

1-1-2005

Obtención de queso fundido cortable a partir de queso doble crema

Nohora Esperanza Cruz Romero
Universidad de La Salle, Bogotá

Yenny Marcela Pérez Espinosa
Universidad de La Salle, Bogotá

Follow this and additional works at: https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos

Citación recomendada

Cruz Romero, N. E., & Pérez Espinosa, Y. M. (2005). Obtención de queso fundido cortable a partir de queso doble crema. Retrieved from https://ciencia.lasalle.edu.co/ing_alimentos/340

This Trabajo de grado - Pregrado is brought to you for free and open access by the Facultad de Ingeniería at Ciencia Unisalle. It has been accepted for inclusion in Ingeniería de Alimentos by an authorized administrator of Ciencia Unisalle. For more information, please contact ciencia@lasalle.edu.co.

OBTENCIÓN DE QUESO FUNDIDO CORTABLE A PARTIR DE QUESO
DOBLE CREMA

NOHORA ESPERANZA CRUZ ROMERO
YENNY MARCELA PÉREZ ESPINOSA

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
BOGOTÁ D.C.
2005

OBTENCIÓN DE QUESO FUNDIDO CORTABLE A PARTIR DE QUESO
DOBLE CREMA

NOHORA ESPERANZA CRUZ ROMERO
YENNY MARCELA PÉREZ ESPINOSA

Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero de Alimentos

Director
MAURICIO SILVA MONTEJO
Químico

UNIVERSIDAD DE LA SALLE
FACULTAD DE INGENIERÍA DE ALIMENTOS
BOGOTÁ D.C.
2005

Nota de aceptación:

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado

Agosto del 2005, Bogotá D.C.

*A Dios, por ser mi amigo y guía que ilumina
cada paso que doy en la vida, me apoya,
me da fuerzas para seguir adelante
y lograr mis objetivos.*

*A mis padres, por su amor,
apoyo y esfuerzos realizados para cumplir
uno de mis mayores logros: Ser profesional.*

NOHORA

A Dios por darme la vida, por haberme dado una familia maravillosa, por ser guía en mi proyecto de vida y por permitirme cumplir metas como esta.

A mi padre, por su esfuerzo para ayudarme a hacer posible la culminación de mi carrera, además de brindarme su amor, confianza y comprensión.

A mi madre, por estar conmigo en los buenos y malos momentos, por su apoyo y por sus sabios consejos.

A mi hermana por su comprensión y por compartir conmigo logros como este.

A mi novio por su amor, compañía y apoyo en todos los momentos de mi vida.

YENNY

AGRADECIMIENTOS

Las autoras expresan sus agradecimientos a:

MAURICIO SILVA MONTEJO, Director del proyecto, por su compañía y asesoría durante la ejecución del proyecto.

RAFAEL GUZMÁN, Químico. Por su valiosa colaboración y orientación.

LUZ MARINA ARANGO, Química, especialista en ciencia de alimentos. Por su invaluable apoyo y asesoría en la culminación del proyecto.

Dr. RAFAEL IGNACIO PAREJA, Decano de la Facultad de Zootecnia. Por facilitar las instalaciones de la planta de lácteos para llevar a cabo la parte experimental del proyecto.

LAIONEL SÁNCHEZ, Auxiliar planta de Lácteos. Por facilitar el préstamo de equipos y materiales y por su valiosa colaboración.

LUIS MIGUEL TRIVIÑO, Auxiliar planta de cereales. Por facilitar el préstamo de equipos y materiales.

ROSARIO SANTOS, Coordinadora de Laboratorio de Microbiología. Por el préstamo de materiales y reactivos, además de su colaboración.

JUAN CARLOS VARGAS, Encargado de Laboratorio de Química. Por el préstamo de materiales y reactivos, por su paciencia y colaboración.

Y a todas las personas que de una u otra forma colaboraron en la realización del presente trabajo.

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Composición fisicoquímica del queso fundido cortable	24
Cuadro 2. Composición fisicoquímica del queso fundido untable	25
Cuadro 3. Sales de citrato en solución al 1%	28
Cuadro 4. Sales de monofosfato en solución al 1%	28
Cuadro 5. Sales de polifosfato en solución al 1%	29
Cuadro 6. Emulsificantes usados comúnmente para quesos procesados y productos relacionados	29
Cuadro 7. Defectos de los quesos fundidos cortables y untables	36
Cuadro 8. Defectos del queso doble crema	42
Cuadro 9. Composición fisicoquímica del queso doble crema	58
Cuadro 10. Características microbiológicas del queso doble crema	59
Cuadro 11. Porcentaje de humedad del queso fundido cortable	59
Cuadro 12. Análisis de varianza para los porcentajes de humedad	60
Cuadro 13. Porcentaje de materia grasa del queso fundido cortable	61
Cuadro 14. Análisis de varianza para los porcentajes de materia grasa	61
Cuadro 15. Datos de pH para el queso fundido cortable	61
Cuadro 16. Análisis de varianza para los datos de pH	62
Cuadro 17. Porcentaje de materia grasa en materia seca del queso fundido cortable	63
Cuadro 18. Análisis de varianza para los porcentajes de M.G / M.S.	63

Cuadro 19. Medida del grado de fundición del queso fundido cortable	64
Cuadro 20. Análisis de varianza para el grado de fundición	64
Cuadro 21. Recuento de aerobios mesófilos en el queso fundido cortable	65
Cuadro 22. Recuento de coliformes totales en el queso fundido cortable	66
Cuadro 23. Recuento de mohos y levaduras en el queso fundido cortable	66
Cuadro 24. Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i> en el queso fundido	67
Cuadro 25. Formulación aceptada por el consumidor para queso fundido cortable	69
Cuadro 26. Cantidad de materia prima requerida por formulación	74
Cuadro 27. Costos directos de producción de cada una de las formulaciones	75
Cuadro 28. Variación de pH en función de diferentes temperaturas de almacenamiento para queso fundido cortable	76
Cuadro 29. Valores de las velocidades de reacción para el deterioro del queso fundido cortable	78
Cuadro 30. Predicción del tiempo de vida útil para queso fundido cortable en función del descenso de pH a varias temperaturas de almacenamiento	80
Cuadro 31. Valores gráfica 7	81

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Composición química del queso doble crema	37
Tabla 2. Temperaturas aceleradas para diferentes alimentos	45
Tabla 3. Reacciones presentadas en cada orden de reacción	57
Tabla 4. Formulación del queso fundido cortable a partir de queso doble crema	70
Tabla 5. Costo directo del producto obtenido vs precios del mercado	75
Tabla 6. Reacciones a diferentes rangos de energía de activación	79

LISTA DE GRÁFICOS

	pág.
Gráfico 1. Grado de fundición del queso fundido cortable	64
Gráfico 2. Resultados prueba grado de satisfacción	68
Gráfico 3. Resultados de preferencia de las muestras por el consumidor	68
Gráfico 4. Variación de pH para queso fundido cortable a cuatro temperaturas de almacenamiento	76
Gráfico 5. Determinación de velocidades de reacción para el queso fundido cortable en una reacción de deterioro de primer orden	77
Gráfica 6. Variación cinética del pH como factor de deterioro para queso fundido cortable siguiendo el modelo de Arrhenius	78
Gráfica 7. Relación entre la vida útil y la inversa de la temperatura para queso fundido cortable	81

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Factores que se presentan en el proceso de fusión	32
Figura 2. Máquina fundidora cerrada	34
Figura 3. Máquina fundidora abierta e inclinada	34
Figura 4. Diagrama de flujo de bloques del proceso de elaboración de queso fundido.	35
Figura 5. Diagrama de flujo de bloques del proceso de elaboración de queso doble crema.	41
Figura 6. Variantes de sal fundente	49
Figura 7. Diagrama de flujo de bloques del proceso de elaboración de queso fundido a partir de queso doble crema	50

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A. Fichas técnicas de las sales fundentes	89
Anexo B. Ficha técnica del saborizante	92
Anexo C. Ficha técnica de la marmita cerrada	94
Anexo D. Ficha técnica del empaque	95
Anexo E. Prueba de Schreiber para determinación grado fundición	97
Anexo F. Requisitos microbiológicos para el queso fresco	98
Anexo G. Requisitos microbiológicos para el queso fundido	99
Anexo H. Formato de encuesta prueba grado de satisfacción	100
Anexo I. Prueba kruskal-wallis	101
Anexo J. Prueba de suma de rangos de Wilcoxon	102
Anexo K. Resultados prueba de kruskal-wallis	103
Anexo L. Resultados prueba de suma de rangos de Wilcoxon	105

GLOSARIO

Buffer: Una solución que tiene la propiedad de poca variación en el valor de pH, con cambios en su composición química. También se le llama Amortiguador.

Emulsión: es una mezcla estable y homogénea de dos líquidos que normalmente no pueden mezclarse, (son inmiscibles entre ellos), como aceite de oliva y agua

Enlace covalente - Unión de dos átomos cuando ambos comparten un par de electrones.

Entrecruzamiento - Se produce cuando cadenas poliméricas individuales se unen entre sí por medio de enlaces covalentes, para formar una única molécula gigante.

Fusión: acción y efecto de fundir o fundirse

Gel - Polímero entrecruzado que ha absorbido una gran cantidad de solvente. Por lo general los polímeros entrecruzados se hinchan apreciablemente cuando absorben solventes. (Ver entrecruzamiento)

Intercambio iónico: proceso por el cual ciertos iones no deseados son cambiados por otros iones deseados que están unidos a las partículas.

Ion: Un átomo en solución que está cargado, o sea positivamente (cationes) o negativamente (aniones). Átomo, molécula, partícula con carga eléctrica

Proteolítico: que digiere o hidroliza las proteínas

Sol: sistema coloidal cuyo medio de dispersión es líquido y la fase dispersa es sólida; ejemplo: jaleas, pinturas

Solución coloidal: partículas suspendidas en un líquido.

Velocidad de reacción: es la velocidad de aparición o desaparición de alguna sustancia la cual es función principalmente de la composición y de la temperatura; la influencia de esta se representa a través de la constante cinética o velocidad específica.

RESUMEN

Se desarrollo una formulación y tecnología para la elaboración de queso fundido cortable, a partir de queso doble crema, teniendo como patrón un queso fundido cortable del mercado (queso fundido tipo americano COLANTA).

A la materia prima (queso doble crema) y a los productos se les determinó la humedad, grasa, pH, grado de fundición, las características microbiológicas y sensoriales, así como la vida útil a temperaturas de refrigeración.

La formulación se obtuvo principalmente, determinando las mejores proporciones de sal fundente que originaban un queso fundido con buena aptitud al corte, las cuales fueron 60/40, 70/30, 80/20 de citrato y fosfato respectivamente, sobre un total del 3% en la cantidad de sal fundente. El sabor se potenció mediante la adición de un saborizante artificial queso Cheddar y humo líquido. La materia grasa se normalizo con mantequilla.

Las principales características fisicoquímicas del producto terminado fueron: pH de 5.6, grasa con un 23%, humedad con un 45% grado de fundición mayor a 3 en la escala de Schreiber, ajustándose a lo establecido por la NTC 4225 para quesos fundidos. Los resultados de los análisis microbiológicos también estuvieron dentro de los rangos estipulados por la normativa correspondiente tanto para el queso doble crema como para el queso fundido.

A nivel sensorial, los productos junto con el queso fundido patrón (queso fundido tipo americano COLANTA), se evaluaron con consumidores mediante una prueba de grado de satisfacción en la que se manejaba una escala hedónica de 5 puntos, cuyo resultado de la evaluación reporto que de los tres quesos estudiados junto al queso fundido patrón el de mayor preferencia o calidad es el que presenta una proporción de sal fundente 60/40 de citrato y fosfato respectivamente.

El rendimiento del proceso fue del 88%, obteniéndose un costo directo de fabricación de \$4100/Lb.

La vida útil se predijo, mediante métodos de determinación de vida útil acelerada, empleando como indicador de deterioro la disminución del pH. Las muestras del producto fueron empacadas al vacío en envases de material flexible y almacenadas a 5, 10, 15 y 20°C durante 20 días. El pH fue medido con una frecuencia de 2 días hasta el día 20 y los datos se analizaron determinando la cinética de deterioro en relación con la temperatura (modelo de Arrhenius).

La cinética de la reacción de deterioro fue de orden uno dependiente de la temperatura de almacenamiento con una energía de activación de 32.91 Kcal./mol de acuerdo con la relación de Arrhenius; valor que indicó que la degradación del producto se debe a la intervención de reacciones de pardeamiento no enzimático y oxidación lipídica.

Considerando un rango crítico de pH de 5.4-5.7 se determinó la vida útil a cada una de las temperaturas evaluadas.

Las condiciones de almacenamiento del producto en refrigeración (2-6°C) garantizaron un período de vida útil hasta de 3 meses.

CONTENIDO

	pág.
<i>INTRODUCCIÓN</i>	21
<i>OBJETIVOS</i>	23
<i>1. MARCO TEÓRICO</i>	
1.1. QUESO FUNDIDO	
1.1.1 Definición	24
1.1.2 Tipos de queso fundido	24
1.1.3 Tecnología en la elaboración de queso fundido	25
1.1.3.1 Materias primas	25
1.1.3.2 Etapas de elaboración del queso fundido	31
1.1.3.3 Defectos comunes en quesos procesados cortables y untables	36
1.2. QUESO DOBLE CREMA	
1.2.1 Definición	37
1.2.2 Materias primas	37
1.2.3 Etapas de elaboración del queso doble crema	38
1.2.4 Defectos del queso doble crema	42
1.3 EVALUACIÓN SENSORIAL	
1.3.1 Definición	43
1.3.2 Área de la prueba	43
1.3.3 Jueces	43
1.3.4 Horario de la prueba	43
1.3.5 Muestras	44
1.3.6 Atributos a evaluar en el queso	44
1.4 Vida útil	44
1.4.1 Prueba de vida útil acelerada	45
<i>2. MATERIALES Y MÉTODOS</i>	
2.1 LOCALIZACIÓN	47
2.2 DESCRIPCIÓN DE MATERIA PRIMA	
2.2.1 Queso doble crema	47
2.2.2 Mantequilla	47

2.2.3 Sales fundentes	47
2.2.4 Saborizante	47
2.2.5 Colorante	47
2.2.6 Humo líquido	48
2.3 PRE-EXPERIMENTACIÓN	48
2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL	49
2.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO	
2.5.1 Troceado	51
2.5.2 Molienda	51
2.5.3 Mezcla de materias primas	51
2.5.4 Fusión de la mezcla	51
2.5.5 Moldeado	51
2.5.6 Empaque	51
2.5.7 Almacenamiento	52
2.6 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICO DE MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO	
2.6.1 Determinación de humedad	52
2.6.2 Determinación de materia grasa	52
2.6.3 Determinación del contenido de proteína	52
2.6.4 Determinación de cenizas	52
2.6.5 Determinación de pH	52
2.6.6 Determinación del grado de fundición	52
2.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO	
2.7.1 Recuento de microorganismos aerobios mesófilos	53
2.7.2 Recuento de mohos y levaduras	53
2.7.3 Determinación de coliformes totales	53
2.7.4 Determinación de coliformes fecales	53
2.7.5 Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	53
2.8 FUNDAMENTO DEL BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA	53
2.9 EVALUACIÓN SENSORIAL	
2.9.1 Procedimiento	54
2.9.2 Análisis de los datos	55

2.10 DETERMINACIÓN DEL PERIODO DE VIDA ÚTIL	
2.10.1 Preparación y análisis de las muestras	55
2.10.2 Modelo para la degradación cinética y predicción de la vida útil	55
3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
3.1 RESULTADOS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA	58
3.2 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA MATERIA PRIMA	58
3.3 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL QUESO FUNDIDO CORTABLE A PARTIR DE DOBLE CREMA	
3.3.1 Humedad	59
3.3.2 Materia grasa	60
3.3.3 pH	61
3.3.4 Materia grasa en materia seca	63
3.3.5 Prueba de fundición de Schreiber	64
3.4 ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL QUESO FUNDIDO CORTABLE A PARTIR DE DOBLE CREMA	
3.4.1 Recuento de microorganismos areobios mesófilos	65
3.4.2 Coliformes totales	66
3.4.3 Coliformes fecales	66
3.4.4 Mohos y levaduras	66
3.4.5 Recuento de <i>Staphylococcus aureus</i>	66
3.5 ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL	67
3.6 BALANCE DE MATERIA	
3.6.1 Balance de la formulación	69
3.6.2 Formulación	70
3.6.3 Balance de materia del proceso	71
3.6.3.1 Troceado	71
3.6.3.2 Molido	71
3.6.3.3 Mezcla y fusión	71
3.6.3.4 Moldeado y empaque	71

3.6.4 Rendimiento	72
3.7 BALANCE DE ENERGÍA	72
3.8 DETERMINACIÓN COSTOS DIRECTOS DEL PRODUCTO	74
3.9 PREDICCIÓN DE LA VIDA ÚTIL	75
<i>4. CONCLUSIONES</i>	82
<i>5. RECOMENDACIONES</i>	84
BIBLIOGRAFÍA	85
ANEXOS	88

INTRODUCCIÓN

El queso procesado o fundido, es un producto lácteo obtenido de la mezcla y fusión de uno o diversos tipos de quesos de varias edades con incorporación de sales fundentes y que también puede adicionársele estabilizantes, colorantes, saborizantes, derivados lácteos (mantequilla, crema de leche, lactosuero,..). Este queso además de tener una larga vida útil, no presenta pérdidas de aroma ni peso durante el almacenamiento y presenta facilidad de mezclarse con gran variedad de aditivos.

Uno de los requerimientos de la tecnología de elaboración del queso fundido cortable es la exigencia en su formulación, ya que se requiere de una mayor proporción de quesos jóvenes para los quesos fundidos cortables por tener alto contenido de caseína sin hidrolizar, contribuyendo a dar las características propias de este tipo de quesos; mientras que para los quesos fundidos untables el requerimiento de quesos frescos tiende a ser menor, empleándose en mayor cantidad quesos semi-madurados y madurados. En la tecnología de elaboración de queso fundido los quesos jóvenes de mayor empleo son: mozzarella, queso pera, queso doble crema, queso campesino, entre otros y en cuanto a los quesos semi-madurados y madurados se utilizan: el Gouda, Gruyere y Cheddar, etc.

Así que de acuerdo con lo anterior, en el presente trabajó se buscó obtener queso fundido cortable con características similares a los quesos fundidos tradicionales a partir de queso doble crema sin el empleo de ningún otro tipo de queso con el fin de reducir los costos de producción, a la vez de darle un mejor aprovechamiento al queso doble crema que resulta no ser apto para comercializar pero microbiológicamente aceptable, es decir, aquellos quesos que presenten empaques rotos, mala presentación, bajo peso o que estén próximos a la fecha de vencimiento, y consecuentemente se está contribuyendo a prolongar la vida útil del queso doble crema.

Para la realización de la investigación se evaluó la adición de diferentes proporciones de sales fundentes para obtener un queso fundido cortable, analizándolo luego desde el punto de vista fisicoquímico, microbiológico y sensorial, de manera que cumpliera con la normativa vigente para quesos fundidos.

Posteriormente se determinó el rendimiento implicado en el proceso de elaboración del producto, los costos directos de producción seguidos de un

estudio mediante la cinética química de degradación del mismo para predecir la vida útil.

Por medio de esta investigación se pretendió brindar una nueva alternativa de obtención de queso fundido cortable, visto desde una perspectiva económica y de aprovechamiento para que así puedan ofrecer al consumidor un nuevo producto de buena calidad que se ajusta con toda la reglamentación establecida para los quesos fundidos cortables.

OBJETIVO GENERAL

Obtener queso fundido a partir de queso fresco tipo doble crema, sin inclusión de quesos madurados, logrando la aceptabilidad del producto por parte del consumidor.

OBJETIVOS ESPECIFICOS

Determinar el tipo y proporción de sales fundentes para la elaboración de queso fundido a partir de doble crema.

Realizar una caracterización fisicoquímica y microbiológica del queso doble crema y del producto final que de cumplimiento a las normas vigentes de estos productos.

Elaborar un balance de materia con el fin de calcular el rendimiento del queso fundido obtenido.

