

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN - TACNA

Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias

**DETERMINACIÓN DE LOS PARÁMETROS EN LA PREPARACIÓN DE LA
CUAJADA Y ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO DE LECHE DE
CABRA PROCEDENTE DE LA PROVINCIA DE TACNA -
DISTRITO DE SAMA**

TESIS

Presentada por :

Bach. GABRIELA GIOVAGNY BARRIONUEVO MENDOZA

Para optar el Título Profesional de:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

**TACNA - PERÚ
2008**

UNIVERSIDAD NACIONAL JORGE BASADRE GROHMANN TACNA
TITULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN
INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Tomo N° II Folio N° 153

El jurado calificador nominado mediante Resolución Faculta-
tiva N° 2759-2006-FAIA, Integrada por:

Dr. Miguel Bance C.	Presidente
Mgr. Nicolás Segurios F.	Miembro
Ing. Rolando Céspedes R.	Miembro
Mgr. Leticia Banchipet D.	Asesora

Para examinar el Trabajo de Tesis:

Determinación de los Parámetros en la Preparación de
la Cusquda y Elaboración de Queso Fresco de Leche de
Cobra procedente de la Provincia de Canis - Distrito de
Sama.

presentada por la Bach. Gabriela Gianogny Barrios
Mendoza

Obteniendo el siguiente veredicto: de Aprobado

por M. Bance

.....

.....

.....

Tacna, 09 de noviembre del 2006.

Dedicatoria:

A mis hijos Víctor Daniel y Gabriel Adrián, apoyos espirituales en mi trabajo diario, fuentes permanentes de mi superación.

A mis profesores, por su colaboración en la realización de este trabajo.

A mi esposo, y a toda mi familia, por su apoyo constante, para concluir este trabajo.

INDICE GENERAL

RESUMEN	1
I INTRODUCCIÓN	3
II REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
2.1 VALOR NUTRITIVO DE LA LECHE DE CABRA.	6
2.1.1 El colesterol	8
2.1.2 Intolerancia a la lactosa	8
2.1.3 Alergia a la leche	9
2.1.4 La quimioterapia	10
2.2 PRODUCCIÓN, COMPOSICIÓN	11
2.2.1 Producción y consumo	11
2.2.2 Composición de la leche de cabra y sus derivados	16
2.2.2.1 Proteínas	18
2.2.2.2 Grasa	22
2.2.2.3 Lactosa	27
2.2.2.4 Cenizas	28
2.3 EFECTOS DE LA PASTEURIZACIÓN EN LA ELABORACION DE QUESO FRESCO	29
2.4. INFLUENCIA DE LOS FERMENTOS LÁCTICOS EN LA ACIDIFICACIÓN DE LA LECHE DE CABRA	31
2.5 ESTABILIDAD FERMENTATIVA DEL QUESO DE CABRA	33
2.6 QUESO DE CABRA	34
2.6.1 Composición química del queso	35
2.6.2 Microbiología del queso	35
2.7 OPERACIONES UNITARIAS EN LA ELABORACIÓN DE QUESO FRESCO	37

2.7.1	Filtrado de la leche	37
2.7.2	Pasteurización	37
2.7.3	Adición de cultivo láctico	37
2.7.4	Adición de cuajo y coagulación	37
2.7.5	Corte	38
2.7.6	Adición de sal y agitación	38
2.7.7	Llenado de moldes	38
2.7.8	Prensado	38
2.7.9	Maduración y tratamiento en almacén	39
2.7.10	Funciones de los insumos y aditivos usados	41
2.7.10.1	Leche de cabra	41
2.7.10.2	Cloruro de calcio	44
2.7.10.3	Cultivo	46
2.7.10.4	Cuajo	50
2.7.10.5	Sal	54
2.8	EVALUACIÓN SENSORIAL DEL QUESO FRESCO	55
2.8.1	Propiedades sensoriales	57
2.8.2	El análisis sensorial del queso	58
2.8.2.1	Condiciones de cata	58
2.8.2.2	Reglas de cata	59
2.8.2.3	Atributos a evaluar en el queso fresco	60
III	MATERIALES Y METODOS	64
3.1	LUGAR DE EJECUCION	64
3.2	MATERIA PRIMAS	65
3.2.1	Leche	65
3.2.2	Insumos	65

3.2.2.1	. Cultivos	65
3.2.2.2.	. Cloruro de calcio	69
3.2.2.3	. Cuajo	69
3.2.2.4	. Sal	71
3.3	MATERIALES EQUIPOS Y MAQUINARIAS	71
3.3.1	En el procesamiento del queso fresco de leche cabra	71
3.3.2	En determinaciones analíticas	72
3.3.3	En el análisis sensorial	74
3.4	MUESTRAS DE ESTUDIO	75
3.5	PRINCIPALES OPERACIONES PARA EL PROCESO	77
3.5.1	Recepción de la leche	78
3.5.2	Tratamiento térmico de la leche	78
3.5.3	Adición del cloruro de calcio	79
3.5.4	Adición de cultivos de arranque	79
3.5.5	Adición de cuajo	80
3.5.6	Coagulación	80
3.5.7	Cortado del coagulo	81
3.5.8	Agitado y escaldado	82
	. Primer batido	82
	. Segundo batido y escaldado	83
3.5.9	Salazón del queso	86
3.5.10	Moldeado	86
3.6	DISEÑO EXPERIMENTAL	89
3.6.1	Experimento N° 1	89
3.6.2	Experimento N° 2	95
3.6.3	Experimento N° 3	99

3.7	METODOS ANALITICOS	101
3.7.1	Análisis organoléptico de la leche de cabra	101
3.7.1.1	. Color	101
3.7.1.2	. Olor	101
3.7.1.3	. Sabor	101
3.7.1.4	. Consistencia	101
3.7.2	Análisis físico de la leche de cabra	101
3.7.3	Análisis proximal de la materia prima	103
3.7.4	Análisis microbiológico de la leche de cabra	104
3.7.5	Evaluación del producto terminado	105
3.7.5.1	Método afectivo, prueba de preferencia	105
3.7.5.2	Método afectivo, prueba hedónica	106
3.7.5.3	Análisis físico químico	107
3.7.5.4	Análisis microbiológico	108
IV	HIPOTESIS E IDENTIFICACIÓN DE VARIABLES	109
4.1	Formulación de la hipótesis	109
4.2	Identificación de las variables e indicadores	109
V	RESULTADOS Y DISCUSIONES	111
5.1	MATERIA PRIMA	111
5.1.1	Análisis organoléptico	111
5.1.2	Análisis físico	112
5.1.3	Análisis proximal	114
5.1.4	Análisis microbiológico	116
	. Leche cruda	116
	. Leche pasteurizada	118
5.2	DISEÑO ESTADÍSTICO	119

5.2.1	Experimento N° 1	119
5.2.2	Experimento N° 2	126
5.3	PRODUCTO FINAL	133
5.3.1	Prueba de aceptabilidad	133
5.3.2	Análisis proximal	135
5.3.3	Análisis microbiológico	136
5.3.4	Vida de anaquel	137
5.3.5	Balance de materia	138
5.3.6	Costo unitario	142
VI	CONCLUSIONES	143
VII	RECOMENDACIONES	147
	BIBLIOGRAFIA	149
	ANEXOS	158

INDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01:	Composición proximal de la leche (100 g)	6
Cuadro N° 02:	Composición de la leche de cabra en diferentes países.	7
Cuadro N° 03:	Regiones de México con hatos caprinos y su producción en carne y leche	13
Cuadro N° 04:	Producción de leche y porcentaje de grasa de las principales razas caprinas	14
Cuadro N° 05:	Composición de leche de cabra en diferentes países	17
Cuadro N° 06:	Fracciones caseínicas en leche de cabra y vaca	19
Cuadro N° 07:	Comparación de ácidos grasos presentes en algunas leches	27
Cuadro N° 08:	Composición del queso de cabra	35
Cuadro N° 09:	Composición media de la leche de cabra.	42
Cuadro N° 10:	Ventajas y desventajas de diversos tipos de coagulantes.	53
Cuadro N° 11:	Dosificación de sal en queso	55
Cuadro N° 12:	Características de las propiedades sensoriales	57
Cuadro N° 13:	Atributos a evaluar al queso	61
Cuadro N° 14:	Niveles de las variables independientes estudiada en la determinación del mayor rendimiento en la elaboración de queso fresco de leche de cabra.	90
Cuadro N° 15:	Delineamiento experimental central rotacional para dos variables y tres niveles utilizado en la determinación del mayor rendimiento del queso fresco de leche de cabra.	92
Cuadro N° 16:	Niveles de variables independientes a estudiar en la	95

aceptación del queso fresco de cabra con 0%, 1%, 2%, 3% de cultivo

Cuadro N° 17:	Escala hedónica estructurada	98
Cuadro N° 18:	Grados de calificación en la leche	101
Cuadro N° 19:	Métodos a utilizar en el análisis proximal de la leche de cabra cruda	103
Cuadro N° 20:	Métodos de análisis microbiológico	105
Cuadro N° 21:	Métodos de análisis microbiológico	105
Cuadro N° 22:	Escala hedónica de nueve puntos	107
Cuadro N° 23:	Métodos de análisis físico químico	108
Cuadro N° 24:	Métodos de análisis microbiológico	108
Cuadro N° 25:	Resultados del análisis físico organoléptico de la leche de cabra.	111
Cuadro N° 26:	Resultados de análisis físico de la leche de cabra.	112
Cuadro N° 27:	Resultados de análisis proximal de la leche de cabra.	115
Cuadro N° 28:	Resultados del análisis microbiológico de la leche de cabra cruda	117
Cuadro N° 29:	Resultados del análisis microbiológico de la leche de cabra pasteurizada	118
Cuadro N° 30:	Determinación del rendimiento de las formulaciones propuestas.	119
Cuadro N° 31:	Resultados de análisis estadístico	120
Cuadro N° 32:	Análisis de varianza modelo completo	121
Cuadro N° 33:	Delineamiento experimental para la determinación de muestra más aceptable con 0,01% de Cl_2Ca	126
Cuadro N° 34:	Determinación de pH y acidez en el queso fresco de cabra al 0%, 1%, 2% y 3% de cultivo.	127

Cuadro N° 35:	Análisis de varianza de sabor de 3 muestras con diferentes porcentajes de cultivo (1%, 2%, 3%) y el control (0%).	130
Cuadro N° 36:	Resultados de análisis proximal del queso de leche de cabra.	136
Cuadro N° 37:	Resultados del análisis físico – químico del queso fresco de leche de cabra de acuerdo normas técnicas peruanas	136
Cuadro N° 38:	Resultados de análisis microbiológico del queso fresco de leche cabra.	137
Cuadro N° 39:	Control de acidez y pH del queso de cabra en almacén.	138
Cuadro N° 40:	Balance de materia en el procesamiento de queso fresco de leche de cabra.	139
Cuadro N° 41:	Costos de materia prima directa de fabricación de queso fresco de cabra.	142
Cuadro N° 42	Composición de la leche de cabra y su comparación con otras leches	159
Cuadro N° 43:	Requisitos físico – químicos de la leche fresca para producción de quesos	160
Cuadro N° 44:	Requisito físico químico del queso fresco según norma peruana	161
Cuadro N° 45:	Requisito microbiológico del queso fresco según norma peruana.	161
Cuadro N° 46:	Resultados de la evaluación sensorial del sabor de tres muestras de queso fresco de leche de cabra con diferentes porcentajes de cultivo añadido en el proceso.	166
Cuadro N° 47	Resultado del test de aceptabilidad del queso fresco de leche de cabra contra el queso fresco de leche de vaca.	167

INDICE DE FIGURAS

Figura N° 01:	Diagrama de flujo para la elaboración de queso fresco de leche de cabra.	40
Figura N° 02:	Flujo de elaboración del queso fresco.	77
Figura N° 03:	Cortado de la cuajada en reposo	82
Figura N° 04:	Escaldado de la cuajada.	84
Figura N° 05:	Primer batido (A) y segundo batido (B) de los granos en la cuajada en la elaboración de queso fresco de leche de cabra	85
Figura N° 06:	Drenado de granos de cuajada (A), para ser posteriormente moldeados (B).	87
Figura N° 07:	Moldes de queso listos para realizar primer volteo.	88
Figura N° 08:	Diseño experimental para la elaboración del queso fresco de leche de cabra.	94
Figura N° 09:	Curvas de nivel para determinar la significancia del cloruro de calcio y cultivo láctico en el rendimiento quesero.	123
Figura N° 10:	Diagrama de superficie respuesta.	125
Figura N° 11:	Cabina con muestras de estudio, (592) muestra de queso fresco de vaca y la (1091) queso fresco de leche de cabra.	134
Figura N° 12	Balance de materia en la elaboración del queso fresco de cabra.	140

INDICE DE GRAFICOS

Gráfico N° 01:	Prueba de actividad del Producto Dri Set Vivo MSM 981.	68
Gráfico N° 02:	Aumento del pH en diferentes porcentajes de cultivo.	128
Gráfico N° 03:	Aumento de la acidez en diferentes porcentajes de cultivo.	129
Gráfico N° 04:	Porcentaje de frecuencia de preferencias del queso de cabra por porcentaje adicionado de cultivo.	132
Gráfico N° 05	Prueba de aceptabilidad del queso fresco de leche de cabra contra el queso pasteurizado de leche de vaca.	133

RESUMEN

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%) y cultivo láctico al (1,0%; 2,0%; 3,0%), más 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, y analizando el rendimiento en el programa de estadística (Stadística 5.0), 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 mismo 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.

I.- INTRODUCCIÓN

El procesamiento del queso de cabra en Tacna, se realiza bajo las mismas técnicas que para el queso elaborado a partir de leche de vaca, sin tratamiento térmico alguno, afectando esto en su calidad sanitaria, debido a la mayor carga microbiológica de patógenos que está expuesta.

A nivel internacional, está normado el tratamiento térmico al que debe ser sometido la leche de cabra destinada para queso fresco sin madurar, como también, el uso de bacterias lácticas o fermentos que serán una forma específica de controlar su calidad biológica, continuando con una post acidificación en almacén seleccionando la flora bacteriana que prolifere.

Como consecuencia del tratamiento térmico que se le da a la leche, la acidificación natural que ocurre en la leche destinada a la elaboración de queso, debe ser reemplazada por una acidificación dirigida, causada por la adición de bacterias lácticas seleccionadas.

De acuerdo a Sánchez (2004), la utilización de estas bacterias lácticas en la elaboración de quesos presenta varias ventajas:

- Estandarizar la producción, ya que se puede controlar la calidad microbiológica.
- Asegurar una acidificación conveniente y controlada.
- Elaborar un producto de características sensoriales determinadas y deseadas.
- Obtener un producto adecuado y seguro desde el punto de vista sanitario.

En nuestra región, es necesario implementar técnicas de fácil manejo para los pequeños y medianos productores de queso de cabra, de tal manera, que se vean beneficiados al utilizar dichas operaciones con productos de mayor aceptación, tiempo de vida, y calidad microbiológica, protegiendo así al consumidor y su industria. Por ello los objetivos del presente trabajado de investigación son:

○ **Objetivo general:**

- Estandarizar el uso de cloruro de calcio y cultivo láctico (*Streptococcus cremoris* y *Streptococcus lactis*) en la elaboración de queso fresco de leche de cabra de Sama, obteniendo un mayor rendimiento y mejorando su atributo sensorial de sabor.

