



**UNIVERSIDAD JOSE CARLOS MARIATEGUI**

**VICERRECTORADO DE INVESTIGACION**

**FACULTAD DE INGENIERIA Y  
ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL**

## **TESIS**

**EFFECTO DE LA ADICION DE LECHE DE CABRA (*Capra hircus*) Y CLORURO DE CALCIO SOBRE LAS CARACTERÍSTICAS FISICOQUÍMICAS Y SENSORIALES DEL QUESO FRESCO**

**PRESENTADO POR:**

**BACHILLER JULISSA EDITH VEGA VEGA**

**ASESOR:**

**ING. JORGE KARIM CACERES SANCHEZ**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE**

**INGENIERA AGROINDUSTRIAL**

**MOQUEGUA – PERÚ**

**2015**

## CONTENIDO

	<b>Pág.</b>
Página de jurado.....	i
Dedicatoria.....	ii
Agradecimiento.....	iii
Contenido.....	iv
CONTENIDO DE TABLAS.....	vii
CONTENIDO DE FIGURAS.....	ix
CONTENIDO DE APENDICES.....	x
1 RESUMEN.....	xi
2 INTRODUCCIÓN.....	xiii
3 CAPITULO I.....	1
4 PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1. Descripción del problema .....	1
1.1.1. Antecedentes del problema .....	2
1.1.2. Problemática de la investigación .....	3
1.2. Formulación del problema .....	4
1.3. Justificación.....	4
1.4. Alcances y limitaciones.....	5
1.5. Objetivos .....	6
1.5.1. Objetivo General.....	6
1.5.2. Objetivos específicos.....	6
1.6. Hipótesis.....	7
1.6.1. Hipótesis General.....	7
1.7. Variables .....	7

1.7.1.	Identificación: .....	7
1.7.2.	Definición de variables .....	8
1.7.3.	Operacionalización de variables.....	8
1.8.	Diseño de la investigación .....	9
1.8.1.	Diseño experimental.....	9
1.8.2.	Diseño experimental.....	10
1.8.3.	Población y muestra .....	11
1.8.3.1.	Población .....	11
1.8.3.2.	Muestra .....	11
1.8.4.	Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	11
5	CAPITULO II.....	12
	MARCO TEORICO.....	12
2.1.	Marco referencial .....	12
2.1.1.	Definición de leche .....	12
2.1.2.	Composición de la leche.....	13
2.1.3.	Producción de leche .....	16
2.1.4.	Definición de Queso .....	17
2.1.5.	Composición del queso .....	17
2.1.6.	Microbiología del queso.....	18
2.1.7.	Insumos para elaborar queso fresco.....	19
2.1.8.	Análisis sensorial.....	22
2.1.9.	Etapas de procesamiento del queso.....	24
6	CAPITULO III .....	27
7	DESARROLLO.....	27
3.1	Desarrollo de la investigación.....	27
	CAPITULO IV.....	28

RESULTADOS Y DISCUSIONES .....	28
4.1. Características fisicoquímicas de la leche fresca .....	28
4.1. Características físicas del queso a base de leche de vaca y de cabra .....	31
4.2. Características químicas del queso a base de leche de vaca y de cabra.....	43
4.3. Análisis sensorial .....	50
4.4. Determinación del tratamiento optimo.....	60
RESULTADOS Y RECOMENDACIONES .....	62
5.1. Conclusiones .....	62
5.2. Recomendaciones.....	63
8 REFERENCIAS BIBLIOGRAFÍA .....	64

## CONTENIDO DE TABLAS

	<b>Pág.</b>
Tabla 1: Composición de la leche de cabra y vaca .....	14
Tabla 2: Composición en 100g. ....	14
Tabla 3: Producción Anual de Leche Fresca por Regiones .....	16
Tabla 4: Composición de tipos de queso.....	17
Tabla 5: Dosificación de sal.....	21
Tabla 6: Ventajas y desventajas de diversos tipos de coagulantes.....	22
Tabla 7: Características fisicoquímicas de la leche fresca .....	28
Tabla 8: Características fisicoquímicas de la leche fresca .....	31
Tabla 9: Características químicas de la leche fresca.....	43
Tabla 10: Aceptabilidad sensorial del queso fresco .....	50
Tabla 11: Parámetros óptimos para la elaboración de queso fresco .....	61

## CONTENIDO DE FIGURAS

**Pág.**

Figura N° 01: Diagrama de flujo para la elaboración de queso fresco de leche de cabra .....	25
La Figura 2. Superficie de respuesta del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre el rendimiento de queso fresco .....	32
La Figura 3. Comportamiento del rendimiento al adicionar cloruro de calcio y leche de cabra .....	33
Figura 4. Superficie de respuesta del efecto del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre la humedad del queso fresco .....	36
Figura 5. Comportamiento del rendimiento por la adición de cloruro de calcio y leche de cabra.....	38
Figura 6. Superficie de respuesta del efecto del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre la humedad del queso fresco .....	40
Figura 7. Comportamiento del rendimiento al adicionar de cloruro de calcio y leche de cabra .....	42
Figura 8. Superficie de respuesta del efecto del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre el pH del queso fresco.....	44
Figura 9. Comportamiento del rendimiento por la adición de cloruro de calcio y leche de cabra.....	46
Figura 10. Superficie de respuesta del efecto del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre el % de acidez del queso fresco .....	47

Figura 11. Comportamiento del rendimiento al adicionar cloruro de calcio y leche de cabra .....	48
Figura 12. Comportamiento del rendimiento al agregar cloruro de calcio y leche de cabra .....	51
Figura 13. Superficie de respuesta del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre él % de acidez del queso fresco.....	53
Figura 14. Comportamiento del rendimiento al adicionar cloruro de calcio y leche de cabra .....	55
Figura 15. Superficie de respuesta del efecto del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre él sabor del queso fresco .....	56
Figura 16. Comportamiento del rendimiento al mezclar cloruro de calcio y leche de cabra .....	58
Figura 17. Superficie de respuesta del efecto del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre él sabor del queso fresco .....	59

## CONTENIDO DE APENDICES

	<b>Pág.</b>
Panel fotográfico .....	66
Análisis estadístico.....	68



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación optimizó el procesamiento del queso fresco mediante la metodología de superficie de respuesta, para evaluar el efecto de la adición de Cloruro de calcio (0%, 0,02% y 0,04%) y leche de cabra (0, 30 y 60%) sobre las propiedades físicas (rendimiento, humedad y tiempo de coagulación), químicas (pH y acidez) y propiedades organolépticas (sabor, olor y color), los ensayos experimentales se realizaron en el laboratorio de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad José Carlos Mariátegui. Empleándose la metodología de Superficie de Respuesta (MSR) para 9 tratamientos, los cuales fueron sometidos a un análisis de varianza con un nivel de significancia de 0,05. Los resultados de los análisis indican la variación del Rendimiento en (15.36 a 15.67%); Humedad (53.73 a 56.76%); Tiempo de coagulación (50 a 68min); pH (6.15 a 6.59), acidez (0,18 a 0.61%), color (7.2 – 6.5), olor (6.2 – 7.1) y sabor (6.2 – 7.6), el análisis estadístico demostró la influencia de los factores en estudio sobre los resultados ya mencionados, sin embargo la optimización mediante superficie de respuesta dio como parámetros óptimos: Concentración promedio de 0,04% y sustitución promedio de 60% de leche de cabra. Dichas condiciones dieron como resultado los valores máximos en la evaluación sensorial, así como parámetros fisicoquímicos dentro de la normatividad vigente para la elaboración de este tipo de producto.

Palabras clave: Leche de cabra, cloruro de calcio, queso fresco.

## ABSTRAC

The present research work optimized the processing of fresh cheese by means of the response surface methodology, to evaluate the effect of the addition of calcium chloride (0%, 0.02% and 0.04%) and goat milk (0, 30 and 60%) on the physical properties (yield, humidity and coagulation time), chemical (pH and acidity) and organoleptic properties (taste, smell and color), the experimental tests were carried out in the laboratory of the Professional Career of Agroindustrial Engineering from the José Carlos Mariátegui University. Using the Response Surface methodology (MSR) for 9 treatments, which were subjected to an analysis of variance with a significance level of 0.05. The results of the analyzes indicate the variation of the Yield in (15.36 to 15.67%); Humidity (53.73 to 56.76%); Clotting time (50 to 68min); pH (6.15 to 6.59), acidity (0.18 to 0.61%), color (7.2 - 6.5), smell (6.2 - 7.1) and taste (6.2 - 7.6), the statistical analysis demonstrated the influence of the factors under study on The results already mentioned, however, the optimization by response surface gave as optimal parameters: Average concentration of 0.04% and average substitution of 60% of goat's milk. These conditions resulted in the maximum values in the sensory evaluation, as well as physicochemical parameters within the current regulations for the elaboration of this type of product.

Keywords: Goat's milk, calcium chloride, fresh cheese.

## INTRODUCCIÓN

Por la importancia que tienen los productos lácteos o sus derivados son de sumo interés en el mercado consumidor actual, ya que existe una gran tendencia a consumir, es por ello que se hace necesario la constante innovación de derivados de productos lácteos como el queso fresco sustituido parcialmente con leche de cabra, recopilando información necesaria para determinar el tiempo óptimo de consumo del queso y aprovechar todas las bondades nutricionales que nos brinda. (Potter, 1999).

Si bien existe una cuantiosa bibliografía técnica acerca de las técnicas de procesamiento del queso fresco así como sus múltiples usos, sin embargo no existen trabajos que permitan alternativas de procesamiento del queso fresco que permitan revalorar este tipo de productos. Con la única finalidad de permitir dar u ofrecer al consumidor alternativas de consumo, y más aún si estas aportan nutrientes que permitan mejorar la salud del consumidor.

Muchos consumidores desconocen este tipo de productos de elevado valor nutricional y de fácil preparación lo que hace de este tipo de alimentos un producto muy interesante y agradable al paladar como lo es el queso fresco

## **CAPITULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1. Descripción del problema**

En el valle moqueguano, están ubicadas las pequeñas y medianas queserías dedicadas a la elaboración de quesos, mediante procedimientos tradicionales transmitidos de generación en generación, sumados al poco compromiso y escaso recursos económicos, ocasionando que en la Región Moquegua no se introduzcan nuevos productos lácteos enmarcados en la demanda actual del mercado.

El limitado conocimiento sobre nuevas alternativas de sustitución de leche fresca por otras fuentes lácteas en la elaboración de queso fresco, impide que tanto el productor agrícola y el procesador de quesos no generen nuevos productos o innoven, impidiendo aprovechar la leche de cabra y generar recursos económicos en los productores dedicados a la crianza de esta fuente de ganado caprino.

La demanda actual del mercado obliga a las empresas dedicadas a este rubro a enfrentar escenarios cada día más competitivos, utilizando técnicas adecuadas que aseguren la calidad del producto, sin embargo esto no es posible si no existe una investigación que permita revalorar la utilización de la leche de cabra rica en nutrientes como una fuente alternativa de procesamiento en la elaboración de queso, y que permita conocer los parámetros óptimos de proceso y evaluando sus características fisicoquímicas y sensoriales. En contraste en países en vías de desarrollo donde la leche de cabra y sus derivados cumplen un papel importante en lo nutricional y económico. Es por ello la importancia del presente trabajo de investigación.

#### 1.1.1. Antecedentes del problema

Cevallos (2011) en su investigación titulada “Niveles de cloruro de calcio líquido y en polvo en la elaboración del queso fresco pasteurizado de Marco´S” sus resultados evidenciaron que de acuerdo al tipo de cloruro de calcio las mejores respuestas la consiguieron al emplearse en forma de polvo esto permitió el incremento de materia seca (43,20%) y un mayor rendimiento (16,19%) ,y 6,41 litros de leche por kg de queso propiciando una mayor consistencia y sabor (características organolépticas ) en cambio con el empleo de cloruro de calcio líquido el rendimiento fue de 15,19% y requiriéndose de 6,61 litros de leche por kg de queso. En función a los niveles empleados se encontró ventajas al emplearse el nivel de 0,035% pues los quesos frescos presentaron un 44,36% de materia seca, 24,08% de proteínas, 16,15% de

grasas con rendimientos de 16,61%, una conversión litros leche por kg de queso de 6,03.

Nina (2006) En la presente investigación se determinó la influencia del uso de cloruro de calcio y cultivos lácticos mixtos mesófilos (*Streptococcus cremoris* y *Streptococcus lactis*) en la elaboración de queso fresco a partir de leche de cabra proveniente de la Provincia de Tacna, distrito de Sama. Para esto, se realizaron 9 tratamientos con diferentes cantidades de adición de cloruro de calcio (0,01%; 0,02%; 0,03%), cultivo láctico al (1,0%; 2,0%; 3,0%) y un control que no tiene adición de cultivo ni cloruro. La leche de cabra y el queso fueron sometidos a análisis físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales. El resultado de estos análisis indicó marcadas diferencias sensoriales, en el resultado no hubo diferencia significativa, con los diferentes niveles cloruro de calcio. Microbiológicamente se obtuvo un producto con ausencia de bacterias patógenas. Según el análisis sensorial el queso de cabra fue aceptado, así mismos se obtuvo una acidez inicial de 0,21% y 0,38% de ácido láctico al finalizar su periodo de vida útil, que representa el queso con 1% de cultivo y 0,01% de cloruro de calcio, dicha concentración de cultivo representa la cuarta de la dosis usada en la elaboración de queso fresco procedente de leche de vaca.

#### 1.1.2. Problemática de la investigación

Al pensar en innovar es mejorar la calidad nutricional de un producto, para satisfacer las necesidades nutricionales que las personas tenemos día a día.

En el mercado actual, la demanda de productos alimenticios de excelentes características en textura, cuerpo y sabor, determinan, en gran medida, la aceptabilidad. En las industrias de bebidas lácteas es notoria la tendencia hacia el uso de estabilizantes integrados, que potencializan sinergismos entre sus componentes, obteniendo productos de mejor calidad. Este trabajo de investigación pretende determinar el efecto que se produce al mezclar leches frescas: bovino y caprino así como la concentración de cloruro de calcio como variables de proceso al elaborar queso fresco, para conocer sus propiedades como sus parámetros fisicoquímicos y sensoriales.

