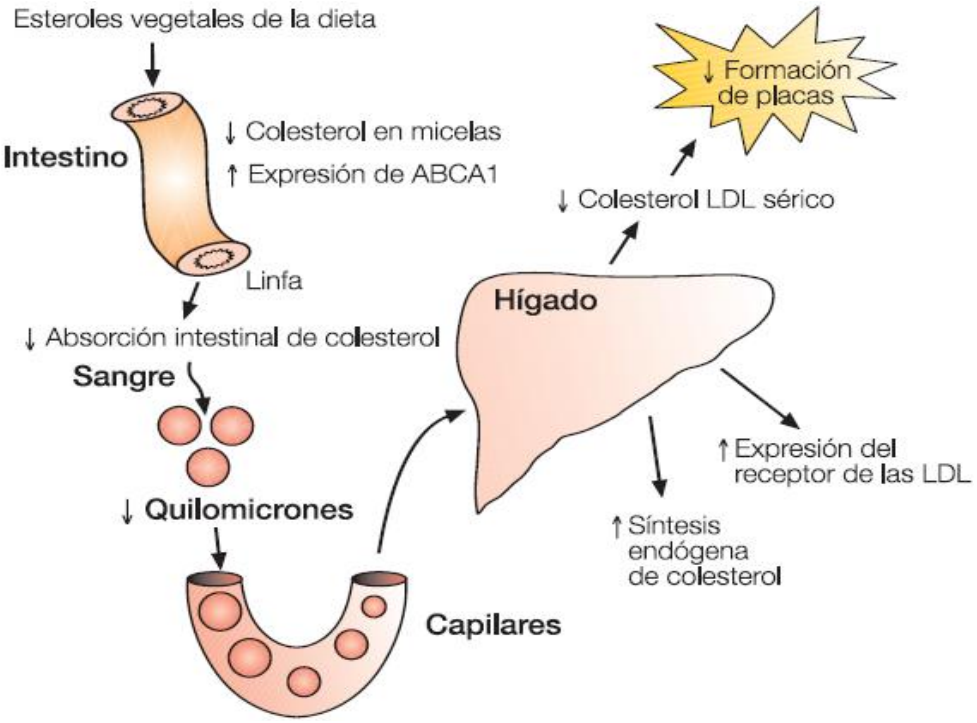


Figura 2.4 Posible efectos de los esteroles vegetales en el metabolismo lipídico y lipoproteico.

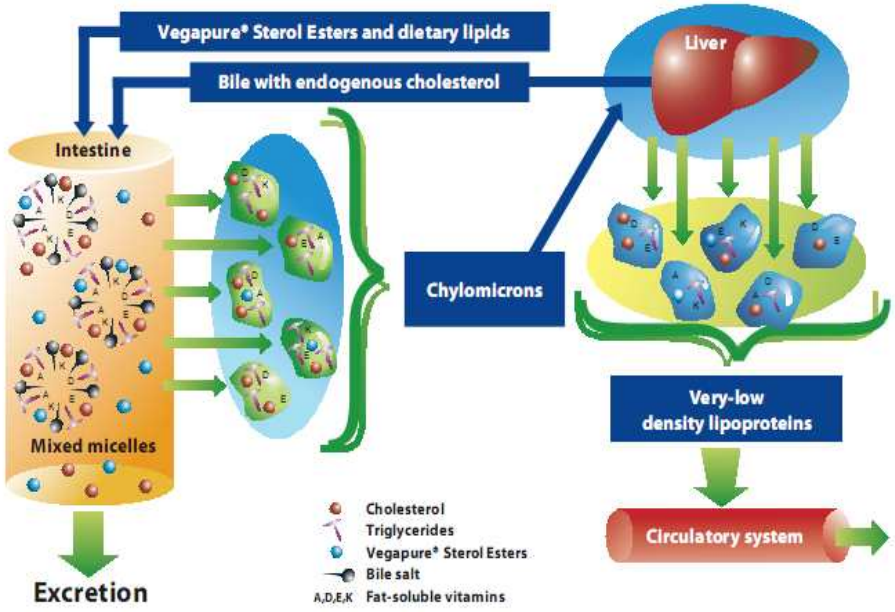


Figura 2.5 Absorción intestinal de esteroles vegetales.

A pesar de que su estructura química es similar, los esteroles vegetales y el colesterol difieren marcadamente en lo que respecta a su absorción intestinal. Así, a diferencia del colesterol, los esteroles de plantas se absorben poco en el intestino (4%-5%) y los estanoles aún menos (0,02%-0,3%).

En la actualidad se continúan estudiando mecanismos adicionales que expliquen el efecto reductor de las concentraciones sanguíneas de colesterol por parte de los esteroles de la dieta.

2.6. Aspecto Nutritivo de Queso Funcional libre de Colesterol

Nuestra salud, el bienestar y la longevidad están muy relacionados con la diversidad bioquímica de los alimentos que comemos. La relación entre alimentos y salud cardiovascular es un buen ejemplo. Hasta hace poco considerábamos a los alimentos poco más que una fuente de energía y elementos estructurales respecto a unos requerimientos esenciales de vitaminas y minerales que creíamos bien establecidos. Sin embargo, hay un creciente conocimiento de nuevas propiedades de estos nutrientes y de los alimentos como fuente de moléculas bioactivas que son capaces de interaccionar con genes, proteínas y otras biomoléculas implicadas en la regulación metabólica. De este modo, ciertos componentes alimentarios y dietas resultan capaces de generar adaptaciones de nuestro organismo en

el sentido de favorecer o prevenir determinadas enfermedades crónicas u otras alteraciones, al afectar el mantenimiento del equilibrio homeostático determinante de las condiciones de salud y bienestar.

El gran interés despertado por los alimentos descolesterolizados se debe, principalmente a que al ser consumidos y absorbidos en nuestro organismo disminuyen las concentraciones sanguíneas de colesterol. Por lo tanto, el desarrollo de productos con bajo contenido de colesterol en una variedad de alimentos, especialmente los lácteos, puede ser una ayuda importante en la protección de las personas con hipercolesterolemia frente a la aterosclerosis y las enfermedades cardiovasculares relacionadas, causa principal de la mortalidad en las sociedades más desarrolladas.

El descolesterolizante utilizado en la elaboración del queso funcional es una combinación de dextrinas obtenidas a partir de moléculas modificadas de almidones, que actúa en un proceso de encapsulación molecular efectivo, que forma un complejo de inclusión molecular altamente especifico, lo cual insolubiliza al colesterol en la fase oleosa, permitiendo una fácil extracción, por medio de un proceso físico. Por medio de este proceso se reduce un alto porcentaje del colesterol presente en la crema de la leche a

utilizar, desarrollando un producto con beneficios al consumidor, que comparte casi las mismas propiedades nutricionales que un queso normal, excepto que contiene reducido el colesterol y proteínas concentradas.

Además de ser fuente proteica de alto valor biológico, se destaca por ser una fuente importante de calcio, fósforo y sodio necesarios para la remineralización ósea. En cuanto a las vitaminas, el queso es un alimento rico en vitaminas A, D y del grupo B. Gracias a todos los nutrientes importantes que el queso nos aporta, debe estar presente en una dieta sana y equilibrada.

CAPÍTULO 3

3. DISEÑO DEL PRODUCTO

3.1. Formulación y Diseño del Experimento

Las pruebas a nivel de laboratorio para obtener las formulaciones, análisis físico químicos, microbiológicos, sensoriales y análisis de estabilidad, fueron realizadas en los laboratorios de una empresa que se dedica a la elaboración de productos lácteos, ubicada en el cantón Daule.

Una vez seleccionada la metodología para la elaboración de quesos frescos, se procede a elaborar el diseño del experimento para la descolesterolización de la crema de leche, la característica que podrían influir en la aceptación será llamada factor la que se evalúa a diferentes porcentajes (tratamientos), es decir a diferentes valores, obteniéndose diferentes muestras que se someterán a un análisis técnico discriminatorio aplicando luego a las muestras escogidas un análisis de varianza de los datos recogidos de los panelistas.

Cada combinación será una muestra y se codificara con letras distintivas.

Durante el proceso de desarrollo de la formulación del Queso funcional se busca obtener un producto con aspecto homogéneo, de consistencia suave característica, textura lisa y uniforme.

Diseño de experimentos.

En la industria es frecuente hacer experimentos o pruebas para resolver un problema o comprobar una idea por tal razón, cuando definimos el diseño de experimentos, diferenciamos dos aspectos: La planeación del experimento y El método estadístico.

Planeación y formulación del experimento:

El punto de partida para una correcta planeación es aplicar los principios básicos del diseño de experimentos: aleatorización, repetición, bloqueo (Fig.3.1).

Los pasos a seguir son los siguientes: delimitar el problema u objeto de estudio, una vez realizado el paso anterior elijo la variable de respuesta que será medida en cada punto del diseño y verifico si la medición es de forma confiable, a continuación determino cual es mi factor a investigarse, de acuerdo a la supuesta influencia que tiene

sobre la variable de respuesta, selecciono los tratamientos de mi factor, así como el diseño experimental adecuado y objetivo del ensayo.

