

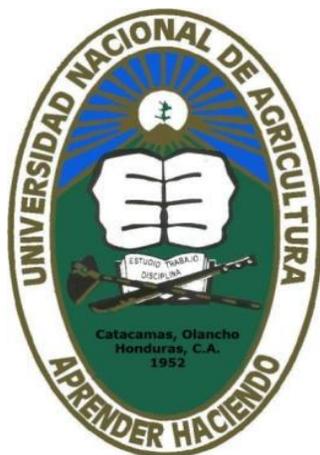
UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA

**DISEÑO DE UNA NUEVA FORMULACION DE QUESO SEMISECO EN LA PLANTA
PROCESADORA DE LACTEOS "APROLESA"**

POR:

DENIS FABRICIO MEJIA LOBO

TESIS



CATACAMAS

OLANCHO

DICIEMBRE, 2013

DISEÑO DE UNA NUEVA FORMULACION DE QUESO SEMISECO EN LA PLANTA
PROCESADORA DE LACTEOS “APROLESA”

POR:

DENIS FABRICIO MEJIA LOBO

HECTOR ALONZO GÓMEZ GÓMEZ M.Sc.

Asesor Principal

TESIS

PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCION DEL TITULO DE

LICENCIADO EN TECNOLOGIA ALIMENTARIA

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C. A.

DICIEMBRE, 2013

DEDICATORIA

A **DIOS** todo poderoso ya que por su gracia he llegado hasta este lugar, guiando mi camino, guardando mis pasos, dándome fuerza, coraje, valentía sabiduría, entendimiento y entusiasmo para poder lograr esta meta.

A **MIS PADRES**, Lesly Suyapa Lobo Ponce y Fabiel Enrique Mejia Mejia, por darme la vida, depositar su confianza, apoyarme a cada momento y sobre todo por llenarme de su gran amor, comprensión, afecto, por instruirme siempre por el camino correcto.

A **MIS HERMANOS**, Fabiel, Jasmin, Diana y Melissa siempre han estado con migo, llenándome de su amor su cariño, afecto y su comprensión, son parte de lo que más amo en mi vida mi familia.

A **MI HIJO**, Andree Mejia, mi mayor orgullo quien me ha dado las fuerzas para salir adelante y seguir luchando contra todo es mi vida entera y mi inspiración para seguir adelante.

A **MIS ABUELOS**, Carmela Ponce (QDDG), Miguel Lobo (QDDG) y Fidelina Mejia que los tengo y los tendré siempre en lo más profundo de mi corazón.

AGRADECIMIENTOS

Primeramente a **Dios** por haber cuidado de mí, en la estadía en la universidad.

A **MI ALMA MATER “UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA”**, por abrirme las puertas, y enseñarme el valioso sentido del estudio, trabajo y disciplina.

A **MIS ASESORES**, M.Sc. Héctor Gómez , M.Sc. Alba Julia Muñoz e Ing. Zoila Flores por brindarme su apoyo, confianza, tiempo e instruirme en la realización de este trabajo.

A **MIS AMIGOS**, Erwin Padilla, Fernando Rodríguez y Wilmer Díaz porque con su amistad, comprensión y apoyo he logrado culminar esta meta, y le agradezco a creador del universo haberlos puesto en mi camino.

A mis **COMPAÑEROS TECNOLOGOS**, Clase **KAYROS**, por todos los momentos inolvidables que pasamos juntos y que siempre van a quedar para la historia, le doy gracias a Dios por ser mis compañeros estos 4 años, y que junto a ustedes celebro este gran triunfo.

CONTENIDO

	pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTOS	iii
LISTA DE CUADROS	vii
LISTA DE TABLAS	viii
LISTA DE FIGURAS	ix
LISTA DE ANEXOS	x
RESUMEN	xi
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	2
2.1. General	2
2.2. Específicos	2
III. REVISIÓN DE LITERATURA	4
3.1. El queso	4
3.1.1. Valor nutricional del queso	4
3.2. Procesamiento del queso semiseco	6
3.2.1. Principios fundamentales de la elaboración del queso semiseco	6
3.2.2. Pasteurización de la leche	7
3.2.3. Estandarización de la leche	8
3.2.4. Método de coagulación de la leche para elaboración de queso	8
3.2.5. Efecto de la temperatura de la leche sobre el cuajado	9
3.2.6. Métodos de salado del queso	9

3.3. Aditivos alimentarios permitidos en queso.....	10
3.3.1. Colorante annato	10
3.3.2. Cloruro de calcio (CaCl ₂).....	11
3.3.3. El cuajo.....	11
3.3.4. El NaCl.....	12
3.4. Calidad del queso.....	13
3.4.1. Características organolépticas del queso.....	13
3.4.2. Calidad microbiológica del queso.....	13
3.5. Rentabilidad del queso.....	14
3.5.1. Rendimiento del queso.....	14
3.5.2. Costos de producción.....	15
3.5.3. Punto de equilibrio.....	15
IV. MATERIALES Y MÉTODOS	17
4.1. Ubicación del experimento.....	17
4.2. Materiales y equipo.....	17
4.3. Métodos.....	18
4.4. Etapa I. Caracterización de la leche.....	19
4.5. Etapa II. Optimización de proceso.....	20
4.6. Etapa III: Optimización de la formulación.....	22
4.7. Formulación optimizada.....	25
V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	27
5.1. Etapa I. Caracterización de la leche.....	27
5.2. Etapa II. Optimización de proceso.....	28
5.3. Etapa III. Optimización de la formulación.....	30
5.4. Formulación optimizada.....	37

VI. CONCLUSIONES.....	42
VII. RECOMENDACIONES.....	43
VIII. BIBLIOGRAFIA.....	44
ANEXOS.....	47

LISTA DE CUADROS

	pág.
Cuadro 1. Valor nutricional del queso	5
Cuadro 2. Aditivos alimentarios utilizados en queso.....	10
Cuadro 3. Valores permisibles de microorganismos en queso.....	14
Cuadro 4. Costo variable por ingrediente en queso.	15
Cuadro 5. Matriz estandarizada de contenidos de ingredientes variables.....	23
Cuadro 6. Matriz real de ingredientes variables de la formulación.	30
Cuadro 7. Punto de equilibrio	39

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Formato de dosificación de cuajos.	12
Tabla 2. Tratamientos de los tiempos de batido.	20
Tabla 3. Formulaci3n base del queso	22
Tabla 4. Nivel de ingredientes variables.....	22
Tabla 5. Resultado de an3lisis a la leche.	27
Tabla 6. Resultados de aceptabilidad general de la optimizaci3n del proceso.....	28
Tabla 7. Valores de rendimiento de la optimizaci3n de proceso.....	29
Tabla 8. Resultados de la evaluaci3n sensorial en la optimizaci3n de la formulaci3n.....	31
Tabla 9. Valores de rendimiento de la optimizaci3n de la formulaci3n.....	37

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. Descripción de las tres etapas de la investigación.	18
Figura 2. Esquema de costos fijos y costos variables.....	26
Figura 3. Resultados de calidad (color, olor, textura y sabor).....	32
Figura 4. Resultados de calidad del queso semiseco.....	35
Figura 5. Resultados aceptabilidad general.....	36
Figura 6. Preferencia entre productos.....	38
Figura 7. Representación de costos de producción por producto.....	38

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo 1. Pauta de evaluación de aceptabilidad.	48
Anexo 2. Pauta de evaluación sensorial (calidad).....	49
Anexo 3. Pauta de evaluación sensorial (Prueba de preferencia).....	51
Anexo 4. Flujo de proceso de queso semiseco.....	52
Anexo 5. Resultado de análisis de la optimización de proceso II etapa.....	52
Anexo 6. Resultados de análisis de la optimización de la formulación III Etapa.	53
Anexo 7. Resultados de preferencia (X^2).....	57
Anexo 8. Formulación optimizada para 100 litros de leche.....	57
Anexo 9. Etiqueta del producto.....	58

Mejia Lobo, DF. 2013. Diseño de una nueva formulación de queso semiseco en la planta procesadora de lácteos “APROLESA”. Tesis Lic. en T. A. Universidad Nacional de Agricultura, Catacamas, Olancho, Honduras. 68 pág.

RESUMEN

El queso semiseco es obtenido a partir de la leche de vaca, cuajo y sal yodada. En este trabajo se diseñó una nueva formulación de queso semiseco, estudiando diferentes contenidos de ingredientes variables, crema láctea, NaCl y colorante annato; evaluando sensorialmente la aceptabilidad general y calidad (color, olor, textura y sabor). Se inició optimizando el proceso estudiando diferentes tiempos de batido de la cuajada (8 min, 12 min, 16 min y 20 min) y sus efectos sobre la aceptabilidad general, mediante un diseño completamente aleatorizado, en el cual la aceptabilidad general no resultó afectada por esta condición de proceso. Luego se optimizó la formulación con las combinaciones de los ingredientes, con rangos de crema láctea de 3.3 a 4.8 %, NaCl 3.0 a 3.6 % y colorante natural annato $0.938 E^{-4}$ a $3.75 E^{-4}$ % en sus formulaciones, mediante un diseño de mezclas Simplex – Látice, con un modelo cubico especial. Los ingredientes ejercieron efectos sobre la aceptabilidad general y calidad sensorial (color, olor, textura y sabor), resultando el T2 el mejor evaluado con un 4.0% de crema, 3.4% de NaCl y $0.938 E^{-4}$ % de colorante en su formulación. Se comparó el producto de la formulación optimizada del queso y el que se elabora en la planta, mediante la prueba de Chi cuadrado (X^2) resultando la nueva formulación con mayor preferencia para los consumidores. Finalmente se determinó el costo de producción del queso semiseco optimizado, dejando un margen de contribución unitario de 3.47 lempiras.

Palabras claves: diseño de mezclas, NaCl, crema láctea, colorante annato, evaluación sensorial.

I. INTRODUCCIÓN

En Honduras se produce alrededor de 650 millones de litros de leche al año, del cual el 65% de la producción se distribuye en venta artesanal y el 35% es procesada por la agroindustria. A nivel artesanal las plantas de procesamiento comercializan principalmente queso semiseco con un 62.9% de su producción además de quesillo y mantequilla en menor cantidad (SAG 2010).

El queso es el producto elaborado a partir de la leche de vaca, con particulares características organolépticas como color, olor, textura y sabor (Hamorro 2002). Los atributos sensoriales del queso están determinados principalmente por sus ingredientes; la sal contribuye a la formación de la corteza superficial y potencia el sabor, la crema láctea concede textura y cremosidad; y el colorante brinda uniformidad en el producto y a la vez lo hace más llamativo para el consumidor (Pérez 2001).

La investigación consistió en el diseño una nueva formulación de queso semiseco en la planta artesanal de lácteos APROLESA. Se optimizó la formulación combinando diferentes contenidos de crema láctea, sal (NaCl) y colorante annato, evaluando sensorialmente aceptabilidad general, calidad (color, olor, textura y sabor) y rendimiento.

II. OBJETIVOS

2.1. General

- ✓ Diseñar una nueva formulación de queso semiseco en la planta procesadora de lácteos “APROLESA”.

2.2. Específicos

- ✓ Caracterizar la leche mediante análisis físicos y químicos.
- ✓ Identificar y optimizar factores de proceso que afecten la aceptabilidad del queso semiseco.
- ✓ Optimizar la formulación de queso en base a calidad y aceptabilidad general.
- ✓ Realizar un análisis de costos de producción del queso semiseco.