## 1.2. Formulación del problema

### Problema principal

¿Cuál es el efecto de la adición de leche de cabra (*Capra hircus*) y cloruro de calcio sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del queso fresco?

## 1.3. Justificación

El tema a investigar es de gran importancia porque ayuda a implementar una tecnología en la elaboración de queso fresco mediante la aplicación de niveles de cloruro de calcio a partir de la materia prima como leche de: cabra y vaca, que se producen en el valle de Moquegua.

De manera técnico científico, se utilizará cloruro de calcio como un aditivo al elaborar queso fresco de cabra y vaca, siendo un aditivo poco

utilizado por los productores de queso debido al desconocimiento de la aplicación y beneficios de este.

En lo económico el estudio permitirá que los productores de leche tengan una alternativa de negocio frente a variaciones negativas en el precio de la leche.

En lo social el estudio permitirá que el consumidor encuentre un producto innovador en el mercado para satisfacer sus necesidades alimenticias y contribuir en la salud.

#### 1.4. Alcances y limitaciones

Este trabajo de investigación está enfocado en la elaboración del queso fresco a base de leche de vaca y cabra y el efecto del cloruro de calcio que permita lograr una mejor calidad, rendimiento y sea aceptable a la población a partir del enfoque de la satisfacción de la seguridad alimentaria familiar para abastecer al mercado local del producto bajo una lógica de la espontaneidad en la innovación técnica.

No existen antecedentes de investigación de estudio a nivel local, el presente estudio es autofinanciado, realizando un tratamiento veraz para no incidir en el resultado final de la investigación.



## 1.5. Objetivos

### 1.5.1. Objetivo General

Efecto de la adición de leche de cabra (*Capra hircus*) y cloruro de calcio sobre las características fisicoquímicas y sensoriales del queso fresco.

### 1.5.2. Objetivos específicos

- Analizar las características fisicoquímicas (pH, acidez y densidad) de la leche fresca.
- Evaluar la sustitución parcial de leche cabra (0, 30 y 60%) y adición de cloruro de calcio (0, 0.02 y 0.04%) sobre las características físicas (Tiempo de coagulación, Rendimiento y Humedad) del queso fresco
- Evaluar la sustitución parcial de leche cabra (0, 30 y 60%) y adición de cloruro de calcio (0, 0.02 y 0.04%) sobre las características químicas (acidez, pH) del queso fresco
- Evaluar la sustitución parcial de leche cabra (0, 30 y 60%) y adición de cloruro de calcio (0, 0.02 y 0.04%) sobre las características sensoriales (aceptabilidad en general) del queso fresco
- Establecer los parámetros óptimos de proceso mediante la metodología de superficie de respuesta.

## 1.6. Hipótesis

### 1.6.1. Hipótesis General

La sustitución parcial de la leche de cabra y el uso del cloruro de calcio influye significativamente en sus cualidades fisicoquímicas y sensoriales del queso fresco.

## 1.7. Variables

### 1.7.1. Identificación:

#### a) V. independiente

Factor A: Sustitución leche de cabra

Niveles: 0, 30 y 60%

Factor B: % de cloruro de calcio

Niveles: 0, 0.02 y 0.04%

#### b) V. dependiente

Características físicas:

- Humedad %
- Rendimiento %
- Densidad (g/cm<sup>3</sup>)

Características químicas:

- Acidez %
- pH

Características sensoriales:

- Aceptabilidad en general

### **1.7.2. Definición de variables**

Son propiedades, características o atributos que se dan en las unidades de estudio o por derivación de ellas; su condición indispensable es que deben ser medibles, sino se pueden medir no son variables. Pero en el presente estudio, las variables son objetivas y no presentan ninguna dificultad para su identificación y solo requieren de la aplicación de instrumentos mecánicos en su medición.

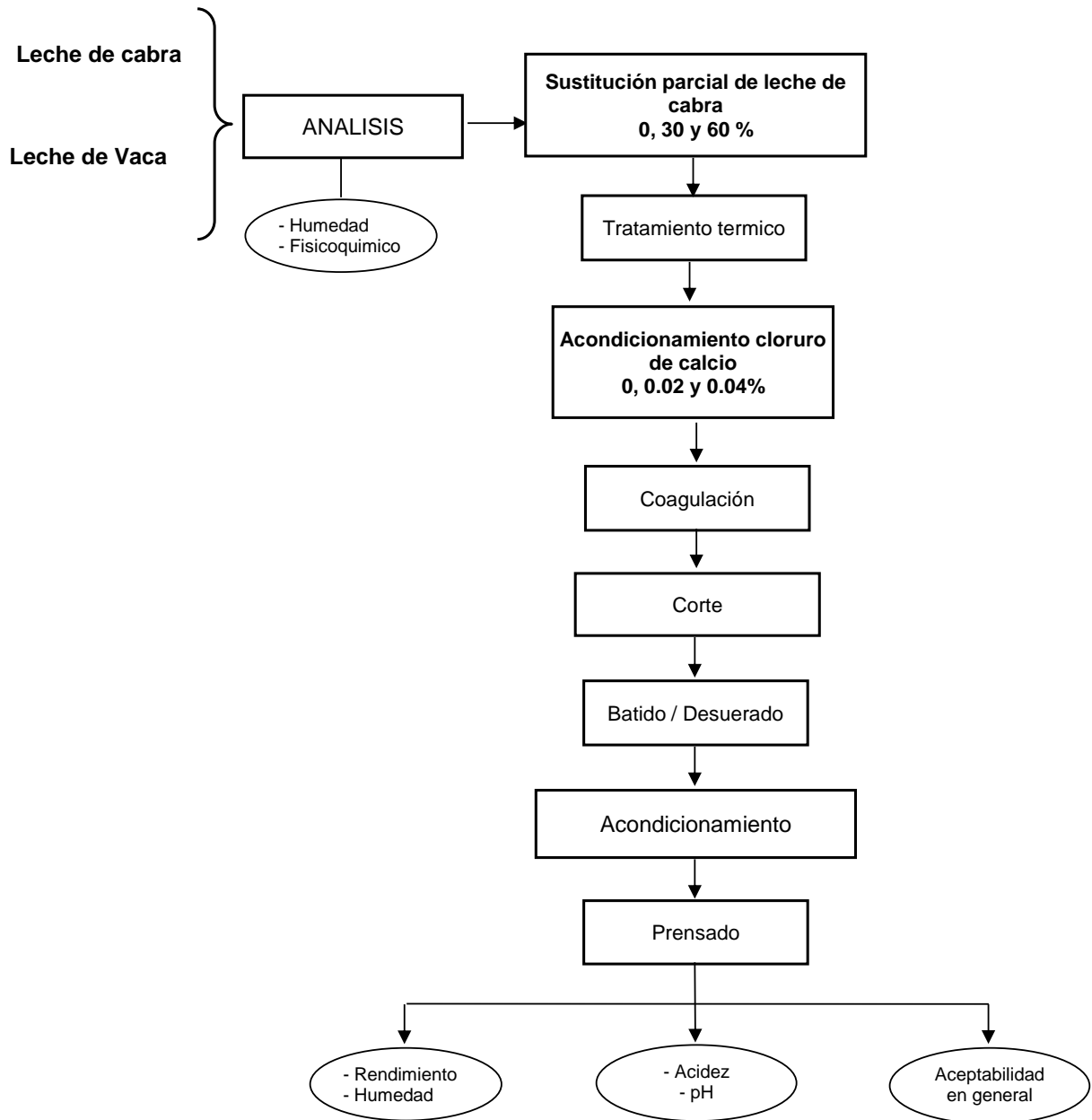
### **1.7.3. Operacionalización de variables**

Según Supo (2013), cuando son objetivas sus indicadores son a la vez las mismas variables y por tal razón no se hace necesario la operacionalización de variables. Asimismo los atributos sensoriales (Aroma, sabor, consistencia y aceptación general) siendo subjetivas, sus dimensiones son también las mismas variables, pero el indicador será la escala hedónica de 9 puntos.

## 1.8. Diseño de la investigación

### 1.8.1. Diseño experimental

El siguiente flujo grama detalla el diseño metodológico para la investigación



### 1.8.2. Diseño experimental

En el presente estudio utilizará un Diseño Completo al Azar, para dicho propósito se realizara un arreglo factorial de 3 x 3, para ver la relación existente entre un conjunto de datos que forman la población y comparar las muestras y determinar factores limitativos.

Factor (% leche de cabra)	Factor (% cloruro de calcio)	Variable respuesta
0	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Acidez</li> <li>• pH</li> <li>• Humedad</li> <li>• Rendimiento</li> <li>• Tiempo de coagulación</li> <li>• Aceptabilidad en general</li> </ul>
	0.02	
	0.04	
30	0	
	0.02	
	0.04	
60	0	
	0.02	
	0.04	

Se realizará un arreglo factorial de 3x3 con 3 repeticiones, después del arreglo factorial, la evaluación de resultados se hará a través de la Prueba Tukey ; El diseño del ANVA será con un nivel de confianza del 95%, mediante software estadístico, cuyo modelo estadístico es el siguiente

#### Modelo aditivo lineal

Para un DCA generado por un arreglo factorial:

$$Y_{ij} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \varepsilon_{ijk} \quad i = 1, \dots, p \quad j = 1, \dots, q \quad k = 1, \dots, r$$

Dónde:

- $Y_{ij}$  : es el valor o rendimiento observado en el i-ésimo factor A y, j-ésimo factor B.
- $\mu$ : es el efecto de la media general
- $\tau_i$  : es el efecto del i-ésimo factor A
- $\beta_j$  : es el efecto del j-ésimo factor B
- $e_{ij}$  : es el efecto del error experimental en el i-ésimo factor A, j-ésimo factor B.

### 1.8.3. Población y muestra

#### 1.8.3.1. Población

Queso fresco pasteurizado con leche de cabra y de vaca

#### 1.8.3.2. Muestra

El queso de leche de cabra y de vaca producido en el laboratorio de procesos y análisis de alimentos de la Universidad Privada José Carlos Mariátegui de Moquegua, usando cloruro de calcio como aditivo.

### 1.8.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

- El análisis físico – químico: Una vez terminado los experimentos, al producto final se analizarán fisicoquímicamente que incluyen análisis químico proximal, pH, acidez.
- Análisis sensorial: Se realizara para tener información orientativa sobre color, olor y sabor. Las muestras serán analizadas por panelistas seleccionados, aplicando el test Hedónico no estructurado de 10 cm.

## **CAPITULO II**

### **MARCO TEORICO**

#### **2.1.Marco referencial**

##### **2.1.1. Definición de leche**

IICA (2001). La leche es el producto higiénicamente obtenido de la secreción de las glándulas mamarias de la hembra sana en los animales mamíferos, y sirve de alimento al recién nacido, cuyo alimento es integro, no alterado ni adulterado y sin calostro, con ordeño higiénico, regular, completo e ininterrumpido de las hembras mamíferas domesticas sanas y bien alimentadas.

Se puede definir la leche de varias maneras, de las cuales, las más acertadas son:

- **Biológica:** Es una sustancia segregada por la hembra de los mamíferos con la finalidad de nutrir al crío.
- **Legal:** Alimento de la ordeña de un hato sano y que no representa un peligro para el consumo humano.

- Técnica o fisicoquímica: Sistema en equilibrio constituido por tres sistemas dispersos: solución, emulsión y suspensión.

### **2.1.2. Composición de la leche**

La caseína es la proteína más abundante de la leche, representa aproximadamente entre el 77 % y el 82 % de sus proteínas totales. Por la acción del cuajo o de ácidos, la caseína coagula. Esta propiedad se aprovecha para la producción de queso y cuajada. De las proteínas del suero de la leche, las más importantes son la lactoalbúmina y lactoglobulina. (Chamorro, 2003)

El contenido graso de la leche es muy variable. La grasa de la leche se encuentra emulsionada en forma de pequeños glóbulos recubiertos por una membrana protectora. Las leches comerciales se dividen, en función del contenido graso, en enteras, semidesnatadas y desnatadas.

Se han realizado experiencias para cambiar de alguna forma el porcentaje de ácidos grasos en la leche, mediante el aumento del porcentaje de insaturados. Esto se consigue variando la alimentación de las vacas.

Los glúcidos se encuentran en disolución, con lo que tienen una distribución muy uniforme en la leche, la lactosa, con 37-54 g/l, es el azúcar mayoritario de la leche. Tiene un débil sabor dulce en comparación con otros azúcares. (Chamorro, 2003). También se encuentran otros azúcares en pequeñas concentraciones, como la glucosa (7,4 g/l) y la galactosa (2,0 g/l).



La leche contiene un bajo número de minerales, siendo su concentración total inferior al 1 %. Los minerales se encuentran disueltos en la leche. Los más importantes son el calcio, sodio, potasio y magnesio. Se puede decir que la leche es un alimento rico en calcio. (Cadena, 2006). Las vitaminas se encuentran en la leche en pequeñas cantidades, pero tienen una gran importancia. Las más importantes son las vitaminas A, B1, B2, C y D.

Las vitaminas A y D son solubles en grasa, mientras que el resto son solubles en agua. En leches desnatadas, al eliminar la materia grasa se pierden las vitaminas A y D, aunque pueden añadirse o enriquecerse posteriormente. (Cadena, 2006)

Tabla 1: Composición de la leche de cabra y vaca

Componentes	Vaca	Cabra
Calorías	68	75
Proteínas	3,3	3,8
Grasas	3,6	4,3
Carbohidratos	4,8	4,6
Agua	87	86,3
Cloro	109	132
Calcio	140	138
Fosforo	90	100
Potasio	140	160
Vitaminas A	0,03	0,04
Vitamina B,	0,04	0,05
Vitamina C	1	2

\* Calorías por cada 100 gramos. Proteína, grasa, Carbohidratos y agua

Fuente: Cenzano (1994)

Tabla 2: Composición en 100g.

