UNIVERSIDAD DE LAS FUERZAS ARMADAS ESPE

DEPARTAMENTO DE CIENCIAS DE LA VIDA
INGENIERÍA EN BIOTECNOLOGÍA

OPTIMIZACIÓN A NIVEL DE LABORATORIO DE LA HUMEDAD DEL QUESO FUNDIDO EN BLOQUE EMPLEANDO ESTABILIZADORES HIDROCOLOIDALES, EN LA EMPRESA DE LÁCTEOS ALPEN SWISS S.A – PROVINCIA DE PICHINCHA.

Previa a la obtención de Grado Académico o Título de:

INGENIERA EN BIOTECNOLOGÍA

ELABORADO POR:

MARÍA DEL CARMEN CUICHÁN SIMBA

SANGOLQUÍ, JULIO DE 2012

HOJA DE LEGALIZACIÓN DEL PROYECTO

ELABORADO POR

Sra. María del Carmen Cuichán

COORDINADOR DE CARRERA

Ing. Grace Tatiana Páez Barrera

Sangolquí, Julio del 2012

CERTIFICACIÓN

M.Sc. Alma Koch. Ing.-Mat. Pedro Romero

Certifican:

Que el trabajo titulado **"Optimización a nivel de laboratorio de la humedad del queso fundido en bloque empleando estabilizadores hidrocoloidales, en la empresa de lácteos Alpen Swiss S.A – Provincia de Pichincha"**, realizado por la Sra. María del Carmen Cuichán Simba como requerimiento parcial a la obtención del título de Ingeniera en Biotecnología, ha sido guiado y revisado periódicamente y cumple con las normas establecidas por la Escuela Politécnica del Ejército en el reglamento de estudiantes.

Sangolquí, Julio del 2012

M.Sc. Alma Koch
DIRECTORA

Ing-Mat. Pedro Romero Saker
CODIRECTOR

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, MARÍA DEL CARMEN CUICHÁN SIMBA, declaro que:

El proyecto de grado denominado **"Optimización a nivel de laboratorio de la humedad del queso fundido en bloque empleando estabilizadores hidrocoloidales, en la empresa de lácteos Alpen Swiss S.A – Provincia de Pichincha"**, ha sido desarrollado en base a una investigación exhaustiva, respetando derechos intelectuales de terceros, conforme las citas que constan a lo largo de todo el trabajo y cuyas fuentes se incorporan en la bibliografía. Consecuentemente este trabajo es de mi autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, autenticidad y alcance científico del proyecto de grado antes mencionado.

Sangolquí, Julio del 2012.

Sra. María del Carmen Cuichán Simba

AUTORIZACIÓN

Yo, MARÍA DEL CARMEN CUICHÁN SIMBA

Autorizo a la Escuela Politécnica del Ejército la publicación, en la biblioteca virtual de la Institución del trabajo **"Optimización a nivel de laboratorio de la humedad del queso fundido en bloque empleando estabilizadores hidrocoloidales, en la empresa de lácteos Alpen Swiss S.A – Provincia de Pichincha"**, cuyo contenido, ideas y criterios son de mi exclusiva responsabilidad y autoría.

Sangolquí, Julio del 2012

_____

María del Carmen Cuichán

DEDICATORIA

A mis padres, Fausto y Carmen por ser ejemplo de vida.

A mis hermanos Rodrigo, Fabián y Silvia, por estar siempre conmigo.

A Mauricio por la ayuda incondicional

A Daive por brindarme momentos de ternura y alegría.

A Erika y René los dos amores de mi vida.

María del Carmen

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios y al Divino Niño Jesús por darme la fuerza y sabiduría para culminar mi carrera; a la ESPE, que a través de sus profesores colabora con nuestra formación profesional; a Almita Koch, por aceptarme para realizar la tesis bajo su dirección, que con su apoyo, confianza en mi trabajo y capacidad para guiar mis ideas han sido un aporte invaluable en el desarrollo y culminación de la tesis; al Ing. Pedro Romero Saker, codirector de la tesis, por todos sus consejos, recomendaciones y ayudas en el desarrollo de la tesis; a la empresa de lácteos ALPEN SWISS S.A conformada por sus directivos y empleados por estar siempre listos a ayudarme con toda la información y materiales que necesité; mi más sincero agradecimiento al Ing. Marco Sigüenza, quien con su paciencia, abnegación, apoyo y sus conocimientos hizo posible la culminación de mi tesis; a mi padre Fausto Cuichán, por inculcarme fuerza de carácter y superación; a mi madre Carmen Simba por ser la amiga y compañera que me ha ayudado a crecer y siempre me guía en los momentos más importantes y difíciles de mí vida; a Silvia, Mauricio, Fabián y Rodrigo por estar ahí cuando los necesito, los quiero mucho; a Daive mi sobrinito querido por transmitirme su alegría e inocencia; a los amores de mi vida Erika y René, quienes con su paciencia, confianza y amor me ayudaron a culminar esta etapa; a mis amigas, compañeras y compañeros, especialmente Sully, Sofy, Ely, Carlita, Sas, Yami, Milton por su apoyo incondicional y desinteresado, me dieron ánimo para seguir siempre hacia adelante.

María del Carmen

ÍNDICE DE CONTENIDOS

Hoja de legalización del proyecto…….....ii
Certificación del director y codirector……..…….. iii
Declaración de responsabilidad……iv
Autorización……..…….....v
Dedicatoria……...vi
Agradecimientos……..……vii
Índice de contenidos……...viii
Listado de tablas……...xi
Listado de cuadros…….....xii
Listado de figuras……...xiii
Listado de anexos……....xv
Resumen…….....xvi
Abstract…….....xvii

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN 1
1.1 Antecedentes……..……..…1
1.2 Justificación e importancia…… ……..3
1.3 Objetivos de la investigación……..……..……4
1.3.1 Objetivo general……...……..4
1.3.2 Objetivos específicos.....5
1.4 Marco teórico……..……..…...5
1.4.1 Historia……. ……5
1.4.2 Definición……...6
1.4.3 Clasificación……...7
1.4.4 Valor nutritivo……..……..7
1.4.5 Queso procesado……..……9
1.4.5.1 Definición e importancia… ……..……..9
1.4.5.2 Clasificación……..……..9
1.4.5.3 Fabricación de quesos fundidos……10
1.4.5.4 Materias primas a usar en el proceso de elaboración……...…10
1.4.5.5 Formulación……..……21
1.4.5.6 Ventajas de la elaboración de un queso procesado……...21

1.4.5.7 Defectos de calidad del queso procesado……..22

1.4.6 Análisis sensorial del queso…….....23

1.4.6.1 Apariencia……..…….....24

1.4.6.2 Color……..……...…….24

1.4.6.3 Consistencia/textura…….....……..24

1.4.6.4 Olor……..……...……...25

1.4.6.5 Sabor ……..……...……....25

1.4.6.6 Fallas en la elaboración de quesos……....25

1.4.7 Análisis microbiológico…....……....27

1.4.7.1 Alteraciones microbiológicas……...……....27

1.4.7.2 Principales bacterias en los productos lácteos…….....28

1.4.7.3 Requisitos microbiológicos…...…….....31

1.5 Sistema de hipótesis …....…...…....……....31

CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS 32

2.1 Participantes……..32

2.2 Zona de estudio……...……...32

2.3 Período de inicio de la investigación……...……..32

2.4 Diseño experimental……..32

2.4.1 Experimento……..…....32

2.4.2 Unidad experimental……...…….33

2.4.3 Variable respuesta……..……..33

2.4.4 Factores controlables…….…….33

2.4.5 Factores en estudio……..…33

2.4.6 Niveles y tratamientos……...……..34

2.4.7 Análisis ……..…….34

2.5 Disponibilidad de equipos y materiales……...……..34

2.6 Proceso……..…….35

2.6.1 Materia prima……..……...…….36

2.6.2 Formulaciones……..…...…….36

2.6.3 Elaboración de queso procesado en bloque en el laboratorio…….37

2.7 Determinación del rendimiento práctico……...…….38

2.8 Determinación de costos de materia prima……...38

CAPÍTULO 3: RESULTADOS……..…….…..**39**
3.1 Análisis físico-químico (porcentaje de humedad)……..39
3.2 Análisis sensorial…….…...43
3.3 Análisis microbiológico…….. ……..45
3.4 Formulación final……...45
3.5 Determinación del rendimiento práctico……..…….…46
3.6 Determinación del costo de materia prima……..…...……... 47

CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN…….....**48**
4.1 Análisis físico-químico (porcentaje de humedad)……..……..48
4.2 Análisis sensorial…….....51
4.3 Análisis microbiológico……...…….52
4.4 Formulación final ……...……..……52
4.5 Determinación del rendimiento práctico ……53
4.6 Determinación del costo de formulación.…….53

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES……...……**54**

CAPÍTULO 6: RECOMENDACIONES…….**56**

CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFÍA…….…..…...**57**

ANEXOS……..……....**63**

LISTADO DE TABLAS

Tabla **Página**

Tabla 1.1 Defectos de calidad más comunes en queso procesado……..……..... 32

Tabla 2.1 Factores en estudio para determinar la humedad del producto obtenido 33

Tabla 2.2 Tratamientos a realizarse en el diseño factorial 2x3 ……. 45

Tabla 2.3 Formulación base para el proceso de elaboración del queso fundido…..... 46

Tabla 3.1 Medidas de tendencia central para la variable porcentaje de humedad controlada por concentración (0.5%, 1% y 2%) y lugar de recolección de datos (Laboratorio Alpen Swiss y O.S.P)……...…….. 47

Tabla 3.2 Test de Shapiro Wilks para comprobar normalidad en la variable porcentaje de humedad controlada por tratamiento…… 47

Tabla 3.3 Medias de la proporción de humedad e intervalos de confianza por hidrocoloide y concentración……...…….. 48

Tabla 3.4 Selección del tipo de hidrocoloide y la concentración adecuada según el rango deseable…….....…… 49

Tabla 3.5 Resultados análisis microbiológico del queso fundido empleando goma Xanthán al 1% (T2)……...……..... 49

Tabla 3.6 Formulación final del queso procesado en bloque a nivel de laboratorio…… 50

Tabla 3.7 Costos de materia prima directa para la fabricación del queso fundido en bloque a nivel de laboratorio con un peso aproximado de 400g……. 51

LISTADO DE CUADROS

Cuadros **Página**

Cuadro 1.1 Requisitos nutricionales del queso fresco (INEN, 1996) ..…… 17

Cuadro 1.2 Composición nutritiva del queso (FAO, 2000)…… 37

Cuadro 1.3 Clasificación de las gomas…… 37

Cuadro 1.4 Formulación del queso procesado según Revilla (1996)…… 38

Cuadro 1.5 Formulación del queso procesado según la FAO (1985)…… 38

Cuadro 1.6 Requisitos microbiológicos que deben cumplir los quesos fundidos…….. 39

LISTADO DE FIGURAS

Figuras **Página**

Figura 1.1 Fotografías del Friso de la Lechería.……...……..... 5

Figura 1.2 Esquema del efecto de las sales fundentes…...……....… 6

Figura 1.3 Estructura química de la Carragenina tipo Kappa, Iota y Lambda…...… 9

Figura 1.4 Estructura de la goma Xanthán……..…….... 10

Figura 2.1 Diagrama de flujo del proceso de producción del queso fundido en bloque a nivel de laboratorio……..……..……..... 13

Figura 3.1 Gráfico de cajas (box-plot) para la variable porcentaje de humedad controlado por el tipo de laboratorio (O.S.P y Alpen Swiss)……...…… 40

Figura 3.2 Gráfico de cajas (box-plot) por tipo de hidrocoloide (goma Xanthán, Carragenina) y concentración (0,5%,1% y 2%), frente al control negativo sin hidrocoloides……..……..… 20

Figura 3.3 Prototipos de quesos procesados con distintas concentraciones de hidrocoloides. (a) goma Xanthán al 0,5%, (b) goma Xanthán al 1%, (c) goma Xanthán al 2%, d) Carragenina 0,5%, (e) Carragenina (1%) y (f) Carragenina 2%..... 23

Figura 3.4 Aceptación de los atributos de sabor, aroma, textura, color y brillo para el hidrocoloide Carragenina 1% (T5) y goma Xanthán 1% (T2)……..…… 25

Figura 3.5 Porcentaje de aceptación de las variables sensoriales, evaluadas por los degustadores en los tratamientos (T2, T5)…….. 29

Figura 3.6 Quesos realizados con goma Xanthán (1%) y Carragenina (1%), empleados en la evaluación sensoria……..……...……. 45

Figura 3.7 Rendimiento del queso procesado en bloque, donde R1, R2, R3, R4, R5 y R6 representan el número de repeticiones del mejor tratamiento (T2), usado 48

para la optimización de la formulación final del producto……..

LISTADO DE ANEXOS

Anexos **Página**

ANEXO A.1 Porcentaje de humedad de los prototipos de queso fundido en bloque, empleando goma Xanthán y Carragenina en concentraciones de 0,5%, 1% y 2% respectivamente, realizados en los laboratorios O.S.P. de la Universidad Central del Ecuador y en los laboratorios de control de calidad Alpen Swiss..... 63

ANEXO A.2 Medidas de tendencia central arrojadas por el programa INFOSTAT, para la variable humedad, tomando en cuenta el laboratorio donde se realizaron los análisis..... 65

ANEXO A.3 Test de ANOVA para la variable humedad, arrojadas por el programa InfoStat 66

ANEXO A.4 Test de Shapiro Wilks para verificar la normalidad de la variable porcentaje de humedad (programa InfoStat)..... 67

ANEXO A.5 Resumen del análisis de varianza para los atributos evaluados de aceptación sensorial: sabor, aroma, textura, color y brillo, en los tratamientos T2 y T5. (InfoStat)..... 68

ANEXO A.6 Test descriptivo utilizado en la evaluación sensorial para queso fundido en bloque..... 70

ANEXO A.7 Ficha técnica de la goma Xanthán..... 71

ANEXO A.8 Ficha técnica de la Carragenina..... 72

ANEXO A.9 Resultado de Análisis microbiológico del queso fundido realizado en los laboratorios O.S.P de la Universidad Central del Ecuador..... 73

RESUMEN

La fabricación de queso fundido constituye una alternativa muy interesante para el sector lácteo, ya que permite alargar y mejorar la vida útil de un alimento perecedero como es el queso. Además, presenta múltiples ventajas con respecto al queso normal, entre las que destacan su buena conservación y la gran variedad de formatos y productos diferentes que pueden ofrecerse al consumidor. Así, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo optimizar a nivel de laboratorio la humedad del queso fundido en bloque empleando hidrocoloides. En primer lugar se estableció una formulación base para la elaboración del queso procesado con la incorporación de goma Xanthán y Carragenina con concentraciones de 0.5%, 1% y 2%; se plantearon siete tratamientos de acuerdo a un diseño experimental y cada uno se llevó a cabo siguiendo el proceso de elaboración habitual, se utilizó la misma cantidad de ingredientes como materia prima, sales fundentes, sorbato de potasio, colorante para determinar la influencia sobre la variable de respuesta: porcentaje de humedad. El análisis estadístico de los datos permitió determinar los dos mejores tratamientos T2 (goma Xanthán 1%) y T5 (Carragenina 1%) con respecto a los niveles de humedad idóneos para este tipo de quesos, los mismos que posteriormente fueron sometidos a una evaluación sensorial para determinar el mejor tratamiento. Los resultados obtenidos demostraron que el prototipo de mejor aceptación por sus cualidades sensoriales fue el que contenía goma Xanthán al 1% (T2). El análisis microbiológico del mejor tratamiento (T2) demostró que el producto elaborado cumple con todos los requisitos microbiológicos establecidos por el INEN, haciéndolo apto para el consumo humano.

ABSTRACT

Making cheese is a very interesting alternative for the dairy sector, allowing lengthens and improve the life of a perishable food such as cheese. It presents many advantages over regular cheese, among which their preservation and a variety of formats and different products that can be offered to the consumer. Thus the present research work aimed to optimize a laboratory scale cheese moisture block using hydrocolloids. First, we established a basis for formulation of processed cheese with the addition of Xanthán gum and Carrageenan at concentrations of 0.5%, 1% and 2%, seven treatments were raised according to experimental design and each carried out following the usual process, we used the same amount of ingredients as raw material, melting salts, potassium sorbate, color, to determine only the influence of the variable under study proposal. Statistical analysis of the data used to select the two best treatments T2 (Xanthán gum 1%) and T5 (Carrageenan 1%) with respect to moisture levels suitable for this type of cheese, which we will subsequently underwent sensory evaluation to determine the best treatment, the results obtained showed that the prototype of greater acceptance for their sensory qualities was the Xanthán gum containing 1% (T2). Microbiological analyzes of better treatment (T2) showed that product manufactured meets all microbiological criteria established by the INEN, making it suitable for human consumption.

