

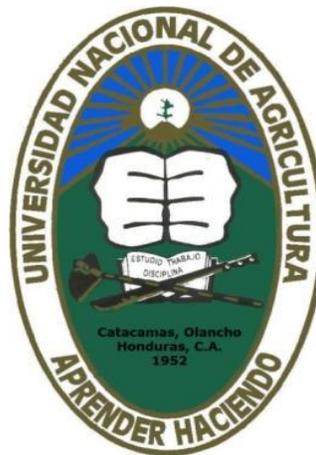
**UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA**

**DISEÑO DE UNA NUEVA FORMULACION DE QUESILLO EN LA PLANTA  
PROCESADORA DE LACTEOS “APROLESA”**

**POR:**

**LUIS FERNANDO RODRIGUEZ ARGUETA**

**TESIS**



CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

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

POR:

**LUIS FERNANDO RODRIGUEZ ARGUETA**

HECTOR ALONZO GÓMEZ GÓMEZ M.Sc.

Asesor Principal

**TESIS**

PRESENTADA A LA UNIVERSIDAD NACIONAL DE AGRICULTURA COMO  
REQUISITO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

LICENCIADO EN TECNOLOGIA ALIMENTARIA

CATACAMAS, OLANCHO

HONDURAS, C.A.

DICIEMBRE, 2013

## DEDICATORIA

A **Dios** todo poderoso por su fidelidad.

A mi **Madre** Bethy Lorena Argueta Nolasco la mejor mamá del mundo, gracias por su apoyo, sacrificio y amor, usted es mi inspiración y razón fundamental para que pudiera finalizar esta ardua etapa de mi vida.

A mi **Padre** Oscar Armando Rodriguez Soleno, este es un logro que quiero compartir con usted, gracias por su apoyo.

A mi **Abuela** Nelly Marina Argueta, que está en mis recuerdos y corazón.

A mis **Hermanas** July, Jenny, Nelly y Fanny por su oraciones y ser tan importantes en mi vida, gracias por brindarme su ayuda. A mi **hermano** Mandito aunque todavía no sabes leer, un día vas aprender y por eso te dedico esta tesis, gracias por alegrarme con tus ocurrencias y travesuras.

A toda mi familia en general.

## AGRADECIMIENTOS

A ti **Dios** porque hiciste realidad este sueño, por las bendiciones y el amor con el que me rodeas.

Para las personas que hicieron todo en la vida para que yo pudiera lograr mis sueños, por regalarme el mejor regalo del mundo el “estudio”, a ustedes por siempre mi corazón y mi agradecimiento **papá y mamá.**

A mis **hermanas, hermano, tías (os), primas (os)**, gracias a estas personas tan importantes en mi vida, que siempre estuvieron listos para brindarme toda su ayuda.

A su paciencia y comprensión, prefirió sacrificar su tiempo para que yo pudiera cumplir con el mío, esta tesis lleva mucho de usted, gracias por estar siempre a mi lado **Alejandra Martínez.**

A mis **amigos y compañeros** de la clase Kayros en especial a Denis, Wilmer y Emerson, gracias por guiarme en cualquier momento y por lo que de ustedes he aprendido, gracias porque han estado conmigo siempre.

A todos mis **catedráticos** de toda la vida mil gracias, en especial a M.Sc. Eleazar Turcios por sus consejos y confianza que me ha brindado, y a mis tres asesores, M.Sc. Héctor Gómez, M.Sc. Alba Muñoz y Lic. Zoila Flores gracias por su paciencia, tiempo y dedicación.

## CONTENIDO

	pág.
<b>DEDICATORIA</b> .....	ii
<b>AGRADECIMIENTOS</b> .....	iii
<b>LISTA DE CUADROS</b> .....	vii
<b>LISTA DE TABLAS</b> .....	viii
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	ix
<b>LISTA DE ANEXOS</b> .....	x
<b>RESUMEN</b> .....	xi
<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	1
<b>II. OBJETIVOS</b> .....	2
2.1    General .....	2
2.2    Específicos .....	2
<b>III. REVISION DE LITERATURA</b> .....	4
3.1    La leche .....	4
3.2    El quesillo.....	4
3.2.1    Propiedades sensoriales del quesillo .....	5
3.2.2    Composición química del quesillo .....	5
3.3    Procesamiento del quesillo.....	6
3.3.1    Estandarización de la leche.....	6
3.3.2    Tiempo y temperatura de cocción .....	7
3.3.3    Hilado del quesillo.....	7

3.4	Defectos del quesillo .....	8
3.5	Aditivos alimentarios permitidos en el quesillo.....	8
3.5.1	Colorantes.....	9
3.5.2	Sal (NaCl).....	10
3.5.3	Cloruro de calcio (CaCl <sub>2</sub> ).....	11
3.5.4	Ácido láctico.....	11
3.6	Microbiología del quesillo .....	12
3.7	Rendimiento del quesillo.....	13
3.7.1	Costos de producción .....	13
3.7.2	Punto de equilibrio .....	14
<b>IV. MATERIALES Y METODOS.....</b>		<b>16</b>
4.1	Ubicación del experimento.....	16
4.2	Materiales y equipo .....	16
4.3	Métodos.....	17
4.4	Etapas I. caracterización de la leche .....	18
4.5	Etapas II. Optimización del proceso .....	19
4.6	Etapas III Optimización de formula.....	21
4.7	Formulación optimizada.....	25
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....</b>		<b>26</b>
5.1	Caracterización de la leche.....	26
5.2	Optimización del proceso.....	27
5.3	Rendimiento en optimización de proceso. ....	28
5.4	Optimización de la formula.....	29
5.5	Rendimiento para la optimización de la formula. ....	37

5.6	Formulación optimizada.....	38
<b>VI.</b>	<b>CONCLUSIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>VII.</b>	<b>RECOMENDACIONES.....</b>	<b>40</b>
<b>VIII.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>43</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>.....</b>	<b>48</b>

## LISTA DE CUADROS

	pág.
<b>Cuadro 1.</b> Defectos comunes durante el proceso del quesillo.....	8
<b>Cuadro 2.</b> Aditivos permitidos para los quesos fundidos y elaborados. ....	9
<b>Cuadro 3.</b> Costos variables por ingrediente del quesillo.....	14
<b>Cuadro 4.</b> Formulación base para la elaboración de quesillo.....	21
<b>Cuadro 5.</b> Matriz de ingredientes variables.....	22
<b>Cuadro 6.</b> Pruebas físicas y químicas realizadas a la leche.....	26
<b>Cuadro 7.</b> Rendimiento en la optimización del proceso. ....	28
<b>Cuadro 8.</b> Matriz real de ingredientes variables.....	29
<b>Cuadro 9.</b> Resultados de aceptabilidad general y calidad (color, olor, textura y sabor). ....	30
<b>Cuadro 10.</b> Análisis de los costos de producción y punto de equilibrio. ....	40

## LISTA DE TABLAS

	pág.
<b>Tabla 1.</b> Composición química del quesoillo. ....	5
<b>Tabla 2.</b> Especificaciones microbiológicas del quesoillo. ....	12
<b>Tabla 3.</b> Factores de proceso y niveles estudiados para la optimización del proceso .....	19
<b>Tabla 4.</b> Nivel de ingredientes variables.....	22
<b>Tabla 5.</b> Resultados de aceptabilidad general.....	27
<b>Tabla 6.</b> Rendimiento para la optimización de la formula.....	37

## LISTA DE FIGURAS

	pág.
<b>Figura 1.</b> Esquema de las etapas de la investigación.....	17
<b>Figura 2.</b> Esquema de costos fijos y variables para el quesillo. ....	26
<b>Figura 3.</b> Resultados de calidad (color, olor, textura y sabor).....	31
<b>Figura 4.</b> Resumen de calidad (color, olor, textura y sabor). ....	35
<b>Figura 5.</b> Resultados de aceptabilidad general. ....	36
<b>Figura 6.</b> Resultados de preferencia de los diferentes productos. ....	38
<b>Figura 7.</b> Costos de producción del quesillo. ....	39

## LISTA DE ANEXOS

	pág.
<b>Anexo 1.</b> Flujo de proceso del quesillo optimizado. ....	49
<b>Anexo 2.</b> Prueba de escala lineal no estructurada. ....	50
<b>Anexo 3.</b> Prueba de escala hedónica. ....	51
<b>Anexo 4.</b> Prueba de preferencia pareada. ....	53
<b>Anexo 5</b> Análisis de varianza para aceptabilidad general en optimización del proceso. ....	54
<b>Anexo 6.</b> Análisis de varianza para calidad (color, olor, textura y sabor). ....	54
<b>Anexo 7.</b> Análisis de varianza para aceptabilidad general en optimización de la formula. ....	56
<b>Anexo 8.</b> Análisis de varianza para rendimiento. ....	56
<b>Anexo 9.</b> Formulación optimizada del quesillo. ....	57
<b>Anexo 10.</b> Formula de chi cuadrado. ....	57
<b>Anexo 11.</b> Etiqueta del quesillo. ....	58

**Rodriguez Argueta, LF. 2013.** Diseño de una nueva formulación de quesillo en la planta procesadora de lácteos “APROLESA”. Tesis Lic. T. A. Universidad Nacional de Agricultura. Catacamas Olancho, Honduras, C.A. 70 pág.

## RESUMEN

El quesillo es un producto lácteo que pertenece a la familia de los quesos de pasta hilada, elaborado con leche de vaca, sal, cuajo enzimático y lactosuero como acidulante. En este trabajo se optimizó el proceso y se diseñó una nueva formulación de quesillo, estudiando diferentes combinaciones de tres ingredientes variables, sal (NaCl), crema láctea y colorante annato, evaluando rendimiento sensorialmente calidad (color, olor, textura y sabor) y aceptabilidad general del quesillo. Se optimizó el proceso utilizando un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial, estudiando tiempo (10 min y 15 min) y temperatura (70°C y 90 °C) de cocción, los cuales no mostraron efecto estadísticamente significativo sobre la aceptabilidad general. Luego se optimizó la formulación con las combinaciones de los ingredientes con rangos estudiados, para sal de 0.35%-0.57%, crema entre 2%-4% y colorante entre 0.94E<sup>-4</sup>%-3.75E<sup>-4</sup>%, mediante un diseño de mezclas Simplex-Látice con un modelo cubico especial. Los ingredientes ejercieron efecto sobre la calidad y aceptabilidad general, resultando el T2 el mejor evaluado, con 0.42% de sal (NaCl), 2.67% de crema láctea y 2.34E<sup>-4</sup> % de colorante annato en su formulación, sin embargo para rendimiento no mostraron diferencia estadísticamente significativa. Con la formulación optimizada se realizó una comparación del quesillo con el producto elaborado en la planta mediante la prueba de Chi cuadrado ( $X^2$ ), indicando que la nueva formulación fue más preferida por los consumidores. Finalmente se determinó los costos de producción del quesillo optimizado el cual deja un margen de contribución de 5.81 lempiras por libra.

Palabras claves: Diseño de mezclas, Sal (NaCl), crema láctea, colorante annato, evaluación sensorial.

## I. INTRODUCCIÓN

En Honduras se produce aproximadamente 650 millones de litros de leche anuales, del cual el 65% de la producción se distribuye en venta artesanal y el 35% es comprada por la agroindustria (Molina 2010). La región oriental del país produce el 17.65% (106.8 millones de litros) de la producción total de leche del país, siendo Olancho el departamento de esta zona con mayor producción; convirtiéndose en un abastecedor tanto de leche como de productos procesados como queso, quesillo y mantequilla al mercado nacional y centroamericano (Montes 2004).