○ **Objetivos específicos:**

- Caracterización físico – química de la leche de cabra de Sama Inclán Tacna.
- Determinar la carga microbiana inicial de la leche de cabra para la elaboración de queso fresco.
- Determinar el efecto de la pasteurización abierta sobre las características físicas – químicas y microbiológicas de la leche.
- Caracterización físico – química del queso fresco del queso de cabra.
- Evaluación sensorial del producto final.

II.- REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

2.1 Valor nutritivo de la leche de cabra:

La composición de la leche de cabra y de vaca es parecida. No obstante existen diferencias en los tipos de proteína entre las especies de rumiantes, la leche de cabra contiene más beta caseína y menos alfa caseína que la leche de vaca. Por otra parte, la composición total de los aminoácidos de la fracción proteica es similar entre la leche de cabra y la leche de oveja, (Cofré, 2001). En el cuadro N° 01, se aprecia la composición de la leche para diferentes especies.

Cuadro N° 01. Composición proximal de la leche (100 g)

ESPECIE	Grasa (g)	Calcio (mg)	Lactosa (g)	Proteínas (g)	Colesterol (mg)	Sales
Búfala	7,5	169,0	4,7	4,8	19,0	0,80
Cabra	4,3	133,0	4,7	4,0	11,4	0,80
Mujer	3,5	32,2	6,5	1,4	13,9	0,25
Oveja	7,5	193,0	4,5	6,0	27,0	1,10
Vaca	3,5	119,0	4,7	3,5	13,6	0,80

Fuente: Alals, 1970.

Cuadro N° 02. Composición de la leche de cabra en diferentes países.

País	Sólidos Totales (%)	Grasa (%)	Proteína (%)	Caseína (%)	Cenizas (%)	PH
Francia (1)	---	3,4	3,1	2,33	---	---
Grecia (2)	13,7	4,9	3,7	---	0,9	6,5
Italia (3)	11,4	3,4	2,9	2,2	0,8	---
Bulgaria (2)	12,9	4,0	3,6	2,8	0,8	6,5
Malawi (4)	16,3	6,7	2,2	---	1,1	---
Perú (5)	17	6,0	4,1	2,3	3,20	6,2

**Fuentes: (1): Grappin *et al.*,1981; (2): Veinoglou *et al.*,1982;
(3): Castagnetti *et al.*, 1984. (4): Mwenwumbo y Phoya,1982. (5) : Fung, 2004**

El cuadro N° 02, muestra algunos datos de composición de leche de cabra en distintos países. Como puede verse, los contenidos de grasa y proteína muestran un amplio rango de variación, en función de la raza, medio ambiente, alimentación y estado de lactancia, siendo mayor en la grasa. Con producciones altas de leche, la composición de los sólidos de la cabra es similar a los de la vaca. (Cofré, 2001).

2.1.1 El colesterol

La leche de cabra suele tener una mayor cantidad de grasa que la de vaca, aunque depende mucho de la raza caprina de la que se trate, la principal diferencia no radica en la cantidad sino en la calidad, ya que no contiene aglutininas que son proteínas cuya función es el de agrupar los glóbulos grasos para formar estructuras de mayor tamaño. (Capra.com).

Esto le permite tener una inigualable habilidad metabólica de proveer energía así como también de permitir bajar el colesterol en la sangre, inhibiendo y limitando la disposición del colesterol de los cálculos biliares y contribuyendo al buen funcionamiento fisiológico para el crecimiento de los niños (Romero 2004).

2.1.2 Intolerancia a la lactosa:

Esta enfermedad es de origen genético y está ligada a grupos étnicos. Se cree que hay una relación directa entre la enzima lactasa que hidroliza la lactosa y la melanina

responsable del color de la piel. Cuanto mayor sea la concentración de melanina menor es la de lactasa. (Capra.com).

En 1965, investigadores del Instituto Johns Hopkins School asociaron estas alteraciones a una incapacidad para digerir el azúcar presente en la leche. (capra.com – 2001).

La leche de cabra no produce reacciones adversas, debido posiblemente a que esta lactosa es un isómero de la leche de vaca, así como a la alta digestibilidad de la leche de cabra que se digiere en 20 minutos en el estómago, razón por la cual no llegan cantidades apreciables al intestino grueso, lugar donde se produciría la reacción para la lactosa. (Castro. 2001).

2.1.3 Alergia a la leche

En el mundo un 10% de personas que son sensibles (alérgicas) a las proteínas (lacto albúminas) de la leche de vaca

cuyos síntomas son: eczema, náuseas, migrañas, asma, afecciones abdominales, diarrea, convulsiones. (French, 1970, Gunther, "Inmunología", 1960; Chelín "International Archives of Allergy", 1958.) (Capra.iespana.es)

La leche de cabra es antialérgica y sirve para resolver los problemas causados por las reacciones alérgicas de muchos niños (7 – 8% de la población) al consumo de la leche de vaca ya que no contiene la alfa S-1 caseína. (Castro, 2001)

2.1.4 La quimioterapia

La leche de cabra es particularmente rica en coenzima Q, la cual en Brasil los científicos Mueller y Sangiorgi (1980) citados por Castro, le han atribuido cierta actividad anticancerígeno, destacándose que las personas que son sometidas a la quimioterapia, al tomar la leche de cabra se les disminuye todas las reacciones secundarias tales como la caída del pelo, los vómitos y la asimilación de los otros alimentos. (Castro, 2001).

2.2 Producción, composición y aptitud industrial de la leche de cabra:

2.2.1 Producción y consumo:

De acuerdo con la Federación Internacional de Lechería (FIL/IDF, 1999) la producción mundial de leche de cabra representaba el 2.1 por ciento del total de todos los tipos de leche producida en el mundo. Se calculó en el año 2000 que dicha producción fue de 12 500 000 toneladas Thomas y Haenlein (2004), utilizando datos de la Organización Mundial de la Alimentación (FAO por sus siglas en inglés), demostraron que de 1979 a 1998, la producción de leche de cabra en el mundo se incrementó en un 69 por ciento, muy por arriba de la leche de vaca y de oveja con 10 y 2 por ciento respectivamente. La producción de leche de cabra está aumentando a un ritmo ligeramente más alto que al que crece la población mundial (1.8 por ciento vs 1.4 por ciento) (Romero, 2004).

En 2002, México aportó aproximadamente el 1.2 por ciento del total de la producción mundial de leche de cabra con 131 200 toneladas métricas, ocupando el lugar 17 del mundo.

Para el año de 2003 la FAO estimó una producción en México de 148 000 toneladas métricas manteniéndose constante en los últimos diez años (FAO, 2004), mientras que la Secretaría de Agricultura, Ganadería, Desarrollo Rural, Pesca y Alimentación (SAGARPA) informó que en el país se produjeron 150 305 toneladas métricas de leche de cabra (SAGARPA, 2004). En el periodo 2001 a 2003, esa Secretaría informó que el crecimiento en la producción de leche de cabra fue casi del 7 por ciento. Se calcula que la población de cabras en el mundo es aproximadamente de 700 millones de cabezas, de las cuales sólo el 5 por ciento se encuentra en Latinoamérica (35 millones) y aproximadamente de estas unos 9 millones en México (Anónimo, 2004). La FAO en 2004 estimó que la población de cabras en México no rebasaba 9.5 millones de cabezas (FAO, 2004).

De acuerdo con Thomas y Haenlein, citado por Castro (2001), tanto en México como en Estados Unidos y Canadá las seis razas de cabras más establecidas son Alpina, Saanen, Nubia, Oberhasli, La Mancha y Toggenburg.

Prácticamente en todo el país existen hatos de caprinos, pero la producción muestra marcadas características regionales relacionadas con su entorno ecológico sus sistemas de producción y aspectos de mercado. Por ello pueden dividirse en cuatro grandes regiones que se muestran en el cuadro siguiente.

Cuadro N° 03: Regiones de México con hatos caprinos y su producción en carne y leche

REGIONES	PROD. DE CARNE		PROD. DE LECHE	
	ton	%	ton	%
Arida y semiárida	15 172,0	39	102,0	73,0
Centro –bajío	9 349,0	24	35,0	25,0
Mixteca	10 251,0	26	1,2	1,0
Tropical	2 224,0	11	1,5	1,0
Totales	26 996,0	100	139,7	100

Fuente: Anónimo, 2004

Cada raza caprina presenta características diferentes, en cuanto a su origen, complexión, aptitud lechera y otras. Torres Domínguez (2004), en el cuadro N° 03 se resume algunas características asociadas a la producción de leche.

Cuadro N° 04 Producción de leche y porcentaje de grasa de las principales razas caprinas.

Raza	Días de lactación	Producción de leche diaria promedio (kg)	Producción de leche /lactancia (kg)	Grasa (%)
SAANEN	305	3,4	899,5	3,4
ALPINA	305	2,8	868,4	3,5
TOGGENBURG	305	2,8	868,4	3,3
NUBIA	210	2,9	617,0	4,5
MURCIANA	210	2,9	470,5	5,4

Fuente: Torres Domínguez, 2004

Las tendencias en el mundo sobre el consumo de leche de cabra y sus derivados difieren entre países y aún entre continentes. De acuerdo con Peraza (1986), es posible observar cuatro situaciones:

- En la mayoría de los países de Asia y África la leche de cabra se consume en forma líquida en sistemas de autoconsumo familiar.
- En los países mediterráneos: Francia, España, Italia y Grecia, la mayor parte de la producción de leche caprina se destina a la elaboración de quesos.

- En países de influencia anglosajona como Canadá, Estados Unidos, Inglaterra y Australia, la leche de cabra se consume pasteurizada.
- En América Latina, se ubica un sistema mixto en vías de cambio. En Brasil que es el primer país con el mayor inventario de caprinos, la leche se consume tanto en forma líquida como transformada en quesos. En México en forma similar pero también como dulces y cajeta.

La leche de cabra como sustituto de la tradicional leche de vaca ha comenzado a merecer la atención de gobiernos y entidades privadas. El interés radica en la potencialidad que tienen estos productos, ya que pueden ser consumidos por grupos que presentan intolerancia a los lácteos de origen bovino. Además, se pretende conocer con mas detalle, el efecto de la manipulación de los ingredientes de los alimentos sobre las características físicas y químicas de la leche caprina, en particular sobre la composición de la grasa, asociada a ciertos beneficios nutrimentales en niños, así como en el desarrollo de alimentos funcionales y productos derivados con características

sensoriales demandadas por consumidores. Este alimento y sus derivados, son también una opción para dinamizar las economías regionales.

2.2.2 Composición de la leche de cabra y sus derivados:

Una de las definiciones más conocidas establece que la leche es un líquido segregado por las glándulas mamarias de hembras sanas bien alimentada, sin calostro, de composición compleja, color blanco y opaco, de sabor ligeramente dulce y de pH casi neutro (Santos, 1987).

El valor como materia prima de la leche caprina para fabricar productos derivados está asociado con su composición y propiedades físico-químicas, así como su carga microbiana y disponibilidad en el mercado.

De forma similar a la leche de otras especies de hembras de mamíferos, la leche de cabra está mayoritariamente compuesta por agua (85 a 88 por ciento) y además de

cantidades apreciables de grasa, proteína, lactosa, sales minerales, vitaminas y otras sustancias en cantidades menores (Juárez, 1986).

La leche caprina, no es como se puede creer, un alimento de composición más o menos definida y constante ya que se ha observado, una gran variabilidad en su composición, originada principalmente por factores genéticos y fisiológicos como raza, características individuales, estado de lactación, manejo, clima y composición de los alimentos; por ello los valores informados son la expresión de los promedios obtenidos de diferentes partidas (Cuadro N° 05).

Cuadro N° 05: Composición de leche de cabra en diferentes países (por ciento)

País	Sólidos totales	Grasa	Proteína	Caseína	pH	Referencia
Argentina	15,70	4,91	5,1	-	-	Olizewski et al., 2002
Brasil	11,00 – 12,30	3,0 – 3,7	3,1 – 3,2	-	-	Borges et al., 2004
Holanda	11,10 – 12,60	3,5 – 4,5	3,1 – 3,6	-	-	Hart, 2004
México	12,20	3,6	3,0	-	-	Valencia et al., 2004
México	11,90 – 12,80	3,7 – 4,0	3,0 – 3,2	2,3 – 2,2	6,40 – 6,50	Vega et al., 2004
Venezuela	14,50	4,8	4,5	2,6	6,40	Faria Reyes et al., 1999
Perú	13,20	4,50	2,89		6,55 – 6,65	Fung L. et.al., 2004

Fuente: Vega y León, 2005.

2.2.2.1 Proteína:

Las proteínas de la leche pueden dividirse en dos grandes grupos, las caseínas que se encuentran en la leche principalmente en el estado coloidal y las proteínas del suero disueltas en éste (Angulo y Montoro, 2004).

Las proteínas que contiene la leche de cabra, tienen dos orígenes diferentes: unas se sintetizan en la glándula mamaria de la ubre, como es el caso de los diferentes tipos de caseínas y proteínas del suero como beta lactoglobulinas y alfa albúminas, y las que provienen de la vía sanguínea como seroalbúminas (Vega y León, 2005).

Dependiendo de la raza y de otros factores el contenido promedio de proteína de la leche de cabra (28.2 gramos/litro) es ligeramente inferior al

de la leche de vaca (31.1 gramos/litro), aunque el de caseínas es muy parecido (23.3 gramos/litro).

Las caseínas están constituidas por cuatro fracciones principales: alfaS₁, alfaS₂, beta y kappa (Cuadro N° 06) (Vega y León, 2005).

Cuadro N° 06: Fracciones de caseínas en leche de cabra y de vaca.

Tipo de caseína	Leche de cabra (%)	Leche de vaca (%)
Alfa S₁	5	35
Alfa S₂	25	10
Beta	50	40
Kappa	20	15
Relación alfa/beta	30/50	45/40

Fuente: Vega y León, 2005.

Las cantidades y composición de las caseínas determina el tamaño de las micelas de proteína de la leche, debido principalmente a los tipos de aminoácidos y los locus que ocupan en las cadenas polipeptídicas y las diferentes cantidades de grupos fosforados. Todo lo anterior varía las cargas eléctricas, su peso molecular y su

hidrofobicidad lo que puede causar cambios en las propiedades físicas y químicas de las caseínas (Vega y León, 2005).

La capacidad de la leche de cabra a la coagulación está ligada directamente con la estructura y composición de las caseínas. La leche de cabra contiene más caseína soluble que la leche de vaca. Una gran parte de esta caseína está constituida por la caseína beta. Por ello el contenido de proteína coagulable de la leche de cabra es bajo, lo que implica que durante la elaboración de queso y de yogur el rendimiento sea inferior al de leche de vaca. Además se sabe que la variabilidad en la composición de las caseínas influye en la producción de queso ya que afectan la firmeza de la cuajada, el tiempo de coagulación y el contenido final de caseína en el queso (Juárez, Ramos y Martín –Hernández, 1991)

El otro grupo de proteínas de la leche son las del suero, que son aquellas que no precipitan cuando el pH de la leche se reduce a 4,6 (Vega y León, 2005).

Se puede considerar que las proteínas son el componente de la leche más estable, aunque pueden alterarse debido a la desnaturalización por efecto del calor a partir de 60 a 70°C; coagulación por efecto del aumento en la concentración de ácido láctico producido por las bacterias, llegando el pH hasta 4,6 con precipitación de la fracción caseínica; putrefacción por degradación de proteínas ocasionada por ciertos grupos microbianos, con posterior coagulación y sabor putrefacto (Vega y León, 2005).

La relación entre caseínas y proteínas del suero puede verse alterada cuando la leche provenga de animales enfermos de mastitis o

leche con contenido elevado de calostro, en ambos casos aumenta la proteína del suero, con posible disminución del rendimiento quesero (Vega y León, 2005).