Fuente: MINSA (2009)

Nombr	Energía Kcal	Energía kj	Agua g	Proteínas g	Grasa g	Carbohi dratos totales g	Carbohi dratos g	Fibra g	Cenizas g
Leche fresca de cabra	66	276	87,3	3,2	3,8	5,0	5,0	0,0	0,7
Leche fresca de vaca	63	264	87,8	3,1	3,5	4,9	4,9	0,0	0,7

**a. Lípidos**

Los triglicéridos se encuentran como pequeñas partículas llamadas glóbulos. Contiene una gran cantidad de ácidos grasos, identificándose hasta 400 tipos de estos en la leche de vaca (en el aceite existen entre 8 y 10) y de los alimentos es la composición lipídico más compleja. (Chamorro, 2003)

**b. Lactosa**

La lactosa es un disacárido presente de manera natural únicamente en leches, representando el principal carbohidrato (algunos autores creen que es el único); sin embargo se ha identificado a pequeñas cantidades de glucosa, galactosa, sacarosa.

La lactosa se sintetiza en la glándula mamaria por un sistema enzimático en el que interviene la  $\alpha$ -lactoalbúmina para después segregarse en la leche. Es 15% menos edulcorante que la sacarosa y contribuye junto con las sales al sabor global del alimento

**c. Caseínas**

De todas las proteínas presentes en la leche, las más comunes caseínas: caseína- $\alpha$ , caseína- $\beta$  y caseína- $\kappa$ . En la industria láctea, la caseína- $\kappa$ , que posee, entre otras, las siguientes características:

La caseína- $\kappa$  es útil principalmente para la elaboración de quesos (la más rica en éste tipo de caseína es la leche de vaca, mientras que la más pobre proviene de la leche humana) debido a que al ser hidrolizada por la renina es posible que se precipite en paracaseína- $\kappa$ , la cual al reaccionar con el calcio genera paracaseinato de calcio. (Chamorro, 2003)

### 2.1.3. Producción de leche

En la producción nacional por regiones, podemos notar en el siguiente cuadro, la producción de los años 2009-2010. Siendo el 1° productor nacional a la región de Arequipa, con un 21% de participación del total producido, sin embargo presenta una disminución de 7% respecto al año anterior, le sigue Lima, con una participación del 18% del total y con un incremento del 7% en relación al año 2009. Como tercera región productora tenemos a Cajamarca, con una participación del 18% producido en el año 2010.

Tabla 3: Producción Anual de Leche Fresca por Regiones

Región	Año	
	2009	2010
Arequipa	387,317	355,013
Lima	286,719	306,876
Cajamarca	304,884	303,449
La Libertad	98,524	100,618

Puno	71,047	76,907
Amazonas	75,111	75,125
Cusco	50,955	68,452
Ayacucho	40,95	43,482
Apurímac	42,248	42,392
Lambayeque	36,814	39,517
Otras	257,543	266,541
Nacional	1,652,112.3	1,678,372.1

Fuente: Ministerio de Agricultura

#### 2.1.4. Definición de Queso

Amiot, (1991). Define como producto hecho a partir de la cuajada obtenido de la leche completa, semi descremada o descremada de vaca, cabra u otro mamífero, con adición o sin ella de cultivos lácticos acidificantes, por coagulación de la caseína por acción de la enzima renina, ácido láctico u otras enzimas o ácidos apropiados y con tratamiento o sin el de la cuajada por acción de la temperatura y presión para ayudar a la separación del suero.

#### 2.1.5. Composición del queso

Dubach (1988), indica que el queso fresco está compuesto por un 24% grasa, 21% proteína, 2% carbohidratos, 25 sales minerales y el 50% agua, 1% de sal de cocina además de las vitaminas A,B,D,E y K.

Madrid. (1999), señala que los quesos frescos tienen un alto contenido de humedad y no han sufrido un proceso de maduración, generalmente tiene un sabor a leche fresca o leche acidificada. Su consistencia suele ser pastosa, su color blanco su corteza es muy fina o no las posee. Los quesos frescos tienen un pH de 4,5, alto contenido en humedad 60% y es de consistencia pastosa.

Tabla 4: Composición de tipos de queso

<b>Tipo de queso</b>	<b>Es%</b>	<b>G/es%</b>	<b>Cina%</b>	<b>Ph</b>
Fresco de coagulación láctica	40-55	45-50	<2	4,6
fresco de coagulación enzimática	46	52	0,54	6,6
pasta blanda láctica	62	45	1,45	4,9
pasta blanda enzimática	64,67	47,52	3,32	5,16
Pasta blanda, madurado con moho	50-58	45-55	2-3,5	4,8-6,4
Pasta prensada corta maduración	52	50	1,5-2	5,3p
Pasta prensada larga maduración	55	50	2,3	5,3

Fuente: Chamorro y Losada (2002)

### 2.1.6. Microbiología del queso

El sabor y características físicas de los quesos corresponden en gran parte a la alteración de los constituyentes de la leche por medio de diversas especies de microorganismos que actúan simultáneamente o sucesivamente. (Foster, 1965).

Durante los primeros días de la maduración las bacterias se desarrollan rápidamente, su número puede subir a centenares de millones, pero después su número va bajando.

Esta variación depende del pH 5,3 y en muchos el pH puede llegar hasta 4,5. Esta acidez no impide la proliferación de levaduras que forman películas ni de mohos, pero inhibe el desarrollo de las bacterias causantes de la descomposición dentro del queso; las bacterias anaerobias putrefactivas, que causan descomposición, están entre las más sensibles a la acidez. (Foster, 1965).

Durante los primeros días de la maduración las bacterias se desarrollan rápidamente, su número puede subir a centenares de millones, pero después su número va bajando.

#### **2.1.7. Insumos para elaborar queso fresco**

**A. Cloruro de calcio:** La coagulación de la leche se realiza por la acción del cuajo sobre caseína, en presencia del calcio libre Ca (Dubach, 1988).

El equilibrio o balance del calcio entre el soluble, el coloidal y el que forma complejos, es muy delicado. El éxito de la coagulación depende de este balance. (Robinson, 2002).

La pasteurización de la leche, produce la precipitación del calcio libre lo que disminuye el poder de coagulación. Por esta razón debe añadirse Cloruro de Calcio ( $Cl_2Ca$ ) a la leche pasteurizada, a una temperatura de  $37^{\circ}C$  en una dosis de 10-30 gramos por 100 litros de leche, destinada a la elaboración del queso. (Solano y et al, 2003).

Este aditivo se encuentra en hojuelas y en una concentración de 66 al 80%, su adición es determinante para la coagulación, porque garantiza la formación del complejo de paracaseinato de calcio y por ello una buena coagulación de la leche. (Solano y et al, 2003).

Para permitir que la distribución sea fácil, el modo más común de añadir calcio a la leche, es en solución de cloruro de calcio estandarizada. (Robinson y et al, 2002).

Según Robinson, otros autores indicaron el efecto del cloruro de cálcico en la reducción de tiempos de coagulación con cuajo. Tienen que utilizarse cantidades exactas, porque si se añade demasiado cloruro cálcico, se disocia el complejo  $\alpha_s$  - caseína- k- caseína y al faltarle a la  $\alpha_s$  - caseína, la protección de la k- caseína, se forma un precipitado. Una cantidad ligeramente más pequeña, producirá una cuajada dura e inflexible. (Robinson, 2002).

**B. Cuajo:** Es la enzima bruta extraída de los cuajares de los rumiantes jóvenes sacrificados ante del destete, está constituido básicamente de QUIMOSINA Y PEPSINA, o de una combinación de ambas (Solano y et al 2003).

Pepsina: Procedente del estómago de diversos animales, especialmente el cerdo, pierde su actividad coagulante por debajo del p H 6,6 ( Alais, 1970).

Cuajos vegetales: Proviene de diversas especies de planta como la Cynara (cardos, alcachofas), Gallium (galio o cuajaleche), Pinguicula

(hierba de mantequilla), Whitania (granos de W. coagulantes). (Alais, 1970).

Cuajos microbianos, numerosas especies de microorganismos, especialmente los mohos, pueden coagular la leche sin acidificación, a causa de la producción de enzimas diferentes del cuajo. (Alais, 1970).

**C. Sal:** La sal que se utiliza para la elaboración de quesos, de preferencia debe ser yodada, y que tenga las siguientes características:

- Empacada por Kilos o similares
- Que identifique a la empresa procesadora
- Que cumpla con la exigencia nacional de manufactura
- Que sea finamente molida en forma homogénea
- Que no contenga partículas extrañas
- La sal se utilizara dependiendo el tipo de salazón y el tipo de queso.

Tabla 5: Dosificación de sal

<b>Tipo de queso</b>	<b>Dosis recomendada</b>	<b>Forma salazon</b>
<b>Fresco</b>	3%/ 100 l de leche	Directa
<b>Suizo</b>	20g/kg de queso	Directa
<b>Suizo</b>	23 kg/ 100 l de agua	Salmuera
<b>Mantecoso</b>	2,5% / 100 kg de quesillo	Directa

Fuente: Solano y Calle (2003)

Hay grandes variedades de queso. Sus diferentes estilos y sabores son el resultado del uso de distintas especies de bacterias y mohos, diferentes niveles de nata en la leche, variaciones en el tiempo de curación, diferentes tratamientos en su proceso y diferentes razas de vacas, cabras o el mamífero cuya leche se use. Otros factores incluyen la dieta del ganado y la adición de agentes saborizantes tales como hierbas, especias o ahumado. Que la leche esté o no pasteurizada también puede afectar al sabor.



Tabla 6: Ventajas y desventajas de diversos tipos de coagulantes.

PROCEDENCIA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
<b>TERNERO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Enzima natural, ideal y tradicional</li> <li>• Gran calidad del producto final</li> <li>• Actividad proteolítica baja</li> <li>• Se utiliza para quesos madurados</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Limitación en la obtención de estómagos</li> <li>• Precios y disponibilidad</li> </ul>
<b>BOVINO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Contiene las mismas enzimas que el cuajo de ternero, pero en diferentes proporciones</li> <li>• Posible utilización para todas las variedades de quesos</li> <li>• Se utiliza para quesos frescos y madurados</li> <li>• Mayor disponibilidad</li> <li>• Diferentes presentaciones</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mayor sensibilidad a cambios de pH y al contenido de calcio</li> <li>• Actividad proteolítica medio</li> </ul>
<b>ORIGEN MICROBIA NO</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejor manipulación</li> <li>• Precio accesible y mejor disponibilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bajos rendimientos</li> <li>• Alta actividad proteolítica</li> <li>• Aparición de sabores extraños (amargos)</li> </ul>

Fuente: Tallamac *et al.* (2003)

### 2.1.8. Análisis sensorial

Al realizarse los ensayos sensoriales pueden clasificarse de diferentes formas, según su finalidad. Existen 3 tipos principales de ensayos: afectivas, discriminativas y las descriptivas (Anzaldúa, 1994).

a) **Ensayos afectivos:** Las pruebas afectivas son aquellas en las cuales el juez expresa su reacción subjetiva ante el producto, indicando si le gusta o le disgusta, si lo acepta o lo rechaza, o si lo prefiere a otro. Estas pruebas son las que presentan mayor variabilidad en los resultados y éstos son más difíciles de interpretar, ya que se trata de apreciaciones completamente

personales. (Anzaldúa, 1994). Las pruebas afectivas pueden clasificarse en tres tipos: pruebas de preferencia, pruebas de grado de satisfacción y pruebas de aceptación.

b) Ensayos discriminativos: Son aquellas en las que no se requiere conocer la sensación subjetiva de un alimento en una persona, sino que se desea establecer si hay diferencia o no entre dos o más muestras, . (Larmond, 1977).

Para estas pruebas participan jueces semientrenados cuando las pruebas son sencillas, tales como la de comparación apareada simple, dúo – tríptico; para algunas comparaciones más complejas, como las de Scheffé o las comparaciones múltiples, es preferible que los Jueces sean entrenados, ya que hay que considerar diferencias en cuanto a algún atributo en particular y su magnitud de la diferencia. (Anzaldúa, 1994).

c) Ensayos descriptivos: Se definen las propiedades del alimento y medirlas de la manera más objetiva posible. Aquí no son importantes las preferencias o aversiones de los jueces, y no es tan importante saber si las diferencias entre las muestras son detectadas, sino cuál es la magnitud o intensidad de los atributos del alimento. (Catania y Avagnina 2007).

Estos ensayos, proporcionan información más objetiva acerca del producto que las otras pruebas; sin embargo, son más difíciles de realizar, el entrenamiento de los jueces debe ser más intenso y monitorizado, y la

interpretación de los resultados es ligeramente más laboriosa. (Anzaldúa, 1994)

#### **2.1.9. Etapas de procesamiento del queso**

Brito, señala que la elaboración de quesos con leche de cabra en quesería de pequeñas producciones, debe seguir las siguientes operaciones unitarias:

- A) Filtrado de la leche:** Se realiza con el objeto de separar las partículas de suciedad, especialmente pelos, pajas, insectos, etc.
  
- B) Pasteurización:** El método a usar es pasteurización lenta, es decir 65°C por 20 – 30 minutos.
  
- C) Adición de cuajo y coagulación:** La cantidad de cuajo generalmente varía entre 2,0 – 2,5 gr. por 100 litros de leche. Todo este proceso se realiza a una temperatura constante de 32 – 33 °C
  
- D) Corte:** Esta operación se realiza con liras o, un cuchillo de hoja y consiste en romper el cuajo formado, de manera homogénea y completa, para permitir una salida pareja del suero. Después de esto la cuajada debe permanecer en reposos por 5 a 10 minutos.