CAPÍTULO 1: INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES

La palabra "queso" tiene sus orígenes en el vocablo indoeuropeo "*caseus*", que significa "que carece de suero". Para explicar sus orígenes han surgido múltiples versiones; desde historias míticas, hasta narraciones en las que se atribuye el descubrimiento a la casualidad y a la necesidad de conservar la leche (Orbe, 2005).

Más allá de la historia de este producto y de su inigualable sabor, existe toda una industria mundial dedicada a su elaboración, desde los quesos frescos hasta los más elaborados como el gruyere y el roquefort (Orbe, 2005).

Según los últimos datos del Censo Agropecuario del año 2000 en el Ecuador, el 90% de las principales industrias ecuatorianas procesadoras de lácteos se encuentran ubicadas en la sierra y se dedican principalmente, a la producción de leche pasteurizada, quesos y crema de leche, ocupando un plano secundario los otros derivados lácteos (Contero, 2007).

La empresa Alpen Swiss S.A[1] forma parte de las industrias lácteas ecuatorianas. Cuenta con una capacidad instalada para procesar 80000 litros diarios de leche. Se dedica a la producción de varios tipos de quesos, manjar de leche, crema, mantequilla y leche pasteurizada. La planta cuenta con maquinaria de última generación, para la producción de lácteos, permitiéndole competir con grandes empresas que han estado en el mercado nacional por mucho tiempo.

En esta empresa se procesan alrededor de 10000 litros diarios de leche que son destinados primordialmente a la fabricación de queso fresco y queso mozzarella con un

[1] Empresa de lácteos Alpen Swiss Misión, visión y productos: http: www.Alpenswiss.com.ec

promedio de 5320 kilos y 7716 kilos mensuales respectivamente. Son productos representativos en la empresa y están sujetos a devoluciones por parte de los clientes.

La cadena de distribución y comercialización, exhibición, manipulación y fallas en el proceso del producto (deficiencia de peso) son factores que causan la devolución de los productos lácteos (queso fresco y queso mozzarella) de los supermercados y tiendas de expendio, generando pérdidas económicas en las empresas de lácteos.

Pruebas de análisis de control de calidad han demostrado que el producto devuelto sigue manteniendo sus características físico-químicas, microbiológicas y organolépticas, dentro de la vida útil del mismo (Orbe, 2005). Es por esta razón que la empresa de lácteos Alpen Swiss S.A vio la necesidad de desarrollar un nuevo proceso que emplee como materia prima estos quesos naturales con la adición de estabilizadores hidrocoloidales.

La aplicación de la Biotecnología en el procesamiento del queso fundido cada vez va teniendo más relevancia en las industrias ecuatorianas de lácteos que desean mejorar la calidad de sus productos.

En la actualidad, debido al alto desarrollo biotecnológico, hay una mayor exigencia del mercado y de los consumidores en cuanto a la calidad de los productos. En este sentido, se requiere que los productos posean un alto valor nutricional y sean amigables con el ambiente (Ángeles *et al*., 2004; Taverna, 2008).

En este contexto, esta investigación pretende optimizar un procedimiento diseñado por la empresa de lácteos para elaborar un prototipo de "queso fundido en bloque" empleando hidrocoloides a nivel de laboratorio, para aportar con un alto contenido nutricional que cumpla con las normas de calidad establecidas en el país; satisfaciendo las necesidades del consumidor y de la empresa además de evitar grandes pérdidas económicas a la compañía.

1.2. JUSTIFICACIÓN E IMPORTANCIA

En la actualidad, la sociedad busca nuevas variedades de alimentos que posean una fuente nutritiva de mayor calidad, razón por la cual, la presente investigación enfoca estos cambios que la sociedad sugiere, ya que los productos lácteos son consumidos por todos los estratos de la sociedad sean estos niños, adolescentes y adultos, los mismos que requieren un alimento con alto valor nutritivo.

La visión globalizada y competitiva del producto ha obligado al sector de la producción industrial láctea a ser más eficiente, incorporando la aplicación de tecnologías, mejoras en el proceso de producción, con resultados positivos tanto en lo productivo como en lo económico; de la misma manera, el aprovechamiento de recursos propios de las fábricas son claves para obtener explotaciones más eficientes (Gosta, 2003).

El queso fundido o procesado es una buena alternativa para las industrias queseras por las garantías económicas de recuperación de los quesos que presentan daños de carácter físico como grietas, deformaciones y trozos; y por sus características de elaboración tiene un período de almacenamiento más prolongado y facilidad de manejo en la bodegas (Gosta, 2003).

En Ecuador la tecnología de elaboración del queso fundido en bloque (cortable) no es ampliamente conocido. Sin embargo, ha ido cobrando mayor relevancia debido al gran auge de la industria de comidas rápidas (fast-food) y sanducherías, principalmente por las grandes ventajas que presenta éste frente a los quesos naturales de origen, ya que es estable a temperatura ambiente, no posee cáscara, se dispone en tajadas de diversos tamaños y formas según sea requerido para un tipo de pan (Veisseyre, 1988).

La migración de la gente ecuatoriana a países como Estados Unidos, Italia, Suiza, España, Holanda, entre otros, ha contribuido a la introducción de nuevas culturas, una de ellas constituye el arte culinario, en especial nuevos productos lácteos procesados de mejor preparación y fáciles de consumir, han ido generando una demanda en el mercado. Un motivo más para que las empresas ecuatorianas de lácteos muestren interés

en la elaboración del queso fundido y con ello solucionen los problemas de devolución del producto (Chiriboga & Urrutia, 2005).

El uso de estabilizadores hidrocoloides de origen bacteriano y vegetal en la elaboración del queso fundido constituye una herramienta biotecnológica fundamental en las industrias ecuatorianas de lácteos que contribuirán a mejorar o controlar las propiedades del producto terminado y solucionar inconvenientes durante el proceso de producción (Fennema, 1993).

La Empresa de Lácteos Alpen Swiss desea llevar a cabo un proceso mediante el cual se obtenga un queso fundido que proporcione características deseables por los consumidores y con mayor flexibilidad para ser laminado.

El presente proyecto pretende desarrollar una estandarización de la concentración adecuada de estabilizadores hidrocoloidales en el procesamiento del "queso fundido en bloque" a nivel de laboratorio, que permitan contribuir con el desarrollo socio económico del país, generando un producto nuevo, de alta calidad nutricional, desarrollado con biotecnología e investigación cuya finalidad sea la satisfacción del cliente y de la empresa.

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo general.

Optimizar a nivel de laboratorio la humedad del queso fundido en bloque empleando estabilizadores hidrocoloidales, en la empresa de lácteos Alpen Swiss S.A – Provincia de Pichincha.

1.3.2. Objetivos específicos

- Evaluar la utilización de hidrocoloides (Carragenina y goma Xanthán) en la elaboración del queso fundido en bloque.

- Medir el porcentaje de humedad de los productos procesados obtenidos.

- Establecer análisis microbiológicos, y organolépticos para evaluar la calidad del queso fundido elaborado.

- Generar información básica para una implementación del producto a nivel industrial.

1.4. MARCO TEÓRICO

1.4.1. Historia

El queso es una de las formas más antiguas que se conocen para conservar la leche. La historia sobre el origen del queso se pierde entre mitos y leyendas, es considerado como uno de los primeros alimentos transformados. Su descubrimiento es contemporáneo a la domesticación del ganado, siendo el hallazgo arqueológico más importante relacionado con los derivados lácteos el Friso de la Lechería, figura 1.1, que data del tercer milenio A.C. Esta representación de las distintas etapas en el ordeño y cuajado de la leche se conserva en el museo nacional de Irak, en Bagdad (Delgado, 2010).

Fuente: Delgado, 2010.

Figura 1.1 Fotografías del Friso de la Lechería

Desde de ese momento, las referencias documentadas al queso son numerosas. Se extendió en la época Grecorromana; en la Edad Media los monjes en los monasterios de Europa ya producían diferentes variedades de quesos (Bonet, Juárez, Moreno, Ortega & Suárez, 2009). El pastoreo, y el peregrinaje durante la Edad Media ayudaron a difundir los diferentes tipos de quesos por toda la Península Ibérica.

La elaboración a gran escala de este producto llegó con la revolución industrial y en la actualidad se dice que en el mundo existen más de 1.000 variedades de queso, cada una de ellas con sus particularidades tanto en la leche de partida y los ingredientes de fabricación como en su tecnología de producción (Romero del Castillo & Mesters, 2004).

1.4.2 Definición

Se ha considerado al queso como una de las formas más primitivas de conservar los principales elementos nutritivos de la leche. Para Revilla (1996), el queso es un producto fresco o madurado, el cual se obtiene por coagulación y desuerado; a partir de de la leche entera, estandarizada, descremada proveniente de algunos mamíferos.

Sánchez (2005), indica que el queso es un alimento básico que se consume desde tiempos remotos y cuyo nacimiento fue, sin duda, fruto de la casualidad. En un principio el queso se hacía dejando cuajar la leche, batiéndola luego con unas ramas, prensando la mezcla con unas piedras, posteriormente esta masa se dejaba secar al sol y por último se espolvoreaba con sal.

La Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) 1985, define al queso como el producto fresco o madurado obtenido por coagulación de la leche u otros productos lácteos (nata, leche parcialmente desnatada, nata de suero o la mezcla de varios de ellos), con separación del suero.

De acuerdo a la composición, el queso es un producto que puede ser fermentado o no, constituido esencialmente por la caseína de la leche en forma de gel más o menos deshidratado que retiene casi toda la materia grasa; si se trata de queso graso, un poco

de lactosa en forma de ácido láctico y una fracción variable de sustancias minerales (Veisseyre, 1988).

1.4.3 Clasificación

La producción de quesos comprende variados tipos, diferenciados unos de otros por características propias de las regiones en los cuales son elaborados, el origen de la materia prima (vacuno, lanar, caprino, camella o búfala), que ejercen influencia y modificación del producto final.

En la página http: sica.gov.ec. (2005), se reporta que en el Ecuador actualmente existen una gran variedad de quesos y que para su clasificación se los ha agrupado bajo los siguientes criterios:

a) Según el contenido de agua del queso: blandos, semiduros y duros.

b) Según la textura del queso: compactos, con ojos redondeados y con ojos de formas irregulares.

c) Según el contenido de materia grasa: ricos en grasa, extragrasos, semigrasos, pobres en grasa y desnatados.

d) Según sus características de maduración: maduros y sin madurar.

e) Según su proceso de elaboración: frescos, afinados, madurados y fundidos.

1.4.4 Valor nutritivo

El queso es una excelente fuente de proteínas útiles para el organismo, ya que realmente las que se aprovechan para las funciones vitales, son las proteínas que provienen de los alimentos de origen animal.

El valor biológico de las proteínas del queso es algo menor que el de la leche entera, ya que parte de las proteínas de la leche, se van en el suero, pero la caseína que es la que queda contiene entre un 91% y un 97% del valor biológico de los aminoácidos esenciales de la leche (Delgado, 2004).

En general, los quesos destacan por su contenido de proteínas de alto valor biológico y calcio de fácil asimilación, fósforo, magnesio, vitaminas del grupo B (especialmente, B2 o riboflavina, B12 y niacina) y vitaminas liposolubles A y D, que lo transforman en un alimento completo (Rizzo, 2002).

El Instituto Nacional de Normalización (INEN, 1996), indica que el queso debe cumplir con los requisitos establecidos en el cuadro1.1, indispensables para una alimentación adecuada.

Cuadro 1. 1 Requisitos nutricionales del queso fresco.

Requisitos	Tipo de queso	Medida	Mín	Máx	Metodo de ensayo
Humedad	- Queso fresco común	%	-	65	INEN 63
	- Queso fresco extra húmedo	%	>65	80	INEN 63
Grasa en extracto seco	- Ricos en grasa	%	>60	-	INEN 64
	- Grasos	%	>45	60	INEN 64
	- Semigrasos	%	>25	45	INEN 64
	- Pobre en grasa	%	>10	25	INEN 64
	- Desnatados	%	-	10	INEN 64

Fuente: Norma INEN 1528. (1996).

Revilla (1996), reporta que el queso tipo andino presenta un contenido de 50% de agua, 24% de grasa y 21% de proteína.

La Food and Agricultural Organization (F.A.O, 2000), reporta en el cuadro 1.2 la composición nutricional del queso, donde se observa que el contenido de proteína fluctúa entre 18% a 21 % y el contenido de humedad de 50% a 52%.

Cuadro 1. 2 Composición nutritiva del queso (FAO, 2000).

Nutriente	Contenido (%)
Grasa	24,0 – 25,0
Proteína	18,0 – 21,0
Carbohidratos	1,8 – 2,0
Sales minerales Agua	2,0

Fuente: FAO. (2000).

1.4.5 Queso procesado

1.4.5.1 Definición e importancia

El queso procesado es un alimento elaborado a partir de quesos naturales molidos, sales fundentes, estabilizadores y algunas veces con aromas. Las materias primas se mezclan y se calientan a elevadas temperaturas más o menos 80ºC, con el objetivo de detener la maduración y obtener un producto estable, de larga duración, que conserve un sabor y calidad nutritiva, además de la diversificación de productos (Kon, 1972).

Según la FAO (1985), el queso fundido se ha convertido en una buena alternativa para las industrias de lácteos, debido a que este producto tiene un periodo de almacenamiento más prolongado y con mayor facilidad de manejo en las empresas. Además, se presta para alojar entre sus componentes una serie de aditivos que bien distribuidos y agregados, mejoran y resaltan su calidad organoléptica, especialmente en las características de olor, sabor y textura.

1.4.5.2 Clasificación

Los quesos procesados se clasifican en general en dos grandes grupos: cortables (block) y untables (spread), existiendo diferencias tecnológicas entre ellos (Zehren & Nusbaum, 2000).

El queso de tipo untable se caracteriza por tener un cuerpo débil y marcadas características de esparcibilidad. Se busca en este tipo de quesos que tengan finalmente

un pH entre 5,7-6,0 un contenido de humedad de 58-60% y un porcentaje de materia grasa de 45-60% en los sólidos totales (Zehren & Nusbaum, 2000).

Mientras, los quesos de tipo cortables presentan una humedad entre 54-55%, pH entre 5,5-5,7 y materia grasa alrededor de un 45% en materia seca (FAO, 1981). Como consecuencia de esto, el queso presenta un cuerpo firme, textura cerrada y al cortarlo se pueden obtener rebanadas o trozos en forma definida (Zehren & Nusbaum, 2000).

1.4.5.3 Fabricación de quesos fundidos

Según Zehren & Nusbaum (2000), el proceso de fabricación del queso fundido incluye varias etapas:

a. Determinación del tipo de queso fundido a elaborar.
b. Selección y análisis de la materia prima.
c. Formulación
d. Limpieza, corte y pesaje.
e. Mezcla de la materia prima.
f. Fundición o calentamiento.
g. Empaque y almacenamiento.

1.4.5.4 Materias primas a usar en el proceso de elaboración

1.4.5.4.1 Tipos de queso

Cada queso procesado se caracteriza por una consistencia definida, una estructura típica y un contenido de proteína intacta que le proporciona estabilidad a la emulsión. Todos estos factores dependen fundamentalmente de las condiciones de maduración que poseen los quesos usados como materia (FAO, 1985).

Se ha observado que los productos fabricados con un queso de maduración avanzada presentan un cierto grado de arenosidad, debido a pequeñas partículas distribuidas en la masa, que corresponden a la precipitación de caseína, aminoácidos insolubles, los que además dan un sabor picante durante la maduración (Caric & Kaláb, 2000).

Mientras que los productos fabricados con quesos jóvenes presentan una dureza y gomosidad, por lo cual suelen emplearse mezclas de diversas edades para conseguir un producto de buena calidad (Zehren & Nusbaum, 2000).

Según la FAO (1985), para lograr una buena untabilidad, la mezcla debe contener un queso medianamente madurado. Si se desea obtener buenos efectos de estabilidad se debe agregar una menor proporción de quesos jóvenes y si se requiere incrementar el aroma es recomendable una pequeña proporción de queso maduro. Se recomienda, en general usar un 75% de quesos que tengan una edad de hasta 3 meses y un 25% con 6 a 12 meses de maduración.