III. REVISIÓN DE LITERATURA

3.1. El queso

El queso es el producto derivado de la leche de vaca, existen de diferentes colores, olores y sabores, con textura blanda, semidura, dura o extra dura; es el grupo más diverso de los productos lácteos en el mundo. Son biológica y bioquímicamente muy estables, donde la proporción entre proteínas de suero y la caseína no debe ser superior a la de la leche (Fox *et al.* 2000).

En Honduras el proceso del queso semiseco es realizado artesanalmente elaborado a partir de leche cruda de vaca, cuajo y sal yodada obtenido por coagulación, acidificación y desuerado (SAG 2010).

3.1.1. Valor nutricional del queso

El queso contiene de forma concentrada la mayoría de los nutrientes de la leche con excepción de la lactosa. El contenido en minerales en proporción es mayor que en la leche, destacando la cantidad de calcio, en quesos madurados puede ser 10 veces mayor, también destacan los contenidos de Fosforo y Zinc. La biodisponibilidad de estos minerales no se ve afectado por los procesos de elaboración del queso, a diferencia del calcio que se pierde en el proceso de pasteurización de la leche (Hernández 2010).

Según Qinghui *et al.* (2013), el queso presenta la siguiente composición nutricional cuadro 1.

Cuadro 1. Valor nutricional del queso

Nutriente	Valor de referencia (%)
Proteína	30 – 40
Grasa	25 – 30
Sales minerales	1.2 – 4.5
Carbohidratos	0.5 – 0.7
Vitaminas	0.24 – 0.25
Total	56.94 – 75.45

Fuente: (Qinghui *et al.* 2013).

Proteínas: según la (UNAM 2002) los quesos contienen del 10 al 30 % de proteínas, siendo la caseína la principal proteína presente en el queso, ejerce efecto sobre textura y sabor. Las proteínas del queso son de alto valor biológico ya que puede alcanzar una digestibilidad alrededor del 95 %.

Grasa: juega un papel muy importante en el proceso de fabricación del queso, en la coagulación, en el corte de la cuajada, el desuerado y el salado; además influye en las características finales como la textura, aroma y rendimiento. Los quesos contienen del 16 - 40% de contenido graso (UNAM 2002).

Los ácidos grasos en queso son en su mayoría saturados (butírico, caproico, caprilico, caprico, laurico, mirístico, palmítico, esteárico, oleico y linoleico) algunos son consecuencia de la fermentación bacteriana y otros resultado de la acción de las lipasas, cantidades excesivas se asocian con rancidez hidrolítica y causan sabores desagradables (Sánchez 2004).

Sales minerales: según la (UNAM 2002) el contenido de sales minerales en queso oscila entre el 1.2 – 4.5 % siendo los más importantes el calcio, fosforo y hierro. Cuando más largo es el proceso de fermentación en queso la acidez es mayor, y el contenido de sales minerales disminuye.

Vitaminas: investigaciones realizadas por la Universidad Nacional Autónoma de México (2002), dan a conocer que las cantidades de vitaminas tipo A, D y E, está estrechamente ligado a la concentración de grasa en el queso. El contenido de vitaminas del Complejo B y vitaminas del complejo C, varían considerablemente de acuerdo al tipo de producto. Esto resulta de dos factores opuestos, uno de ellos debido a la pérdida ocasionada por factores de proceso en la elaboración y el segundo a causa del enriquecimiento durante el proceso de maduración, en donde los microorganismos como las bacterias y hongos sintetizan ciertas vitaminas como la riboflavina, el ácido pantoténico, la piridoxina, el ácido fólico, así como también algo de tiamina y B12.

3.2. Procesamiento del queso semiseco

3.2.1. Principios fundamentales de la elaboración del queso semiseco

(Cruz *et al.* 2011) describe tres principios fundamentales para la elaboración de queso, la concentración, la conservación y la maduración. El primero se lleva a cabo mediante la coagulación de la leche provocada por la enzima quimosina, el segundo se logra mediante la aplicación de buenas prácticas de higiene en la leche, adición de conservantes y tratamientos de superficies en enfriamiento, y el tercero se lleva a cabo mediante el mecanismo de transformación de la materia seca del queso, apareciendo de esta forma efectos sobre características en sabor, textura y apariencia.

3.2.2. Pasteurización de la leche

La pasteurización es un proceso térmico realizado con el objetivo de eliminar todos los patógenos potenciales en la leche, ya que el 99.9% de las bacterias en la leche son termolábiles, además inactiva algunas enzimas como la lipasa y la fosfatasa alcalina (Fox *et al.* 2000).

Las ventajas de la pasteurización es que elimina microorganismos patógenos presentes en la leche cruda, se reduce el riesgo de producir quesos de mala calidad producto del crecimiento de bacterias y se reduce el riesgo de intoxicaciones alimentarias (Fox *et al.* 2000).

Dentro de las desventajas de la pasteurización esta que a exposición prolongada a altas temperaturas reduce pérdida significativa de nutrientes, se produce inactivación de enzimas y bacterias lácticas importantes para el desarrollo de sabor y aroma del queso; el sabor de los quesos elaborados a partir de leche pasteuriza es menos intenso que el elaborado con leche cruda (Fox *et al.* 2000).

Según (Fox *et al.* 2000) los tipos de pasteurización usados en leche son los siguientes.

LTLT (baja temperatura por largo tiempo): consiste en mantener la leche a temperatura de 61 °C por 30 minutos. La leche se calienta por medio de vapor o agua caliente que circula entre las paredes del intercambiador de calor. Una vez calentada la leche se enfría a una temperatura menor a 10°C por medio de una corriente de agua fría.

HTST (alta temperatura por corto tiempo): el producto se mantiene a temperatura de 73 °C por 15 segundos utilizando un pasteurizador de flujo continuo.

UHT (Ultra alta temperatura): funciona a temperatura de 140°C por 2 segundos. Es el tratamiento térmico a temperaturas más altas. La leche UHT se envasa en condiciones de esterilidad y no requiere ser refrigerada y tiene una vida de anaquel de hasta 6 meses.

3.2.3. Estandarización de la leche

Consiste en adicionar o sustraer materia grasa con el fin de lograr el mínimo o máximo porcentaje de grasa necesario para controlar la uniformidad del producto. Una ventaja muy importante de la normalización en la composición de la leche es que el queso producido es de menor variabilidad en términos de características físicas y sensoriales, para algunos productores estandarizar significa simplemente un medio para mejorar la productividad (Johnson 2011).

3.2.4. Método de coagulación de la leche para elaboración de queso

Según la (UNAD 2005), el método de coagulación de la leche para la elaboración de queso es la enzimática, siendo este el método con mayor aplicación en la industria quesera. Tiene su principio fundamental en la adición de quimosina, la cual tiene la capacidad de coagular la caseína que se encuentra disponible en la leche.

En la coagulación enzimática se produce el ataque de la K-caseína por enzimas proteolíticas contenidas en el cuajo, se produce una disminución del pH, las enzimas coagulantes de la leche cortan la K-caseína en el enlace formado por los aminoácidos Phe – Met (Fenilalanina¹⁰⁵ – Metionina¹⁰⁶), formándose la K-caseína y el caseín-macropéptido. Cuando esto ocurre, el caseín- macropéptido (Hidrofílico) se difunde dentro del suero y se pierde en el desuerado, cuando la K-caseína (Hidrofóbica) ha sido hidrolizada una cantidad suficiente empiezan a juntarse las micelas de caseína, a esta fase se le llama coagulación.

Esta reacción termina a un pH de 4.5 (punto isoeléctrico de las caseínas) provocando la desnaturalización de las proteínas. El tiempo de coagulación es más corto a medida descende el pH de la leche (Fox *et al.* 2000).

3.2.5. Efecto de la temperatura de la leche sobre el cuajado

Según Ramírez (2002) para que la etapa de coagulación de la leche se lleve a cabo, se debe considerar la temperatura durante el cuajado, las cuales oscilan en rangos de 15 y 41 °C, con temperaturas similares a los 15°C se obtiene una cuajada con textura blanda y esponjosa ya que el tiempo de cuajado es más prolongado. La cuajada adquiere textura de mayor firmeza, a medida el calor aumenta a 25 °C. Temperaturas de 30 a 41 °C, la cuajada toma mejor firmeza y brillo, ya que hay mayor aceleración en la deshidratación de la cuajada aumentando la velocidad del tiempo en la que el coágulo adquiere la firmeza necesaria.

3.2.6. Métodos de salado del queso

(Cruz *et al.* 2011) expone que existen tres métodos de salado del queso dentro de los cuales se destacan.

- ✓ Salado por inmersión en salmuera: el producto terminado se sumerge en una solución de NaCl con una determinada concentración, acorde al tipo de queso que se desee fabricar.
- ✓ Salado en seco: los cristales de sal se añaden de forma directa a la cuajada previa a realizar el moldeado.
- ✓ Salado en seco sobre la superficie: implica la adición de sal sobre la superficie del queso ya moldeado.

3.3. Aditivos alimentarios permitidos en queso

La norma general del Codex alimentarius para quesos (2008), establece que para efectos de salud humana, están permitidos utilizar los aditivos alimentarios indicados en el cuadro 2.

Cuadro 2. Aditivos alimentarios utilizados en queso.

Código	Nombre del aditivo	Dosis máxima (mg/Kg)
Colorantes		
160	Annato	1000
100	Curcuminas	27
101	Riboflavina	100
Conservantes		
251	Nitrato de sodio	50
252	Nitrato de potasio	50
200	Ácido sorbico	3000
201	Sorbato de sodio	3000

Fuente: (Codex alimentarios 2008) la codificación mostrada en la columna uno pertenece al código del aditivo alimentario.

3.3.1. Colorante annato

El uso de colorantes en la elaboración de quesos permite mantener uniformidad en el producto, el color es el primer atributo sensorial que se percibe y puede influir sobre la percepción del sabor y aceptabilidad del producto (Wadhvani y McMahon 2012).

Existen dos grupos de colorantes los naturales y los artificiales, dentro de los colorantes utilizados en queso está el colorante Annato de origen natural, extraído del pericarpio de las semillas de la planta de achiote (*Bixa orellana*), el cual tiene como principales ingredientes activos la bixina y la norbixina (Fox *et al.* 2000).

Este pigmento ejerce un efecto beneficioso sobre la salud, reduce el riesgo de enfermedades en particular la disminución de incidencia de cáncer, prevención de enfermedades

cardiovasculares y enfermedades metabólicas, atrapan radicales peróxidos y actúan predominantemente como antioxidantes naturales (Jomova y Valco 2013).

Las ventajas del uso de carotenoides desde el punto de vista funcional es que el pigmento brinda mayor uniformidad al producto generando un color más atractivo para el consumidor, es termo resistente a altas temperaturas y tiene una parte hidrosoluble y una liposoluble (Wadhvani y McMahon 2012).

3.3.2. Cloruro de calcio (CaCl₂)

El CaCl₂ ejerce efecto sobre el cuajado por incremento del Ca²⁺ en la leche, fortaleciendo la concentración coloidal de calcio y promoviendo la disminución del pH el cual va a depender del nivel de proteínas. La adición del CaCl₂ es común ya que estabiliza la coagulación, por la capacidad de formar un coagulo con el cuajo y favoreciendo el rendimiento, su dosis de aplicación es de 0.002% (Fox *et al.* 2000).

3.3.3. El cuajo

El cuajo resulta de los fermentos contenidos en el cuajar de animales rumiantes (ganado bovino u ovino), contiene principalmente la enzima quimosina, empleada para la producción de queso, la cual ayuda a la coagulación de la caseína (Fox *et al.* 2000).