Debido a que la mayoría de la leche de cabra se usa para la fabricación de quesos, el pago de la misma a los productores, tiende a realizarse en función de su contenido en proteínas. (Vega y León, 2005).

2.2.2.2 Grasa:

La grasa de la leche de cabra presenta cerca de 18% de ácidos grasos de cadena corta saturados de 4 a 12 carbonos (ácidos grasos butíricos, caproico, cáprico, caprílico, laúrico). (Haenlain, 1990.).

Los glóbulos grasos de la leche de la cabra tienen tamaño más pequeño que los de la leche

de vaca. En igualdad de concentración de grasa, la leche de cabra tiene un número de glóbulos grasos dos veces mayor que la de leche de vaca, con un diámetro medio inferior de 1,99 micras, mientras que el de esta última es de 3,53 micras.

Dicha situación es de interés en el campo de la nutrición, ya que se conoce que si el tamaño del glóbulo graso es pequeño, su tiempo de residencia en el tracto gastrointestinal es menor y con ello se favorece su absorción hacia el torrente circulatorio. Sin embargo también se conoce que la pasteurización de la leche de cabra, por ejemplo a 63 °C durante 30 minutos, aumenta en un 12 por ciento el diámetro medio del glóbulo graso, disminuyendo su número total y con ello la absorción es un poco más tardada (Vega y León, 2005).

El tamaño promedio de los glóbulos grasos en la leche de cabra alcanza a 2,5 a 3,5 micrones en tanto que la de vaca es de 10 micrones. Su menor tamaño facilita una mejor dispersión y una distribución más homogénea de la grasa. La leche de cabra es considerada como homogenizada naturalmente, lo que permite ser atacado con mayor facilidad por enzimas digestivas (Castro, 2001).

Por ello, el tiempo de descremado de la leche se ve afectado por el tamaño del diámetro de los glóbulos de grasa, por lo que a diferencia de la leche de vaca, en la de cabra, la grasa tarda más tiempo en separarse (Vega y León, 2005).

El color de la leche de cabra es blanco mate, debido a la carencia de beta caroteno que en el caso de leche de vaca se encuentra alojado en la fracción grasa, por lo que el tono de los

quesos de cabra es más blanco que los de leche de vaca (Vega y León, 2005).

Los ácidos grasos y consecuentemente la grasa, son los componentes de la leche más influidos por la alimentación de los animales, pudiéndose modificar cambiando los ingredientes de la ración que se les ofrece. Esta modificación ocasiona una composición de ácidos grasos diferente y por lo tanto un efecto sobre las propiedades tecnológicas de la leche caprina. Si por ejemplo aumenta la ingesta de harinas de oleaginosas la grasa láctea será más blanda, en tanto que si se alimenta al ganado con pradera la grasa será mas dura (Vega y León, 2005).

Considerando los factores de variación ya citados, la composición y concentración en ácidos grasos (AG) de la leche caprina la concentración en orden decreciente es C_{16} (31,5 –33,0%), $C_{18:1}$

00370

MEMOROTECA CENTRAL

(21,0 -22,8%), C_{18:0} (12,1 - 14,3%), C₁₄ (11,4 - 12,0%) y C_{18:2} (8,0 a 10,2%) (Le Doux et al., 2002, Ferrandini et al., 2004). Además el contenido de los AG C₈, C₁₀ y C₁₂ en leche caprina, es diferente al de la leche de vaca (Vega y León, 2005).

La leche caprina, posee características únicas para elaborar quesos, ya que su grasa contiene mayor número de ácidos grasos que intervienen en el sabor del queso, con niveles mas elevados de ácidos: butírico (C₄), caproico (C₆) caprílico (C₈) y cáprico (C₁₀) que la leche de vaca (Vega y León, 2005).

Por otro lado los ácidos grasos libres han sido ligados con el sabor propio ("caprino") de la leche de cabra, observándose correlación positiva entre su contenido y el sabor del queso (Juárez, Ramos y Martín -Hernández, 1991). La degradación de los ácidos grasos origina

cetoácidos y cetonas que son componentes importantes para el aroma y sabor del queso (Vega y León, 2005).

Cuadro N° 07: Comparación de ácidos grasos presentes en algunas leches.

Ácidos Grasos	Humana	Vaca	Cabra
Saturados			
Butírico	0,4	3,1	2,6
Caproico	0,1	1,0	2,3
Caprílico	0,3	1,2	2,7
Caprícho	0,3	1,2	2,7
Láurico	5,8	2,2	4,5
Mirístico	8,6	10,5	11,1
Palmítico	22,6	26,3	28,9
Esteárico	7,7	13,2	7,8
Arachidónico	1,0	1,2	0,4
Insaturados			
Oleico	36,4	32,3	27,0
Linoleico	8,3	1,6	2,6
Linolénico	0,4	-	-
C22-20	4,2	1,0	0,4

Fuente: Capra.com

2.2.2.3 Lactosa:

El hidrato de carbono característico de la leche es la lactosa, es un azúcar con poder edulcorante bajo. La lactosa debido a la acción enzimática bacteriana sufre fermentaciones

diferentes, con productos como ácido láctico, anhídrido carbónico, alcohol, ácidos propiónico, butírico y otros compuestos, que ocasionan la coagulación de la leche, que en el caso de queso, le conferirán parte de su aroma y sabor. El contenido de lactosa de la leche de cabra es parecido al de leche bovina fluctuando entre 44 a 47 gramos/litro, y depende del estado de lactación de los animales (Juárez, Ramos y Martín – Hernández, 1991).

2.2.2.4 Cenizas:

Las sales minerales o cenizas de la leche son cloruros, fosfatos sulfatos, carbonatos y citratos. Los minerales principales son calcio, sodio, potasio, magnesio y hierro. Las sales de calcio tienen gran influencia en la coagulación de la leche cuando se elabora queso. Sin embargo, al pasteurizar la leche, una parte de estas sales de calcio se vuelven insolubles.

Por esto se añade una cantidad de cloruro de calcio a la leche pasteurizada destinada a la elaboración de queso. (Alais, 1970).

2.3 Efectos de la pasteurización en la elaboración de queso fresco de cabra:

La pasteurización para la producción de quesos tiene dos finalidades fundamentales:

- **Higiénica (destrucción de los gérmenes patógenos):** La principal razón de pasteurizar la leche es la de prevenir que ésta actúe como un portador de gérmenes, especialmente de aquellos que causen tuberculosis y brucelosis. (Sánchez - Foniap).
- **Técnica (destrucción de microorganismos indeseables):** La sustitución de la microflora espontánea por cepas seleccionadas, permite tener una calidad más uniforme en la producción quesera. (Alais, 1970).

Una consecuencia de la pasteurización es el aumento del rendimiento quesero, que se debe por tres factores:

- Desnaturalización de las proteínas solubles, cuya intensidad es proporcional a la temperatura alcanzada;
- Mejor retención de la materia grasa en la cuajada;
- Insolubilización de las sales minerales. (Alais, 1970).

A su vez existen ciertas dificultades o problemas técnicos que se presentan, como la disminución de la aptitud para la coagulación; la cuajada es menos dura, y la separación del lacto suero es muy difícil.

Para evitar esto el calentamiento deberá ser moderado y se puede corregir con la adición de cloruro de calcio antes de la adición del coagulante. (Alais, 1970):

La modificación de la textura se debe probablemente a las albúminas y globulinas precipitadas con la caseína. (Alais, 1970).

En el caso de la leche de cabra no es necesario homogenizar la leche ya que no posee aglutininas que son capaces de agrupar las grasas para formar la nata, a diferencia de otras leches como la de vaca. (Alais, 1970; Capra.com).

2.4 Influencia de los fermentos lácticos en la acidificación de la leche de cabra:

La aptitud a la acidificación de la leche de cabra varía de acuerdo a la composición de la leche, al momento de lactación, al tratamiento térmico y al tiempo de refrigerado de la leche. (Masle, Morgan – 2001).

- *Respecto a la composición de la leche:* La producción de ácido y la bajada de pH no son siempre proporcionales. Las leches ricas en proteínas y minerales tienen un poder tampón elevado, lo que favorece el crecimiento de los fermentos lácticos, y las que tienen una fuerte acidificación contienen más proteína y calcio que las de baja acidificación. En las leches de fuerte acidificación se observa un mayor desarrollo de flora láctica, así como las que tienen poca bajada de pH poseen un nivel de caseína mayor que el de las que

tienen una caída de pH fuerte. En general el aumento de contenido de caseína y en consecuencia la mineralización de la leche, incrementa el poder tampón, en la leche lo que hace que la caída de pH sea inferior. (Masle, Morgan – 2001).

- *Respecto al momento de lactación:* Al inicio y mitad de la misma, las leches se caracterizan por una capacidad de acidificación baja y por una fuerte variación en el pH, mientras que al final ocurre lo contrario. Estos resultados se pueden explicar por la elevación del poder tampón de las leches de cabra de finales de lactación, ligado al aumento en el contenido de proteína y minerales en las mismas. (Masle, Morgan – 2001).
- *Respecto al tratamiento térmico:* este provoca una caída en el pH inicial de la leche, respecto a leche cruda, que puede estar motivado por una transferencia parcial e irreversible de calcio y fosfatos de la fase soluble a la coloidal. Este efecto se incrementa cuando los tratamientos son más fuertes. El calentamiento puede provocar la destrucción de inhibidores

de crecimiento bacteriano y la liberación de factores de crecimiento que favorecen la actividad de los fermentos.

- *Respecto al tiempo de refrigerado:* este no afecta la aptitud a la acidificación, pero debido a la formación de ácidos grasos por lipólisis de la grasa, provocada por siccótrofos, podría darse el caso de cierta inhibición de la actividad del fermento, como se ha demostrado para la leche de vaca. (Masle, Morgan – 2001).

2.5 Estabilidad fermentativa del queso de cabra:

Es la capacidad para mantenerse lo más inalterable posible con el paso del tiempo, puesto que los quesos son productos mas o menos vivos, es decir tienen la flora microbiana propia, caso de los madurados o bien contienen enzimas que pueden alterarlos, como en los frescos. (Crespo, 2002).

La estabilidad es un elemento importante en relación con la vida útil del producto, en especial cuando se trata de un queso fresco, esta en función contraria de su fermentabilidad, es decir de su capacidad

de alteración mediante reacciones de degradación de lactosa. (Crespo, 2002).

Los factores que afectan la estabilidad de los quesos dependen de factores externos entre el más importante la temperatura de conservación, e internos como la humedad o a la inversa su extracto seco, que esta directamente relacionada con la capacidad de acidificación debido alto contenido de suero y por ende a la mayor cantidad de lactosa presente en el producto. (Crespo, 2002).

2.6 Queso de cabra

Rambert citado por Brito, define el queso como el 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.

2.6.1 Composición química del queso

Según Schmidh – Hebbel (1990), la composición del queso de cabra, se muestra en el cuadro N° 08, que se muestra a continuación:

Cuadro N° 08: Composición del queso de cabra

Constituyente	Unidad	Promedio
Humedad	%	45,9
Proteínas (N x 6,38)	%	24,8
Lípidos	%	25,9
ENN	%	3,4
Fibra bruta	%	-
Cenizas	%	3,0
Cálcio	mg/ 100	226,0
Fósforo	mg/ 100	334,0
Hierro	mg/ 100	-
Sodio	mg/ 100	298,0
Potasio	mg/ 100	114,0
Tiamina	mg/ 100	0,035
Riboflavina	mg/ 100	0,24

Fuente: Schmidt – Hebbel, 1990.

mg./ 100 = miligramos por 100 gramos de parte comestible.

% = gramos por 100 gramos de parte comestible.

2.6.2 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).

Prácticamente en todos los quesos se desarrolla una acidez que se refleja en un 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. Esta variación depende del pH, del porcentaje de sal y del momento y método de salazón, de la humedad y de las temperaturas de tratamiento de la cuajada (Manual de elaboración de quesos - 1980).

2.7 Operaciones unitarias en la elaboración de queso fresco

Brito, señala que la elaboración de quesos con leche de cabra en queserías con pequeña producción, debe seguir las siguientes operaciones unitarias:

2.7.1 Filtrado de la leche: se realiza con el objeto de separar las partículas de suciedad, especialmente pelos, pajas, insectos, etc.

2.7.2 Pasteurización: el método a usar es pasteurización lenta, es decir 65°C por 20 – 30 minutos.

2.7.3 Adición de cultivo láctico: se realiza agregando el 1% de cultivo cuando la leche alcanza una temperatura de 32 – 33°C y se mantiene por 15 -20 minutos.

2.7.4 Adición de cuajo y coagulación: la cantidad de cuajo generalmente varía entre 2,0 -2,5 gramos por 100 litros de

leche. Todo este proceso se realiza a una temperatura constante de 32 – 33 °C.

2.7.5 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.

2.7.6 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

2.7.7 Llenado de moldes: se vacía el contenido en los moldes recubiertos por paños previamente higienizados.

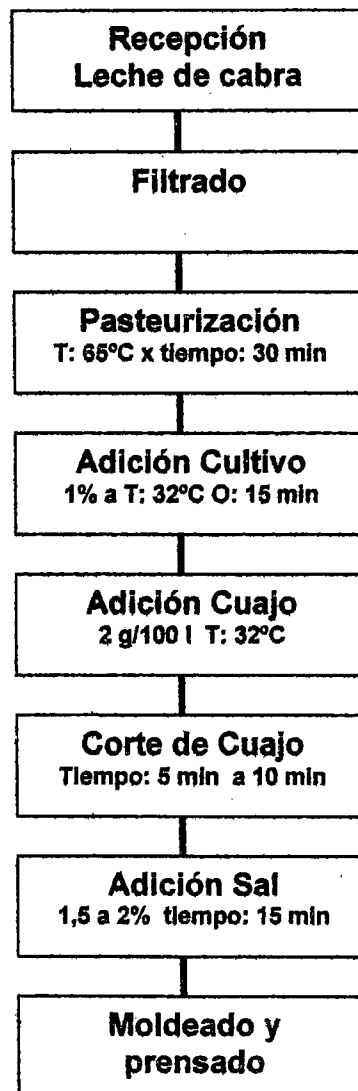
2.7.8 Prensado: se realiza sobre la misma mesa usada para el llenado de moldes. El peso es de 2 kilogramos por kilogramo

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 mas homogénea.

2.7.9 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 paños mojado con salmuera.

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



2.7.10 Funciones de los insumos y aditivos usados

2.7.10.1 Leche de cabra: La leche de cabra es más blanca que la leche de vaca debido a la ausencia en su composición de compuestos carotenoides (Ajenjo, 1979); (French, 1970)

Además, la leche presenta una importante diferencia física en los glóbulos grasos comparada con la leche de vaca, ya que el 28% de los glóbulos grasos presentan un diámetro igual o inferior a 1,5 micrones, que es más del doble del que tienen los de la leche de vaca. (Furtado, 1978).

Es un líquido fresco de color blanco, y sabor ligeramente dulce, producto del ordeño completo a cabras sanas, bien alimentadas, sin calostro y que cumpla con las características físicas, microbiológicas e higiénicas establecidas. (Alais, 1970).

Según French (1970), la densidad de la leche de cabra fluctúa entre 1,026 y 1,042 gramos por centímetro cúbico. El valor crioscópico de la leche de cabra es de -0,58 °C (Furtado, 1978); (Pombo 1980).

La composición de la leche de cabra normalmente es la siguiente:

Cuadro N° 09: Composición media de la leche de cabra.