El quesillo es uno de los productos lácteos de mayor demanda. Es un alimento nutritivo pertenece a la familia de los quesos de pasta hilada, elaborado con leche de vaca y lactosuero como acidulante (Larios 2007). Las propiedades organolépticas del quesillo son atribuidas principalmente a la sal que aporta sabor, aroma, regula la acidez, mejora la textura y la conservación (Moncada 2005). La crema que proporciona mejor sabor, color y aroma al quesillo (Durango *et al.* 2012). Y el colorante aporta el color característico propio de un quesillo de buena calidad.

La investigación tiene el objetivo de diseñar una nueva formulación de quesillo, en la planta artesanal de lácteos “APROLESA”, con el propósito de aumentar la diversidad de productos en el sector lácteo de la región. Se estudiaron como factores de proceso diferentes tiempos y temperaturas de cocción y luego se optimizó la formulación combinando diferentes % de sal (NaCl), crema láctea y colorante annato, evaluando sensorialmente calidad (color, olor, sabor y textura), aceptabilidad general y rendimiento.

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 General**

Diseñar una nueva formulación de quesillo, 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 afectan la aceptabilidad general del quesillo.
- Optimizar la formulación del quesillo en base a calidad (color, olor, textura y sabor), aceptabilidad general.
- Realizar un análisis de costos de producción del producto terminado.

### **III. REVISION DE LITERATURA**

#### **3.1 La leche**

La leche es el producto integro procedente del ordeño completo, ininterrumpido de una hembra lechera en buen estado de salud (Alais 2003). Según Pereira (2013) la composición nutricional de la leche de vaca es 87% de agua, 4-5% de lactosa, 3% proteína, su fracción de proteína se divide en solubles 20% e insolubles 80%, 3-4% de grasa, 0,8% de minerales y 0,1% de vitaminas.

#### **3.2 El quesillo**

Moncada (2005) manifiesta que el quesillo es un tipo de queso obtenido mediante la cocción y estirado de la cuajada, el cual se obtiene a partir de la leche, cuajo, suero ácido, sal común y otros ingredientes opcionales. Según la FAO (2004) el quesillo es llamado también queso fundido, que significa un producto elaborado a partir del queso y productos obtenidos de la leche, que se mezclan, se someten a tratamiento térmico, se fusionan y se emulsionan.

Según el Codex Stand (2008) Queso fundido es el queso obtenido por molturación, mezcla, fusión y emulsión con tratamiento térmico y agentes emulsionantes de una o más variedades de queso, con o sin la adición de productos alimenticios.

### 3.2.1 Propiedades sensoriales del queso

Según Moncada (2005) el queso presenta una coloración amarilla, no pálida ni blanquecina con distribución homogénea, la coloración es afectada por la cantidad de crema de la leche y por el colorante utilizado. En el sabor inciden la calidad de todos los insumos utilizados, el sabor ácido debe ser leve y la cantidad de sal óptima. De acuerdo con Castillo (2008) la textura tiene humedad y rugosidad moderada, es ligeramente cremosa, firme, sin adherencia, desmenuzable, masticable, de elasticidad moderada. El olor es característico de los productos lácteos con intensidad muy débil.

### 3.2.2 Composición química del queso

El queso es un alimento con alto valor nutritivo, principalmente de alto contenido en grasa y proteínas. Estudios realizados por (Oliszewski *et al.* 2007) demuestran la composición química del queso en la tabla 1.

**Tabla 1.** Composición química del queso.

<b>Propiedades químicas</b>	<b>Valor</b>
Sólidos totales	49.78%
Proteína	29.02%
Grasa	21.21%
Acidez expresada como ácido láctico	17.5%
pH	5.1

Según Moncada (2005) la composición proteica del quesillo cuenta con casi todos los aminoácidos esenciales. Las proteínas están divididas en caseínas 78%, proteínas del lacto suero 17% y además 5% de sustancias nitrogenadas.

La grasa se puede encontrar en diferentes cantidades en el producto elaborado a partir del porcentaje que posea en la leche. Según Ramírez *et al.* (2010) la grasa en el producto terminado se encuentra entre 20% y 32%.

### **3.3 Procesamiento del quesillo**

#### **3.3.1 Estandarización de la leche**

La estandarización de la leche a determinada proporción de grasa, influye directamente en la calidad del quesillo. A medida que el contenido graso se incrementa, en los quesos de pasta hilada, su masa se ablanda y se dificulta su hilado (Ramírez 2010). La grasa le proporciona un mejor sabor y aroma al quesillo, debido a los ácidos grasos libres generados por la lipólisis de los triglicéridos y a los compuestos volátiles producidos también por las bacterias ácido lácticas (Durango *et al.* 2012).

Una estandarización entre 2 y 4% de grasa es importante dado que afecta varias propiedades funcionales como la firmeza, la capacidad de desmenuzamiento, la derretibilidad y la formación de desprendimiento de grasa y el color, además del rendimiento del producto terminado (Guarderas 2006).

### **3.3.2 Tiempo y temperatura de cocción**

Durante la cocción del quesillo la cuajada se ablanda y se funde debido al calor y cizalla, la caseína se dispersa, la grasa se emulsiona y se solubiliza con la caseína (Lu Y, *et al.* 2008). Este tratamiento térmico a temperaturas entre 70-90°C logra la formación de una nueva estructura, cremosidad y dureza en el quesillo (FAO 2004).

Además con estas temperaturas se logra esterilizar para mejorar la calidad y prolongar el tiempo de conservación del quesillo causando la inactivación térmica de algunos microorganismos y enzimas, que brindan resultados en un reordenamiento de la estructura de la cuajada obteniendo así una textura única (Kindstedt 2002). El tiempo de cocción oscila entre los 16-20 minutos, hasta formar cordones o hilos brillantes y lisos (Almario y Pérez 2009).

### **3.3.3 Hilado del quesillo**

El éxito de la textura del quesillo está relacionado con la proporción calcio/proteína y pH, el pH ideal para el hilado del quesillo es de aproximadamente 5.15 en el cual la concentración de calcio en la cuajada es de 27mg/g de proteína y la proporción de calcio soluble del 40 % del total, así se logra fácilmente el hilado por calentamiento y estiramiento, con un pH mayor de 5.4 la cuajada no se hila correctamente, en su lugar se obtiene una masa áspera, sin brillo, de consistencia grumosa que se fractura (Guarderas 2006 y Lu *et al.* 2008).

Estos parámetros son inversamente proporcionales, debido a que el hilado con éxito puede lograrse también con un pH de la cuajada de 5.6-5.8 si el nivel de calcio en la cuajada es suficientemente bajo (18 mg/g proteína) (Fox *et al.* 2000).

### 3.4 Defectos del quesillo

Martegani (2006) afirma que los defectos son originados por agentes ya existentes en la leche o que entran posteriormente por contaminación. Pueden también ser derivados de técnicas defectuosas de producción. En el cuadro 1, se explica el origen de los defectos comunes durante el proceso del quesillo.

**Cuadro 1.** Defectos comunes durante el proceso del quesillo.

<b>Defectos</b>	<b>Causas</b>	
Defectos durante el proceso de fundición	Producto muy líquido.	Temperatura de proceso baja < 65 °C. Acción mecánica inadecuada. Poca sal emulsionante < 0.3 %
	Quesillo de estructura corta (grumosa)	Tiempo de cocción largo 30 min. Temperatura final elevada 97 °C.
	Separación de grasa	Poca sal emulsionante < 0.3 % Acción mecánica insuficiente Temperatura final baja < 65°C
	Presencia de partículas no fundidas	Tiempo de proceso corto < 5 min. Sal emulsionante baja < 0.3%
Defectos durante el almacenaje	Cambios en la coloración del quesillo	Tiempo de calentamiento muy prolongado > 15 min. Temperatura de fundido alta 100°C

Fuente: Ruiz (2007).

### 3.5 Aditivos alimentarios permitidos en el quesillo.

La norma general del Codex Alimentarius (2008 y 2012), para queso fundido establece que para efectos de salud humana únicamente están permitidos utilizar los aditivos alimentarios indicados en el cuadro 2.

**Cuadro 2.** Aditivos permitidos para los quesos fundidos y elaborados.

<b>Emulsionantes</b>	<b>Dosis máxima (mg/ kg )</b>
Sales de sodio, potasio y calcio de los ácidos mono-, di- y Polifosfóricos	0.04
<b>Acidificantes/reguladores del pH</b>	
Ácido cítrico, fosfórico, acético y láctico	0.04
<b>Colorantes</b>	
Amarillo ocaseo	200
Cantaxantina	15
Carmines	100
Carotenoides	100
Clorofilas	50
Óxido de hierro amarillo	50
Riboflavina	300
Annato (bixina y norbixina)	1000

Fuente: Codex Alimentarius (2008 y 2012).

### 3.5.1 Colorantes

El color es el primer atributo sensorial que se percibe en el quesillo, el cual se asocia con la percepción de sabor y determina el grado de aceptación de los consumidores. La adición de colorante al quesillo ayuda a mantener un color uniforme, agradable y característico con independencia de si los animales productores de leche son alimentados con pastos verdes o secos (Wadhvani y Mahon 2012).

Como colorantes se pueden utilizar extractos naturales o sintéticos. En el caso del quesillo se utiliza ampliamente el achiote, extraída del pericarpio de las semillas de la planta de achiote (*Bixa Orellana*) la cual tiene como principal ingrediente activo la bixina y norbixina (Fox *et al.* 2000).

El uso de colorante annato en el quesillo tiene numerosas ventajas tanto funcionales como nutricionales, ya que es un pigmento natural con toxicidad nula para el humano, además tiene efectos beneficiosos sobre la salud al reducir el riesgo de varias enfermedades, en particular la disminución de la incidencia de cáncer y enfermedades del ojo. Limpian eficazmente los radicales peróxidos y actúan predominantemente como antioxidantes y evitan la prevención de enfermedades cardiovasculares y enfermedades metabólicas (Jomova y Valko 2013).

Además este pigmento es soluble en agua y grasa ya que está compuesto químicamente por carotenoides como la bixina liposoluble e hidrófoba y la norbixina a la inversa. Su color amarillo se conserva en el calentamiento, lo que significa que es termo resistente, por lo tanto facilita la obtención del tono adecuado (Fox *et al.* 2000).

### **3.5.2 Sal (NaCl)**

Hoy en día, las autoridades sanitarias recomiendan la disminución progresiva del contenido de sal en los productos alimenticios, debido a que un exceso de ingesta de sodio puede ser causa de enfermedades (Floury *et al.* 2009). Así mismo se ha demostrado que una dieta alta en sal conduce a problemas de salud como la hipertensión, enfermedades coronarias y accidente cerebrovascular. Por consiguiente, existe un interés creciente en la producción de alimentos bajos en sodio (Deleris *et al.* 2009). Sin embargo, la sal es un ingrediente importante en la alimentación, cuando se disminuye su contenido en el quesillo se sabe que afecta la textura y sabor, características que son esenciales para la calidad y la aceptación del consumidor.

Los niveles de NaCl controlan diversas actividades enzimáticas en el queso, modifican la conformación de proteínas, por lo tanto, influyen en la textura del queso y contribuyen directamente al sabor a través de su influencia sobre los microorganismos y enzimas (Floury *et al.* 2009).

El NaCl cumple con una función importante en mejorar la conservación, debido a que aumenta la presión osmótica de la fase acuosa, causando deshidratación de células bacterianas y así matándolas o al menos previniendo su crecimiento (Fox *et al.* 2000). Por otro lado afecta a la sinéresis de la cuajada, lo que resulta en la expulsión de suero de leche y por lo tanto en una reducción en la humedad, el cual también influye en la actividad de los microorganismos y enzimas (Fox *et al.* 2000).