El CIC (2008) presenta las cantidades permitidas de cuajo utilizados para realizar la coagulación de la leche en la elaboración del queso tabla 1.

Tabla 1. Formato de dosificación de cuajos.

Tipo de cuajo	Cantidades sugeridas (ml)	Cantidad de leche(lts)
Cuajos microbiano	8-10	100
Cuajo natural	4-6	100
Calcio grado alimenticio	5-10	100

Fuente: (CIC 2008)

3.3.4. El NaCl

(Fox *et al.* 2000) indica los efectos de la sal sobre el queso:

- ✓ Controla el crecimiento y desarrollo de bacterias, causantes de la putrefacción y producción de gas generando daños en el producto.
- ✓ Controla diversas actividades enzimáticas en el queso.
- ✓ Favorece el drenaje del suero, originado por la capacidad higroscópica que posee, y por tanto reduce la humedad.
- ✓ Genera cambios físicos y químicos las proteínas que influyen en la textura.
- ✓ Contribuye a la formación de la corteza superficial aumentando efecto sobre el sabor del queso.
- ✓ Una reducción en el contenido de sal puede afectar la percepción de sabor salado, así mismo otras propiedades del queso, tal como la textura.

Estudios han demostrado que cuando se excede la dosis indicada de sodio en la alimentación, producto de una dieta alta de NaCl, conduce problemas de salud como ser la hipertensión, enfermedades coronarias y accidente cerebrovascular, por consiguiente en la actualidad existe interés por la creciente producción de alimentos bajos en sodio (Gregor 2001). Sin

embargo la sal es un ingrediente importante en la alimentación, cuando se disminuye su contenido, afecta la textura y sabor, las cuales son características esenciales para determinar el grado de calidad y aceptación del producto (Saint - Eve *et al.* 2009).

3.4. Calidad del queso

3.4.1. Características organolépticas del queso

Según Hamorro (2002), los quesos sea cual haya sido su proceso de elaboración y sobre todo el proceso de coagulación o el tipo de leche empleada (descremada, entera o enriquecida), presentan características organolépticas similares en cuanto a apariencia, textura y olor.

El queso debe cumplir con ciertas características organolépticas para cada uno de los atributos sensoriales, en color que sea blanco según el tipo y tecnología aplicada, representando un valor de colorimetría de 72 para luminosidad, (a escala de 0 para color negro y 100 para color blanco) y un valor promedio de 23 a escala de color de azul a amarillo. Textura compacta con un promedio de 44.75 Newton. Olor perteneciente a la familia de los olores de productos lácteos. Con un sabor, entre valores de salinidad de 20 a 22° Baumé, originado por la acción de la sal empleada en la etapa de proceso (Hamarro 2002).

3.4.2. Calidad microbiológica del queso

Para Faria (1999) el queso por su elevado contenido de salinidad, favorece principalmente al crecimiento de bacterias de la especie *Staphylococcus*. El *Staphylococcus aureus*, agente enterotoxigénico podría encontrarse desde el momento de su obtención, cuando esta bacteria se encuentra en cantidades superiores a los 10^5 UFC/g los quesos pueden contener enterotoxinas y ser origen de intoxicación alimentaria.

La SENASAG (2011) establece que existen una serie de microorganismos que tienen efecto sobre la salud humana, y los valores aceptables de UFC se detallan en el cuadro 3.

Cuadro 3. Valores permisibles de microorganismos en queso.

Microorganismo	Tipo de queso	
	Fresco	Semiseco
Mohos y levaduras (UFC/g)	500	500
Staphylococcus aureus (UFC/g)	1.000	100
Aerobios totales (UFC/g)	10.000	10.000
Coliformes totales (UFC/g)	10	10
Coliformes fecales (UFC/g)	Ausente	Ausente

Fuente: SENASAG (2011).

Para la UNAD (2005) dentro de los defectos que se dan con mayor frecuencia en quesos cabe mencionar:

- ✓ La hinchazón provocada a causa de la fermentación de bacterias productoras de gases, originando el abombamiento o síntoma de gérmenes butíricos.
- ✓ La putrefacción causada por la contaminación generada en el crecimiento de microorganismos, provocadores de olores nauseabundos.
- ✓ Defectos en la superficie, provocando pigmentos o decoloraciones ocasionados por las malas condiciones de almacenamiento.
- ✓ La mala distribución de la sal o mezcla de diferentes tipos de cuajadas da origen a sabores ácidos, amargos y rancios. A la vez defectos sobre la textura y el color.

3.5. Rentabilidad del queso

3.5.1. Rendimiento del queso

El 89 - 90% del volumen total de la leche procesada se pierde en la etapa del desuerado, resultando el 10 – 11% de queso semiseco (Monsalve y González 2005 y La SAG 2010)

3.5.2. Costos de producción

Para Anda (2007) los costos de producción están formados por tres elementos, el costo del material que se va a transformar, los sueldos y salarios del personal que va a transformar la materia prima y todos los gastos que se incurre y son necesarios para llevar a cabo la transformación.

3.5.3. Punto de equilibrio

El punto de equilibrio en una empresa u organización es cuando el ingreso total y el costo total son paralelos. Si las ventas de una compañía fuesen de ese mismo nivel en cantidad exacta, no se generarían utilidades ni pérdidas ya que estaría equilibradas (Li 1999).

En el cuadro 4 se expresan los costos de aditivos para el proceso de 100 litros de leche según (Moncada 2005).

Cuadro 4. Costo variable por ingrediente en queso.

Costo variable	Precio (L)	Unidad	Cantidad utilizada	Costo (L)
Leche	6.50	Litro	100	650
Cuajo	404.8	Litro	0.04	16
NaCl	12.925	Kilogramos	4	52
CaCl ₂	12.095	Kilogramos	0.02	0.2
Total de costos de queso, para 100 litros de leche				718

Fuente: Moncada 2005.

La industria láctea en Honduras genera ingresos importantes a la economía del país, a pesar de esto, está débilmente organizada, existe falta de conocimientos técnicos y científicos para guiar a los productores hacia mejores esquemas de competitividad. A nivel nacional el queso semiseco es el producto más demandado, producido en su mayoría en plantas artesanales,

además a nivel internacional existe una demanda significativa de productos lácteos hondureños (SAG 2010).

Las utilidades de los productos lácteos artesanales se ven afectados por las variaciones estacionales en la producción de leche, la diversidad de productos es reducida, los procesadores ofrecen al mercado productos con características diferentes entre una época del año y otra, no tienen uniformidad en los lotes de producción, además productos con una alta carga microbiana, afectando la aceptabilidad del producto por parte de los consumidores.

Con el propósito de innovar e incursionar en mejores mercados con un producto con nuevas y mejores características sensoriales, nutritivas y funcionales, se optimizó el proceso y la formulación del queso semiseco tratando de satisfacer las exigencias de los consumidores con un producto de calidad, y de esta forma aumentar las ganancias del sector lácteo de la región.

IV. MATERIALES Y MÉTODOS

4.1. Ubicación del experimento

El trabajo se realizó en la planta de procesamiento de leche y derivados APROLESA (Asociación de productores de leche de la Sierra de Agalta) en los meses de Agosto, Septiembre y Octubre, en el municipio de San Esteban, Olancho, Honduras, C.A, ubicada a una altura de 596 metros sobre el nivel del mar, con temperatura media anual de 23°C.

4.2. Materiales y equipo

Materia prima: leche cruda entera y descremada.

Ingredientes: cloruro de calcio (CaCl_2), sal yodada (NaCl), crema láctea (35 % de grasa), cuajo líquido microbiano y colorante Annato.

Materiales: agua destilada, alcohol etílico al 68%, hidróxido de sodio (NaOH al 0.1N), fenolftaleína, ácido sulfúrico (H_2SO_4 al 90- 91 %) y alcohol isoamílico.

Equipo: cuarto frío, butirómetros de Gerber, centrifuga de Gerber, pipetas, bureta, matraz, tinas y mesa de acero inoxidable, moldes para queso, liras, agitador, balanza digital, termómetro y probeta.

4.3. Métodos

La investigación se llevó a cabo en tres etapas como se muestra en la figura 1.

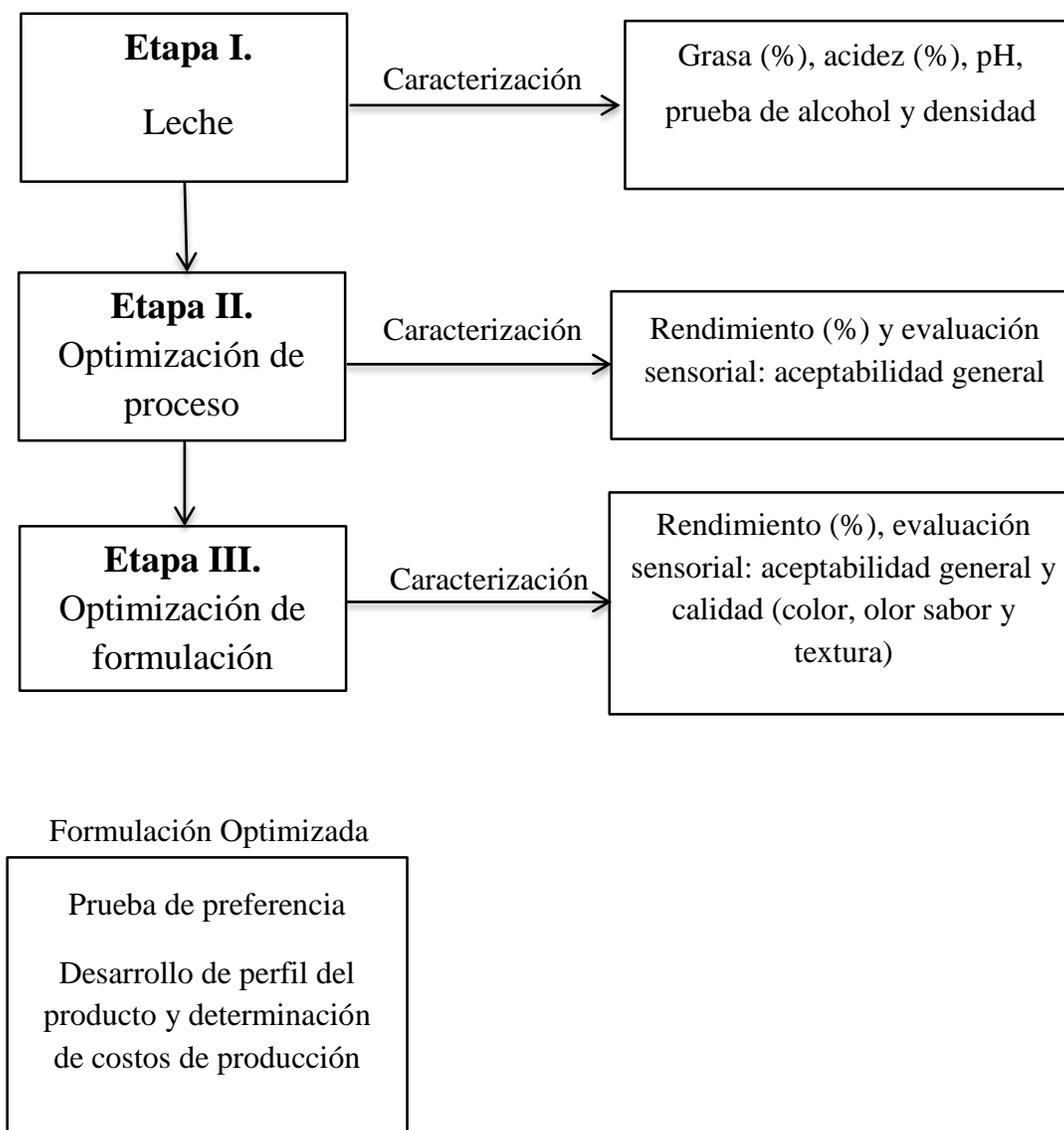


Figura 1. Descripción de las tres etapas de la investigación.