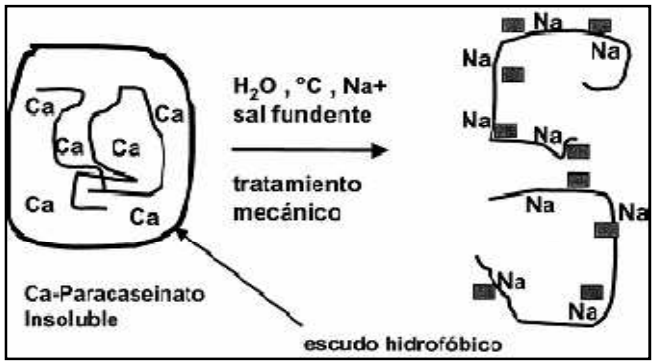
En general los tipos de queso duros y semiduros son los mayormente usados como materia prima para la elaboración del queso procesado. Entre ellos se encuentran el queso Emmenthal, Gruyere, Cheddar, Gouda, Edam, Provolone, los cuales tienen un contenido relativamente alto de materia seca y dentro de ésta un mayor contenido de proteína intacta que garantiza la estabilidad necesaria para el queso procesado (FAO, 1981).

1.4.5.4.2 Sales emulsificantes

Su objetivo es lograr la inactivación del calcio bivalente, que determina la estabilidad del coágulo de queso en la fabricación de éste. Además tienen la función de dispersar los componentes durante el proceso de fusión y confieren estabilidad a la emulsión, así se evita que al calentarse el queso se disocie en sus componentes principales (proteínas, grasa y agua) lográndose una textura uniforme y suave, además de mantener el estado físico- químico del alimento (Zehren & Nusbaum, 2000).

Aunque el mecanismo de emulsificación no está totalmente aclarado, los aniones procedentes de las sales adicionadas al queso se combinan con el calcio y lo eliminan del complejo para-caseína, lo que origina una reestructuración y exposición tanto de las regiones polares como de las no polares de la proteína del queso (fig. 1.2). Se cree que los aniones de estas sales participan en la formación de puentes iónicos entre las

moléculas de proteína y en consecuencia proporcionan una matriz estable que atrapa la grasa del queso fundido (Fennema, 1993).



FUENTE: Fennema, 1993.

Figura 1. 2 Esquema del efecto de las sales fundentes.

Estas sales fijan el pH del queso fundido. Si éste no llega a los valores óptimos, la masa se dispersa con demasiada lentitud resultando un queso procesado frágil y quebradizo con aspecto mate. Valores de pH superiores al óptimo, acelera el proceso de fusión, dando lugar a menudo a una masa esponjosa, semejante al flan, que es difícil de envasar (FAO, 1985).

Para obtener una mezcla de sales emulsificantes adecuada para la elaboración de quesos procesados, éstas deben lograr una emulsión que sea capaz de solidificar formando un queso de cuerpo firme y textura suave y además no deben cristalizar ni descomponerse durante el almacenamiento del producto (Zehren & Nusbaum, 2000).

Los tipos de sales emulsificantes más usadas en la fabricación de queso procesado son: los citratos (sales del ácido cítrico) y los fosfatos (sales de ácido fosfórico).

1.4.5.4.3 Citratos

Según FAO 1985, los citratos son muy solubles y poseen un poder disolvente adecuado para las proteínas. Los quesos procesados que contienen citratos muestran una tendencia a absorber agua proporcionando una estructura firme, lo cual es deseable en queso procesado de tipo cortable o cuando los quesos usados como materia prima son muy blandos o de baja consistencia.

Las principales propiedades del citrato de sodio en el queso procesado son:

- Agente capaz de transformar por acción de calor la masa granular de la materia prima en una emulsión suave, cremosa y fluida.
- La emulsión por acción del citrato de sodio debe solidificar, formando un queso de cuerpo firme y textura suave.
- No debe interferir en el gusto ni en el aroma del queso procesado.
- Durante el almacenamiento el citrato no debe cristalizarse ni descomponerse.

La dosis del citrato de sodio es de 4% en base a la materia prima, aunque este valor varía dentro de ciertos límites 4.5% – 5 %.

Para un tipo de queso cortable, la cantidad de citrato que se debe agregar es menor cuando se desea elaborar un queso fundido como mayor cantidad de humedad, mayor contenido de materia grasa, o cuando se elabora a partir de quesos que tienen maduración más prolongada (FAO, 1985).

1.4.5.4.4 Fosfatos

Los fosfatos tienen un buen poder de dispersión, de tal manera que los procesos de hidratación se desarrollan con relativa rapidez y uniformidad (Spreer, 1975).

A diferencia de los citratos, los fosfatos poseen propiedades bacteriostáticas diferentes, siendo capaces de reducir considerablemente el crecimiento de microorganismos en el queso procesado, alargando así su vida útil. Maier, Scherer & Loessner (1999) señalan que los cationes bivalentes provocan la inhibición de la división celular, cambios morfológicos y un efecto lítico sobre el crecimiento de células como el *Bacillus cereus*.

Los polifosfatos se utilizan en la elaboración del queso procesado untable; esto por su excelente propiedad como intercambiador de iones y su acción de cremosidad. Además tienen una contribución significante en el proceso de emulsificación y a la capacidad buffer (Zehren & Nusbaum, 2000).

Zehren & Nusbaum (2000), señalan que la dosis de sales emulsionantes no debe superar un 3% del peso del queso procesado ya que pH muy altos provocan la peptización de las caseínas y por ende la baja viscosidad en los productos.

1.4.5.4.5 Estabilizantes

En la industria de los alimentos se utiliza el término estabilizante, para las gomas que son permitidas como ingrediente opcional en queso procesado y productos relacionados.

Las gomas hidrosolubles o hidrocoloides son macromoléculas que se disuelven o dispersan fácilmente en el agua para producir un aumento muy grande de la viscosidad (sustancias espesantes) y en ciertos casos provocan la formación de un gel (sustancias gelificantes) según Madrid, 1992.

Cada goma tiene propiedades especiales que es resultado de su estructura molecular individual. La mayoría son de naturaleza polisacárida: largas cadenas, ramificadas o no, de glúcidos simples: glucosa, galactosa, manosa y/o sus respectivos ácidos glucónico, galacturónico, manurónico (Atzi & Ainia, 1999).

La función de estos aditivos espesantes es de: espesar, estabilizar, incorporar, conferir viscosidad, elasticidad y dar la textura deseada al producto. Pueden ser utilizadas como sustituto de grasas, ya que ésta es fundamental para los efectos sensoriales y fisiológicos de los alimentos, contribuyendo al sabor, percepción bucal, apariencia, aroma, etc. (Maruyama *et al.*, 2006).

Otra función muy importante de las gomas es conferir estabilidad a los quesos, gracias a que unen partículas de caseína, evitando la separación del suero de la masa, confiriendo al producto una estructura deseable (Maruyama *et al.*, 2006).

Clasificación

La mayoría de productos se extraen de materias primas de origen vegetal (plantas, algas, etc.). Algunos son productos semisintéticos, pues son procesados o modificados

químicamente y otros provienen de la fermentación de ciertos microorganismos (Zehren & Nusbaum, 2000).

Según su origen, se distinguen las gomas de origen vegetal (esencialmente de naturaleza glucosídica) y las gomas de origen animal de naturaleza proteica (caseinato y gelatina). De acuerdo a esto la tabla 1.1 muestra la clasificación de las gomas en los siguientes grupos:

Cuadro 1. 3 Clasificación de las gomas

Origen	Tipo
Extractos de algas	✓ Carragenina ✓ Agar-Agar
Exudados de plantas	✓ Goma Arábiga ✓ Goma Tragacanto ✓ Goma Karaya
Semillas de plantas	✓ Goma Guar ✓ Goma Tara ✓ Locust – Bean
Frutos (cáscara de limón, manzanas, etc.)	✓ Pectinas
Tubérculos	✓ Konjac
Modificadas (semisintéticas)	✓ Metilcelulosa ✓ Carboximetilcelulosa ✓ Hidroxipropilcelulosa ✓ (Todas derivadas de la celulosa)
Fermentación (cultivo de ciertos microorganismos)	✓ Goma Xanthán
Animal	✓ Gelatina
Cereales	✓ Almidón

FUENTE: JOHA (1993).

Características de las gomas

Entre los hidrocoloides más importantes empleados en la industria alimentaria y que son frecuentemente utilizados en productos lácteos se destacan:

Carrageninas: Son un grupo de carbohidratos naturales que están presentes en la estructura de ciertas variedades de algas marinas rojas (*Rhodophyceas*). Las

carrageninas son extraídas por medio de una serie de procesos físicos y químicos, obteniéndose un ingrediente funcional de amplio uso en productos alimenticios, principalmente como un agente gelificante, espesante y estabilizante (FAO, 1989, Williams & Bemiler, 2006).

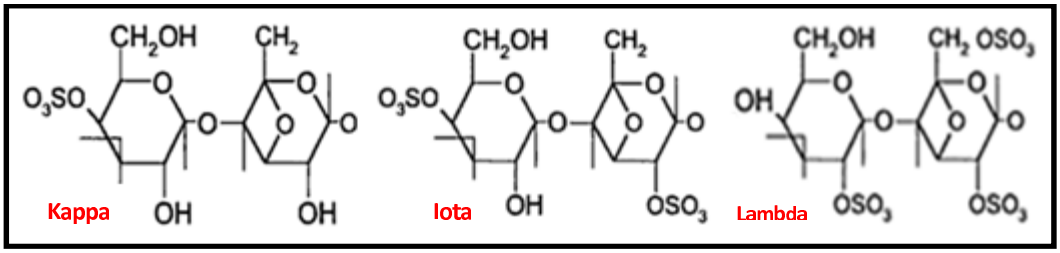
Las carrageninas químicamente son polímeros lineales de moléculas alternadas de galactosa y 3-6 anhidro-D-galactosa (3,6 AG) unidas por enlaces α(1-3) y β(1-4), las que se encuentran parcialmente sulfatadas. El contenido y posición de los grupos éster sulfatos otorgan las diferencias primarias entre los tipos de carrageninas (fig. 1.3). Las carrageninas de interés comercial son llamadas iota, lambda, kappa I y kappa II (Alarcón, 2003).

Carragenina kappa I: contenido entre el 24%-25% de éster sulfato y 34%-36% de AG. Forma geles firmes y quebradizos en agua y leche. Presenta alta sinéresis. Tiene buena capacidad de retención de agua. Soluble en caliente a partir a partir de 80-85ºC, a menos temperatura la solubilización no es total.

Carragenina kappa II: Su contenido varía entre 24%-26% de éster sulfato y entre 32%-34% de 3,6 AG. Forma geles firmes y elástico en agua y leche. Presenta algo de sinéresis y muy alta reactividad con leche. Solubilidad en el mismo rango de temperatura que el anterior.

Carragenina Iota: en este caso se encuentra un contenido entre 30%-32% de éster sulfato y 28%-32% de AG. Forman geles elásticos en agua y leche con baja sinéresis. Buena estabilidad a ciclos de congelación-descongelación. Soluble en caliente sobre los 55ºC.

Carragenina Lambda: El contenido de éster sulfato aumenta hasta una porción del 35% y casi no se encuentra 3,6 AG, por esta razón no gelifica y debido a su alto grado de sulfatación es el tipo de Carragenina más soluble en agua y leche fría, dando alta viscosidad al medio.



FUENTE: Alarcón, 2003.

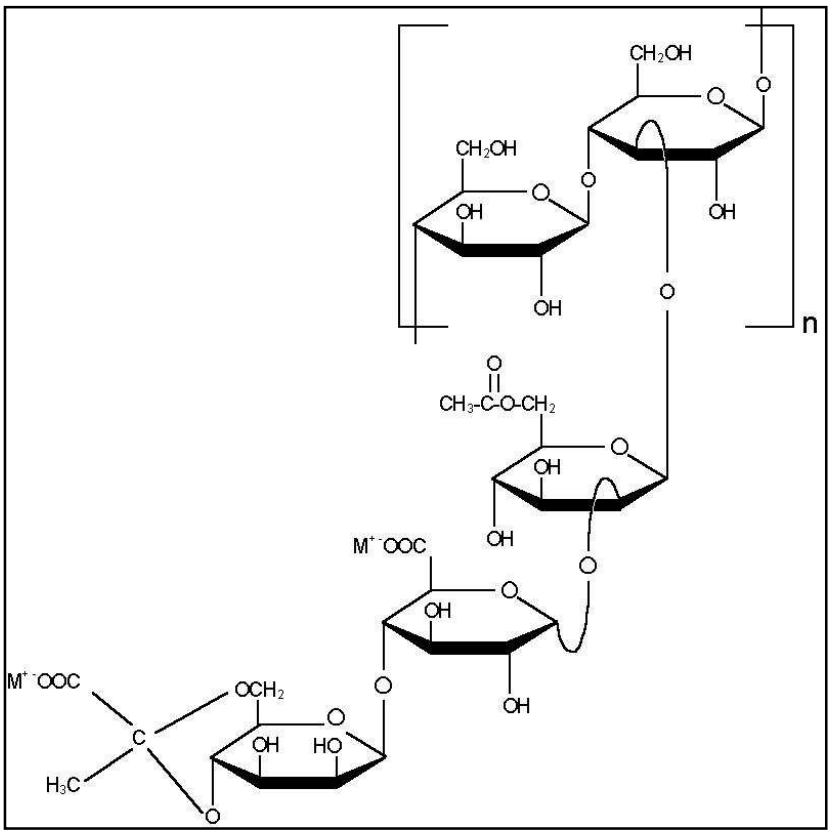
Figura 1. 3 Estructura química de la Carragenina tipo Kappa, Iota y Lambda.

Según Cubero *et al*., (2002), la actividad de los diferentes tipos de Carragenina se ve influida por diversos parámetros:

- ✓ Las carrageninas iota forman geles en presencia de iones calcio.
- ✓ El poder de gelificacion de todas las carrageninas, en especial del Kappa, es mucho mayor en leche debido a su interacción con la caseína.
- ✓ Se requiere una menor concentración en leche que en agua para obtener geles de textura similar.
- ✓ Las sales de sodio no afectan a la textura de los geles.
- ✓ Las sales de sodio o potasio de polifosfatos o citratos, ayudan a la solubilidad de la Carragenina en frío y caliente, disminuyendo su viscosidad debido a que secuestran los iones divalentes.
- ✓ En medios ácidos se pueden presentar fenómenos de despolimerización, que serán más importantes cuanto mayor sea el efecto de la temperatura y tiempo.
- ✓ La textura de los geles puede variarse haciendo mezclas entre los diferentes tipos de carrageninas. Los geles formados son termorreversibles.
- ✓ La estabilidad de la Carragenina a los tratamientos mecánicos es muy diferente, siendo el menos sensible el tipo lambda y el más sensible el tipo kappa.
- ✓ Carragenina Kappa I/II tiene sinergismo con Harina Konjac y da lugar a un gel más duro y elástico y una disminución de la sinéresis.

Goma Xanthán: Es un polisacárido extracelular que se obtiene de una polimerización por fermentación de la dextrosa por la bacteria *Xanthomonas campestris* sobre sustrato Glucósido (Williams & Bemiler, 2006). Su estructura está formada por un esqueleto de unidades de D-glucosa unidas entre sí por enlaces β(1-4), idénticos a los presentes en la celulosa. Una de cada dos glucosas se encuentra unida por un enlace

α(1-3) a una cadena lateral formada por dos manosas con un ácido glucurónico entre ellas. También posee un grupo piruvato, y el 90% de las manosas más próximas a la cadena central están acetiladas en el carbono 6 (fig. 1.4).



FUENTE: **Williams & Bemiler, 2006.**

Figura 1. 4 Estructura de la goma Xanthán

Las ramificaciones de la molécula de la goma Xanthán y las características aniónicas debido a los radicales COOH, favorecen la separación de las cadenas y su hidratación, consiguiendo la solubilización total de la macromolécula (Cubero *et al*., 2012).

La goma Xanthán puede encontrarse formando hélices sencillas y hélices dobles, con las cadenas laterales situadas hacia el exterior. Las distintas cadenas se unen mediante puentes de hidrógeno a través de las ramificaciones laterales.

Según Vaclavik (1998), la goma Xanthán debido precisamente a la peculiaridad de su estructura, presenta características propias como:

- ✓ Su aplicación produce soluciones de viscosidad relativamente alta a concentraciones bajas (desde 0.02% hasta 1%, dependiendo de la aplicación).
- ✓ Soluble en agua o leche, fría o caliente.
- ✓ Estable en un amplio rango de pH (2-11), concentración de sales y temperaturas (refrigeración, pasteurización o temperatura ambiente).
- ✓ Estable a tratamientos mecánicos, y tiene muy buena resistencia a los ciclos de congelación-descongelación.
- ✓ Compatible y estable en sistemas con alta concentración de sal.
- ✓ Efecto espesante de características no tixotrópicas.
- ✓ Estabilizante de emulsiones y suspensiones.
- ✓ Su comportamiento de antioxidante es mayor que el de otros polisacáridos, debido a su gran capacidad de unirse a metales y su comportamiento viscoso.
- ✓ Al no aportar nutrientes, se utilizan ampliamente en los alimentos bajos en calorías, dependiendo de la cantidad de dosis de goma Xanthán utilizada en el alimento, tiene propiedades similares a la fibra insoluble, aumentando el volumen del contenido intestinal y su velocidad de tránsito.
- ✓ No se conoce ningún efecto adverso que pueda ocasionar en la salud humana.