### **3.5.3 Cloruro de calcio (CaCl<sub>2</sub>)**

La adición de CaCl<sub>2</sub> (0.1 g / L) produce efectos positivos en la recuperación de la grasa y proteína, además genera un aumento significativo en el rendimiento del queso. Así mismo el CaCl<sub>2</sub> (0.02 g/L) mejora las propiedades de coagulación, proporcionando un incremento en las partículas de cuajada. Estos efectos reducen la susceptibilidad de la cuajada a la fractura durante el corte y la fase inicial de agitación (Fox *et al.* 2000). Además de que tiene un efecto de reducción en el pH y un aumento en la concentración de Ca<sup>2+</sup>.

### **3.5.4 Ácido láctico**

La acidificación se consigue normalmente a través de la producción in situ de ácido láctico C<sub>3</sub>H<sub>6</sub>O<sub>3</sub> a través de la fermentación de la lactosa, azúcar de la leche. La acidificación biológica utilizando ácido láctico cumple funciones muy importantes.

Se utiliza principalmente para las variedades de queso para los que la textura es más importante que el sabor (Fox *et al.* 2000). El ácido láctico contiene el 80% de los minerales de la leche, presenta un pH de 4.5, 130 - 170°D y 1.3 % de acidez. Secuestra el calcio del complejo de paracaseinato cálcico, produciendo lactato de calcio.

Su función en la elaboración de quesillo es aportar acidez a la leche en el momento de la coagulación, para producir desmineralización de la caseína. Esto le concede a la cuajada la capacidad de hilar, proporcionando al quesillo una consistencia plástica y buena facilidad de derretimiento al calor. El Ácido láctico debe adicionarse entre una cantidad de 15%-18% de la leche a procesar y no debe superar los 170°D porque afecta las propiedades organolépticas del quesillo (Ramírez *et al.* 2010).

### 3.6 Microbiología del quesillo

El quesillo artesanal es susceptible a algunos microorganismos patógenos, debido al manejo incorrecto de la materia prima y condiciones sanitarias durante el proceso, sin embargo en el proceso de cocción se disminuye el contenido de coliformes totales (Oliszewski *et al.* 2007). La tabla 2 muestra las regulaciones microbiológicas del quesillo para el mercado centroamericano.

**Tabla 2.** Especificaciones microbiológicas del quesillo.

<b>Parámetro</b>	<b>Categoría</b>	<b>Límite máximo permitido</b>
<i>Escherichia coli</i>	5	< 10 UFC/g
<i>Staphylococcus aureus</i>	7	10 <sup>3</sup> UFC /g
<i>Listeriamonocytogenes</i> /25 g	10	Ausencia
<i>Salmonella ssp</i> /25 g	10	Ausencia

Fuente: SENASA (2009).

### **3.7 Rendimiento del quesillo**

Según la SAG (2010) el rendimiento es de aproximadamente 1 kg de quesillo por 6.6 kg de leche, sin embargo Almario y Pérez (2009) afirman que el rendimiento es 1 kg de quesillo por 7.58 kg de leche y que está determinado por diversos factores entre ellos, la calidad y contenido de grasa en la materia prima, ingredientes que se pueden agregar como la crema láctea y la sal (NaCl), el tamaño de las partículas de la cuajada que tienen una influencia directa en la retención de humedad y por el control de las etapas del proceso (anexo 1).

#### **3.7.1 Costos de producción**

Están formados por el costo de la materia prima que se va a procesar, los salarios, el material y demás gastos necesarios para llevar a cabo la producción (Anda 2007). Los costos fijos no sufren modificaciones a pesar de que la producción aumente o disminuya. Los costos variables, cambian en proporción a las modificaciones sufridas por el volumen de ventas (Piña 2009).

Los costos de producción del quesillo varían ya que dependen de los costos de mano de obra directa e indirecta, materiales directos e indirectos y otros costos indirectos de fabricación necesarios para la producción. El cuadro 3 muestra los costos variables por ingrediente de una formulación base, para la elaboración de quesillo por 100 kilogramos de leche.

### 3.7.2 Punto de equilibrio

El punto de equilibrio es el volumen de producción y ventas, con el cual el ingreso total compensa exactamente los costos totales, que son la suma de los costos fijos y variables. En este punto la empresa no tiene beneficios ni pérdidas, simplemente cubre sus costos totales (Ibarra *et al.* 2002).

**Cuadro 3.** Costos variables por ingrediente del quesillo.

Costo variable	Precio (L)	Unidad	Cantidad	Costo (L)
Leche	6.50	Kilogramos	100	650
Cuajo	405	Litro	0.04	16.2
NaCl	13	Kilogramos	0.7	9.1
CaCl <sub>2</sub>	13	Kilogramos	0.02	0.36
Suero acido	0	Kilogramos	5.1	0
Total de costos de quesillo para 100 kilogramos de leche				675.7

Fuente: Moncada (2005).

En Olancho el quesillo es un alimento que se procesa principalmente mediante técnicas artesanales, de leche producida artesanalmente por productores grande, pequeño y mediano. Actualmente en este departamento existen once plantas que elaboran quesillo para consumo nacional; nueve de ellas exportan hacia el Salvador y dos a Estados Unidos (Padilla 2009). El mercado actual del quesillo ha evolucionado, lo que ha venido a posicionarlo como un producto importante para la economía de la zona, sin embargo existe poco conocimiento técnico y científico de los involucrados en el sector; que afectan significativamente sus utilidades. Las ganancias de estas plantas dependen en gran medida de la demanda por calidad de producto y la producción de leche que los proveedores ofrecen, la cual es reducida en algunas épocas del año.

Estas plantas de procesamiento no cuentan con procesos y formulaciones optimizadas, elaboran quesillos con diferentes cantidades de ingredientes, sin tener una formulación estándar, las cuales presentan diferencias sensoriales entre lotes de producción, siendo algunas veces desagradables para los consumidores. Con el desarrollo de la nueva formulación de quesillo, se pretende mejorar sus propiedades organolépticas y microbiológicas, mediante la optimización del proceso y la optimización de la formula con ingredientes que proporcionan características físicas y químicas que permitan obtener un producto competitivo en el mercado tanto nacional como internacional y satisfacer así las exigencias de los consumidores.

## **IV. MATERIALES Y METODOS**

### **4.1 Ubicación del experimento**

Se realizó en la planta procesadora de lácteos “APROLESA” (Asociación de productores de leche de la Sierra de Agalta), ubicada en el municipio de San Esteban, departamento de Olancho, Honduras, C.A. Ubicado al Noroeste a 101.9 km de la cabecera departamental Juticalpa, durante los meses de agosto a octubre. Esta zona se encuentra a una altura de 596 metros sobre el nivel del mar, con una temperatura media anual de 23°C.

### **4.2 Materiales y equipo**

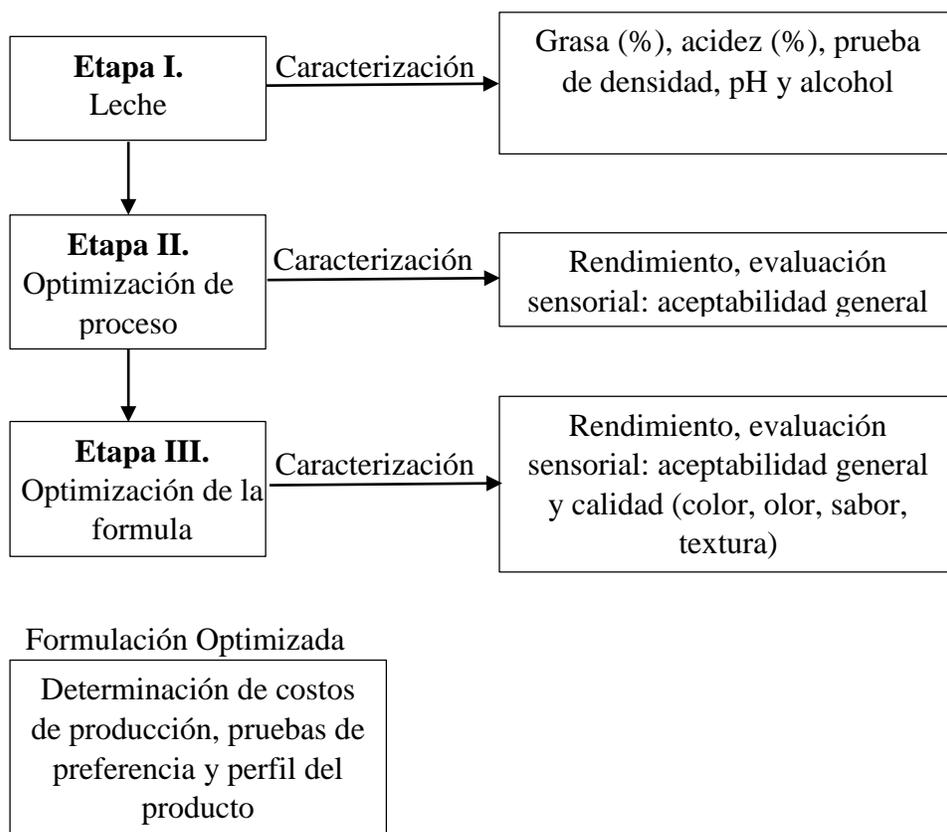
Materia prima e ingredientes: leche entera, crema láctea a 35 % de grasa, cuajo líquido, suero ácido a 1.3 % de acidez, sal yodada (NaCl), cloruro de calcio ( $\text{CaCl}_2$ ), y colorante annato (achiote).

Equipo para proceso: balanza digital, pipetas volumétricas, descremadora, mesas de acero inoxidable, recipientes de plástico, estufa, tinas para cocción, paleta de acero inoxidable, termómetro y cuarto frío.

Laboratorio: matraz, beaker, probeta, bureta, butirómetros de Gerber, centrifuga de Gerber, pipetas, soportes, pinzas, nevera, NaOH al 0.1 N., fenolftaleína al 1%, agua destilada, ácido Sulfúrico ( $\text{H}_2\text{SO}_4$ ) al 90-91 % y alcohol Isoamílico.

### 4.3 Métodos

El trabajo se realizó en tres etapas como se muestra en la figura 1.



**Figura 1.** Esquema de las etapas de la investigación.

#### 4.4 Etapa I. caracterización de la leche

Se caracterizó la leche en cuanto a:

- a. **Contenido de grasa (%)** (método de Gerber): Se adicionaron 10 ml de ácido sulfúrico a los butirómetros de Gerber, luego se agregaron 11 ml de leche y 1 ml de alcohol isoamílico, después se centrifugó por cinco minutos, luego se llevó la muestra a una temperatura de 85 °C en baño María, y se hizo la lectura de grasa.
  
- b. **Contenido de ácido láctico (%)** (acidez titulable): Se llenó una bureta de NaOH al 0.1 N., luego se agregaron 9 ml de leche en un beaker, inmediatamente se adicionaron 3 gotas de fenolftaleína, después se empezó a titular el NaOH al 0.1 N. hasta que la leche en el beaker tomó un color rosa, finalmente se usó la siguiente ecuación para calcular el % de ácido láctico.

$$\frac{V \times N \times \text{Meq} \times 100\%}{W} = \% \text{ de ácido láctico} \quad \text{Ecuación 1.}$$

Donde:

V: Volumen del NaOH gastado.

N: Normalidad del NaOH

Meq: 0.09 Miliequivalentes del ácido láctico.

W: peso de la muestra.

- c. **Prueba de alcohol:** Se adicionó 5 ml de leche en un beaker, luego se agregó 5 ml de alcohol etílico a 68% y se movió de manera circular hasta mezclarse con el alcohol. Finalmente se observó la reacción. Si la leche en el Beaker muestra pequeñas partículas de cuajada, es positiva de lo contrario es negativa.

- d. **Densidad (g/ml)** (lactodensimetría): Se tomaron 150 ml de leche en una probeta, luego se colocó suavemente el lactodensímetro calibrado a 15°C dentro de la probeta y se dejó flotar, en reposo se realizó la lectura.
  