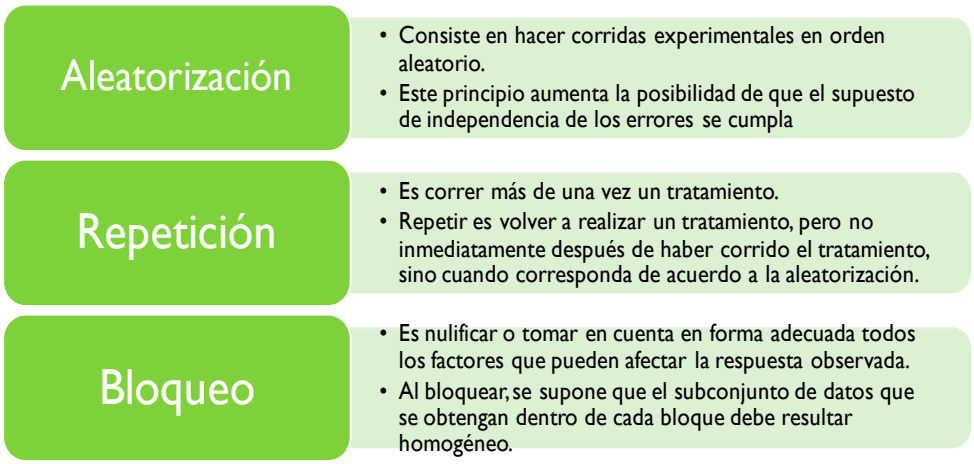


Figura 3.1 Principios básicos del diseño de experimentos

Una vez definido formulaciones planeo, organizo, y realizo las pruebas experimentales.

A continuación defino cual será mi problema, factor, tratamientos, variable de respuesta y mis hipótesis.

Problema: Reducir la cantidad de colesterol en la crema de leche para la fabricación de un queso fresco.

Factor: % Descolesterolizante en crema de leche con un porcentaje entre 40-45 %GB.

Tratamientos: Tengo tres tratamientos a los cuales voy a llamar de la siguiente manera: T_1 (% de descolesterolizante igual a 1), T_2 (% de descolesterolizante igual a 2.5), T_3 (% de descolesterolizante igual a 4).

Variable de Respuesta: Medida de disminución del colesterol en la crema de leche cuando termina el proceso de centrifugación.

Contraste de las Hipótesis: La hipótesis nula es que el promedio de la disminución de las observaciones respecto a cada dosis aplicada del descolesterolizante es igual; mientras que la alterna indica que al menos un promedio difiere del otro.

H_0: $T_1=T_2=T_3$ & H_l: $T_1 \neq T_2 \neq T_3$

El interés fundamental está centrado en comparar los tratamientos en cuanto a sus medias, sin olvidar que también es importante compararlos con respecto a sus varianzas.

Formulación del experimento: Se planteo un diseño de experimentos con 1 solo factor y 3 tratamientos, como se detalla en la tabla, obteniéndose un número de combinaciones posibles de 3*1= 3, ver tabla 6.

Modelo de un solo factor: $Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$

TABLA 3

FACTOR Y TRATAMIENTOS PARA EL DISEÑO DE EXPERIMENTOS

FACTOR	TRATAMIENTO		
Dosis de Descolesterolizante Down Col	T_1	T_2	T_3

Elaborado por: Mónica Rea-2010

Nomenclatura:

T_1: 1% del descolesterolizante en crema de leche.

T_2: 2.5% del descolesterolizante en crema de leche.

T_3: 4% del descolesterolizante en crema de leche.

La tabla 4 indica las diferentes pruebas de dosificación que se realizo a la crema de leche de 40/45%GB, para el proceso experimental de descolesterolización que son agrupadas en los diferentes tratamientos.

TABLA 4

PRUEBAS DE FORMULACION DE DOSIFICACION DE LA CREMA DE LECHE

INGREDIENTES	PRUEBA T_1 (1%)		PRUEBA T_2 (2.5 %)		PRUEBA T_3(4%)	
	%	G	%	g	%	g
Crema de Leche de vaca 40/45 %GB	99	990	97.5	980	96	960
Descolesterolizante Mix His Down col	1	10	2.5	20	4	40
TOTAL	100	1000	100	1000	100	1000

Elaborado por: Mónica Rea-2010

La siguiente tabla indica los tratamientos a los cuales será sometido la crema de leche y las medias experimentales resultantes (tres repeticiones por cada tratamiento efectuado) que son la variable de respuesta, la cual es la medida de disminución del colesterol una vez realizado el lavado, mediante un proceso físico mecánico (centrifugación).

TABLA 5

DISMINUCIÓN DEL COLESTEROL EN LA CREMA DE LECHE CON DIFERENTES TRATAMIENTOS

CREMA DE LECHE DE VACA 40/45 % GB	
TRATAMIENTOS (% Descolesterolizante)	**VARIABLE DE REPUESTA (%Disminución del colesterol en la crema de leche)**
T_1	33.15
T_1	33.01
T_1	33.00
T_2	37.11
T_2	37.00
T_2	36.99
T_3	75.10
T_3	74.99
T_3	75.01

Elaborado por: Mónica Rea-2010

El método estadístico:

Existen varias técnicas para evaluar estadísticamente los datos de las pruebas experimentales, una de ellas es ANNOVA, que es utilizada para comparar más de dos medias (>2) de tratamientos diferentes que se presumen provienen de una misma población (crema de leche).

Figura 3.2 Metodología estadística ANNOVA.

Todos los datos se analizaron por medio de análisis de varianza (ANNOVA) con el modelo de un solo factor, con la ayuda del programa minitab versión 15. Se realizó una prueba de comparación de fisher ($\alpha = 0.05$), para saber si existió diferencia significativa.

La figura siguiente muestra el análisis de varianza de un solo factor ANNOVA, en el cual se observa un $p < 0,05$ y se concluye que con un nivel de confianza 95% se asegura que hay diferencia significativa, es decir se rechaza la hipótesis nula a favor de la hipótesis alterna que sostiene que por lo menos uno de los tratamientos es diferente, validando la teoría de que la dosificación del descolesterolizante si tiene efecto en la reducción del colesterol de la crema de leche.

El porcentaje de explicación del modelo es R-cuad.=100% muy confiable a los experimentos realizados.

ANOVA unidireccional: T1(1%), T2(2.5%), T3(4%)

```
Fuente  GL        SC        MC          F      P
Factor   2  3224.317  1612.159  217137.88  0.000
Error    6     0.045     0.007
Total    8  3224.362

S = 0.08617   R-cuad. = 100.00%   R-cuad.(ajustado) = 100.00%


                                  ICs de 95% individuales para la media
                                  basados en Desv.Est. agrupada
Nivel     N    Media  Desv.Est.  ---+---------+---------+---------+------
T1(1%)    3  33.0552     0.0822  (*
T2(2.5%)  3  37.0000     0.1100      *
T3(4%)    3  75.0337     0.0584                                    (*
                                  ---+---------+---------+---------+------
                                    36        48        60        72

Desv.Est. agrupada = 0.0862
```

Figura. 3.3 Resultado análisis de varianza valores de F y P.

A continuación la figura 3.4, reitera la comparación entre las medias de los tratamientos, y su influencia en la disminución del colesterol final.

```
Intervalos de confianza individuales de Fisher del  95%
Todas las comparaciones en parejas

Nivel de confianza simultánea = 89.08%


Se restó T1(1%) a:

          Inferior   Centro  Superior  -----+---------+---------+---------+----
T2(2.5%)    3.7726   3.9448    4.1169                   *
T3(4%)     41.8063  41.9785   42.1506                                  *
                                      -----+---------+---------+---------+----
                                         -25         0        25        50


Se restó T2(2.5%) a:

        Inferior   Centro  Superior  -----+---------+---------+---------+----
T3(4%)   37.8615  38.0337   38.2058                                *
                                     -----+---------+---------+---------+----
                                        -25         0        25        50
```

Figura. 3.4 Comparaciones entre los tratamientos realizados.

Dando como resultado triunfador al tratamiento 3, con una dosificación igual al 4% del descolesterolizante en la crema de leche de vaca, con lo anteriormente expuesto se reduce el 75 % del colesterol dando efectividad al objetivo propuesto, mientras que con el tratamiento 2 hay una disminución casi del 37% que también puede ser considerada como reducida.(Ver Fig. 3.5)

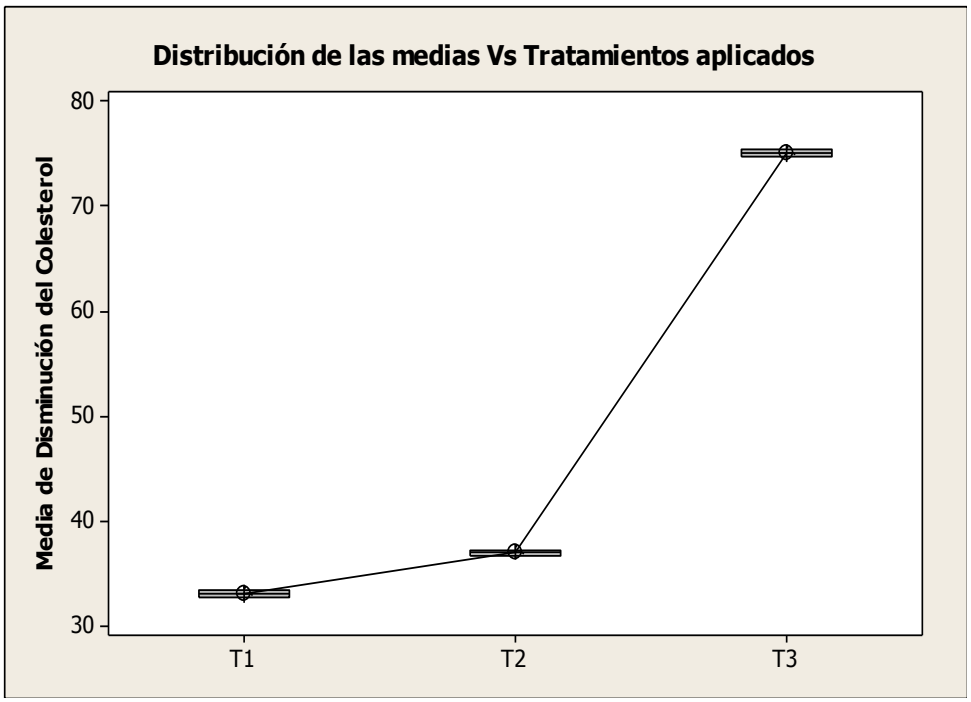


Figura 3.5 Diagrama de cajas del resultado de las medias de disminución del colesterol Vs los Tratamientos aplicados.