4.4. Etapa I. Caracterización de la leche

1. Caracterización de la leche

La leche se caracterizó de acuerdo a.

- ✓ **Contenido de grasa** (método de gerber): se colocaron 10 ml de ácido sulfúrico en el butirometro de gerber, luego se añadieron lentamente 11 ml de leche, posteriormente se depositó 1 ml de alcohol isoamílico y se centrifugó 5 minutos en la centrifuga de gerber luego se depositó el butirometro de gerber a baño maría por 5 minutos a temperatura de 85°C, posteriormente se procedió a tomar lectura.
- ✓ **Ácido láctico (%)** (método de acidez titulable): se depositaron 10 ml de leche en un beaker, luego se agregaron 3 gotas del indicador fenolftaleína, y se procedió a la titulación con NaOH 0.1N, hasta la aparición de un color rosado y luego se tomó la lectura respectiva de volumen de NaOH gastado. Aplicando la ecuación 1.

$$\text{Acidez} = \frac{(V)(N)(\text{Meq}) \times 100\%}{W} = \text{Ecuación 1}$$

Donde:

V: Volumen en ml de NaOH gastados en la titulación.

N: Normalidad del NaOH

Meq: 0.09 Miliequivalentes de ácido láctico

W: Peso de la muestra

- ✓ **Densidad** (método de lactodesimetría): se midió un litro de leche en una probeta y se llevó a una temperatura de 15 °C, luego se introdujo el lactodensímetro con el cuidado de no tocar las paredes internas, se dejó reposar por 30 segundos para luego tomar lectura.
- ✓ **Prueba de alcohol**: se mezclaron 10 ml de leche con 10 ml de alcohol etílico al 68% en un beaker, luego se realizaron movimientos circulares y se procedió a observar la muestra, es positiva cuando hay presencia de grumos.

- ✓ **Determinación del pH** (método electrométrico): se midió 10 ml de leche y se homogenizó, se introdujo el bulbo del pHmetro y se esperó que se estabilizará el valor del pH para proceder a tomar la lectura respectiva.

4.5. Etapa II. Optimización de proceso

Se optimizó el proceso de queso semiseco tomando en cuenta el factor tiempo de batido de la cuajada, los cuales se detallan en la tabla 2.

Tabla 2. Tratamientos de los tiempos de batido.

Tratamiento	Tiempo de batido en minutos
1	8
2	12
3	16
4	20

Para la elaboración de los diferentes quesos semisecos, se tomó la formulación base existente en la planta tabla 3, combinando los diferentes tiempos de batido de la cuajada.

Rendimiento (%)

Se pesó cada una de las muestras de queso obtenidas de cada tratamiento y se calculó el rendimiento usando la ecuación 2.

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{\text{Kilogramos de queso}}{\text{Kilogramos de leche}} \times 100 = \text{Ecuación 2}$$

Evaluación sensorial

Se aplicó una prueba de escala lineal no estructurada para evaluar la aceptabilidad general, con un panel conformado por 13 jueces seminternados anexo 1.

A cada panelista se le entregó 25 gr de queso semiseco, de cada una de las muestras, codificadas y distribuidas de forma aleatoria, con una pauta de evaluación sensorial de aceptabilidad general, lápiz, galleta soda y agua.

El entrenamiento de los jueces se llevó a cabo en cuatro sesiones y la evaluación se aplicó en un salón ventilado y con buenas condiciones de iluminación, la evaluación se realizó dos días después de haber retirado de los moldes cada uno de los diferentes queso (toda la etapa de proceso se llevó a cabo en 5 días)

Análisis estadístico

Se realizó un análisis de varianza (ANOVA), a un nivel de significancia de 5% con un diseño completamente aleatorizado para conocer si la variable tiempo de batido de la cuajada, tiene efecto estadísticamente significativo sobre la variable respuestas aceptabilidad general, con un total de 4 tratamientos. Los datos obtenidos fueron analizados con el programa estadístico Statgraphics centurión.

Modelo Matemático

$Y_t: \mu + C_t + E_t$

Y_t : Variable aleatoria observable-

μ : Media general.

C_t : efecto del tiempo de batido de la cuajada

E_t : error Experimental

4.6. Etapa III: Optimización de la formulación

De la formulación base ya existente en la planta se seleccionaron tres ingredientes variables mostrados en la tabla 3, crema láctea, colorante annato y el cloruro de sodio (NaCl), dichos ingredientes equivalen a un 6.3 – 9.1% de las formulaciones tabla 4.

Tabla 3. Formulación base del queso

Ingredientes	Valor (/%)
Leche	96.0
Cloruro de sodio *	2.6
Crema láctea*	1.0
Cuajo	0.12
Colorante Annato*	0.009
Cloruro de Calcio	0.002
Total	100

*Ingredientes variables

En la tabla 4 se expresan las cantidades altas y bajas de los ingredientes que fueron tomados en el diseño de mezclas como ingredientes variables, en sus diferentes niveles de aplicación, tomados de la formulación base.

Tabla 4. Nivel de ingredientes variables.

Factor de estudio	Nivel bajo(-)	Nivel alto(+)
% Crema	3.3	5.5
% NaCl	3.0	3.6
%Colorante	0.938 E ⁻⁴	3.71 E ⁻⁴
Total	6.3	9.1

En el cuadro 5 se presentan los niveles de crema láctea, sal y colorante annato, para cada uno de los tratamientos. Se evaluaron cuatro niveles de cada ingrediente siendo el 0.0 el nivel más bajo, el 0.33 el nivel intermedio bajo, el 0.67 el nivel intermedio alto y el 1.0 el nivel alto; la suma de los diferentes niveles de ingredientes variables para cada tratamiento será igual 1.

Cuadro 5. Matriz estandarizada de contenidos de ingredientes variables.

Tratamiento	Matriz estandarizada		
	Crema	NaCl	Colorante
1	0.67	0.0	0.33
2	0.33	0.67	0.0
3	0.33	0.33	0.33
4	0.0	0.67	0.33
5	0.67	0.33	0.0
6	0.0	1.0	0.0
7	0.0	0.33	0.67
8	0.0	0.0	1.0

Rendimiento (%)

Después de la elaboración de cada queso se pesó cada una de las muestras y utilizando la ecuación 2 se obtuvo el rendimiento.

Evaluación sensorial

Se realizó evaluación sensorial de las muestras, con un panel compuesto por 8 jueces semi entrenados, para determinar la aceptabilidad general y calidad (color, olor, textura y sabor) de los quesos.

A cada panelista se le entregó 25 gr de cada queso, servidas y codificadas en forma aleatorizada, además de la pauta de evaluación de calidad (color, olor, sabor y textura) y pauta de aceptabilidad, lápiz, galleta soda y agua, los productos fueron evaluados después de dos días de su elaboración anexo 1 y 2 respectivamente. La evaluación se hizo en un salón amplio, ventilado e iluminado. La mayoría de los jueces eran del sexo femenino y edades de 18 años a 40 años.

Diseño experimental

Se utilizó un diseño de mezclas Simplex-Látice, con un modelo cubico especial, donde se realizó un análisis de varianza (ANOVA) a un nivel de significancia del 5% y pruebas de comparación múltiple de Tukey, analizado con el software Statgraphics centurión, donde se analizaron los efectos de las variables independientes (% de crema láctea, % de sal yodada y % de colorante annato), para determinar la formulación optima con mejor rendimiento, calidad y aceptabilidad general.

Para rendimiento se utilizó un diseño completamente aleatorizado y se realizó análisis de varianza (ANOVA) al 5% de significancia y pruebas de comparación múltiple Tukey.

Modelo Matemático

$$Y_{ijk}: \mu + C_i + S_j + C_k + (CS)_{ij} + (CC)_{ik} + (SC)_{jk} + (CSC)_{ijk} + E_{ijk}$$

Y_{ijk} : variable aleatoria observable

μ : media general.

C_i : efecto de la crema láctea.

S_j : efecto del sal yodada NaCl

C_k : efecto del colorante

CS_{ij} : interacción crema-NaCl

CC_{ik} : interacción crema- colorante

SC_{jk} : interacción NaCl-colorante

CSC_{ijk} : interacción entre el factor A x M x C.

E_{ijk} : error experimental

4.7. Formulación optimizada

Comparación de productos

Con el producto mejor evaluado se aplicó una prueba de preferencia a 50 consumidores, con respecto al producto que se elabora en la planta, a los resultados obtenidos se le aplicó el test pareado de preferencia (comparativa), chi cuadrado y con un nivel de significancia del 5% aplicando la ecuación 3 y anexo 3.

$$\text{Chi-Cuadrado } X^2 = \frac{2(o - e / -1/2)^2}{e} = \text{Ecuación 3}$$

Donde:

o: Frecuencia observada de la muestra de mayor preferencia.

e: Frecuencia esperada (La mitad de las observaciones)

Desarrollo del perfil de producto

Se elaboró la presentación del producto, etiqueta con el nombre de la empresa, nombre del producto, fecha de elaboración y vencimiento, y cantidad de producto respectivo en cada presentación.

Determinación de costos de producción

Para realizar el análisis de costos se consideraron los tres productos que se elaboran actualmente en la planta (queso, quesillo y mantequilla) y se determinó el costo real del queso semiseco optimizado, se determinaron los costos de materia prima y los costos de operación, construyendo así una cedula de costos del producto figura 2.

Luego con los datos obtenidos en proceso, se elaboró una matriz para calcular el margen de contribución, luego calcular el punto de equilibrio de la planta. De esa manera se calculó el nivel de ventas para que la empresa este en punto de equilibrio.