- e. **pH** (método electrométrico): en el cual se tomó una muestra de leche y mediante un pHmetro se observó el pH.

#### 4.5 Etapa II. Optimización del proceso

Se optimizó el proceso del quesillo tomando en cuenta los factores tiempo y temperatura de cocción, para evaluar la aceptabilidad general y el rendimiento. Los factores y niveles se detallan en la tabla 3.

**Tabla 3.** Factores de proceso y niveles estudiados para la optimización del proceso

<b>Tratamiento</b>	<b>Tiempo (min.)</b>	<b>Temperatura (°C)</b>
1	10	70
2	15	90
3	10	90
4	15	70

La temperatura se midió con un termómetro, utilizando baño María, el tiempo con un cronómetro.

Para la elaboración de los diferentes quesillos se tomó como base la formulación existente en la planta de proceso, combinando diferentes tiempos y temperaturas a estudiar. En el cuadro 4, etapa III, se muestran los ingredientes y valores.

## **Rendimiento**

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

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

## **Prueba de aceptabilidad general**

Se aplicó la prueba de escala lineal no estructurada (anexo 2) para evaluar la aceptabilidad general, con un panel compuesto por 11 jueces semientrenados entre 18-40 años en su mayoría del sexo femenino, a los cuales se les entregó 25 gramos de cada muestra codificadas y distribuidas de forma aleatoria, pautas de evaluación sensorial, agua, galleta y lápiz. El entrenamiento de los jueces se llevó a cabo en cuatro sesiones y la evaluación se realizó en un salón amplio con buena ventilación e iluminación después de un día de elaborado el quesillo.

## **Análisis estadístico**

Para evaluar las variables tiempo y temperatura de cocción óptimo para la elaboración de quesillo y determinar la aceptabilidad general se utilizó un diseño completamente aleatorizado con estructura factorial 2x2 generando 4 tratamientos, se hizo análisis de varianza al 5% de significancia y pruebas de comparación múltiple Tukey. Todos los resultados obtenidos se analizaron con el programa estadístico Statgraphics centurión.

## Modelo matemático

$Y_{ij} = \mu + T_i + T_j + (TT)_{ij} + E_{ij}$ . Donde:

$Y_{ij}$  = Variable aleatoria observable.

$\mu$  = Media general.

$T_i$  = Efecto del tiempo de cocción.

$T_j$  = Efecto de la temperatura de cocción.

$TT_{ij}$  = Interacción tiempo- temperatura.

$E_{ij}$  = Error Experimental

### 4.6 Etapa III Optimización de formula

De la formulación base existente en la planta se seleccionaron tres ingredientes (cuadro 4) y se les aplicó un diseño de mezcla. Los ingredientes variables se encuentran en un rango entre 2.35% - 4.57% (tabla 4).

**Cuadro 4.** Formulación base para la elaboración de queso.

Ingredientes	Valor (%)
Leche	80
Suero acido	15
Crema láctea*	2.5
Sal (NaCl)*	0.45
Cuajo enzimático	0.004
Colorante annato*	2.96E <sup>-4</sup>
CaCl <sub>2</sub>	0.02
Total	100

\*ingredientes variables

En la tabla 4 se presentan los niveles altos y bajos de los ingredientes variables, y el rango variable de la formulación total que fueron tomados para el diseño de mezclas.

**Tabla 4.** Nivel de ingredientes variables.

<b>Ingredientes (%)</b>	<b>Nivel bajo (0)</b>	<b>Nivel alto (1)</b>
Crema láctea	2%	4%
Sal	0.35 %	0.57 %
Colorante	0.94E <sup>-4</sup> %	3.75E <sup>-4</sup>
Rango variable	2.35%	4.57%

En el cuadro 5 se muestra la matriz estandarizada en sus niveles altos, intermedios y bajos de los ingredientes variables.

**Cuadro 5.** Matriz de ingredientes variables.

<b>Tratamientos</b>	<b>Matriz estandarizada</b>		
	<b>Crema</b>	<b>Sal</b>	<b>Colorante</b>
1	0.33	0	0.67
2	0.33	0.33	0.33
3	0.67	0.33	0
4	0	0.67	0.33
5	0.67	0	0.33
6	0	0.33	0.67
7	0	1	0
8	0	0	1

El cuadro 5 muestra los niveles de cada ingrediente que se evaluaron, siendo el cero el nivel más bajo en cada uno de los ingredientes y el 1 el nivel alto. El 0.33 es el nivel intermedio bajo y 0.67 el nivel intermedio alto. La suma de los diferentes niveles de ingredientes variables en cada tratamiento será igual a 1.

## **Pruebas de evaluación sensorial**

A las diferentes muestras de quesillo se le realizaron las pruebas de evaluación sensorial con un panel compuesto por 10 jueces semientrenados entre 18-40 años en su mayoría del sexo femenino, con una pauta de escala lineal no estructurada (anexo 2) para evaluar la aceptabilidad general y escala hedónica para evaluar la calidad (color, olor, sabor, textura) (anexo 3).

Todas las muestras fueron codificadas con tres números al azar, a cada panelista se le entregó 25 gramos de cada muestra servidas y codificadas en forma aleatorizada, pautas de evaluación sensorial, agua, galleta y lápiz. La prueba se realizó en un salón amplio con buena ventilación e iluminación después de un día de elaborado el quesillo.

## **Análisis estadístico**

El diseño que se utilizó corresponde a un diseño de mezclas Simplex-Látice con un modelo cubico especial, donde se estudiaron los efectos de las variables independiente % crema láctea, % sal, % colorante annato; generando un total de 8 formulaciones diferentes, se hizo análisis de varianza al 5% de significancia y pruebas de comparación múltiple Tukey. Las variables dependientes evaluadas son calidad (color, olor, sabor, textura), aceptabilidad general y rendimiento.

Los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico Statgraphics centurión, para determinar cuál es la formulación óptima con mejor calidad, aceptabilidad general y rendimiento del producto terminado.

## Modelo matemático

$Y_{ijk} = \mu + C_i + N_j + C_k + (CN)_{ij} + (CC)_{ik} + (NC)_{jk} + (CNC)_{ijk} + E_{ijk}$ . Donde:

$Y_{ijk}$  = Variable aleatoria observable.

$\mu$  = Media general.

$C_i$  = Efecto de % Crema láctea.

$N_j$  = Efecto del % NaCl.

$C_k$  = Efecto del % Colorante annato.

$CN_{ij}$  = Interacción % Crema % NaCl.

$CC_{ik}$  = Interacción % Crema % colorante annato.

$NC_{jk}$  = Interacción % NaCl- % colorante annato.

$CNC_{ijk}$  = Interacción entre el factor C x N x C.

$E_{ijk}$  = Error Experimental

## Rendimiento

Se utilizó un diseño completamente aleatorizado y se realizó análisis de varianza (ANOVA) al 5% de significancia y pruebas de comparación múltiple Tukey. Para el cálculo del rendimiento se utilizó la ecuación 2, los datos obtenidos se analizaron con el programa estadístico Statgraphics centurión para determinar cuál es el tratamiento con el mejor rendimiento.

## 4.7 Formulación optimizada

### Preferencia

Con la formulación óptima se realizó una prueba de preferencia (anexo 4) con 50 consumidores, con respecto a la formulación y proceso base de la planta. Los análisis se determinaron mediante  $\chi^2$  (chi cuadrado) con un nivel de significancia del 5% utilizando la ecuación 3.

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

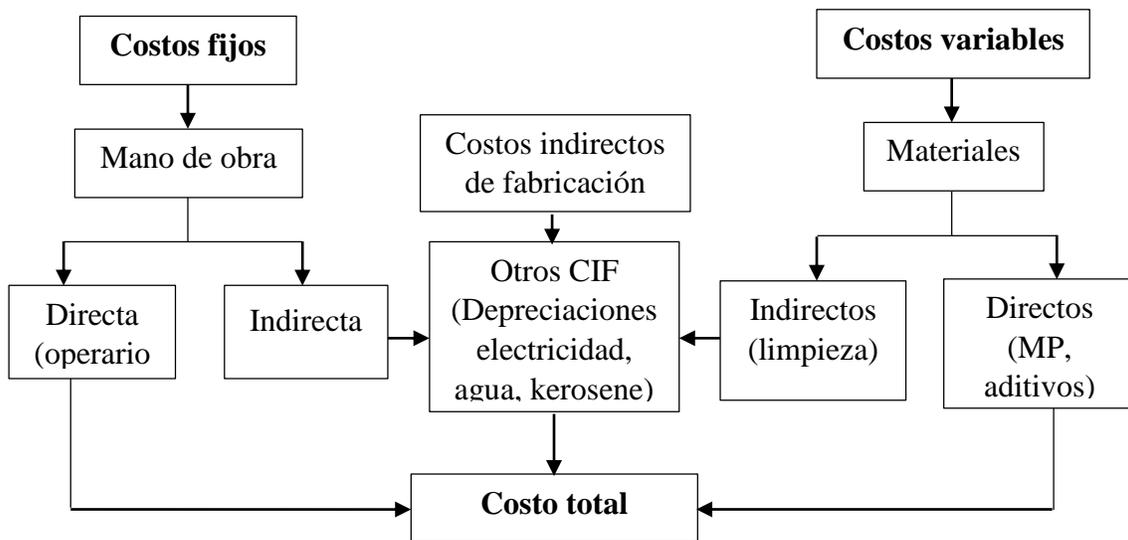
Donde:

e= frecuencia esperada (la mitad de las observaciones).

o= frecuencia observada (valor de mayor preferencia).

### Determinación de los costos de producción

Para determinar los costos reales del producto elaborado se realizó un análisis entre costos fijos y variables, y se consideró el queso y la mantequilla ya que forman la mezcla de productos que se elaboran en la planta. La figura 2 se muestra los costos que intervienen en el producto.



**Figura 2.** Esquema de costos fijos y variables para el queso.

### Perfil del producto

Se realizó la presentación y etiqueta del producto terminado.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 5.1 Caracterización de la leche.

En el cuadro 6 se presentan los resultados de los análisis físicos y químicos realizados a la leche.

**Cuadro 6.** Pruebas físicas y químicas realizadas a la leche.

<b>Parámetros</b>	<b>Resultados</b>
Grasa (%)	3.95±0.10
Grasa de leche descremada (%)	0.05±0.0
Densidad (g/ml)	1.030±0.0
Acidez (% de ácido láctico)	0.16±0.01
pH	6.74±0.03
Alcohol	negativa

Medias de n=4 ± D.E.

Los resultados obtenidos están dentro de los parámetros de una leche de buena calidad según Fox P, *et al.* (2000). El cual indica que la leche de vaca contiene una acidez titulable entre 0.13% – 0.18%, y pH entre 6.6-6.8; la leche con acidez mayor de 0.18%, prueba de alcohol positiva y pH menor probablemente tenga una alta carga microbiana. La densidad debe estar entre 1,028 - 1,033 g/ml, si la densidad es menor de 1.028 g/ml se trata de leche adulterada con agua, si la lectura está en el rango de 1.033 - 1.037 g/ml está en presencia de una leche descremada.

Los resultados de acidez, pH, y alcohol se deben posiblemente a que la mayoría de los productores hacen uso de las buenas prácticas de ordeño. La densidad y la grasa posiblemente están influenciadas por la época del año, alimentación, manejo y genética de las vacas.

La calidad de la leche es el principal factor determinante de la calidad de los productos lácteos, ya que la leche de mala calidad puede contaminar el producto con microorganismos provocando fermentación de la lactosa y defectos sensoriales en el producto final (FAO 2004). La calidad higiénica y propiedades nutricionales de la leche es fundamental para obtener productos inocuos de alta calidad, sensorialmente atractivo y estables durante su conservación (Ramírez *et al.* 2010).

## 5.2 Optimización del proceso

En la tabla 5 se muestran los resultados de los tratamientos evaluados para aceptabilidad general.