Finalmente con la dosificación conocida del descolesterolizante se procede a formular el queso para la posterior realización de los

paneles sensoriales con muestras de quesos light actuales en el mercado.

Se realizó pruebas de formulación con el fin de cumplir los siguientes objetivos: Utilización del fitoesterol para tener una funcionabilidad alta del queso descolesterolizado, corregir sabor residual y textura final.

TABLA 6

FORMULACION DEL QUESO FUNCIONAL 1

INGREDIENTES	FORMULACION X_1	
	%	G
Leche de vaca Descolesterolizada al 75%	95.648	7651.800
Cloruro de sodio	3.894	311.550
Cloruro de calcio CAL-SOL	0.019	1.500
Cuajo Cognis	0.009	0.750
Fitoesterol	0.420	33.600
Nitrato sódico	0.010	0.800
TOTAL	100.000	8000.000

Elaborado por: Mónica Rea-2010

La Formulación X1, dio como resultado un queso con alto sabor salado y astringente, por lo que se procedió a bajar el contenido de cloruro de Sodio, en cuanto a la textura existe presencia de huecos.

Figura 3.4 Textura del queso formulación 1

Después de haber obtenido resultados no deseados en la primera fórmula se llevó a reformular para variar los porcentajes de los ingredientes. Los porcentajes que se cambiaron fueron la disminución del cloruro de sodio y se cambio el tipo de cuajo a utilizar.

TABLA 7

FORMULACION DEL QUESO FUNCIONAL 2

INGREDIENTES	FORMULACION X_2	
	%	g
Leche de vaca Descolesterolizada al 75%	97.031	7762.500
Cloruro de sodio	2.500	200.000
Cloruro de calcio CAL-SOL	0.019	1.500
Cuajo CHY-MAX	0.010	0.800
Fitoesterol	0.420	33.600
Nitrato sódico	0.020	1.600
TOTAL	100.000	8000.000

Elaborado por: Mónica Rea-2010

Los resultados de la formulación X_2 mejoraron notoriamente pero aún se necesitaba mejorar la textura del queso, presentaba una cuajada no muy firme lo que ocasionaba el desprendimiento del queso, por lo cual se llevó a reformular aumentando la dosificación del cuajo y del cloruro de calcio.

TABLA8

FORMULACION DEL QUESO FUNCIONAL 3

INGREDIENTES	FORMULACION X_3	
	%	g
Leche de vaca Descolesterolizada al 75%	97.028	7762.220
Cloruro de sodio	2.500	200.000
Cloruro de calcio CAL-SOL	0.020	1.600
Cuajo CHY-MAX	0.012	0.980
Fitoesterol	0.420	33.600
Nitrato sódico	0.020	1.600
TOTAL	100.000	8000.000

Elaborado por: Mónica Rea-2010

La Formulación X_3 dio como resultado un queso con textura firme, sabor agradable sin dejar residual, con color blanco. Y posteriormente es promovida a pruebas sensoriales.

3.2. Pruebas Sensoriales

Se realiza las evaluaciones sensoriales del producto desarrollado con el propósito de conocer ciertos factores como: conocimiento del grado de aceptación del producto, comparación con muestras actuales del mercado, detección de preferencia del consumidor, verificación de la calidad del producto mediante las características organoléptica. Este análisis es realizado en el laboratorio del departamento de Desarrollo de la empresa láctea con un total de 30 jueces entre ellos hombres y mujeres cuyas edades fluctúan entre 15 y 50 años.

El método de evaluación escogido para el producto fue el de intervalos (Category & Scaling test), el cual permite determinar el nivel de agrado entre varias muestras y es fácil de comprender y de aplicar, además no requiere de entrenamiento o experiencia de los participantes. El formato presentado fue lo suficientemente explícito. (Ver apéndice C).

El producto se ofreció individualmente en horas de la mañana, proporcionándoles a los jueces agentes neutralizantes (agua purificada y galleta de soda) y complementos según la forma de consumo, cada muestra se rotula con una codificación de tres dígitos tomada al azar.

Para analizar los resultados de las degustaciones las marcas obtenidas en las escalas fueron traducidas a puntaciones numéricas empleando una regla y midiendo, teniendo como referencia de cero la marca en desagrada y diez la de gusta, para posteriormente aplicar el análisis de varianza de dos vías, el cual explica la diferencia entre dos factores por ejemplo, similitud entre muestras y similitud entre los fallos de los jueces.

A continuación se detalla los resultados obtenidos del producto:

Se utilizan la muestra preseleccionada del diseño de experimento planteado, junto con las muestras de marcas reconocidas en el mercado y son:

- Queso Fresco Descolesterolizado X_3: **471**
- Queso Fresco Light Kiosco : **109**
- Queso Fresco Light Rey **: 820**

Los resultados obtenidos de las pruebas sensoriales son tabulados, los mismos que sirven para realizar el análisis de varianza (ANNOVA) con el modelo de un solo factor, con la ayuda del programa minitab versión 15. Se realizó una prueba de comparación

de fisher (α= 0.05), para saber si existió diferencia significativa. Obteniendo el siguiente resultado:

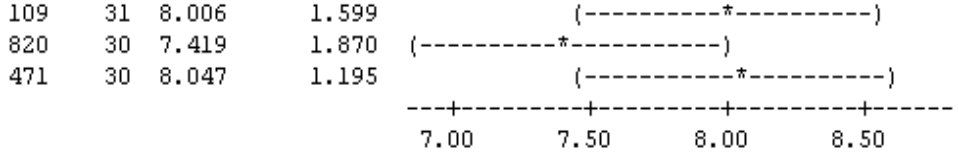
ANOVA unidireccional: 109, 820, 471

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Factor	2	7.42	3.71	1.49	0.231
Error	88	219.54	2.49		
Total	90	226.96			

S = 1.579 R-cuad. = 3.27% R-cuad.(ajustado) = 1.07%

Nivel	N	Media	Desv.Est.
109	31	8.006	1.599
820	30	7.419	1.870
471	30	8.047	1.195

ICs de 95% individuales para la media basados en Desv.Est. agrupada



Desv.Est. agrupada = 1.579

Figura. 3.6 Resultado análisis de varianza valores de F y P.

La figura 3.6 revela el análisis de varianza de un solo factor ANNOVA, en el cual se observa un p > 0,05 y se concluye que con un nivel de confianza 95% se asegura que no hay diferencia significativa, es decir se acepta la hipótesis nula y se rechaza la hipótesis alterna que sostiene que por lo menos uno de las muestras es diferente, validando la teoría de que las muestras de queso presente en el mercado son de características similares a la

desarrollada y que tendrá la aceptación por parte de los consumidores

A continuación en las figura 3.7 indica la comparación entre las muestras109, 471, 820. La aceptación sensorial por parte de los jueces de las muestras expuestas a evaluación son iguales, porque el intervalo incluye al cero.

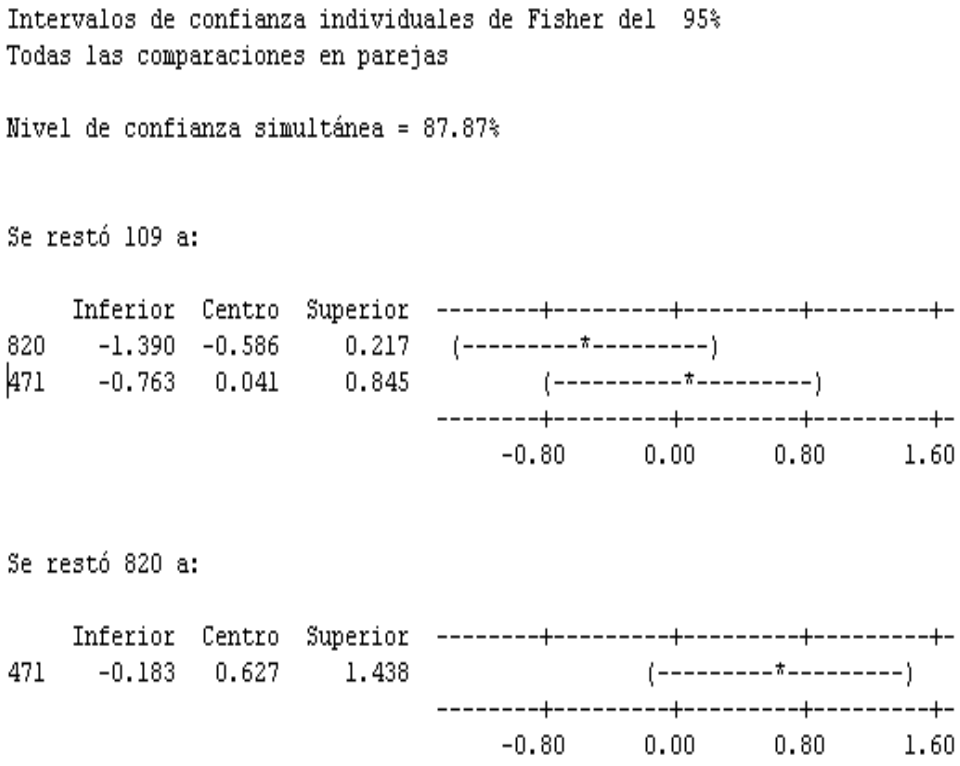


Figura. 3.7 Comparaciones entre los tratamientos realizados.