Determinar costos directos de producción del producto final.

Evaluar el grado de satisfacción del consumidor del queso fundido elaborado frente al queso fundido del mercado.

Determinar la vida útil del producto final.

1. MARCO TEÓRICO

1.1 QUESO FUNDIDO

1.1.1 Definición.

El queso procesado o fundido, es el producto que se obtiene luego de calentar y fundir una mezcla molida de quesos de diverso origen, adicionados con agua, fermento o leche y de sales fundentes que contribuyen a regular su pH y emulsificar la materia grasa. En su fundición, se puede además agregar otros aditivos que adecuan su presentación y sabor: colorantes, frutas, condimentos, productos carneos, etc.¹

1.1.2 Tipos de quesos fundidos.

De acuerdo al cuerpo y textura del queso, existen básicamente dos tipos de queso fundido: cortable o en bloque y untable.

▣ Queso fundido cortable o en bloque.

Es de textura cerrada y cuerpo firme que permite cortarlo en rebanadas más o menos finas. Para lograr obtener un queso cortable con buenas características de loncheado y fundición se requiere el empleo de quesos jóvenes o frescos en mayor proporción respecto a los madurados, debido a que estos se caracterizan por tener un alto contenido en caseína no hidrolizada lo que se denomina cadena larga. Las propiedades físico-químicas de estos quesos, son como se presentan en el cuadro 1.

Cuadro 1. Composición físico-química del queso fundido cortable

<i>CARACTERÍSTICA</i>	<i>VALOR</i>
HUMEDAD	48%
M.G./M.S.	45%
M.G.	23,40 %
pH	5,5-5,7

M.G/M.S.: materia grasa en materia seca

Fuente: FAO, 1981.

¹FAO. Manual de elaboración de quesos. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería para América Latina. Santiago de Chile, 1981. p. 11.1.

▣ Queso fundido untable.

Es de cuerpo débil, blando y reúne marcadas características de untabilidad o esparcibilidad. Para lograr unas adecuadas características de extensibilidad se deben mezclar en mayor proporción quesos madurados respecto a los jóvenes, pues estos son los que finalmente originan la textura de la mezcla a la vez que le imparte los aromas y sabores propios que distinguen a este tipo de quesos. Las propiedades físico-químicas de estos quesos, son como se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Composición físico-química del queso fundido untable

<i>CARACTERÍSTICA</i>	<i>VALOR</i>
HUMEDAD	58%
M.G./M.S.	50%
M.G.	21,00 %
pH	5,7-6,0

M.G/M.S.: materia grasa en materia seca

M.G.: materia grasa

Fuente: FAO, 1981.

1.1.3 Tecnología en la elaboración del queso fundido.

1.1.3.1 Materias primas.

▣ Tipos de queso.

Los quesos que resultan ser los mas adecuados para trabajar los quesos fundidos son las mezclas de quesos de diferentes edades puesto que cada uno de ellos interviene en las características finales del producto ya que los quesos con maduración media y total aportan aromas y sabores, y los quesos jóvenes acidez y frescura.

Se entienden por *quesos frescos o jóvenes* aquellos que se obtienen por la coagulación lenta de la leche, los cuales se caracterizan por tener corta vida útil y que luego de ser elaborado puede ser consumido. Estos quesos a su vez pueden clasificarse en quesos ácidos y no ácidos. De los quesos ácidos hacen parte los siguientes: doble crema, quesillo, queso pera, queso mozzarella y de los quesos no ácidos se distinguen: la cuajada, el queso campesino, queso antioqueño, etc.

El Ministerio de Salud de Colombia (Ministerio de Trabajo y Protección Social desde el año 2002) define *quesos semi-madurados* como: “Al producto higienizado que después de su fabricación se mantiene un tiempo mínimo de 10 días en condiciones ambientales apropiadas para que se produzcan cambios bioquímicos y físicos característicos de este tipo de quesos”². A este grupo de quesos corresponden principalmente: el queso Gouda, Edam, Tilsit, etc.

Se entienden por *quesos madurados* al “producto que después de su fabricación permanece un tiempo determinado en condiciones ambientales apropiadas para que se produzcan los cambios bioquímicos y físicos característicos de este tipo de quesos. Con leche higienizada mayor de 20 días y con leche cruda mayor de 30 días”³ a este grupo de quesos pertenecen: queso Gruyere, Cheddar, Emmental, etc.

Los procesos de maduración tienen lugar, luego de ser elaborado el queso. En esta etapa deben mantenerse las condiciones de temperatura, humedad relativa y tiempo, las cuales son dependientes del tipo de queso.

Los principales cambios que se presentan durante la maduración son la degradación de las proteínas, lípidos y carbohidratos; procesos que permiten el desarrollo de todas las características deseables de este tipo de quesos (aromas, sabor y textura), estas transformaciones tienen lugar por la acción de las enzimas y microorganismos.

▣ Agua y/o cultivos lácticos.

El agua se utiliza en el proceso para regular el porcentaje de humedad del queso fundido y disolver las sales fundentes que se adicionan en el proceso de fundición.

“Generalmente el agua es reemplazada por cultivos lácticos (fermentos), ya que además de contener alto porcentaje de humedad (cerca del 90%), presenta ventajas al entregar al producto procesado un mejor aroma láctico y 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 madurados y también contribuye a bajar el pH de la mezcla para lograr una calidad adecuada en el producto final.”⁴

² MINISTERIO DE SALUD. Resolución 2310 : Artículo 42. Bogotá: MinSalud. 1986.

³ *Ibíd.*, Artículo 42.

⁴ FAO. Manual de elaboración de quesos. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería para América Latina. Santiago de Chile, 1981. p. 11.9.

▣ Derivados de la leche.

Los derivados lácteos que se adicionan con mayor frecuencia a los quesos fundidos son: leche en polvo, que contribuye a dar cremosidad; suero de quesería en polvo o en pasta cuya función es la de reducir la viscosidad; mantequilla, margarinas las cuales permiten estandarizar la materia grasa del queso.

▣ Sales fundentes.

☞ Generalidades.

Son aditivos que modifican las propiedades de estructura y textura de un queso con el fin de obtener una masa homogénea y fluida.

Se deben usar en dosis máximas del 3%.

Un exceso en la adición de sales fundentes en la mezcla provoca quesos fundidos duros, salados, con defectos de cristalización y cambios significativos en las propiedades organolépticas de los quesos.

Las funciones de las sales fundentes son:

- Lograr un intercambio iónico entre los iones de calcio presentes en el queso por los iones de sodio contenidos por la sal formándose caseinato de sodio, el cual se encarga de absorber humedad y dar la estabilidad a la mezcla.
- Permiten ajustar el pH según el tipo de queso fundido a elaborar (cortable o untable). Si los valores de pH son inferiores a lo requerido se ocasionara una desintegración de la mezcla y el proceso de fundición tendera a ser más difícil originando de tal forma quesos fundidos frágiles y quebradizos. Si por el contrario, los valores de pH son superiores, el proceso de fundición será más rápido, obteniéndose quesos fundidos blandos, esponjosos, a la vez que se crea un medio fácil para la proliferación de microorganismos.
- Contribuyen a la hidrólisis e hidratación de las proteínas y a la formación de emulsiones estables.
- Generar una pasta homogénea y fluida con una textura deseada. (cortable-untable).

☞ Tipos de sales fundentes.

Las sales fundentes más utilizadas son los citratos y los fosfatos. Las sales de fosfato a su vez se clasifican en mono-fosfatos y polifosfatos.

☞ Citratos.

Son derivados del ácido cítrico, se caracterizan por ser solubles y por su capacidad de absorber agua; propiedades que hacen que resulten ser bastante adecuadas para la elaboración de quesos fundidos cortables. En el cuadro 3 se muestran los valores de pH de las sales de citrato en solución al 1%.

Cuadro 3. Sales de citrato en solución al 1%

<i>SAL</i>	<i>pH</i>
CITRATO MONO-SÓDICO	3,8
CITRATO DI-SÓDICO	5,1
CITRATO TRI-SÓDICO	8,2

Fuente: FAO, 1981.

☞ Fosfatos.

Se caracterizan por tener una alta capacidad para intercambiar iones, por lo tanto actúan como excelentes retenedores de humedad asegurando la obtención de una pasta homogénea y cremosa, razón por la cual resultan ser aptos para la elaboración de quesos fundidos untables. Los fosfatos se subdividen en mono-fosfatos y polifosfatos.

Los *mono-fosfatos* son “usados como sales para corregir pH. El mono-sódico presenta una fuerte acción tampón. Estas sales no son apropiadas para quesos procesados de alto contenido graso”.⁵ En el cuadro 4 se muestran los valores de pH de las sales de monofosfato en solución al 1%.

Cuadro 4. Sales de monofosfato en solución al 1%

<i>SAL</i>	<i>pH</i>
MONOFOSFATO MONO-SÓDICO	4,5
MONOFOSFATO DI-SÓDICO	9,0
MONOFOSFATO TRI-SÓDICO	11,5

Fuente: FAO, 1981.

⁵ FAO. Manual de elaboración de quesos. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería para América Latina. Santiago de Chile, 1985. p. 11.13.

Los *polifosfatos* “se utilizan en la elaboración de quesos para untar especialmente de alto contenido de grasa por su excelente propiedad como intercambiador de iones y su acción cremosa y fuerte” ⁶. En el cuadro 5 se muestran los valores de pH de las sales de polifosfato en solución al 1%

Cuadro 5. Sales de polifosfato en solución al 1%

<i>SAL</i>	<i>pH</i>
DIFOSFATO MONO-SÓDICO	2,7
DIFOSFATO DI-SÓDICO	4,2
DIFOSFATO TRI-SÓDICO	7,0
DIFOSFATO TETRA-SÓDICO	10,2

Fuente: FAO, 1981.

En el cuadro 6 se presenta la caracterización de las sales fundentes más usadas en la elaboración de quesos fundidos.

Cuadro 6. Emulsificantes usados comúnmente para quesos procesados y productos relacionados

EMULSIFICANTE	FORMULA	CARACTERÍSTICAS
CITRATOS		
Citrato disódico	$\text{Na}_2\text{HC}_6\text{H}_5\text{O}_7$	Versátil, queso firme con buena fundición- económico.
Citrato trisódico dihidratado	$\text{Na}_3\text{C}_6\text{H}_5\text{O}_7 \cdot \text{H}_2\text{O}$	Generalmente de todos es el de mejor calidad. No es apropiado para queso Procesado untable.
FOSFATOS		
<i>Monofosfatos (ortofosfatos)</i>		
Fosfato disódico hidrogenado	Na_2HPO_4	Menos costoso- Buena firmeza, buen buffer, buena fundición. Poca cremosidad
Fosfato trisódico	Na_3PO_4	Altamente alcalino- Usado en pocas Cantidades. Ayuda a producir un buen tajado en combinación con otros emulsificantes. Buen buffer.

⁶ FAO. Manual de elaboración de quesos. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería para América Latina. Santiago de Chile, 1985. p. 11.14.

Cuadro 6. Continuación.

EMULSIFICANTE	FORMULA	CARACTERÍSTICAS
<i>Fosfatos poliméricos (polifosfatos o fosfatos condensados)</i>		
Cadena corta		
<i>Difosfatos (pirofosfatos)</i>		
Difosfato tetrasódico	$\text{Na}_4\text{P}_2\text{O}_7$	Buena cremosidad, fuerte buffer, alta proteína soluble, excelente intercambiador iónico. Sabor agrio.
<i>Trifosfatos (tripolifosfatos)</i>		
Trifosfato pentasódico	$\text{Na}_5\text{P}_3\text{O}_{10}$	
Cadena larga		
Sales de Graham (Hexametáfosfato de sodio)	$(\text{NaPO}_3)_n$ n= 10 - 25	Producen sabores agrios- Cuerpos muy firmes pero con dificultad para la fundición. Poco soluble. Bacteriostático.
1 Otros emulsificantes permitidos bajo el reglamento Federal de identidad son: pirofosfato ácido de sodio, tartrato potásico de sodio, tartrato sódico, pirofosfato tetrasódico, fosfato dipotásico, citrato de potasio, y citrato de calcio.		

Fuente: KOSIKOWSKI, 1997.

▣ Estabilizantes.

Son los agentes utilizados para proporcionar una mejor consistencia y estabilidad a la mezcla. Se adicionan en proporciones máximas del 0.8% del peso total de la mezcla.

Los estabilizantes permitidos según las normas Técnicas Colombianas NTC 4225 para queso fundido son: goma arábica, goma de algarrobo, goma guar, agar-agar, carragenina, Goma xantán, Carboximetilcelulosa sódica, sales de sodio, potasio, calcio y amonio del ácido alginico, pepsina y gelatina.

▣ Conservantes.

Se adicionan con el fin de evitar la proliferación microbiana en el producto final. Los microorganismos que afectan comúnmente estos quesos son: *Clostridium*, Mohos y Levaduras.

Los conservantes permitidos según las normas técnicas Colombianas NTC 4225 para la inhibición microbiana son: ácido sórbico y sus sales de sodio y potasio, ácido propiónico y sus sales de sodio o calcio que pueden ser utilizados solos o en mezcla en cantidades máximas del 3% sobre el peso final del producto; y la

Nisina que actúa específicamente para inhibir *Clostridium*, se emplea en dosis máximas del 1.25 % sobre el peso final del producto.

☐ Colorantes.

Los colorantes permitidos para quesos fundidos según las normas técnicas Colombianas NTC 4225 son: Bija a concentraciones máximas del 0.001%, β -caroteno en dosis máximas del 0.06%, clorofila, curcumina, ácido carmínico, etc. En proporciones máximas de acuerdo a las buenas prácticas de fabricación.

1.1.3.2 Etapas de elaboración del queso fundido.

Las principales etapas que se llevan a cabo en la obtención del queso fundido son:

☐ Selección y análisis químico de las materias primas.

Se debe tener en cuenta la buena calidad de los quesos a usar, pues como principales criterios de selección están: la edad de los quesos, el % de materia grasa, la humedad, el pH; los cuales influyen en la formulación del tipo de queso fundido a elaborar.

☐ Limpieza.

Una vez seleccionados los quesos debe hacerse una limpieza que se fundamenta en retirar las cortezas y residuos de parafina con el objeto de evitar posibles contaminaciones durante la fundición y que lleguen a quedar trozos de queso sin fundirse. Esta operación se efectúa empleando cuchillos y si las cortezas son muy duras se recomienda ablandarlas con agua caliente o vapor de agua.

☐ Corte.

Los quesos limpios son cortados en trozos para facilitar la superficie de contacto durante el proceso de molienda. Esta operación se realiza mediante el uso de cuchillos o aparatos mecánicos para este fin.

☐ Pesaje.

El queso troceado y demás ingredientes que componen la mezcla a fundir son pesadas de acuerdo a la formulación. Esta operación se realiza usando básculas adecuadas con la cantidad de materia prima a pesar.

▣ Molienda.

Se hace para disminuir el tamaño de partícula y facilitar el proceso de fundición. Para este fin se utilizan molinos de rodillos que giran en sentidos opuestos.

▣ Mezcla.

Las materias primas pesadas y listas para procesar se adicionan en la olla fundidora, donde son sometidas a un mezclado en frío para distribuir los diferentes componentes y tener la mezcla lista para fundir.

▣ Fusión.

Es la etapa principal en la elaboración del queso fundido, pues en esta en la que se llega a la obtención de una masa homogénea con todas las características propias de estos quesos.

La fundición debe ir acompañada por agitación constante. En los quesos fundidos cortables la fusión se efectúa a una temperatura de 80-85°C por un tiempo de 4-6 minutos y en los quesos fundidos untables se realiza a una temperatura de 85-90°C durante un período de 8-15 minutos.

El proceso de fusión se ve afectado por diversos factores, tal cual como se presenta en la figura 1.

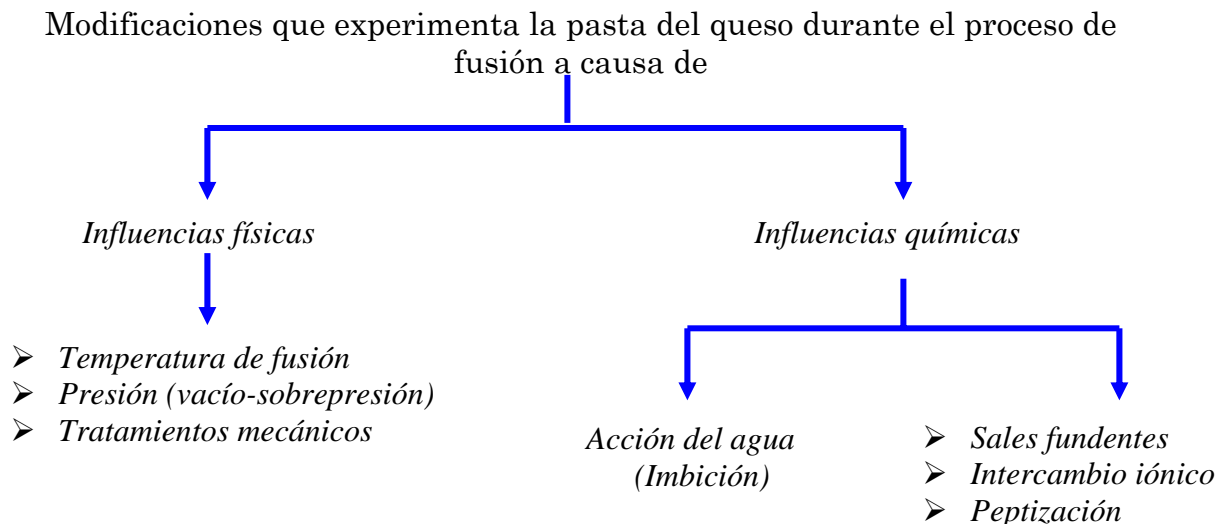


Figura 1. Factores que se presentan en el proceso de fusión.

Fuente: SPREER, Edgar, 1991.

La *temperatura y la agitación* ocasionan que haya una separación entre el agua y la grasa de la mezcla, sin embargo, la adición de las sales fundentes permite que este fenómeno no se lleve a cabo.

En la *peptización* se presenta un cambio de gel en una solución coloidal en un sol, lo que tiene lugar mediante el *intercambio iónico* entre los iones de calcio presente en el queso y los iones de sodio presentes en la *sal fundente*, formándose el paracaseinato sódico peptizado, el cual junto con las *sales emulsificantes* y los aminoácidos liberados se encargan de formar una emulsión estable. Una vez lograda la peptización la mezcla homogénea obtenida comienza a experimentar fenómenos de *absorción de agua (imbición)*, lo que ocasiona un aumento en el peso, volumen y viscosidad de la mezcla. Esto ocurre principalmente durante el enfriamiento de la pasta pues hay una tendencia a liberar calor.

La fusión se hace con el fin de mezclar íntimamente todos los ingredientes, pasteurizar la pasta y obtener una fluidez y textura adecuadas.

“Las máquinas empleadas para la fusión suelen ser de funcionamiento discontinuo aunque a veces también se utilizan máquinas de funcionamiento continuo.

Las máquinas fundidoras tienen dos calderas basculantes de acero inoxidable provistas de camisas calefactores que se pueden elevar o hacer descender a través de un mecanismo hidráulico. Una vez que se ha llenado una caldera al 75-80% de su capacidad (dependiendo de la máquina de 10-1001) con las materias primas y que se han añadido el agua y las sales fundentes se ajusta y presiona hidráulicamente la tapa, que también es calentable por vapor. Entre la tapa y el caldero se introduce una junta de goma para asegurar un cierre hermético. La tapa lleva un mecanismo especial de agitación de dos o tres velocidades que se encarga de conseguir una buena mezcla y un calentamiento homogéneo del contenido.

Para conseguir calentar el producto a fundir a la temperatura deseada en el tiempo establecido se inyecta directamente vapor, a parte del calentamiento a través de la camisa calefactora.

Cuando se ha alcanzado una temperatura de 70°C se ha de interrumpir la inyección directa de vapor. A partir de entonces y hasta el final del tratamiento térmico el calentamiento se ha de realizar solo en forma indirecta, muchas veces incluso exclusivamente a través de la tapa.