**Tabla 5.** Resultados de aceptabilidad general.

Tratamientos	Aceptabilidad general
1	13.67 <sup>a</sup>
2	13.69 <sup>a</sup>
3	13.64 <sup>a</sup>
4	13.70 <sup>a</sup>

Letras iguales significa que no existen diferencias estadísticamente significativa ( $P > 0.05$ ), según pruebas de comparación múltiple de Tukey.

El análisis de varianza ( $P > 0.05$ ) indicó que no existe diferencia estadísticamente significativa de la interacción de los factores tiempo y temperatura de cocción (anexo 5); además estudiando los factores independientemente no presentaron diferencias estadísticamente significativas sobre la aceptabilidad general del quesillo.

Las diferencias en las características sensoriales fueron mínimas y los jueces no eran completamente entrenados en evaluación sensorial por lo tanto no fueron capaces de detectar esas diferencias. Posiblemente con jueces entrenados y rangos más amplios de los factores estudiados en este trabajo se presenten diferencias en la aceptabilidad general.

### 5.3 Rendimiento en optimización de proceso.

En el cuadro 7 se muestran los resultados de rendimiento para cada uno de los tratamientos.

**Cuadro 7.** Rendimiento en la optimización del proceso.

<b>Tratamientos</b>	<b>Rendimiento (%)</b>
T1	13.7
T2	15.0
T3	14.4
T4	12.4

Se muestra que el T2, (15 minutos 90 °C) fue el que obtuvo el valor de rendimiento más alto. Estos resultados se le pueden atribuir a que en los tiempos y temperaturas de cocción bajos se adherían pequeñas partículas de quesillo lo que posiblemente tuvo un efecto sobre el rendimiento. Las condiciones de proceso usadas en el tratamiento 2, se usaron para la optimización de la fórmula.

#### 5.4 Optimización de la formula.

En el cuadro 8 se presenta la matriz real en sus niveles; alto, intermedio alto, intermedio bajo y bajo de los ingredientes variables crema láctea, NaCl y colorante annato para cada tratamiento.

**Cuadro 8.** Matriz real de ingredientes variables.

Tratamientos	Matriz real		
	Crema (%)	Sal (NaCl) (%)	Colorante (%)
1	2.67	0.35	2.81E <sup>-4</sup>
2	2.67	0.42	2.34E <sup>-4</sup>
3	3.33	0.42	0.94E <sup>-4</sup>
4	2.0	0.50	2.34E <sup>-4</sup>
5	3.33	0.35	2.34E <sup>-4</sup>
6	2.0	0.42	2.81E <sup>-4</sup>
7	2.0	0.57	0.94E <sup>-4</sup>
8	2.0	0.35	3.75E <sup>-4</sup>

La crema se usó en un rango de 2.0-3.33%, en cantidades menores afecta la textura, en cantidades mayores afecta el cuajado y la textura dificultando el hilado en el proceso (Ramírez 2010). La sal se usó en un rango de 0.35-0.57%, en cantidades inferiores afecta la textura, en cantidades superiores se obtiene un sabor salado desagradable (Deleris *et al.* 2009). El colorante se usó en un rango de 0.94E-4-3.75E-4%, bajo este rango no se le logra el color característico de un quesillo de calidad, en cantidades superiores se obtiene un color amarillo intenso que es rechazado por los consumidores (Wadhvani y Mahon 2012).

En el cuadro 9 se muestran los resultados de aceptabilidad general y calidad (color, olor, textura y sabor).

**Cuadro 9.** Resultados de aceptabilidad general y calidad (color, olor, textura y sabor).

Tratamientos	Aceptabilidad general	Calidad			
		Color	Olor	Textura	Sabor
1	13.0 ± 0.40 <sup>ab</sup>	5.0 ± 0.76 <sup>b</sup>	5.6 ± 0.74 <sup>a</sup>	5.1 ± 0.83 <sup>c</sup>	5.8 ± 0.46 <sup>ab</sup>
2	13.5 ± 0.45 <sup>a</sup>	6.1 ± 0.64 <sup>a</sup>	5.5 ± 0.93 <sup>a</sup>	6.5 ± 0.53 <sup>a</sup>	6.3 ± 0.35 <sup>a</sup>
3	12.7 ± 0.71 <sup>b</sup>	5.5 ± 0.76 <sup>ab</sup>	5.6 ± 0.92 <sup>a</sup>	6.0 ± 0.76 <sup>abc</sup>	5.4 ± 0.74 <sup>bc</sup>
4	10.5 ± 0.32 <sup>d</sup>	5.4 ± 0.92 <sup>b</sup>	5.4 ± 0.52 <sup>a</sup>	6.3 ± 0.46 <sup>ab</sup>	5.5 ± 0.53 <sup>abc</sup>
5	11.6 ± 0.59 <sup>c</sup>	6.4 ± 0.52 <sup>a</sup>	6.1 ± 0.35 <sup>a</sup>	5.9 ± 0.35 <sup>abc</sup>	5.4 ± 0.52 <sup>bc</sup>
6	10.9 ± 0.92 <sup>cd</sup>	5.5 ± 0.76 <sup>ab</sup>	5.6 ± 0.52 <sup>a</sup>	5.8 ± 0.71 <sup>abc</sup>	5.9 ± 0.46 <sup>ab</sup>
7	10.5 ± 0.46 <sup>d</sup>	5.6 ± 0.52 <sup>ab</sup>	5.0 ± 0.76 <sup>a</sup>	5.4 ± 0.74 <sup>bc</sup>	4.9 ± 0.35 <sup>c</sup>
8	10.5 ± 0.39 <sup>d</sup>	5.0 ± 0.53 <sup>b</sup>	5.9 ± 0.83 <sup>a</sup>	5.1 ± 0.83 <sup>c</sup>	5.8 ± 0.71 <sup>ab</sup>

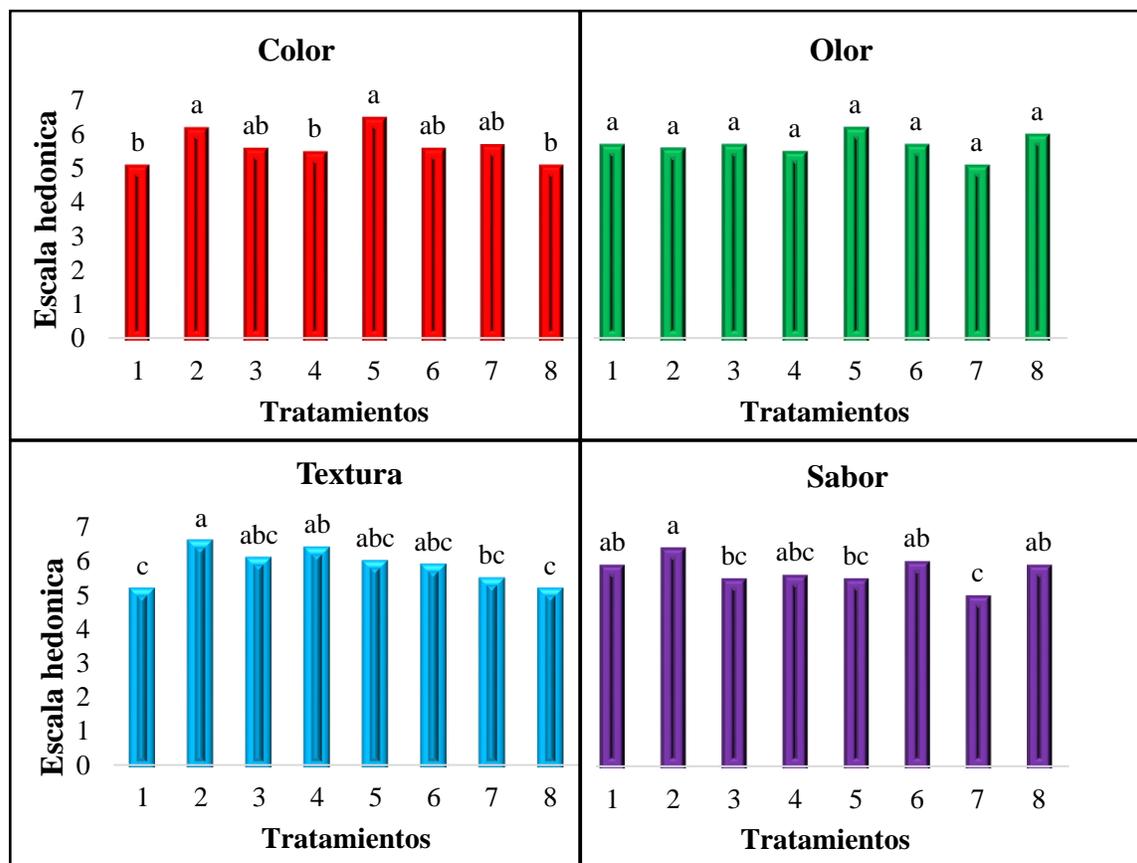
Letras iguales en la misma columna significa que no existen diferencias estadísticamente significativa ( $P > 0.05$ ), según pruebas de comparación múltiple de Tukey.

Los resultados obtenidos para aceptabilidad general mostraron que existe diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) resultando el T2 y T1 iguales (anexo 5), ambos los mejores evaluados. El T4, T6, T7, T8 son estadísticamente iguales, siendo los de menor aceptabilidad. En color se presentó diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ) resultando el T2, T3, T5, T6 y T7 estadísticamente iguales (anexo 6), siendo los mejores evaluados en base a color; a diferencia del T1, T4, y T8 que son estadísticamente iguales entre ellos, pero con las medias más bajas.

Los resultados para olor no presentaron diferencias estadísticas significativas ( $P > 0.05$ ) (anexo 6), sin embargo la media con valor más alto la recibió el T5 con un “Me gusta mucho” de la escala hedónica en la evaluación sensorial. La textura mostró diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ), resultando el T2 de los mejores evaluados (anexo 6) y el T1 y T8 estadísticamente iguales entre ellos pero con las medias más bajas.

El sabor mostró diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ), resultando el T2 de los mejores evaluados (anexo 6), y el T7 con la menor media.

En la figura 3 se muestran los resultados de calidad (color, olor, textura y sabor).



Letras iguales significa que no existen diferencias estadísticamente significativas ( $P > 0.05$ ), según pruebas de comparación múltiple de Tukey.

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

## **Evaluación sensorial de calidad (color, olor, textura y sabor).**

### **Color**

Los tratamientos 5 y 2 fueron los mejores evaluados, presentando la media más alta 6.4 y 6.1 respectivamente, presentando un "Me gusta mucho" en la escala hedónica. El T5 tiene  $2.34E^{-4}$  % de colorante, 3.33 % de crema láctea y 0.35 % de sal en su formulación y el T2 presenta  $2.34E^{-4}$  % de colorante, 2.67 % de crema láctea y 0.42 % de sal. A diferencia del T1, T4 y el T8 que presentaron las medias más bajas, el T4 con formulación de  $2.34E^{-4}$  % de colorante 2 % de crema láctea y 0.50 % de sal, el T1 con  $2.81E^{-4}$  % de colorante, 2.67 % de crema láctea y 0.35% de sal, y el T8 con  $3.75E^{-4}$  % colorante, 2 % de crema láctea y 0.35% de sal, los cuales recibieron un "Me gusta poco" de la escala hedónica en la evaluación sensorial.

Estos resultados se atribuyen principalmente al contenido de colorante utilizado en las formulaciones, ya que los tratamientos que presentaron el mejor color fueron los de nivel intermedio bajo de colorante (T5, T2), a diferencia cuando se estudió niveles mayores, por ejemplo a nivel alto de colorante (T8) e intermedio alto (T1) siendo los peores resultados.