A continuación en las figura 3.8 indica las calificaciones que los jueces le dieron a las muestras presentadas lo que revela que

posee características sensoriales semejantes a las existentes en el mercado

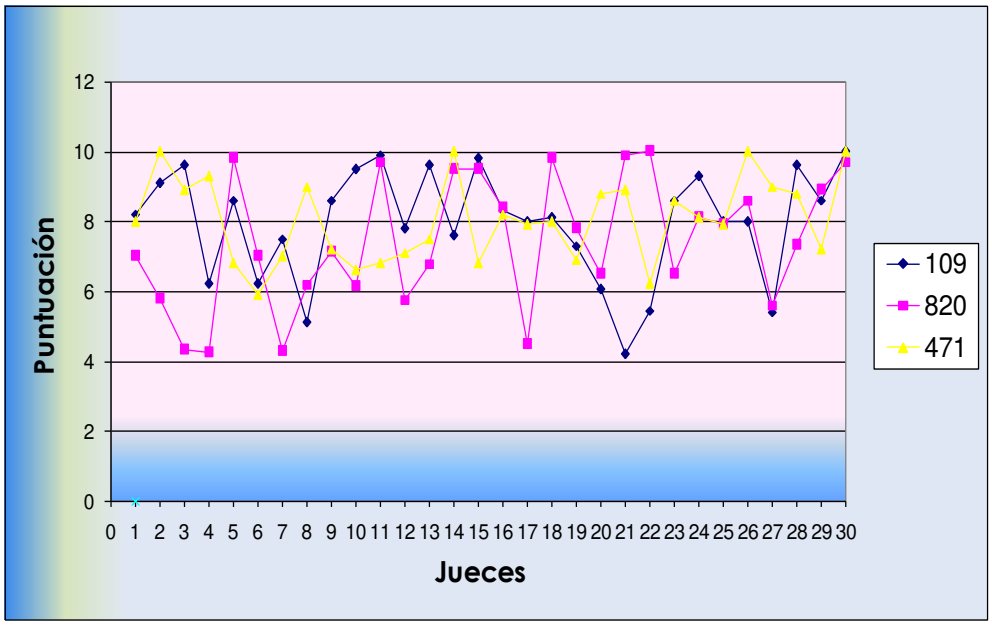


Figura 3.8 Puntuación de Jueces para el Queso

La figura 3.9 reitera en el diagrama de cajas que el promedio de las prototipos de quesos evaluados por los jueces alcanzan puntuaciones paralelas, no difieren una de otras.

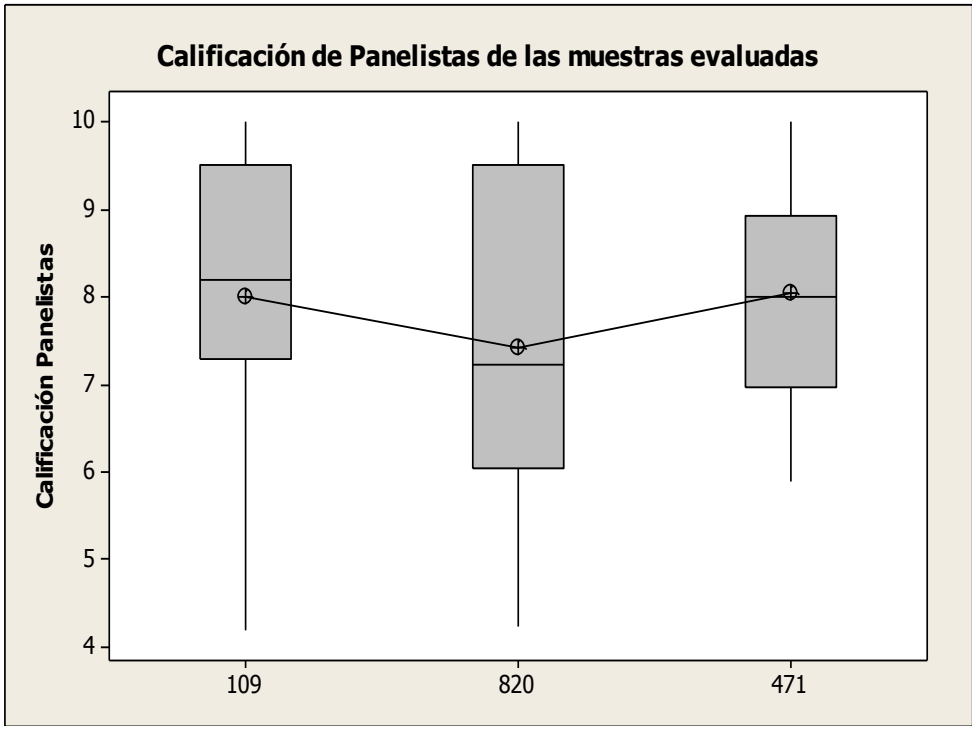


Figura 3.9 Diagrama de cajas del resultado de las medias de puntuación Vs las muestras evaluadas.

La figura 3.10 revela en el primer cuadrante que los errores tienen comportamiento normal porque su distribución es normal, en el segundo cuadrante que la normalidad del error de Residuos Vs los valores ajustados se da un comportamiento aleatorio con su amplitud, es decir las varianzas son homogéneas. Existe homogeneidad de varianza. No hay sorpresa, mientras que el cuadrante tres indica que los residuos son muy independientes.

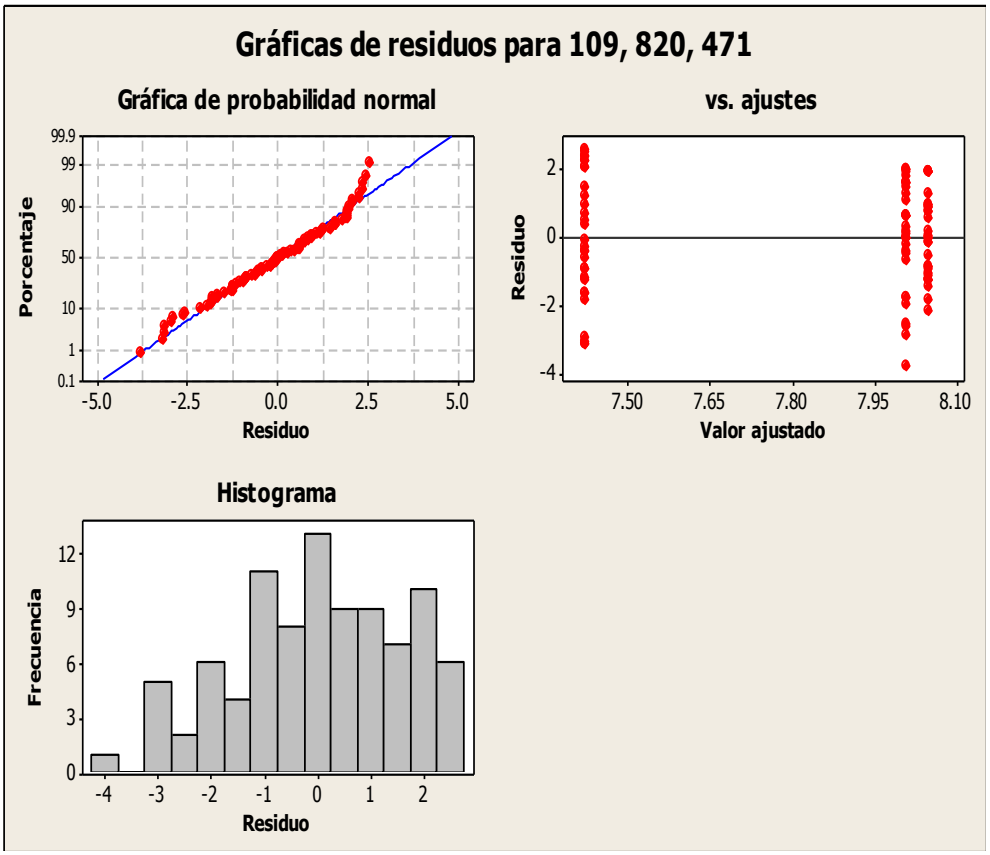


Figura 3.10. Grafica de residuos por agrupación.

3.3. Pruebas Físico Químicas

A continuación se menciona los análisis físico-químicos efectuados al queso funcional, el mismo que están regidos por métodos internacionales aprobados que estandarizan su ejecución.

3.3.1. Acidez

La Acidez se determinó mediante el método 16.267 de la A.O.A.C. (2000), usando como indicador fenolftaleína y Na OH 0.1 N para la titulación, expresada como % de acido láctico. Estas Pruebas se realizaron por triplicado teniendo como promedio de acidez final 0.23±0.02.

3.3.2. Humedad

La humedad se determinó por pérdida de peso por evaporación del agua, mediante el método 926.08 de la A.O.A.C.(2000), que consistió en pesar 2g de la muestra .Se coloco en un plato de metal en una estufa al vacío a 100°C , finalizando el proceso , se pesó y se expresó la pérdida de peso como humedad. Las Pruebas se realizaron por triplicado teniendo como promedio una humedad del 60%±1.

3.3.3. Salinidad

La salinidad se determinó por técnica de análisis de cloruros, mediante el método 926.08 de la A.O.A.C.(2000), que consiste en colocar 5 ml. de la muestra de agua preparada en un matraz erlenmeyer de 125 ml. Posteriormente se ajusta el pH

entre 7.0 a 8.3, se añaden: 2 gotas de Na2CO3 0.1 N y 2 gotas de fenolftaleína (0.25 %), tiene que producirse un color rosa. Rápidamente se añaden las gotas de H2SO4 0.1 N necesarias hasta que vire a incoloro. Después se agrega 3 gotas K2CrO4 al 5 % y finalmente se titula con AgNO3 0.01 N hasta el vire de amarillo a rojo ladrillo. Con un porcentaje final de cloruro de sodio 2.5% ±0.2.