- E) Adición de sal y agitación:** Se agita la cuajada durante 10 a 15 minutos y se adiciona la sal en forma de salmuera. La cantidad de sal varía entre 300 y 400 gramos por 20 litros de leche.
- F) Llenado de moldes:** Se vacía el contenido en los moldes recubiertos por paños previamente higienizados.
- G) Prensado:** Se realiza sobre la misma mesa usada para el llenado de moldes. El peso es de 2 kilogramos por kilogramo de queso durante 2 horas, luego el queso se mantiene sin presión hasta el día siguiente. En la primera media hora los quesos deben darse vuelta cada 10 minutos, luego cada media hora por tres veces y finalmente cada 5 o 6 horas, para que la liberación del suero sea más homogénea.
- H) Maduración y tratamiento en almacenaje:** El periodo de maduración es aproximadamente de 7 días, durante los cuales se deben dar vuelta los quesos, pasando sobre las caras de los mismos un paño mojado con salmuera.

Figura N° 01: Diagrama de flujo para la elaboración de queso fresco de leche de cabra





## **CAPITULO III**

### **DESARROLLO**

#### **3.1 Desarrollo de la investigación**

La ejecución de los ensayos y sus análisis se realizaron en laboratorios de la Carrera Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad José Carlos Mariátegui.

Se recolectó un total de 50 litros leche de vaca y 50 litros leche de cabra, los mismos que se conservaron en condiciones de refrigeración para realizar los 9 tratamientos con 3 repeticiones.

Para todos los casos se utilizó la misma cantidad de cuajo y sal, manteniendo la temperatura de pasteurización hasta los 65°C por 30 minutos, se enfrió la leche hasta los 36°C.

El proceso de elaboración fue el mismo para todos según se detalla en la Figura 1, y la evaluación de las características físicas químicas y sensoriales fue la misma para todos los tratamientos.

## CAPITULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIONES

#### 4.1. Características fisicoquímicas de la leche fresca

En el siguiente cuadro, se muestran resultados de los análisis fisicoquímicos a la leche fresca de bovino y caprino, los mismos que detallamos a continuación:

Tabla 7: Características fisicoquímicas de la leche fresca

Descripción	Temperatura °C	Densidad (g/cm <sup>3</sup> )	Acidez %	pH
Leche de vaca	20	1.029	0.15	6.65
Leche de cabra	22	1.032	1.2	6.66

Los valores reportados en la tabla 7, están dentro del rango de promedios establecidos por la NTP (2003) y NTE (2012), que son quienes establecen los requisitos fisicoquímicos mínimos para que la leche sea declarada apta para consumo humano, esto con la finalidad de evitar adulteraciones.

Con respecto al contenido de acidez la leche de vaca es ácida ante la fenoltaleína alcalina y ante el anaranjado de metilo y anfotérica cuando se prueba

con papel tornasol debido a la presencia de fosfatos. Su pH, en general, es de 6.4 a 6.6. La acidez total de la leche fresca recién ordeñada suele ser de 0.14% (como ácido láctico) (Kirk *et al.*, 1996).

Para la acidez de la leche como una medida indirecta de su calidad sanitaria, este análisis es aplicado de forma habitual a la leche cruda, como así también a la leche tratada térmicamente. El primer caso, reviste particular importancia económica, puesto que la tendencia a nivel mundial es fijar el precio de la compra de leche a los productores por su calidad, valorando no solo el volumen o masa de leche, sino también la calidad fisicoquímica y sanitaria de la misma (Walstra, 2001).

El grado de acidez de la leche fresca de vaca se sitúa un poco por debajo de la actualidad, alrededor del orden de 6.6 a 6.7. ello se debe sobre todo a su bajo contenido en caseínas (proteínas fosforiladas (Alais y Linden, 1990).

Hay factores que influyen en la variabilidad de la calidad de la leche fresca y son de tipo ambiental, fisiológico y genético. Dentro de los ambientales se reconoce a la alimentación, la época del año y la temperatura ambiente. En los fisiológicos encontramos el ciclo de lactancia, las enfermedades, especialmente la mastitis, y los hábitos de ordeño. En cuanto a factores genéticos citaremos la raza, las características individuales dentro de una misma raza y la selección genética (Magariños, 2000).

Sin embargo el % de acidez expresado como ácido láctico es un indicador de



calidad que hasta la actualidad se sigue empleando ya que estos microorganismos que se encuentran en la leche consumen los azúcares de la misma (lactosa) produciendo ácido láctico, por ello a mayor acidez mayor es la contaminación por flora patógena, dentro de los microorganismos más característicos están: *Mycobacterium bovis*, *Pseudomona aeruginosa*, *Staphilococcus aureus*, *E. coli*, *Bacillus* entre otros (Magariños, 2000), del Cuadro 3, se puede concluir que la acidez de la leche fresca está dentro de límites permisibles por tanto su contaminación microbiológica está dentro de los rangos permitidos.

Walstra (2006) menciona que la acidez de la leche se expresa generalmente como pH. Esto debido a que varias condiciones y procesos pueden afectar el valor del pH, ya que el valor del pH es la cantidad molar de HCl o NaOH necesaria para cambiar el pH en una unidad, tal es así que cuando el pH de la leche fresca disminuye se debe a que el fosfato del calcio miscelar se libera originando una disminución del pH, este efecto se debe principalmente a la contaminación por flora patógena.

El pH según la tabla 7, muestra que la leche fresca se encuentra dentro de los límites permisibles, sin embargo Walstra (2006) refiere que el pH de la leche depende fuertemente de la temperatura. Es decir a mayor temperatura menor es el pH, esto porque la leche tiene casi pH neutro (es decir, el valor de pH en el que las actividades de  $H^+$  y  $OH^-$  son iguales), la disociación de la mayoría de los grupos ionizables depende de la temperatura pero la dependencia es muy variable.

#### 4.1. Características físicas del queso a base de leche de vaca y de cabra

En la tabla 8, presentan resultados de las características físicas del queso elaborado con sustitución parcial de leche de cabra y adición de cloruro de calcio, los mismos que detallamos a continuación:

Tabla 8: Características fisicoquímicas de la leche fresca

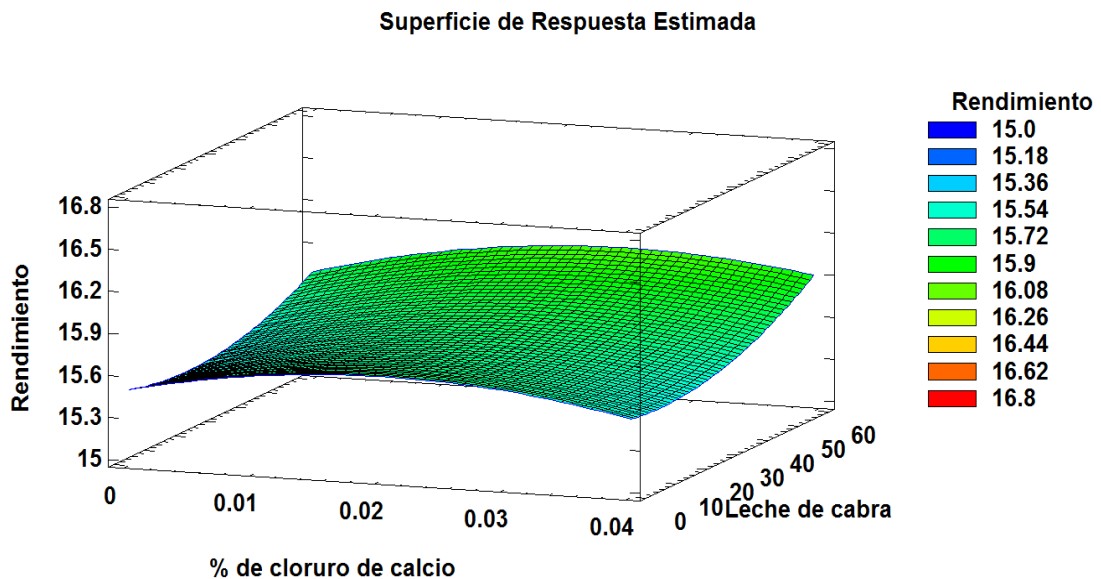
Factores en estudio			Variables respuesta		
% Cloruro de calcio	% Leche de cabra	% Leche de vaca	Rendimiento %	Humedad %	Tiempo de coagulación (min)
0	0	100	15.62	56.05	50
	30	70	15.66	56.74	56
	60	40	15.36	53.73	65
0.02%	0	100	15.38	55.13	57
	30	70	15.36	54.59	52
	60	40	16.66	56.76	60
0.04%	0	100	15.68	54.86	68
	30	70	15.67	56.51	65
	60	40	15.61	55.56	58

##### a) Rendimiento:

En la tabla 8, muestra que el rendimiento del queso fresco está dentro de 15.36 y 15.67%, es decir de cada 100 litros de leche fresca se obtienen alrededor de 15.6 kg de queso fresco. Amiot (1991) menciona que la palabra fresco se utiliza para definir un queso que no se madura después de la fabricación, que se consume en estado fresco, siendo el rendimiento por encima del 14%, este rendimiento es debido a lo sencillo de su procesamiento y su alto contenido de humedad el cual debe ser mayor al 50% así mismo los quesos frescos tienen distintos contenidos en materia grasa:

la mayor parte son magros, aunque también hay algunos grasos, las variedades con un bajo contenido en Omateria grasa y en sal pueden considerarse como quesos dietéticos y de régimen.

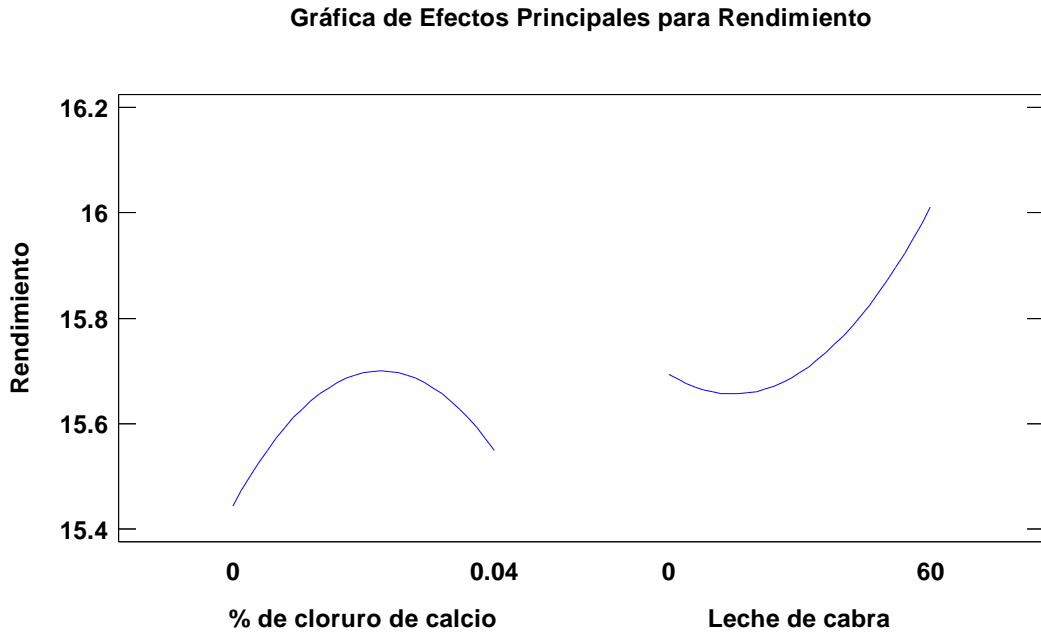
La Figura 2. Superficie de respuesta del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre el rendimiento de queso fresco



La Figura 2, muestra el % de cloruro de calcio y sustitución parcial de leche de cabra sobre el rendimiento de queso fresco, se puede apreciar que conforme se adiciona leche de cabra el rendimiento se incrementa. Este efecto se debe a que la leche de cabra contiene más sólidos totales a nivel de sólidos, carbohidratos y grasa respecto a la leche fresca de vaca (Escobar, 1980), por ende conforme se adiciona o sustituye leche de cabra por leche de vaca se elevara el rendimiento del queso fresco. Así mismo al adicionar un % de cloruro de calcio en sus extremos de 0 a

0.04% no se ve un efecto marcado sobre el rendimiento.

La Figura 3. Comportamiento del rendimiento al adicionar cloruro de calcio y leche de cabra



La Figura 3, nos muestra los efectos principales sobre el rendimiento y al igual que la Figura 2, muestra que la sustitución parcial de leche de cabra influye sobre el rendimiento de queso fresco. Sin embargo se aprecia que el % de cloruro de calcio no tiene un efecto marcado en sus extremos de 0 y 0.04%

La Figura 3, nos muestra los efectos principales sobre el rendimiento y al igual que la Figura 2, muestra que la sustitución parcial de leche de cabra influye sobre el rendimiento de queso fresco. Sin embargo se aprecia que el % de cloruro de calcio no tiene un efecto marcado en sus extremos de 0 y 0.04%. al respecto Scott (1991) indica que el cloruro de calcio es un aditivo que sustituye al calcio miscelar de la leche fresca, el cual se pierde después del proceso de pasterización

por lo cual su adición es importante para controlar los tiempos de coagulación, mas no tiene un efecto marcado sobre el rendimiento.

La metodología superficie de respuesta permite optimizar los procesos unitarios, para obtener o maximizar el rendimiento del queso fresco y obtener un valor óptimo de 16% es necesario trabajar con un contenido de cloruro de calcio de 0.025% y sustitución parcial de leche de cabra de 60%.

La Ecuación 01, desarrollada mediante la función cuadrática (superficie de respuesta de segundo orden), nos permite realizar interpolaciones en un rango de 0 a 0.04% de cloruro de calcio y de 0 a 60% de leche de cabra, ello con la finalidad de obtener el rendimiento de queso fresco.

$$\% \text{ Rendimiento} = 15.4875 + 20.2917*\% \text{ de cloruro de calcio} - 0.00663889*\text{Leche de cabra} - 500.0*\% \text{ de cloruro de calcio}^2 + 0.0791667*\% \text{ de cloruro de calcio}*\text{Leche de cabra} + 0.000172222*\text{Leche de cabra}^2 \dots\dots\dots(\text{Ec. 01})$$

El análisis estadístico (B1), reporta que si existe influencia estadística significativa de la sustitución parcial de leche de cabra sobre el % de rendimiento de queso fresco, pero la adición de cloruro de calcio no influye sobre esta propiedad, demostrando la dependencia que la sustitución parcial de leche de cabra sobre el rendimiento.