Esto posiblemente se debe a que los contenidos altos e intermedios altos de colorante presentaban un color amarillo intenso, que los jueces consideraron como un quesillo viejo. Por otra parte los contenidos intermedios bajos presentaban un color agradable. Estos resultados son similares a la investigación de Wadhvani y Mahon (2012), quienes concluyeron que en quesos con altos niveles de colorante annato (0.022%) recibieron la puntuación menor, con respecto a los niveles intermedios (0.00734%) que recibieron la mayor puntuación en escala hedónica.

## **Olor**

En olor los ingredientes no afectaron los resultados de la evaluación sensorial de este atributo en el quesillo, ya que en las diferentes formulaciones los jueces no detectaron ninguna diferencia. Posiblemente se debe a que el quesillo no sufre procesos bioquímicos y enzimáticos, que incluyen en proteólisis, lipólisis y glucólisis en la maduración, liberando compuestos volátiles.

Este resultado estuvo de acuerdo con la investigación realizada por (Boisard *et al.* 2013) quienes estudiaron la composición de sal y grasa en quesos modelos, evaluando la liberación del sabor, olor y percepción, aduciendo que estos ingredientes no afectan el olor.

## **Textura**

En textura el tratamiento 2 y 4 obtuvieron la mejor media con 6.5 y 6.3 respectivamente, el T2 tiene una formulación de 0.42 % de sal, 2.67 % de crema láctea y  $2.34E^{-4}$  % de colorante, el T4 tiene una formulación de 0.50 % de sal, 2 % de crema láctea y  $2.34E^{-4}$  % de colorante. El T1 y T8 obtuvieron las medias menores con 5.0, el T1 con formulación de 0.35% de sal, 2.67 % de crema láctea y  $2.81E^{-4}$  % de colorante, el T8 con 0.35% de sal, 2 % de crema láctea y  $3.75E^{-4}$  % colorante.

Fueron mejores los tratamientos en los que se utilizó los niveles intermedio bajo (T4) e intermedio alto (T2) a excepción de los niveles bajos de sal (T1, T8). Estos resultados probablemente se deben a que la sal en su nivel bajo no era suficiente para proporcionarle una textura característica del quesillo, ya que no tenía firmeza y se desprendía fácilmente, características que no presentaban los quesillos con niveles intermedios de sal los cuales según los jueces presentaron mejor textura.

Esto se debe posiblemente a la acción higroscópica de la sal y a la desnaturalización de las proteínas favoreciendo la sinéresis en el quesillo lo que le proporciona mejor textura.

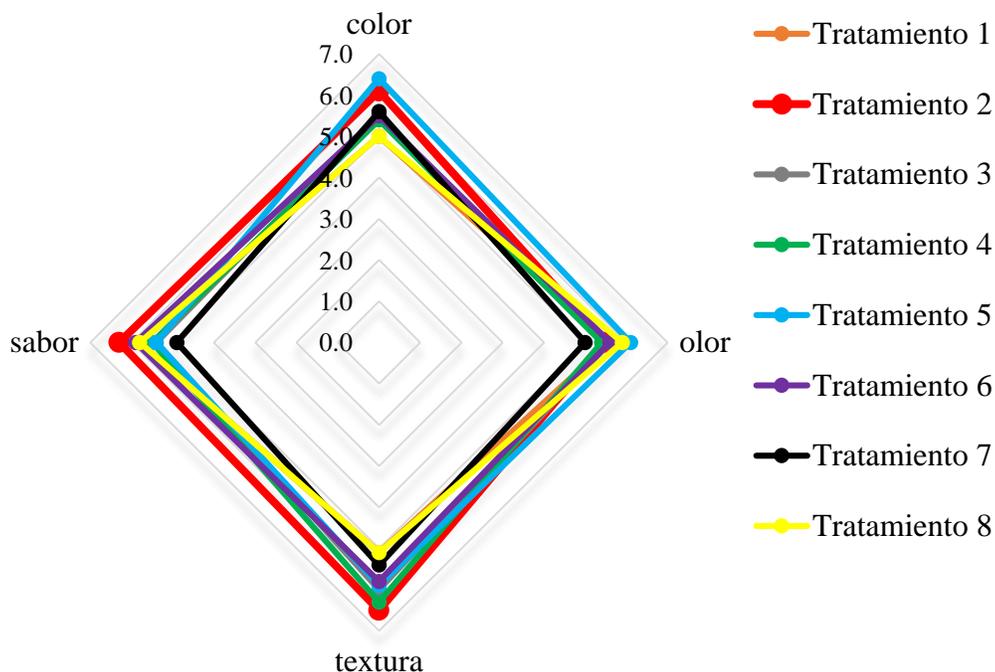
Esto coincide con lo señalado por Deleris *et al.* (2009), que indica que cuando se disminuye el contenido de sal en quesos afecta la textura, característica que es esencial para la calidad y la aceptación del consumidor. Así mismo Ritvanen *et al.* (2005) y Cruz *et al.* (2012), indican que la sal ejerce funciones específicas, como cuerpo y textura, además que prolonga la vida útil del producto.

### **Sabor**

En sabor el tratamiento 2 presentó la mejor media (6.3) cuya formulación es de 0.42% de sal, 2.67 % de crema láctea y  $2.34E^{-4}$  % de colorante. El T7 presentó la media más baja con 4.9 con 0.57 % de sal, 2 % de crema láctea, y  $0.94E^{-4}$  % de colorante en su formulación. Estos resultados se tribuyen principalmente a la sal (NaCl) debido que los tratamientos con niveles intermedio bajo (T2, T6) y nivel bajo (T1) fueron mejor evaluados con respecto al nivel alto (T7) en su formulación; además la grasa tuvo un efecto en el sabor del quesillo ya que en el nivel intermedio bajo (T2) resultó el mejor evaluado por los jueces.

Estos resultados posiblemente se deben a que la sal en el nivel alto produce un sabor demasiado salado el cual no fue del agrado para los jueces con relación a los niveles bajos e intermedios que presentaron una ligera percepción de acidez características en este tipo de productos. Estos resultados son similares a los obtenidos por Cruz *et al.* (2012), que indican que la sal a niveles de 1.5% mejora el sabor y es más preferido que quesos en los que se utilizó el nivel alto 3.5%. Así mismo Wadhvani y Mahon (2012), estudiaron la influencia de la crema láctea en la percepción del sabor e indicaron que en niveles intermedios tiene efectos agradables sobre el sabor de los quesos.

En la figura 4 se presenta el resumen de las evaluaciones de calidad sensorial para los 8 tratamientos, se observó que el T2 fue el mejor evaluado en cuanto a color, textura y sabor, y olor que no presentó diferencias con el resto de tratamientos.

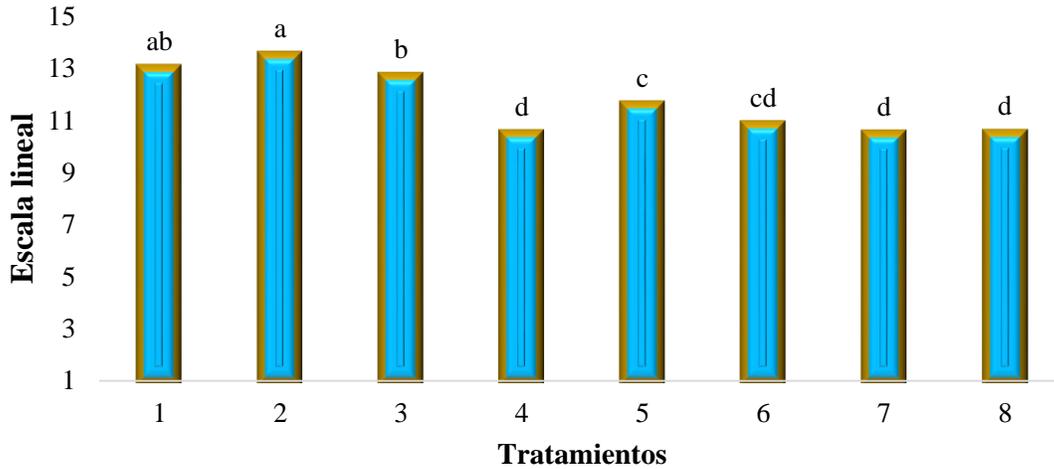


**Figura 4.** Resumen de calidad (color, olor, textura y sabor).

Esto se atribuye a que el colorante en su nivel intermedio bajo presentó un color propio característico de un quesillo de buena calidad. La crema láctea en el nivel intermedio bajo presentaba una textura cremosa atractiva para los jueces. Los contenidos de sal afectaron tanto la textura como el sabor, en su nivel intermedio alto brindó mejores resultados de textura y con niveles intermedios bajos proporcionó quesillos con un ligero sabor salado agradable a los jueces.

### Aceptabilidad general III etapa.

En la figura 5 se representan los resultados de aceptabilidad general.



**Figura 5.** Resultados de aceptabilidad general.

Los resultados para la aceptabilidad general mostraron que existe diferencia estadísticamente significativa ( $P < 0.05$ ); resultando el T2 de los mejores evaluados (anexo 7), al igual cuando se evaluó la calidad, resultando ser la mejor formulación (formulación optimizada en anexo 9). Estos resultados se pueden atribuir a que el quesillo en esta formulación presentó una coloración amarillo suave uniforme, sabor agradable al paladar poco ácido y salado de baja intensidad, de textura cremosa, firme, sin adherencia y de elasticidad moderada.

## 5.5 Rendimiento para la optimización de la formula.

En la tabla 6 se muestran los resultados de rendimiento de las diferentes formulaciones.

Los resultados del análisis de varianza muestran que no existe diferencia estadísticamente significativa ( $P>0.05$ ) (anexo 8). Es decir que los ingredientes variables no tuvieron efecto sobre el rendimiento del quesillo, posiblemente a cantidades diferentes a las estudiadas se presente un efecto en el rendimiento.

**Tabla 6.** Rendimiento para la optimización de la formula.

Tratamientos	Rendimiento
1	12.9 <sup>a</sup>
2	12.95 <sup>a</sup>
3	13.4 <sup>a</sup>
4	13.15 <sup>a</sup>
5	13.4 <sup>a</sup>
6	12.45 <sup>a</sup>
7	12.9 <sup>a</sup>
8	12.35 <sup>a</sup>

Letras iguales significa que no existen diferencias estadísticamente significativa ( $P>0.05$ ), según pruebas de comparación múltiple de Tukey.

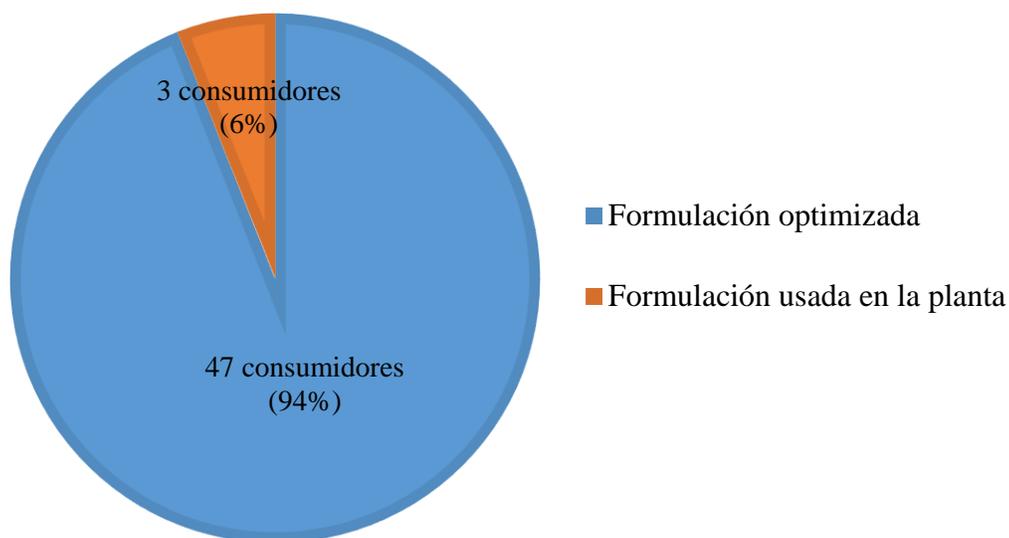
Estos rendimientos son similares a los reportados por (Almario y Pérez 2009 y SAG 2010) los cuales afirmaron que el rendimiento está en un rango de 13% y 15%, la ausencia de diferencias en rendimiento se debe posiblemente a que se trabajó con leche de similar calidad, igual estandarización y el proceso de coagulación y desuerado fue semejante en todos los tratamientos.