COMPOSICIÓN	PORCENTAJE %
Humedad	82,3
Proteína	4,0
Lípidos	7,2
ENN	5,6
Cenizas	0,9
Calorías	102,0

Fuente: Schmidt – Hebbel, 1979.

Esto quiere decir, que en cien kilogramos de leche se encuentra 82,3 litros o kilogramos de agua pura y 17,70 kilogramos de sustancias sólidas.

La materia grasa de la leche de cabra, presenta un 18% de ácidos grasos saturados de cadena corta, el doble de la leche de vaca, representado principalmente por ácido cáprico, caprílico y caproico, (Furtado, 1978). Esta diferencia en la proporción de ácidos grasos de la materia grasa explica las diferencias de aroma y sabor entre la leche de vaca y cabra. (Refai, 1981).

La leche de cabra es más rica en proteínas que la leche de vaca. Quittet (1982), indica que la riqueza de la leche en materia nitrogenada es una característica genética y que la alimentación prácticamente no influye en ella. (Vega, 1989).

La acidez de la leche fluctúa entre 14 y 22 grados dornic (Ajenjo, 1979), (Pombo, 1980).

El pH fluctúa entre valores de 6,3 y 6,7 (French, 1970); (Pombo, 1980).

2.7.10.2 Cloruro de calcio: La coagulación de la leche se realiza por la acción del cuajo sobre la 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°C en una dosis de 10 – 30 gramos por 100 litros de leche,

destinada a la elaboración del queso. (Solano y Calle, 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 Calle, 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 Wilbey, 2002).

Según Robinson, otros autores indicaron el efecto del cloruro 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 α_2 -caseína-kcaseína y al faltarle a la α_2 -caseína, la protección de la k-caseína, se forma un precipitado. Una cantidad ligeramente más pequeña, producirá una cuajada dura e inflexible. (Robinson 2002).

2.7.10.3 Cultivo: En la mayoría de los quesos se usa cultivo mixto, compuesto preferentemente por cultivos de *Lactococcus lactis* (*Streptococcus lactis*) y *Lactococcus cremoris* (*Streptococcus cremoris*), que son netamente productores de ácido láctico, homo fermentativos. (Birkkjaer, 1975).

El uso de estos fermentos da paso a un proceso de acidificación dirigida y controlada, con una producción de ácido en forma moderada y productos que le otorgan al queso características típicas y altamente deseables (Brito, 1981).

La función primaria del fermento en la leche es ayudar a ajustar el grado de acidez durante el proceso de coagulación (Alais, 1970).

A través del desarrollo de ácido láctico a partir de la lactosa presente en la leche se realiza el control de microorganismos patógenos y otras bacterias contaminantes que pueden haber sobrevivido a la pasteurización o haber llegado a la leche por contaminación (Brito, 1981).

La velocidad de acidificación dada por los cultivos controla parcialmente la sinéresis o liberación de suero desde la cuajada, lo que contribuye a determinar la humedad y con ello, la capacidad de conservación del producto final (Brito, 1981).

Los cultivos son responsables directos de la textura y presencia o ausencia de ojos en el queso, como producto de su metabolismos, liberan el gas anhidro carbónico, el que al escapar hacia el exterior forma los llamados ojos (Brito 1981).

Durante el proceso de maduración las enzimas liberadas por los cultivos desdoblan proteínas y grasa presentes en el queso, formándose productos que le otorgan sabores y olores típicos al producto (Brito, 1981)

El pH inicial en el proceso de cuajado, combinado con la acidificación durante la fabricación, influye en la consistencia del queso terminado, ya que el ácido láctico producido participa en la descarga del suero durante la fabricación y este efecto ayuda a cambiar la

consistencia de la cuajada de suave a firme. El ácido láctico producido disuelve también una mayor o menor parte del calcio de la cuajada, de manera que este puede ser removido mientras haya una descarga de suero (Birkkjaer, 1975).

De esto se deduce que es de gran importancia para la consistencia del queso que la cantidad de ácido láctico sea la adecuada durante todo el tiempo que dure el proceso de fabricación (Vega, 1989).

Por lo tanto, es importante agregar la cantidad correcta del fermento y usar el tiempo correcto de pre-maduración, como también usar un fermento que se cultive en la leche y el queso con la rapidez correcta (Birkkjaer, 1975).

2.7.10.4 Cuajo: Es la enzima bruta extraída de los cuajares de los rumiantes jóvenes sacrificados antes del destete, está constituido básicamente de QUIMOSINA y PEPSINA, o de una combinación de ambas (Alais, 1970), (Solano-Calle, 2003).

La actividad del cuajo esta representada por una relación cuantitativa entre un determinado volumen de cuajo y otro de leche, realizándose la coagulación en unas condiciones fijadas arbitrariamente (Alais, 1970).

Según Soxhlet, la fuerza del cuajo representa el número de volúmenes de leche fresca, coagulados por un volumen de cuajo en 40 minutos a 35°C. (Alais, 1970).

Si se toma un volumen v de cuajo, un volumen V de leche, y se mide el tiempo de coagulación T en segundos la fuerza se calcula:

$$F = \frac{2400V}{Tv}$$

Existen sucedáneos del cuajo a causa de su escasez y carencia del cuajo de ternero en determinadas épocas del año, se tiene entre estos:

- Pepsina: procedente del estómago de diversos animales, especialmente el cerdo, pierde su actividad coagulante por debajo del pH 6,6 (Alais, 1970).
- Cuajos vegetales: proviene de diversas especies de plantas como la Cynara (cardos, alcachofas), Gallium (galio o cuajaleche), Pinguicula (hierba de mantequilla), Whitania (granos de W.

coagulans), Ficus, etc. No se prepara industrialmente (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).

Cuadro N° 10: Ventajas y desventajas de diversos tipos de coagulantes.

PROCEDENCIA	VENTAJAS	DESVENTAJAS
TERNERO	<ul style="list-style-type: none"> • Enzima natural, ideal y tradicional. • Mayor rendimiento. • Gran calidad del producto final. • Actividad proteolítica baja. • Se utiliza para quesos madurados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Limitación en la obtención de estómagos. • Precios y disponibilidad
BOVINO	<ul style="list-style-type: none"> • Contiene las mismas enzimas que el cuajo de ternero, pero en diferentes proporciones. • Posible utilización para todas las variedades de quesos. • SE utiliza para quesos frescos y madurados. • Mayor disponibilidad. • Diferentes presentaciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mayor sensibilidad a cambios de pH y al contenido de calcio. • Actividad proteolítica medio.
ORIGEN MICROBIANO	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor manipulación. • Precio accesible y mejor disponibilidad. 	<ul style="list-style-type: none"> • Bajos rendimientos • Alta actividad proteolítica. • Aparición de sabores extraños (amargos)

Fuente: Tallamac: Solano y Calle 2003

2.7.10.5 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 utilizará dependiendo el tipo de salazón y el tipo de queso.

Cuadro N° 11: Dosificación de sal en queso

TIPO DE QUESO	DOSIS RECOMENDADA	FORMA SALAZÓN
Fresco	3 % / 100 l de leche	Directa
Suizo	20 g/ kg de queso	Directa
Suizo	23 kg / 100 l de agua	Salmuera
Mantecoso	2,5% / 100 kg de quesillo	Directa

Fuente: Solano y Calle 2003

2.8 EVALUACION SENSORIAL DEL QUESO FRESCO

De acuerdo a la norma UNE 87-001-86 el examen sensorial es el examen de las propiedades organolépticas de un producto, realizable con los sentidos.

El análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos (Anzaldúa-Morales, 1991).

Según Crespo y Soldevilla (1991), citados por Coste; el análisis sensorial es una disciplina científica usada para evocar, medir, analizar e interpretar las reacciones a aquellas características de los alimentos que se perciben por los sentidos de la vista, el oído, el olfato, el gusto y

el tacto, por lo tanto, la evaluación sensorial no se puede realizar mediante aparatos de medida, el "instrumento" utilizado son personas perfectamente entrenadas (Coste, 2003).

La apreciación de los alimentos se produce fundamentalmente a través de la percepción sensorial y en las modernas tecnologías, a pesar de poseer equipos de analítica instrumental, cada vez son los científicos más conscientes de la necesidad de potenciar los métodos analíticos basados en dicha apreciación sensorial, que en definitiva son los más adecuados para la valoración final de la calidad de los alimentos, ya que el análisis de los componentes químicos y de las propiedades físicas de un alimento aporta información sobre la naturaleza del estímulo que percibe el consumidor, pero no sobre la sensación que éste experimenta al ingerirlo. (León Crespo y Galán Soldevilla, 1981. Citado por Coste).

El análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los alimentos ya que ha diferencia del análisis físico – químico o microbiológico, que solo dan una información

parcial acerca de alguna de sus propiedades, permite hacerse una idea global del producto de forma rápida, informando llegado el caso, de un aspecto de importancia capital: su grado de aceptación o rechazo. (Coste, 2003).

2.8.1 *Propiedades sensoriales*

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos detectables por los sentidos (Arroyo, 2001).

Cuadro N° 12: Características de las Propiedades Sensorial

Propiedad sensorial	Característica	Medición
Color	<ul style="list-style-type: none"> • Tono • Brillo • Intensidad 	Visión
Olor	<ul style="list-style-type: none"> • Clasificación • Intensidad • Persistencia 	Olfato
Aroma	<ul style="list-style-type: none"> • Percepción de sustancias, olores del alimento en la boca. • Principal componente del sabor del alimento. 	Vía retronasal
Gusto	<ul style="list-style-type: none"> • Sabor básico: ácido, dulce, salado, amargo. 	Lengua
Sabor	<ul style="list-style-type: none"> • Combinación de OLOR, AROMA y GUSTO. • Nos indica el Perfil del sabor. 	
Textura	<ul style="list-style-type: none"> • Propiedad detectada por el tacto, vista y oído, cuando el alimento sufre una deformación 	Instrumental

Fuente: Arroyo, 2003

2.8.2 En análisis sensorial del queso

Catar (evaluar, analizar) un queso, consiste en examinarlo mediante nuestros sentidos con el objeto de captar y valorar los caracteres que se perciben a través de ellos. Como estos caracteres desempeñan un papel determinante en la decisión de compra del producto por el consumidor, el análisis sensorial es un auxiliar de suma importancia para el control y mejora de la calidad de los quesos (Coste, 2003).

2.8.2.1 Condiciones de cata

- Ambiente: debe ser limpio, luminoso, aireado y libre de olores extraños (FIL 99 A: 1987).
- Jueces: antes de realizar la cata deben evitar el uso de alcohol, fumar, los alimentos con especias, el café. También se debe evitar el fatigado

2.8.2.2 Reglas de cata

- Cuando se va a realizar la cata en una misma sesión quesos diferentes, se debe empezar por los más frescos y suaves, terminando por los más maduros y las pastas azules, si las hubiera.
- Es necesario que los catadores conozcan las características o rasgos esenciales del queso que van a evaluar para poder realizar una valoración consecuentemente.
- En cuanto a la hora más indicada para una cata es alrededor de 10 a 11 horas, después de dos horas de la primera comida matutina, o por la tarde alrededor de las 17 horas. No se puede degustar inmediatamente después de haber realizado una comida abundante o con hambre.

2.8.2.3 Atributos a evaluar en el queso fresco

- Los atributos sensoriales son las propiedades de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos, se puede separar en tres grupos no netamente diferenciados:
 - Los de apariencia
 - Los de sensaciones quinestésicas (textura)
 - Los de flavor
- La norma FIL 99 A: 1997 para evaluación sensorial de productos lácteos establece que cada atributo se deberá evaluar separadamente y que la evaluación sensorial de los quesos deberá realizarse en relación a los atributos mostrados en el cuadro N° 13.

Cuadro N° 13: Atributos a evaluar al queso

ATRIBUTOS A EVALUAR		DESCRIPCION	
	Forma	Dependerá del tipo de queso. Siempre se presenta en forma regular al peso.	
	Tamaño y Peso	Es variable, las pequeñas son usuales a los quesos de cabra y las grandes son siempre de la familia de las pastas prensadas y cocidas.	
	Corteza	Puede no existir en los quesos frescos, es fina en las pastas blandas y gruesa o muy gruesa en las prensadas y cocidas. Puede ser lisa o estriada y presentarse al natural, con hongos, son especias, ahumada, parafinada, teñida, encerada, cubierta de cenizas, etc.	
	Color	Tono / Matiz	El color de los quesos está influido por el tipo de leche empleado, por la técnica de elaboración o familia a la que pertenece y por el tiempo de maduración. En la medida que un queso permanece más tiempo en la cámara de maduración va perdiendo humedad y por consiguiente va aumentando la intensidad del color y disminuyendo el brillo del queso. Mediante la evaluación de estos atributos se está evaluando la textura visual del queso. Los quesos madurados tienen una corteza mas escamosa o rugosa.
		Intensidad	
		Uniformidad	
	Brillo / mate		
	Aureola o cerco		
	Ojos		
	Rugosidad		
Humedad y/o grasa			
	Prop. mecánicas	Dureza	Fuerza requerida para deformarlo., si es blando, firme o duro
		Elasticidad	Rapidez de recuperación de la forma luego de una deformación.
		Adherencia	Trabajo necesario que hay que realizar con la lengua para despegar el queso del paladar y dientes.
		Cohesividad	Mide el grado de deformación de un alimento antes de romperse.
	Prop. geométricas	Granulosidad	Se mide si es liso, arenoso o granuloso, cremoso, soluble.
	Prop. superficie	Humedad	Se mide en la boca, la solubilidad suele ser mayor en los quesos jóvenes ya que son más húmedos, los más maduros tienen a absorber más saliva que los primeros. La cremosidad es una sensación semilíquida que varía con la crema o sustancia grasa del queso y cuanto más grasa y humedad tienen más cremosos suelen resultar. CONTINÚA...
		Solubilidad	
		Cremosidad	

Olor	Vía olfativa	Lácticos	Leche fresca, acidificada, corteza de queso.
		Vegetales	Hierba, verdura cocida, ajo, cebolla, madera
		Florales	Miel, rosa
		Afrutado	Avellana, nuez, cítricos, plátanos, piña, manzana, aceites.
		Torrefactos	Bizcocho, vainilla, caramelo, tostado.
		Animales	Vaca, establo, cuajo, estiércol.
		Espicias	Pimienta, menta, clavo de olor.
		Otros	Propiónico, rancio, jabón, ensilado.
Se evalúa por el órgano del gusto cuando se estimula ciertas sustancias solubles. Donde permite captar los 4 sabores básicos: DULCE, SALADO, AMARGO Y ÁCIDO , siendo los más frecuentes <i>salado y ácido</i> .			
Sensaciones trigeminales		Son sensaciones irritantes o agresivas percibidas en la cavidad bucal, se acompañan generalmente de picores, contracciones, calor, frescor o incluso irritación. Las principales sensaciones trigeminales son: picante ardiente, acre, metálico.	
Retrogusto y persistencia		Es la sensación olfato – gustativa que aparece después de tragar el queso y que difiere de las sensaciones percibidas cuando este estaba en la boca, puede o no presentarse. La persistencia es la continuidad de la percepción olfato-gustativa después de que se ha tragado el queso, la naturaleza de la persistencia puede ser compleja, asociando aromas, sabores básicos y sensaciones trigeminales.	

Fuente: Coste, 2003

Para el caso de queso fresco de cabra los atributos a evaluar son:

- Color, que deberá ser de color blanco limpio, uniforme, intenso ligeramente brillante por el contenido de humedad que tiene, debe estar exento de impurezas y rastros de polvo o tierra.
- Olor: Deberá tener un olor a leche ligeramente acidificada.