Estas características favorecen a la calidad del producto o del proceso donde la goma Xanthán ha sido utilizada, contribuyendo a la aceptabilidad del producto por parte del consumidor y favoreciendo a la economía de operaciones del fabricante.

1.4.5.4.6 Otras materias primas

Según lo establecido por la FAO (1985), pueden adicionarse otras materias primas al queso procesado, tales como:

a) Cultivos lácticos

Habitualmente el agua se puede reemplazar por cultivos lácticos (fermentos), ya que además de poseer un alto contenido de humedad, cercano al 90%, entregan al producto procesado un mejor aroma láctico. Además hace que la materia prima en conjunto se

asemeje a una mezcla de quesos más jóvenes especialmente cuando se ocupa mayor proporción de quesos maduros y también contribuye a bajar el pH de la mezcla.

b) Adición de otros componentes derivados de la leche

Van a incidir en la estructura y consistencia del queso. La adición de leche en polvo mejora la cremosidad del producto, pero la cantidad a usar no debe exceder el 10% de la mezcla total. Otro aditivo es el suero de quesería en polvo o en pasta, este reduce la viscosidad de la estructura del queso procesado y se le recomienda especialmente cuando la materia prima tiende a dar un producto muy cremoso, pero tampoco se debe exceder su uso en sobre un 10% de la mezcla final, pues afecta el sabor por la característica "dulce-salado" que posee el queso. Para el incremento en el tenor de la materia grasa del queso procesado, generalmente se agrega mantequilla, con lo cual la viscosidad de la masa decrece considerablemente y la consistencia se vuelve suave y mantecosa (Maier *et al.,* 1999).

c) Aditivos

Son sustancias que proporcionan un sabor y aroma agradable y particular al producto. Entre las sustancias adicionadas se pueden mencionar: comino, pimienta, cebollino, jamón, salame, hongos, camarones, anchoas, aceitunas, etc., que normalmente se adicionan en un porcentaje que oscila entre 10-15%, de acuerdo a las características del producto elaborado (Vaclavik, 1998).

En la elaboración de quesos amarillos se utilizan los colorantes a partir de la semilla de anatto o achiote (*Bixia orellana*), cuyos principios colorantes son la bixina que es amarilla y la orelina que es roja; y el ß-caroteno para impartir al queso el color amarillo. También se utiliza el verde clorofila, para los quesos azules-veteados para obtener un color pálido, como contraste con el moho azul (Alarcón, 2003).

Generalmente estos aditivos se agregan al comienzo del proceso, con el fin de obtener una distribución uniforme a través de la masa del queso y también para lograr una adecuada pasteurización; pero en aquellos donde el exceso de temperatura los puede

afectar por exceso de agitación, es conveniente entones el adicionarlos sólo al final, controlando previamente su calidad bacteriológica.

1.4.5.5 Formulación

Según Revilla (1996), la formulación del queso procesado es la siguiente:

Cuadro 1. 4 Formulación del queso procesado según Revilla (1996).

Ingredientes	Cantidad (%)
Queso Cheddar	70
Queso zamorella	30
Citrato de sodio	1
Sulfato de aluminio	1,5
Sorbato de potasio	0,1
Colorante	10 cm^3

Según FAO (1985), para el queso procesado cortable, la formulación es:

Cuadro 1. 5 Formulación del queso procesado según la FAO (1985).

Ingredientes	Cantidad (%)
Queso joven (1-2 meses)	60
Queso madurez mediana (3-4 meses)	30
Queso madurez (8-12 meses)	10
Sorbato de potasio o ácido ascórbico	0,10 – 0,15
Estabilizantes y espesantes	0,8
Sales fundentes	3%

1.4.5.6 Ventajas de la elaboración de un queso procesado

Según lo señalado por Spreer (1975), entre las ventajas que destacan la fabricación del queso fundido con relación a otros tipos de quesos, se encuentran:

- ✓ El queso fundido posee una capacidad de conservación considerable debido a su tratamiento térmico.

- ✓ Fácil de dosificar y dimensionar en porciones.
- ✓ Su consistencia y presentación en envases individuales hace posible un consumo muy racional y su fácil almacenamiento.
- ✓ Posibilidades de ser almacenado en condiciones no refrigeradas.
- ✓ Amplia posibilidad de sabores y aromas, dada su gran facilidad de mezclarse con una gran gama de aditivos.
- ✓ Resistencia a la incorporación de mohos.
- ✓ Cuando se calienta de forma prolongada el queso no procesado suele separarse en una proteína fundida y un líquido aceitoso; en el queso procesado sin embargo no se produce este efecto debido a la presencia de emulsificantes, generalmente fosfato sódico.

1.4.5.7 Defectos de calidad del queso procesado

En el siguiente cuadro se presentan algunas causas de defectos permanentes en queso procesado.

Tabla 1. 1 Defectos de calidad más comunes en queso procesado.

Defecto		Causas
Defectos durante el proceso de fundición	Producto muy líquido o de apariencia hilada	- Materia prima muy joven. - Sal emulsionante no tiene suficiente acción de cremado. - Temperatura de proceso muy baja. - Acción mecánica inadecuada. - Poca sal emulsionante.

Defecto		Causas
	Queso de estructura corta (patoso)	- Materia prima muy vieja. - Demasiado queso reprocesado o sales emulsificantes. - Demasiada acción mecánica. - Tiempo de proceso muy largo. - Temperatura final muy elevada.
	Separación de grasa	- Demasiada materia prima vieja utilizada. - Poca sal emulsionante. - Acción mecánica insuficiente. - Poco agua. - Temperatura final demasiado baja. - pH muy bajo.
	Presencia de partículas no fundidas	- Tiempo de proceso muy corto. - Sal emulsionante incorrecta o insuficiente. - Materia prima difícil de disolver. - Insuficiente molienda del queso.
Defectos durante el almacenaje	Cambios en la coloración del queso	- Tiempo de calentamiento muy prolongado. - Temperatura de fundido muy alta.
	Queso procesado contiene cristales	- Demasiado citrato o fosfato puro. - La materia prima contenía cristales. - Demasiado NaCl.

FUENTE: JOHA (1993).

1.4.6 Análisis sensorial del queso

Morales (1994) señala que la calidad organoléptica del queso, se refiere a los atributos que posee. El análisis sensorial o cata es el examen de las propiedades organolépticas de un producto realizable con los sentidos, utilizando al hombre como instrumento de medida.

La precisión y reproductibilidad de los métodos instrumentales son mayores que las de un jurado de degustación. Puede darse el caso de que dos quesos totalmente

diferentes organolépticamente presenten datos analíticos, químicos y microbiológicos iguales (Chamorro, 2002). De aquí se deduce la importancia del análisis sensorial, para los siguientes fines:

- ✓ Desarrollar, modificar y mejorar el queso.
- ✓ Identificar diferencias entre quesos.
- ✓ Asegurar la calidad de los quesos elaborados.
- ✓ Proporcionar datos sensoriales.
- ✓ Poder seguir la evolución del producto durante su almacenamiento.
- ✓ Juzgar la tipicidad del producto.
- ✓ Seleccionar y preparar catadores.

1.4.6.1 Apariencia

Para Chamorro (2002) la apariencia es el conjunto de atributos que se aprecian con la vista. Tienen en cuenta las propiedades visuales, tanto externas (forma, corteza) como internas del queso (aberturas, color).

Coste (2005), señala que la evaluación de la apariencia externa del queso, consiste en el examen visual de la muestra de queso, en los que se consideran los atributos de forma, tamaño, peso y corteza.

1.4.6.2 Color

Según Losada y Serrano (1996), el corte de la pasta va a influir en la apreciación del color. El matiz o tono y la intensidad varían mucho de unos quesos a otros y a veces incluso en la superficie del corte del mismo queso. El brillo de la pasta va a estar influenciado por el contenido de agua o de grasa del queso por tipo de leche y la zona de producción. Entre los matices más frecuentes en la pasta, tenemos: blanco, blanco marfil, amarillo pálido, amarillo beige, verde azulado y naranja.

1.4.6.3 Consistencia/textura

La textura de los sólidos está influida por el tamaño de partícula, la higroscopicidad del producto, el molturado, la plasticidad, entre otros. En los líquidos, su "apariencia" varía

fundamentalmente en función de sus propiedades reológicas y su homogeneidad (Coste, 2005).

La textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectada por los sentidos del tacto, la vista y el oído, y que se manifiesta cuando el alimento sufre una deformación (Coste, 2005).

1.4.6.4 Olor

Propiedad organoléptica perceptible pro vía indirecta por el órgano olfativo durante la degustación, es la fuerza del estímulo global percibido en el bulbo olfativo. Recibimos este estímulo por la nube gaseosa aromática, liberada por la masticación y por la respiración, que lo guía hacia el interior de la nariz (Barcina, 1994).

1.4.6.5 Sabor

El sabor es la sensación percibida por el órgano del gusto (lengua) cuando se lo estimula con ciertas sustancias solubles. Las sensaciones gustativas nos permiten captar la cantidad de sal, dulzor, acidez y amargor del queso (Aenor, 1992).

En los quesos más madurados el sabor es más equilibrado y se hace más intensa la sensación de sal, como consecuencia del agua evaporada en el proceso de maduración. Los productos que presentan gustos ácidos, salados y dulces permiten establecer reglas asociadas a las funciones químicas o a la estructura química del producto (Coste, 2005).

1.4.6.6 Fallas en la elaboración de quesos

La mayoría de los defectos de los quesos se pueden atribuir a alguna de las siguientes situaciones:

- ✓ Malas condiciones de higiene durante todo el proceso que sufre la leche desde el momento del ordeño.
- ✓ Errores que se cometen durante el proceso de la fabricación.
- ✓ Problemas en el proceso de conservación posterior del producto.

Según Sánchez (2000), las fallas comunes en el producto final son:

- Quesos que saben muy amargos: Debido a pobre higiene al manejar la leche y/o utensilios de los quesos; uso de cantidad excesiva del cuajo; excesiva acidez, posiblemente desarrollada durante el proceso de elaboración del queso o se le añadió muy poca sal.

- Sabor amargo: Causado por la acción de microorganismos indeseables, la mala calidad o insuficiente cantidad de sal, utilización de excesiva cantidad de cloruro de calcio.

- Quesos muy amargos y ácidos: Ocurre cuando el queso contiene mucha humedad o acidez.

- Quesos con poco a ningún sabor: El queso no se ha madurado suficientemente o se produjo insuficiente acidez durante la elaboración.

- Leche no coagula en una cuajada sólida: Se ha usado poco cuajo o fue diluido en agua muy caliente o es de pobre calidad.

- Coloración irregular: Debido a la contaminación de microorganismos, mala distribución de la sal o al corte de la cuajada en trozos de diferentes tamaños, conservando más suero los pedazos más grandes, en los cuales se desarrolla una acidez mayor que en los pequeños, por lo que disminuye la intensidad del efecto producido por el colorante artificial; empleo de colorantes de mala calidad, infectados por hongos.

- Manchas rojas, azules, grises o negras: Provienen de la acción de los hongos sobre los quesos depositados en locales inadecuados. El tono rojo es el más perjudicial porque penetra al interior y transmite a la pasta un sabor amargo fuerte y desagradable.

- El queso terminado es excesivamente seco: Puede ser ocasionado por cuajo insuficiente; corte de la cuajada en partículas muy pequeñas que produce mucha pérdida de suero; alta acidez en la cuajada; las cuajadas han sido cocinadas a una temperatura excesiva o éstas han estado demasiado agitadas.

- El queso terminado es excesivamente harinoso: Hay humedad en exceso o la acidez es muy alta.

1.4.7 Análisis microbiológico

El examen microbiológico de alimentos comprende la investigación de especies, familias o grupos de microorganismos cuya presencia refleja las condiciones higiénico sanitarias de estos productos ya sean naturales, elaborados en la industria, elaborados artesanalmente o sea que se trate de comidas preparadas (Candogan, 2003).

Al aplicar las diversas pruebas se obtiene información que permite: conocer las fuentes de contaminación del alimento que se analiza, evaluar las normas de higiene utilizadas en la elaboración y manipulación de los alimentos, detectar la posible presencia de patógenos que supongan un riesgo para la salud del consumidor, establecer cuando se producen alteraciones en los distintos alimentos, con la finalidad de delimitar su período de conservación (Walstra, 2001). Precisamente uno de los objetivos más importantes de la Microbiología de alimentos es detectar la presencia de flora patógena para evitar riesgos en la salud del consumidor.

1.4.7.1 Alteraciones microbiológicas

Hay muchos microorganismos que pueden crecer en el queso y originar defectos de textura o sabor. El desarrollo microbiano está determinado por los siguientes factores:

a) La carga microbiana de la leche en la que los aspectos más influyentes son :
   - Condiciones higiénicas durante el ordeño.
   - Pasterización de la leche.
   - Bactofugación.
   - Recontaminación de la leche (Walstra, 2001).

b) Las medidas para impedir la contaminación durante la elaboración y maduración del queso.

c) Las medidas para limitar el crecimiento de los microorganismos y sus efectos alterantes durante la fabricación y la maduración de los quesos.

d) Las características fisicoquímicas del queso y las condiciones de maduración, especialmente el contenido en ácido láctico y el pH, la concentración de sal, la presencia de azucares, la temperatura y tiempo de maduración y la humedad relativa del aire determinan si los microorganismos pueden o no crecer en el queso (Walstra, 2001).

Los criterios microbiológicos ofrecen a la industria alimentaria y a los organismos reguladores las directrices para controlar los sistemas de elaboración de alimentos. Como criterios microbiológicos se pueden utilizar microorganismos indicadores de contaminación, la presencia de microorganismos patógenos específicos, la detección de una toxina específica producida por un patógeno (Villacís, 2011).

Los microorganismos indicadores que generalmente se cuantifican para determinar calidad sanitaria de alimentos son mesofílicos aerobios, mohos, levaduras, Coliformes totales, coliformes fecales, entre otros (Lurueña, 2004).

1.4.7.2 Principales bacterias en los productos lácteos

Escherichia coli

La *E. coli* es un anaerobio facultativo, uno de los habitantes más comunes del tracto intestinal y sigue siendo una importante herramienta para las investigaciones biológicas básicas. Su presencia en agua y alimentos es importante como indicador de contaminación fecal. Normalmente a esta bacteria no se considera como patógena, pero, sin embargo, frecuentemente son causantes de infecciones del tracto urinario y algunas cepas producen entero toxinas causantes de diarreas (Tortora, 1993).

La bacteria *Escherichia coli* es la única bacteria productor de indol, produce mucho gas y ácidos orgánicos (láctico, acético, succínico, etc.). Sin embargo, es menos acidificante que las bacterias lácticas, que lo inhiben cuando el pH desciende debajo de 5.0-5.2 (Alais, 1998).

Este agente patógeno, llamado *E. coli* enterohemorrágica, produce toxinas conocidas como verotoxinas. Al parecer, los bovinos constituyen el reservorio principal. La

transmisión al ser humano se verifica sobre todo a través del consumo de alimentos contaminados, tales como la leche cruda. Están implicados también el yogurt y el queso. Pueden provocar infecciones la contaminación fecal del agua y otros alimentos, así como la contaminación cruzada durante la preparación de los alimentos y os contactos impersonales. Representa una de las principales causas de la diarrea sanguinolenta y no sanguinolenta y a menudo provoca complicaciones, como por ejemplo el síndrome urémico hemolítico, y otras afecciones a largo plazo (FAO, 2000).

Larrañaga (1999), afirma que *Escherichia coli* es un bacilo corto, Gram negativo, no esporógeno, anaerobio facultativo, catalasa positivo, oxidasa negativo, fermentados y genéticamente muy relacionado con el género shigella aunque el sustrato de fermentación y su actividad bioquímica lo diferencian. La *Escherichia coli* es un mesófilo típico cuya temperatura óptima es de 37ºC con rango que van desde 7 hasta los 50ºC. El pH casi neutro es el mejor para su crecimiento, aunque puede crecer a un pH inferior a 4, siempre y cuando el resto de las condiciones sean óptimas. Su actividad mínima de crecimiento es de 0,95, presenta antígeno somático 0, flagelar H y capsular K que se usan para clasificar en grupos y variedades.

Staphylococcus aureus

Tortora (1993), manifiesta que los staphylococcus producen muchas toxinas que contribuyen a su patogenicidad al aumentar su capacidad de invadir y dañar tejidos. Su morfología esférica combinada con la resistencia de la pared celular, les permite sobrevivir y crecer bajo elevadas presiones osmóticas, por lo que se encuentra en fosas nasales y sobre la piel.