Los elementos accesorios más relevantes de estas máquinas son: el manómetro para medir la presión de vapor, la presión en el interior del caldero y la presión del agua de refrigeración, el termómetro de lectura y el termómetro de registro. La duración del proceso de fusión se puede fijar mediante el reloj-interruptor.”⁷ En la figura 2 y 3 se muestran dos vistas de la olla de fundición.

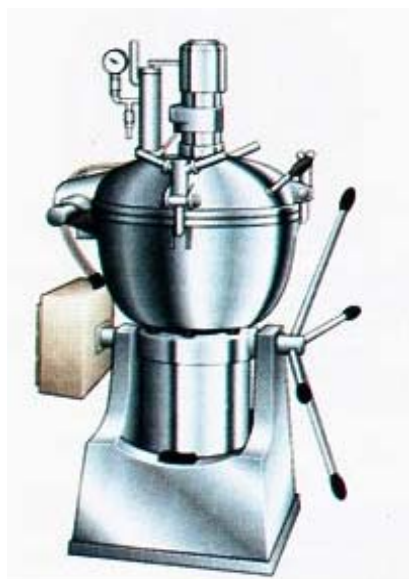


Figura 2. Máquina fundidora cerrada

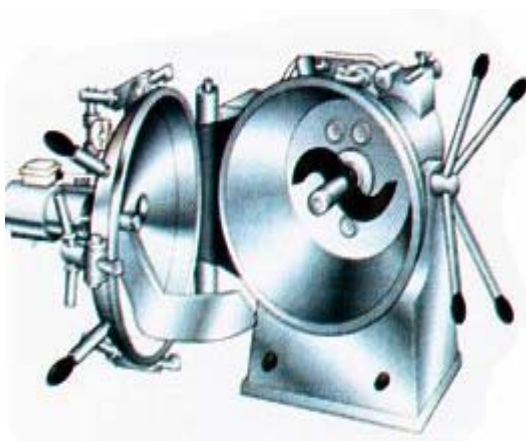


Figura 3. Máquina fundidora abierta e inclinada

⁷ SPREER, Edgar. Lactología Industrial : Leche, preparación y elaboración, máquinas, instalaciones y aparatos. 2 ed. Zaragoza, España : Acribia, 1991.

¡Error!

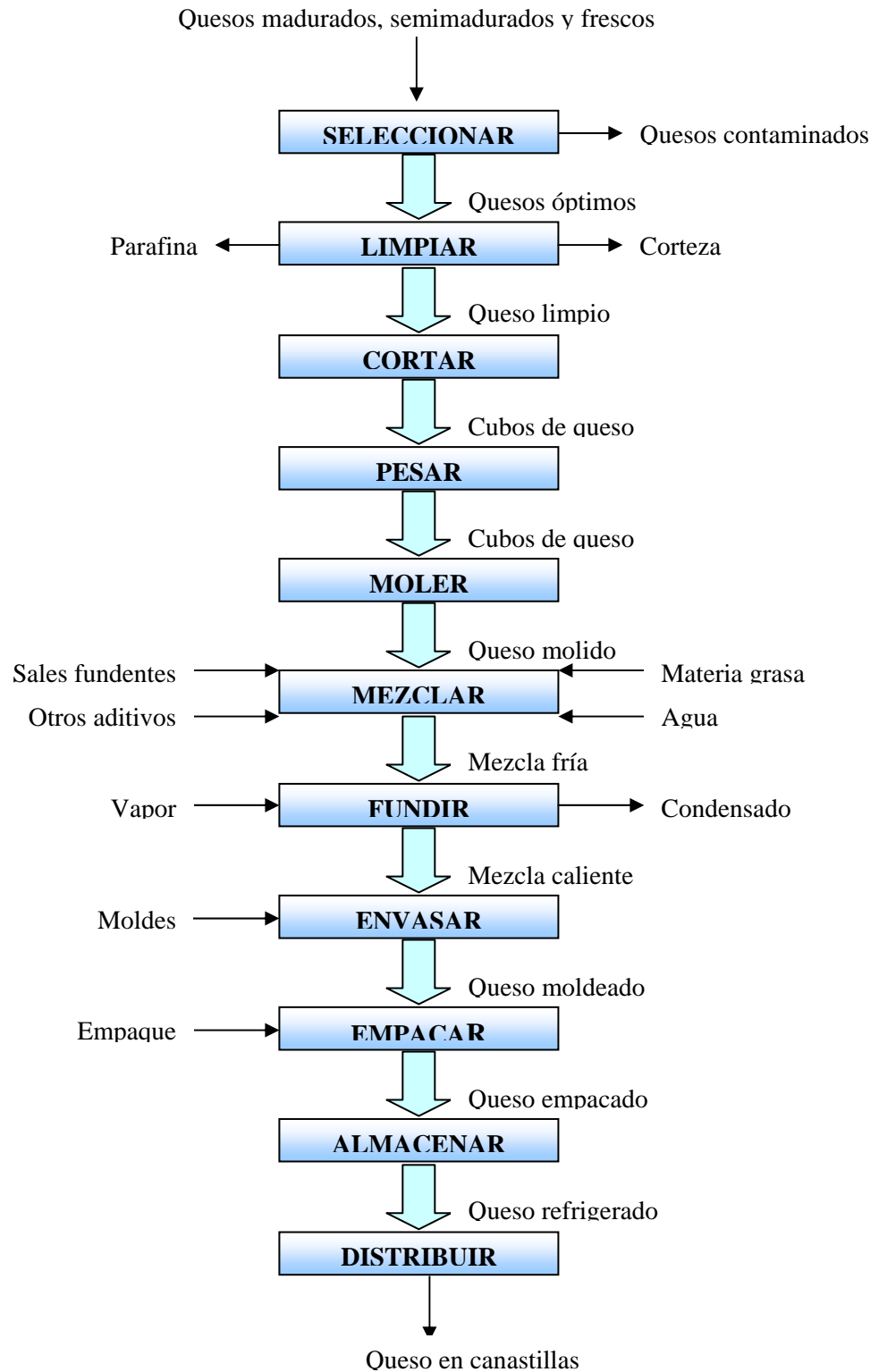


Figura 4. Diagrama de flujo de bloques del proceso de elaboración de queso fundido.

Fuente. FAO, 1981.

1.1.3.3 Defectos comunes en quesos procesados cortables y untables.

Cuadro 7. Defectos de los quesos fundidos cortables y untables

DEFECTO	DESCRIPCIÓN	CAUSA
<i>SABOR</i> Ácido	. Agridulce en la lengua . Como rancio	. Exceso de fosfatos . Aire contaminado
<i>CUERPO Y TEXTURA</i> Corta	. Arenoso o harinoso	. Exceso de fosfatos . pH anormal
Pesado-grueso	. Como goma	. Exceso en el tiempo de cocción
Demasiado blando	. Aceitoso-esponjoso	. Exceso de grasa, citratos o elevado pH
Demasiado firme		. Exceso de polifosfatos
Rezumado	. Grasa y agua separados	. Insuficiente o inadecuado emulsificante . Bajo pH
Pegajoso	. Queso que se queda en la hoja del cuchillo	. Alto pH . Exceso de humedad
Arenoso	. Áspero . Sentir como arena	. Cristales de difosfato de calcio, tyrosine, lactosa libre, . Emulsificante insoluble.
<i>APARIENCIA</i> Coloración café o rosada	. Decoloración Salmón a tostada	. Exceso de cocción en presencia de lactosa . Descomposición del color.
Gassy	. Agujeros redondos de tamaño grandes a medianos, algunas veces acompañados por grietas.	. Crecimiento de Coliformes, Clostridium o bacterias propiónicas. . Cubierta de lámina de aluminio inadecuada.
Cristales	. Cristales blancos discretos- algunas veces con embudo Forma agujeros o decoloraciones	. Exceso de fosfatos, . Emulsificante sin disolverse . Cristales libres de tyrosina . Lactosa en exceso.

Fuente: KOSIKOWSKI, 1997.

1.2 QUESO DOBLE CREMA

1.2.1 Definición.

Es un queso fresco, ácido, semiblando, de pasta hilada, con alto contenido de humedad obtenido por coagulación mixta y elaborado a partir de leche fresca y ácida.

De acuerdo a las investigaciones del ICTA se encontró que la composición del queso doble crema es: (Ver tabla 1).

Tabla 1. Composición química del queso doble crema

CARACTERÍSTICA	NÚMERO DE MUESTRAS	VALOR PROMEDIO	DESVIACIÓN ESTÁNDAR
% Humedad	21	50,15	1,00
% Materia grasa	21	22,42	1,02
% Proteína	20	21,57	0,97
% Sal	20	1,28	0,12
% Materia grasa en la materia seca	21	44,97	
% Humedad del queso sin grasa	21	64,64	
PH	21	5,20	0,10
Acidez (% ácido láctico)	21	0,64	0,07

Fuente: ICTA, 1989.

1.2.2 Materias primas.

Las materias primas básicas que conforman el queso doble crema son la leche de fresca y ácida, cuajo y cloruro de sodio. Cabe señalar que éstas deben ser de óptima calidad para la obtención de un buen producto final.

Leche fresca.

Debe ser proveniente de vacas sanas, libre de partículas extrañas; su acidez debe estar en un rango de 15-20 grados Thorner, un pH entre 6.6-6.8 y un porcentaje de materia grasa comprendido entre el 3-3.7%.

▣ Leche ácida.

Es la que se obtiene por acidificación natural de la leche fresca, proceso que se lleva a cabo a una temperatura ambiente que oscila entre los 18-22°C por un período aproximado de 2-3 días hasta que alcance una acidez de 77-110 grados Thorner, y un pH de 4-4.8. El uso de esta leche en la tecnología de elaboración del queso doble crema es básicamente para que al ser mezclada con leche fresca se facilite la coagulación de la leche y se llegue a conseguir la acidez óptima para el hilado.

▣ Cuajo.

Es una enzima proteolítica que provoca la coagulación de la leche. Para el queso doble crema que es un producto obtenido por coagulación mixta, la cantidad de cuajo a añadir será la mitad calculada de acuerdo con la fuerza del cuajo.

▣ Sal (Cloruro de sodio).

Es un potenciador de sabor y conservante que inhibe bacterias contaminantes, además de absorber humedad. Para este tipo de queso se emplea en una cantidad aproximada de 1-1.5% del peso total de la cuajada y se adiciona antes o durante el hilado.

1.2.3 Etapas de elaboración del queso doble crema.

▣ Filtrado.

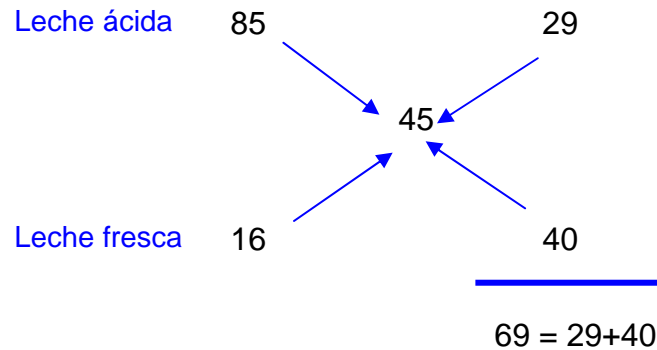
Tiene por objeto eliminar partículas extrañas macroscópicas y microscópicas. Las partículas macroscópicas se retiran mediante el uso de filtros que pueden ser en acero inoxidable, nylon o plástico; y las partículas microscópicas son extraídas por medio de clarificadoras o depuradoras.

▣ Estandarización de la acidez.

Es obtener la acidez deseada, lo cual se efectúa mezclando la leche fresca a una temperatura de 32°C con la leche ácida. La acidez óptima a la cual se debe llegar oscila entre los 46-48 grados Thorner y un pH de 5.3-5.4

La cantidad de leche ácida a añadir a la leche fresca se calcula mediante la aplicación del cuadro de Pearson.

Por ejemplo:



El resultado señala que al mezclar 29 partes de leche ácida con 40 partes de leche fresca se obtiene una mezcla de 69 partes de leche con acidez de 45 grados Thorner. Se entienden por partes de leche a cualquier unidad de medida. (Litros, kilos, gramos, botellas, etc.).

☐ Coagulación.

El cuajo debe ser disuelto en agua fría y con una cantidad de sal equivalente al peso del cuajo; se añade a la mezcla de leches a una temperatura de 32°C distribuyendo uniformemente mediante agitación suave. Se deja actuar por un período aproximado de 10-15 minutos.

☐ Reposo.

Período óptimo en el que se completa la coagulación de la mezcla de leches.

☐ Corte de la cuajada.

El coágulo formado es cortado en cubos de 1 a 2 centímetros de lado para facilitar la expulsión del suero. Esta operación se realiza con liras o cuchillos.

☐ Calentamiento.

Se hace con el fin de inactivar la producción de ácido láctico y lograr la expulsión del suero. Este calentamiento debe ser en forma gradual y lenta a una temperatura de 45-50°C en un tiempo de 10-15 minutos acompañado por una agitación suave y constante.

▣ Desuerado.

Procedimiento en el cual la cuajada es separada del suero. La cuajada obtenida deberá presentar un pH de 4.8-5.4

▣ Hilado.

Operación que consiste en someter la cuajada a un calentamiento directo de 65-70°C en una paila o marmita. Durante este calentamiento la cuajada se agita y se voltea con una pala o con el uso de guantes resistentes al calor hasta obtener una masa homogénea, lisa y plástica sin desprendimiento de suero ni de grasa. Debido a las temperaturas trabajadas durante el hilado, se garantiza que el queso es pasteurizado.

▣ Moldeo.

La pasta de queso hilada es colocada en moldes para darles la forma y tamaño deseados. Para obtener un buen moldeo la temperatura de la pasta debe estar entre los 65-70°C

▣ Enfriamiento y volteo.

El enfriamiento generalmente se hace al medio ambiente durante un tiempo de 12-16 horas volteándolo cada 3 horas aproximadamente; esto se hace para que el queso adquiera un color uniforme.

▣ Empaque.

El queso doble crema generalmente es empacado en bolsas de polietileno de baja densidad, y plástico, sin embargo para mayor duración se recomienda empacar al vacío.

▣ Almacenamiento.

Los quesos doble crema deben conservarse a temperaturas de refrigeración (2-4°C). Su vida útil es en promedio 15 días.

En la figura 5 se muestra el diagrama de flujo de bloques del proceso de elaboración del queso doble crema.

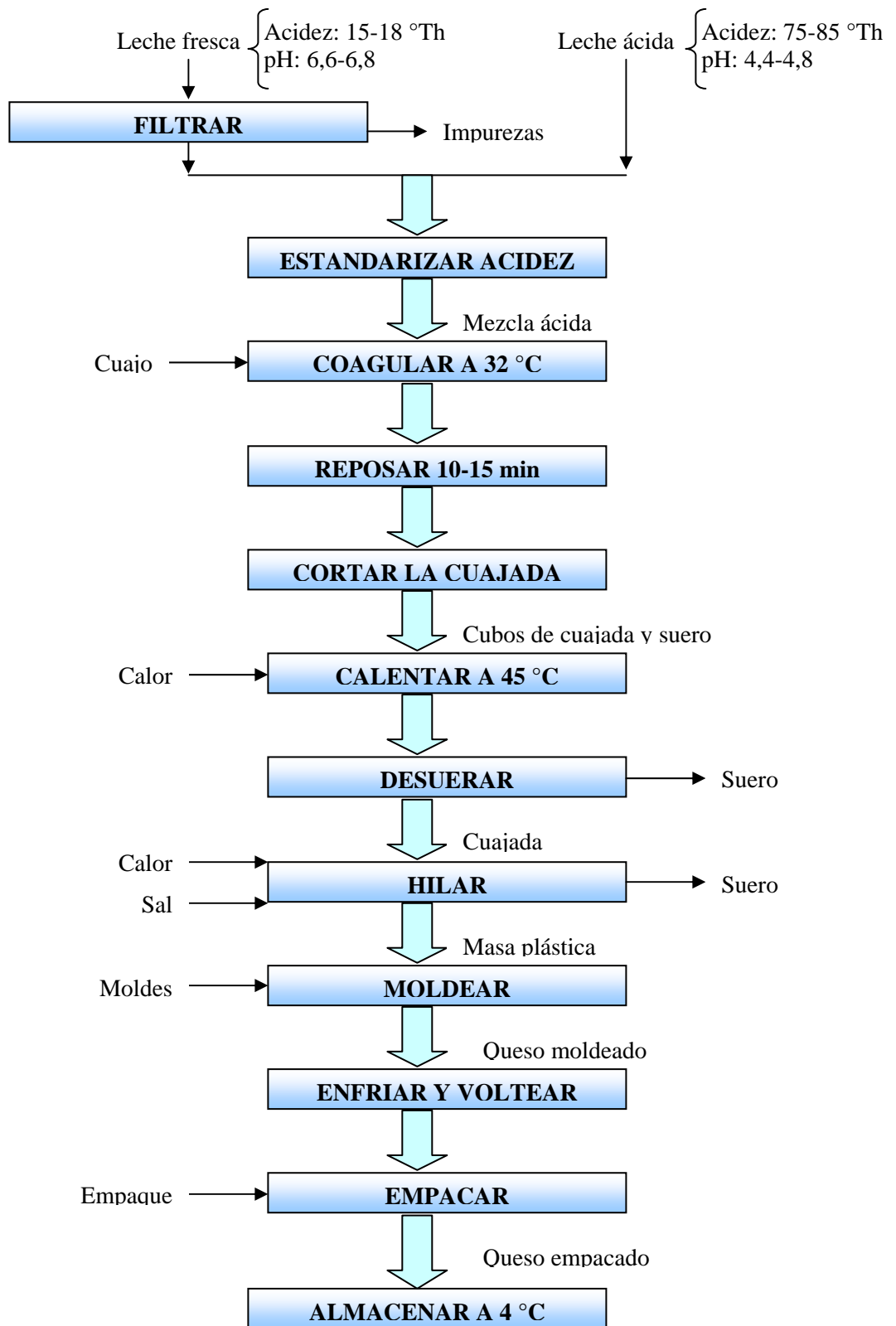


Figura 5. Diagrama de flujo de bloques del proceso de elaboración de queso doble crema.

1.2.4 Defectos del queso doble crema.

Cuadro 8. Defectos del queso doble crema

DEFECTOS	DESCRIPCIÓN	CAUSA
<i>COLOR</i>	* Decoloraciones	. Por contaminación microbiana . Distribución heterogénea de la humedad del queso . Falta de volteo . No oxidación uniforme de la grasa . Mala distribución de sal
<i>CUERPO Y TEXTURA</i>	* Cuerpo muy duro	. Excesivo calentamiento durante el hilado . Demasiada pérdida de suero por una alta acidez de la cuajada . Excesiva cantidad de sal . Sobretratamiento en el exprimido
	*Cuerpo harinoso o arenoso	. Excesiva acidez de la masa antes de iniciar el hilado . Excesiva humedad . Demasiado aire atrapado en el hilado
	*Textura abierta	. Baja temperatura de la masa al momento del moldeo
<i>APARIENCIA</i>	*Superficie rajada	. Bajas temperaturas de moldeo . Demasiado tiempo de enfriamiento
	*Superficie con presencia de hongos	. Contaminación de la leche ácida durante la maduración . Presencia de humedad entre la superficie del queso y el material de empaque
<i>SABOR</i>	*Excesivamente ácido	. Alta humedad . Alta acidez de la cuajada
	*Excesivamente amargo	. Exceso de cuajo . Utilización de leche con fermentación diferente a la ácido láctica
	*Rancio	. Almacenamiento del producto a temperaturas no aptas para su conservación . Contaminación por microorganismos que atacan las grasas . Uso de cremas rancias en el hilado

Fuente: ICTA, 1989.

1.3 EVALUACIÓN SENSORIAL

1.3.1 Definición.

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. La evaluación sensorial es una técnica de medición-análisis tan importante como métodos físicos, microbiológicos, etc.

1.3.2 Área de la prueba.

Debe ser tranquila, luminosa, aireada y libre de olores extraños. Las cabinas para los jueces deberán ser independientes.