3.3.4. Determinación del Colesterol

FUNDAMENTO:

Saponificación y extracción de la materia insaponificable, en la cual está contenido el colesterol, con éter etílico y de petróleo. Evaporación y reconstitución en metanol. Separación de otros compuestos insaponificables en una columna HPLC de fase reversa (C18). Cuantificación del colesterol por detección UV (205 nm) y por comparación con un estándar externo.

La metodología consiste en pesar 2g de crema de leche se realiza la extracción de la porción de grasa (Método gerber) después se saponifica el aceite, agregando 50 µl de una solución etanólica de DHC (Patrón interno) a 250 ppm, 8 ml de una solución etanólica de Pyrogallol al 3% y 0.5 ml de una

solución acuosa de KOH saturada, luego agitar en el vortéx. Y se coloca en un baño de agua a 80ºC por 30 min, posterior se enfría el tubo a temperatura ambiente, posterior se extrae totalmente la fracción insaponificable (fase orgánica) lavando con 12 ml de agua, y 10 ml de hexano, próximo paso agitar por 5 minutos y se espera a que se separen las fases. Se repite el lavado con hexano dos veces más.

El extracto que contiene la fracción insaponificable se lleva a sequedad con una corriente con nitrógeno y derivatizan los analitos con 250 µl de la solución derivatizante. Se agitan por 30 segundos en el vórtex y se colocan en un baño de agua a 70ºC por 30 min, luego se analiza 1ml de la solución derivatizada por GC-FID a las siguientes condiciones: Temperatura inicial: 90ºC por 3 min; rampa de temperatura: 40ºC/min; temperatura final: 270ºC por 40 minutos ;flujo de helio: 1 ml/min ; Presión de la columna: 7 psi o 50 kPa y Temperatura del inyector: 250 ºC.

La concentración del colesterol es calculado por interpolación en una curva de calibración y elección de la longitud de onda (205nm) realizada luego de un barrido exploratorio en un espectrofotómetro.

Las pruebas se realizaron por triplicado teniendo como promedio un porcentaje de colesterol de la crema de leche de 246 mg/100gr (patrón) y crema de leche descolesterolizada al 75% 60.2 mg/100gr. Ver análisis realizados en los siguientes anexos: D, E, F y G.

3.3.5. Determinación del Fitoesterol

La determinación del fitoesterol se realizó por un método que utilizara la cromatografía de gases para la separación y cuantificación del mismo.

En breve, la metodología es muy similar al de la crema de leche que consiste en pesar 300 ml de leche con fitoesterol se realiza la extracción de la porción de grasa (Método gerber) después se saponifica el aceite, agregando 50 µl de una solución etanólica de DHC (Patrón interno) a 250 ppm, 8 ml de una solución etanólica de Pyrogallol al 3% y 0.5 ml de una solución acuosa de KOH saturada, luego agitar en el vortéx. Y se coloca en un baño de agua a 80ºC por 30 min, posterior se enfría el tubo a temperatura ambiente, posterior se extrae totalmente la fracción insaponificable (fase orgánica) lavando con 12 ml de agua, y 10 ml de hexano, próximo paso agitar por

5 minutos y se espera a que se separen las fases. Se repite el lavado con hexano dos veces más.

El extracto que contiene la fracción insaponificable se lleva a sequedad con una corriente con nitrógeno y derivatizan los analitos con 250 µl de la solución derivatizante. Se agitan por 30 segundos en el vórtex y se colocan en un baño de agua a 70ºC por 30 min, luego se analiza 1ml de la solución derivatizada por GC-FID a las siguientes condiciones: Temperatura inicial: 90ºC por 3 min; Rampa de temperatura: 40ºC/min; Temperatura final: 270ºC por 40 minutos ;Flujo de helio: 1 ml/min ; Presión de la columna: 7 psi o 50 kPa y Temperatura del inyector: 250 ºC. La concentración del fitoesterol es calculado por interpolación en una curva de calibración y elección de la longitud de onda realizada luego de un barrido exploratorio en un espectrofotómetro.

Las Pruebas se realizaron por duplicado teniendo como promedio un porcentaje de fitoesterol en la leche de 0.42 mg/100gr.

3.4. Caracterización del Producto

Luego de realizar las diversas pruebas físico-químicas y sensoriales del producto donde se determinan las respectivas especificaciones técnicas y propiedades organolépticas se procede a caracterizarlo.

3.4.1. Caracterización Físico- Químicas

El queso funcional reducido en colesterol y con Fitoesterol contiene las siguientes características físico-químicas:

TABLA 9

CARACTERISTICAS FISICO QUIMICAS DEL QUESO FUNCIONAL Vs EL QUESO LIGHT

CARACTERISTICAS FISICO-QUIMICAS DEL QUESO FUNCIONAL Vs QUESO LIGHT		
Parámetro	**Queso Funcional**	**Queso Light**
Acidez (Exp.ac. Láctico)	0.23±0.02	0.22±0.02
Humedad	60%±1.	58%±1.
%Cl Na	2.5% ±0.2	2.5% ±0.5
% Colesterol	60.2 mg/100gr	13.3 mg/100gr
% Fitoesterol	0.42 %	Ausencia
Condición de Almacenamiento: Mantener en Refrigeración		

Elaborado por: Mónica Rea-2010

3.4.2. Caracterización Organolépticas

El queso fresco funcional reducido en colesterol con fitoesterol presenta bordes regulares y caras lisas. La apariencia es de textura suave, no esponjosa y de color blanquecino .Su olor y sabor son característicos del queso.

3.5. Pruebas Microbiológicas

Para determinar la presencia de diferentes microorganismos presentes en la materia prima utilizada y en el producto final, se utilizaron medios de cultivo para coliformes totales, aerobios totales, mohos y levaduras como indican las normas que regulan este tipo de alimento, sin embargo además se consideró el análisis de Stafilococus Aereous y Salmonella que se lo realizó por placas petrifilm.

3.5.1. Aerobios Totales

El método aplicado para determinar la presencia de aerobios fue conteo en placa bajo siembra en masa por duplicado, en Agar “PCA” (Plate Count Agar), el cual consiste en un medio de cultivo exento de sustancias inhibidoras y de indicadores, concebido esencialmente para la determinación del número

total de gérmenes. Su incubación se lleva a cabo durante 48 horas a 37ºC.

El resultado de la prueba microbiológica desarrollada de acuerdo con los métodos anteriormente citados se muestra en la siguiente tabla.

TABLA 10

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLOGICOS AEROBIOS TOTALES

Resultados	Rango permitido UFC/g		Método De Ensayo
	Min.	Max.	
0	0	$1X10^2$	INEN 1529

Elaborado por: Mónica Rea-2010

El método aplicado para determinar la presencia de Staphilococcus aureus fue conteo en placa bajo siembra en placas petrifilm por duplicado. Su incubación se lleva a cabo durante 22 horas a 38ºC. La tabla 14 indica el resultado de los análisis.

Figura 3.7 Análisis Microbiológico Staphilococcus aureus por medio de placas petrifilm

TABLA 11

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLOGICOS STAPHILOCOCCUS AUREUS

Resultados	Rango permitido UFC/g		Método De Ensayo
	Min.	Max.	
0	0	$1X10^2$	INEN 1529

Elaborado por: Mónica Rea-2010

El método aplicado para determinar la presencia de Salmonella fue conteo en placa bajo siembra en placas petrifilm por duplicado. Su incubación se lleva a cabo durante 36 horas a 38ºC. La tabla 15 muestra el resultado de los análisis.

TABLA 12

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLOGICOS DE SALMONELLA

Resultados	Rango permitido UFC/g		Método De Ensayo
	Min.	Max.	
0	0	$1X10^2$	INEN 1529

Elaborado por: Mónica Rea-2010

3.5.2. Coliformes Totales

El método aplicado para determinar la presencia de coliformes totales fue conteo en placa bajo siembra en masa por duplicado, en Agar "C" (Coliforme Agar), el cual consiste en un medio de cultivo exento de sustancias inhibidoras y de indicadores, concebido esencialmente para la determinación del número total de Coliformes Totales, incluido el E.coli. Su incubación se lleva a cabo durante 48 horas a 37ºC-38 ºC.El resultado de la prueba microbiológica desarrollada de acuerdo con los métodos anteriormente citados se muestra en la siguiente tabla

TABLA 13

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLOGICOS COLIFORMES TOTALES

Resultados	Rango permitido	Método

	UFC/g		De Ensayo
	Min.	Max.	
0	0	$1X10^2$	INEN 1529

Elaborado por: Mónica Rea-2010

3.5.3. Mohos

Para la determinación de la presencia de mohos y levaduras se aplicó el método de conteo en placa bajo siembra en masa, por duplicado. El medio de cultivo utilizado fue "YGC" el análisis se basa en brindar las condiciones propicias y nutrientes necesarios para favorecer al desarrollo de estos microorganismos en caso de existir en el alimento.

Una vez sembrada la muestra se incuba a 28ºC durante 5 días, luego de lo cual se observa la presencia o no de colonias de mohos y levaduras.

El resultado de la prueba microbiológica desarrollada de acuerdo con los métodos anteriormente citados se muestra en la siguiente tabla.