Son anaerobios facultativos, que provocan una fermentación acidificante de la glucosa con un descenso del pH (hacia 4.3 y 4.5), producen acetoina.

Larrañaga (1999), afirma que estas bacterias producen numerosas enzimas: proteasas, lipasas, coagulasas, termonucleasa, etc. Es un mesófilo típico con una temperatura de desarrollo entre 7 y 48ºC, la óptima oscila entre 35 y 40ºC está dotado de una termo resistencia notable. Su pH óptimo se encuentra entre 6 y 7, con valores

extremos de 4 y 10. La producción de toxinas se produce, con escasa cantidad, por debajo de 6 y por encima de 8. Es muy tolerante a una actividad de agua reducida y crece en valores de 0,83. Resiste a altas concentraciones de sal hasta un 20%. Su hábitat principal es la piel, en las fosas nasales, se encuentra en un 20 a 50% en sujetos sanos, ocasionalmente se puede aislar de las heces. También se puede aislar del medio: aire, ropa, superficies, agua dulce, superficies de plantas, etc. Las enterotoxinas de esta especie es una de las causas fundamentales de toxiinfección alimentaria ocupando el segundo lugar en importancia tras la salmonelosis.

Mohos y levaduras

Alais (1993), indica que en la leche cruda suelen encontrarse células voluminosas, esféricas u ovaladas de levaduras no esporuladas que pertenecen al género *Candida*. *Penicillium*, género de hongos conocidos como mohos verdes o azules; de algunas especies se obtiene la penicilina, crece en la superficie de frutas, pan, quesos y otros alimentos. En los quesos azules, *Penicillium roqueforti* da sabor, y el color se debe a sus conidios. Los mohos prosperan sobre una gran cantidad de sustancias orgánicas y provistos de la humedad suficiente.

En los quesos las levaduras dañinas actúan mediante producción de fructificaciones, sabores levaduriformes indeseables y una textura desagradable para la apariencia del producto. Entre las características fisiológicas asociadas a los grupos de levaduras aisladas de quesos, están: actividad ureasa, alcalización, fermentación de la glucosa, crecimiento superficial, actividad esterasa y proteasa y resistencia a cicloheximida (Lousier, 2003).

Existen otros grupos de levaduras que afectan la calidad de los quesos mediante la liberación de pigmentos pardos, entre ellas *Yarrowia. lipolytica* ha sido estudiada, por ser una especie frecuente en estos alimentos, en los cuales participa en el proceso de curado y se ha demostrado que en presencia de tirosina es capaz de liberar pigmentos pardos o negros.

1.4.7.3 Requisitos microbiológicos

El Instituto Ecuatoriano de Normalización INEN (2012), indica que los quesos fundidos deben cumplir con los requisitos microbiológicos establecidos en el cuadro 1.6.

Cuadro 1. 6 Requisitos microbiológicos que deben cumplir los quesos fundidos.

Requisitos	n	m	M	c	Método de ensayo
Enterobacteriaceas, UFC/g	5	10	10^2	2	NTE INEN 1529-13
Recuento de Aeróbios Mesófilos, UFC/g	5	10^3	10^4	2	NTE INEN 1529-5
Staphylococcus aureus UFC/g	5	10	10^2	1	NTE INEN 1529-14
Neurotoxinas del Clostridium botulino	5	AUSENCIA	-	0	AOAC 2002.08

Fuente: NTE INEN Norma 2613: 2012.

n= Número de muestras a examinar
m= Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad.
M= Índice máximo permisible para identificar niveles aceptable de calidad.
c= Número de muestras permisibles con resultados entre m y M.

1.5. SISTEMA DE HIPÓTESIS

El estudio en base a los antecedentes presentados plantea la siguiente hipótesis:

Ho: La utilización de estabilizadores hidrocoloidales en la producción del queso fundido en "bloque" a nivel de laboratorio, no influye en la humedad del producto obtenido.

Ha: La utilización de estabilizadores hidrocoloidales en la producción del queso fundido en "bloque" a nivel de laboratorio, si influye en la humedad del producto obtenido.

CAPÍTULO 2: MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 Participantes

La presente investigación fue realizada por la señora María del Carmen Cuichán Simba, egresada de la Carrera de Ingeniería en Biotecnología. Los profesionales colaboradores y asesores del trabajo fueron, por parte de la ESPE, la M.Sc. Alma Koch, como directora del proyecto, el Ing.-Mat. Pedro Romero Saker como codirector del proyecto y, por parte de la Empresa Alpen Swiss S.A, el Ing. Marco Sigüenza.

2.2 Zona de estudio

La presente investigación se realizó en las instalaciones la empresa de lácteos Alpen Swiss S.A, Ecuador, provincia de Pichincha, cantón Quito, vía Píntag Km 5 ½ entrada a Santa Rosa.

2.3 Período de inicio de la investigación

La investigación inició en el mes de enero del año 2012 y culminó en el mes de junio del año 2012.

2.4 Diseño experimental

El análisis estadístico que se utilizó para la optimización de las variables de tipo y concentración de hidrocoloides fue un diseño factorial de dos factores con tres niveles respectivamente, es decir un diseño factorial 2x3, con seis repeticiones; en el cual el factor *T1 y T2* corresponde al tipo de hidrocoloide y *C1, C2 y C3* representa la concentración de hidrocoloide.

2.4.1 Experimento

En la determinación de la humedad del queso fundido se varió diferentes tipos de hidrocoloides y concentraciones de los mismos y se medió el porcentaje de humedad del

producto obtenido. Al analizar los efectos y las probables interacciones se logró optimizar la humedad del queso procesado.

2.4.2 Unidad experimental

Las unidades experimentales fueron los quesos fundidos en bloque producidos a nivel de laboratorio, es decir, quesos de 400g con distintos niveles de humedad.

2.4.3 Variable de respuesta

La variable de respuesta se dio en función del tipo y concentración de hidrocoloide, utilizados para medir el porcentaje de humedad del producto y para optimizar la fórmula de obtención del queso fundido en bloque.

2.4.4 Factores controlables

Los factores controlables fueron el tipo de hidrocoloide (*T1*, *T2*) y la concentración de los hidrocoloides (*C1*, *C2*).

2.4.5 Factores en estudio

Los factores en estudio que se emplearon en la determinación del porcentaje de humedad del queso fundido en bloque son el factor *C* (concentración de hidrocoloides) y el factor *T* (tipo de hidrocoloide), los cuales se detallan en la tabla 2.1.

Tabla 2. 1 Factores en estudio para determinar la humedad del producto obtenido.

Factores	**Niveles**			**Unidades de medida**
	0	**1**	**2**	
T (Tipo de hidrocoloide)	Sin hidrocoloide	Carragenina	Goma Xanthán	gramos
C (Concentración de hidrocoloide)	0,5	1	2	porcentaje

2.4.6 Niveles y tratamientos

Cada factor en cuanto a tipo y concentración de hidrocoloide estuvo compuesto por tres niveles, así para el tipo de hidrocoloide *T0*, *T1* y *T2* y, para la concentración de hidrocoloide *C0*, *C1* y *C2*. Siendo *T0* y *C0* el control negativo debido a que no presenta hidrocoloides. De esta manera se generaron 7 tratamientos cada uno de los cuales estuvo formado por seis repeticiones para cada tratamiento como se muestra a continuación en la tabla 2.2.

Tabla 2. 2 Tratamientos a realizarse en el diseño factorial 2x3.

Tratamientos	Factor *T* (gramos)	Factor *C* (porcentaje)	Combinaciones
T0	*T0*= Sin Hidrocoloides	*C0*=0%	*T0C0*
T1	*T1*=Carragenina	*C1*=0,5%	*T1C1*
T2	*T1*=Carragenina	*C2*=1%	*T1C2*
T3	*T1*= Carragenina	*C3*=2%	*T1C3*
T4	*T2*=Goma Xanthán	*C1*=0,5%	*T2C1*
T5	*T2*=Goma Xanthán	*C2*=1%	*T2C2*
T6	*T2*=Goma Xanthán	*C3*=2%	*T2C3*

2.4.7 Análisis

Se realizaron análisis descriptivos de la variable humedad con el objeto de seleccionar los mejores tratamientos, mediante medidas de tendencia central, como la media, la desviación estándar y el coeficiente de variación, que se determinaron con el programa InfoStat[2]. También se utilizaron gráficos de barras para una mejor identificación de las diferencias entre medias de porcentaje de humedad por variables de interés (laboratorio y concentración). Se evaluó la distribución normal en base al test de Shapiro Wilk, considerando una distribución normal con valores de $p < 0.05$. Para seleccionar el mejor hidrocoloide y la concentración exacta se realizaron pruebas de ANOVA y prueba de Tukey al 95%.

2.5 Disponibilidad de equipos y materiales.

Los equipos y materiales empleados en el proceso de elaboración del queso fundido en bloque fueron suministrados por la empresa "Alpen Swiss S.A.".

[2] Di Rienzo J.A., Casanoves F., Balzarini M.G., Gonzalez L., Tablada M., Robledo C.W. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. URL http://www.infostat.com.ar

2.5 Proceso

Cada muestra se procesó según el protocolo de elaboración señalado en las referencias de Täger & Brito, modificado, el cual presenta la metodología de manera esquemática con las distintas etapas que se siguieron para el desarrollo del producto (figura 2.1).

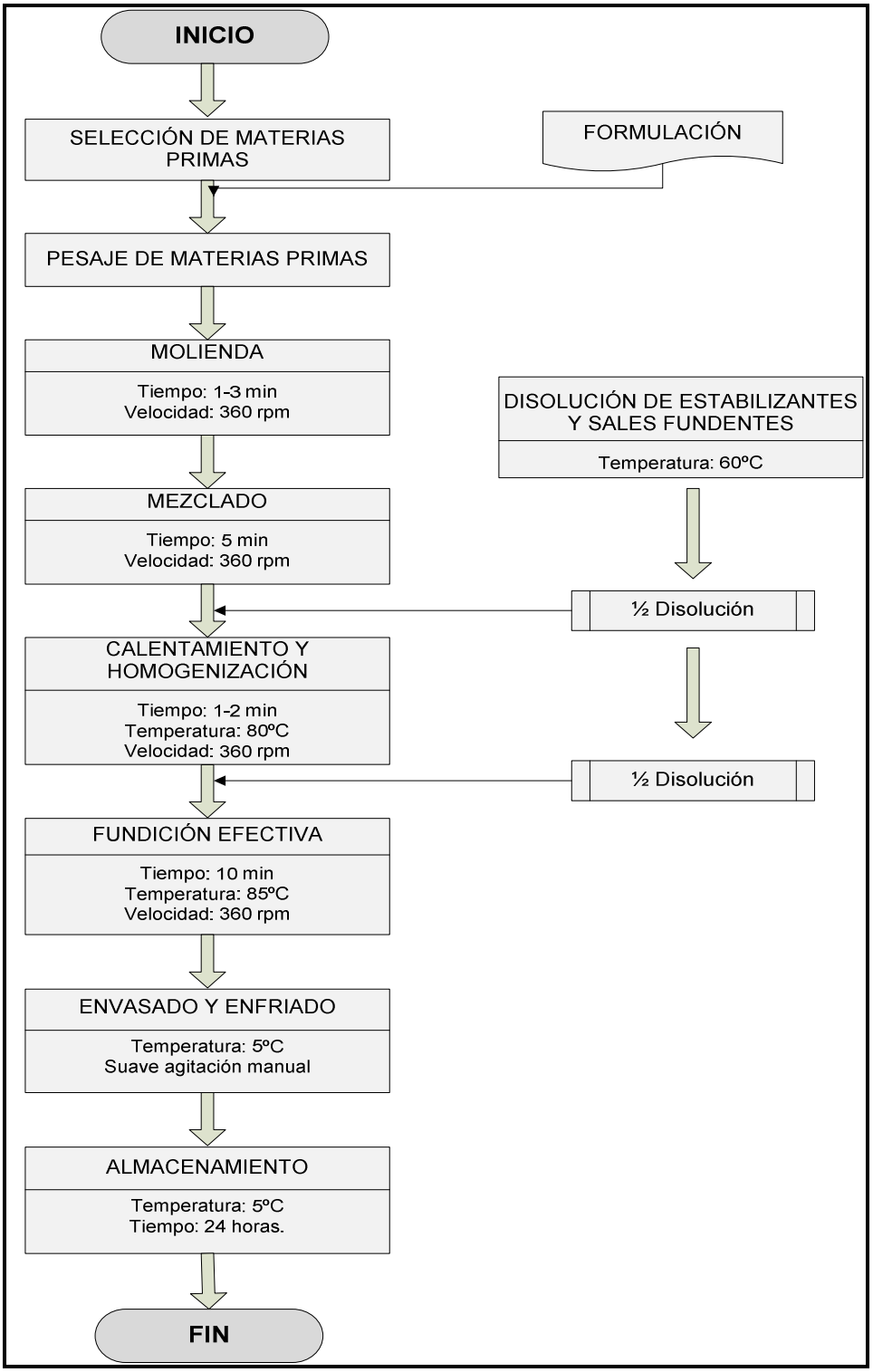


Figura 2.1 Diagrama de flujo del proceso de producción del queso fundido en bloque a nivel de laboratorio.

2.5.1 Materias primas

En la presente investigación, se utilizó como materia prima dos variedades de queso: fresco y mozzarella, ambos elaborados a partir de leche de vaca pasteurizada, con bajo contenido de grasa aproximadamente 110,5 g/kg, procedentes de devoluciones que realizan los proveedores a la empresa de lácteos Alpen Swiss S.A.

Las proporciones de queso fresco y queso mozzarella que se utilizaron en la elaboración del queso fundido fueron de 80% y 20% respectivamente.

Otras materias primas que se utilizaron en el proceso fueron: sales fundentes (3%), sorbato de potasio (0.1%), annato (colorante natural), e hidrocoloides (goma Xanthán y Carragenina) en concentraciones de 0,5%, 1% y 2% en peso.

2.5.2 Formulaciones

Para el proceso de elaboración del queso fundido en bloque con la adición de estabilizadores coloidales se usaron y se analizaron formulaciones, establecidas en función a datos proporcionados por la empresa Alpen Swiss que han sido obtenidos de investigaciones anteriormente realizadas.

Tabla 2. 3 Formulación base para el proceso de elaboración del queso fundido.

Ingredientes	Porcentaje
Mezcla de quesos	80
Sal fundente	3
Sorbato	0,2
Carragenina, Xanthán	0.5, 1 y 2
Agua	-
Total	**100**

A partir de los datos visualizados en la tabla 2.3, se hicieron los cálculos respectivos para la estandarización de la fórmula adecuada para obtener el mejor producto, con un peso aproximado de 400 g.

2.5.3 Elaboración de queso procesado en bloque en el laboratorio

El proceso experimental se inicia con la selección de las materias primas (queso fresco y queso mozzarella). En esta operación se eliminan las cortezas duras y partes defectuosas de la fabricación básica. Inmediatamente se pesan las cantidades establecidas en las formulaciones. A continuación se realiza la molienda en un triturador de alimentos para darle una textura que sea fácil de fundir. Después, se introduce la masa molida en una olla de teflón y se lleva a calentamiento en un Baño María, con el objetivo de que la mezcla no se calcine. Cuando la mezcla empieza a fundirse homogéneamente, se añaden poco a poco las sales fundentes para obtener una disolución adecuada de la caseína (caseinato de calcio) y emulsificación de las grasas. La dosis máxima de dichas sales es del 3% en base al peso de la materia prima, que establece las normas técnicas INEN del Ecuador. Posteriormente se adiciona el resto de ingredientes el preservante sorbato de potasio, colorante vegetal (annato) y agua. Finalmente se adiciona el hidrocoloide que es el que va a dar textura y firmeza al producto. La mezcla se somete a fundición en una licuadora que va a facilitar el mezclado y la homogenización por un tiempo de 4-5 minutos. Se mantiene una agitación constante hasta que la temperatura interna sea de 85ºC El queso fundido se descarga del cocedor y pasa a un envase de acero inoxidable, se debe enfriar lentamente. Tras el moldeado el queso se deja a temperatura ambiente. Posteriormente se almacena en el cuarto frío a 8ºC. Esperar 24 horas, cortarlo y empacarlo al vacío.

Las muestras fueron sometidas a una evaluación físico-química de porcentaje de humedad mediante el método gravimétrico (MAL-13) en conformidad con los criterios establecidos en la Norma NTE INEN ISO/IEC 17025:2006, para determinar la influencia de los hidrocoloides en la elaboración del queso fundido y con ello poder determinar la mejor formulación.