1.3.3 Jueces.

Para que una prueba sensorial sea válida el número de jueces depende del tipo de juez a emplear, así pues que en un panel sensorial se distinguen los siguientes tipos de jueces: jueces expertos especializados, jueces expertos y jueces inexpertos.

“Los jueces inexpertos son personas sin experiencia y sin percepción fina. Los jueces expertos y los jueces expertos especializados son personas seleccionadas por su capacidad para llevar a cabo una prueba sensorial, por su perspicacia, sensibilidad y gran entrenamiento.

La diferencia entre un juez experto y un juez experto especializado se halla en que para ser juez experto es preciso un grado elevado de sensibilidad sensorial y experiencia en la metodología con capacidad de efectuar un juicio fiable de diversos productos por medio del análisis sensorial, mientras que el juez experto especializado además posee una experiencia probada como especialista en el producto, en su proceso de fabricación o de comercialización que es capaz de efectuar el análisis sensorial del producto y evaluar o prever los efectos debido a la variación en materias primas, formulaciones, condiciones de fabricación, de almacenamiento, de envejecimiento,...”⁸

1.3.4 Horario de la prueba.

Se debe manejar un horario que no sea muy cercano a las comidas ni tampoco es aconsejable degustar con hambre, por lo tanto se recomienda efectuar las

⁸ CHAMORRO, M.C. y LOSADA, M. Análisis sensorial de los quesos. 1 Ed. España, Mundi-Prensa. 2001. 235 p.

pruebas si es en las mañanas en un horario alrededor de las 10:00-11:00AM y si es en horas de la tarde de las 17:00-18:00 PM.

1.3.5 Muestras.

La cantidad de muestra no debe ser ni mucha ni muy poca, se aconseja que este entre los 20-28 g, debe servirse a la temperatura a la cual se consume el alimento. El número de muestras a probar por los jueces no debe ser superior a cinco pues no se podrían obtener resultados confiables, ya que se ha ocasionado fatiga y hastío en los jueces.

1.3.6 Atributos a evaluar en el queso.

Los principales atributos que se evalúan en un queso son: los atributos de apariencia, textura y los olfato-gustativos.

En los atributos de apariencia se tiene en cuenta tanto la apariencia exterior como la interior. En la apariencia exterior se evalúan la forma, tamaño, peso y corteza; y en la apariencia interna: el color, brillo, ojos, rugosidad, humedad y/o grasa. En los atributos de textura se visualizan aspectos como la dureza, elasticidad, adherencia, cohesividad, granulosis, humedad, solubilidad en la boca y cremosidad. En los atributos olfato-gustativos se evalúan características de olor, aroma, sabor, sensaciones trigeminales las cuales son aquellas que se perciben en la cavidad bucal como picores, contracciones, calor, frescor, irritaciones; el gusto residual y la persistencia global que es la continuidad de la percepción olfato-gustativa.

1.4 VIDA ÚTIL

“La vida útil de un alimento se puede definir como el período de tiempo desde su preparación o fabricación durante el cual el producto es apto para el consumo”⁹. En este período los alimentos están expuestos a factores ambientales tales como: la temperatura, humedad, oxígeno y luz, los cuales ocasionan el desarrollo de reacciones indeseables en el alimento conllevándolo a la degradación. Por lo tanto, para poder establecer la vida útil es necesario efectuar un “análisis preciso de los factores de calidad, la determinación del orden de las cinéticas de los procesos de deterioro y la valoración de la evolución de los parámetros de calidad mediante criterios razonable”¹⁰.

⁹ LABUZA, T. P. Application of chemical kinetics to deterioration of foods. J. Chem. Educ. 1984.

¹⁰ Ibid. 1984.

1.4.1 Prueba de vida útil acelerada.

Es una metodología usada comúnmente en nuevos productos desarrollados o en modificaciones de productos ya existentes, pues permite determinar la vida útil sin necesidad de esperar a que transcurra todo el período de tiempo hasta su degradación porque en algunos casos es muy largo.

El objetivo de esta prueba es almacenar el producto terminado y empacado a elevadas temperaturas examinándolo periódicamente hasta el final de la vida útil y a la vez conocer las pérdidas de los factores de calidad; posteriormente estos resultados se extrapolan a las condiciones normales de almacenamiento empleando la ecuación de Arrhenius.

En la determinación de la vida útil por método acelerado de un producto deberán seguirse los siguientes pasos:

1. Determinar los constituyentes del alimento, conocer el proceso de elaboración y teniendo en cuenta las condiciones de almacenamiento, establecer las reacciones biológicas y físico-químicas que afectan el alimento significativamente, para así definir el índice de pérdida de calidad a evaluar.
2. Seleccionar el empaque que va a ser usado para la prueba, el cual debe adecuarse perfectamente al producto.
3. Definir las temperaturas elevadas de almacenamiento a ensayar (se debe evaluar mínimo a 3 temperaturas), siguiendo la siguiente tabla se pueden usar:

Tabla 2. Temperaturas aceleradas para diferentes alimentos

TIPO DE PRODUCTO	TEMPERATURA A PROBAR (°C)	TEMPERATURA DE CONTROL (°C)
ENLATADOS, ENVASADOS	25, 30, 35, 40	4
DESHIDRATADOS	25, 30, 35, 40, 45	-18
REFRIGERADOS	5, 10, 15, 20	0
CONGELADOS	-5, -10, -15	< -40

Fuente: Labuza, 1984

4. Estimar el tipo de la prueba y frecuencia del muestreo conducida a cada temperatura.

5. Determinar el punto final de la vida útil. Se realiza estableciendo un límite crítico del factor de calidad que se está evaluando y sensorialmente.
6. Estimar los parámetros cinéticos (orden de la reacción de deterioro, velocidad de reacción, Energía de activación) y calcular la vida útil.
7. Extrapolar los resultados a las condiciones normales de almacenamiento.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

2.1 LOCALIZACIÓN

El queso fundido cortable obtenido a partir de queso doble crema se elaboró en la planta piloto de lácteos de la Universidad de la Salle, sede Floresta. Bogotá D.C.

2.2 DESCRIPCIÓN DE LA MATERIA PRIMA

Para la elaboración del queso fundido cortable fueron empleadas las siguientes materias primas:

2.2.1 Queso doble crema.

Se adquirió de la empresa lácteos San Andrés, ubicada en el municipio de Ubaté- Cundinamarca.

2.2.2 Mantequilla.

Se empleó mantequilla marca COLANTA.

2.2.3 Sales fundentes.

Se obtuvieron Citrato monosódico y Fosfato di-sódico anhidro grado U.S.P. de la empresa PROQUIMORT situada en Bogotá D.C. (Ver anexo A).

2.2.4 Saborizante.

Este aditivo se adquirió de DISAROMAS LTDA en Bogotá D.C, el cual era saborizante queso cheddar. Se emplea en una proporción que oscila del 0.5%-3%. (Ver anexo B).

2.2.5 Colorante para quesos.

Se obtuvo de CIMPA LTDA, empresa dedicada a la producción y distribución de insumos para el procesamiento y conservación de alimentos, ubicada en Bogotá D.C.

2.2.6 Humo líquido.

Se adquirió de CIMPA LTDA, empresa dedicada a la producción y distribución de insumos para el procesamiento y conservación de alimentos, ubicada en Bogotá D.C.

2.3 PRE-EXPERIMENTACIÓN

Se realizaron unos ensayos preliminares con el fin de determinar la mejor proporción de sal fundente que originaba un queso fundido con óptimas características para el corte o loncheado. Para ello, se empleo queso doble crema, mantequilla, sales fundentes, saborizante, colorante y esencia de humo.

Los cálculos de la cantidad de materia prima a añadir se hicieron para lograr 50% de humedad y 23.5% de materia grasa en el queso fundido mediante un balance global y de componentes de las materias primas (queso doble crema y mantequilla) efectuándoles una previa caracterización físico-química en cuanto al contenido de humedad y de grasa.

Las ecuaciones de balance planteadas fueron:

Balance global:

$X + Y + Z = 100$; siendo:

$X = \text{Kg. de queso doble crema}$

$Y = \text{Kg. de mantequilla}$

$Z = \text{Kg. de agua a adicionar.}$

Balance de componentes:

Materia grasa: $aX + bY = 23.5$

Humedad: $cX + dY + eZ = 50$; siendo:

a: proporción de materia grasa del queso doble crema

b. proporción de materia grasa de la mantequilla

c. proporción de materia húmeda del queso doble crema

d. proporción de materia húmeda de la mantequilla

e. proporción de humedad aportada por el agua

Para determinar la mejor proporción de sal fundente se elaboraron tres variantes de queso fundido en las que se utilizaban el 3%, 2.5% y 2% en la cantidad total de sal fundente y a la vez se variaban las cantidades de Citrato y

Fosfato, teniendo en cuenta la utilización de más citrato que fosfato para este tipo de queso según la teoría. Esto se muestra en la figura 6.

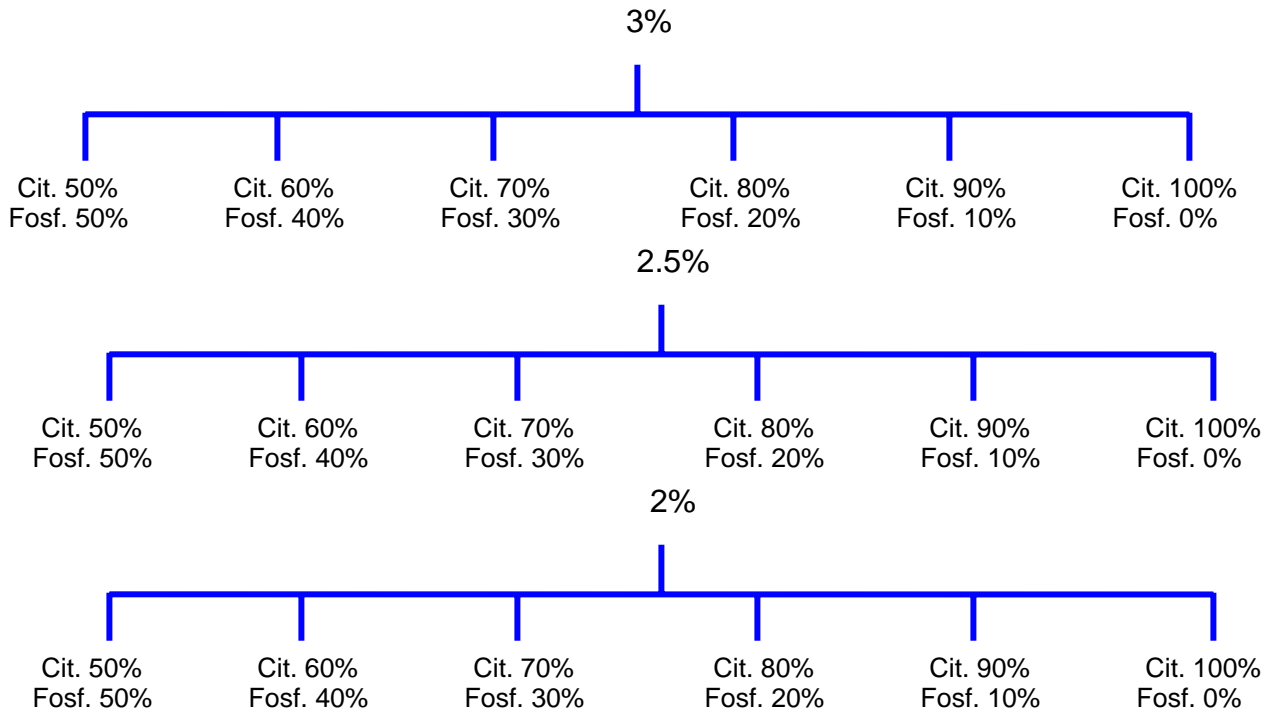


Figura 6. Variantes de sal fundente.

Al evaluar sensorialmente la textura de cada uno de los quesos obtenidos en los ensayos de las anteriores pruebas, se encontró que las mejores proporciones de sal fundente fueron, las de un total del 3% con variación de Citrato y Fosfato de 60-40%, 70-30% y 80-20% respectivamente, lo que fue el punto de partida para establecer el diseño experimental. Las otras proporciones se descartaron debido a que la textura era muy blanda y además dificultaba el corte.

2.4 DISEÑO EXPERIMENTAL

Se adoptó un diseño experimental completamente aleatorizado con cuatro tratamientos y tres réplicas, siendo uno de los tratamientos el patrón.

Tratamiento 1: queso doble crema con 60% de Citrato y 40% de Fosfato sobre un total del 3% en la cantidad de sal fundente.

Tratamiento 2: queso doble crema con 70% de Citrato y 30% de Fosfato sobre un total del 3% en la cantidad de sal fundente.

Tratamiento 3: queso doble crema con 80% de Citrato y 20% de Fosfato sobre un total del 3% en la cantidad de sal fundente.

Tratamiento 4: patrón; queso fundido cortable tipo americano COLANTA.

A los tratamientos 1, 2 y 3 se les adicionó el 2.5% de saborizante, 0.15 % de colorante y 0.04% de esencia de humo.

La masa total fue 3Kg por réplica.

El criterio para la elección de la muestra patrón fue debido a que este queso contiene mezcla de quesos madurados con quesos frescos; mientras que el queso fundido tipo americano marca Alpina sólo contiene mezcla de quesos madurados y semimadurados, según el rotulado de cada uno de estos productos.

2.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO

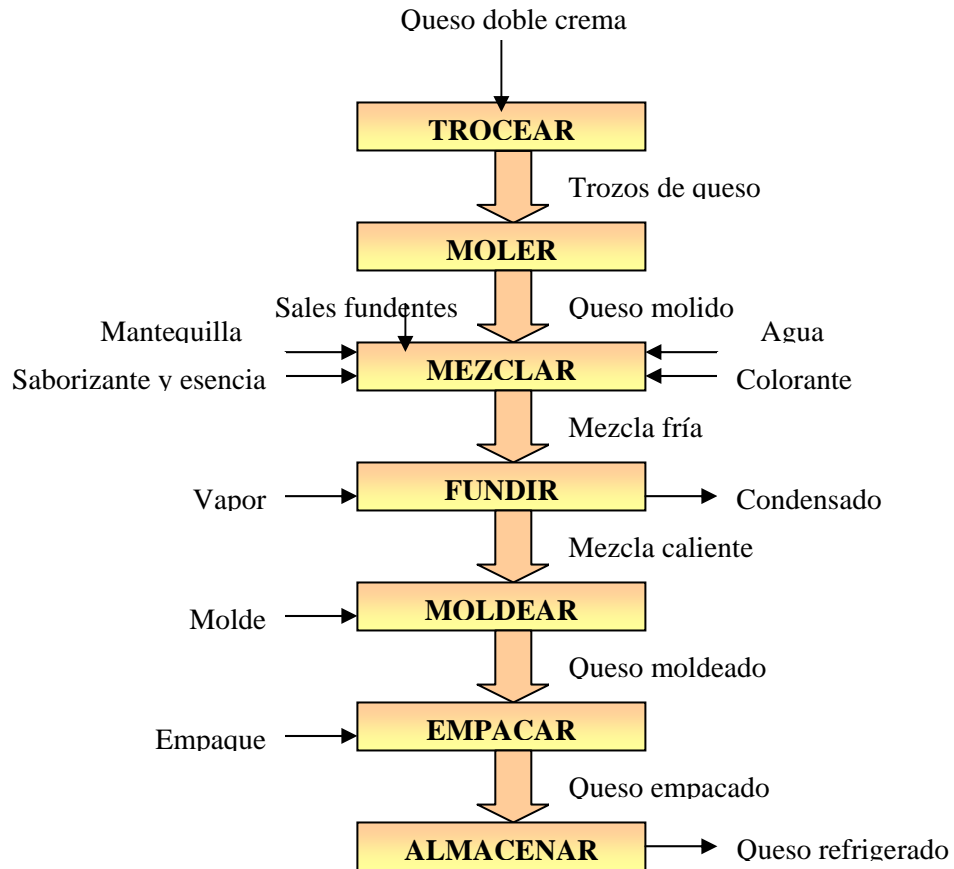


Figura 7. Diagrama de flujo de bloques del proceso de elaboración de queso fundido a partir de queso doble crema.

2.5.1 Troceado.

El queso doble crema se corto en trozos pequeños aproximadamente de dos a tres centímetros para ser posteriormente molidos. Esto se hizo manualmente mediante el empleo de cuchillos.

2.5.2 Molienda.

El queso troceado se sometió a un molido usando un molino manual.

2.5.3 Mezcla de materias primas.

Cada una de las materias primas se pesaron de acuerdo con la formulación en balanza analítica y triple brazo. Se adicionaron todos los ingredientes, posteriormente se mezclaron a velocidad media hasta la obtención de una masa homogénea. (Las sales fundentes fueron previamente disueltas en 300ml de agua tibia). Esta operación se realizo en una marmita manual cerrada provista de agitador con dos velocidades.

2.5.4 Fusión de la mezcla.

Teniendo la mezcla en la marmita se procedió al calentamiento de la misma hasta 85°C, la cual se mantuvo por un tiempo de cuatro minutos bajo agitación constante a velocidad media. Esta operación se realizo en una marmita manual cerrada con inyección de vapor directa provista de agitador con dos velocidades. (Ver anexo C).

2.5.5 Moldeado.

Completado el período de fusión, la mezcla homogénea a 80-85°C se envaso en moldes rectangulares de acero inoxidable los cuales fueron recubiertos por una capa de plástico con el fin de evitar que el queso se llegara adherir a las paredes del molde para así obtener una superficie lisa en el queso, enseguida el queso se dejó enfriar a temperatura ambiente durante 10 horas aproximadamente.

2.5.6 Empaque.

El queso fue empacado al vacío en bolsas de material flexible usando una máquina empacadora de vacío.(Ver anexo D).

2.5.7 Almacenamiento.

El queso empacado fue almacenado en el cuarto frío a una temperatura de 4°C hasta la realización de los respectivos análisis.

2.6 ANÁLISIS FÍSICO-QUÍMICO DE MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO

Para la evaluación de los parámetros físico-químicos tanto de la materia prima (queso doble crema) y de los quesos fundidos (tratamientos con sus réplicas) se efectuaron las siguientes pruebas:

2.6.1 Determinación de humedad: se realizó según método descrito en *la AOAC, capítulo 33. p.58.*

2.6.2 Determinación de materia grasa: se hizo adoptando el método de *Van Gulik* descrito en la *norma ISO 3433. Cheese-Determination fat content Van Gulik method. 1ª edición. 1975.*

2.6.3 Determinación del contenido de proteína: se realizó por método de *Kjeldahl Wilfarth-Gunning* descrito en *la AOAC. Official method 920.123. Nitrogen in cheese. Capítulo 33 p. 58.*

2.6.4 Determinación de cenizas: se realizó siguiendo el método propuesto por *la AOAC, Official method 935.42. Ash of cheese. Capítulo 33. p.58.*

2.6.5 Determinación de pH: se hizo directamente a la muestra mediante el uso de un pHmetro de punción marca Metrohm.

2.6.6 Determinación del grado de fundición del queso: se realizó utilizando el método de *Schreiber Melt Test*. Ver procedimiento en el anexo E.

NOTA 1: el queso doble crema se sometió a las determinaciones de humedad, materia grasa y pH.

NOTA 2: las determinaciones de proteína y cenizas se realizaron a una de las muestras de queso fundido cortable obtenido para efectos de calcular el calor específico del producto.

El análisis estadístico de los datos se realizó aplicando análisis de varianza utilizando herramientas de Excel y si la hipótesis nula se rechazaba se aplicó la prueba de Duncan con el fin de determinar entre que tratamientos existía diferencia significativa.

2.7 ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DE MATERIA PRIMA Y PRODUCTO TERMINADO

El análisis microbiológico de la materia prima y del producto terminado se realizó según la metodología del INVIMA (Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos) por métodos tradicionales. Las pruebas que se llevaron a cabo como indicadores de calidad fueron:

2.7.1 Recuento de microorganismos aerobios mesófilos, se le realizó al producto terminado, para ello se empleó Agar Plate Count y siembra por profundidad.