TABLA 14

RESULTADOS DE ANALISIS MICROBIOLOGICOS MOHOS Y LEVADURAS

Resultados	Rango permitido UFC/25g		Método De Ensayo
	Min.	Max.	
0	0	0	INEN 1519

Elaborado por: Mónica Rea-201

3.6. Estabilidad del Producto

En esta parte se menciona el resultado obtenido del estudio de estabilidad del producto, el mismo que tienen como finalidad definir el tiempo de vida útil.

Los análisis fueron realizados durante un periodo de tiempo referencial en base a la vida útil de productos similares, los parámetros a evaluar dependen de lo indicado en las normas INEN, las mismas que se encuentran citadas anteriormente en las Técnicas de elaboración.

La tabla 18 indica el resumen del análisis de estabilidad del queso funcional.

TABLA 15

ANALISIS DE ESTABILIDAD DEL QUESO FUNCIONAL

DATOS DE LA MUESTRA:	
Fecha de Elaboración:	15/12/2009

Fecha de Expiración:	15/02/2010
Tiempo de estudio:	2 meses
Intervalos de Observación:	Semanal
Forma de Presentación:	Rectangular
Tiempo máximo de consumo:	2 meses
Método de valoración:	Organoléptico, Físico-Químico, Microbiológico
ºT de Almacenamiento:	5 – 7ºC

Elaborado por: Mónica Rea-2010

TABLA 16

ANALISIS SENSORIAL DEL QUESO FUNCIONAL

ANÁLISIS ORGANOLÉPTICO				
FECHA	**ASPECTO**	**COLOR**	**TEXTURA**	**OLOR**
15/12/09	Homogéneo	Blanco	Suave	Característico
22/12/09	Homogéneo	Blanco	Suave	Característico
29/12/09	Homogéneo	Blanco	Suave	Característico
05/01/10	Homogéneo	Blanco	Suave	Característico
12/01/10	Homogéneo	Blanco	Suave	Característico
19/01/10	Homogéneo	Blanco	Suave	Característico
26/01/10	Homogéneo	Blanco	Suave	Característico
02/02/10	Homogéneo	Blanco	Suave	Característico
09/02/10	Homogéneo	Blanco	Suave	Característico

Elaborado por: Mónica Rea-2010

TABLA 17

ANALISIS FISICO QUIMICO DEL QUESO FUNCIONAL

ANALISIS FÍSICO QUÍMICO				
FECHA	**%HUMED.**	**REQ.***	**ACIDEZ**	**REQ.***
15/12/09	60	60	0.23	0.23
22/12/09	60	60	0.23	0.23
29/12/09	60	60	0.23	0.23
05/01/10	60	60	0.23	0.23
12/01/10	59	60	0.23	0.23
19/01/10	58	60	0.23	0.23
26/01/10	56	60	0.23	0.23
02/02/10	55	60	0.22	0.23
09/02/10	55	60	0.22	0.23

Elaborado por: Mónica Rea-2010

* Requisitos Químicos según Norma INEN 1528 para queso fresco

TABLA 18

ANALISIS MICROBIOLÓGICO DEL QUESO FUNCIONAL

ANÁLISIS MICROBIOLOGICO						
FECHA	UNID.	MOHOS Y LEVAD.	REQ. *	COLIFOR-MES TOT.	REQ.*	AEROBIOS TOT.
15/12/09	UFC/ml	0	0	0	0	0
22/12/09	UFC/ml	0	0	0	0	0
29/12/09	UFC/ml	0	0	0	0	0
05/01/10	UFC/ml	0	0	0	0	0
12/01/10	UFC/ml	0	0	0	0	0
19/01/10	UFC/ml	0	0	0	0	0
26/01/10	UFC/ml	0	0	0	0	0
02/02/10	UFC/ml	0	0	0	0	0
09/02/10	UFC/ml	0	0	0	0	0

Elaborado por: Mónica Rea-2010

CONCLUSIONES: De acuerdo al estudio de estabilidad normal realizado, el producto cumple con el tiempo de vida útil de 2 meses.

CAPÍTULO 4

4. DISEÑO DEL PROCESO

4.1. Diagrama de Flujo

En este sub capítulo se detalla el diagrama de proceso para obtener una producción constante utilizando equipos industriales a nivel piloto.

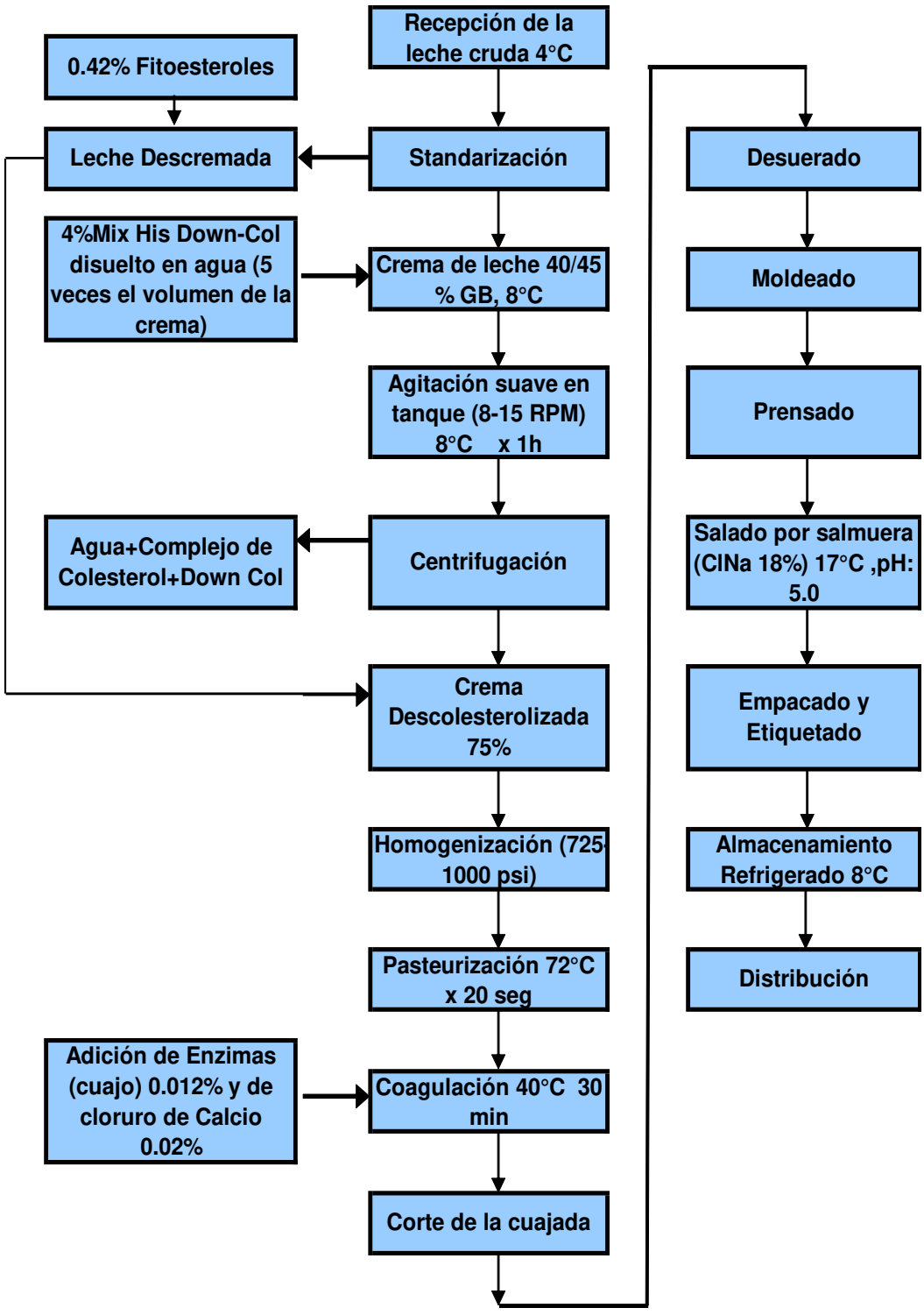


Figura 4.1 Diagrama de Flujo para la elaboración de un queso funcional reducido en colesterol y con fitoesterol

Para obtener el producto deseado, es importante que tanto la materia prima como el procedimiento cumplan con los parámetros establecidos en la tabla 19 correspondiente a la leche antes de ingresar al proceso de producción del queso.

TABLA 19 PARÁMETROS DE RECEPCIÓN DE LA LECHE.

ANALISIS DE LA RECEPCION DE LA LECHE		
Parámetro	**Método**	**Características**
Acidez	Norblad N913 Holanda	16-21°D
Grasa	Gerber Milko Tester	3.5%±0.5
pH	Potenciométrico	6.6-6.8
Antibióticos	Test para antibióticos	Ausencia
Recuento Total Coliformes	Siembra en masa	Max.10^2 ufc/ml
Recuento Total Aerobios	Siembra en masa	Max.10^2 ufc/ml
Recuento Salmonella	Placas Petrifilm	Ausencia
Recuento Staphilococcus Aereous	Placas Petrifilm	Max.10^2 ufc/ml
Apariencia, color y olor	Sensorial	Fresco-agradable-característico
Condición de Almacenamiento: Mantener Refrigerado a 4°C± 1°C		

Elaborado por: Mónica Rea-2010

4.2. Descripción del Proceso

Recepción de la leche: La recepción de la leche debe de efectuarse en la cadena de frio para no afectar su calidad. Por tal razón, la leche es transportada desde los centros de acopio hacia la empresa en camiones - tanqueros a temperatura de refrigeración, arribada a la empresa se realiza los análisis expuestos en la tabla 19 para su valoración, si cumplen con los parámetros de los análisis físico químicos, se recepta en los silos de almacenamiento a una temperatura que oscila entre los 4°C-5°C.