Seleccionados los tratamientos con mejores porcentajes de humedad, se procedió a evaluarlos sensorialmente, con un panel de 10 personas evaluó mediante un análisis sensorial descriptivo los atributos de sabor, aroma, textura, color y apariencia.

Finalmente, el producto que tuvo mejores características sensoriales fue enviado a los laboratorios O.S.P de la Universidad Central, para que se realicen los exámenes de

identificación y recuento de bacterias en el producto, observando los parámetros referenciales que exigen las normas de calidad ecuatoriana NTE INEN 2613, para quesos fundidos.

2.6 Determinación del rendimiento práctico

Los quesos obtenidos del mejor tratamiento, fueron pesados y sus datos se tabularon para conocer el índice de rendimiento alcanzado por cada tratamiento. Para conocer el rendimiento, se calculó la cantidad de materia prima (mezcla de quesos) requeridos para producir un kilogramo de queso fundido. De acuerdo a la siguiente fórmula:

$$\boldsymbol{R} = \frac{P(materia\ prima)(g)}{PP(kg\ de\ queso)}$$

R = Rendimiento **[**Materia prima utilizada (g) por kg de queso fundido obtenido**]**.
PP = Peso promedio (kg) de queso fundido obtenido.
P = Peso de materia prima (g) (80%).

2.7 Determinación de costos de materia prima

Se realizó un análisis de costos de ingredientes que se utilizaron en la elaboración del queso fundido, para estimar un costo aproximado del producto. Los cuales se detallan en las secciones de resultados y anexos.

CAPÍTULO 3: RESULTADOS

La evaluación del uso de hidrocoloides Carragenina y goma Xanthán para establecer una formulación adecuada en la producción del queso fundido se la realizó en base a un análisis físico-químico de porcentaje de humedad, a un análisis sensorial de los mejores quesos fundidos creados y a un análisis microbiológico del producto final, para garantizar la calidad del mismo.

3.1 Análisis físico-químico (porcentaje de humedad).

Se emplearon tres concentraciones de goma Xanthán y Carragenina 0.5%, 1% y 2%, las cuales fueron establecidas en base a investigaciones realizadas en la empresa Alpen Swiss, cumpliendo con la normas NTE INEN:66 establecidas en el Ecuador.

Los análisis del porcentaje de humedad de los productos elaborados se realizaron en los laboratorios de Control de Calidad de la empresa de lácteos Alpen Swiss y en los laboratorios de la Universidad Central, facultad de Ciencias Químicas-Oferta de Servicios y Productos O.S.P.

Las figuras y tablas presentadas en ente capítulo fueron realizadas en función de los resultados arrojados por el programa estadístico InfoStat.

En la figura 3.1 se muestra las medidas de tendencia central y dispersión de la variable porcentaje de humedad, controlado por el tipo de laboratorio donde se evaluó el experimento. Los resultados registrados del análisis de humedad se muestran en el anexo A1.

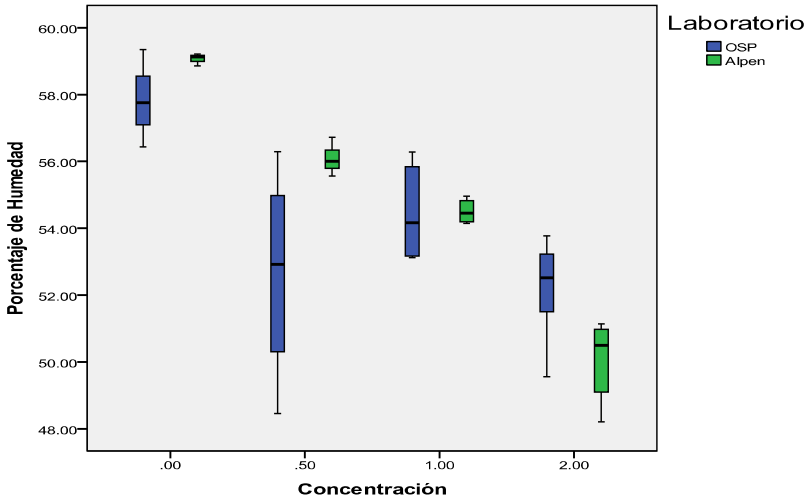


Figura 3. 1 Gráfico de cajas (box-plot) para la variable porcentaje de humedad controlado por el tipo de laboratorio (O.S.P y Alpen Swiss).

En la tabla 3.1 se puede observar los intervalos de confianza para cada concentración (0.5%, 1% y 2%) por tipo de laboratorio (Alpen Swiss, O.S.P). Se observa que los valores se interponen entre sí, es decir los unos están contenidos en el rango de los otros. Además se elaboró un análisis de varianza (ANOVA) para comprobar si las medias totales (53.77 y 54.33) son diferentes entre los dos laboratorios el cual resultó con un valor de $p > 0.93$ (anexo A2).

Tabla 3. 1 Medidas de tendencia central para la variable porcentaje de humedad controlada por concentración (0.5%, 1% y 2%) y lugar de recolección de datos (laboratorios Alpen Swiss y O.S.P.).

Concentración		N	Media	Desviación	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
O.S.P	0.00	3	57.8467	1.46193	54.2150	61.4783
	0.50	6	52.6467	3.03325	49.4635	55.8299
	1.00	6	54.4550	1.40259	52.9831	55.9269
	2.00	6	52.1833	1.49723	50.6121	53.7546
	Total	21	53.7738	2.70806	52.5411	55.0065
ALPEN SWISS	0.00	3	59.0667	0.18339	58.6111	59.5222
	0.50	6	56.0683	0.41892	55.6287	56.5080
	1.00	6	54.5050	0.36308	54.1240	54.8860
	2.00	6	50.0717	1.16628	48.8477	51.2956
	Total	21	54.3367	3.18455	52.8871	55.7863

Elaborado por María Cuichán, 2012

En la figura 3.2 se visualiza la dispersión de los datos en cuanto al tipo de hidrocoloide empleado, observándose que la Carragenina posee una mayor simetría de los datos.

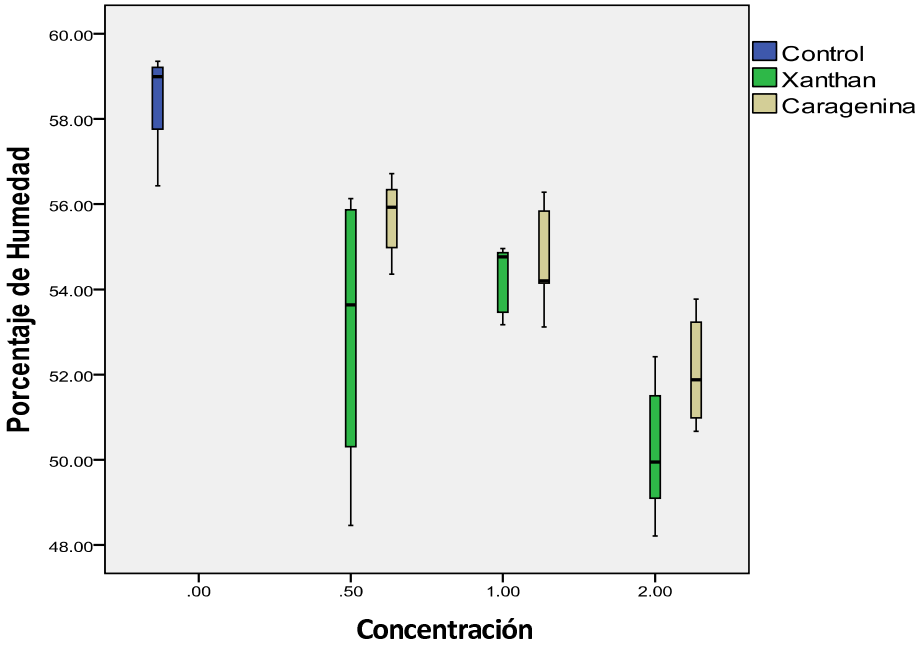


Figura 3. 2 Gráfico de cajas (box-plot) por tipo de hidrocoloide (Goma Xanthán, Carragenina) y concentración (0.5%,1% y 2%), frente al control negativo sin hidrocoloides.

En la tabla 3.2 se muestran medidas de tendencia central y dispersión para cada grupo de hidrocoloide y concentración utilizada. Aparentemente, los valores que más se acercan al rango de humedad esperado (54% y 55 %) son goma Xanthán y Carragenina al 1% respectivamente.

Tabla 3. 2 Test de Shapiro Wilks para comprobar normalidad en la variable porcentaje de humedad controlada por tratamiento.

Tratamiento	Concentración	Tipo de hidrocoloide	N	Media	Desviación estándar	Walt	p*
1	0.5	Xanthán	6	53.01	3.35	0.82	0.10
2	1	Xanthán	6	54.33	0.79	0.75	0.02
3	2	Xanthán	6	50.19	1.56	0.96	0.84
4	0.5	Carragenina	6	55.71	0.91	0.92	0.57
5	1	Carragenina	6	54.63	1.19	0.88	0.35
6	2	Carragenina	6	52.07	1.31	0.86	0.24
7	0	Control	6	58.46	1.15	0.81	0.08

*Si el valor de p es mayor a 0.05 se considera una distribución normal.

Elaborado por María Cuichán, 2012

En la tabla 3.2 también se muestra el estadístico de Shapiro Wilks para identificar los criterios de normalidad en la variable dependiente (porcentaje de humedad) controlado por el tipo de tratamiento. Se observa que para el tratamiento T2 el valor de *p* es menor a *0.05* por lo que la distribución de esta categoría no sigue la tendencia de normalidad. Sin embargo, los demás tratamiento presentan un valor *p* mayor a *0.05*, por lo que presentan la característica de normalidad. Por razones de interpretación de datos y por el número de observaciones en esta categoría, los valores del tratamiento T2 no serán transformados para que tomen una distribución normal, por lo que se considerará como valores normales.

En la tabla 3.3 se puede observar las medias de cada hidrocoloide y sus intervalos de confianza. Se realizó un test de ANOVA para verificar si existe diferencias entre las categorías, el cual dio significante con un valor *p=0.0001* (anexo A3), indica que si existe diferencias significativas entre los tipos de hidrocoloides utilizados. Para saber en dónde se encuentran las diferencias se realizó un test de Tukey el cual arrojó los siguientes resultados.

Tabla 3. 3 Medias de la proporción de humedad e intervalos de confianza por hidrocoloide y concentración.

Tipo Hidrocoloide	Concentración	n	Media	DE	Intervalo de confianza 95%	
					Límite inferior	Límite superior
Control Xanthán	0.0	6	58.4600	1.1500	57.25	59,66
	0.50	6	53.0067	3.3459	49.49	56,52
	1.00	6	54.3283	0.7949	53.49	55,16
	2.00	6	50.1867	1.5629	48.54	51,83
	Total	18	52.5072	2.7122	51.15	53,86
Carragenina	0.50	6	55.7083	0.9089	54.75	56,66
	1.00	6	54.6317	1.1888	53.38	55,88
	2.00	6	52.0683	1.3077	50.69	53,44
	Total	18	54.1361	1.9052	53.18	55,08

Elaborado por María Cuichán, 2012

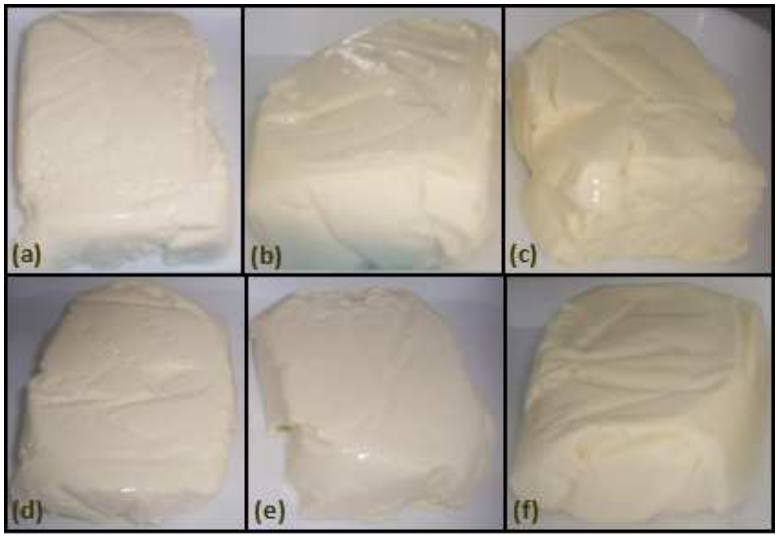
En la tabla 3.4 se muestra el rango deseable de porcentaje de humedad (54% a 55 %) y las concentraciones por cada tratamiento. Goma Xanthán al 1% y Carragenina al 1% se encuentran en el rango deseado de porcentaje de humedad, y los dos valores de sus medias son similares estadísticamente con un $p < 0,05$ (anexo A4).

Tabla 3. 4 Selección del tipo de hidrocoloide y la concentración adecuada según el rango deseable.

Tipo Hidrocoloide	[ ]	Tratamiento	Media	D.E	Rango deseable 54-55%
Xanthán	0.50	1	53.00	3.34591	
	1.00	2	54.32	0.79497	XX
	2.00	3	50.18	1.56294	
Carragenina	0.50	4	55.70	0.90899	
	1.00	5	54.63	1.18887	X
	2.00	6	52.06	1.30775	
Control	00	7	58.46	1.15	

Elaborado por María Cuichán, 2012

En la figura 3.3 se visualizan los productos elaborados utilizando goma Xanthán y Carragenina en distintas concentraciones para determinar la formulación final del producto que se desea obtener.



Elaborado por María Cuichán, 2012

Figura 3. 3 Prototipos de quesos procesados con distintas concentraciones de hidrocoloides. (a) Goma Xanthán al 0.5%, (b) goma Xanthán al 1%, (c) goma Xanthán al 2%, (d) Carragenina 0.5%, (e) Carragenina (1%) y (f) Carragenina 2%.

3.2 Análisis sensorial

Se conformó un panel de degustación de 10 personas, las cuales apreciaron las características de: color, sabor, aroma, textura y brillo en los quesos elaborados con el tratamiento (T2) y tratamiento (T5).

En la figura 3.4 se puede apreciar la aceptación que dieron los degustadores a los dos mejores tratamientos (T2 y T5), observándose que el tratamiento T2 correspondiente a goma Xanthán al 1%, fue que tuvo mejor apreciación sensorial.

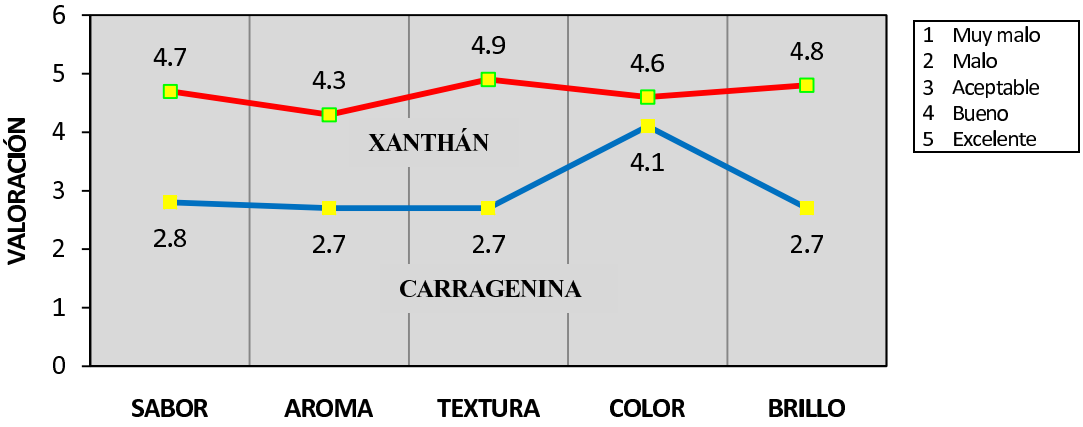


Figura 3. 4 Aceptación de los atributos sensoriales de sabor, aroma, textura, color y brillo para el hidrocoloide Carragenina 1% (T5) y goma Xanthán 1% (T2).

Los atributos sensoriales fueron analizados mediante una tabla de contingencia (anexo A5). Como se puede observar en la figura 3.5 la característica mejor evaluada por los degustadores fue la textura del queso (90%) con una valoración de excelente, seguida de brillo (80%), sabor (70%), color(60%) y aroma (30%) para el queso elaborado con goma Xanthán al 1% (T2).