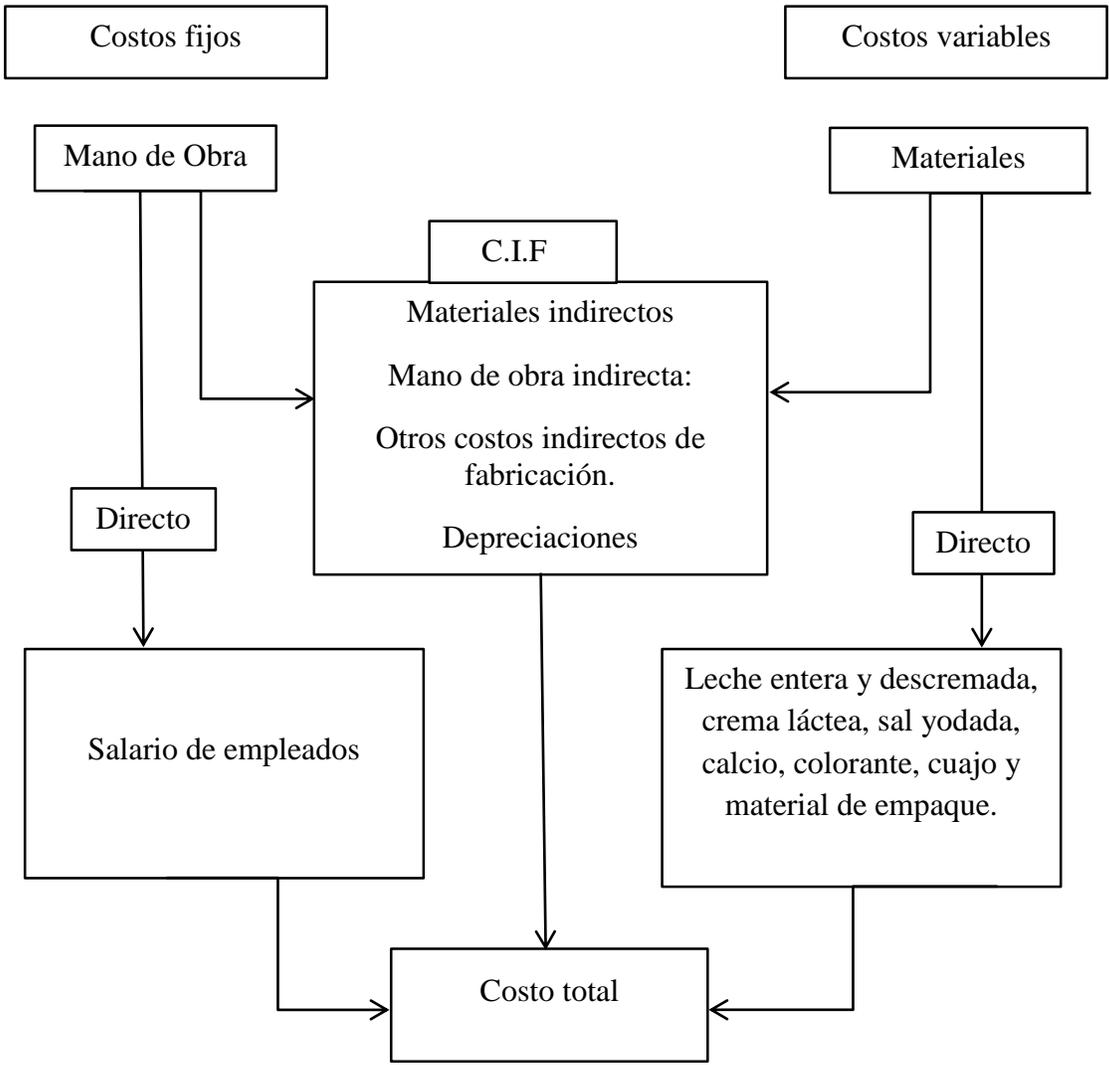


Figura 2. Esquema de costos fijos y costos variables

V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

5.1 . Etapa I. Caracterización de la leche.

En la tabla 5 se presentan resultados de los análisis físicos y químicos en leche.

Tabla 5. Resultado de análisis a la leche.

Parámetro	Valor
Grasa (%)	3.95 ±0.10
Grasa de leche descremada (%)	0.05 ±0.00
Densidad (g/ml)	1.031 ±0.00
Acidez (% ácido láctico)	0.16 ±0.01
pH	6.74 ±0.02
Alcohol	Negativo

Medias de $n=4 \pm$ D.E.

Los resultados de los análisis físicos y químicos encontrados mostraron que la leche es apta para ser procesada y ser transformada en queso, ya que está dentro de los rangos de una leche de buena calidad. Para (Fox *et al.* 2000) la leche para proceso debe de cumplir con ciertos parámetros de calidad.

La densidad debe estar comprendida entre 1.028 a 1.033 g/ml, si la lectura es menor 1.028g/ml se trata de leche que ha sido adulterada y si la lectura es mayor que 1.033 se está en presencia de leche descremada. Acidez de 0.13 a 0.18 % leche con mayor acidez debe ser rechazada ya que probablemente es producto de alto crecimiento microbiano, con un pH ligeramente ácido comprendido en 6.6 y 6.8 y la prueba de alcohol negativa.

Los valores de acidez, pH y alcohol se deben posiblemente a que los productores tienen implementadas las buenas prácticas de ordeño en su finca; la densidad y grasa fue influenciada por la época del año, alimentación y genética de los animales.

5.2. Etapa II. Optimización de proceso

En la tabla 6 se representan los resultados obtenidos para cada uno de los tratamientos en la optimización de proceso.

Tabla 6. Resultados de aceptabilidad general de la optimización del proceso.

Tratamiento	Media
1	13.2 ^a
2	13.3 ^a
3	13.5 ^a
4	13.6 ^a

Letras iguales en la misma columna significa que no existen diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

El análisis de varianza para aceptabilidad general demostró que no existe diferencia estadísticamente significativa ($P > 0.05$) entre tratamientos, esto indica que la aceptabilidad general no se ve afectada por los tiempos de batido de la cuajada anexo 5.

Los resultados muestran que los tiempos estudiados no afectan significativamente la aceptabilidad del producto, posiblemente a tiempos mayores o menores presenten efecto sobre los atributos sensoriales del producto.

Rendimiento

En la tabla 7 se muestran los resultados de rendimiento, para cada tratamiento.

Tabla 7. Valores de rendimiento de la optimización de proceso.

Tratamiento	Rendimiento (%)
T1	8.71
T2	9.51
T3	9.01
T4	8.86

En la tabla 7 muestra que el T2 presentó la media más alta para rendimiento (12 minutos) 9.51%, el T1 (8 minutos) presentó la menor media de rendimiento 8.71%, el T3 media de 9.01% y el T4 presentó una media de 8.86, ambos presentaron los valores intermedios.

Ha mayor tiempo de batido mayor drenaje del suero por acción de la sinéresis, y por tanto mayor separación del suero, deshidratando la cuajada, algunos autores mencionan que a mayor tiempo de batido el rendimiento del queso será menor, producto del suero que se pierde en la etapa desuerado, sin embargo a cortos tiempos de batido la cuajada no desprende suero por acción de sinéresis y esto ocasiona pérdidas en la etapa del prensado (Sbodio y Revelli 2012).

Las condiciones de proceso del T2 fueron utilizadas en la optimización de la formulación (anexo 4).

5.3. Etapa III. Optimización de la formulación

La crema láctea y el NaCl afectan la textura y el sabor del queso, el colorante annato afecta el color, y pueden determinar la aceptabilidad o rechazo del queso.

En el cuadro 6, se presentan los valores reales usados de cada ingrediente variable en la formulación de queso.

Cuadro 6. Matriz real de ingredientes variables de la formulación.

Tratamiento	Matriz real		
	Crema (%)	NaCl (%)	Colorante (%)
1	4.8	3.0	2.34 E ⁻⁴
2	4.0	3.4	0.938 E ⁻⁴
3	4.0	3.2	2.34 E ⁻⁴
4	3.33	3.4	2.34 E ⁻⁴
5	4.8	3.2	0.938 E ⁻⁴
6	3.3	3.6	0.938 E ⁻⁴
7	3.3	3.2	2.81 E ⁻⁴
8	3.3	3.0	3.75 E ⁻⁴

Valores de crema láctea al (45.9% de grasa) por debajo del 3.3% afecta la textura y arriba de 5.5% afecta el sabor del queso. La sal por debajo de 3.0 % se obtienen queso con textura pastosa y arriba de 3.6% se obtienen quesos salados. El colorante annato a contenidos bajos de 0.938 E⁻⁴ % presenta colores blancos similares a la leche descremada y arriba de 3.75 E⁻⁴ % el color del queso es amarillo intenso y desagradable para los consumidores.

En la tabla 8, se presenta los resultados de la evaluación sensorial para aceptabilidad general y calidad (color, olor, textura y sabor) en la optimización de la formulación.

Tabla 8. Resultados de la evaluación sensorial en la optimización de la formulación.

Tratamientos	Aceptabilidad general	Calidad			
		Color	Olor	Textura	Sabor
1	11.9 ±0.91 ^a	6.5 ±0.53 ^{ab}	6.0 ±0.53 ^a	5.3 ±0.88 ^{abc}	5.6 ±0.74 ^{ab}
2	12.8±0.83 ^a	6.8 ±0.46 ^a	6.3 ±0.70 ^a	6.5 ±0.53 ^a	6.3 ±0.88 ^{ab}
3	11.0 ±1.62 ^a	6.0 ±0.53 ^{abc}	5.9 ±0.99 ^a	6.0 ±0.75 ^{ab}	6.0 ±0.53 ^{ab}
4	12.2 ±0.75 ^a	5.6 ±0.51 ^{abcd}	5.9 ±0.83 ^a	5.3 ±0.92 ^{abc}	6.1 ±0.64 ^{ab}
5	11.4 ±1.40 ^a	5.0 ±0.70 ^{bcd}	5.8 ±1.28 ^a	4.3 ±1.16 ^c	5.4 ±0.77 ^{ab}
6	12.7 ±0.48 ^a	5.5 ±0.75 ^{bcd}	6.6 ±0.75 ^a	6.5 ±0.53 ^a	5.9 ±0.64 ^{ab}
7	11.9 ±0.90 ^a	5.5 ±0.92 ^{bcd}	6.1 ±0.64 ^a	6.3 ±0.46 ^{ab}	6.4 ±0.51 ^a
8	12.0 ±0.81 ^a	4.8 ±0.91 ^d	6.1 ±0.99 ^a	5.0 ±0.75 ^{bc}	5.3 ±0.70 ^b

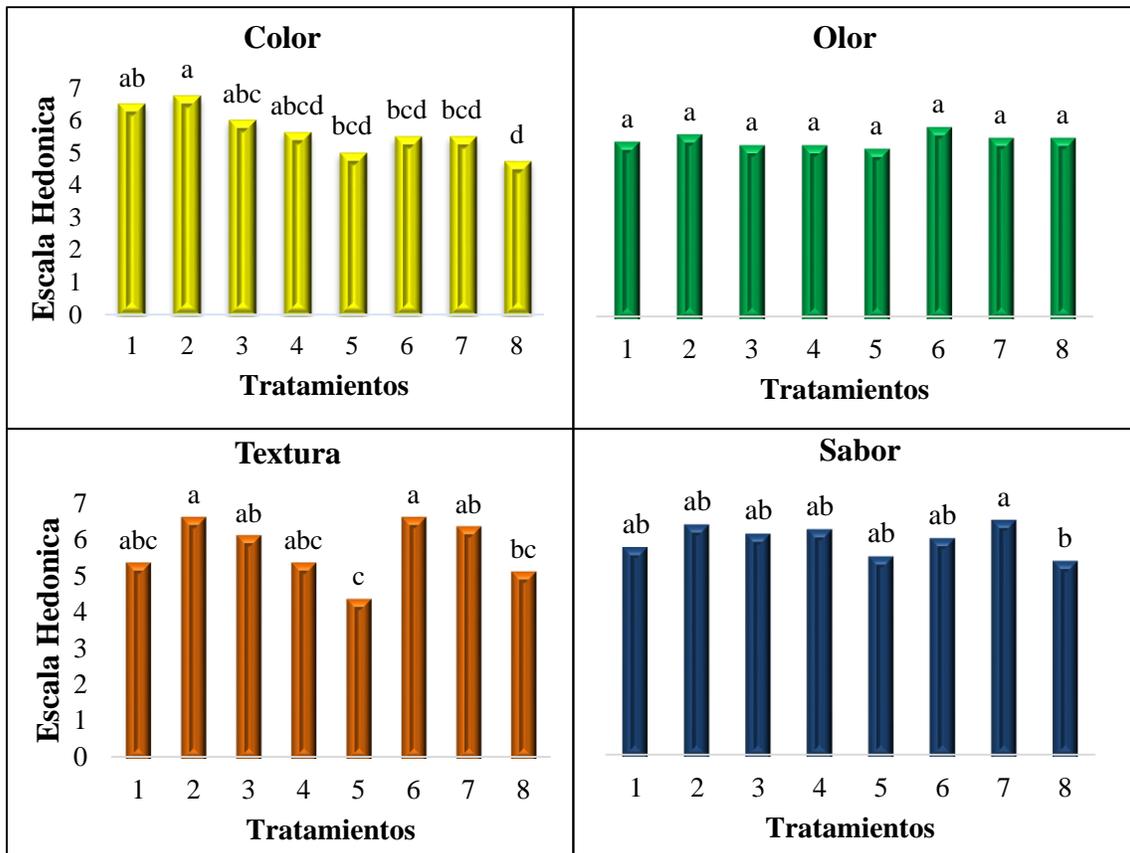
Letras iguales en la misma columna significa que no existen diferencias estadísticamente significativas ($P>0.05$) según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Los resultados mostrados en la tabla 8 se aprecia que en aceptabilidad general no existió diferencia estadísticamente significativa ($P>0.05$) donde el T2 fue el que obtuvo la media más alta (12.8), en color existió diferencia estadísticamente significativa ($P<0.05$) y los tratamientos mejor evaluados fueron el T1, T2, T3 y el T4, los tratamientos peor evaluados fueron el T5, T6, T7 y el T8, y en olor no existe diferencia estadísticamente significativas ($P>0.05$) entre tratamientos.