## 5.6 Formulación optimizada

### Prueba de preferencia

En la figura 6 se presenta la prueba de preferencia con consumidores.

Existe diferencia estadísticamente significativa entre la preferencia de la formulación optimizada y la formulación usada en planta ( $X^2$  calculado  $>$   $X^2$  tabulado) al 5% de significancia, De los 50 consumidores, 47 (94%) prefirieron la nueva formulación y 3 (6%) la usada actualmente, siendo la optimizada la de mayor preferencia por los consumidores (anexo 10).



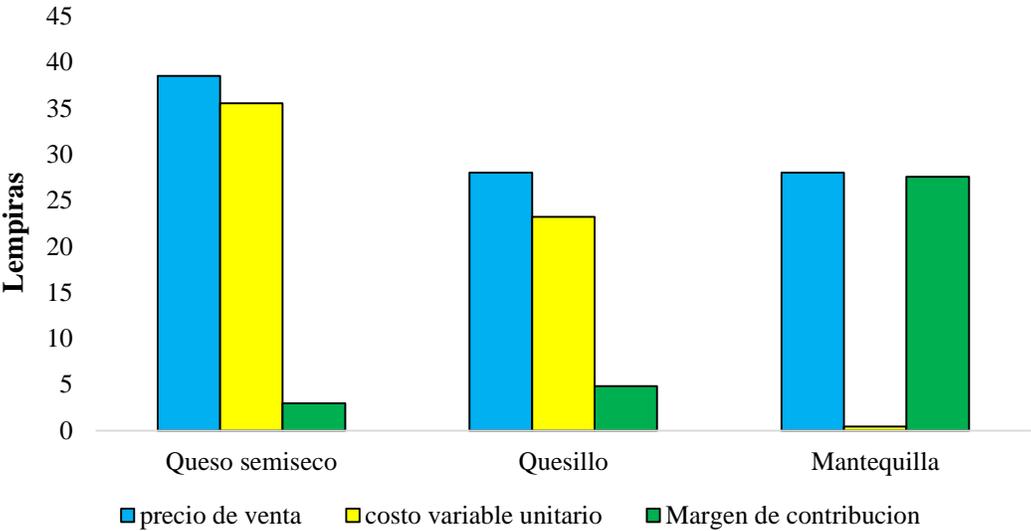
**Figura 6.** Resultados de preferencia de los diferentes productos.

Estos resultados se deben a que el queso elaborado actualmente presentó un color opaco de textura irregular y sabor salado con acidez pronunciada, esto debido posiblemente a que

no se cuenta con el proceso y formulación optimizada; el nuevo producto resultó con mejores propiedades organolépticas haciéndolo más agradables para los consumidores.

### Determinación de costos de producción

En la figura 7 se representa el precio de venta, el costo variable unitario y el margen de contribución de los tres productos en planta.



**Figura 7.** Costos de producción del quesillo.

El quesillo tiene un precio de venta mayor que el costo variable unitario, en consecuencia el margen de contribución es aceptable ya que proporciona Lps. 5.81 por libra de producto, la mantequilla tiene el margen de contribución más alto debido a que es un sub producto y su costo de materia prima está incluido en la estandarización de la leche del queso y quesillo, por lo tanto es dependiente de las cantidades de queso seco y quesillo a producir.

Sin embargo la mejor participación en el mercado lo tiene el queso con 55%, seguidamente del quesillo con 33% y mantequilla con 16% (cuadro 10). Además el quesillo es el producto que ocupa el segundo lugar en margen de contribución unitario. La demanda posiblemente se debe a la cultura de alimentación de los consumidores, los cuales prefieren queso semiseco. La oferta de mantequilla es baja porque es dependiente de la producción de quesillo y queso semiseco.

En el cuadro 10 se presenta el análisis de los costos de producción y punto de equilibrio para los diferentes productos que se producen en la planta.

**Cuadro 10.** Análisis de los costos de producción y punto de equilibrio.

<b>Producto</b>	<b>Queso</b>	<b>Quesillo</b>	<b>Mantequilla</b>	<b>Total</b>
Participación en el mercado (%)	51	33	16	100
Cantidad a producir (Lbs)	3,723.02	2,401.95	1,245.01	7,369.974
Ingreso (Lps)	137,751.67	67,254.52	34,860.26	239,866.45
Egreso (Lps)	132,295.08	55,702.95	544.07	188,542.10
Contribución (Lps)	5,456.58	11,551.57	34,316.19	51,324.35
Costos Fijos (Lps)				51,324.35

Se observa que el quesillo obtiene el segundo lugar en cuanto al porcentaje de participación en el mercado con 16%, a partir de este porcentaje se obtienen las cantidades de libras a producir para cumplir con la demanda. Así mismo se evalúa el ingreso y el egreso el cual proporciona una contribución mensual de (51,324.35 lempiras), la cual cubre los costos fijos (51,324.35 lempiras), es decir que la empresa empezará a generar utilidades cuando haya superado el total de las cantidades a producir mensualmente (7,369.974 libras); ya que con esta cantidad solo cubre los costos fijos. Si la empresa produce una cantidad menor se encontrará en zona de pérdida.

Finalmente se elaboró la etiqueta del quesillo (anexo 10).

## VI. CONCLUSIONES

- ✓ La leche usada en la investigación cumple con los requisitos físicos y químicos para procesar queso, ya que presentó resultados dentro de los rangos de leche de buena calidad.
- ✓ Los factores de proceso tiempo y temperatura de cocción no influyeron sobre la aceptabilidad general del queso.
- ✓ El contenido de sal, crema láctea y colorante annato en la formulación mostró efecto sobre la aceptabilidad general y la calidad sensorial (color, olor, textura y sabor) del queso.
- ✓ El tratamiento que presentó la mejor aceptabilidad y calidad sensorial (color, olor, textura y sabor) fue el que se usó en su formulación un contenido de sal de 0.42 %, crema láctea 2.67 % y colorante  $2.34E^{-4}$  %.
- ✓ La contribución de la producción actual de la planta cubren los costos fijos y generan utilidades, ya que la cantidad de libras mensuales a producir para cubrir los costos fijos es de 7,370 y actualmente se produce el 60 % más de esa cantidad.
- ✓ La proyección de venta de la libra queso con la formulación optimizada es de 29.00 lempiras a ese precio se obtendría un margen de contribución unitario de 5.81 lempiras.

## **VII. RECOMENDACIONES**

- ✓ Hacer análisis físicos y químicos en la leche al momento de la recepción, para conocer la calidad de la materia prima.
  
- ✓ Capacitar al personal encargado del proceso en sistemas de calidad, normas y códigos de higiene e inocuidad en alimentos.
  
- ✓ Capacitar al personal para lograr una correcta aplicación de la formulación optimizada.
  
- ✓ Para la aplicación de la formulación optimizada es necesario adquirir equipos e ingredientes a utilizar en el proceso.

## VIII. BIBLIOGRAFIA

Alais, Ch. 2003. Ciencia de la leche. 4a. Ed. Barcelona, Esp, Reverte, S.A.

Almario Theran, JE; Pérez Oviedo, JD. 2009. Evaluación del rendimiento y de las características de calidad del quesillo mediante el empleo de cepas de cultivos mixtos lácticos. Sincelejo, Col, 80 p.

Anda Hernández, LA. 2007. Contabilidad de costos. Tesis lic. Administración industrial. Instituto Politécnico Nacional.

Boisard, L; Andriot, I; Martin, C; Septier, Ch; Boissard, V; Salles, Ch; Guichard, E. 2013. The salt and lipid composition of model cheeses modifies in-mouth flavour release and perception related to the free sodium ion content. Food Chemistry. 145:437–444.

Castillo, M; Tandazo, D; Landázuri, A; Piedra, L; Pineda, E; Riofrio, A; Hualpa, D; Bravo, V; Cumbicus, E. 2008. Evaluación de la calidad higiénico sanitaria y determinación de las características organolépticas y físico químicas del Quesillo que se expende en los mercados de la ciudad de Loja.

Codex Alimentarius. 2012. Norma general del Codex para los aditivos alimentarios.

Codex Alimentarius. 2008. Norma general del Codex para queso fundido o queso fundido para untar o extender de una variedad denominada.

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 properties. *Food Science Technology*. 22: 276-291.

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

Durango, M; Sepúlveda, U; Gutiérrez, M; Londoño, A. 2012. Caracterización de ácidos grasos, diacetilo y acetoina en queso colombiano. 19(1):376-.

FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación); OMS (Organización Mundial de la Salud); Codex Alimentarius. 2004, 2006.

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

Floury, J; Camiera, B; Rousseau, F; Lopez, C; Tissier, J; Famelart, M. 2009. Reducing salt level in food: Part 1. Factors affecting the manufacture of model cheese systems and their structure–texture relationships. *Food Science and Technology*. 42:1611-1620.

Guarderas Heredia, J. 2006. Efecto de la temperatura de fermentación y tipo de cultivo láctico en el tiempo de elaboración, propiedades físicas, químicas y sensoriales del queso Zamorela. Tesis lic. Ing. Agroindustria alimentaria. HND.

Ibarra, A; Felgueras, MC; Hecker, E; Alonso O; Sánchez, F; Kulfas, M. 2002. *Guía de Costos Industriales*, Secretaría de Desarrollo Económico – GCBA. Argentina. 33 p.

Jomova, K; Valko, M. Health protective effects of Carotenoids and their interactions with other biological antioxidants. *European Journal of Medicinal Chemistry*. 70. 102-110.

Kindstedt, PS. 2002. Cheese Pasta-Filata Cheeses. *Encyclopedia of Dairy Sciences*. 386-391 p.

Larios Cruz, E. 2007. Caracterización de la microflora del queso tipo Oaxaca y su capacidad antimicrobiana. Tesis ing. Alimentos. Universidad Autónoma del estado de Hidalgo. Mex.

Lu, Y; Shirashoji, N; Lucey, JA. 2008. Effects of pH on the textural properties and meltability of pasteurized process cheese made with different types of emulsifying salts. *Journal of Food Science*. 73(8):363-369.

Martegani, Héctor. 2006. Elaboración general de quesos: Defectos de los quesos. AUTEL. Colombia. 4 p.

Molina, D. 2010. Análisis de la cadena de valor láctea de Honduras. PYMERURAL y PRONAGRO. 51 p.

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. El Zamorano. HND.

Montes, N. 2004. Diagnostico sub-sector lácteo departamento de Olancho. Tegucigalpa. 25 p.

Oliszewski R, Cisint C, Núñez de Kairúz. 2007. Food Control, Manufacturing characteristics and shelf life of Quesillo an Argentina traditional cheese, 18(6):736-741.

Padilla, GA; Armijo, L; Salgado, C; Matus, JA; Oyuela, L. 2009. Manual de Exportación del quesillo (en línea). Universidad Nacional Autónoma de Honduras, Tegucigalpa, HND.

Pereira, PC. 2013. Milk nutritional composition and its role in human health. Nutrition.1-36.

Piña Pérez, R. 2009. Contabilidad de costos. Los reyes, Mex,

Ramírez Navas, JS. 2010. Propiedades funcionales de los quesos: Énfasis en los quesos de pasta hilada. Ed. Rev. Cali, Col.