2.7.2 Recuento de mohos y levaduras. Se utilizó la técnica de siembra por profundidad en Agar OGY.

2.7.3 Determinación de coliformes totales NMP. Se realizó por diluciones, empleando caldo lactosado bilis verde brillante y campanas Durham.

2.7.4 Determinación de coliformes fecales. Se realizó mediante la prueba de Mac-Kenzie.

2.7.5 Recuento de *Staphylococcus aureus*. Se hizo utilizando la técnica de siembra por profundidad y Agar Manitol Salado.

Una vez obtenidos los resultados se compararon estos con los parámetros microbiológicos de la norma para quesos con el fin de verificar el cumplimiento de estos productos y así poder dar un concepto : Norma Técnica Colombiana NTC 750 en lo referente a la materia prima (Ver anexo F) y con la norma de queso fundido: Norma Técnica Colombiana NTC 4225 en lo referente al producto terminado (Ver anexo G).

2.8 FUNDAMENTO DEL BALANCE DE MATERIA Y ENERGÍA

El balance de materia se realizó determinando las cantidades de materia prima utilizada y producto obtenido, con el fin de cuantificar las pérdidas presentadas durante el proceso y poder calcular así el rendimiento del producto.

El balance de energía se realizó teniendo en cuenta el calor ganado por el queso ya que es el igual al calor cedido. En este balance se tuvieron en cuenta dos aspectos: Se calculó el calor necesario para que el queso estando en estado

sólido llegue hasta la temperatura en la cual empieza a fundirse y posteriormente se calculó el calor necesario para que el queso estando en la temperatura a la cual empieza a fundirse llegue hasta la temperatura de fusión requerida en el proceso.

Nota: Para el cálculo del calor específico fue necesario determinar el % de proteína, humedad, grasa, y cenizas del queso fundido cortable.

La ejecución de los balances de materia y energía permitió la determinación de los costos directos de producción.

2.9 EVALUACIÓN SENSORIAL

2.9.1 Procedimiento.

Para la evaluación sensorial se aplicó la prueba de grado de satisfacción, con 100 consumidores desde los 5 hasta los 65 años, en las horas de la mañana, entre las 10:00 a.m. y las 12:00 del medio día, utilizando una escala hedónica. La escala representaba los siguientes parámetros:

- 5 ⇒ Me gusta mucho
- 4 ⇒ Me gusta
- 3 ⇒ Ni me gusta ni me disgusta
- 2 ⇒ Me disgusta
- 1 ⇒ Me disgusta mucho

Para la realización de esta prueba, se creó un diseño de presentación de la muestras, es decir que a cada panelista se le presentaban las muestras en un orden diferente, esto con el fin de obtener resultados más confiables. A cada panelista se le presentaron 4 muestras, de igual tamaño en platos pequeños de icopor; codificada cada una con un número aleatorio, y se le hizo entrega del formato de encuesta (Ver anexo H), donde consignaban la evaluación de cada una de las muestras.

La codificación de las muestras presentadas a los panelistas correspondían al siguiente orden:

- Muestra 622 ⇒ Tratamiento 1
- Muestra 737 ⇒ Tratamiento 2
- Muestra 350 ⇒ Tratamiento 3
- Muestra 835 ⇒ Tratamiento 4 (Patrón)

2.9.2 Análisis de datos.

El análisis de los datos por tratarse de pruebas no paramétricas, es decir que no suponen conocimiento de ninguna clase acerca de las distribuciones de las poblaciones; se hizo aplicando la prueba de Kruskal-Wallis o “también llamada prueba número de kruskal-Wallis, que es una generalización de la prueba de la suma de rangos para el caso $K > 2$ muestras. Se utiliza para probar la hipótesis nula H_0 de que K muestras independientes son de poblaciones idénticas”¹¹. (Ver Anexo I). Las diferencias significativas que se presentaron entre las muestras, se evaluaron mediante la aplicación de la prueba de suma de rangos de Wilcoxon (Ver anexo J). Para esto se utilizó el programa estadístico SPSS.

2.10 DETERMINACIÓN DEL PERÍODO DE VIDA ÚTIL

2.10.1 Preparación y análisis de las muestras.

La durabilidad del producto se evaluó estudiando la cinética de degradación de los componentes, teniendo como parámetro cinético las variaciones de pH contrastado con una caracterización sensorial en cuanto a color, sabor, olor y textura, el cual fue un indicador para la aceptación o rechazo de la vida útil sensorial del producto a la vez que se tenía como criterio un rango de pH de 5.4-5.7, por lo tanto el tiempo necesario para que el producto llegue a un pH inferior a 5.4 será considerado como el período de vida útil.

Para esto, las muestras de queso recién elaboradas fueron empacadas al vacío con un peso aproximado de 125g cada una en bolsas de material flexible empleando una máquina de vacío. Posteriormente se almacenaron a 5, 10, 15 y 20°C (con una variación de $\pm 2^\circ\text{C}$) durante 20 días. La frecuencia de análisis fue cada dos días, en los cuales se tomaba un paquete, enseguida se le media el pH haciendo una lectura directa mediante el uso de un pHmetro de punción marca Metrohm calibrado previamente con soluciones amortiguadoras de pH=7 y pH=4, seguido de una evaluación de las características de sabor, olor, color, y textura.

2.10.2 Modelo para la degradación cinética y predicción de la vida útil.

El modelo de degradación cinética utilizado para el estudio de las variaciones del pH como factor de pérdida de calidad en el producto se presenta a continuación:

¹¹ WALPOLE, Ronald; MYERS, Raymond y MYERS, Sharon. Probabilidad y estadística para ingenieros. 6 ed. México : Pearson educación, 1998. p. 623.

$$\frac{d [D]}{dt} = K [D]^n \quad (1)$$

Donde $[D]$ es el valor cuantitativo del factor de calidad o de la reacción de deterioro, K es la constante de velocidad de la reacción y n es el orden de la reacción, la cual puede ser de orden cero, primero o segundo.

En las reacciones de orden cero, las proporciones de pérdida de los factores de calidad son constantes o lineal. Las reacciones de primer orden son dependientes del total de los factores de calidad que quedan en el producto, lo que implica que a medida que el tiempo avanza y el atributo de calidad disminuye la velocidad de reacción es cada vez menor.

El modelo de ecuación cinética de orden cero corresponde a:

$$[D]_0 - [D]_t = Kt \quad (2)$$

El modelo de ecuación cinética de primer orden corresponde a:

$$\ln \left(\frac{[D]_t}{[D]_0} \right) = -Kt \quad (3)$$

Donde; $[D]_0$ es el valor del factor de calidad al tiempo cero y $[D]_t$ es el valor después de la reacción de deterioro al tiempo t .

La relación entre la velocidad de las reacciones de degradación y la influencia de la temperatura, fue analizado mediante la ecuación de Arrhenius:

$$K = K_0 \exp \left[\frac{-E_a}{RT} \right] \quad (4)$$

Donde; E_a es la energía de activación en $KJ.mol^{-1}$, R constante universal de los gases en $KJ.mol^{-1}.K^{-1}$, T la temperatura absoluta en K y K_0 el factor pre-exponencial (S^{-1}). En la tabla 3 se muestran las diferentes reacciones que ocurren a cada uno de los ordenes de reacción.

Tabla 3. Reacciones presentadas en cada orden de reacción.

ORDEN DE REACCIÓN	REACCIONES
ORDEN CERO	ALGUNAS REACCIONES DE PARDEAMIENTO NO ENZIMÁTICO INHIBICIÓN DEL ENRANCIAMIENTO PROCESOS DE PÉRDIDA DE CALIDAD EN ALIMENTOS CONGELADOS
PRIMER ORDEN	RANCIDEZ CRECIMIENTO Y MUERTE MICROBIANA PÉRDIDA DE VITAMINAS PÉRDIDA DE PROTEÍNAS PÉRDIDA DE COLOR POR OXIDACIÓN PÉRDIDA DE TEXTURA EN TRATAMIENTOS TÉRMICOS PÉRDIDA EN CALIDAD DE ALIMENTOS DESHIDRATADOS

Fuente: Labuza, 1984.

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Los resultados presentados a continuación muestran la caracterización fisicoquímica y microbiológica de la materia prima empleada y del producto terminado, así como los balances de materia y energía de cada una de las etapas del proceso para poder dar un concepto del rendimiento y costos de producción directos; seguido de la evaluación sensorial y finalmente se mostrará un análisis de vida útil del producto terminado.

3.1. RESULTADOS DE LA CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DE LA MATERIA PRIMA.

En el cuadro 9 se puede observar la composición fisicoquímica de la materia prima, la cual se encuentra dentro de lo investigado por el Instituto de Ciencia y Tecnología de Alimentos (ICTA) de la Universidad Nacional de Colombia.

Cuadro 9. Composición fisicoquímica del queso doble crema

CARACTERÍSTICA	VALORES OBTENIDOS*	VALORES REPORTADOS BIBLIOGRAFÍA✪
HUMEDAD (%)	50	50,15
MATERIA GRASA (%)	22	22,42
M.G/ M.S. (%)	44	44,97
pH	5,18	5,2
ACIDEZ (% Acid. Lác)	0,62	0,64

* Promedio de cinco repeticiones.

Fuente. ICTA, 1989.

M.G/M.S. : Materia grasa en materia seca.

Los valores de la humedad y la grasa fueron las características más relevantes que se tuvieron en cuenta para establecer la formulación del queso fundido cortable.

3.2 ANÁLISIS DE LAS CARÁCTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DE LA MATERIA PRIMA

En el cuadro 10 se muestran los resultados de los análisis microbiológicos efectuados al queso doble crema.

Cuadro 10. Características microbiológicas del queso doble crema

ANÁLISIS	VALORES OBTENIDOS*	VALORES NTC 750☆
<i>NMP Coliformes totales (30°C)</i>	< 3	1000
<i>NMP Coliformes totales (45°C)</i>	<3	50
<i>Recuento hongos y levaduras , UFC/g</i>	<10	500
<i>Recuento de Staphylococcus, UFC/g</i>	<10	100

* Promedio de dos ensayos.

Fuente: ICONTEC NTC 750. 2000.

Se observa, que el queso doble crema empleado se encuentra dentro de los parámetros exigidos por la norma NTC 750 del 2000, por lo tanto se considera que es una materia prima de buena calidad siendo apta para el desarrollo del proceso de elaboración del queso fundido cortable.

3.3. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS DEL QUESO FUNDIDO CORTABLE OBTENIDO A PARTIR DE QUESO DOBLE CREMA.

3.3.1 Humedad.

Los porcentajes obtenidos de humedad para cada uno de los tratamientos se reportan en el cuadro 11.

Cuadro 11. Porcentaje de humedad del queso fundido cortable*

REPLICA	TRATAMIENTO			
	1	2	3	4
1	44.9	46.5	45.5	43.4
2	45.2	45.6	44.7	43.4
3	45.7	45	45.2	43.4
PROMEDIO	45.3	45.7	45.1	43.4

* Promedio de tres muestras

El análisis estadístico de los porcentajes de humedad de los tratamientos se presenta en el cuadro 12.

Cuadro 12. Análisis de varianza para los porcentajes de humedad

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico para F</i>
<i>Entre grupos</i>	9.229	3.000	3.076	13.724	4.066
<i>Dentro de los grupos</i>	1.793	8.000	0.224		DS
<i>Total</i>	11.023	11.000			Dif signif

El análisis de varianza muestra que hay diferencia significativa entre los tratamientos con un nivel de significancia de 0,05, se aplicó entonces la prueba de Duncan y se encontró lo siguiente:

<i>p</i>	2	3	4
r_p	3,261	3,399	3,475
R_p	0,854	0,809	0,910

$$\bar{Y}_2 - \bar{Y}_3 = 45.7 - 45.1 = 0.6 \quad \text{N.S.}$$

$$\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1 = 45.7 - 45.3 = 0.4 \quad \text{N.S.}$$

$$\bar{Y}_2 - \bar{Y}_4 = 45.7 - 43.4 = 2.3 \quad \text{S.D.}$$

$$\bar{Y}_1 - \bar{Y}_3 = 45.3 - 45.1 = 0.2 \quad \text{N.S.}$$

$$\bar{Y}_3 - \bar{Y}_4 = 45.1 - 43.4 = 1.7 \quad \text{S.D.}$$

$$\bar{Y}_1 - \bar{Y}_4 = 45.3 - 43.4 = 1.9 \quad \text{S.D.}$$

Los tratamientos 1, 2 y 3 son diferentes respecto a la muestra patrón, lo que se debe a que la materia prima es un queso fresco que se caracteriza por tener alta humedad (50%), la fórmula se desarrolló sobre este valor pues se consideró que durante el proceso de fusión hay una evaporación de agua aproximadamente de un 5%.

Sin embargo, los tratamientos 1, 2 y 3 se ajustan con lo enunciado por la FAO máximo 48% de humedad para quesos fundidos cortables (1981).

3.3.2 Materia grasa.

Los porcentajes obtenidos de materia grasa para cada uno de los tratamientos se reportan en el cuadro 13.

Cuadro 13. Porcentaje de materia grasa del queso fundido cortable*

REPLICA	TRATAMIENTO			
	1	2	3	4
1	23.5	23.0	24.0	22.5
2	23.0	22.0	23.5	22.5
3	22.0	23.0	23.5	22.5
PROMEDIO	22.8	22.7	23.7	22.5

*Promedio de tres muestras

El análisis estadístico de los porcentajes de materia grasa de los tratamientos se presenta en el cuadro 14.

Cuadro 14. Análisis de varianza para los porcentajes de materia grasa.

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico para F
<i>Entre grupos</i>	2.417	3.000	0.806	3.222	4.066
<i>Dentro de los grupos</i>	2.000	8.000	0.250		
					NS
<i>Total</i>	4.417	11.000			

* NS: No hay diferencia significativa.

El porcentaje de materia grasa en todos los tratamientos es similar; esto se demostró en el análisis de varianza a un nivel de significancia del 0,05.

Los datos a nivel general respecto a esta propiedad están dentro de lo establecido por la FAO, la cual debe ser mayor al 23,4% (1981) y Kosikowski, mayor al 23% (1997).

3.3.3 pH.

Los valores obtenidos de pH para cada uno de los tratamientos se reportan en el cuadro 15.

Cuadro 15. Datos de pH para queso fundido cortable*

REPLICA	TRATAMIENTO			
	1	2	3	4
1	5.68	5.61	5.53	5.68
2	5.71	5.65	5.50	5.68
3	5.62	5.63	5.59	5.68
PROMEDIO	5.68	5.63	5.54	5.68

* Promedio de tres muestras

El análisis estadístico de los valores de pH de los tratamientos se presenta en el cuadro 16.

Cuadro 16. Análisis de varianza para los datos de pH

<i>Origen de las variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico para F</i>
<i>Entre grupos</i>	0.037	3.000	0.012	10.609	4.066
<i>Dentro de los grupos</i>	0.009	8.000	0.001		
					DS
<i>Total</i>	0.046	11.000			

* DS: Diferencia significativa

Con relación a los valores de pH existen diferencias significativas entre los tratamientos. (Ver cuadro 16). Se aplicó entonces la prueba de Duncan y se encontró lo siguiente:

<i>p</i>	2	3	4
r_p	3,261	3,399	3,475
R_p	0,061	0,064	0,066

$$\begin{aligned} \bar{Y}_2 - \bar{Y}_3 &= 5.63 - 5.54 = 0.09 && \text{S.D.} \\ \bar{Y}_1 - \bar{Y}_2 &= 5.68 - 5.63 = 0.05 && \text{N.D.} \\ \bar{Y}_1 - \bar{Y}_3 &= 5.68 - 5.54 = 0.14 && \text{S.D.} \\ \bar{Y}_4 - \bar{Y}_3 &= 5.68 - 5.54 = 0.14 && \text{S.D.} \\ \bar{Y}_4 - \bar{Y}_2 &= 5.68 - 5.63 = 0.05 && \text{N.D.} \\ \bar{Y}_4 - \bar{Y}_1 &= 5.68 - 5.67 = 0.01 && \text{N.D.} \end{aligned}$$

Las diferencias significativas ocurren entre los tratamientos 1 y 3, 3 y 4 y 2 y 3, lo que indica que estas variaciones se deben posiblemente al tipo y a las dosis de sales fundentes utilizadas.

Según el comportamiento del pH de los tratamientos y teniendo en cuenta las proporciones de citrato (pH 3,8 en solución al 1%) y fosfato (pH 9,0 en solución al 1%) empleadas en cada uno de ellos, se percibe que entre mayor es la proporción de fosfato el pH se ve incrementado.

El pH reportado por cada uno de los tratamientos se encuentra con lo establecido por la FAO para queso fundido cortable; pH entre 5,4-5,7 (1981).

3.3.4 Materia grasa en materia seca.

Los porcentajes obtenidos de materia grasa en materia seca para cada uno de los tratamientos se reportan en el cuadro 17.

Cuadro 17. Porcentajes de materia grasa en materia seca para queso fundido cortable*

REPLICA	TRATAMIENTO			
	1	2	3	4
1	42.6	43.0	44.0	39.8
2	41.9	40.4	42.5	39.8
3	40.5	41.8	42.8	39.8
PROMEDIO	41.7	41.7	43.1	39.8

*Promedio de tres muestras

El análisis estadístico de los porcentajes de materia grasa en materia seca de los tratamientos se presenta en el cuadro 18.

Cuadro 18. Análisis de varianza para los porcentajes de M.G/M.S.

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico Para F</i>
<i>Entre grupos</i>	16.529	3.000	5.510	6.357	4.066
<i>Dentro de los grupos</i>	6.933	8.000	0.867		
					DS
<i>Total</i>	23.463	11.000			

* DS: Diferencia significativa

El análisis de varianza muestra que existen diferencias significativas entre los tratamientos a un nivel de significancia del 0,05; se aplicó entonces la prueba de Duncan y se encontró lo siguiente:

<i>p</i>	2	3	4
r_p	3,261	3,399	3,475
R_p	1,858	1,937	1,980

$$\bar{Y}_3 - \bar{Y}_2 = 43.1 - 41.7 = 1.4 \quad \text{N.D.}$$

$$\bar{Y}_3 - \bar{Y}_1 = 43.1 - 41.7 = 1.4 \quad \text{N.D.}$$

$$\bar{Y}_3 - \bar{Y}_4 = 43.1 - 39.8 = 3.3 \quad \text{S.D.}$$

$$\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1 = 41.7 - 41.7 = 0 \quad \text{N.D.}$$

$$\bar{Y}_2 - \bar{Y}_4 = 41.7 - 39.8 = 1.9 \quad \text{N.D.}$$

$$\bar{Y}_1 - \bar{Y}_4 = 41.7 - 39.8 = 1.9 \quad \text{N.D.}$$

Los tratamientos 3 y 4 son significativamente diferentes, lo que se debe a las variaciones existentes entre la humedad y la materia grasa, pues esta propiedad depende de ellas.

Comparando los resultados obtenidos de materia grasa en base seca, con los reportados por la FAO, se afirma que cumplen con lo establecido (45% M.G./M.S).

3.3.5 Prueba de fundición de Schreiber.

Los resultados obtenidos de la prueba de Schreiber se reportan en el cuadro 19.

Cuadro 19. Medida del grado de fundición del queso fundido cortable

REPLICA	TRATAMIENTO			
	1	2	3	4
1	3.50	4.00	3.00	1.00
2	3.50	4.00	3.00	1.00
3	3.50	4.00	3.00	1.00
PROMEDIO	3.50	4.00	3.00	1.00



Gráfico 1. Grado de fundición del queso fundido cortable

Cuadro 20. Análisis de varianza para el grado de fundición del queso fundido cortable.