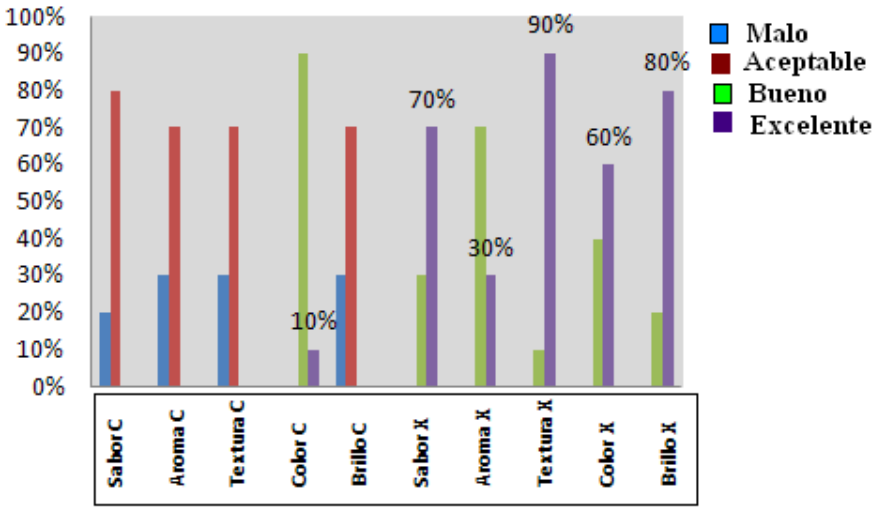


Figura 3. 5 Porcentaje de aceptación de las variables sensoriales, evaluadas por los degustadores en los tratamientos (T2 y T5).

En la figura 3.6 se visualiza los dos quesos elaborados con los mejores tratamientos y que fueron sometidos a la respectiva evaluación sensorial.

Figura 3. 6 Quesos realizados con goma Xanthán (1%) y Carragenina (1%), empleados en la evaluación sensorial.

3.3 Análisis microbiológico

En la tabla 3.5 se visualiza los parámetros microbiológicos realizados en el queso fundido que tuvo la mejor evaluación sensorial, correspondiente al producto elaborado con goma Xanthán al 1% (T2), considerado como el mejor en esta investigación.

Tabla 3. 5 Resultados análisis microbiológico del queso fundido empleando goma Xanthán al 1% (T2).

Microorganismo	Unidad	m	Resultado	Método de ensayo
Aeróbios Mesófilos	UFC/g	10^3	$2.7x10^2$	MMI-02/AOAC 990.12
Coliformes totales	UFC/g	10	<10	MMI-03/AOAC 991.14
Escherichia coli	UFC/g	<10	<10	MMI-03/AOAC 991.14
Mohos	UFC/g	<10	<10	MMI-01/AOAC 997.02
Levaduras	UFC/g	<10	<10	MMI-01/AOAC 997.02

Elaborado por María del Carmen Cuichán, 2012

m= Índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad
UFC/g= Unidades Formadoras de Colonias / gramo.

3.4 Formulación final

En función del objetivo principal de este proyecto, una vez realizado el proceso de elaboración del queso fundido para cada tratamiento, se procedió a seleccionar la formulación que cumplía con el mejor resultado en cuanto a humedad y características organolépticas. En la tabla 3.6, se observa la formulación final del mejor producto

denominado queso fundido en "bloque" , quedando la formulación del tratamiento T2 elaborado con el hidrocoloide goma Xanthán al 1%, como la más adecuada en este estudio.

Tabla 3. 6 Formulación final del queso procesado en bloque a nivel de laboratorio.

Componente	Porcentaje
Queso fresco Queso mozzarella	80
Sal fundente	3
Goma Xanthán	1
Sorbato	0,1
Annato	0,05
Agua	-
Total	**100**

Elaborado por María Cuichán, 2012

3.5 Determinación del rendimiento práctico

Se determinó el índice de rendimiento alcanzado por el mejor tratamiento que se empleó para realizar la optimización de la formulación para el queso fundido en bloque (figura 3.7). Se observa que el rendimiento promedio del queso fue del 92,05%.

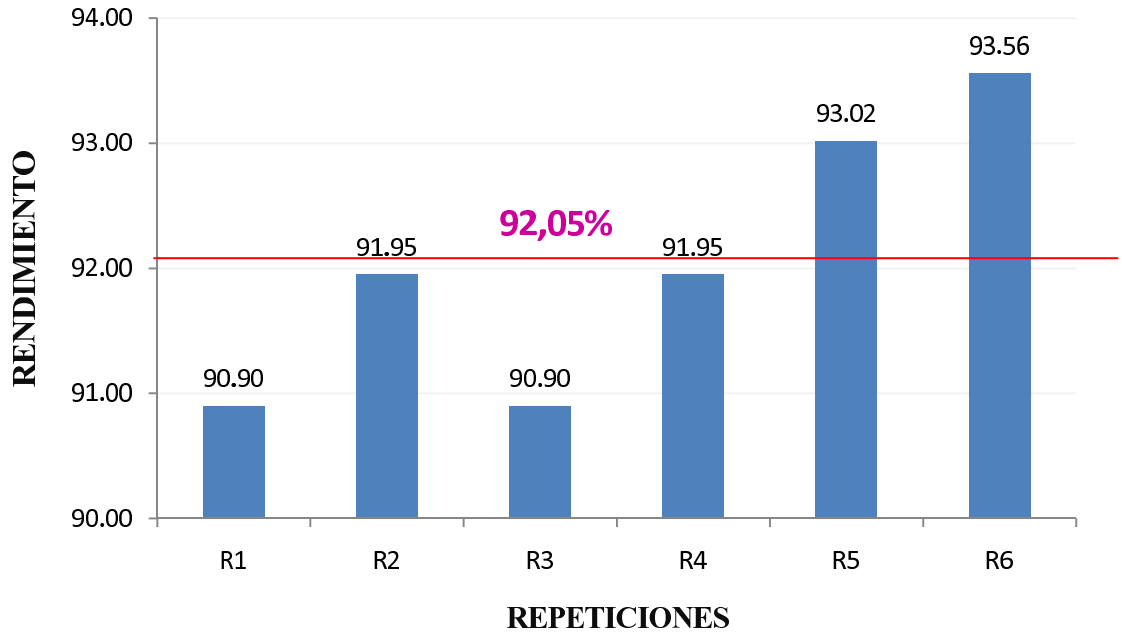


Figura 3. 7 Rendimiento del queso procesado en bloque, donde R1, R2, R3, R4, R5 y R6 representan el número de repeticiones del mejor tratamiento (T2) usado para la optimización de la formulación final del producto.

3.6 Determinación del costo de materia prima

En la tabla 3.7 se presentan los costos de materia prima utilizados en la elaboración del queso fundido en bloque a nivel de laboratorio con un peso aproximado de 400g.

Tabla 3. 7 Costo de materia prima directa para la fabricación del queso fundido en bloque a nivel de laboratorio con un peso aproximado de 400g.

Ingredientes	Porcentaje	Cantidad (g)	Costo ($)
Queso fresco	80	256	0,51
Queso mozzarella		64	0,19
Goma Xanthán	1	4	0,05
Sales fundentes	3	12	0,04
Colorante (Annato)	0,05	0,2	0,04
Sorbato de potasio	0,1	0,4	0,02
Agua	15,85	63,4	0,00
Total	**100**	**400**	**0,85**

Elaborado por María del Carmen Cuichán, 2012

CAPÍTULO 4: DISCUSIÓN

En el Ecuador, la tecnología de elaboración del queso procesado en bloque no es tradicional y no está ampliamente conocido (Joha, 1993). Sin embargo, ha ido cobrando mayor relevancia en el mundo en los últimos años, debido al gran auge de la industria de comidas preparadas, principalmente por las grandes ventajas que presenta éste frente a los quesos naturales.

Uno de los requerimientos es la exigencia en su formulación, de una mayor proporción de quesos jóvenes a objeto de obtener una adecuada elasticidad y firmeza, lo cual se logra añadiendo estabilizadores hidrocoloidales (Ruiz, 2007).

El presente estudio es de gran importancia debido a que aporta información fundamental para la creación de una formulación base en la fabricación de un producto nuevo "queso fundido en bloque", que colme las necesidades de los consumidores.

4.1 Análisis físico-químico (porcentaje de humedad)

Para asegurar la confiabilidad de los resultados, se realizó los análisis de porcentaje de humedad y microbiología en el laboratorio de control de calidad de la empresa Alpen Swiss y en el laboratorio de Oferta de Servicios y Productos (O.S.P) de la facultad de Ciencias Químicas de la Universidad Central del Ecuador, que cuenta con la acreditación INEN ISO 17025, a nivel nacional por el Organismo de Acreditación Ecuatoriana (OAE). Cabe recalcar que el laboratorio de Control de calidad de Alpen Swiss no cuenta con acreditación de las normas INEN.

El análisis estadístico indica que los datos de la media muestral acerca del sitio donde se realizaron los análisis físico-químico y microbiológico pertenecen a un mismo grupo, manifestando que el tipo de laboratorio en que se efectuaron los análisis respectivos no influyó en la investigación. Así el laboratorio de control de calidad de Alpen Swiss a pesar de no contar con equipos de última tecnología, personal capacitado ni acreditación de la normas INEN, mantiene condiciones de higiene y limpieza idóneos

para analizar los productos fabricados y terminados asegurando la calidad de los mismos. Además cuenta con Programas de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) y la implementación del. Análisis de Riesgos y Puntos Críticos de Control (*HACCP*) (Alpen Swiss, 2000).

La adición de hidrocoloides al proceso de elaboración del queso fundido resulto significativa con un valor ($p= 0.0001$) al momento de evaluar la variable humedad.

Los estabilizadores hidrocoloidales al presentar en su estructura moléculas altamente hidrofílicas forman geles firmes y elásticos. En este sentido la estructura del polímero es de gran importancia ya que de ella depende la capacidad de retención de agua (volumen de agua que pueden llegar a incorporar) y las características reológicas y de textura que proporcionan al producto terminado (Cubero *et al*., 2002). Estudios de Baldeón, 2008 indican que si la concentración del hidrocoloide es suficientemente alta, pueden formar un gel, gracias a las buenas propiedades de adhesión.

Por otro lado, se establece que el control presenta una diferencia significativa en cuanto al mayor contenido de humedad ($p > 0.05$) frente a los tratamientos con hidrocoloides. Este efecto es corroborado por un estudio realizado por Brito *et al*, 2003, al elaborar queso procesado laminable reducido en grasa en la cual se presenta mayor contenido de humedad en el control sin estabilizante que en los tratamientos que emplean hidrocoloides. El alto porcentaje de humedad que se observó en el control (58,46%), se debe a que el tiempo de proceso es menor en comparación con los demás tratamientos.

En todos los tratamientos que tuvieron Carragenina se dio una mayor capacidad de retención de agua, mientras que en los tratamientos con goma Xanthán la humedad disminuyó levemente. Cubero *et al*., 2002, menciona que la solubilidad de la Carragenina aumenta gracias a que en su estructura química los polímeros de galactosa están sulfatados y forman geles firmes y elásticos en agua y leche. Se ha demostrado que la solubilidad es mucho mayor en sistemas lácteos debido a su interacción con la caseína (Akoh, 1998). Este resultado se debe principalmente a que se utilizó Carragenina tipo Kappa cuya estructura química varía de 24% a 26% de éster sulfato, confiriéndole una alta capacidad de retención de agua (Cubero *et al*., 2002).

Las ramificaciones de la molécula de la xantana y las características aniónicas debido a los radicales COOH, favorecen la separación de las cadenas y su hidratación, consiguiendo la solubilidad total de la molécula (Cubero *et al*., 2002). Investigaciones realizadas indican que a niveles de uso de 0.2 % a 1.0 %, los productos desarrollados con goma Xanthán exhiben buena estabilidad de las suspensiones o emulsiones, resistiendo perfectamente los ciclos de frío o calor a los que son sometidos regularmente (Sharma *et al.*, 2001).

La FAO/OMS (1985), señala que los quesos fundidos de tipo cortable deben contar con un contenido de humedad entre 54% a 55%, sin embargo solo los tratamientos (T2 y T5) correspondientes a goma Xanthán 1% y Carragenina 1%, cumplieron con este requisito, en tanto que los tratamientos (T1, T3 y T6) tuvieron valores menores de humedad y el tratamiento (T4) sobrepaso el rango esperado, que influyó en la calidad del producto. Estudios realizados por Whistler y Bemiller (1993), señalan que la concentración del estabilizador coloidal es importante al momento de atrapar agua, con lo cual el sistema coloidal se modifica provocando un aumento de la viscosidad o gelificación, al ir aumentando la concentración de estabilizante se obtiene una mayor firmeza del producto. GELYMAR (2006), menciona la inestabilidad que presentan las gomas en altas concentraciones frente a los sistemas lácteos y a la caseína de la leche, es debida su estructura compleja de alto peso molecular que las hace altamente reactivas. Las diferencias aludidas entre los diferentes valores de humedad podrían explicarse porque los quesos naturales utilizados poseen diferentes grados de maduración y contenido de humedad. Estudios realizados por Ruiz (2007), indican que el grado de maduración de la materia prima ejerce una influencia importante en el procesamiento del queso fundido, debido al contenido relativo de caseína en el queso (relación cuantitativa entre proteínas no disociadas y las totales). Además, se varió la proporción de agua en cada formulación para completar el 100% de los ingredientes en cada formulación.

De esta manera los quesos elaborados con el tratamiento (T2) y tratamiento (T5) fueron los mejores en cuanto al rango de humedad adecuado y consistencia acorde al queso procesado. Cabe recalcar que el tratamiento (T2) con goma Xanthán al 1% presentó un intervalo de confianza que se adecúa mejor al rango deseable (tabla 3.5).

4.2 Análisis sensorial

El análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los alimentos ya que a diferencia del análisis físico–químico o microbiológico, que solo dan una información parcial acerca de alguna de sus propiedades, permite hacerse una idea global del producto de forma rápida, informando de un aspecto de importancia capital: la sensación que el consumidor experimenta al ingerirlo (Coste, 2003). En general el análisis se realiza con el fin de encontrar la fórmula adecuada que le agrade al consumidor, buscando también la calidad, e higiene del alimento para que tenga éxito en el mercado.

El queso elaborado con goma Xanthán 1% (T2) tuvo mayor apreciación en todas las variables sensoriales, el 90% de los degustadores consideró la variable textura como excelente, debido a una mejor solidificación, mientras que para el tratamiento (T5) elaborado con Carragenina 1% la valoración de la textura fue de aceptable para el 70% de los degustadores. Con el análisis de varianza se identifico que la media de las calificaciones para la aceptación del producto final, del 1 al 5, dada por los degustadores fue de 4.66 para el tratamiento (T2) alcanzando el concepto de "excelente" y para el tratamiento (T1) fue del 3.0 evaluado como "aceptable" (anexo A5).

Estudios realizados por Sharma (2011), señala la incidencia que tiene la goma Xanthán en las propiedades reológicas de los productos finales debido a que permanecen estables independientemente de si se almacenan en el refrigerador, a temperatura ambiente o en área caliente. Al ser considerada como una sustancia pseudoplástica, permite la liberación de los sabores durante la masticación y evita una sensación gomosa en la boca (Lucca & Tepper, 1994). Estas características se notaron claramente en los productos evaluados sensorialmente en este trabajo. Además provee una excelente suspensión para sólidos insolubles y aceites, por esta razón es muy utilizada para estabilizar sistemas con alto contenido de grasa, indicando también que la goma Xanthán puede ser un sustituto de la grasa (Lurueña *et al*, 2004).

Es necesario indicar que el panel de degustación del producto elaborado fue tomado al azar, lo que nos lleva a tener una predicción de una buena aceptación en el mercado por parte de los consumidores.

4.3 Análisis microbiológico

La contaminación de los alimentos es un problema serio para la industria alimentaria, debido a que da lugar a la aparición de productos inaceptables para el consumo humano. La producción industrial de alimentos es un proceso que se desarrolla a gran escala, razón por la cual las consecuencias de pérdidas por contaminación microbiana son elevadas y altamente costosas. Este fenómeno generalmente es un proceso mixto, en el que participan bacterias, levaduras y hongos filamentosos; al mismo tiempo es un proceso competitivo, en el cual prevalecen aquellos grupos que muestran la mayor adaptación a las condiciones ambientales, que se manifiestan en el producto en particular (Lousier, 2003).

Los análisis microbiológicos de los alimentos son una herramienta eficaz para establecer la calidad de un producto y de su proceso de elaboración. La interpretación adecuada de los resultados de laboratorio debe conducir a establecer si el alimento es apto o no para su consumo, tomando en cuenta los criterios microbiológicos que determinan la norma sanitaria para el producto.

Los conteos bacterianos mostrados en el cuadro 3.5, indican que el producto elaborado cumple con los parámetros sanitarios establecidos para quesos fundidos, según las normas de calidad INEN 2613. Factores como la temperatura, contenido de sal, adición de hidrocoloides, ayudaron a la calidad sanitaria del producto elaborado, debido a que se reguló la actividad del agua y, por lo tanto, la flora microbiana del queso. También nos indica que durante la manipulación de la materia prima y su procesamiento se han observado las medidas sanitarias de rigor.