- **Superficie:** Este debe ser ligeramente cremoso por el tipo de grasa presente en la leche y la mayor cantidad de esta, húmedo por ser un queso de consumo inmediato y a la vez friable, que es la dureza o resistencia a la masticación por la cantidad de sólidos totales que encuentra este tipo de producto.
- **Sabor:** Ligeramente salado, ligeramente ácido. Se diferencia del queso de leche de vaca por la persistencia y ligero sabor a pienso.

III MATERIALES Y METODOS

3.1 LUGAR DE EJECUCIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en la facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias en los laboratorios de Alimentos y de Análisis Sensorial de Alimentos de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.

Se trabajó con la leche del rebaño formada por 80 hembras y 10 machos criollos que corresponden al biotipo Serrano o Calchaquí. El lugar está ubicado en la localidad de Poquera, en el Valle de Sama Inclán a una altitud de 550 msnm. La precipitación media anual es de 880 mm (periodo 1960 a 1999) y las lluvias se producen principalmente entre octubre y marzo. La temperatura media anual es de 19°C, siendo enero el mes más cálido con 25°C, mientras que el mes más frío es julio con 13°C. El clima es de tipo sub-tropical – sub húmedo.

3.2 MATERIAS PRIMAS

3.2.1 Leche: La leche para la fabricación de quesos provenían de 80 hembras que se encontraban entre el tercer y quinto mes de lactancia. Fue recolectada por ordeño manual, que se realizó a las 7:00 h, una vez al día. La misma fue filtrada y transportada en recipientes de plástico a la ciudad de Tacna.

3.2.2 Insumos:

3.2.2.1 Cultivos

El cultivo **VIVO MSM 981** se adquirió en la ciudad de Lima de la firma Montana S.A. procedente de EEUU de la productora de cultivos especialitos en lácteos **VIVOLAC**.

Este cultivo es concentrado liofilizado de inoculación directa para la producción de quesos mesófilos. Contiene cepas múltiples, definidas de *Lactococcus lactis subsp. Lactis* y *Lactococcus lactis subsp. Cremoris* que han sido seleccionadas

con resistencia a fagos y rápida producción de ácido.

De acuerdo a las especificaciones técnicas del producto este tiene menos de una unidad formadora de colonia de coliformes que son los microorganismos que pueden alterar u ocasionar intoxicaciones alimentarias, contiendo menos de 10 unidades formadoras de colonias por gramo para hongos y levaduras, debido a que el cultivo en las cantidades recomendadas también son un medio de control contra agentes contaminantes como hongos, levaduras y coliformes, pero si el número de estos últimos microorganismos supera en demasía, entonces proliferarán en el producto final.

Composición de las cepas:

- *Lactococcus lactis* 50%
- *Lactococcus cremoris* 50%

Parámetro de incubación

- 25 a 32°C de 7 a 9 horas.

Ingredientes:

- Leche en polvo sin grasa, bacterias ácido lácticas, agentes crioprotectores.

Apariencia

- Polvo liofilizado café claro con olor a ácido láctico

Cuenta láctica

- No menos de $1,0 \times 10^{11}$ ufc/gramo

Análisis microbiano

- Coliforme -1 ufc/gramo
- E. coli Negativo
- Salmonella Negativo
- Listeria Negativo
- Staphylococcus (Coagulasa +) Negativo
- Hongos y levaduras -10 ufc/gramo

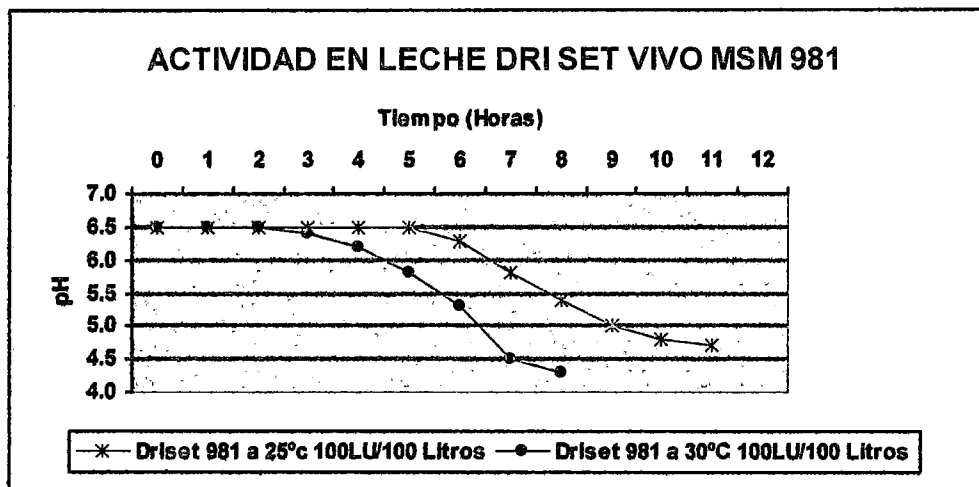
Empaque

Sobres de aluminio FDA con sellado hermético.

Enviados en contenedores de unicel en hielo seco.

Almacenamiento/ Viabilidad de anaquel

- No mayor de 0°C/ 12 meses.



Fuente: Vivolac, 2002

GRAFICO N° 01: Prueba de Actividad del Producto

El gráfico N° 01, indica el descenso del pH a partir del cuarto día de realizado el proceso de elaboración con diferentes temperaturas de incubación, donde el descenso es mas acelerado y mayor cuando la temperatura de ingreso del cultivo

es menor (25°C) y este mantiene mayor estabilidad cuando es agregado a los 30°C, controlando así mejor la acidez en el producto.

3.2.2.2 Cloruro de Calcio

Se adquirió de la firma Aromas del Perú, en hojuelas con una pureza de 66 a 80%; a granel.

3.2.2.3 Cuajo

Se obtuvo también de la firma Montana S.A. representantes de Bela Vista especializados en la preparación de cuajos de calidad, este cuajo es obtenido de becerros lactantes y bovinos adultos.

Composición enzimática aproximada:

- Pepsina bovina 50%
- Quimosina (Renina) 50%

Poder coagulantes:

- Cuajo en polvo 50/50 1/90 000

Presentación:

- Potes plásticos de 25 y 100 g

Modo de usar: (para 1000 litros de leche)

De 15 a 20 gramos de cuajo previamente diluido en agua potable sin cloro. Luego adicionar a la leche y distribuir en forma homogénea a la temperatura de coagulación y agitar por 2 o 3 minutos.

Especificaciones organolépticas:

- Aspecto : Polvo fino
- Color : Beige
- Olor : Característico

Especificaciones físico – químicas

- Humedad : Máx. 6%
- pH : (Solución al 10%) 4,7 – 5,10

Especificaciones microbiológicas:

- Recuento total Máx. 10 000 ufc/g.
- Coliformes Negativo
- Esporulados Negativo
- Mohos y levaduras menor de 30

3.2.2.4 Sal

Este insumo se adquirió en el centro de abastos, siendo la sal yodada de mesa la utilizada por estar finamente molida, tener yodo y estar a disponibilidad inmediata.

3.3 MATERIALES, EQUIPOS Y MAQUINARIAS

3.3.1 En el procesamiento del queso fresco de cabra

- Balanza semi analítica de 0,1 a 1000 gramos
- Probeta
- Jarra medidoras
- Termómetro quesero
- Lactodensímetro

- Cuchillos de hoja delgada de acero inoxidable
- Moldes para queso de 100 g
- Moldes para queso de 250 g
- Moldes para queso de 750 g
- Moldes para queso de 1 kg
- Lienzos de tela
- Malla de plástico
- Bandejas de plástico
- Coladores de diferentes graduaciones
- Ollas revestida de porcelana con baño maría
- Mesa
- Incubadora de 30 a 35°C
- Refrigeradora

3.3.2 En determinaciones analíticas

- pH: Medición pH-metro marca Allied.
- Acidez titulable: Titulación con NaOH 0,100 N.

- Proteína total: Método Kjeldahl; factor de conversión de nitrógeno a proteína 6,38.
- Determinación del extracto seco: Humedad con estufa, marca Menmert, rango de temperatura de 30°C a 210°C.
- Determinación de cenizas: Mufla, marca FURNACE THERMOLYNE, temperatura máxima 1000°C.
- Determinación de caseína: factor de conversión de nitrógeno a proteína 6,38.
- Determinación de grasa en la leche: Método Gerber; butirómetros original de Gerber, centrifuga FUNKE GERBER de 1200 a 1500 rpm,
- Determinación de grasa en extracto seco del queso fresco: Método de destilación por arrastre, extractor de grasa Soxhlet.
- Recuento total de células somáticas: Método de conteo microscópico directo. En tinción de los extendidos de leche se empleó el colorante Broadhursts-Paley.

- Recuento de mesófilos totales: Siembra de las diluciones en Agar Palte Count e incubación en placas a 32°C por 24 – 48 horas.
- Recuento de coliformes totales: Siembra en caldo verde brillante bilis lactosa e incubación a 32°C por 24 – 48 horas.

3.3.3 En el análisis sensorial

- Evaluación de sabor con determinados niveles de cultivo: Método de comparación múltiple; formato N° 01 (anexo N° 01).
- Determinación de la muestra de mayor aceptación: Método de preferencia; formato N° 02 (anexo N° 01).
- Cabinas para análisis sensorial
- Bandeja de metal
- Platos y vasos descartables
- Pinza de repostería
- Agua mineral

3.4 MUESTRAS PARA EL ESTUDIO

Se recolectaron un total de 45 muestras de leche cruda de cabra de 15 litros cada una, del rebaño ubicado en el distrito de Sama Incan, de la localidad de Poquera. La frecuencia de muestreo fue diario durante 45 días. Las muestras de leche se tomaron del rebaño a las 7:00 horas, y se transportaron sin condiciones de refrigeración hasta los laboratorios de la Facultad de Ingeniería en industrias Alimentarias de la Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, donde se realizaron controles de densidad, mastitis, alcohol, acidez, pH; para determinar si esta apta para el proceso, luego se procedió a pasteurizar la leche en cuba abierta a una temperatura constante de 63°C durante 30 minutos, luego se enfrió hasta 38°C.

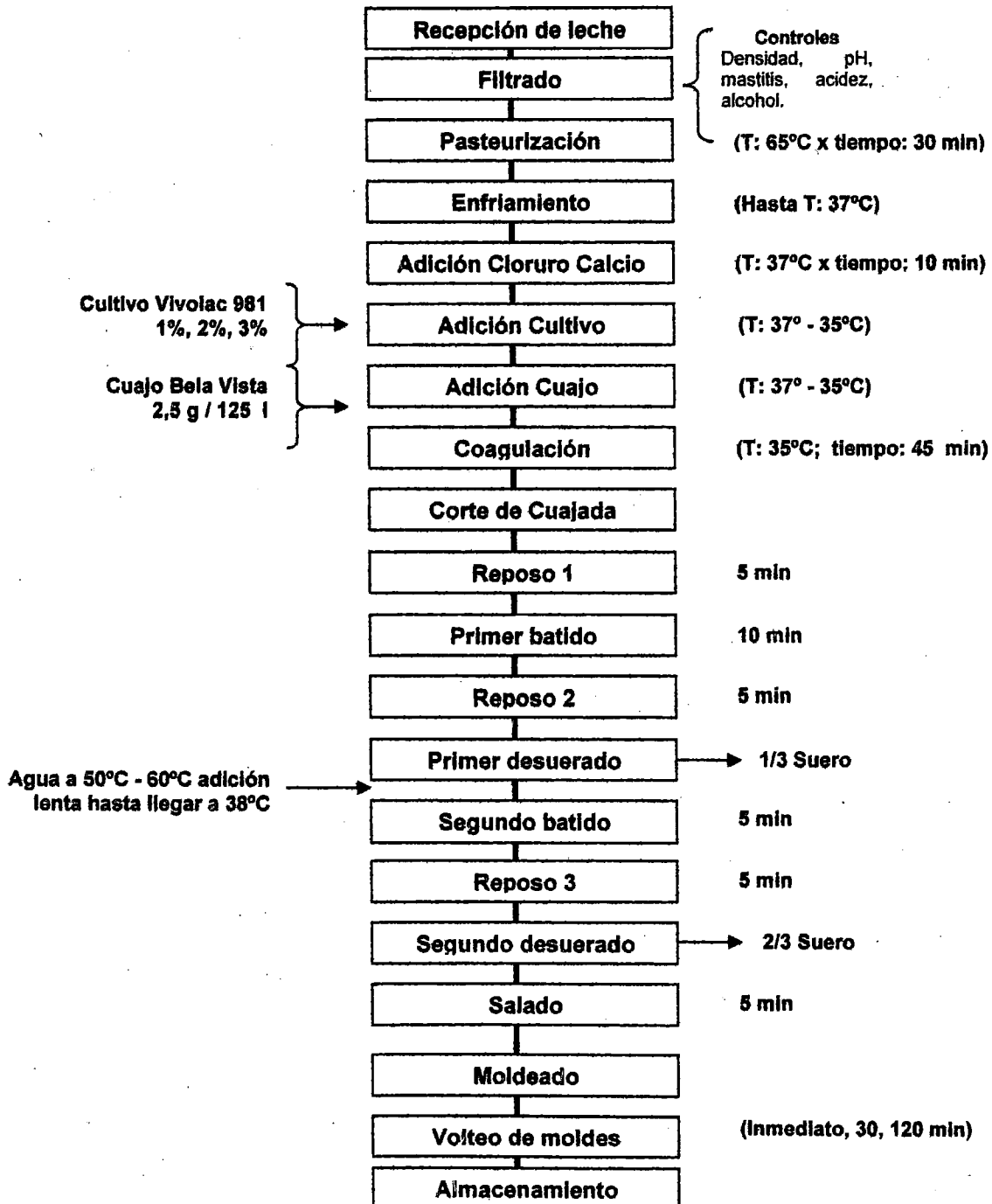
Se elaboró con la leche de cabra pasteurizada una muestra control "C" la cual no tuvo adición de cloruro ni cultivo; y 11 tratamientos con dos variables cloruro de calcio con 3 niveles (0,01; 0,02; 0,03) y cultivo (1%, 2%, 3%).

Para todos los casos utilizamos la misma cantidad de cuajo a razón de 4 gramos para 160 litros de leche de cabra, de acuerdo a las indicaciones del fabricante, manteniendo la temperatura a 35°C por 45 minutos hasta obtener la cuajada firme, para luego proceder a desuerar, batir, salar y moldear, finalmente se pesó el producto para determinar el rendimiento y se procedió a almacenarlo en refrigeración durante 48 horas, luego se realizó el análisis de humedad a las muestras para ver el cumplimiento de la Norma Técnica Peruana de quesos frescos, tomando como rango de humedad máxima de 65%.

Las formulaciones que presentaron ser mejores se sometieron al método afectivo de aceptación para determinar el grado con el que los consumidores gustan o no de queso de cabra. También se realizó el respectivo análisis proximal y microbiológico de dicha formulación.

3.5 PRINCIPALES OPERACIONES PARA EL PROCESO

Figura N° 02: Flujo de elaboración del queso fresco



3.5.1 *Recepción de la leche:*

Recibida la leche se procede a realizar los controles (densidad, pH, acidez, mastitis, alcohol) y se pasa esta por un tamiz fino para retirar las impurezas (pelos, paja, insectos, etc.).

3.5.2 *Tratamiento térmico de la leche:*

Sirve para estandarizar la calidad biológica de la leche de cabra, destruyendo bacterias nocivas o indeseables y algunas enzimas. Durante el proceso térmico se destruyen las bacterias útiles en el proceso del queso, junto a unas enzimas de la leche como las lipasas. (Robinson 2002).