<i>Origen de las Variaciones</i>	<i>Suma de cuadrados</i>	<i>Grados de Libertad</i>	<i>Promedio de los cuadrados</i>	<i>F</i>	<i>Valor crítico para F</i>
<i>Entre grupos</i>	15.563	3.000	5.188	65535	4.066
<i>Dentro de los grupos</i>	0.000	8.000	0.000		
					DS
<i>Total</i>	15.563	11.000			

- DS: Diferencia significativa

Se presentan diferencias significativas entre los tratamientos, se aplicó entonces la prueba de Duncan y se encontró lo siguiente:

<i>P</i>	2	3	4
r_p	3,261	3,399	3,475
R_p	0	0	0

$\bar{Y}_2 - \bar{Y}_3 = 4 - 3 = 1$	S.D.
$\bar{Y}_2 - \bar{Y}_1 = 4 - 3.5 = 0.5$	S.D.
$\bar{Y}_2 - \bar{Y}_4 = 4 - 1 = 3$	S.D.
$\bar{Y}_1 - \bar{Y}_4 = 3.5 - 1 = 2.5$	S.D.
$\bar{Y}_1 - \bar{Y}_3 = 3.5 - 3 = 0.5$	S.D.
$\bar{Y}_3 - \bar{Y}_4 = 3 - 1 = 2$	S.D.

Todos los tratamientos difirieren entre ellos, notándose que el que mejor fundió fue el tratamiento número 2, seguido del tratamiento 1, tratamiento 3 y por último el tratamiento patrón. Ver gráfico 1.

De lo anterior se deduce que los tratamientos 1, 2 y 3 respecto al patrón tienen mejor grado de fundición y se adecuan a los parámetros establecidos en la escala de Schreiber, “la cual debe ser mayor de 3”¹², mientras que el tratamiento patrón presentó un grado de fundición de 1, por lo tanto no cumple con este parámetro para los quesos fundidos cortables.

3.4. ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS MICROBIOLÓGICAS DEL QUESO FUNDIDO CORTABLE A PARTIR DE QUESO DOBLE CREMA.

3.4.1 Recuento de microorganismos aerobios mesófilos

Cuadro 21. Recuento de aerobios mesófilos en el queso fundido cortable

REPLICA	TRATAMIENTO			
	1	2	3	4
1	<10	<10	<10	1x10 ²
2	<10	<10	<10	1x10 ²
3	<10	<10	<10	1x10 ²
PROMEDIO	<10	<10	<10	1x10 ²

¹² KOSIKOWSKI V., Frank y MISTRY V., Vikram. Cheese and fermented milk foods. 3 ed. Virginia, U.S.A. : F.V. Kosikowski, 1997. 2 v. p. 406.

Se presentó recuento de aerobios mesófilos en el tratamiento 4; sin embargo todos los valores se mantienen en el rango exigido por la Norma Técnica Colombiana: NTC 4225.

3.4.2 Coliformes totales.

Cuadro 22. Recuento de Coliformes totales en el queso fundido cortable

REPLICA	TRATAMIENTO			
	1	2	3	4
1	3	<3	11	<3
2	6	<3	9	<3
3	3	<3	11	<3
PROMEDIO	4	<3	10	<3

Los análisis mostraron que hubo crecimiento en los tratamientos 1 y 3, presentándose mayor recuento en el tratamiento 3, sin embargo todos cumplen con lo reportado en la Norma Técnica Colombiana: NTC 4225.

3.4.3 Coliformes fecales.

La prueba confirmativa de Coliformes fecales se realizó mediante el test de Mac-Kenzie, dando un resultado negativo para todos los tratamientos, por lo tanto hay ausencia de Coliformes fecales.

3.4.4 Mohos y levaduras

Cuadro 23. Recuento de mohos y levaduras en el queso fundido cortable.

REPLICA	TRATAMIENTO			
	1	2	3	4
1	<10	<10	<10	100
2	<10	<10	<10	115
3	<10	<10	<10	100
PROMEDIO	<10	<10	<10	105

En los tratamientos 1, 2 y 3 no se presentó ningún recuento por lo tanto se ajusta con lo establecido en la Norma Técnica Colombiana: NTC 4225, mientras que el recuento obtenido en el tratamiento 4 al compararlo con esta norma, se encuentra dentro de los rangos de calidad aceptable.

3.4.5. RECUENTO DE *Staphylococcus aureus*

Al someter los tratamientos a esta prueba, los resultados fueron negativos. Esta información se reporta en el cuadro 24.

Cuadro 24. Recuento de *Staphylococcus aureus* en el queso fundido cortable.

REPLICA	TRATAMIENTO			
	1	2	3	4
1	<10	<10	<10	<10
2	<10	<10	<10	<10
3	<10	<10	<10	<10
PROMEDIO	<10	<10	<10	<10

Confrontando cada uno de los resultados arrojados por cada una de las pruebas microbiológicas efectuadas con la Norma Técnica Colombiana: NTC 4225, se reporta que los tratamientos 1, 2 y 3 son de buena calidad, mientras que el tratamiento 4 se caracterizó por tener una calidad aceptable, lo que pudo deberse a una inadecuada manipulación.

3.5 ANÁLISIS DE LA EVALUACIÓN SENSORIAL.

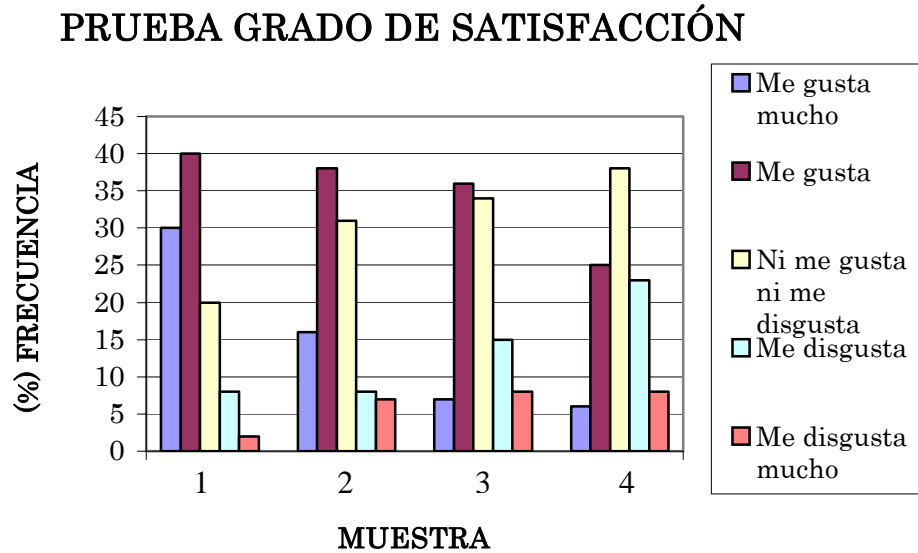
Los resultados de kruskal-wallis aplicada a la prueba de grado de satisfacción se muestran en el anexo K.

La prueba kruskal-wallis muestra que existe diferencia significativa entre los tratamientos a un nivel de significancia del 0,0002. Se aplicó entonces la prueba de suma de rangos de Wilcoxon (Ver anexo L) y se encontró que existe diferencia significativa entre todas las posibles parejas.

Se calculó la mediana de cada tratamiento y se determinó que el tratamiento 1, 2 y 3 tenían una mediana de 4, lo que indicaba que estos tres tratamientos habían gustado a los consumidores, mientras que la muestra 4 presentó una mediana de 3, es decir que ni gusto ni disgusto. Estos valores muestran que el queso fundido obtenido a partir de doble crema presentó mayor aceptación por parte del consumidor que el queso patrón (queso fundido tipo americano del mercado).

Los resultados más detallados de la prueba de grado de satisfacción de cada uno de los tratamientos se muestran en la gráfica 2.

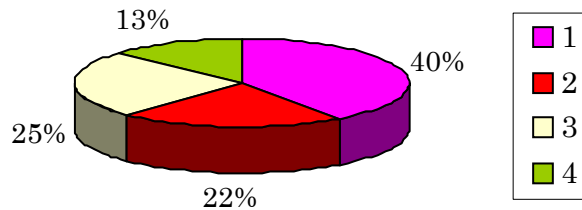
Gráfica 2. Resultados prueba grado de satisfacción.



La muestra que mayor frecuencia presentó en la escala de gusto mucho y gusto fue la muestra 1 es decir la codificada como 622; mientras que la muestra que mayor frecuencia obtuvo en la escala disgusto y disgusto mucho fue la muestra 4, que estaba codificada como 835 y representaba a la muestra patrón.

Luego para determinar la preferencia del consumidor de las muestras presentadas se preguntó ¿Cuál de las 4 muestras prefiere? y los resultados encontrados se muestran en la gráfica 3.

Gráfica 3. Resultados de preferencia de las muestras



Como se puede observar en la gráfica 3; la muestra de mayor preferencia por parte del consumidor es la muestra 1, ya que la describían como de una textura suave y agradable al paladar.

Finalmente teniendo en cuenta los resultados de la prueba de grado de satisfacción y la de preferencia se concluyó que la muestra aceptada por el consumidor es la muestra 1, cuya formulación fue la siguiente:

Cuadro 25. Formulación aceptada por el consumidor para queso fundido cortable.

MATERIA PRIMA	FORMULACIÓN 1	FORMULACIÓN 1 (gramos)
Queso doble crema	95%	2844
Mantequilla	3,3%	100
Agua	1,7%	57
Saborizante	2,5%	75
Colorante	0,1%	3
Esencia humo	0,2 mL/Kg	0,6 mL
Citrato	60% (del 3%)	54
Fosfato	40% (del 3%)	36
TOTAL		3170

3.6 BALANCE DE MATERIA

La formulación fue hallada de acuerdo a la caracterización de las materias primas y a la estandarización de la fórmula de acuerdo a los parámetros deseados.

3.6.1 Balance de la formulación.

Balance global

$$X + Y + Z = 100; \text{ siendo:}$$

X = Kg. de queso doble crema

Y = Kg. de mantequilla

Z = Kg. de agua a adicionar.

Balance de componentes:

Materia grasa: $aX + bY = 23.5$

Humedad: $cX + dY + eZ = 50; \text{ siendo:}$

a: proporción de materia grasa del queso doble crema

b. proporción de materia grasa de la mantequilla

c. proporción de materia húmeda del queso doble crema

d. proporción de materia húmeda de la mantequilla

e. proporción de humedad aportada por el agua

Balance grasa: $0,22X + 0,80Y = 23,5$
 $0,22X = 23,5 - 0,8Y$
 $X = 106,81 - 3,63Y$
 $X = 106,81 - 3,63(3,31) = 94,8 \text{ kg de queso /100 kg de queso fundido}$

Balance humedad: $0,50X + 0,2Y + Z = 50$
 $0,50(106,81 - 3,63Y) + 0,2Y + 1Z = 50$
 $53,40 - 1,81Y + 0,2Y + 1Z = 50$
 $53,40 - 1,6Y + Z = 50$
 $3,4 + Z = 1,6Y$
 $Z = 1,6(3,31) - 3,4$
 $Z = 1,89 \text{ kg de agua / 100 kg de queso fundido}$

Balance global: $106,81 - 3,63Y + Y + Z = 100$
 $6,81 + Z = 2,63Y$

Igualando las ecuaciones: $6,81 + Z = 2,63Y$
 $\frac{-3,40}{3,41} + Z = \frac{1,6Y}{1,03Y}$
 $Y = 3,31 \text{ kg de mantequilla / 100 kg de queso fundido}$

3.6.2 Formulación.

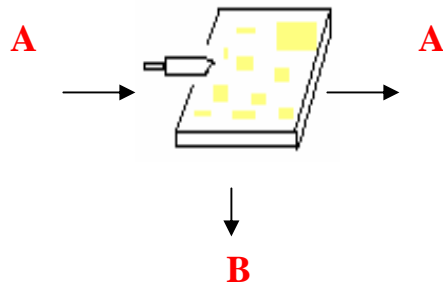
El resultado de la formulación del queso fundido cortable se muestra en la tabla 4.

Tabla 4. Formulación del queso fundido cortable a partir de queso doble crema

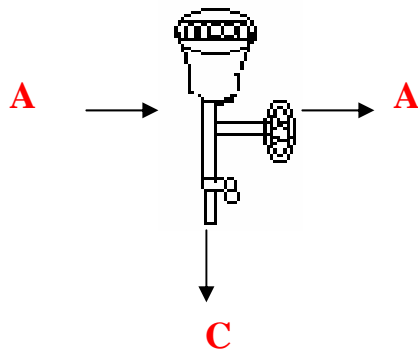
MATERIA PRIMA	100 Kg de queso fundido	3 Kg de queso fundido
Queso doble crema	94,8 Kg	2844 g
Mantequilla	3,31 Kg	100 g
Agua	1,89 Kg	58 g
Sal fundente	3%	90 g
Saborizante	2,5%	75 g
Colorante	0,1%	3 g
Esencia de humo	0,2 mL/Kg	0,2 mL/Kg

3.6.3 Balance de materia del proceso.

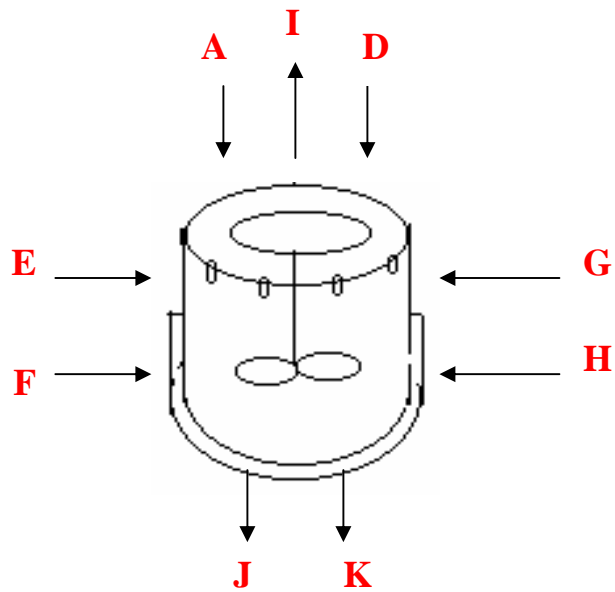
3.6.3.1 Troceado.



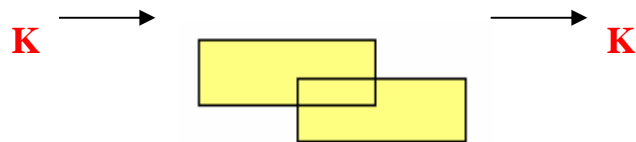
3.6.3.2 Molido.



3.6.3.3 Mezcla y fusión.



3.6.3.4 Moldeado y empaque



$$\text{ENTRA} = \text{SALE}$$

$$A + D + E + F + G + H = B + C + I + J + K$$

LETRA	CORRIENTE	ENTRADA (gramos)	SALIDA (gramos)
A	Queso doble crema	2844	
B	Pérdidas en el troceado		3
C	Pérdidas en el molido		57
D	Mantequilla	100	
E	Agua	58	
F	Sal fundente	90	
G	Saborizante	75	
H	Colorante	3	
I	Agua evaporada		185
J	Pérdidas en la fundición		125
K	Queso fundido (Producto T.)		2800
		3170	3170

3.6.4 Rendimiento.

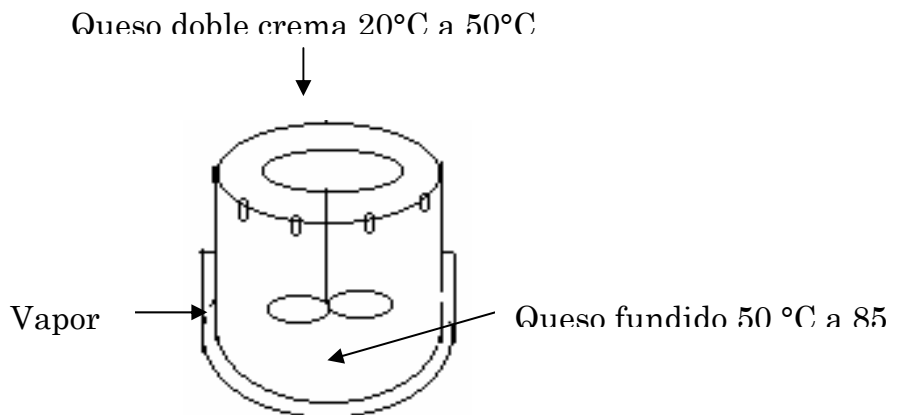
$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{\text{PPT}}{\text{PMP}} \times 100$$

PPT : Peso del producto terminado

PMP : Peso de la materia prima

$$\text{RENDIMIENTO} = \frac{2800 \text{ g}}{3170 \text{ g}} \times 100 = 88,32 \%$$

3.7 BALANCE DE ENERGÍA



$$Q_{\text{queso doble crema}} = m_{\text{queso}} \times C_p \times (\Delta T)$$

II Ecuaciones empleadas para calcular el calor específico del queso.

$$C_p_{\text{proteína}} = 2008,2 + 1208,9 \times 10^{-3} T - 1312,9 \times 10^{-6} T^2$$

$$C_p_{\text{grasa}} = 1984,2 + 1473,3 \times 10^{-3} T - 4800,8 \times 10^{-6} T^2$$

$$C_p_{\text{CHO}} = 1548,8 + 1962,5 \times 10^{-3} T - 5939,9 \times 10^{-6} T^2$$

$$C_p_{\text{ceniza}} = 1092,6 + 1889,6 \times 10^{-3} T - 3681,7 \times 10^{-6} T^2$$

$$C_p_{\text{agua}} = 4176,2 + 9,0862 \times 10^{-5} T - 5473,1 \times 10^{-6} T^2$$

II Determinación del calor específico para el queso doble crema a 20 °C.

Composición del queso doble crema: Agua 50%, CHO 2%, proteína 21%, grasa 22% y cenizas 5%.

$$C_p_{\text{proteína}} = 2031,85 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_p_{\text{grasa}} = 2011,746 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_p_{\text{CHO}} = 1585,68 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_p_{\text{ceniza}} = 1128,91 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_p_{\text{agua}} = 4178,38 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_p_{\text{queso doble crema}} = 3046,6 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{queso doble crema}} = m_{\text{queso}} \times C_p \times (\Delta T)$$

$$Q_{\text{queso doble crema}} = 3 \text{ Kg} \times 3046,6 \text{ J/kg } ^\circ\text{C} \times (50 ^\circ\text{C} - 20 ^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{queso doble crema}} = 274,194 \text{ KJ}$$

$$Q_{\text{queso doble crema}} = \frac{274,194 \text{ KJ}}{360 \text{ s}} = 0,76 \text{ KJ/s}$$

II Determinación del calor específico para queso fundido cortable entre 50 °C y 85 °C.

Composición del queso fundido: Agua 45%, CHO 5,5%, proteína 20%, grasa 23,5% y cenizas 6%.

$$C_p_{\text{proteína}} = 72928,97 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_p_{\text{grasa}} = 72144,94 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_p_{\text{CHO}} = 57875,95 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_p_{\text{ceniza}} = 42104,91 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_p_{\text{agua}} = 147059,126 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$C_p_{\text{queso fundido}} = 103425,91 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$Q_{\text{queso fundido}} = m_{\text{queso}} \times C_p \times (\Delta T)$$

$$Q_{\text{queso fundido}} = 3 \text{ Kg} \times 103425,91 \text{ J/kg } ^\circ\text{C} \times (85 ^\circ\text{C} - 50 ^\circ\text{C})$$

$$Q_{\text{queso fundido}} = 10859,72 \text{ KJ}$$

$$Q_{\text{queso fundido}} = \frac{10859,72 \text{ KJ}}{600 \text{ s}} = 18,1 \text{ KJ/s}$$

$$Q_{\text{total del proceso}} = 18,86 \text{ KJ/s}$$

3.8 DETERMINACIÓN DE COSTOS DIRECTOS

En el cuadro 26 se muestran las cantidades de materia prima requeridas para la elaboración de cada formulación.

Cuadro 26. Cantidad de materia prima requerida por formulación

MATERIA PRIMA	FORMULACIÓN	FORMULACIÓN	FORMULACIÓN
	1 (gramos)	2 (gramos)	3 (gramos)
Queso doble crema	2844	2844	2844
Mantequilla	100	100	100
Agua	57	57	57
Saborizante	75	75	75
Colorante	3	3	3
Esencia humo	0,6 mL	0,6 mL	0,6 mL
Citrato de sodio	54	63	72
Fosfato disódico	36	27	18
TOTAL	3170	3170	3170

Teniendo en cuenta las cantidades de materia prima para cada formulación y el costo / Kg de cada una de ellas, fue posible determinar los costos directos de producción, los cuales se muestran en el cuadro 27.