En textura existe diferencia estadísticamente significativa ($P<0.05$) siendo el T1, T2, T3, T4, T6 y T7 los mejor evaluados y el T5 y T8 los peor evaluados, por su parte en sabor existió diferencia estadísticamente significativa ($P<0.05$) el T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7 los mejor evaluados y el T8 el peor evaluado (anexo 6).

Evaluación sensorial de calidad

En la figura 3 se representan los resultados de la evaluación sensorial de calidad (color, olor, textura y sabor)



Letras iguales en la misma columna significa que no existen diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Figura 3. Resultados de calidad (color, olor, textura y sabor).

Color

En color el T1 y T2 fueron de los mejor evaluados con media de 6.5 y 6.8 respectivamente, presentando un equivalente en la escala hedónica de "Me gusta mucho", con formulaciones

de 4.8 % de crema láctea, 3.0 % de NaCl y 2.34×10^{-4} % de colorante para T1 y el T2 con 4.0 % de crema láctea, 3.4 % de NaCl y 0.938×10^{-4} % de colorante annato.

Sin embargo el T8 con media de 4.8 fue el peor evaluado con un equivalente en la escala hedónica de "Me es indiferente" el cual tuvo 3.3 % de crema láctea, 3.0% de NaCl y 3.75×10^{-4} % de colorante annato en su formulación. Los tratamientos mejor evaluados fueron los de nivel intermedio bajo (T1) y nivel bajo (T2) de colorante y el tratamiento peor evaluado fue el que tenía el nivel alto de colorante (T8) cuadro 6.

El efecto en el color en este trabajo se le atribuye principalmente al contenido de colorante en la formulación. Estos resultados son similares a los reportados por (Wadhvani y McMahon 2012), en su investigación, que mostraron que los quesos con alto contenido de colorante annato (0.07 %), fueron considerados poco atractivos y no del agrado de los consumidores, ellos demostraron que los consumidores prefieren poca intensidad del color amarillo, aduciendo que es necesario el empleo de colorantes para estandarizar este atributo siempre y cuando se aplique en dosis bajas.

Olor

Los resultados de olor no fueron afectados por los ingredientes que conforman su formulación. Estos resultados tienen el mismo comportamiento a los encontrados por Boisard *et al.* (2014) que evaluaron la composición de NaCl y lípidos en diferentes modelos de quesos, demostrando que la percepción del olor no es afectada por el contenido de NaCl y grasa.

No encontrar diferencias en los diferentes tratamientos se debió posiblemente a que las cantidades estudiadas fueron bajas. Además que este tipo de quesos semiseco, no son quesos que han llevado un periodo prolongado de maduración, por lo tanto la materia grasa no ha sufrido ningún proceso de liberación de ácidos grasos de cadena corta.

Textura

En textura el T2 y T6 fueron de los mejor evaluados con media igual (6.5) presentando un equivalente en la escala hedónica de "Me gusta mucho", con formulaciones de 4.0 % de crema láctea, 3.4 % de NaCl y 0.938 E⁻⁴ % para el T2 y el T6 con 3.3 % de crema láctea, 3.6 % de NaCl y 0.938 E⁻⁴ % de colorante.

El T5 y T8 fueron los peores evaluados con medias de 4.3 y 5.0 respectivamente, contenían en sus formulaciones el T5 4.8 % de crema láctea, 3.2 % de NaCl y 0.938 E⁻⁴ % de colorante y el T8 3.3% de crema láctea, 3.0% de NaCl y 3.75 E⁻⁴ % de colorante. Los tratamientos que presentaron los mejores resultados de textura contenían en su formulación nivel intermedio alto y nivel alto de NaCl y los tratamientos peor evaluados contenían nivel intermedio bajo y nivel bajo de NaCl.

Estos resultados son semejantes a los que expone (Saint - Eve *et al.* 2009), en su investigación en la que mezclaron contenidos diferentes de sal y grasa, ellos mencionan que cuando se reduce el contenido de NaCl en las formulaciones afecta la textura, además estos resultados son similares a los reportados por Cruz *et al.* (2011) que estudiaron la textura en queso sin sal y salado encontrando que el queso salado presentó textura más firme, dura y quebradiza mientras que el queso sin sal tiene textura suave y consistencia pastosa.

Estos resultados son atribuibles principalmente al contenido de sal utilizado, ya que la sal tiene alta capacidad higroscópica que ayuda a la liberación de suero durante el procesamiento en este sentido a mayor cantidad usada se obtiene una textura más compacta.

Sabor

En sabor el T2 y T7 fueron de los mejor evaluados con medias de 6.3 y 6.4 respectivamente, presentando un equivalente en la escala hedónica de "Me gusta mucho" con formulaciones

de 4.0 % de crema láctea, 3.4 % de NaCl para el T2 y el T7 0.938 E⁻⁴% de colorante y el T7 3.3% de crema láctea 3.2% de NaCl y 2.81 E⁻⁴ % de colorante. El T8 fue el peor evaluado, con media de 5.3, siendo equivalente en la escala hedónica de "Me gusta poco" el cual tenía 3.3% de crema láctea, 3.0% de NaCl y 3.75 E⁻⁴ % de colorante en su formulación, conteniendo el nivel bajo de NaCl.

El efecto en sabor se le atribuye principalmente al contenido de NaCl seguido por la crema láctea en la formulación, esta se encarga de enmascarar el sabor salado en el queso cuando interactúan; ya que de los dos tratamientos mejor evaluados contenían nivel intermedio alto y nivel intermedio bajo de NaCl, y además el peor evaluado fue el tratamiento con nivel bajo de NaCl y nivel bajo de crema láctea.

Estos resultados son similares a los expuestos por Cruz *et al.* 2011 en su investigación evaluaron diferentes concentraciones de sal 1.5% a 3.5 % indicando que contenidos altos de sal resultan quesos con sabor salado y contenidos bajos resultan quesos con sabor ligeramente ácido y desagradable, la reducción lenta y gradual de NaCl puede pasar por desapercibida por parte de los consumidores.

En la figura 4 se muestran los resultados obtenidos de todos de calidad (color, olor, textura y sabor)

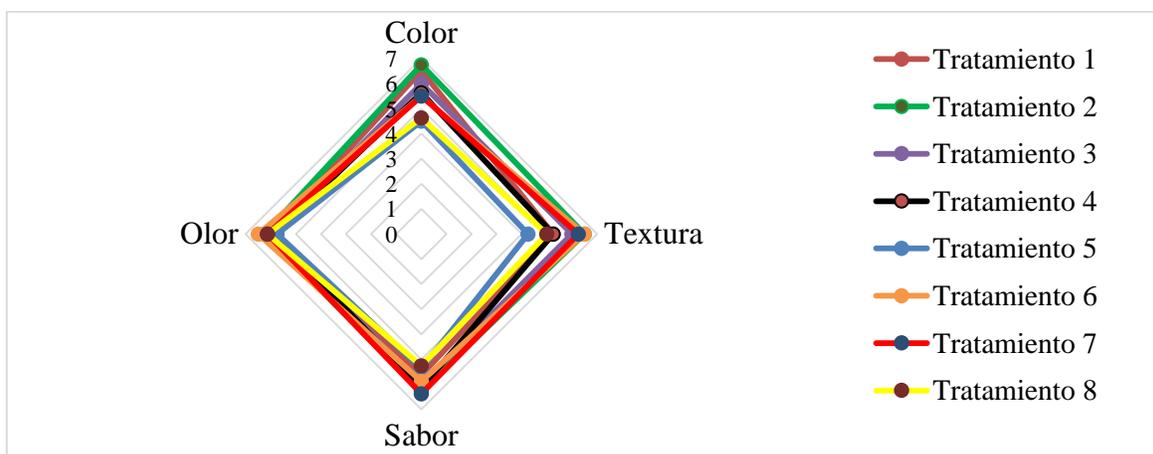


Figura 4. Resultados de calidad del queso semiseco.

En la figura 4 se aprecia que el tratamiento mejor evaluado por el panel sensorial fue el T2, ya que presentó las mayores medias de color, textura y sabor, en olor fue igual a todos los tratamientos. Esto indica que para los jueces el queso semiseco de mejor calidad sensorial es cuando en su formulación contiene nivel intermedio bajo de crema (4.0%) y nivel intermedio alto de NaCl (3.4 %) y nivel bajo de colorante (0.938 E⁻⁴ %). Para los jueces no fue del agrado quesos con color amarillo pronunciado, prefirieron el color característico de la leche entera, textura compacta y un sabor ligeramente salado.

Aceptabilidad General

En la Figura 5 se presentan los resultados.

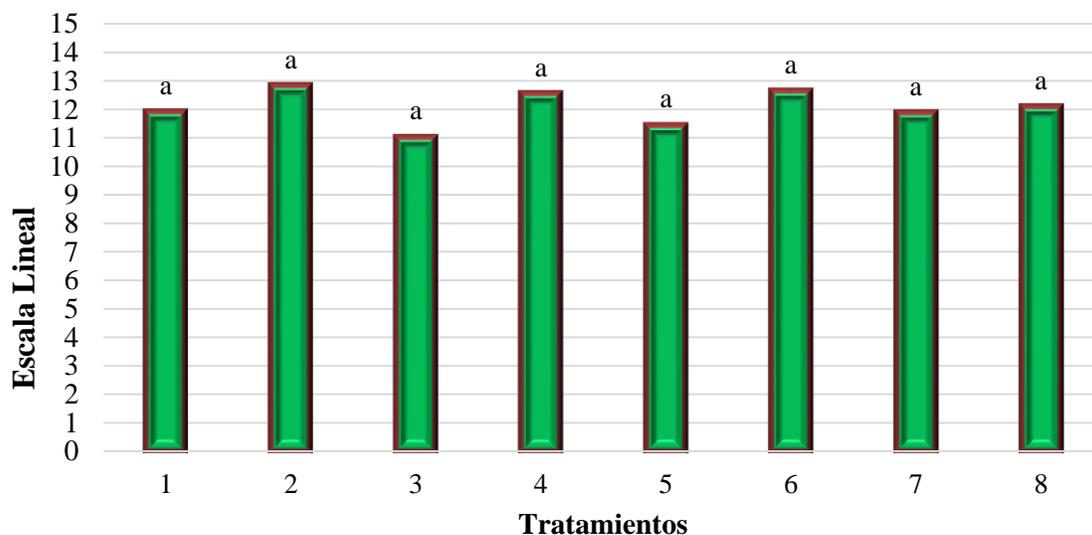


Figura 5. Resultados aceptabilidad general.