Para este trabajo de investigación se procedió a realizar la pasteurización baja, debido a que la producción de quesos a pequeña escala se realiza a cuba abierta a 63°C por 30 minutos, por no contar con equipos de pasteurización alta.

3.5.3 Adición de Cloruro de Calcio

Se adicionó cloruro de calcio en tres niveles diferentes (0,01%; 0,02%; 0,03%), diluido en agua hervida fría. Se adicionó a una temperatura de 38°C y se procedió a batir la leche por 5 minutos

3.5.4 Adición de cultivos de arranque:

La adición de cultivos iniciadores es importante porque mejora el sabor, aroma, durabilidad y da mayor calidad al queso fresco.

Para la elección de la cepa se tomo en cuenta la producción de sabor y aroma no tan acentuado, y que tenga una baja producción de acidez.

El cultivo se preparó con anterioridad en las dosis especificadas por el fabricante, y para adicionar a la leche se consideraron diferentes niveles (1%, 2%, 3%), para determinar su influencia en sabor y flavor del queso de la leche de cabra.

Este se adiciona a una temperatura de 37°C, y se dejó incubar por 20 minutos para que llegue a la acidez adecuada.

3.5.5 Adición de cuajo

Una vez, preparada las combinaciones, se adicionó el cuajo de acuerdo a las especificaciones del fabricante previamente diluido en agua hervida diluido con dos cucharaditas de sal, una vez hidratado, la temperatura de incorporación debe ser de 35°C y el pH deberá estar entre 6,4 y 6,7; para esta dosificación.

Se bate la leche durante 5 minutos para asegurar la correcta incorporación.

3.5.6 Coagulación:

Se revisa la cuajada cuando esta tiene una apariencia de gelatina de color blanco y para este caso debido a su diferente composición tarda más que el de la leche de vaca aproximadamente de 45 a 60 minutos después de haber añadido el cuajo.

La cuajada está lista cuando:

- La cuajada se levanta con un dedo debe partirse limpiamente, sin presentar grietas ni adherencias

- La cuajada que se encuentre junto a la pared de la paila debe despegarse al presionarla con la palma de la mano, esto sucede con facilidad y limpiamente.

Se realiza un corte de 8 centímetros a la cuajada y luego se introduce el cuchillo, con el cual se lo levanta subvente; debiéndose observar las paredes del corte, firmes y lisas.

3.5.7 Cortado del coágulo:

Una vez obtenido el coágulo de leche de cabra se corta con un cuchillo delgado, en cubos de 1 cm^3 , esta operación tiene por finalidad favorecer la eliminación del suero, ya que con la división de la cuajada se aumenta el área de superficie de desuerado.

Luego del corte se debe dejar en reposos durante 5 minutos para que los granos tomen más consistencia y faciliten la salida del suero.



Figura N° 03: Cortado de la cuajada en reposo.

Como se puede apreciar en la figura N° 03, el cuajo una vez cortado empieza a desuerar lentamente, debiéndose mantener la temperatura en 36°C, para lograr una eficiente salida de la lactosa, evitando posteriormente el exceso de acidificación en el queso.

3.5.8 Agitado y escaldado

- **Primer batido:** Es la agitación de los granos, la cual favorece la salida del suero, que posee en su interior. Conforme avanza el batido, el grano disminuye su volumen y aumenta su densidad, por la pérdida paulatina de suero.

Es necesario batir la cuajada muy suavemente al principio y de manera constante, con la finalidad de no destruir los granos de cuajada.

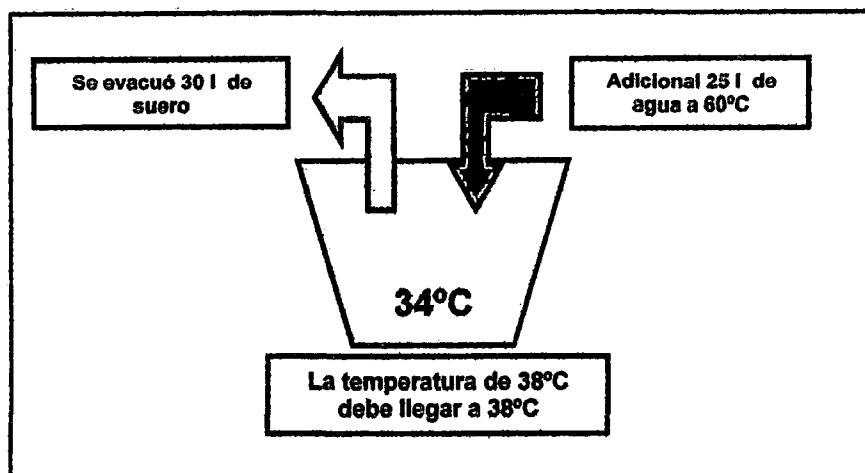
Si destruimos los granos habrá menor rendimiento en el queso, la temperatura del batido debe estar entre 34 y 36°C, luego de realizada esta operación se retira 1/3 del suero.

- **Segundo batido y escaldado:** Se realiza con la finalidad de continuar con la separación del suero contenido en los gránulos de la cuajada.

Durante el segundo batido se adiciona agua caliente con una temperatura de 60°C en un volumen menor al suero que se evacuó en el primer batido.

Esta adición de agua se hace hasta que el volumen contenido llegue a 38°C.

Figura N° 04: Escaldado de la cuajada



Esto acelera el desuerado del grano, debido al incremento de temperatura, y también se extrae lactosa (azúcar de la leche), reduciendo la posible acidificación del queso, aumentando su durabilidad.

Si no se realiza se obtiene un queso con excesiva acidez, quedando mucho suero dentro de los granos de cuajada, y la lactosa sería transformada totalmente con el tiempo en ácido láctico, lo que haría variar el sabor y textura del queso (queso arenoso y agrietado).

El batido dura aproximadamente 5 minutos, y se debe dejar en reposo otros 5 minutos.

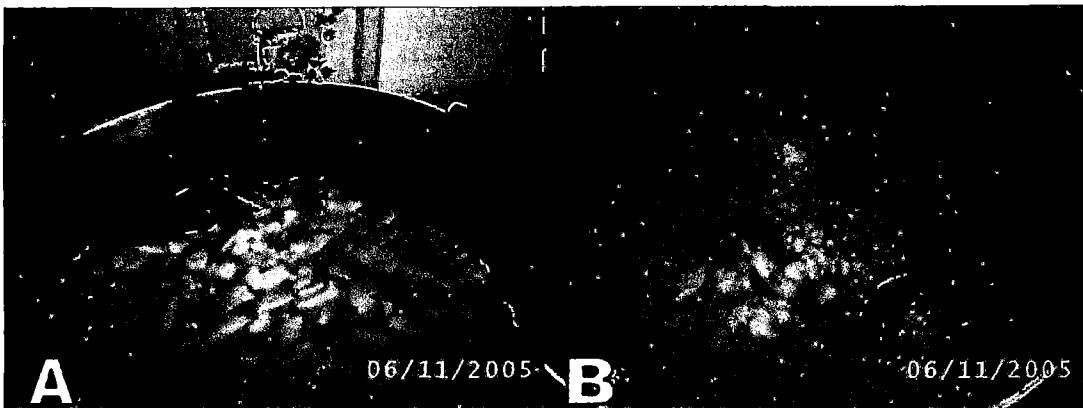


Figura N° 05: Primer batido (A) y segundo batido (B) de los granos de cuajada en la elaboración de queso fresco de leche de cabra.

De acuerdo a la figura anterior, se puede observar la reducción de los granos de cuajada, por efectos de la agitación y desuerado a una temperatura de 36°C.

Mantener la temperatura correcta para el desuerado es un factor importante para asegurar el apelmazamiento de los granos y no se formen hoyos o grietas en el interior del queso por un mal prensado, disminuyendo la calidad del queso.

3.5.9 Salazón del queso: Luego de haber evacuado el suero de la paila, se añade la sal yodada en forma directa, en proporción al 3 a 4% con respecto al volumen de leche utilizada, este porcentaje es mayor al usado en la leche de vaca debido que el rendimiento es mayor cuando se trabaja con leche de cabra.

Una vez adicionada la sal a la cuajada, se realizará una mezcla muy suave con la cual se facilita la distribución y penetración de la misma, logrando en lo posible que los gránulos no estén compactos.

Una vez realizada la operación, se dejó en reposo por un tiempo de 5 minutos.

3.5.10 Moldeado: Es la colocación de los granos de cuajada dentro de un molde, para dar la forma al queso, estos deben trasladarse con suero al molde, luego se procede a presionar en forma suave y lenta, el ambiente del moldeo debe ser como mínimo de 20°C, ya que si es mas frío el ambiente los granos no se aglutinarán entre sí, siendo imposible compactar la cuajada en un solo bloque de queso.

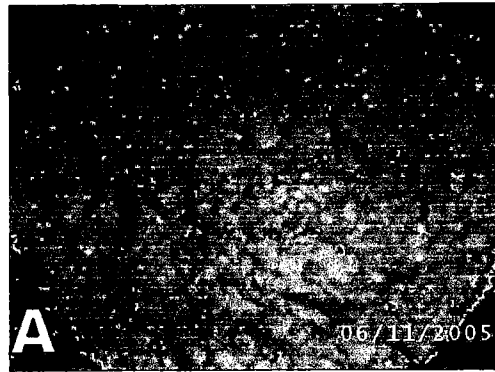


Figura N° 06: (A) Drenado de granos de cuajada, para ser posteriormente moldeados (B)

La mesa se deberá lavar siempre con agua caliente para mantener una temperatura entre los 33 y 36°C la superficie, ayudando a la fusión de los granos dentro de los moldes.

El primer volteo es inmediatamente después de haber colocada la cuajada en el molde, luego el segundo volteo será a los 30 minutos y por último el tercer volteo a las 2 horas.



Figura 07. Moldes de queso listos para realizar el primer volteo

En la figura N° 07, se observa los moldes una vez llenados, listos para realizar el primer volteo, siempre retirando el suero correspondiente.

A medida que va drenando, los quesos van disminuyendo su tamaño debido al suero que se va retirando en forma lenta y gradual.

3.6 DISEÑO EXPERIMENTAL

3.6.1 EXPERIMENTO N° 1

3.6.1.1 Objetivo:

Determinar la influencia del cloruro de calcio y cultivo en función a su rendimiento obtenido en la elaboración de queso fresco de leche de cabra, con el modelo estadístico superficie respuesta.

3.6.1.2 Variables:

Los niveles se establecieron en base a investigaciones citadas en la revisión bibliográfica.

Para establecer los efectos del cloruro de calcio y cultivo, fue utilizado el diseño factorial 2^n con 3 niveles. Las variables fueron establecidas en tres niveles codificados como: -1, 0, +1. Los valores reales y amplitudes entre niveles de cada variable que parecen en el cuadro N° 14, fueron establecidos sobre la base del marco teórico del presente trabajo.

Cuadro N° 14: Niveles de las variables independientes estudiada en la determinación del mayor rendimiento en la elaboración de queso fresco de leche de cabra.

Variable	Niveles		
X_1	0,01%	0,02%	0,03%
X_2	1%	2%	3%

Fuente: Elaboración propia
 X_1 : Cantidad de Cloruro de Calcio (%).
 X_2 : Cantidad de cultivo (%).

El delineamiento estadístico requiere un mínimo de tratamientos. En este experimento fueron realizados 11 tratamientos, siendo 9 factoriales, (combinaciones entre los niveles -1, 0, +1) y 2 centrales de las variables en el nivel cero.

Los puntos centrales del nivel cero sirven para estimar el error experimental y determinar la precisión de la ecuación polinomial.

Del delineamiento experimental central rotacional para dos variables independiente y tres niveles de variación. Su variable respuesta (Y) o variable dependiente estudiada fue el rendimiento.

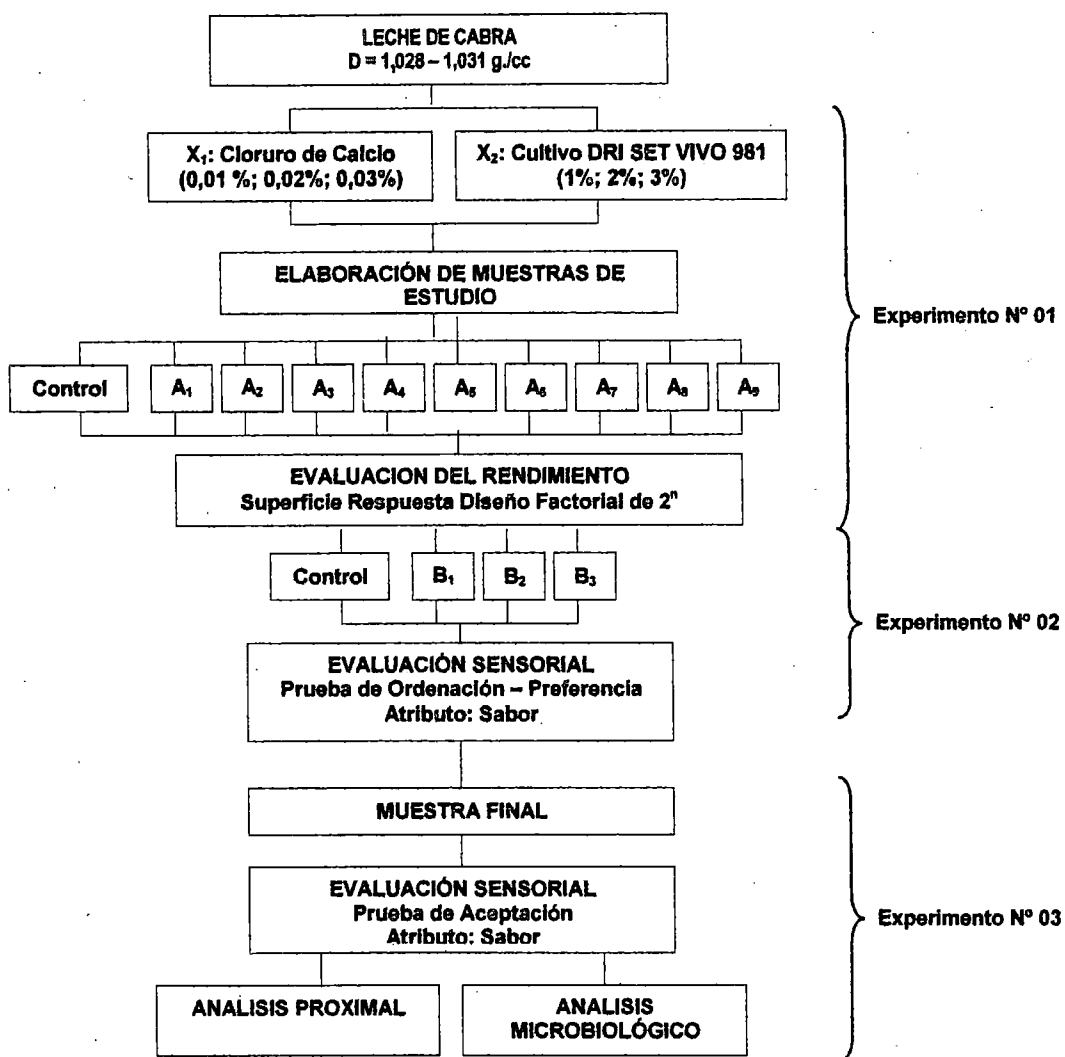
Cuadro N° 15: Delineamiento Experimental central rotacional para dos variables y tres niveles utilizado en la determinación del mayor rendimiento del queso fresco de leche de cabra.