Cuadro 27. Costos directos de producción de cada una de las formulaciones

MATERIA PRIMA	COSTO / Kg + IVA (\$)	COSTO (\$) FORMULACIÓN 1	COSTO (\$) FORMULACIÓN 2	COSTO (\$) FORMULACIÓN 3
Queso doble crema	6600	18770	18770	18770
Mantequilla	8000	800	800	800
Agua (\$/m ³)*	2032	0.12	0.12	0.12
Saborizante	40000	3000	3000	3000
Colorante	286000	858	858	858
Esencia humo	7800	5	5	5
Citrato de sodio	4300	232	270	310
Fosfato disodico	6032	217	163	108
Empaque flexible	680	680	680	680
TOTAL * 3 Kg		24562.12	24546.12	24531.12
TOTAL COSTO/KG		8187.37	8182.04	8177.04
TOTAL COSTO/Lb		4093.69	4091.02	4088.52

* Recibo del agua

Las tres formulaciones presentan un costo por Libra aproximadamente igual, y al apreciar los costos de los quesos fundidos del mercado (Ver tabla 5) se encuentra una reducción de costos considerable, frente a estos. Teniendo en cuenta que los costos indirectos (mano de obra, instalaciones, otros servicios, etc.) no incrementarán el costo hasta los precios que se encuentran en el mercado actual.

Tabla 5. Costo directo del producto obtenido vs precios del mercado

QUESO FUNDIDO CORTABLE A PARTIR DE DOBLE CREMA COSTO / Lb	QUESO FUNDIDO CORTABLE MARCA COLANTA COSTO /Lb*	QUESO FUNDIDO CORTABLE MARCA ALPINA COSTO / Lb*
\$4100	\$8000	\$13000

* Precios del mercado

3.9 PREDICCIÓN DE LA VIDA ÚTIL

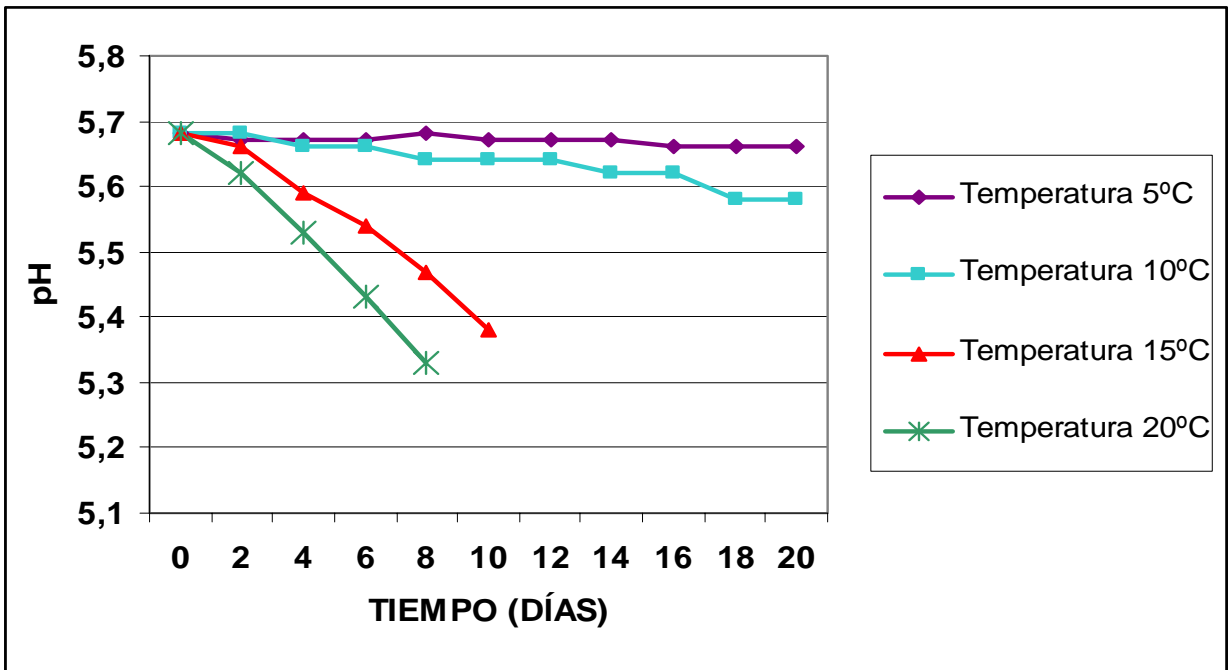
Se efectuaron las determinaciones de pH para el tratamiento 1 cada dos días para estudiar su comportamiento en el deterioro del queso fundido las cuales son presentadas en el cuadro 28.

Cuadro 28. Variación de pH en función de diferentes temperaturas de almacenamiento para queso fundido cortable.

TIEMPO (DÍAS)	VALORES DE pH (+/- 0.02)			
	5 °C	10°C	15°C	20°C
0	5,68	5,68	5,68	5,68
2	5,67	5,68	5,66	5,62
4	5,67	5,66	5,59	5,53
6	5,67	5,66	5,54	5,43
8	5,68	5,64	5,47	5,33
10	5,66	5,64	5,38	
12	5,66	5,64		
14	5,65	5,62		
16	5,64	5,62		
18	5,62	5,58		
20	5,62	5,58		

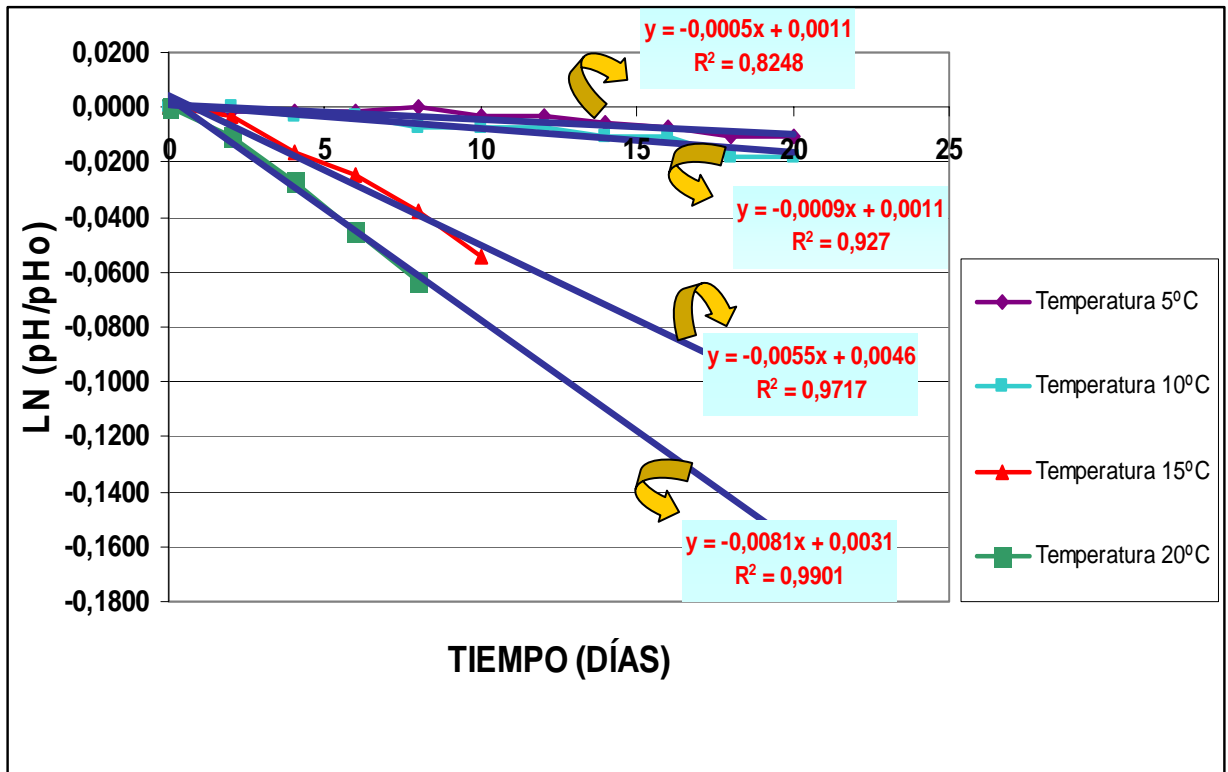
La variación del indicador de calidad en estudio (pH) respecto al tiempo se presenta en la gráfica 4 donde se puede apreciar que en el día 20 a las temperaturas de 5 y 10°C se mantiene el pH dentro de los límites de calidad. (pH de 5.4-5.7).

Gráfica 4. Variación de pH para queso fundido cortable a cuatro temperaturas de almacenamiento.



De acuerdo con los modelos matemáticos de la cinética de deterioro de los alimentos, se visualiza además que el comportamiento de los valores de pH evaluados a 5, 10, 15 y 20°C durante 20 días corresponden a una cinética de reacción de orden uno (ecuación 3), pues el “atributo de calidad disminuye en forma exponencial durante el periodo de almacenamiento, por lo tanto el ritmo de pérdidas del atributo de calidad depende de la cantidad que queda del mismo y esto implica que a medida que el tiempo avanza el atributo de calidad disminuye”¹³, lo que es el punto de partida para la determinación de la velocidad de las reacciones de degradación. Para ello se dividieron los pH obtenidos entre el pH inicial para cada temperatura y se graficaron los logaritmos naturales de estos cocientes vs días de almacenamiento tal como se muestra en la gráfica 5.

Gráfica 5. Determinación de velocidades de reacción para queso fundido cortable en una reacción de deterioro de primer orden.



¹³ LABUZA, T. P. Application of chemical kinetics to deterioration of foods. J. Chem. Educ. 61: 348-358. 1984.

Como puede observarse en el anterior grafico los datos experimentales se ajustan a una recta, lo que confirma claramente que siguen un modelo de reacción de orden uno. (Ecuación 3)

En el cuadro 29 se muestran los valores de las velocidades de reacción (pendientes de las ecuaciones de las rectas resultantes en la gráfica 5) para cada una de las temperaturas de almacenamiento obtenidos mediante el ajuste por regresión lineal de la gráfica 5.

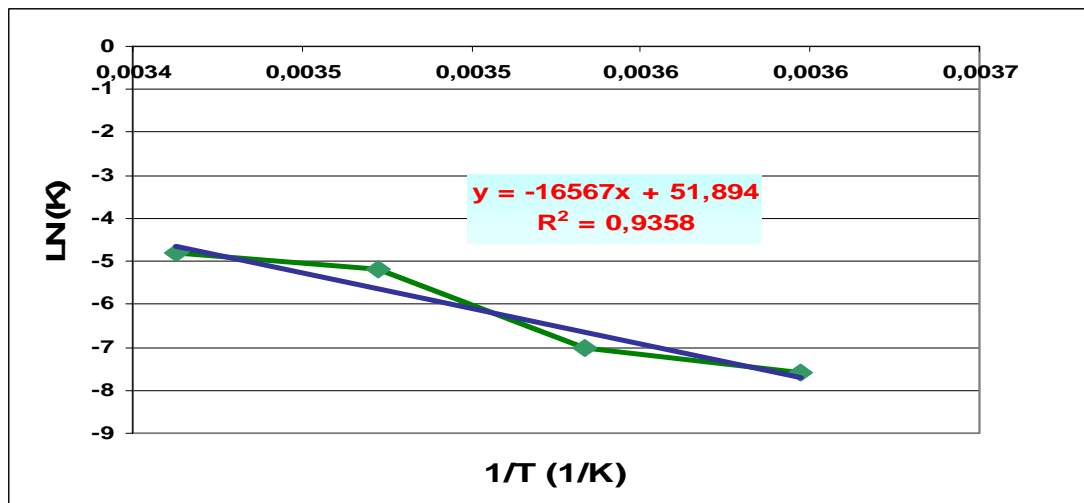
Cuadro 29. Valores de las velocidades de reacción para el deterioro de queso fundido cortable.

<i>TEMPERATURA (°C)</i>	<i>K (día⁻¹)</i>
5	0,0005
10	0,0009
15	0,0055
20	0,0081

En los resultados de las velocidades de reacción obtenidas son muy notables los efectos de la temperatura sobre estas, debido a que entre más alta es la temperatura los mecanismos de degradación se presentan a velocidades más rápidas.

En la gráfica 6 se construyó un gráfico de logaritmo natural de las pendientes de las ecuaciones resultantes de la gráfica 5 vs el inverso de las temperaturas absolutas de almacenamiento, lo que representa la relación existente entre las temperaturas de almacenamiento y las velocidades de reacción en el deterioro del queso fundido según la ecuación de Arrhenius. (ecuación 4).

Gráfica 6. Variación cinética del pH como factor de deterioro para queso fundido cortable siguiendo el modelo de Arrhenius.



La información que se obtiene de este gráfico es principalmente el de la *energía de activación*, la cual indica la cantidad de energía mínima que requieren las reacciones de deterioro para ejercer sus efectos en el alimento; por lo tanto para el queso fundido cortable la energía de activación fue de *32.91 Kcal./mol* lo que señala que posiblemente la disminución del pH durante el almacenamiento pudo deberse al desarrollo de *reacciones de oscurecimiento no enzimático y de oxidaciones lipídicas pues teóricamente* (Ver tabla 6) se ha demostrado que para que las *reacciones de oxidación lipídica* se produzcan requieren una energía de activación de *10-25 Kcal./mol* y de *25-50 Kcal./mol* para las *reacciones de oscurecimiento no enzimático* por lo tanto, la energía de activación esta dentro del rango de reacciones de oscurecimiento no enzimático las cuales también son efecto de las reacciones de oxidación lipídica (pardeamiento por lípidos), pues al evaluar sensorialmente el queso durante el período de almacenamiento no eran muy notables los cambios en el color pero si se percibía fácilmente la rancidez lipídica.

El valor de la energía de activación se calculó a partir de la pendiente de la recta obtenida en la gráfica 6 ($E_a / R = \text{pendiente}$; $E_a = \text{pendiente} \times R$)
 Para $R = 0.001987 \text{ Kcal./mol} = 8.314 \text{ J/gmol}$.

Tabla 6. Reacciones a diferentes rangos de energía de activación

ENERGÍA DE ACTIVACIÓN EA (KCal/mol)	REACCIONES EN EL RANGO DE ENERGÍA DE ACTIVACIÓN
10-25	RANCIDEZ OXIDATIVA
10-30	REACCIONES ENZIMÁTICAS
20-30	PÉRDIDA DE VITAMINAS
25-50	PARDEAMIENTO NO ENZIMÁTICO

Fuente. SAGUY, K Y KAREL. 1982

Teniendo como parámetro el rango de pH del queso fundido cortable el cual es de 5.4-5.7 y el comportamiento de las reacciones de deterioro analizadas anteriormente se predijo la vida útil a cada una de las temperaturas evaluadas, siguiendo el modelo matemático de las reacciones de primer orden (Ecuación 3), para lo que se procedió de la siguiente forma:

$$\ln \left(\frac{[D]_t}{[D]_0} \right) = -Kt$$

$$\ln\left(\frac{5.4}{5.68}\right) = 0.0005 \times t$$

$$t = \frac{0.050}{0.0005}$$

$$t = 3.33 \text{ meses} \quad t = 100 \text{ días}$$

La información de la vida útil a cada una de las temperaturas de almacenamiento evaluadas se reporta en el cuadro 30 junto con las constantes de las velocidades de reacción.

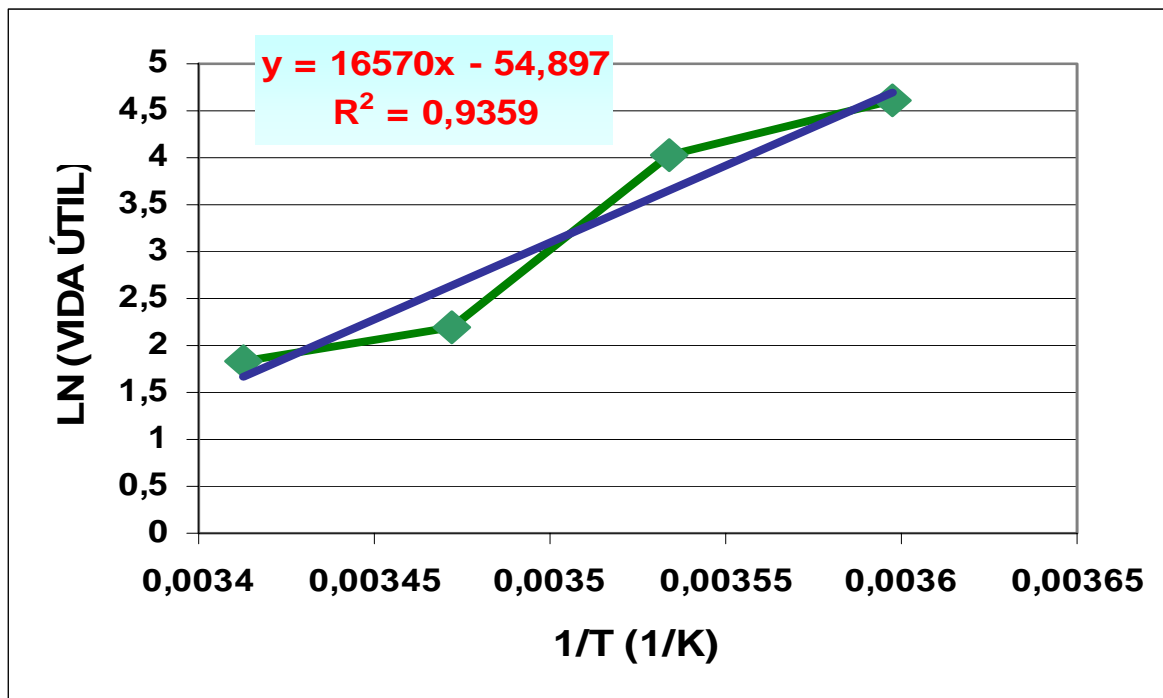
Cuadro 30. Predicción del tiempo de vida útil para queso fundido cortable en función del descenso de pH a varias temperaturas de almacenamiento.

TEMPERATURA °C	<i>K (día-1)</i>	VIDA ÚTIL DÍAS	VIDA ÚTIL MESES
5	0,0005	100,00	3,33
10	0,0009	55,55	1,85
15	0,0055	9,09	0,30
20	0,0081	6,17	0,20

En el cuadro 30 se observa que el queso fundido cortable tiene una vida útil de 3.33 meses conservado a temperaturas de refrigeración.

La gráfica 7 relaciona los valores de vida útil con las temperaturas de almacenamiento evaluadas, por lo tanto se puede conocer el valor de la vida útil del queso fundido cortable a cualquier temperatura por extrapolación.

Gráfica 7. Relación entre la vida útil y la inversa de la temperatura absoluta para queso fundido cortable.



Cuadro 31. Valores de la gráfica 7.

VIDA ÚTIL	TEMPERATURA (K)	LN VIDA UTIL	1/T (1/K)
100,00	278	4,605170186	0,00359712
55,55	283	4,016383021	0,00353357
9,09	288	2,207174908	0,00347222
6,17	293	1,819698838	0,00341297

4. CONCLUSIONES

La mejor proporción de sal fundente que permite obtener un queso fundido con buenas características para el corte o loncheado es la inclusión del 70% en citrato y el 30% en fosfato sobre un total del 3% de la mezcla entrante al proceso.

El queso doble crema que resulta apto para la obtención de un queso fundido cortable debe ajustarse con los parámetros fisicoquímicos que lo caracterizan y microbiológicamente a lo establecido en la norma NTC 750, sin embargo puede emplearse queso doble crema que presente defectos de comercialización, como roturas en el empaque, que este próximo a la fecha de vencimiento, que presente bajo peso, entre otros.

El queso fundido cortable obtenido a partir de queso doble crema se caracterizó por tener un contenido promedio de humedad del 45 %, materia grasa del 23% , un pH de 5,6, y grado de fundición >3 según la escala de Schreiber; parámetros que se ajustan a lo normalizado para quesos fundidos cortables.

Dado que los resultados microbiológicos del queso fundido cortable obtenido a partir de queso doble crema indicaron un nivel de calidad bueno, se tiene que el producto es inocuo, lo que se debe a una adecuada asepsia durante el procesamiento y también como efecto del tratamiento térmico al que fue sometido.