El análisis de varianza ($P > 0.05$), para aceptabilidad general mostró que no existe diferencia estadísticamente significativa, sin embargo el T2 obtuvo la media 12.8 con el valor más alto, el cual coincide con las evaluaciones de calidad; lo que muestra que la aceptabilidad y calidad muestran la misma tendencia, demostrando de esta forma que a los panelistas les agradó más el producto con la formulación usada en el T2.

Rendimiento

Tabla 9. Valores de rendimiento de la optimización de la formulación.

Tratamiento	Rendimiento (%)
1	8.5 ^a
2	8.9 ^a
3	8.8 ^a
4	9.2 ^a
5	8.3 ^a
6	8.3 ^a
7	9.2 ^a
8	8.4 ^a

Letras iguales en la misma columna significa que no existen diferencias estadísticamente significativas ($P > 0.05$) según la prueba de comparación múltiple de Tukey.

Resultados obtenidos del análisis de varianza (ANOVA), mostraron que con una ($P > 0.05$) no existe diferencia estadísticamente significativa entre los diferentes tratamientos. Estos resultados se deben posiblemente a que los contenidos de ingredientes se complementan cuando interactúan, probablemente exista efecto si se estudian cada uno de ellos por separado o a otras cantidades.

5.4. Formulación optimizada

Comparación de productos

Existe diferencia estadísticamente significativa entre la preferencia de la formulación optimizada y la formulación base. El producto optimizado representó un 96% de preferencia equivalente a 48 consumidores el resto prefirió la formulación base (figura 6). Posiblemente esto se debió a que los consumidores prefieren productos con una coloración uniforme, textura más firme y sabor más salado, ya que el producto actual presenta un color variable entre un lote y otro, sabor ligeramente ácido y textura poca compacta producto de la poca cantidad de sal que le agregan (2.7%) anexo 7 y 8.

En la figura 6, muestra los resultados de preferencia de los consumidores por queso semiseco hecho con la formulación optimizada y el producto que actualmente se elabora en planta.

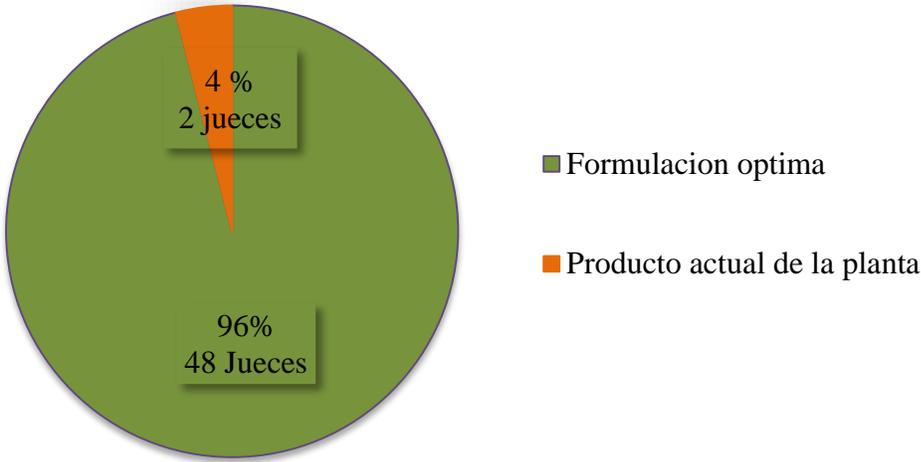


Figura 6. Preferencia entre productos.

Costos de producción

En la figura 7, se representan los precios de ventas, costos variables y margen de contribución por cada producto.

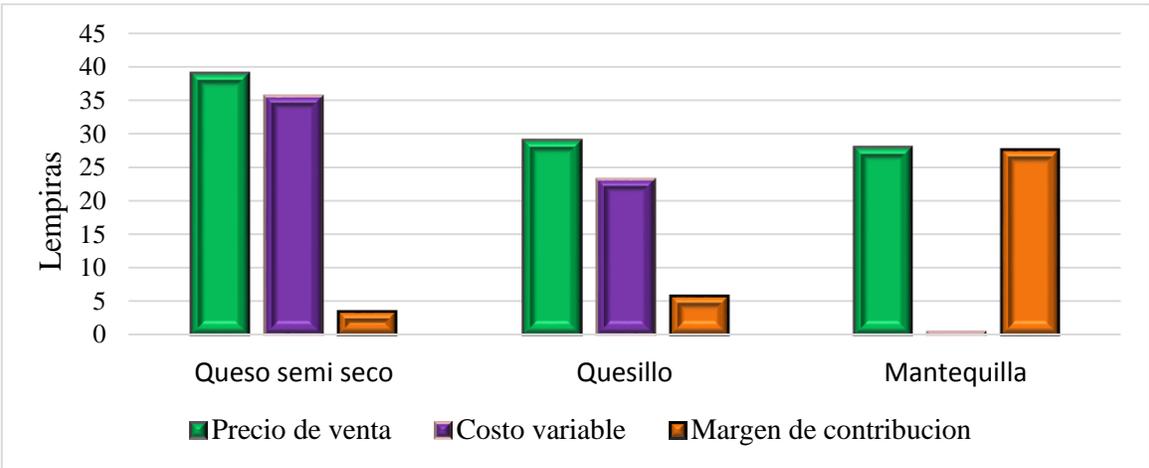


Figura 7. Representación de costos de producción por producto.

Como se aprecia en la figura 7, el queso semiseco presenta el mayor precio de venta y mayor costo variable, producto de ello aporta el menor margen de contribución, la mantequilla es subproducto del queso y del quesillo, por tanto la cantidad de mantequilla producida será dependiente de la cantidad de leche descremada que se destine para la producción. El costo de la leche descremada está incluido en el costo del queso y el quesillo por esa razón la mantequilla presenta un bajo costo variable y el mayor margen de contribución, sin embargo el queso semiseco a pesar de aportar el menor margen de contribución presenta el mayor porcentaje de participación en el mercado como se indica en el cuadro 7.

Cuadro 7. Punto de equilibrio

Producto	Queso semiseco	Quesillo	Mantequilla	Total
Participación en el mercado (%)	50.8	32.8	16.4	100.0
Cantidad a producir	3,181.04	2,052.28	1,029.26	6,262.88
Ingreso	124,060.47	59,516.18	28,827.72	212,404.37
Egreso	113,036.15	47,593.96	28,827.72	161,080.02
Contribución	11,024.31	11,922.23	28,377.81	51,324.35
Total costos fijos				51,324.35

En el cuadro 7 se muestra el punto de equilibrio, el queso semiseco con el mayor porcentaje de participación en el mercado por ser el producto más demandado con un equivalente a un 50.8% (es importante mencionar que la empresa posee tres productos), a pesar de que tiene el menor margen de contribución, seguido por el quesillo y por la mantequilla.

El total de libras a producir para cubrir el total de costos fijos son 6,263 libras de productos mensualmente vendidos, equivalente a un ingreso de 243,991.07, menos el egreso 161,080.02 aportando una contribución de 51,324.35 cantidad exacta para cubrir el total de los costos fijos y estar en punto de equilibrio, esto significa que ventas arriba de esas cantidades de libras significan ganancias y ventas abajo de esas cantidades significan pérdidas para la empresa.

La capacidad de producción de la planta es mayor a lo que se está produciendo. La planta se enfoca en la producción de queso semiseco ya que es el producto más demandado a esto se le suma que de su producción depende en gran medida la producción del sub producto mantequilla, el queso semiseco presenta el mayor costo variable ya que su rendimiento en peso de producto final es del 8.8% y por tanto necesitan más volumen de leche para producir una libra de queso, a diferencia del quesillo que tiene un rendimiento del 12.7%.

VI. CONCLUSIONES

La leche usada en este trabajo es óptima para elaborar queso semiseco (u otros derivados) ya que los resultados obtenidos están dentro de los rangos permitidos para una leche de buena calidad.

El factor tiempo de batido en el proceso de la cuajada no influyó sobre la aceptabilidad general del queso semiseco.

La aceptabilidad general y calidad sensorial (color, olor sabor y textura) resultó afectada por el contenido de crema láctea, el contenido de sal y el contenido de colorante en su formulación.

La formulación que presentó mejor calidad sensorial (color, olor, textura y sabor) y aceptabilidad general fue la formulación con 4.0% de crema láctea, 3.4% de NaCl y 0.938 E⁻⁴ % de colorante annato.

Al realizar el análisis de costos de producción se obtuvo un margen de contribución de 3.47 lempiras por libra de queso semiseco, y para estar en punto de equilibrio mensualmente se deben producir 3, 181 libras de queso, 2,052 libras de quesillo y 1,029 libras de mantequilla.

VII. RECOMENDACIONES

Adquirir los ingredientes y el equipo necesario para el proceso de queso semiseco con el uso de la formulación optimizada.

Capacitar al personal para la implementación de la formulación optimizada.

Realizar un estudio de mercado sobre la aceptabilidad de este producto.

VIII. BIBLIOGRAFIA

Boisard, L; Androit, B; Boissard V; Guichard, E; Martin, C; Salles, C; Septier, M. 2014. The salt and lipid composition of model cheeses modifies in – mouth flavour reléase and perception related to the free sodium ion content. *Food Chemistry*. 145: 437 – 444.

CIC (Centro de Información Comercial). 2009. Productos lácteos: Buenas prácticas operativas.

Codex alimentarius. 2008. Norma general del códex para el queso.

Cruz, A; Faria, J; Pollonio, M; Bolini, H; Celeghini, R; Granato, D; Shaah, N. 2012. Cheeses with reduced sodium content: Effects on functionality, public health benefits and sensory propoities. *Food Science Technology*. 22: 276-291.

Saint – Eve, A; Deleris, M; Lauverjat, C; Magnan, C; Souchon, I. 2009. Reducing sal and fat content: Impact of composition, texture and cognitive interactions on the perception of flavoured model cheeses. *Food Chemistry*. 116: 167-175.

Faria, J. García; A. Márquez ,A; Manzanilla, B; Morales, D; García, A. 1999. Resistencia a los antimicrobianos de Estafilococos aislados de leche cruda. 14(4) 343-348.

Fox, P; Cogan, T; Guinee, T, McSweeney, P. 2000. *Fundamentals of cheese science*. United States. Editorial Jane Colilla. 675 p.

Gregor, G. 2001. Blood pressure: Importance of the kidney and the need to reduce salt intake. *American Journal of Kidney Diseases*. 37: 34 -38.

Hamorro, M. 2002. *Tecnología de alimentos. Análisis sensorial de los quesos*.

Hernández, A. 2010. Composición y calidad nutritiva de los alimentos. Tratado de nutrición: 2 ed. Panamericana

Johnson, M. 2011. Cheese: Preparation of cheese milk. Encyclopedia of Dairy. 544-551 .

Jomova, K; Valko, M. (2013). Health protective effects of carotenoids and their interactions with other biological antioxidants. European Journal of Medicinal Chemistry. 70: 102-110.

Lerma, A. 2010. Desarrollo de nuevos productos: una visión integral. Zaragoza, España. ACRIBIA, S.A. p 173.

Li, D. 1999. Contabilidad de costos para uso de la gerencia: estudio analítico del costo volumen utilidades. Mexico, p 742.

Moncada Reyes, M. 2005. Efecto de la acidez y cantidad de suero en las características físico-químicas y sensoriales del quesillo. Tesis lic. Ing. Agroindustria alimentaria. Zamorano Escuela Agrícola Panamericana.