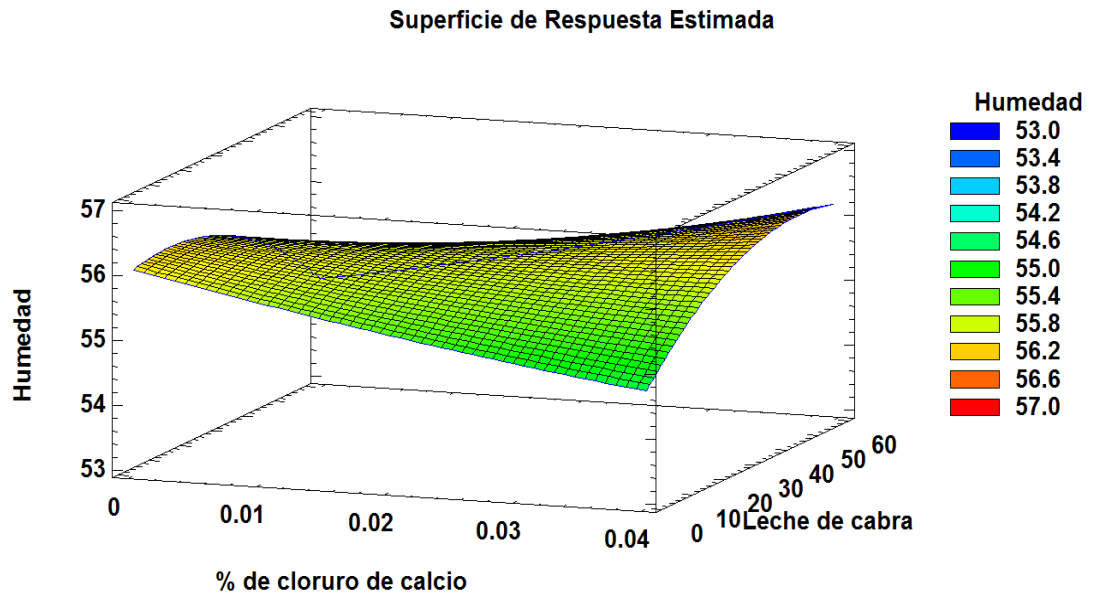
**b) Humedad:**

En la tabla 8, muestra que el contenido de humedad del queso fresco está dentro de

53.33 y 56.74%, es decir por cada 100 kg de leche fresca se encuentran alrededor de 56 kg de agua. Amiot (1991) menciona el agua queda retenida en el queso por las técnicas de fabricación utilizadas: coagulación de la leche; obtención de una cuajada friable que no se puede prensar, escaso desuerado de la cuajada; adición de poca sal, etc., esto explicaría nuestros resultados por el elevado contenido de humedad, así mismo los quesos frescos no deben madurar o fermentar después de su fabricación: si esto ocurre, el queso se altera, aparecen defectos y se estropea en menos tiempo. Por lo tanto, estos quesos deben conservarse en frío y consumirse en estado fresco. La duración de su conservación depende del contenido en agua, de la calidad de la materia prima, de las técnicas de fabricación y de las condiciones higiénicas durante la manipulación, el almacenamiento y la distribución.

La humedad de los quesos está entre 53,33 y 56,74%, por lo que se tratan de quesos frescos que según su consistencia se clasifican en quesos blandos, dado que tienen una humedad mayor del 45 %. (COVENIN, 2003).

Figura 4. Superficie de respuesta del efecto del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre la humedad del queso fresco



La Figura 4, muestra el % de cloruro de calcio y sustitución parcial de leche de cabra sobre la humedad del queso fresco, se puede apreciar que conforme se adiciona leche de cabra el contenido de humedad se incrementa. Así mismo conforme se aumenta el % de cloruro de calcio en sus extremos de 0 a 0.04% el contenido de humedad disminuye Este efecto se explica porque el cloruro de calcio al ser una sal posee fuerzas de atracción electrostáticas mayores a las de los puentes hidrogeno, por ello las moléculas de agua prefieren unirse al cloruro de calcio antes que a la caseína, originando una deshidratación de la misma y por ende reduciendo la humedad en el queso fresco (Belitz y Grosh, 1997).

La Figura 4, nos muestra los efectos principales sobre el rendimiento y al igual que la Figura 3, muestra que la sustitución parcial de leche de cabra y % de

cloruro de calcio influye sobre el contenido de humedad del queso fresco.

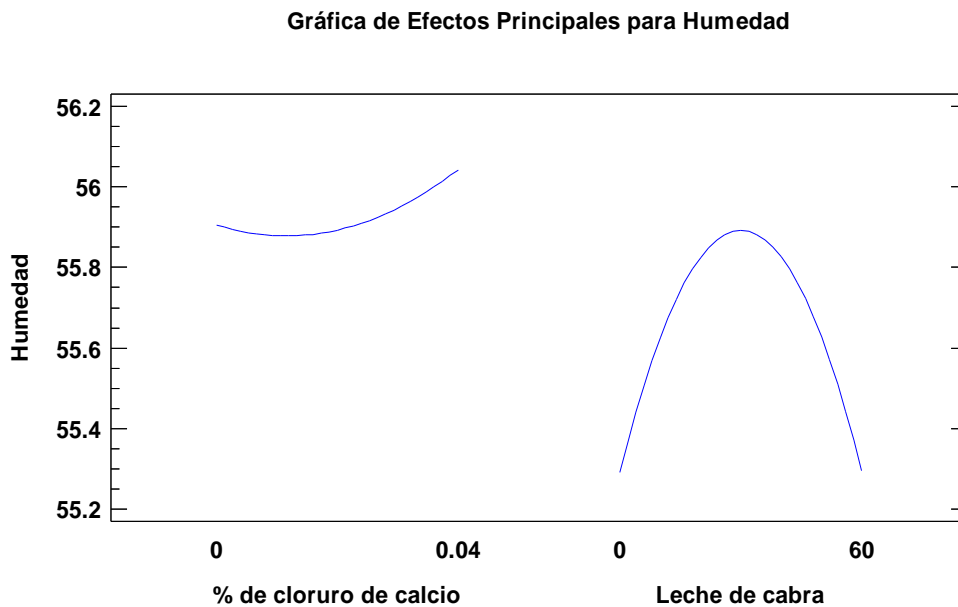
La metodología superficie de respuesta permite optimizar los procesos unitarios, en ese sentido para obtener o maximizar el contenido de humedad del queso fresco y obtener un valor óptimo de rendimiento de 56.28% es necesario trabajar con un contenido de cloruro de calcio de 0.04% y sustitución parcial de leche de cabra de 48.96%.

La Ecuación 02, desarrollada mediante la función cuadrática (superficie de respuesta de segundo orden), nos permite realizar interpolaciones en un rango de 0 a 0.04% de cloruro de calcio y de 0 a 60% de leche de cabra, ello con la finalidad de obtener el contenido de humedad del queso fresco.

$$\% \text{ Humedad} = 56.0606 - 42.5 * \% \text{ de cloruro de calcio} + 0.0147778 * \text{Leche de cabra} + 204.167 * \% \text{ de cloruro de calcio}^2 + 1.25833 * \% \text{ de cloruro de calcio} * \text{Leche de cabra} - 0.000664815 * \text{Leche de cabra}^2 \dots\dots\dots(\text{Ec. 02})$$



Figura 5. Comportamiento del rendimiento por la adición de cloruro de calcio y leche de cabra



El análisis estadístico (B2), reporta que si existe influencia estadística significativa de la sustitución parcial de leche de cabra sobre y el % de cloruro de calcio sobre el contenido de humedad del queso fresco, demostrando la dependencia de estos factores sobre el contenido de humedad.

### c) Tiempo de coagulación:

Según la tabla 8, se muestra el tiempo de coagulación del queso fresco elaborado con sustitución parcial de leche de cabra y adición de cloruro de calcio, cuyos valores promedio están dentro del rango de 50 a 65 minutos.

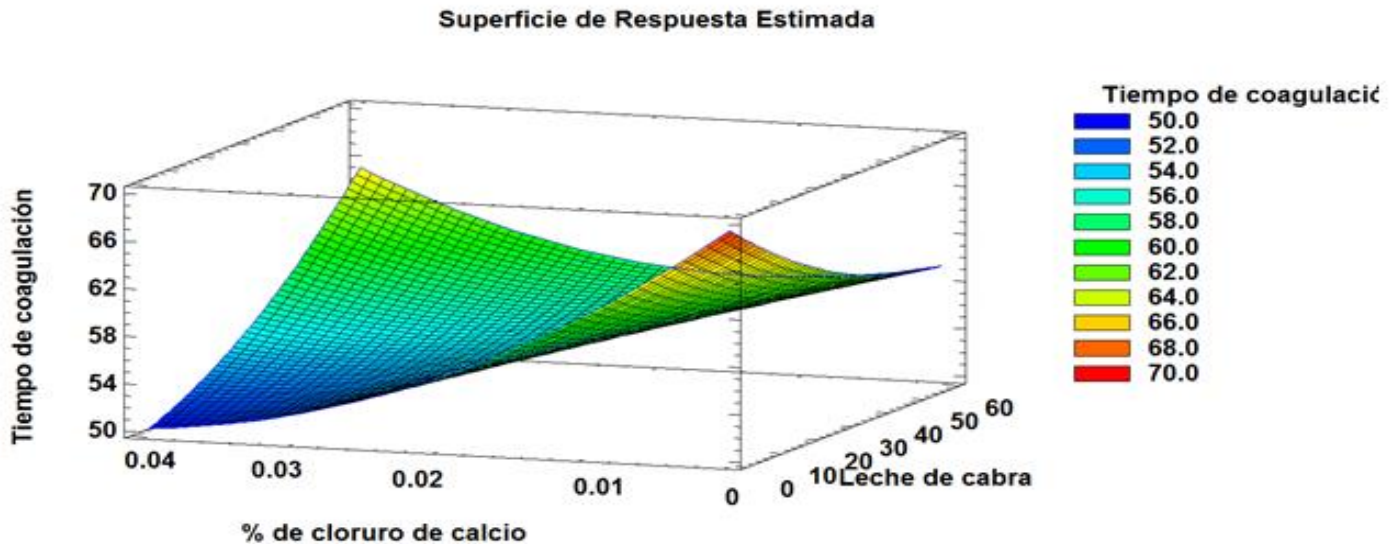
Para identificar el punto de gelificación de la leche durante la coagulación enzimática, tradicionalmente se recurre a la determinación del tiempo de

coagulación (TC). El más común de todos los métodos propuestos, a tal fin, se basa en la observación visual, al momento de realizar 3 pruebas básicas como con el tipo de corte, huella y estabilidad (Sommer y Matsen, 1935)

Cabe resaltar que el % de adición de la enzima (quimosina y pepsina) es factor importante en el proceso de coagulación, tal es así que a mayor concentración de enzima mayor es el proceso de hidrolisis de la caseína y por ende se acelera el proceso de coagulación (Ustunol *et al.*, 1993). Sin embargo en el proyecto de investigación se utilizó cuajo de fuente microbiana del hongo *Mucor Pusifu*, cuyo nombre comercial es Marshall en una proporción de 600mg / 75 litros de leche fresca, con una fuerza de coagulación de 185 UIC (Unidades internacionales de coagulación), se adiciona la misma proporción de cuajo con la finalidad de evitar la influencia del cuajo y mostrar el efecto del cloruro de calcio y tipo leche sobre el tiempo de coagulación.

La Figura 6, muestra el % de cloruro de calcio y sustitución parcial de leche de cabra sobre el tiempo de coagulación del queso fresco, se puede apreciar que conforme se adiciona leche de cabra el tiempo de coagulación disminuye. Así mismo conforme se puede observar que a mayor % de cloruro de calcio menor será el tiempo de coagulación.

Figura 6. Superficie de respuesta del efecto del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre la humedad del queso fresco



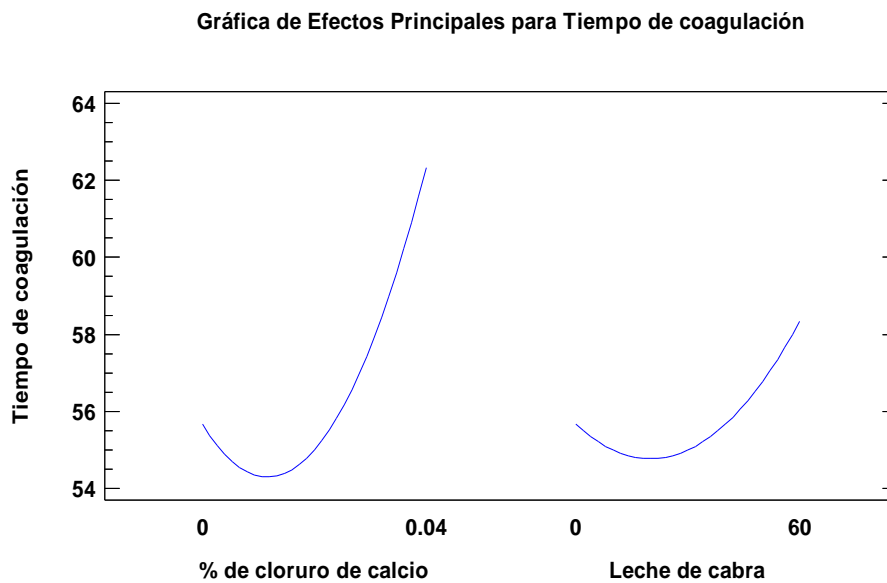
Waungana (1995) mostró que la adición de  $\text{CaCl}_2$  resultó en una disminución del tiempo de coagulación y formación de geles más fuertes tanto en leches calentadas como en frescas, es así que con una adición de 0.2 g por cada 1 kg de leche pasteurizada se logra un tiempo de coagulación de 60 min, y en un extremo con 0.4 se logra un tiempo de coagulación de 50 min. Este comportamiento concuerda con nuestros resultados ya que la función del  $\text{CaCl}_2$ , es sustituir al calcio miscelar que se perdió después del tratamiento térmico (pasterización) con lo cual se promueve la actividad enzimática del cuajo y por ende se acelera el proceso de hidrólisis, la floculación y la posterior formación del gel (cuajada).