Ramírez, JS; Londoño MO; Stouvenel, A. 2010. El Quesillo: un queso colombiano de pasta hilada. Tecnología Láctea Latinoamericana. 60: 63-67.

Ritvanen, T; Lampolahti, S; Lilleberg, L; Tupasela, T; Isoniemi M; Appelbye, U; Lyytika, T; Eerola, S; Uusi-Rauva, E. 2005. Sensory evaluation, chemical composition and consumer acceptance of full fat and reduced fat cheeses in the Finnish market. Food Quality and Preference 16:479–492.

Ruiz Hernández, AV. 2007. Aplicación de hidrocoloides en queso procesado untable. Tesis lic. Ciencia de alimentos. Valdivia, Chi. Universidad Austral de Chile. 59 p.

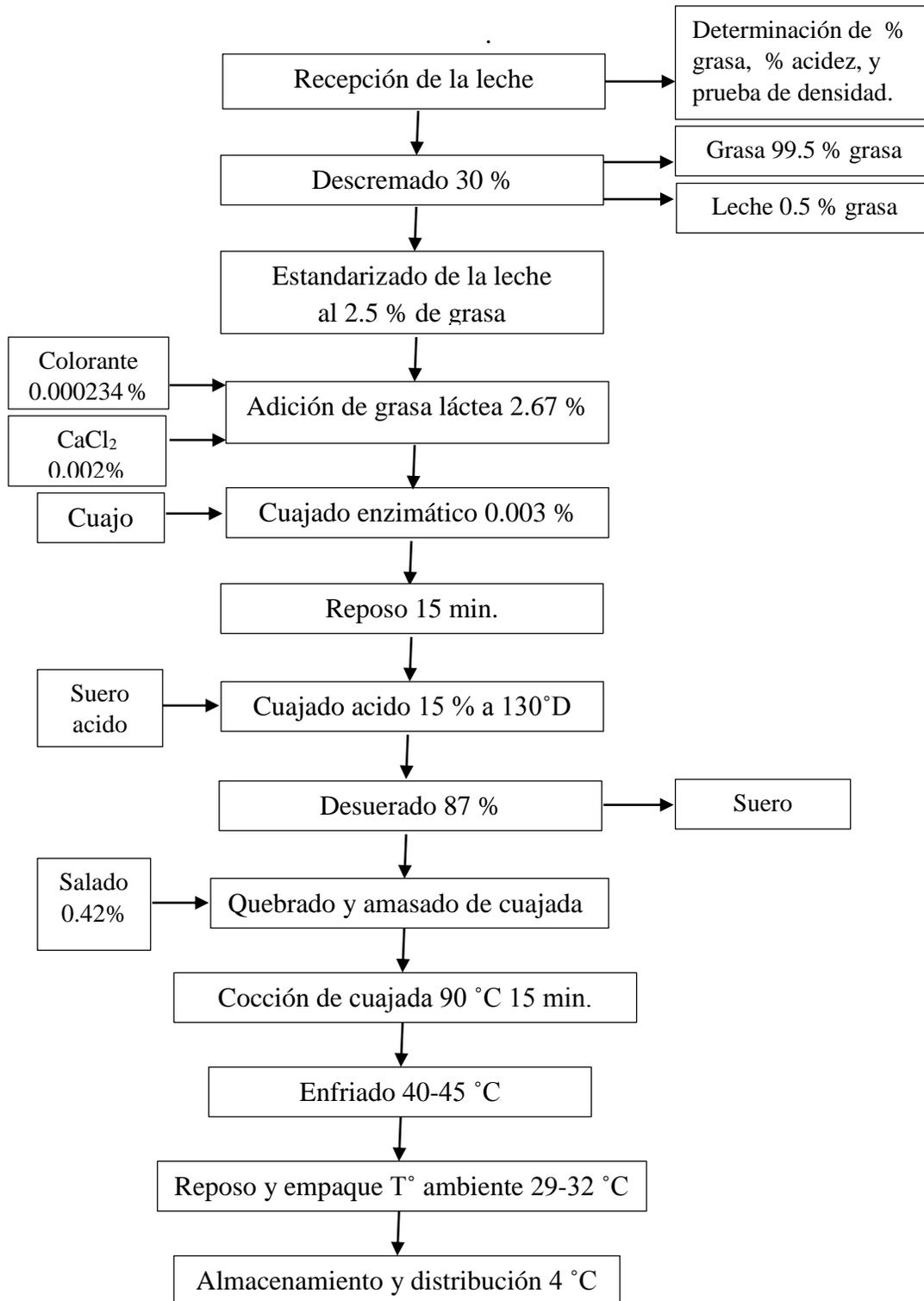
SAG (Secretaria de Agricultura y Ganadería, Hn.).2010. Análisis de la cadena de valor lácteo en honduras.

SENASA (servicio nacional de sanidad agropecuaria e inocuidad alimentaria).2009. Aprobación del Reglamento Técnico Centroamericano Alimentos. Criterios Microbiológicos para la Inocuidad de Alimentos. Costa Rica.

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

## **ANEXOS**

**Anexo 1.** Flujo de proceso del quesoillo optimizado.



**Anexo 2.** Prueba de escala lineal no estructurada.

CARRERA DE TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Producto: quesillo.

Instrucciones: Pruebe cada una de las muestras de quesillo 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 1.**

\_\_\_\_\_ :

Me disgusta mucho Me gusta mucho

**Muestra 2.**

\_\_\_\_\_ :

Me disgusta mucho Me gusta mucho

**Muestra 3.**

\_\_\_\_\_ :

Me disgusta mucho Me gusta mucho

**Muestra 4.**

\_\_\_\_\_ :

Me disgusta mucho Me gusta mucho

Muchas gracias por su colaboración

**Anexo 3.** Prueba de escala hedónica.

**CARRERA DE TECNOLOGÍA ALIMENTARIA**

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Producto: quesillo.

Instrucciones: Pruebe cada una de las muestras de quesillo 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 muchísimo
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

**Anexo 4.** Prueba de preferencia pareada

CARRERA DE TECNOLOGÍA ALIMENTARIA

Nombre \_\_\_\_\_ Fecha \_\_\_\_\_

Frente a usted hay dos muestras de quesillo, usted debe probar primero la muestra 634 y luego la muestra 386.

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

**MUESTRAS**

634	
386	

Muchas gracias por su colaboración

**Anexo 5** Análisis de varianza para aceptabilidad general en optimización del proceso.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:temperatura	0.0290909	1	0.0290909	0.53	0.4704
B:tiempo	0.0654545	1	0.0654545	1.18	0.2799
Interacciones AB	0.000454545	1	0.000454545	0.01	0.9280
Residuos	4.64818	84	0.0553355		
Total (corregido)	4.74318	87			

**Anexo 6.** Análisis de varianza para calidad (color, olor, textura y sabor).

**Color**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:jueces	5.75	7	0.821429	1.94	0.0832
B:tratamientos	13.25	7	1.89286	4.47	0.0007
Residuos	20.75	49	0.423469		
Total (corregido)	39.75	63			

**Pruebas de múltiple rangos para color.**

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
8	8	5.0	0.230073	b
1	8	5.0	0.230073	ab
4	8	5.4	0.230073	b
3	8	5.5	0.230073	ab
6	8	5.5	0.230073	ab
7	8	5.6	0.230073	ab
2	8	6.1	0.230073	a
5	8	6.4	0.230073	a

**Olor.**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:jueces	2.9375	7	0.419643	0.78	0.6059
B:tratamientos	6.1875	7	0.883929	1.65	0.1449
Residuos	26.3125	49	0.53699		
total (corregido)	35.4375	63			

### Pruebas de múltiple rangos para olor

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
7	8	5.0	0.259082	a
4	8	5.4	0.259082	a
2	8	5.5	0.259082	a
3	8	5.6	0.259082	a
6	8	5.6	0.259082	a
1	8	5.6	0.259082	a
8	8	5.9	0.259082	a
5	8	6.1	0.259082	a

### Textura.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:jueces	1.5	7	0.214286	0.44	0.8738
B:tratamientos	14.5	7	2.07143	4.23	0.0010
Residuos	24.0	49	0.489796		
Total (corregido)	40.0	63			

### Pruebas de múltiple rangos para textura.

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
1	8	5.1	0.247436	c
8	8	5.1	0.247436	c
7	8	5.4	0.247436	bc
6	8	5.8	0.247436	abc
5	8	5.9	0.247436	abc
3	8	6.0	0.247436	abc
4	8	6.3	0.247436	ab
2	8	6.5	0.247436	a

### Sabor

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:jueces	2.9375	7	0.419643	1.57	0.1655
B:tratamientos	9.4375	7	1.34821	5.06	0.0002
Residuos	13.0625	49	0.266582		
Total (corregido)	25.4375	63			

### Pruebas de múltiple rangos para sabor

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
7	8	4.9	0.182545	c
5	8	5.375	0.182545	bc
3	8	5.4	0.182545	bc
4	8	5.5	0.182545	abc
8	8	5.8	0.182545	ab
1	8	5.8	0.182545	ab
6	8	5.9	0.182545	ab
2	8	6.3	0.182545	a

### Anexo 7. Análisis de varianza para aceptabilidad general en optimización de la formula.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Efectos principales					
A:jueces	4.22234	7	0.603192	2.19	0.0510
B:tratamientos	85.3548	7	12.1935	44.33	0.0000
Residuos	13.4789	49	0.27508		
Total (corregido)	103.056	63			

### Pruebas de múltiple rangos para aceptabilidad general.

Tratamientos	Casos	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
8	8	10.5	0.185432	d
7	8	10.5	0.185432	d
4	8	10.5	0.185432	d
6	8	10.9	0.185432	cd
5	8	11.6	0.185432	c
3	8	12.7	0.185432	b
1	8	13	0.185432	ab
2	8	13.5	0.185432	a

### Anexo 8. Análisis de varianza para rendimiento.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Entre grupos	2.1175	7	0.3025	0.45	0.8477
Intra grupos	5.42	8	0.6775		
Total (Corr.)	7.5375	15			

### Pruebas de múltiple rangos para rendimiento.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
8	2	12.35	a
6	2	12.45	a
1	2	12.9	a
7	2	12.9	a
2	2	12.95	a
4	2	13.15	a
3	2	13.4	a
5	2	13.4	a

### Anexo 9. Formulación optimizada del queso.

Ingredientes	Valor (%)
Suero ácido	15
Crema láctea	2.67
NaCl	0.42
CaCl <sub>2</sub>	0.002
Colorante	0.000234

### Anexo 10. Formula de chi cuadrado.

Test pareado de preferencia (comparativa)

Formulación optimizada: 47 consumidores (96 %)

Formulación usada en planta: 3 consumidores (4 %)

$$\frac{2(o-e/-\frac{1}{2})^2}{e} = X^2 \text{ calculado}$$

$$e = 50/2 = 25$$

$$o = 47$$

$$X^2 = \frac{2(47-25/-\frac{1}{2})^2}{25}$$

Total de muestras = 2-1 = 1 grado de libertad.

$X^2 = 37 > 3.84$  al 5% de significancia.

Anexo 11. Etiqueta del quesillo.

**Lacteos Sierra de Agalta**

# Quesillo

Cont. Neto  
16 onz.

100% Natural

Fecha elaboración: Mantenerse refrigerado a 4 °C.

Fecha vencimiento:

Ingredientes: Leche entera, Leche descremada, Lactosuero, crema láctea, Sal (NaCl), Cuajo enzimático, Cloruro de calcio y Colorante natural.

Producto Hondureño Elaborado y distribuido por APROLESA, desvío la lima, San Esteban, Olancho. Reg. San: en proceso. Lote:



Deposita la basura en su lugar