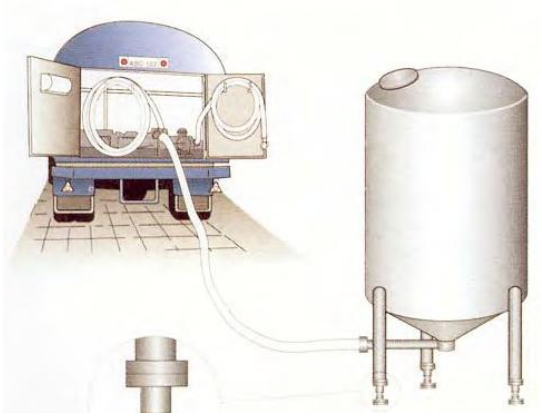


Figura 4.2 Recepción de leche y almacenamiento en silos. [12]

Las pruebas de planta que se utilizan es la prueba de acidez que permite verificar la cantidad de acido láctico; la prueba de la densidad para verificar si existe alguna adulteración de la leche; prueba de

residuos de antibióticos: es muy importante en la transformación de la leche, ya que los antibióticos inhiban el crecimiento bacteriano.

Standarización: Por medio del proceso de desnatado se obtiene leche descremada que es combinada con una dosificación del 0.42% de los fitoesteroles y crema de leche con 40-45 % GB que se procede a descolesterolizarla, mediante un segundo proceso que se describe en la etapa de centrifugación.

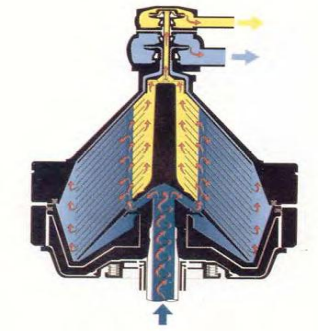


Figura 4.3 Standarización de leche de vaca en descremadora, [12]

Centrifugación: Este proceso consiste en dosificar el 4% del mix down col y disolver en agua (5 veces el volumen de la crema), dejar en un tanque agitándola de 8-15 rpm por una hora, después se efectúa la centrifugación donde finalmente se obtiene por un lado la crema descolesterolizada a un 75% menos en colesterol que se fusionará con la leche que contiene los fitoesteroles y por el otro una

mezcla de agua, colesterol y descolesterolizante que se drenan como residuos.

Homogenización: Seguidamente se realiza la homogenización para proveer una mejor mezcla de los ingredientes y para dar mayor estabilidad a los fitoesteroles a una presión 725-1000 psi.

Generalmente no es usual homogenizar la leche para quesería, aunque algunos industriales lo hacen. La homogenización de la leche causa una reducción en el tamaño de los glóbulos de grasa y por consiguiente un aumento en el área superficial de la materia grasa, lo que altera a la membrana original, las nuevas membranas consisten de material de las membranas originales, más proteínas adsorbidas provenientes de la fase acuosa de la leche.

Sin embargo es de particular interés ya que mejoraría la retención de agua en quesos frescos aumentando el rendimiento. Por la capacidad de ligar agua de las proteínas como a una mayor retención de proteínas en el suero de la cuajada

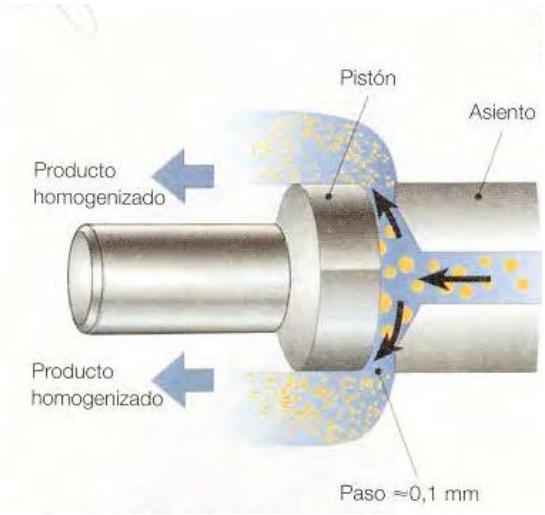


Figura 4.4 Homogenización de Leche descolesterolizada con fitoesteroles. [12]

Pasteurización: La pasteurización se la realiza a 72°C por 20 segundos y se la ha ajustado por dos razones principales: la destrucción de Mycobacterium tuberculosis: una de las bacterias patógenas no esporuladas mas termorresistentes y por la termoestabilidad de la fosfatasa alcalina (se desactiva a 71.7ºC durante 20 segundos).

Coagulación: Es en esta etapa la leche es llevada a la tina de cuajo donde se dosifica el 0.012 % del cuajo a una temperatura de 40°C, junto con el 0.02% de cloruro de calcio, aquí es donde las proteínas (Caseína principalmente) se vuelven insolubles y se solidifican transformando la leche en una sustancia semi-solida y gelatinosa. La coagulación enzimática consiste en dos fases:

Fase enzimática, en que separa la caseína en un 95% de paracaseína y 5 % de proteína de suero.

Fase de coagulación, en que la paracasina, el calcio y el fosfato se transforman en el paracaseinato cálcico y fosfático. Este complejo se precipita, provocando el cuajo.

Corte de la cuajada: Una vez acabada la coagulación se procede a cortar la cuajada con las liras horizontales y verticales (569x1150x900) en la propia cuba donde se dejó reposar, el corte reduce las partículas a las dimensiones requeridas dependiendo de la humedad final a la que se desee llegar.

Mientras mayor sea el tamaño de la partícula mayor humedad tendrá en queso.

Figura 4.5 Corte de cuajada

Desuerado: Se desuera gracias a un tamiz que retiene los granos de cuajada evitando así que se drenen junto al suero.

Figura 4.6 Desuerado

Moldeado: Se llena en moldes de 250gr y 500 gr según la forma hay moldes circulares o moldes rectangulares durante esta etapa continúa el desuerado.

Figura 4.7 Moldeado circular

Prensado: Se realiza de forma automática y el objetivo principal de esta etapa es que quede atrapado aire entre los granos de la cuajada para evitar la formación de gases, burbujas o huecos que dan mal aspecto sensorial.

Figura 4.8 Prensado automático del queso. [12]

Salado por salmuera: Se lo realiza por inmersión directa en baños de salmuera al 18 % de Cl Na a una temperatura de 17°C, con pH de 5.0 y adicionalmente se agrega el 0.02% de nitrato potásico como agente preservante, la adición de sal ayuda a conservar el queso más tiempo y además realza el aroma.

Figura 4.9 Salado por salmuera. [12]

Empacado y Etiquetado: Una vez realizado el proceso anterior se procede a empacar en fundas de polietileno, se etiqueta para su comercialización.

Figura 4.2 Queso funcional reducido en colesterol y con fitoesterol

Almacenamiento: Se almacena a 4°C para conservar la cadena de frío hasta su distribución, en gavetas de plástico con 24 unidades.

Distribución: Se distribuye en camiones refrigerados hasta los centros de acopio.

4.3. Descripción de Equipos

Los equipos propuestos a continuación cumplen con su objetivo en cada etapa del proceso de elaboración del queso funcional reducido en colesterol y con fitoesterol, sin embargo su uso se extiende a la elaboración de otros tipos de queso.

Para obtener el producto a nivel piloto es necesario contar con equipos que permitan el desarrollo del mismo con las características de calidad deseada. Inicialmente se propone una producción de 50 quesos diarios de 250 gramos., no obstante de acuerdo a la aceptación en el mercado se decidirá ampliar la demanda de producción

Tanque de Recepción: Para el almacenamiento de la leche durante su recepción con capacidad 300 litros, marca: interinox, tensión 220 V**,** potencia 0.52 Kw del motor agitador de 300 rpm**,** Tanque interior, como revestimiento exterior en acero inoxidable AISI 304, aislamiento efectivo mediante poliuretano, patas de regulación ajustable, conexión de salida de 2 pulgadas con grifo, agitador en

acero inoxidable que asegura una perfecta mezcla del producto, regleta de medición volumen en acero inoxidable, unidades frigorífica refrigerantes R-22 acopladas o separadas del tanque según modelo, termómetro y termostato para control de temperatura, dimensiones 580 mm (diámetro) x 3.110 mm (altura).

Descremadora: Boquillas de salida de acero inoxidable, bol de recepción de leche de acero inoxidable AISI 304, tensión 220 V, marca: tecnar, capacidad de producción: 300 litros/hora, potencia 0.37 Kw del motor, el equipo permite controlar el grado de desnatado con el fin de obtenerse mayor cantidad de nata.

Homogenizador: El homegenizador es de la marca tecnar con capacidad de operación de 300 litros por hora, cuyas características técnicas son: motor eléctrico de 2.38 Kw y presión de operación hasta 1300 PSI.

Pasteurizador: El pasteurizador cuenta con un sistema de prevención de reinfección: mediante una válvula reguladora de presión, se garantiza que la presión de la parte pasteurizada, sea mayor que la de la leche cruda, para que no exista contaminación por mezcla de ambas, ante eventuales “pinchaduras” de placas o ruptura de juntas, además posee una válvula derivadora para evitar que pase la leche sin pasteurizarse en caso de baja de temperatura, para

garantizar la correcta pasteurización del producto. Ciclo térmico 4-75-38ºC**,** calentamiento por medio de resistencia eléctrica, partes en contacto con la leche fabricadas enteramente en acero inoxidable AISI-304 y 316, bomba centrífuga para leche, paquete de placas en acero inoxidable AISI-316, sección de mantenimiento en botella, válvula electro-neumática de desvío de leche pasteurizada, panel de control con interruptor general, conmutador proceso-limpieza, sondas y termostatos de leche y agua, termógrafo y pilotos. Circuito cerrado de calentamiento con bomba de agua, purgador, vaso de expansión, resistencia eléctrica e interruptores automáticos de seguridad, Precisa toma de aire comprimido a 7 bar. Capacidad: 300 litros/ hora. Resistencia 10,50 Kw, marca: tecnar.