La Figura 6, nos muestra los efectos principales sobre el rendimiento y al igual que la Figura 5, muestra que la sustitución parcial de leche de cabra y % de cloruro de calcio influye sobre la humedad del queso fresco.

La presencia de iones calcio es indispensable para la floculación de las micelas de caseína modificadas por la acción del cuajo. Las micelas, después de la acción del cuajo, se muestran muy sensibles a los iones de calcio y pequeñas variaciones en la concentración de estos iones en las leches pueden afectar notablemente al tiempo de coagulación y a la dureza del gel (Walstra, 2003).

Habitualmente, el fenómeno de floculación sólo se produce si la leche contiene al menos una concentración de 1,5 a 2 mM de  $\text{Ca}^{+2}$  -  $\text{Mg}^{+2}$ . Es por esta razón por la que las leches pobres en calcio coagulan difícilmente y dan lugar a geles blandos, sin firmeza. La aptitud de la leche para la coagulación no está ligada únicamente a la concentración en calcio. Depende también del contenido en fosfato cálcico coloidal (micelar). El tiempo de coagulación es tanto más corto y el gel es tanto más firme y se presta tanto mejor al desuerado cuanto más elevado sea el contenido en fosfato cálcico coloidal de la leche (Ustunol *et al.*, 1993).

Figura 7. Comportamiento del rendimiento al adicionar de cloruro de calcio y leche de cabra



La metodología superficie de respuesta permite optimizar los procesos unitarios, en ese sentido para obtener o minimizar el tiempo de coagulación a 50 min, es necesario trabajar con un contenido de cloruro de calcio de 0.04% y sustitución parcial de leche de cabra de 60%.

La Ecuación 03, desarrollada mediante la función cuadrática (superficie de respuesta de segundo orden), nos permite realizar interpolaciones en un rango de 0 a 0.04% de cloruro de calcio y de 0 a 60% de leche de cabra, ello con la finalidad de obtener el contenido de humedad del queso fresco.

$$\text{Tiempo de coagulación} = 50.006 - 0.355 * \% \text{ de cloruro de calcio} + 0.0147778 * \text{Leche de cabra} + 204.167 * \% \text{ de cloruro de calcio}^2 + 1.25833 * \% \text{ de cloruro de calcio} * \text{Leche de cabra} - 0.000664815 * \text{Leche de cabra}^2 \dots \dots \dots (\text{Ec. 03})$$

El análisis estadístico (Anexo 3), reporta que si existe influencia estadística significativa de la sustitución parcial de leche de cabra sobre y el % de cloruro de calcio sobre el tiempo de coagulación del queso fresco, demostrando la dependencia de estos factores sobre dicha propiedad.

#### 4.2. Características químicas del queso a base de leche de vaca y de cabra

En la tabla 9, se presentan resultados de las características químicas del queso fresco elaborado con sustitución parcial de leche de cabra y adición de cloruro de calcio, los mismos que detallamos a continuación:

Tabla 9: Características químicas de la leche fresca

Factores en estudio		Variables respuesta	
% Cloruro de calcio	% Leche de cabra	pH	Acidez %
0	0	6.42	0.27
	30	6.15	0.55
	60	6.59	0.54
0.02%	0	6.49	0.27
	30	6.39	0.54
	60	6.5	0.61
0.04%	0	6.32	0.34
	30	6.6	0.29
	60	6.54	0.18

##### a) pH:

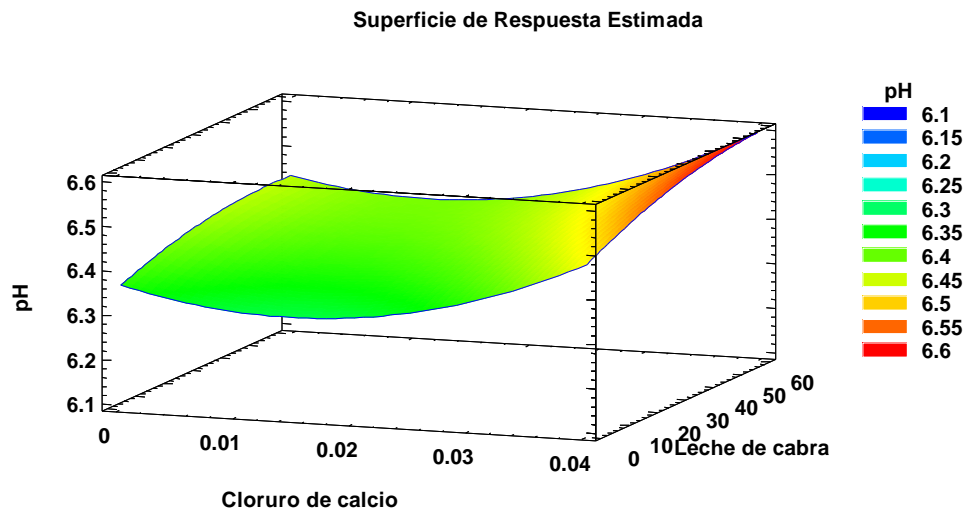
En la tabla 9, muestra que los promedios del pH del queso fresco, los cuales están dentro del rango de 6.15 a 6.59. Pelaez et al. (2003) elaboro quesos frescos con sustitución parcial de leche de cabra encontrando pH alrededor de 6.33, explicando que dichos valores se deben a que los quesos frescos elaborados

mediante coagulación enzimática, originaba la liberación de ácido fosfórico, con la consecuente disminución del pH.

La Figura 8, muestra el % de cloruro de calcio y sustitución parcial de leche de cabra sobre el pH del queso fresco, se puede apreciar que conforme se adiciona leche de cabra el pH disminuye. Así mismo se puede observar que a mayor % de cloruro de calcio existe un ligero incremento del pH.

Un descenso del pH de la leche, de 6,7 a 6 por ejemplo, disminuye el tiempo de coagulación y conlleva la formación de un gel que se endurece más rápidamente, este fenómeno es consecuencia de la influencia del pH a la vez sobre la actividad del cuajo, máxima a pH 5,5, y sobre la estabilidad de las micelas, que decrece con el pH por neutralización de las cargas negativas y liberación de iones  $\text{Ca}^{+2}$ .

Figura 8. Superficie de respuesta del efecto del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre el pH del queso fresco

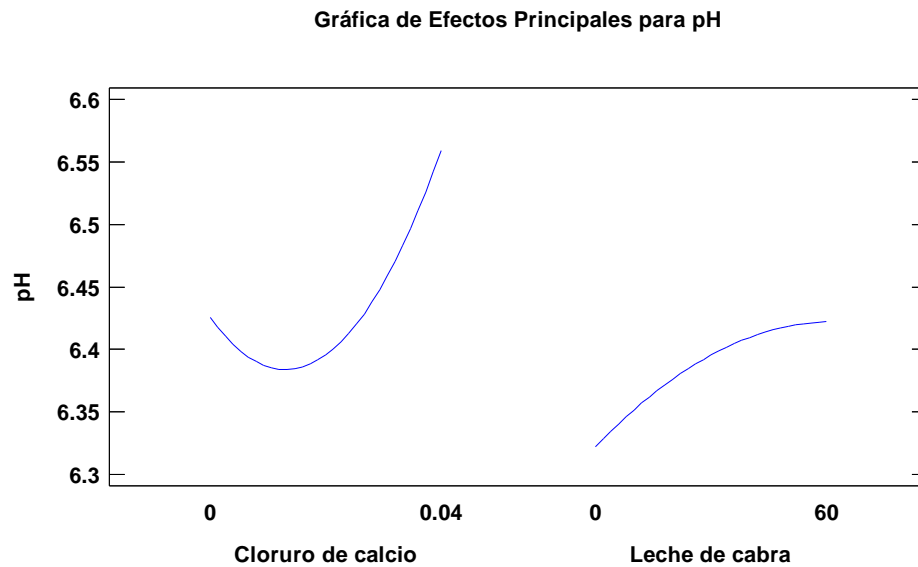


Respecto a la Figura 8 y su comportamiento Walstra (2003) menciona que la adición de cloruro de calcio origina el incremento del pH en la leche fresca, es decir si la adición de cloruro de calcio llega a un máximo de 70g por 100 kg de leche el pH llegara a valores de 6.55. lo cual concuerda con nuestros resultados.

La Figura 8, nos muestra los efectos principales sobre el pH y al igual que la Figura 7, muestra que la sustitución parcial de leche de cabra y % de cloruro de calcio influye sobre el valor del pH en queso fresco. El cloruro de calcio tiene como función darle mayor firmeza mecánica a la cuajada. Esto es particularmente importante cuando se trata de leche pasteurizada porque, durante la pasteurización, se da un proceso normal de descalcificación parcial de las caseínas. La cantidad que se debe añadir es no más del 0.02 % en peso, con respecto al peso de la leche. Por ejemplo, para 100 kg de leche, se necesitan  $(100 \times 0.02)/100 = 0.02$  kg de cloruro de calcio; o sea, 20 gramos. Cabe resaltar que un exceso de la misma producirá una cuajada muy dura y quebradiza con un sabor amargo.



Figura 9. Comportamiento del rendimiento por la adición de cloruro de calcio y leche de cabra



La metodología superficie de respuesta permite optimizar los procesos unitarios, en ese sentido para maximizar el pH a 6.59, es necesario trabajar con un contenido de cloruro de calcio de 0.04% y sustitución parcial de leche de cabra de 60%.

La Ecuación 04, desarrollada mediante la función cuadrática (superficie de respuesta de segundo orden), nos permite realizar interpolaciones en un rango de 0 a 0.04% de cloruro de calcio y de 0 a 60% de leche de cabra, ello con la finalidad de obtener el pH del queso fresco.

$$\text{pH} = 6.36472 - 6.95833 \cdot \text{Cloruro de calcio} + 0.00280556 \cdot \text{Leche de cabra} + 241.667 \cdot \text{Cloruro de calcio}^2 + 0.0208333 \cdot \text{Cloruro de calcio} \cdot \text{Leche de cabra} - 0.0000259259 \cdot \text{Leche de cabra}^2 \dots \dots \dots (\text{Ec. 04})$$

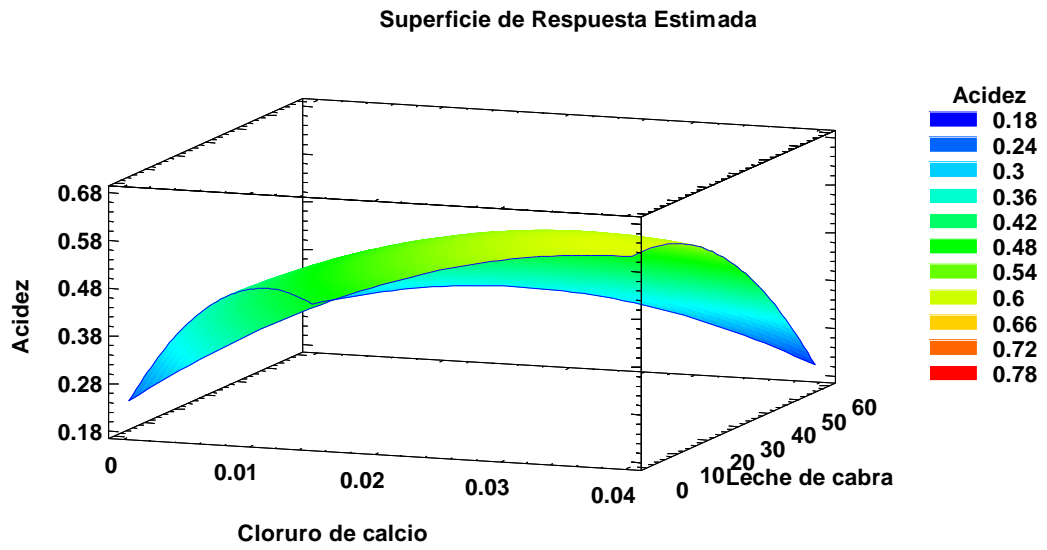
El análisis estadístico (Anexo 4), se observa que si existe influencia estadística significativa del % de cloruro de calcio sobre el pH del queso fresco, demostrando la dependencia de este factor sobre dicha propiedad.

**b) Acidez titulable:**

En la tabla 9, muestra los promedios de la acidez titulable del queso fresco, los cuales están dentro del rango de 0.18 a 0.61%, es decir existen 0,61 g de ácido láctico por cada 100 gramos de queso fresco. La autora Maldonado y Llanca (2008), indican que la acidez titulable, es un índice de una adecuada elaboración del queso fresco, ya que valores superiores a 0.7% indican una contaminación en el queso fresco. Por lo cual se puede afirmar que el procesamiento del queso fresco estuvo dentro del marco de la normatividad de higiene y saneamiento.

La Figura 10, muestra el % de cloruro de calcio y sustitución parcial de leche de cabra sobre el contenido de acidez del queso fresco, se puede apreciar que conforme se adiciona leche de cabra la acidez disminuye. Así mismo se puede observar que a mayor % de cloruro de calcio existe un ligero incremento de la acidez.