N° de Experimento	X ₁	X ₂
1	-1	-1
2	-1	0
3	-1	+1
4	0	-1
5	0	0
6	0	+1
7	+1	-1
8	+1	0
9	+1	+1
10	0	0
11	0	0

Fuente: Elaboración propia
X₁: Cloruro de calcio (%)
X₂: Cultivo (%)

Para el análisis de los efectos combinado de las variables independientes (X_1 , X_2), en la respuesta evaluada (Y), se empleó el método de superficie respuesta. El promedio de los datos de cada uno de los experimentos para la variable respuesta fueron tratados por análisis de regresión múltiple, para desarrollar un modelo matemático de primero o segundo orden conteniendo los términos lineales. Cuadráticos y de interacción. Fue utilizada el programa Estadística 5.0.

El efecto significativo del modelo fue tratado por análisis de varianza. En ella se observó el grado de significación de la regresión y de la falta de ajuste del 95% de confianza, con ayuda de la prueba F, y del coeficiente de determinación (R_2). El modelo para ser considerado predictivo, para describir determinada característica en la región analizada, debe representar una regresión significativa y falta de ajuste no significativo al nivel del 95% de confianza y alto valor R_2 .



Experimento N° 01						Experimento N° 02:	
Ens.	Cl ₂ Ca	Cultivo	Ens.	Cl ₂ Ca	Cultivo	Ens.	Cultivo
Control	0%	0%	A ₆	0.02%	2%	Control	0%
A ₁	0.01%	1%	A ₈	0.02%	3%	B ₁	1%
A ₂	0.01%	2%	A ₇	0.03%	1%	B ₂	2%
A ₃	0.01%	3%	A ₅	0.03%	2%	B ₃	3%
A ₄	0.02%	1%	A ₉	0.03%	3%		

Figura N° 08: Diseño experimental para la elaboración del queso fresco de leche de cabra.

3.6.2 EXPERIMENTO N° 2

3.6.2.1 Objetivo:

Determinar el queso fresco de cabra con mayor aceptación, de acuerdo al porcentaje de cultivo adicionado en la cuajada, mediante evaluación sensorial.

3.6.2.2 Variables:

Cuadro N° 16: Niveles de variables independientes a estudiar en la aceptación del queso fresco de cabra con 0%, 1%, 2%, 3% de cultivo

N° de Ensayo	Variábles % de Cultivo
Control	0%
B₁	1%
B₂	2%
B₃	3%

Fuente: Elaboración propia

A partir del resultado obtenido en el primer experimento, se resolvió someter las muestras a análisis sensorial contrastando con la acidez y el pH presente en los quesos con diferentes niveles de adición de cultivo, para determinar el queso de mayor aceptación.

La realización de la cata de los quesos frescos se llevaron a cabo en la Facultad de Ingeniería en Industrias Alimentarias en el laboratorio de análisis sensorial, donde se tomaron muestras de 1 cm³ de volumen que se mantuvieron por a 15°C durante 1 hora antes de realizar las pruebas.

Para la realización de esta prueba se utilizó un panel compuesto de 15 catadores, que son seleccionados en función de su disponibilidad y aptitudes sensoriales. En esta segunda fase, las muestras se presentan a los jueces en forma de rectángulos de 1 cm de espesor que se sirven en platos a una temperatura de 15°C.

El método utilizado para esta prueba es de la escala hedónica donde los catadores probarán las muestras 123 (1%), 291 (2%), 167 (3%), contra la muestra control codificada como 421 (0% de cultivo).

Así se determinó la formulación de mayor aceptación por los consumidores. Para realizar esta prueba se utilizó el formato N° 01 del Anexo N° 02.

Los resultados obtenidos se desarrollaron con el diseño experimental en bloques completos equilibrados por tratarse de la ordenación de un producto por su sabor, abarcando el atributo gusto.

Cada uno de los 15 jueces recibió una muestra patrón (sin cultivo) y 4 muestras codificadas; se solicitó evaluar el sabor de las muestras codificadas con relación al patrón; según la prueba de comparación múltiple y la escala del cuadro N° 17.

Cuadro N° 17: Escala hedónica estructurada

Puntaje	Descripción
9	Extremadamente mejor que el patrón
8	Mucho mejor que el patrón
7	Moderadamente mejor que el patrón
6	Un poco mejor que el patrón
5	Igual al patrón
4	Un poco peor que el patrón
3	Moderadamente peor que el patrón
2	Mucho peor que el patrón
1	Extremadamente peor que el patrón

Fuente: Elaboración propia.

Se obtuvo el análisis de varianza y se realizó la comparación de las medidas de las muestras con la del patrón con la prueba Dunnett.

3.6.3 EXPERIMENTO N° 3

3.6.3.1 Objetivo:

Determinar la aceptación del queso de cabra respecto al queso pasteurizado de leche de vaca, mediante análisis sensorial.

Las dos muestras se presentaron a 30 catadores, seleccionados en función de su disponibilidad, donde en ella se encuentra la formulación de mayor preferencia del experimento dos, y el queso fresco pasteurizado San Pedro, asignándole números aleatorios a cada uno, se les pidió probar y evaluar el queso para describir su nivel de agrado mediante una prueba de escala hedónica.

Así se determinó si la formulación es aceptada o no por los consumidores. Para realizar esta prueba se utilizó el formato N° 02, del Anexo N° 02.

Los resultados obtenidos se analizaron mediante la hipótesis de medias empleando la prueba "t", para medir la aceptación de dicho producto.

Para determinar si la aceptación es significativa $p = 1/2$, dos colas, de acuerdo al número de ensayos efectuados. Si el valor "t" calculado (t_o) de la prueba es menor que el valor "t" de la tabla (T_t), se acepta la hipótesis planteada (H_o), caso contrario se acepta la hipótesis alternante (H_1).

3.7 METODOS ANALITICOS

Los métodos analíticos de control higiénico, sanitario y calidad para la materia prima fueron los siguientes:

3.7.1 Análisis organoléptico de la leche de cabra:

Se determinaron las características organolépticas de la leche de cabra criolla. El nivel de frescura fue evaluado utilizando como referencia la norma técnica peruana de leche fresca apta para consumo y elaboración quesos. La calidad se evaluó bajo la calificación del cuadro N° 18.

Cuadro N° 18: Grados de calificación en la leche.

CALIFICACIÓN	PUNTAJE
MUY BUENA	5
BUENA	4
REGULAR	3
MALA	2
MUY MALA	1

Castro -Tallamac, 2003.

3.7.1.1 Color:

El color debe ser blanco intenso, y se determina por medio de la visión, se diferencia de la leche de vaca por no ser media amarilla.

3.7.1.2 Olor:

Su olor debe ser fresco, propio de las leches no debe tener olores extraños como pienso, podrido, heces, etc., por medio del olfato se realiza esta prueba.

3.7.1.3 Sabor:

Es ligeramente dulce, y se realiza por degustación.

3.7.1.4 Consistencia:

Es más espesa que la leche de vaca por tener mayor cantidad de sólidos, no es viscosa, se determina por tacto o degustación.

3.7.2 Análisis físico de la leche de cabra:

Se realizaron controles de densidad, pH y acidez sobre la leche fresca.

3.7.3 Análisis proximal de la materia prima

La leche de cabra fue sometida a los controles especificados en el cuadro N° 19.

Cuadro N° 19: Métodos a utilizar en el análisis proximal de la leche de cabra cruda

Tipo de Control	MÉTODO	REFERENCIA
Físico		
pH	Potenciómetro	
Acidez	Acidímetro	NTP 202.009
Densidad		NTP 202.008
Sólidos Totales	Humedad	NTP 202.010
Calidad Nutritiva		
Proteínas	Kjeldhal	FIL-20; 1964
Grasa	Gerber	NTP 202.028
Caseína	Kjeldhal	FIL-20; 1964
Cenizas		NTP 202.012
Carbohidratos	Por cálculo	(Schmidt-Hebbel 1981)
Microbiológico		
Aerobios Mesófilos Viables		
Coliformes		
Células somáticas		

- pH: utilizando el potenciómetro.
- Acidez: Valorando con hidróxido de sodio 0,10N; esto se expresa en gramos de ácido láctico por 100 mililitros de leche.

- Densidad: con el lactodensímetro de Quevenne a una temperatura de 15°C.
- Sólidos Totales: por diferencia de peso, secando la muestra en la estufa a 105°C, hasta mantener masa constante.
- Proteínas: mediante el método Kjeldhal, utilizando el valor de 6,38 para leche.
- Grasa: por el método de Gerber de separación de las grasas y luego centrifugando.
- Cenizas: por calcinación de los sólidos totales de la leche a 500°C, hasta peso constante.
- Carbohidratos: por diferencia de peso con los demás constituyentes.

3.7.4 Análisis microbiológico de la leche de Cabra:

Para controlar el ingreso y eliminación por efecto del tratamiento térmico de la carga microbiana del proceso se sometió análisis a la leche fresca recién llegada y una vez pasteurizada, los análisis sometidos fueron:

3.7.4.1 Leche Fresca:

Cuadro N° 20: Métodos de análisis microbiológico

Prueba	Cultivo	Método
Coliformes Totales	Caldo Verde Brillante Bilis lactosa	Número mas probable
Aerobios Mesófilos Viables	Agar agar	Recuento en placas

3.7.4.2 Leche pasteurizada:

Cuadro N° 21: Métodos de análisis microbiológico

Prueba	Cultivo	Método
Coliformes Totales	Caldo Verde Brillante Bilis lactosa	Número mas probable
Aerobios Mesófilos Viables	Agar agar	Recuento en placas

3.7.5 Evaluación del producto terminado:

Al producto terminado se le evaluó a los 10 días de elaborado, realizando las siguientes pruebas:

3.7.5.1 Método afectivo, prueba de preferencia.

Se aplico el método de preferencia y específicamente la prueba de ordenación preferencia, en la evaluación de las formulaciones.

Se tuvieron que ordenar las muestras por su nivel de agrado en cuanto al sabor entre ellas. Esta prueba se utilizó

para saber si existe diferencia significativa entre los porcentajes de adición de cultivo.

3.7.5.2 Método afectivo, prueba hedónica.

Se aplicó el método aceptación/rechazo en la evaluación de la formulación que presento la mayor preferencia. Esta prueba se utilizó para saber el grado con el que los consumidores gustan o no del producto y la preferencia que el consumidor asume sobre el producto.

La escala de puntuación para la prueba de aceptabilidad se muestra en el cuadro N° 22.

Cuadro N° 22: Escala hedónica de nueve puntos

GRADO DE DIFERENCIA	CALIFICACIÓN
Mejor que el patrón muchísimo	9
Mejor que el patrón mucho	8
Mejor que el patrón moderada	7
Mejor que el patrón ligera	6
Igual al patrón	5
Peor que el patrón ligera	4
Peor que el patrón moderada	3
Peor que el patrón mucha	2
Peor que el patrón muchísimo	1

Fuente: Anzaldúa – Morales (1982).

3.7.5.3 Análisis físico químico

Se realizaron los análisis de acuerdo al INDECOPI, a la Norma Técnica Peruana 202.087 del Queso Fresco; siendo las siguientes pruebas las realizadas las que se muestran en el cuadro N° 23:

Cuadro N° 23: Métodos de análisis físico químico

Prueba	Método NTP
Extracto Seco	202.047
Materia grasa en el extracto seco	202.052
Humedad	202.047
Acidez en gr. Ácido láctico	202.055

Fuente: Elaboración propia

3.7.5.4 Análisis microbiológico

El queso seleccionado, fue almacenado a temperatura de refrigeración y luego de 7 días, se le practicaron las siguientes pruebas microbiológicas:

Cuadro N° 24: Métodos de análisis microbiológico

Prueba	Método
Coliformes Totales	Número mas probable
Coliformes Fecales	Por recuento de placas
Estafilococos coagulasa (+)	Prueba de la coagulasa

IV.- HIPOTESIS E IDENTIFICACION DE VARIABLES

4.1 FORMULACION DE LA HIPÓTESIS

El uso de cloruro de calcio y cultivos lácticos (*Streptococcus cremoris* y *Streptococcus lactis*), influyen en el rendimiento y atributos sensoriales en la elaboración de queso fresco de leche de cabra pasteurizado.

4.2 IDENTIFICACION DE LAS VARIABLES E INDICADORES

4.2.1 Variables

4.2.1.1 Variables Independientes

- Porcentaje de cloruro de calcio.
- Porcentaje de adición de cultivo.

4.2.1.2 Variables Dependientes

- Atributos sensoriales (sabor, olor, textura)
- Rendimiento.

4.2.2 Indicadores

En las normas técnicas peruanas para el queso fresco, a través del Instituto Nacional de Defensa del Consumidor y Protección de la Propiedad Intelectual (INDECOP), establece parámetros mínimos y

máximos para el uso de cloruro de calcio, así como también parámetros permisibles que debe tener el producto final en cuanto a análisis físico químico (Extracto seco mínimo, materia grasa sobre el extracto seco mínimo, humedad máxima, acidez, impurezas macroscópicas), microbiológico (coliformes, E. coli, Estafilococos coagulasa positivo, detección de Salmonella). Anexo N° 04.

V.- RESULTADOS Y DISCUSIONES

5.1 MATERIA PRIMA

5.1.1 Análisis organoléptico:

Del análisis sensorial realizado a la leche de cabra, se obtuvieron los resultados mostrados en el cuadro N° 25:

Cuadro N° 25: Resultados del análisis físico organoléptico de la leche de cabra.

EXAMEN	PUNTAJE
OLOR	5
COLOR	5
SABOR	4
CONSISTENCIA	5

Fuente: Elaboración Propia

Según el cuadro N° 18, de evaluación organoléptica de la leche, el puntaje fluctuó entre los 4 y 5 puntos. Ello indica que se trabajó con leche de cabra calificada con la cifra 5, reportada como de muy buena calidad.

5.1.2 Análisis físico:

Del análisis físico de la leche de cabra fresca y pasteurizada se obtuvieron los resultados que se detalla en el Cuadro N° 26.

Cuadro N° 26: Resultados de análisis físico de la leche de cabra.

Propiedades físicas	Leche Fresca	Leche Pasteurizada
pH	6,7 ± 0,1	6,55 ± 0,1
Acidez expresada en g. ácido láctico/ 100 ml de leche	0,16 ± 0,05	0,16 ± 0,05
Densidad (g/cm ³)	1,030 ± 0,003	1,030 ± 0,001
Acidez expresada en grados Dornic	14 – 17 °D	14 – 17 °D

Fuente: Elaboración propia

Fung (2004), en los estudios realizados sobre la composición de leche de cabra en el Valle Chillón del departamento de Lima, encontró valores para la densidad de 1,027 – 1,030 g/ml a 15°C; acidez de 13 a 18°D y un pH entre 6,55 – 6,65 a 15°C, obteniendo nosotros resultados similares en la leche de cabra de Sama Incan.

Masle y Morgan (2001), de acuerdo a sus estudios realizados afirman que la pasteurización provoca una ligera caída en el pH, esto se refleja comparando el pH inicial y el tomado posteriormente a la

pasteurización, ambos autores afirman que puede estar motivado por una transferencia parcial e irreversible de calcio y fosfato de la fase soluble a la coloidal. Este efecto se incrementa cuando los tratamientos son más fuertes. (Masle – Morgan, 2001).

Le Jaquen, recomienda una acidez máxima de 0,18% de ácido láctico en la leche de cabra, cuyo destino es la elaboración de queso (Le Jaquen, 1977); otros autores mencionan que la acidez de la leche de cabra es variable y va desde 0,1401 a 0,193% de ácido láctico (Pombo, 1980).