El rendimiento del producto final fue del 88,32%, en donde las principales pérdidas se presentan en la etapa de fusión debido al agua evaporada y mermas dentro de la marmita.

El costo directo por Libra de queso fundido cortable obtenido a partir de queso doble crema es de un valor promedio de \$4100 para los tratamientos 1, 2 y 3.

El queso fundido cortable obtenido a partir de queso doble crema presentó mayor aceptabilidad por parte de los consumidores respecto al queso fundido del mercado. El panel prefirió el tratamiento 1. (Ver cuadro 29).

Para una temperatura de almacenamiento de 2-6 °C el queso fundido cortable obtenido a partir de queso doble crema, tiene una vida útil estimada de 3,33 meses lo que corresponde a 100 días empacado al vacío.

El estudio de vida útil indicó que la disminución del pH presentó una cinética de deterioro de orden uno y una energía de activación de 32,91 Kcal/mol con una relación a la temperatura de almacenamiento. Lo que indicó que el deterioro del queso se debió posiblemente a reacciones de pardeamiento no enzimático y de oxidación lipídica.

5. RECOMENDACIONES

Se propone realizar un diseño de planta para el procesamiento de queso fundido cortable a partir de queso doble crema.

Se sugiere investigar acerca de los efectos que se puedan ocasionar en un queso fundido cortable con la incorporación de otros estabilizantes (gomas, alginatos, entre otros).

Se recomienda efectuar un análisis de costos completo que permita obtener costos reales.

Se plantea la idea de obtener queso fundido unttable a partir de queso doble crema.

Se recomienda la elaboración de queso fundido cortable a partir de queso doble crema para la prolongación de la vida útil y el aprovechamiento de esta materia prima.

Se propone hacer un estudio de vida útil acelerada manejando temperaturas cíclicas y estando en consumo el producto.

BIBLIOGRAFÍA

ANZALDUA MORALES, Antonio. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. 1 ed. Zaragoza, España : Acribia, 1994. 198 p.

CHAMORRO, Concepción y LOSADA, Manuel. El análisis sensorial de los quesos. 1 ed. Madrid, España : Mundi-prensa, 2002. 235 p.

EARLY, Ralph. Tecnología de los productos lácteos. 2 ed. Zaragoza, España : Acribia, 2000. p. 120-124.

ECK, André. El queso. 1 ed. Barcelona, España : Omega, 1990. p. 349-361.

FAO. Manual de elaboración de quesos. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería para América Latina. Santiago de Chile, 1981. p. 11.1-12.12.

HUGHES, Christopher. Guía de aditivos. 1 ed. Zaragoza, España : Acribia, 1994. 190 p.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Compendio : Tesis y otros trabajos de grado. Quinta actualización. Bogotá : ICONTEC, 2004. NTC 1486, 1075, 1487, 1160, 1308, 1307, 4490.

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Productos lácteos. Queso fundido. Bogotá : ICONTEC, 1997. 9 p. (NTC 4225).

INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Productos lácteos. Queso. Bogotá : ICONTEC, 1997. 9 p. (NTC 750).

INSTITUTO DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS (ICTA) y JUNTA DEL ACUERDO DE CARTAGENA. Manual de elaboración de queso doble crema. Bogotá : Universidad Nacional de Colombia, 1989. 50 p.

INVIMA. Manual de técnicas de análisis para control de calidad microbiológico de alimentos para consumo humano. Bogotá, Colombia, 1998. 111 p.

KOSIKOWSKI V., Frank y MISTRY V., Vikram. Cheese and fermented milk foods. 3 ed. Virginia, U.S.A. : F.V. Kosikowski, 1997. 2 v.

LABUZA, T. P. Application of chemical kinetics to deterioration of foods. J. Chem. Educ. 61: 348-358. 1984.

LABUZA, T. P. Shelf-life dating of foods. Food & Nutr. Press, Westport, CT. 1982.

LUQUET M., Francois. Leche y productos lácteos : Transformación y tecnologías (vaca-oveja-cabra). 1 ed. Zaragoza, España : Acribia, 1993. v. 2, p. 215-227.

MADRID, Antonio. Tecnología quesera. 2 ed. s.l. : Mundi-prensa, 1999. p. 9-16, 31-28, 69-71, 100-107, 163-167, 206-208.

MAHAUT, Michel; JEANTET, Romain y BRULÉ, Gérard. Introducción a la tecnología quesera. 1 ed. Zaragoza, España : Acribia, 2003. p. 154-155, 167-173.

Métodos oficiales de análisis de los alimentos. Madrid, España : Mundiprensa, 1994. 570 p.

MINISTERIO DE SALUD. Resolución 2310. Bogotá, Colombia : MinSalud. 1986. Capítulo VII.

NEIRA B., Esperanza y LOPEZ T., Janeth. Guía técnica para la elaboración de productos lácteos. 2 ed. Bogotá, Colombia : Julio Lopez Torres, 2001. p. 117-122.

SAGUY, K y KAREL. Modeling of quality deterioration during food processing and storage. Food Technology. V 36 n 2 p 97-108. 1982.

SPREER, Edgar. Lactología Industrial : Leche, preparación y elaboración, máquinas, instalaciones y aparatos. 2 ed. Zaragoza, España : Acribia, 1991. p. 398-412.

VALIENTE, Antonio. Problemas de balance de material y energía en la industria alimentaria. 2 ed. México : Limusa, 2001. 307 p.

VARNAM H., Alan y SUTHERLAND P., Jane. Leche y productos lácteos : tecnología, química y microbiología. 1 ed. Zaragoza, España : Acribia, 1995. v.1, p 319-323, 336-337.

VEISSEYRE, Roger. Lactología técnica : composición, recogida, tratamiento y transformación de la leche. 2 ed. Zaragoza, España : Acribia, 1988. 629 p.

WALPOLE, Ronald; MYERS, Raymond y MYERS, Sharon. Probabilidad y estadística para ingenieros. 6 ed. México : Pearson educación, 1998. 739 p.

ZALAMEA D., Eduardo. Tecnología de leches II. 1 ed. Bogotá, Colombia : UNISALLE, 1998. 82 p.

www.invima.gov.co/version1/normatividad/alimentos

www.uspto.gov

www.foodproductdesign.com

www.foodsci.uogelph.ca

ANEXOS

ANEXO A
FICHAS TÉCNICAS DE LAS SALES FUNDENTES

ANEXO B
FICHA TÉCNICA DEL SABORIZANTE

ANEXO C. FICHA TÉCNICA DE LA MARMITA

MARMITA	Manual con agitador
MARCA	Fabrinas
MODELO	R-80
SERIE	0005
CARACTERÍSTICAS	Cromada, acero inoxidable
COSTO	\$3' 080.000

ANEXO D. FICHA TÉCNICA DEL EMPAQUE



Productos

Flexible N



Número de capas: 3
 Espesor: Desde 60 a 200.
 Resistencia mecánica: Muy alta
 Sellabilidad: Sella con cualquier selladora convencional (al sellarse por el lado del polietileno de baja densidad)
 Impresión: Puede imprimirse hasta ocho (8) colores

Barrera	Muy Alta	Alta	Media	Baja
Oxígeno O ₂		X		
Dioxido de carbono CO ₂		X		
Nitrogeno N ₂		X		
Vapor de agua		X		
Aromas y sabores		X		
Grasas	X			
Luz Ultravioleta	Opcional	-	-	-

PRESENTACIÓN

Tubular	Si
Tubular abierto	Si
Lámina	Si
Bolsas	Si
Bolsas con válvula	Si
Bolsas Stand-up.	No
Bolsas con re-cerrrado - zipper	No
-	

FUNCIONALIDAD

Proceso	
Empaque al vacío	Si
Atmósfera protectora	Si
Refrigeración	Si
Congelación	Si hasta 70°C
Post-pasteurización.	Si. Consultar procedimiento
Esterilización	No
Microondas.	Si. Consultar procedimiento
Llenado en caliente	Si. Consultar procedimiento

VENTAJAS

Tiene alta resistencia a una gran cantidad de sustancia químicas.

Impide el paso de microorganismos a través de su estructura.

Su variedad de espesores permite adecuar el empaque para cada producto en especial de tal forma que la conservación del mismo sea la mejor.

Mejora la presentación de los productos exhibidos al público aumentando su aceptación y venta.

RECOMENDACIONES

Evitar la formación de arrugas en el área de sellado.

Evitar ensuciar las áreas de sellado durante el llenado de los paquetes.

Revisar cuidadosamente las áreas de trabajo para evitar superficies filosas que puedan afectar al material.

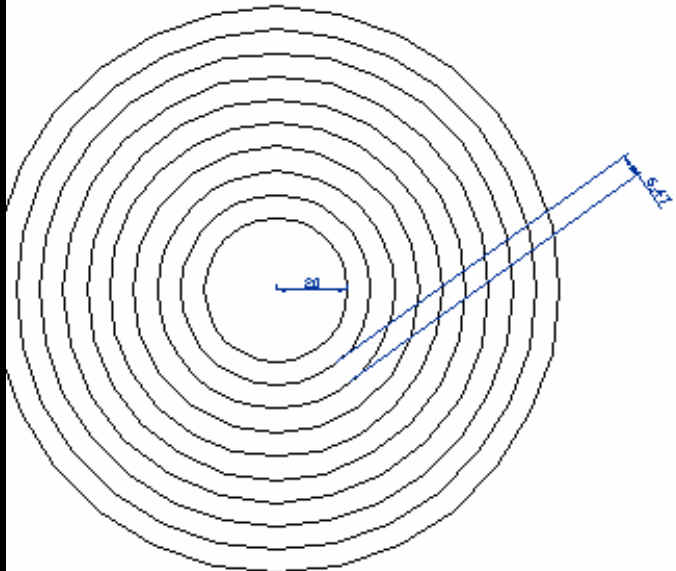
Establecer adecuadamente el tiempo y la temperatura de sellado.

El material debe almacenarse según lo exigido por la ley vigente acerca del almacenaje de materias primas alimentarias (Decreto 3075 del 27 de diciembre de 1997, INVIMA).

ANEXO E. PRUEBA DE FUNDICIÓN DE SCHREIBER

FUNDAMENTO DEL MÉTODO

La determinación de las propiedades de fundición del queso son medidas mediante una escala de círculos concéntricos a partir de una muestra de queso previamente medida la cual ha sido sometida a un proceso de fundición a temperatura y tiempos específicos en un horno.

MATERIALES Y REACTIVOS	PROCEDIMIENTO
<ul style="list-style-type: none">• Horno eléctrico• Cajas de petri• Muestreadores cilíndricos o moldes circulares 	<ul style="list-style-type: none">• Precalentar horno a 450°F (220°C)• Cortar una fracción de queso con un espesor de 3/16 pulgadas• Cortar fracción de queso en forma de círculo con diámetro de 1.6 pulgadas• Colocar círculo de queso en el centro de la caja de petri limpia y tajarla.• Introducirla en el horno y dejar exactamente por 5 minutos.• Retirar, y dejar enfriar durante 30 minutos a la temperatura del ambiente• Medir el derretimiento sobre la escala de círculos concéntricos.

ANEXO F. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA EL QUESO FRESCO

Requisitos	n	m	M	C
Exámenes de rutina:				
Coliformes, UFC/g (30 °C)	3	1000	5000	1
Coliformes, UFC /g (45 °C)	3	50	100	1
Recuento de mohos y levaduras, UFC/g	3	500	5000	1
Exámenes especiales:				
Recuento de Staphylococcus coagulasa positiva, UFC/g	3	100	1000	1
Detección de Salmonella/25 g	3	0	-	1
Detección de Listeria monocytogenes/25 g	3	0	-	1

Donde:

- n = número de muestras por examinar
- m = índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad
- M = índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad
- C = número máximo de muestras permitidas con resultados entre m y M

*Fuente: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Productos lácteos. Queso. Bogotá : ICONTEC, 2000. p. 5 (NTC 750)

ANEXO G. REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS PARA EL QUESO FUNDIDO

Requisitos	n	m	M	C
Exámenes de rutina:				
Recuento de aerobios mesófilos, UFC/g	3	3×10^4	5×10^4	1
NMP de coliformes /g	3	20	93	1
NMP coliformes fecales /g	3	<3	-	0
Recuento de mohos, UFC/g	3	100	2×10^2	1
Recuento de levaduras, UFC/g	3	100	2×10^2	1
Exámenes especiales:				
Recuento de Staphylococcus coagulasa positiva, UFC/g	3	100	2×10^2	1
Recuento de Bacillus Cereus, UFC/g	3	100	5×10^2	1
Recuento de esporas sulfito reductoras, UFC/g	3	100	5×10^2	1
Detección de Salmonella/25 g	3	0	-	0
Detección de Listeria monocytogenes/25 g	3	0	-	0

Donde:

- n = número de muestras que se van a examinar
- m = índice máximo permisible para identificar nivel de buena calidad
- M = índice máximo permisible para identificar nivel aceptable de calidad
- C = número máximo de muestras permitidas con resultados entre m y M

*Fuente: INSTITUTO COLOMBIANO DE NORMAS TÉCNICAS Y CERTIFICACIÓN. Productos lácteos. Queso fundido. Bogotá : ICONTEC, 1997. p. 5 (NTC 4225).

ANEXO H. FORMATO DE ENCUESTA

Edad: 5-14 años 15-30 años 31-49 años 50-65 años

PRODUCTO: QUESO

Pruebe las muestras de queso que se le presentan de izquierda a derecha e indique con una X su opinión sobre cada una de ellas.

	MUESTRAS			
	622	350	737	835
Me gusta mucho	_____	_____	_____	_____
Me gusta	_____	_____	_____	_____
Ni me gusta ni me disgusta	_____	_____	_____	_____
Me disgusta	_____	_____	_____	_____
Me disgusta mucho	_____	_____	_____	_____

¿Cuál de todas ellas prefiere? _____

¿Qué le mejoraría a la muestra que prefirió?

¡MUCHAS GRACIAS!



ANEXO I. PRUEBA DE KRUSKAL-WALLIS

La prueba de Kruskal-wallis es una prueba no paramétrica, que se utiliza para probar la igualdad de las medias.

PROCEDIMIENTO:

1. Ordenar los datos de menor a mayor y sustituir el rango apropiado de 1,2,...,n para cada observación. En caso de empate reemplazar las observaciones por las medias de los rangos que tendrían las observaciones si fueran distinguibles.
2. Sumar los rangos de cada tratamiento (r_j) y los n_j .
3. Calcular la estadística:
$$H = \frac{12}{n(n+1)} \sum^k \frac{R_i^2}{n_i} - 3(n+1)$$
4. Buscar en la tabla de chi-cuadrada con $v=k-1$ grados de libertad y un α deseada el valor de h crítico.
5. Si h cae en la región crítica $H > X^2$ con $v=k-1$ grados de libertad, rechazar H_0 .

*Fuente: WALPOLE, Ronald; MYERS, Raymond y MYERS, Sharon. Probabilidad y estadística para ingenieros. 6 ed. México : Pearson educación, 1998. p. 623-624

ANEXO J. PRUEBA DE SUMA DE RANGOS DE WILCOXON

Se fundamenta en probar la igualdad de las medias de dos distribuciones continuas que obviamente no son normales y las muestras son independientes (es decir, no pareamiento de observaciones). Es una alternativa apropiada a la prueba t de dos muestras.

PROCEDIMIENTO

1. Seleccionar una muestra aleatoria de cada una de las poblaciones; siendo n_1 el número de observaciones en la muestra más pequeña y n_2 el número de observaciones en la muestra más grande. Cuando las muestras son iguales hay que asignar de manera aleatoria.
2. Ordenar las n_1+n_2 observaciones de las muestras en orden ascendente y sustituir un rango de $1,2,\dots,n_1+n_2$ para cada observación. En caso de empates reemplazar las observaciones por la media de los rangos.
3. La suma de los rangos que corresponden a las n_1 observaciones en la muestra más pequeña se denota como w_1 . Y w_2 representa la suma de los n_2 rangos que corresponden a la muestra grande.
4. El total w_1+w_2 depende del número de observaciones en las dos muestras .
5. Calcular:

$$w_2 = \frac{(n_1+n_2)(n_1+n_2+1)}{2} - w_1$$

6. Seguido de esto, calcular:

$$u_1 = w_1 - \frac{n_1(n_1+1)}{2} \quad \text{o} \quad u_2 = w_2 - \frac{n_2(n_2+1)}{2}$$

7. La hipótesis nula se rechazará siempre que las estadísticas apropiadas u_1 y u_2 tomen un valor menor o igual que el valor crítico de u dado en la tabla de valores críticos para la prueba de suma de rangos.

*Fuente: WALPOLE, Ronald; MYERS, Raymond y MYERS, Sharon. Probabilidad y estadística para ingenieros. 6 ed. México : Pearson educación, 1998. p. 620-622.

ANEXO K. RESULTADOS PRUEBA KRUSKALL WALLIS

Rangos

	CATEGORI	N	Rango promedio
MUESTRAS	1,00	100	227,83
	2,00	100	194,36
	3,00	100	232,21
	4,00	100	147,60
	Total	400	

Estadísticos de contraste(a,b)

	MUESTRAS
Chi-cuadrado	37,758
Gl	3
Sig. asintót.	,000

a Prueba de Kruskal-Wallis

b Variable de agrupación: CATEGORI

Frecuencias

MUESTRAS		CATEGORI			
		1,00	2,00	3,00	4,00
	> Mediana	24	8	23	6
	<= Mediana	76	92	77	94

Estadísticos de contraste (b)

	MUESTRAS
N	400
Mediana	4,0000
Chi-cuadrado	21,258(a)
gl	3
Sig. asintót.	,000

a 0 casillas (,0%) tienen frecuencias esperadas menores que 5. La frecuencia de casilla esperada mínima es 15,3.

b Variable de agrupación: CATEGORI

ANEXO L. RESULTADOS PRUEBA DE SUMA DE RANGOS DE
WILCOXON

PRUEBAS PARA DOS MUESTRAS INDEPENDIENTES

MUESTRA 1 Y 2

Rangos

	M12	N	Rango promedio	Suma de rangos
SATIS1	1,00	100	109,32	10931,50
	2,00	100	91,69	9168,50
	Total	200		

Estadísticos de contraste(a)

	SATIS1
U de Mann-Whitney	4118,500
W de Wilcoxon	9168,500
Z	-2,277
Sig. asintót. (bilateral)	,023

a Variable de agrupación: M12

MUESTRA 3 Y 4

Rangos

	M34	N	Rango promedio	Suma de rangos
SATIS2	3,00	100	121,38	12138,00
	4,00	100	79,62	7962,00
	Total	200		

Estadísticos de contraste(a)

	SATIS2
U de Mann-Whitney	2912,000
W de Wilcoxon	7962,000
Z	-5,325
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a Variable de agrupación: M34

MUESTRA 1 Y 3

Rangos

	M13	N	Rango promedio	Suma de rangos
SATIS3	1,00	100	99,67	9967,00
	3,00	100	101,33	10133,00
	Total	200		

Estadísticos de contraste(a)

	SATIS3
U de Mann-Whitney	4917,000
W de Wilcoxon	9967,000
Z	-,214
Sig. asintót. (bilateral)	,831

a Variable de agrupación:

MUESTRA 1 Y 4

Rangos

	M41	N	Rango promedio	Suma de rangos
SATIS4	1,00	100	119,85	11984,50
	4,00	100	81,16	8115,50
	Total	200		

Estadísticos de contraste(a)

	SATIS4
U de Mann-Whitney	3065,500
W de Wilcoxon	8115,500
Z	-4,914
Sig. asintót. (bilateral)	,000

a Variable de agrupación: M41

MUESTRA 2 Y 3

Rangos

	M23	N	Rango promedio	Suma de rangos
SATIS5	2,00	100	90,51	9050,50
	3,00	100	110,50	11049,50
	Total	200		

Estadísticos de contraste(a)

	SATIS5
U de Mann-Whitney	4000,500
W de Wilcoxon	9050,500
Z	-2,596
Sig. asintót. (bilateral)	,009

a Variable de agrupación: M23