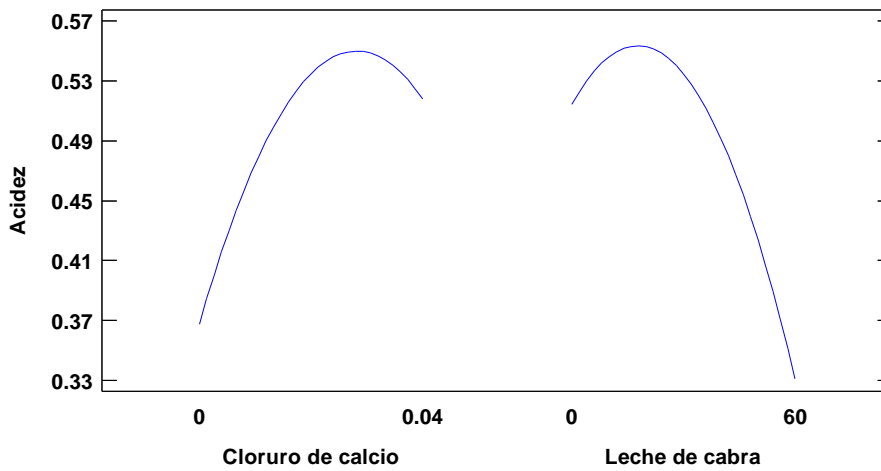
Figura 10. Superficie de respuesta del efecto del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre el % de acidez del queso fresco



La Figura 10, nos muestra los efectos principales sobre el contenido de acidez y al igual que la Figura 9, muestra que la sustitución parcial de leche de cabra y % de cloruro de calcio influye sobre el contenido de acidez en queso fresco.

Figura 11. Comportamiento del rendimiento al adicionar cloruro de calcio y leche de cabra

Gráfica de Efectos Principales para Acidez



La metodología superficie de respuesta permite optimizar los procesos unitarios, en ese sentido para minimizar la acidez en queso fresco a valores de 0.2069%, es necesario trabajar con un contenido de cloruro de calcio de 0.04% y sustitución parcial de leche de cabra de 60%.

La Ecuación 05, desarrollada mediante la función cuadrática (superficie de respuesta de segundo orden), nos permite realizar interpolaciones en un rango de 0 a 0.04% de cloruro de calcio y de 0 a 60% de leche de cabra, ello con la finalidad de obtener el % de acidez del queso fresco.

$$\text{Acidez} = 0.240278 + 18.2917 \cdot \text{Cloruro de calcio} + 0.00797222 \cdot \text{Leche de cabra} - 229.167 \cdot \text{Cloruro de calcio}^2 - 0.179167 \cdot \text{Cloruro de calcio} \cdot \text{Leche de cabra} - 0.000124074 \cdot \text{Leche de cabra}^2 \dots \dots \dots (\text{Ec. 05})$$

El análisis estadístico (Anexo 41), reporta que si existe influencia estadística significativa del % de cloruro de calcio sobre el contenido de acidez del queso fresco, demostrando la dependencia de este factor sobre dicha propiedad.

### 4.3. Análisis sensorial

En la tabla 10, se presentan los ensayos realizados para la evaluación de las propiedades sensoriales del queso fresco elaborado con sustitución parcial de leche de cabra y adición de cloruro de calcio, tal como se detalla a continuación:

Tabla 10: Aceptabilidad sensorial del queso fresco

<b>Cloruro de calcio</b>	<b>% leche de cabra</b>	<b>Sabor</b>	<b>Olor</b>	<b>Color</b>
0	0	7.1	6.50	6.50
	30	6.2	6.40	7.20
	60	7.3	6.20	7.40
0.02%	0	6.2	6.30	6.40
	30	6.8	7.00	7.00
	60	7.3	6.90	7.00
0.04%	0	6.6	6.20	6.90
	30	7.3	7.10	7.20
	60	7.6	7.10	7.00

#### a) Análisis de sabor

La percepción de sabor está relacionado directamente con las células gustativas de la lengua, quienes finalmente mandan una señal a la cerebro para que este pueda identificar los sabores básicos: dulce, salado, amargo ácido y umánico (Espinoza, 2007). La aceptabilidad del sabor en los productos lácteos es un parámetro importante en la evaluación sensorial ya los ácidos formados por el proceso de cuajado y maduración hacen que finalmente acentúan el sabor final de dicho producto cuya tendencia es casi neutra (pH: 5,5 a 6,5). En la tabla 10, refiere los resultados de dicha evaluación fue según la metodología ISO 6658:2005, considerando un análisis con 12 panelistas, los valores promedio varían de 6.2 a

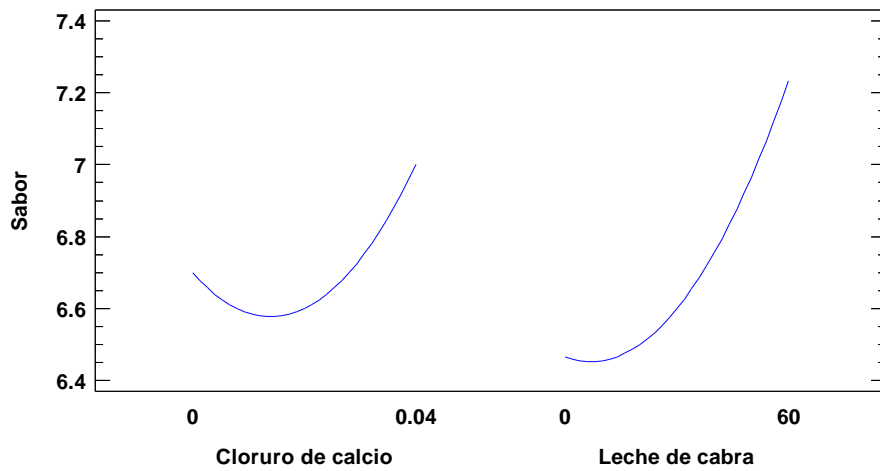
7.3, dicha variación es influenciada por los factores en estudio % de cloruro de calcio y sustitución parcial de leche de cabra.

En esta tabla de ANOVA del Anexo 5, divide la variabilidad análisis sensorial del sabor en piezas separadas para cada uno de los efectos (factores en estudio). Luego evalúa la significación estadística de cada efecto comparando el cuadrado medio contra una estimación del error experimental. En este caso, se puede concluir que los factores en estudio no influyen en el sabor del queso fresco.

La metodología superficie de respuesta permite visualizar la influencia de los efectos principales sobre la variación de la aceptabilidad del sabor en la Figura 11, se observa que el % de cloruro de calcio y la sustitución de leche de cabra influyen en sobre dicha propiedad sensorial.

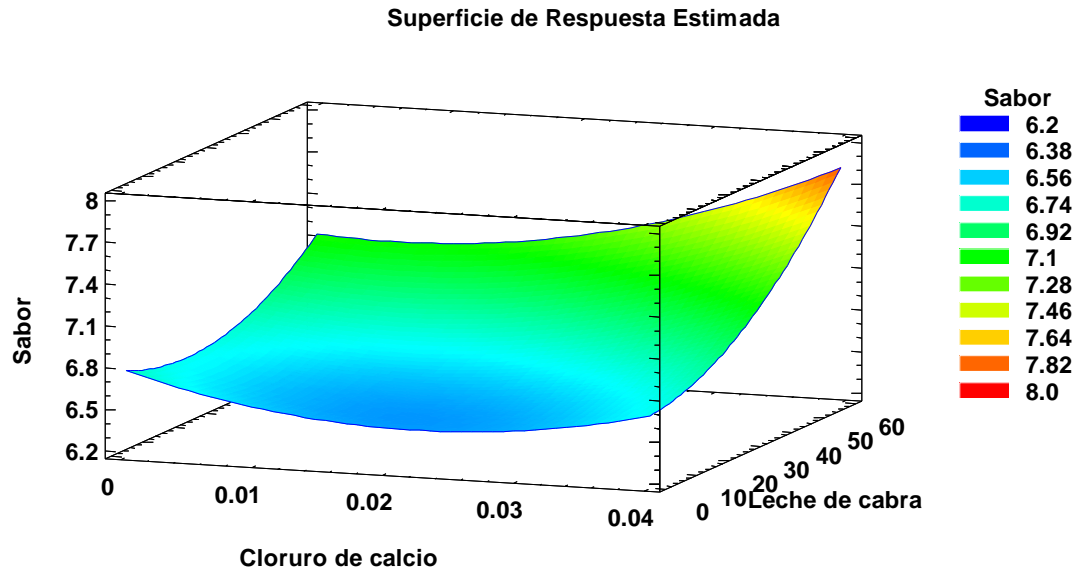
Figura 12. Comportamiento del rendimiento al agregar cloruro de calcio y leche de cabra

Gráfica de Efectos Principales para Sabor



La Figura 12, muestra el % de cloruro de calcio y sustitución parcial de leche de cabra sobre el contenido el sabor del queso fresco, se puede apreciar que conforme se adiciona leche de cabra el sabor del queso incrementa. Así mismo se puede observar que a menor % de cloruro de calcio existe un ligero incremento del sabor.

Figura 13. Superficie de respuesta del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre el % de acidez del queso fresco



La metodología superficie de respuesta permite optimizar los procesos unitarios, en ese sentido para maximizar el sabor del queso fresco a valores de 7.33, es necesario trabajar con un contenido de cloruro de calcio de 0.04% y sustitución parcial de leche de cabra de 60%.

La Ecuación 06, desarrollada mediante la función cuadrática (superficie de respuesta de segundo orden), nos permite realizar interpolaciones en un rango de 0 a 0.04% de cloruro de calcio y de 0 a 60% de leche de cabra, ello con la finalidad de obtener el sabor del queso fresco.

$$\text{Sabor} = 6.76667 - 27.5 \cdot \text{Cloruro de calcio} - 0.0105556 \cdot \text{Leche de cabra} + 625.0 \cdot \text{Cloruro de calcio}^2 + 0.333333 \cdot \text{Cloruro de calcio} \cdot \text{Leche de cabra} + 0.000277778 \cdot \text{Leche de cabra}^2 \dots \dots \dots (\text{Ec. 06})$$

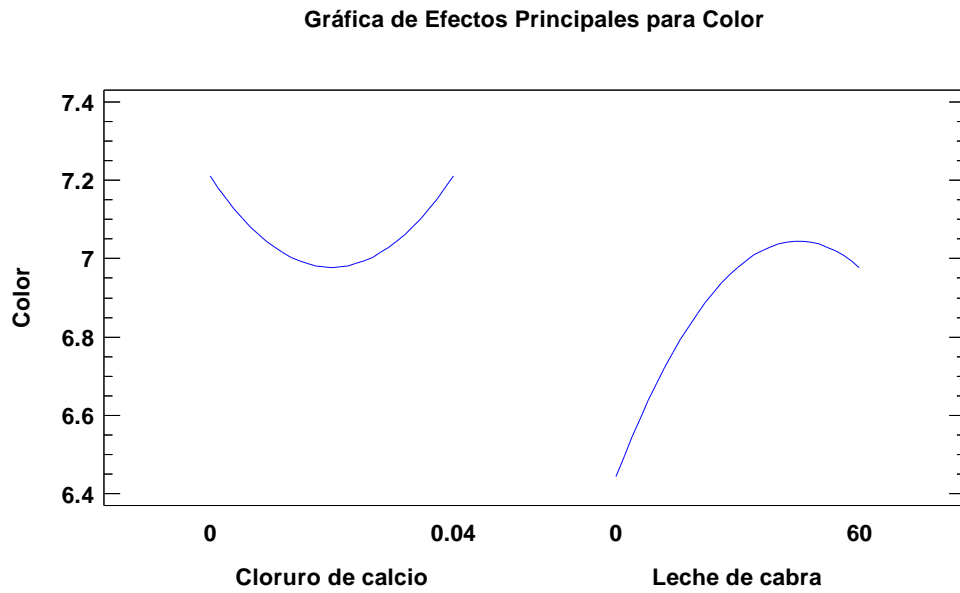


## **b) Análisis de color**

No solo se consideró parámetros de calidad como son el pH y acidez, también es importante los cambios en los atributos organolépticos del queso fresco, siendo el color un atributo y/o percepción sensorial muy importante. Los resultados de análisis sensorial del color se presentan en el Cuadro 10, dicha evaluación fue seguida según la ISO 6658:2005, considerando un análisis con 12 panelistas, son pruebas de satisfacción donde cada uno expresa su conformidad, aceptación y preferencia de un producto alimenticio, estas pruebas tienen gran aplicación práctica, siendo fáciles de interpretar y los resultados que de ellas se obtienen permiten tomar acciones importante con relación a la venta del producto, posibles cambios en su formulación y son conocidas como escalas hedónicas (Espinoza, 2007). De la tabla 10, se puede observar que los valores promedio varían de 6.2 a 7.1, dicha variación es influenciada por los factores en estudio % de cloruro de calcio y sustitución parcial de leche de cabra, para verificar la influencia de estos factores se usó a varianza a un nivel de significancia de 0,05.

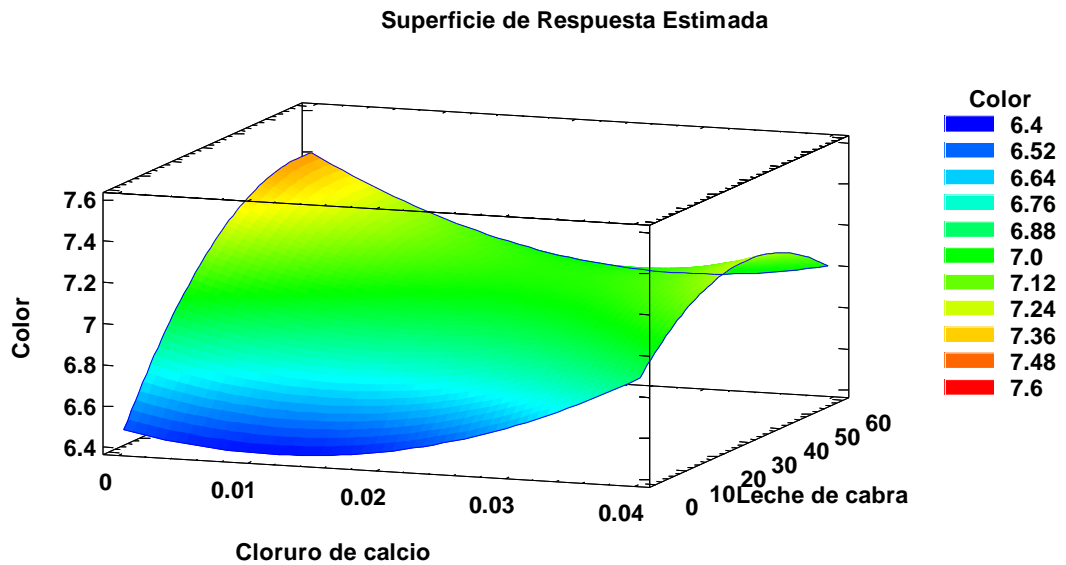
La metodología superficie de respuesta permite visualizar la influencia de los efectos principales sobre la variación de la aceptabilidad del color en la Figura 13, se observa que % de cloruro de calcio y sustitución de leche de cabra tienen influencia sobre dicha propiedad sensorial.