Sbodio, O; Revelli, G. 2012. Coagulación de la leche. Desarrollo de un dispositivo para el “monitoreo” del proceso. Avances en la Argentina.

Pérez, A. 2001. Determinación del rendimiento y calidad en quesos semi maduros al utilizar la leche de vaca holstein frisian, jersey y Brown swiss. Tesis de grado. Facultad de ciencias pecuarias, escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba Ecuador, p 26-35.

SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería). 2010. Análisis de la cadena de valor lácteo en honduras.

Sánchez, M. 2004. Estudio sobre los ácidos grasos libres en queso blanco venezolano. Facultas de Farmacia. 46: 29 – 32.

Qinghui, L; Xia, Y, Zhou, L; Xie, J. 2013. Evaluation of the rheological, textural, microstructural and sensory properties of soy cheese. Food and Bioproducts Processing.

UNAD (Universidad Nacional Abierta y a Distancia). 2005. Facultad de ciencias básicas e ingeniería. Tecnología de Lácteos .Bogotá.

UNAM (Universidad autónoma de México). 2002. Guía para la elaboración de queso. 2 ed. Acebedo.

Wadhvani, R; McMahon, D. 2012. Color of low – fat cheese influences flavor perception and concumer liking. *Journal of Dairy Science*. 95: 2336 – 2346.

ANEXOS

Anexo 1. Pauta de evaluación de aceptabilidad.

CARRERA: TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

Nombre _____ Fecha _____

Producto: queso semiseco.

Instrucciones: Pruebe cada una de las muestras de queso semiseco que se le presentan y marque con una línea vertical donde corresponda de acuerdo a su opinión. Por favor tomar agua después de probar cada muestra.

Muestra

Me disgusta
mucho

Me gusta
mucho

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACION

Anexo 2. Pauta de evaluación sensorial (calidad)

CARRERA DE TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

Nombre _____ Fecha _____

Producto: queso semiseco.

Instrucciones: Pruebe cada una de las muestras de queso semiseco que se le presentan y marque donde corresponda de acuerdo a su opinión. Por favor tomar agua después de probar cada muestra.

Categoría

	Me disgusta muchísimo	Me disgusta mucho	Me disgusta poco	Me es indiferente	Me gusta poco	Me gusta mucho	Me gusta muchísi mo
Valor	1	2	3	4	5	6	7

Color:

Muestra	1	2	3	4	5	6	7

Olor:

Muestra	1	2	3	4	5	6	7

Textura:

Muestra	1	2	3	4	5	6	7

Sabor:

Muestra	1	2	3	4	5	6	7

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACION

Anexo 3. Pauta de evaluación sensorial (Prueba de preferencia)

CARRERA DE TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

Nombre _____ Fecha _____

Producto: queso semiseco.

Frente a usted hay dos muestras de queso semiseco, usted debe probar primero la muestra 593 y luego la muestra 165.

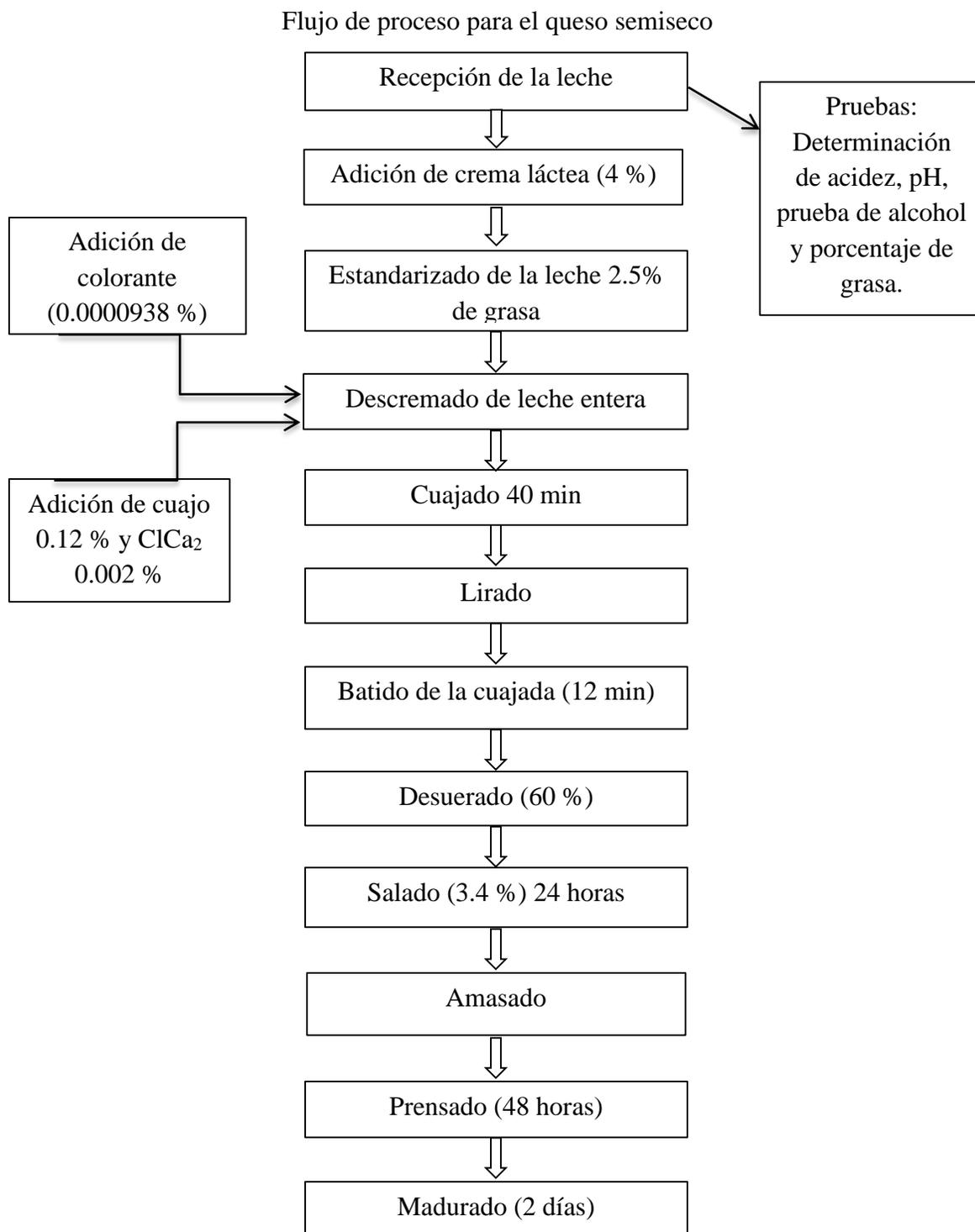
Cuál de las dos muestras prefiere. Marque con una X la muestra elegida.

MUESTRAS

593	
165	

MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN

Anexo 4. Flujo de proceso de queso semiseco



Anexo 5. Resultado de análisis de la optimización de proceso II etapa

Análisis de varianza para aceptabilidad general.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:juez	11,5138	12	0,959487	1,05	0,4123
B:tratamiento	3,12038	3	1,04013	1,14	0,3384
RESIDUOS	80,4546	88	0,914257		
TOTAL (CORREGIDO)	95,0888	103			

Anexo 6. Resultados de análisis de la optimización de la formulación III Etapa.

Análisis de varianza para color

fuentes	suma de cuadrados	gl	cuadrado medio	razón-f	valor-p
efectos principales					
a:juez	1.48438	7	0.212054	0,38	0.9100
b:tratamiento	26.4844	7	3.78348	6,77	0.0000
residuos	27.3906	49	0.558992		
total (corregido)	55.3594	63			

Pruebas de múltiples rangos para color.

tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
8	8	4,8	0,264337	d
5	8	5,0	0,264337	dcb
7	8	5,5	0,264337	dcb
6	8	5,5	0,264337	dcb
4	8	5,6	0,264337	dcba
3	8	6,0	0,264337	cba
1	8	6,5	0,264337	ba
2	8	6,8	0,264337	a

Método 95% HSD Tukey

Análisis de varianza para olor.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-f	Valor-p
Efectos principales					
a:juez	7.0	7	1.0	1.38	0.2348
b:tratamiento	3.25	7	0.464286	0.64	0.7199
Residuos	35.5	49	0.72449		
Total (corregido)	45.75	63			

Análisis de varianza para textura.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-f	Valor-p
Efectos principales					
a:juez	7.5	7	1.07143	1.62	0.1533
b:tratamiento	37.0	7	5.28571	7.97	0.0000
Residuos	32.5	49	0.663265		
Total (corregido)	77.0	63			

Pruebas de múltiples rangos para textura.

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
5	8	4.3	0.287938	c
8	8	5.0	0.287938	cb
4	8	5.3	0.287938.	cba
1	8	5.3	0.287938	cba
3	8	6.0	0.287938	ba
7	8	6.25	0.287938	ba
6	8	6.5	0.287938	a
2	8	6.5	0.287938	a

Método 95% HSD Tukey

Análisis de varianza para sabor.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-f	Valor-p
Efectos principales					
a:juez	3.85937	7	0.551339	1.20	0.3207
b:tratamiento	9.35937	7	1.33705	2.91	0.0126
Residuos	22.5156	49	0.459503		
Total (corregido)	35.7344	63			

Pruebas de múltiples rangos para sabor.

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
8	8	5.3	0.239662	b
5	8	5.4	0.239662	ba
1	8	5.6	0.239662	ba
6	8	5.9	0.239662	ba
3	8	6.0	0.239662	ba
4	8	6.1	0.239662	ba
2	8	6.3	0.239662	ba
7	8	6.4	0.239662	a

Método 95% HSD Tukey

Análisis de varianza para aceptabilidad general.

Fuente	Suma de cuadrados	Gl	Cuadrado medio	Razón-f	Valor-p
Efectos principales					
a:juez	15.54	7	2.22	1.25	0.2966
b:tratamiento	21.3775	7	3.05393	1.71	0.1276
Residuos	87.3	49	1.78163		
Total (corregido)	124.218	63			

Pruebas de múltiples rangos para aceptabilidad general etapa.

Tratamiento	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
3	8	11.0	0.471915	a
5	8	11.4	0.471915	a
7	8	11.9	0.471915	a
1	8	11.9	0.471915	a
8	8	12.0	0.471915	a
4	8	12.5	0.471915	a
6	8	12.6	0.471915	a
2	8	12.8	0.471915	a

Método 95% HSD Tukey

Análisis de varianza para rendimiento etapa III.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	1,8313	7	0,261614	0,25	0,9567
Intra grupos	8,2709	8	1,03386		
Total (Corr.)	10,1022	15			

Pruebas de múltiples rangos para rendimiento.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
5	2	8,295	a
6	2	8,295	a
8	2	8,385	a
1	2	8,51	a
3	2	8,78	a
2	2	8,795	a
7	2	9,165	a
4	2	9,175	a

Método 95% HSD Tukey

Anexo 7. Resultados de preferencia(X^2)

$$\text{Chi-Cuadrado} = \frac{2(48 - 25 / -\frac{1}{2})^2}{25} = 40.5$$

Fue un total de 50 jueces, el numero 48 indica la cantidad de jueces que prefirieron la formulación optimizada, y es la mitad de las observaciones.

Anexo 8. Formulación optimizada para 100 litros de leche.

Ingredientes	Cantidad (%)
Crema láctea	4
Sal Yodada (NaCl)	3.4
Cuajo	0.12
Cloruro de calcio	0.002
Colorante annato	0.0000938

Anexo 9. Etiqueta del producto