4.4 Formulación final

La optimización de la formulación final se vio influenciada por la selección del estabilizante coloidal, goma Xanthán debido a las numerosas características deseables que imparte a la emulsión final. A lo largo de este trabajo se apreció que cada concentración de un mismo hidrocoloide podía generar una respuesta distinta, y más aún si se trata de dos hidrocoloides distintos. Estos resultados se los puede comparar con los estudios realizador por Ruiz (2007), donde indica que con la incorporación de goma Xanthán como parte de la formulación del queso procesado, se obtiene un

producto de mejor aceptación esencialmente porque presenta una mayor firmeza, cremosidad y brillo siendo significativamente diferente del resto de gomas.

4.5 Determinación del rendimiento práctico

Al realizar el cálculo del rendimiento práctico en base la formulación final se obtuvo un valor del 92.05% lo que indica que es bueno. Análisis realizados por Ruiz (2007), mencionan que el rendimiento de los quesos está relacionado directamente con la humedad ya que si el contenido de humedad es menor de lo deseado, el rendimiento será menor y el queso no tendrá las características que el cliente espera. Si el contenido de humedad es mayor de lo deseado, el queso tampoco tendrá las características que el cliente espera y, por otro lado, disminuye la vida de anaquel del queso; es decir, se vuelve más perecedero y esto aumentará la frecuencia de reclamaciones, quejas y devoluciones. En ambos casos, se pierde utilidades. El porcentaje de humedad alcanzado por el producto elaborado fue de 54.33 % que se encuentra dentro del intervalo que sugiere la FAO/OMS, para queso fundido tipo cortable y esto justifica de alguna manera el resultado obtenido. Villacís (2011), menciona que muchas veces, los resultados insatisfactorios en rendimiento, son debido a equivocaciones originadas por errores en los sistemas de medición y por la falta de calibración de los instrumentos usados en la planta de quesería, entre otros.

4.6 Determinación del costo de formulación.

El resultado del análisis económico del queso funcional se evaluó considerando la formulación de los ingredientes y su respectivo rendimiento del proceso. Para determinar si es factible la elaboración del queso fundido en bloque a nivel industrial es necesario determinar el costo unitario del producto. Los resultados presentados en la tabla 3.7 muestran que a partir de 320 g de materia prima (80% queso fresco y 20% queso mozzarella) se obtuvo el queso fundido de 400 g con un costo de materia prima de $0.85, en este caso no se estimaron los costos que genera la producción como costos directos e indirectos de fabricación. Es necesario manejar costos de producción bajos si se pretende realizar una producción masiva enfocada a satisfacer las necesidades del mercado.

CAPITULO 5: CONCLUSIONES

1. Los tratamientos T2 (goma Xanthán 1%) y T5 (Carragenina 1%) presentaron rangos adecuados de humedad deseada por encontrarse dentro de los valores óptimos que establece la FAO/OMS (54-55%), frente a un control que lo sobrepaso.

2. La valoración organoléptica determinó que el T2 (goma Xanthán 1%) tuvo mayor aceptación desde el punto de vista de los atributos sabor, aroma, textura, color, brillo, alcanzado el concepto de "excelente"; por lo tanto puede ser la mejor formulación a ser aplicada en la fabricación del queso fundido.

3. En la calidad microbiológica del producto final se encontró que las cargas microbiológicas de aerobios mesófilos ($2.7x10^2$), coliformes totales (<10), *Escherichia coli* (<10), *Staphylococcus aureus* (<10), mohos y levaduras (<10); estuvieron muy por debajo de los rangos máximos establecidos por el INEN (2012), por lo que se considera un producto apto para el consumo humano.

4. El gran desempeño de la goma Xanthán en la producción de quesos fundidos se vio reflejado en el rendimiento práctico (92.05%) alcanzado y en el costo bajo de materia prima ($2.15/kg) que son fundamentales al momento de implementar el producto a nivel industrial.

5. Este estudio fue beneficioso para la empresa Alpen Swiss y los consumidores en general debido a que se estandarizó la fórmula para obtener el queso fundido con una humedad óptima, buenas características organolépticas y con calidad sanitaria, requerimientos que hacen al producto más apetecible en el mercado.

6. La manufactura del queso fundido representa una opción alternativa muy interesante para el sector lácteo, aunque siga siendo un gran desconocido para el público en general y los productores de queso tradicional en particular.

CAPÍTULO 6: RECOMENDACIONES

1. Es importante realizar nuevos estudios que apliquen hidrocoloides (goma Xanthán y Carragenina) en otros tipos de queso como: maduros, untables, de pasta hilada entre otros; para conocer las posibles propiedades que estos pueden adquirir.

2. Es necesario investigar el uso de mezclas de hidrocoloides por sus propiedades de sinergismos que permiten la reducción de las dosis totales y, por otro lado, pueden elaborarse formulaciones específicas dirigidas a diferentes condiciones de uso.

3. Es recomendable utilizar concentraciones de hidrocoloides que estén dentro del rango 1.1% a 1.5% para observar si los parámetros sensoriales mejoran, especialmente en la Carragenina.

4. Es fundamental mantener condiciones de asepsia durante todo el proceso de elaboración del queso para garantizar la calidad del mismo.

5. Se recomienda utilizar a escala industrial, la goma Xanthán en la formulación planteada como la mejor en porcentaje de humedad y características organolépticas.

6. En estos tipos de productos de consumo es muy importante desarrollar un estudio de mercado de manera periódica para determinar tendencias y características de los consumidores actuales y futuros.

7. El presente trabajo de investigación debe ser tomado en cuenta para futuras investigaciones como referencia para la elaboración de quesos fundidos de este tipo ya que en nuestro país el producto es nuevo.

CAPÍTULO 7: BIBLIOGRAFÍA

1. Alarcón, Y. (2003). *Evaluación del uso de carrageninas en bebidas lácteas fermentadas*. Tesis Ingeniero en Alimentos. Valdivia. Universidad Austral de Chile. 134 p.

2. Alais, C. (1998). *Ciencia de la Leche*. 10ma ed. Zaragoza. España. Edit Reverte., pp 36-38.

3. Alquinga, T., Cacuango, M. (2007). *Proyecto para introducir en el mercado el queso pasteurizado de la Empresa Lácteos Santo Domingo SANDOLAC S.A.* Tesis de Grado. Escuela Politécnica del Ejército.

4. Ángeles, R., Mora, R., & García, M. (2004). *Efecto de las importaciones de leche en el mercado nacional del producto*. Agrociencia 38(5): 555–564 p.

5. Akoh, C. (1998). *Fat replacers.* Food Technology. 52(3):47 - 53.

6. Barcina, A. (1994). *El análisis sensorial y sus aplicaciones enel control de calidad de quesos tradicionales y los desarrollados por nuevas tecnologías*. Revista Española de lechería. Archivo de Internet. Página pdf.

7. Bonet, B., Juárez, M., Moreno, B., Ortega, R.M. & Suárez, L. (2009). *Libro Blanco de los Lácteos*. Federación Nacional de Industrias Lácteas. Madrid.

8. Cabrera, E. (1999). *Efecto de diferentes mezclas de leche de vaca y cabra, así como de cloruro de calcio en la elaboración de queso blanco relleno.* Tesis profesional. Ingeniero Agroindustrial. México. Pp 68.

9. Cali, C. (2007). *Elaboración de queso fresco con diferentes niveles de leche de soya.* Tesis. Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Riobamba-Ecuador.

10. Candogan, K. & Kolsarici, N. (2003). *Storage stability of low-fat beef frankfurters formulated with carrageenan or carrageenan with pectin*. Meat Sci., 64(2), p. 207-214.

11. Caric, M. & Kalab, M. (2000). *CHESSE: Chemistry, Physics and Microbiology*. Technology, University of Novi Sad, Yugoslavia, Canada. Volume 2. Edited by P.F. Fox.

12. Carreira A., Ferreira M., & Loureiro V. (2001). *Production of brown tyrosine pigments by the yeast Yarrowia lipolytica*. J Appl Microbiol.; 372-9.

13. Chamorro, M. (2002). *El análisis sensorial de los quesos*. 1ª ed. Madrid, España. Edit. Mundi-Prensa. pp 10-25.

14. Chiriboga, J. Urrutia, E. (2005). *Planificación estratégica de la agroindustria de lácteos el Sinche ubicada en la hacienda Cordovez provincia de Bolívar.* Tesis. Escuela Politécnica del Ejército.

15. Coste, E. (2005). *Análisis Sensorial de Quesos*. 1ª. Edic. Zamora, España. Edit. Univ. Nac. De Lomas de Zamora. pp 2-10.

16. Cubero, N., Monferrer A & Villalta, J. (2002). *Aditivos alimentarios*. Ediciones Mundi-Prensa. Mexico.D.F.

17. Delgado C. (2004).*Valor Nutritivo del Queso y su Interés para el Consumidor*. Disponible en línea: www.tecnologiadelqueso.com/conocer/quesoynutricion.php. Extraído el 4 de marzo del 2012.

18. Delgado, D. (2010). *Optimización del proceso de elaboración de queso semicurado de mezcla a partir de concentrados de ultrafiltración*. Universidad de Burgos. Departamento de Biotecnología y Ciencia de los Alimentos.

19. Estrella, D. Freile, D. (2007). *Producción de quesos funcionales fresco y andino a partir de cultivos bacterianos (Lactobacilus vulgaricus y Lactobacilus helveticus) con propiedades prebióticas*. Tesis de Grado. Escuela Politécnica del Ejército.

20. Fennema, O. (1993). *Química de los alimentos*. Editorial Acribia, S.A. Zaragoza. España. 1095 p.

21. Food and Agricultural Organization of the United Nations (FAO). (1981). *Manual de elaboración de quesos*. Equipo regional de Fomento y Capacitación en lechería para América Latina.

22. GELYMAR. (2006). *Sinergia de Xanthán con otras gomas.* Efecto de las propiedades finales. 5p.

23. Gosta, B. (2003). *Manual de Industrias Lácticas*. Tetra Pak Hispania, S.A. Madrid-España.329pp.http://passthrough.fwnotify.net/download/824197/http://www.iica.int/Esp/organizacion/LTGC/agroindustria/Documentos%20Agroindustria%20Rural/La%20agroindustria%20en%20el%20Ecuador.%20Un%20diagn%C3%83%C2%B3stico%20integral.pdf. Extraído el 16 de marzo del 2012.

24. Gutiérrez, H. (2003). Análisis y diseño de experimentos. Editorial McGraw-hill. 1ª Edición. *ISBN: 9701040171.ISBN 13: 9789701040171*

25. Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN). (1973). *"Norma INEN NTE 0062:73. Quesos: Clasificación y Designaciones"*. INEN. Quito-Ecuador. 11p.

26. International Commission on Microbiological Specifications for Food. (1984). *Microorganismos de los alimentos*. Volumen 1. Técnicas de análisis microbiológico. Zaragoza: Editorial Acribia.

27. Joha, G. (1993). *Processed Cheese Manufacture*. BK Ladenburg GmbH. English.

28. Kon, S. (1972). *La leche y los productos lácteos en la Nutrición*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (F.A.O). Roma, Italia. Pág. 65.

29. Losada, M & Serrano, J. (1996). *Manual de cata*.1ª ed. Madrid, España. Edit. Servicio de Publicaciones de la E.U.I.T.A. pp 16-32.

30. Lousier V, Ferreira M. (2003). *SPOILAGE/ Yeasts in Spoilage*. Amsterdan: Elsevier Science. p. 1-8.

31. Lurueña, M., Vivar, A. & Revilla I. (2004). *Effect of locust bean/Xanthán gum addition and replacement of pork fat with olive oil on the quality characteristics of low-fat frankfurters*. Meat Sci., p. 383-389.

32. Madrid, A. (1992). *Los aditivos en los alimentos.* Editorial AMV. Madrid. España.251p.

33. Maier, S., Scherer, S. & Loessner, M. (1999). *Long-Chain Polyphosphate Causes Cell Lysis and Inhibits Bacillus cereus Septum Formation, Which Is Dependent on Divalent Cations*. Applied and Environmental Microbiology. 65 (9): 3942-3949.

34. Maruyama, L., Cardalelli, H., Buriti, F. & Saad S. (2006). *Textura instrumental de queso Petit-Suisse potencialmente probiótico: influencia de diferentes combinaciones de gomas*. Ciencia y Tecnología dos Alimentos. 26(2): 386-393.

35. Métodos Oficiales AOAC. (*Método de lámina rehidratable 991.14 para recuento de coliformes y E. coli en alimentos*).

36. Ministerio de Agricultura, y Ganadería (MAG)-Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA). (2001). *Identificación de Mercados y Tecnologías para Productos No Tradicionales de Exportación*.

37. Ministerio de Agricultura y Ganadería. (MAG) (2000). *Mimeógrafo no publicado*. Quito, Ecuador. Estadísticas 2000. 5 pp.

38. Morales, A. (1994). *La evaluación sensorial de los alimentos en teoría y en práctica*. 1ª ed. España, Madrid. Edit. Acribia. Pp 26-31.

39. Orbe, M. (2005). *Producción de lácteos* Diario Hoy. http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/el queso-un-manjar-milenario-218324-218324.html. Extraído el 27 de marzo del 2012.

40. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1972). *Normas Internacionales recomendadas para los quesos y aceptaciones por los gobiernos*. Roma. 53p.

41. Peña, D. (2011).Análisis de Datos Multivariantes. Editorial Mc Graw Hill. Pp. 515

42. Retana, O. (1998). *Fabricación de Embutidos de queso procesado.* Tecnología de Alimentos. Universidad de Costa Rica.

43. Rizzo. M. (2002). *Tecnología de la Leche. Procedimiento. Manufactura y Análisis*. Edit. GUERRERO HNOS S.A. México. D.F. pp. 11 – 13.

44. Romero del Castillo, R. & Mesters, J. (2004). *Productos Lácteos Tecnología.* UPC ed. Barcelona.

45. Rosero, C. (2002). *Estandarización de las proporciones en la elaboración del queso Procesado usando queso Cheddar, Zamorella y cuajada ácida*. Honduras.

46. Ruiz, A. (2007). Aplicación *de hidrocoloides en queso procesado untable*. Facultad de Ciencias Agrarias. Universidad Austral de Chile.

47. Sánchez, C. (2000). *Elaboración de quesos: fallas y posibles soluciones*. Artículo disponible en: www.ceniap.gov.ve/publica/divulga/fd52/quesos.htm. Extraído el 23 de febrero del 2012.

48. Sánchez, J. (2005). *El queso*. Sn. Lima, Perú. Edit. Infoalimentos. Pp 10-32.

49. Tager, Y. (1985). *Desarrollo tecnológico de queso procesado (fundido) untable con diversas proporciones de queso de cabra/queso de vaca*. Tesis de Licenciatura

Ingeniero Agrónomo. Universidad Austral de Chile. Facultad de Ciencias Agrarias. Valdivia. Chile. 62 p

50. Taverna, M. (2008). *La calidad por qué y para qué. Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA)* Rafaela. Paraná, Argentina. Disponible en línea: http://www.inta.gov.ar/Rafaela/info/documentos/mercolactea2008. Extraído el 02 de febrero del 2012.

51. Tischer, P., Noseda, M., Freitas, R., Sierakowski, M., & Duarte, M. (2006). *Effects of iota-carrageenan on the rheological properties of starches, Carbohydrate Polymers*. p. 49-57.

52. United States Department of Agriculture. (USDA). (2004). *Low fat process cheese food containing ultrahigh pressure-treated whey protein*. Disponible en línea: http://www.usda.gov. Extraído el 12 de marzo de 2012.

53. Veisseyre, R. (1988). *Lactología Técnica*. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

54. Villacís, M. (2011). *Elaboración y Evaluación nutricional de una bebida proteica para infantes a base de lactosuero y leche de soya*. Tesis de Grado. Bioquímico farmacéutico. Riobamba-Ecuador.

55. Wackerly, D., Mendenhall, W & Scheaffer, L. "Mathematical Statistics with Applications. 7 editions: 01.01.2011ISBN: 0000000000. Pages: 944Category: StudyTag: Disponible en línea: http://ebookee.org/Dennis-Wackerly-William-Mendenhall-Richard-L-Scheaffer-quot-Mathematical-Statistics-with-Applications-7-edition-quot_1778189.html#QkDEk4RdsEHmwPFl.99. Extraído el 12 de febrero del 2012.

56. Zehren, V. & Nusbaum, D. (2000). *Cheese Process*. Cooley. Madison, Wisconsin. 364 p.