Figura 14. Comportamiento del rendimiento al adicionar cloruro de calcio y leche de cabra



La Figura 14, muestra el % de cloruro de calcio y la sustitución parcial de leche de cabra sobre el color del queso fresco, se puede apreciar que conforme se adiciona leche de cabra el color se incrementa. Así mismo se puede observar que a mayor % de cloruro de calcio existe un ligero incremento del color.

Figura 15. Superficie de respuesta del efecto del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre el sabor del queso fresco



La metodología superficie de respuesta permite optimizar los procesos unitarios, en ese sentido para maximizar el color del queso fresco a valores de 7.42, es necesario trabajar con un contenido de cloruro de calcio de 0% y sustitución parcial de leche de cabra de 56%.

La Ecuación 07, desarrollada mediante la función cuadrática (superficie de respuesta de segundo orden), nos permite realizar interpolaciones en un rango de 0 a 0.04% de cloruro de calcio y de 0 a 60% de leche de cabra, ello con la finalidad de obtener el color del queso fresco.

$$\text{Color} = 6.47778 - 13.3333 \cdot \text{Cloruro de calcio} + 0.0333333 \cdot \text{Leche de cabra} + 583.333 \cdot \text{Cloruro de calcio}^2 - 0.333333 \cdot \text{Cloruro de calcio} \cdot \text{Leche de cabra} - 0.000296296 \cdot \text{Leche de cabra}^2 \dots \dots \dots (\text{Ec. 07})$$

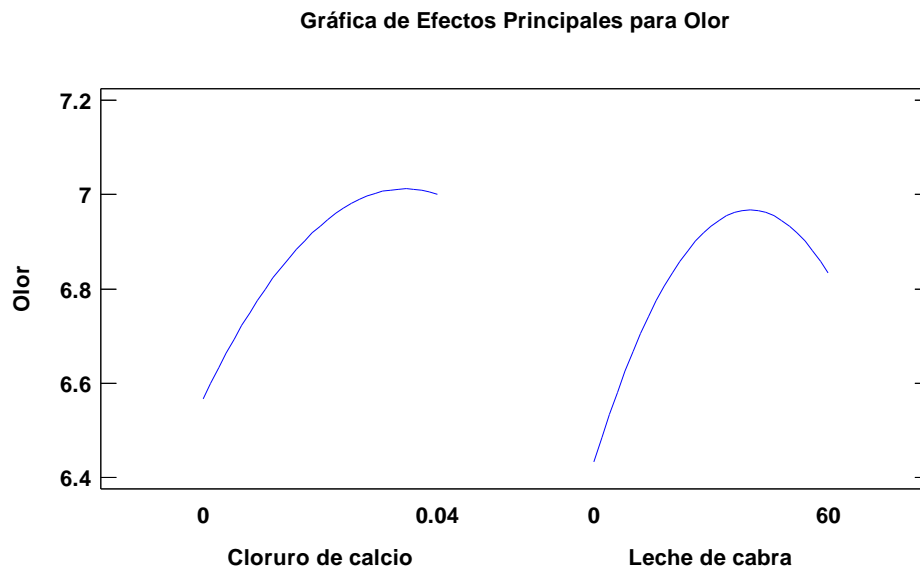
El cuadro ANOVA del Anexo 6, divide la variabilidad análisis sensorial del color en piezas separadas para cada uno de los efectos (factores en estudio). Luego evalúa la significación estadística de cada efecto comparando el cuadrado medio contra una estimación del error experimental. En este caso, se puede concluir a un P-valor  $<0,05$ , que la adición de leche de cabra influye en la aceptabilidad del color de la bebida fermentada.

### **c) Análisis del olor**

La aceptabilidad del olor es un parámetro importante en la evaluación sensorial ya que los compuestos volátiles y/o odoríferos son los que finalmente atraviesan las fosas nasales y son las que generan la percepción sensorial (Espinoza, 2007). En la tabla 4, refiere los resultados de dicha evaluación fue según la metodología ISO 6658:2005, considerando un análisis con 12 panelistas, los valores promedio varían de 6.4 a 7.2, dicha variación es influenciada por los factores en estudio % de cloruro de calcio y sustitución de leche de cabra.

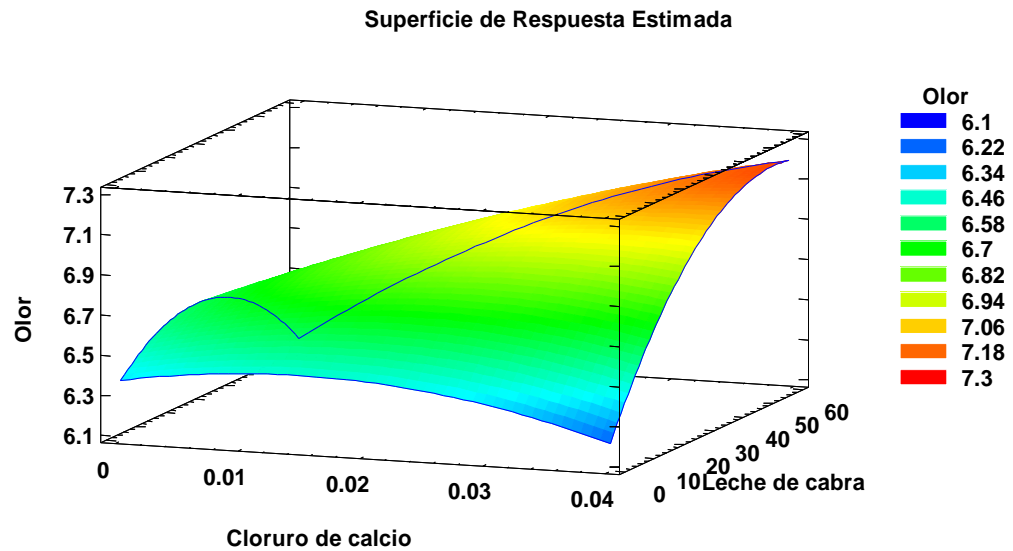
La metodología superficie de respuesta permite visualizar la influencia de los efectos principales sobre la variación de la aceptabilidad del color en la Figura 15, se observa que % de cloruro de calcio y sustitución de leche de cabra tienen influencia sobre dicha propiedad sensorial.

Figura 16. Comportamiento del rendimiento al mezclar cloruro de calcio y leche de cabra



La Figura 16, muestra el % de cloruro de calcio y la sustitución parcial de leche de cabra sobre el olor del queso fresco, se puede apreciar que conforme se adiciona leche de cabra el olor incrementa. Así mismo se puede observar que a mayor % de cloruro de calcio existe un ligero descenso del olor.

Figura 17. Superficie de respuesta del efecto del % de cloruro de calcio y leche de cabra sobre el sabor del queso fresco



La metodología superficie de respuesta permite optimizar los procesos unitarios, en ese sentido para maximizar el olor del queso fresco a valores de 7.208, es necesario trabajar con un contenido de cloruro de calcio de 0.04% y sustitución parcial de leche de cabra de 54.9%.

La Ecuación 08, desarrollada mediante la función cuadrática (superficie de respuesta de segundo orden), nos permite realizar interpolaciones en un rango de 0 a 0.04% de cloruro de calcio y de 0 a 60% de leche de cabra, ello con la finalidad de obtener el color del queso fresco.

$$\text{Olor} = 6.36667 + 10.8333 \cdot \text{Cloruro de calcio} + 0.0166667 \cdot \text{Leche de cabra} - 375.0 \cdot \text{Cloruro de calcio}^2 + 0.5 \cdot \text{Cloruro de calcio} \cdot \text{Leche de cabra} -$$

0.000333333\*Leche de cabra^2.....(Ec. 08)

La tabla de ANOVA del Anexo 7, divide la variabilidad análisis sensorial del olor en piezas separadas para cada uno de los efectos (factores en estudio). Luego evalúa la significación estadística de cada efecto comparando el cuadrado medio contra una estimación del error experimental. En este caso, se puede concluir a un P-valor  $<0,05$ , que la sustitución por leche de cabra influye en la aceptabilidad del olor del queso fresco.

#### **4.4. Determinación del tratamiento optimo**

Para establecer los parámetros óptimos en el procesamiento del queso fresco se tomaron en consideración los valores obtenidos por la metodología superficie de respuesta de los análisis fisicoquímicos y sensoriales, los cuales se detallan en el la tabla 11.

Tabla 11: Parámetros óptimos para la elaboración de queso fresco

Característica	Valor mínimo	Valor máximo	Dosis de Cloruro de calcio %	Dosis de leche de cabra %
Rendimiento %	---	16	0.025	60
Humedad %	---	56.28	0.040	49
Tiempo de coagulación (min)	50	---	0.040	60
pH	---	6.59	0.040	60
Acidez (%)	0.2069	---	0.040	60
Color	---	7.42	0	56
Olor	---	7.21	0.040	54.9
Sabor	---	7.33	0.040	60

En la tabla 11, establece los parámetros de procesamiento, así como las características fisicoquímicas y sensoriales del queso fresco elaborado con sustitución parcial de leche de cabra y adición de cloruro de calcio.



## **CAPITULO V**

### **RESULTADOS Y RECOMENDACIONES**

#### **5.1. Conclusiones**

- La fuente materia prima estuvo dentro de la normatividad vigente en sus variables de acidez, pH y densidad, que son parámetros clásicos para determinar la calidad de leche fresca.
  
- Se demostró que la adición de cloruro de calcio y leche de cabra influye sobre las propiedades físicas: con promedios de Rendimiento en (15.36 a 15.67%); Humedad (53.73 a 56.76%) y Tiempo de coagulación (50 a 68min).
  
- Se demostró que la adición de cloruro de calcio y leche de cabra influye sobre las propiedades químicas con promedios de pH (6.15 a 6.59), acidez (0,18 a 0.61%),
  
- Se demostró que la adición de cloruro de calcio y leche de cabra influye sobre las propiedades sensoriales con promedios de color (7.2 a 6.5),

- olor (6.2 a 7.1) y sabor (6.2 a 7.6).
- La metodología superficie de respuesta permitió optimizar los pasos en la elaboración del queso fresco, obteniendo valores que maximiza los perfiles sensoriales y parámetros fisicoquímicos.

## **5.2.Recomendaciones**

- Realizar un estudio de la estimación de la conservación del producto con parámetros físicos, químicos, microbiológicos y sensoriales en queso fresco
- Realizar un proyecto que permita la poner en marcha una planta piloto en la elaboración de queso fresco.
- Evaluar los compuestos bioactivos del queso fresco

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICA

- Alais, C. (1971). Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. Barcelona, Continental. 594 p.
- Badui, D. Salvador. Química de Alimentos. Editorial Poma S.A. México FF.
- Chefftel, (1993). Introducción a la Bioquímica y Tecnología de los Alimentos. España.
- Escobar, J. (1980). Fabricación de Productos Lácteos. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. 343 p.
- Brito, C. s/f. Principios de fabricación de quesos de leche pasteurizada de cabra para pequeños productores. ICIRA. 19 p.
- Calle, M.; Solano A (2004); Introducción a la producción de quesos; PROMPYME. Proyecto Tallamac.
- Calle, M.; Solano A. (2004). Elaboración del queso fresco, PROMPYME. Proyecto Tallamac.
- Cevallos (2011) Niveles de cloruro de calcio líquido y en polvo en la elaboración De Queso Fresco Pasteurizado De Marco 'S" Riobamaba Ecuador
- Dubach, El Abc (1988). Para la quesería rural de los Andes. Proyectos quesería rurales del Ecuador. Quito Ecuador.
- Espinoza J. (2007) Evaluación Sensorial de los Alimentos. La Habana, Cuba. Editorial Universia
- FIDA - IICA. (2001). Taller de capacitación para microempresarios Rurales. "Tecnologías Básicas de Aprovechamiento de la leche en el Área Rural". 09

- de Octubre del 2001. Centro Nacional de Ciencia y Tecnología Alimentos.  
UCR - MICIT - MAG. Nicaragua.
- Arroyo B. O., Matossian De Pardo C., 2004. Elaboración tecnificada de  
quesos con leche de cabra.
- Heldman and Lund. (1992) "Handbook of food Engineering". New York
- Ministerio De Agricultura-Oficina Informacion Agraria, Perú 2002
- Madrid. V (1999) quesería rural de los Andes. Proyectos quesería
- Norma Técnica Peruana. NTP: ISO – 6658: 2005. Analisis Sensorial Metodología y  
Lineamientos generales. Lima, Peru.
- NINA (2006). Investigación determino la influencia del uso de cloruro de calcio y  
cultivo láctico
- Norma Técnica Peruana (2003). Leche cruda requisitos. 2002.001. Indecopi. Perú
- Leonard W.; (1924). Expedición arqueológica de queso
- Revilla, A. (1996). Tecnología de la leche. Instituto Interamericano de Cooperación  
para la Agricultura.25pp
- Sánchez, C. (2004). La leche de cabra producción y tratamientos. FONIAP-  
Ecuador
- Sánchez; (2004). Expedición arqueológica de queso  
Fabricación de Queso. Editorial ACRIBIA. Zaragoza, España. 520 p.
- Swaigood, (1998). Fraccionamiento de la leche de caseína proteica del lactosuero.
- Spreer Edgar (1991). “Lacto logia ”, Editorial Acribia S.A. Zaragoza –España.
- Vega S., Gutiérrez T. R., Diaz G.G., Gonzales L. M, Ramirez A. A., Salas M. H.,  
Coronado H. M., Gonzalez C. C., s/f. Leche de cabra: Producción,  
composición y aptitud industrial. Alfa editor