Tina de Cuajo: Con capacidad 300 lt, forma rectangular, fabricada enteramente en acero Inox. AISI 304, camisa de agua (doble fondo) para calentamiento de la leche y la cuajada al baño maría, válvulas de llenado de la camisa y vaciado de la cuba por rebosadero, chapas de remonte y pre-prensado de la cuajada, calentamiento por resistencia eléctrica 5 Kw, patas regulables, liras de corte vertical, horizontal y agitador, Medidas 569 x 1150 x 900.

Prensa automática: Construida enteramente en acero Inox. 2 cilindros, Longitud total de 2,6 mts, longitud de prensado 2 mts, para

24 moldes, 1 grupos de filtraje y 1 llaves distribuidoras. Necesita compresor. Capacidad de producción: 6kg/metro lineal (24kg de queso de pasta prensada), tiempo de producción: Entre 1 y 2 horas, en función del tipo de Queso que se pretenda obtener.

Compresor Neumático: De 1.2 Kw, con cárter lubricado por aceite, 220 L/min, 8 atm, motor eléctrico sobre depósito, con filtro purificador de aire.

Bomba de agua: Potencia del motor 0.375Kw, 220V.

Tina de Salmuera: Fabricado en polietileno, Capacidad de 300 lt. Con tapas y ruedas.

4.4. Requerimientos Energéticos

Los requerimientos energéticos necesarios para el funcionamiento de la planta piloto del queso funcional son los siguientes:

Energía eléctrica: Se requiere 20.345 Kw para el funcionamiento de los equipos expuesto anteriormente, pero se considerara un 30% de reserva por iluminación y algún instrumento eléctrico que se requiera siendo un total de 29.06 Kw.

Agua Potable: Se requiere un aproximado de 5 m^3 por hora, para limpieza de equipos y utensilios, limpieza en las áreas de trabajo y uso en general.

Aire comprimido: 220L /minuto, estipulado en el compresor neumático para la operación de prensado.

4.5. Costo de Producción

Para la producción del queso funcional es necesario saber de manera general cuales sería los costos de producción, por esa razón se plantea un informe del análisis económico, donde se calculan los costos de formulación, material de empaque, mano de obra y los costos indirectos de fabricación. Los resultados que se exponen en las tablas siguientes son evaluados por batch diario de producción, es decir para producir 300 litros de leche diaria con un rendimiento del 13.7% se obtendrán 82 unidades de queso con un peso de 500gr cada uno.

TABLA 20

RESULTADO DEL COSTO DE FORMULACIÓN

INGREDIENTES	FORMULACION X_3		ELABORAR 300 litros	COSTOS / KG	COSTOS / TOTALES
	%	g			
Leche de vaca Descolesterolizada al 75%	97.028	7762.220	291.083	0.600	174.650
Cloruro de sodio	2.500	200.000	7.500	0.450	3.375
Cloruro de calcio CAL-SOL	0.020	1.600	0.060	3.000	0.180
Cuajo CHY-MAX	0.012	0.980	0.037	3.000	0.110
Fitoesterol	0.420	33.600	1.260	40.000	50.400
Nitrato sódico	0.020	1.600	0.060	2.000	0.120
TOTAL	100.000	8000.000	300.000	49.050	228.835

Elaborado por: Mónica Rea-2010

TABLA 21

RESULTADO DEL COSTO DE MATERIAL DE EMPAQUE

COSTO MATERIAL DE EMPAQUE			
Bolsas	82.000	0.200	16.400

Elaborado por: Mónica Rea-2010

TABLA 22

RESULTADO DEL COSTO DE MANO DE OBRA DIRECTA

MANO DE OBRA DIRECTA			
Empleados	Dias trabajados	Total de Pagos	Sueldo al mes
Analista	1	11.667	350.000
Operario	1	9.333	280.000
Ayudante 1	1	8.333	250.000
TOTAL		29.333	880.000

Elaborado por: Mónica Rea-2010

TABLA 23

RESULTADO DEL COSTO DIRECTO TOTAL

Material Directo	Mano de Obra directa	Total costos directos
245.235	29.333	274.569

Elaborado por: Mónica Rea-2010

TABLA 24

RESULTADO DEL COSTO INDIRECTO TOTAL

Costos indirectos	
Energia Electrica	0.500
Agua	0.300
Acopio	3.000
Depreciacion	0.200
Costo de Venta	0.700
TOTAL	4.700

Elaborado por: Mónica Rea-2010

TABLA 25

RESULTADO DEL COSTO DE FABRICACIÓN

Costo Directo	Costo Indirecto	Costo Total
274.569	4.700	279.269

Elaborado por: Mónica Rea-2010

El resultado del análisis económico del queso funcional es evaluado considerando la formulación de los ingredientes y su respectivo rendimiento del proceso

TABLA 26

RESULTADO DEL ANÁLISIS ECONÓMICO DEL QUESO

Costo Unitario	
Costo Total	279.269
Rendimiento	13.70%
Unidades Quesos de 500g	82.200
Utilidad	
C.U	3.397
Ganancia 15%	3.997
PVP	3.997

Elaborado por: Mónica Rea-2010

El costo unitario de producción de un queso reducido en un 75% de colesterol inicial y con esteroles vegetales con un peso de 500gr es de 3.397 centavos de dólar, con una ganancia del 15% el precio de venta al público es 3.997 centavos de dólar.

4.6. Capacidad de Rendimiento

El cálculo de rendimiento se realiza una vez terminado el proceso de producción. Se ejecuta para tener un control de la cantidad de leche diaria utilizada y la cantidad de queso obtenido en kilogramos. En base al peso obtenido, se determina el rendimiento.

El rendimiento es la cantidad de queso obtenidos en kilos, por cada 100 litros de leche utilizada. Se calcula:

$$R = \frac{\text{Kg de Queso Obtenido}}{\text{Litros de leche utilizada}} * 100$$

$$R = \frac{2.2 \text{ Kg de queso}}{16 \text{ litros de leche}} * 100$$

$$R = 13.7\%$$

En la siguiente tabla se determina el rendimiento del queso fresco con los resultados por litros de leche consumida. Ver tabla 27

TABLA 27

ANALISIS DEL RENDIMIENTO DE QUESO FRESCO

RENDIMIENTO DE QUESO FRESCO				
Lts de leche inicial	**Kg. De queso obtenido**	**Rendimiento %**	**Lt de leche para 1Kg de queso**	**Resultado**
100	12.5	12.5	8	Perdida
100	13.5	13.5	7.4	Regular
100	14.28	14.28	7.0	Muy Bueno
100	15.38	15.38	6.5	Excelente

Elaborado por: Mónica Rea-2010

El rendimiento del queso funcional elaborado es de 13.7%, catalogado con un resultado general de muy bueno.

CAPÍTULO 5

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Recomendaciones.

En la metodología para la elaboración del queso funcional con fitoesterol, se involucra varias etapas críticas que deben ser tomadas en cuenta como puntos críticos de control entre ellas se menciona la recepción de la leche, por los análisis críticos que se efectúan y a la pasteurización que deberá llegar a 72ºC por 15 segundos para la eliminación de bacterias patógenas.

El presente trabajo, servirá como guía en el desarrollo de derivados lácteos funcionales, principalmente los reducidos en colesterol entre ellos: yogurt, mantequilla y crema de leche.

Es aconsejable no utilizar leche descremada tibia para la dispersión el Fitoesterol, ya que altera la estabilidad y es un requerimiento muy importante.

Se recomienda mantener las condiciones de asepsia en el proceso de toma de muestras para evitar una desviación de los resultados obtenidos.

5.2. Conclusiones.

Considerando los resultados experimentales se puede concluir que para lograr una reducción máxima del colesterol se debe dosificar el 4% del descolesterolizante, justamente se obtiene una crema reducida en colesterol en un 75%, y consecuentemente una disminución alta del colesterol en el queso elaborado, con el fin de llegar al objetivo propuesto, lo cual proporciona un gran beneficio a la salud del consumidor ya que adicionalmente está enriquecido con 0.42% de esteroles de origen vegetal que impide la absorción del colesterol restante al organismo ya que cumple con el requerimiento diario presentado por la FDA.

El queso desarrollado obtuvo en promedio una acidez de 0.23% exp. ácido láctico, 60% de humedad, 2.5% de Cl Na, 60.2 mg/100gr de colesterol y 0.42 % de fitoesterol.

De acuerdo a los resultados obtenidos en la prueba de evaluación sensorial, con un nivel de confianza 95% se asegura que no hay diferencia significativa, es decir la muestra desarrollada presenta

características organolépticas similares a los quesos light por lo que posee una buena aceptación por parte de los consumidores.

El costo unitario de producción del queso funcional con un peso de 500gr es de $ 3.397, con una ganancia del 15% el precio de venta al público es $3.997, considerando una capacidad de rendimiento igual a 13.7% catalogado con resultado general muy satisfactorio porque es bajo en comparación a otras marcas, que lo comercializan a $ 4.10, así mismo el contenido por envase es superior al de la competencia lo que permite su fácil adquisición y aprovechamiento.

El estudio de esta tesis implicó diversos estudios investigativos y análisis experimentales y científicos que se aprendieron durante el transcurso de la formación universitaria, lo cual resultó un apoyo fundamental en la realización del trabajo.