Al analizar los resultados del pH, se observa que se encuentra entre los rangos especificados en la norma técnica peruana, para leche fresca destinada al procesamiento de quesos (Anexo N° 01).

Los resultados enunciados sobre la densidad, son congruentes y característicos con aquellos citados en las fuentes bibliográficas (Herrera 1995, Nasanovsky *et al.* 2003), donde la leche de buena calidad, debe

ostentar valores de acidez por debajo de 19°D y un peso específico de 1,028.

Estos valores, indican que se trabajo con una leche de características adecuadas para ser industrializada.

La acidez, al ser un parámetro relacionado con el deterioro microbiano, es de esperar que guarde relación con la manipulación y buen manejo de la materia prima antes de su llegada a la planta. Esto podría ser la explicación de la variación expresada en el cuadro N° 26, derivando del mal manejo al momento del ordeño.

5.1.3 Análisis proximal

Los resultados del análisis proximal realizado a la leche de cabra, indican un ligero incremento en algunos constituyentes, como en el caso de grasa, proteínas, caseína; pero estos se encuentran entre los rangos de la bibliografía.

Dichos resultados se visualizan en el cuadro N° 27.

Cuadro N° 27: Resultados de análisis proximal de la leche de cabra.

COMPONENTES	PORCENTAJE
Agua	82,84
Sólidos Totales	17,16
Proteínas No Caseínica	1,21
Caseína	3,01
Proteína Total	4,22
Grasa	6,10
Cenizas	0,91
Carbohidratos	5,93

Fuente: Elaboración Propia

Estos análisis se realizaron por duplicado con dos muestras diferentes.

La leche de cabra, posee mayor porcentaje de materia grasa, ésta diferencia encontrada en la investigación, concuerda con los valores determinados citados por diferentes autores. Es así como algunos autores, citan un contenido de materia grasa de la leche de cabra de 4,5%; pero en la cuadro N° 02, de acuerdo a diferentes autores, demuestran que el contenido graso varía de acuerdo al país donde se produce.

Por lo tanto, el contenido de grasa expuestos en el cuadro N° 27, nos demuestran que la leche de cabra de Sama Inclán, es rica en grasa, estando entre las más elevadas. Comparando este último con los valores del cuadro N° 01, refleja un aumento considerable de sólidos totales 17,16%; teniendo en cuenta que la leche es una solución en equilibrio, entre sus componentes.

Se aprecia que el contenido de sólidos totales de la leche de cabra es superior al de la vaca, esta aseveración es corroborada por Manssur (1978).

5.1.4 Análisis microbiológico

5.1.4.1 Leche cruda

La leche de cabra fue sometida a análisis microbiológicos, una vez llegadas a planta piloto donde se realizó la investigación.

Se efectuaron los análisis de recuento de aerobios mesófilos, recuento de coliformes totales (NMP) y recuento de coliformes fecales, según métodos nombrados en el punto 3.7.4.1.

Cuadro N° 28: Resultados del análisis microbiológico de la leche de cabra cruda

Prueba	Cantidad (col/ml)
Coliformes Totales	480 - 1 100
Aerobios Mesófilos Viables	350 000 - 500 000

Fuente: Elaboración Propia

El recuento de colonias aeróbicas mesófilas expuesto en el cuadro N° 28, demuestra que la leche de cabra, presentó en todas las repeticiones, una carga bacteriana inicial inferior al límite máximo permitido para la leche cruda por las normas técnicas peruanas actuales, el cual permite hasta 1 500 000 gérmenes por mililitro.

En el análisis de bacterias coniformes, se encontró que la leche de cabra contenía entre 480 y 1 100 coliformes por mililitro, esta carga bacteriana encontrada en la leche de cabra puede deberse a que la ordeña se hizo en forma manual y en las mismas cabrerizas, aumentando las posibilidades de contaminación.

5.1.4.2 Leche pasteurizada

La leche de cabra utilizada en esta investigación, fue sometida a un tratamiento térmico antes de ser empleada en la elaboración de queso fresco.

Para comprobar la eficacia del tratamiento térmico, la leche fue sometida a un control microbiológico, de acuerdo a las normas técnicas peruanas.

Los resultados obtenidos, indican un recuento de aerobios mesófilos de 375 colonias/ml en la leche de cabra.

Los recuentos de coliformes y coliformes fecales entregaron resultados negativos.

Cuadro N° 29: Resultados del análisis microbiológico de la leche pasteurizada de cabra

Prueba	Cantidad (col/ml)
Coliformes Totales	0
Aerobios Mesófilos Viabiles	375

Fuente: Elaboración Propia

5.2 DISEÑO ESTADÍSTICO:

5.2.1 Experimento N° 1

Se realizaron 9 fórmulas diferentes de acuerdo al diseño factorial 2ⁿ, con de dos variables y 3 niveles, con repetición de dos formulas centrales, para determinar el efecto del cloruro de calcio y el cultivo en el rendimiento quesero, obteniéndose los resultados señalados en el cuadro N° 28.

Cuadro N° 30: Determinación del rendimiento de las formulaciones propuestas.

Muestra	Fórmula		Rendimiento Lt. Leche/Kg. Queso
	% Cl ₂ Ca	% Cultivo	
A ₁	0,01	1	35,07
A ₂	0,01	2	35,59
A ₃	0,01	3	35,31
A ₄	0,02	1	36,38
A ₅	0,02	2	35,20
A ₆	0,02	3	31,83
A ₇	0,03	1	35,91
A ₈	0,03	2	36,66
A ₉	0,03	3	36,52
A ₁₀	0,02	2	36,51
A ₁₁	0,02	2	34,22
Control	0,00	0	32,97

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados fueron ingresados al programa estadístico, donde señala que no existe diferencia significativa en el rendimiento, variando los porcentajes de cloruro de calcio y cultivo.

MODELO COMPLETO:

$$Y = 35.42632 - 0.29667X_1 + 0.29667X_2 - 1,42579X_1^2 + 1,34421X_2^2 + 0,13750X_1X_2$$

Cuadro N° 31: Resultados de análisis estadístico

Efecto de las Variables Independientes	Nivel de significancia (P 0.05)	
	Coefficientes	p
Intercepción	35,42632	0,000368
Lineal		
X ₁	-0,29667	0,638438
X ₂	0,29667	0,638438
Cuadrático		
X ₁ ²	-1,42579	0,228903
X ₂ ²	1,34421	0,247738
Interacción		
X ₁ X ₂	0,13750	0,85480

*=Significancia al 95% de confianza

X₁= Cl₂Ca; X₂= Cultivo %; Y e Y1= Rendimiento de la muestra correspondientes al modelo completo.

El análisis de varianza, para los modelos correspondientes a los resultados experimentales para proceso de elaboración de queso fresco de leche de cabra, se muestra en el cuadro siguiente:

Cuadro N° 32: Análisis de varianza modelo completo.

Promedio de	35,38180	Coeficiente de		0,44931	
respuesta:		determinación			
		(R ²)			
Desviación Normal	1,47005	Coeficiente de desviación		4,155%	
		(L.V.=%)			
Variación	SQ	GL	QM	Fc	Ft
Regresión	8,80520	5	1,763260	0,815917	5,05033
Residuo	10,80521	5	2,161042		
Falta de ajuste	7,29381	3	2,421270	1,384787	19,1643
Error puro	3,51140	2	1,755700		
Total	19,62136	10			

Fuente: Elaboración propia.

% de varianza explicada; % Máx. Varianza explicada; R²= Coeficiente de determinación; CV = Coeficiente de Variación;

SQ = Suma de cuadrados; G.L.= Grados de libertad; QM = Cuadrado medio; Fc = F calculado; Ft = F tabular

De acuerdo con el análisis del grado de significación del modelo, cuadro N° 30, se observa que el rendimiento en el proceso de elaboración de queso fresco de leche de cabra, no fue influenciado significativamente por los efectos lineales, cuadráticos y de interacción.

En cuanto a los efectos lineales del porcentaje de Cl_2Ca (X_1), % de cultivo (X_2).

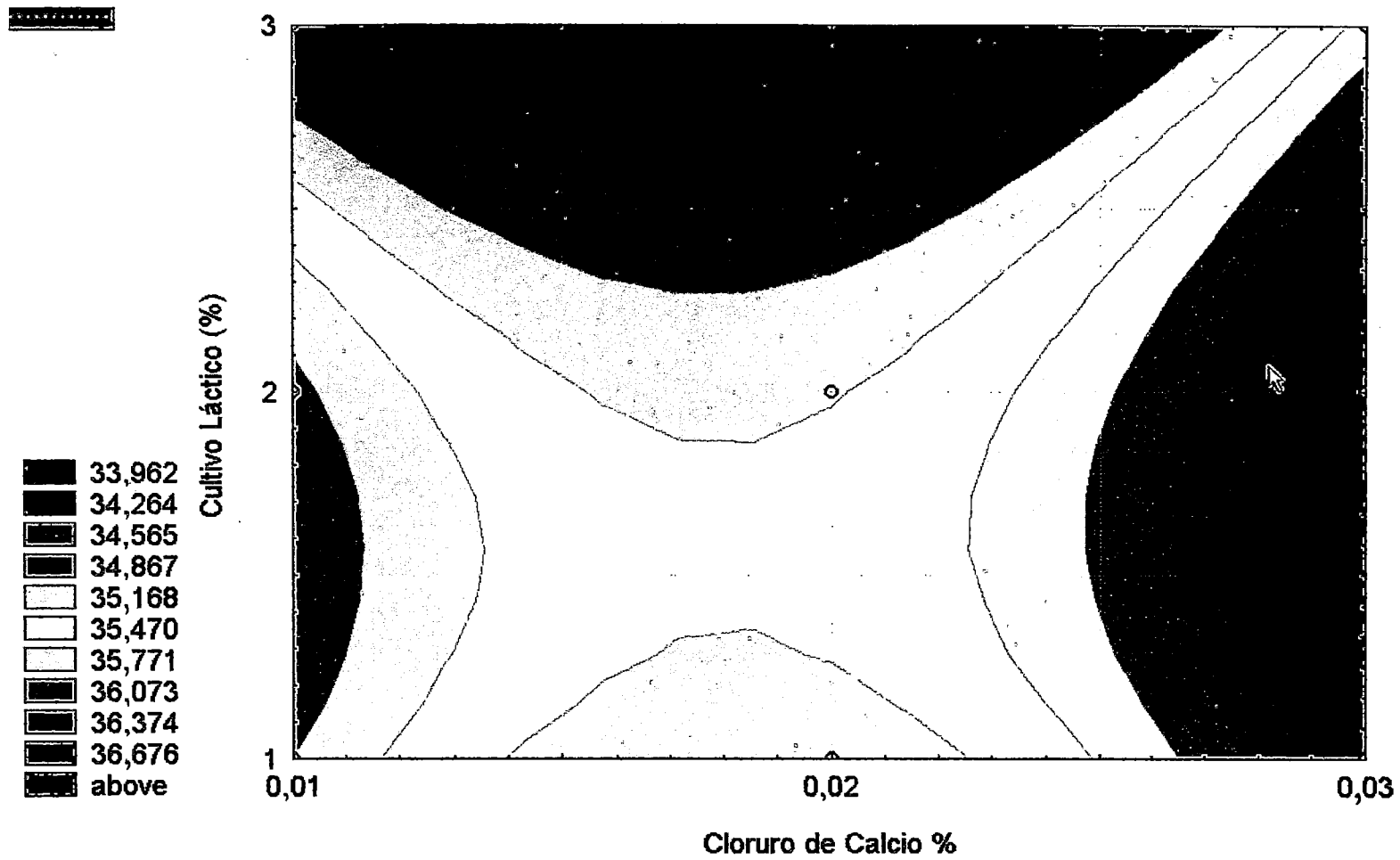


Figura N° 09: Curvas de nivel para determinar la significancia del cloruro de calcio y cultivo láctico en el rendimiento quesero.

La figura N° 05, muestra las curvas de nivel y la figura N° 06 el diagrama de superficie respuesta correspondiente al modelo completo que muestra no existe significancia en el rendimiento en función a las variables porcentaje de cloruro y porcentaje de cultivo.

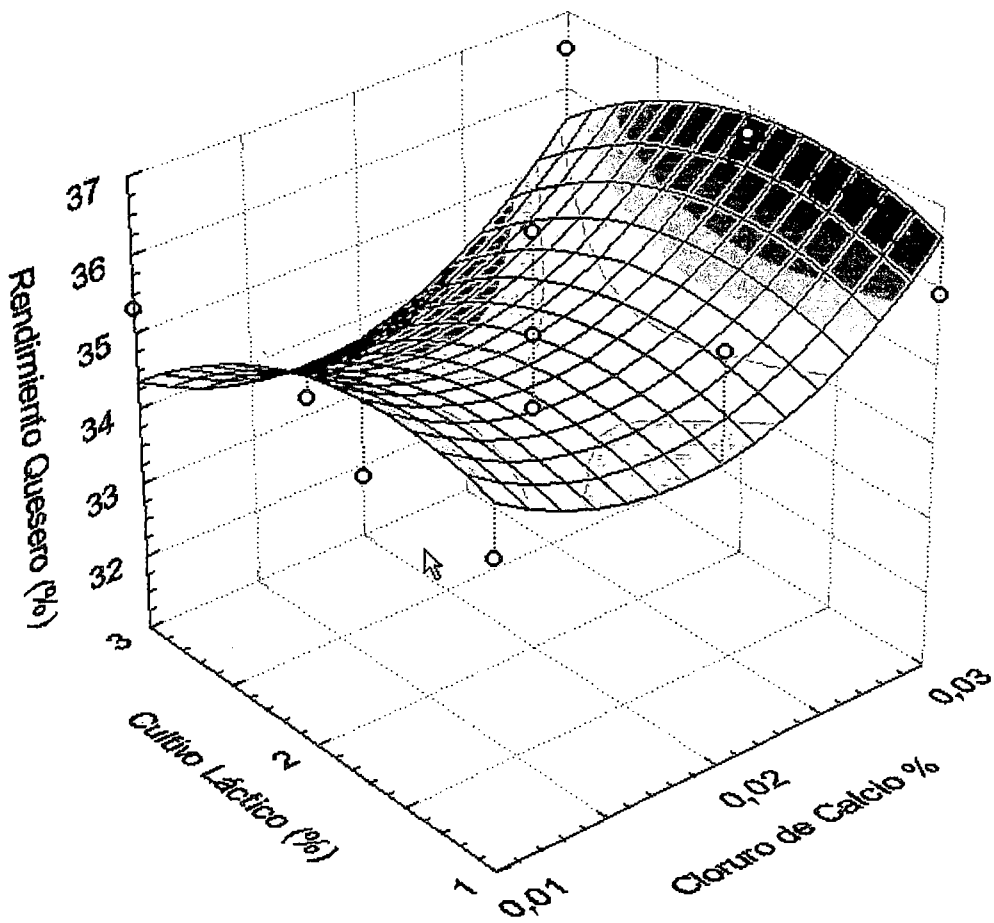


Figura N° 10: Diagrama de Superficie respuesta

5.2.2 Experimento N° 2

De los tres niveles de cloruro de calcio (0,01%; 0,02%; 0,03%), por no tener efecto significativo, determinamos evaluar la de menor porcentaje de cloruro de calcio (0,01%) con la variable cultivo en sus tres niveles (1%, 2%, 3%), por análisis físico de pH y acidez, así como también por método sensorial afectivo, para determinar la muestra de mayor aceptación.

Cuadro N° 33: Delineamiento experimental para la determinación de muestra más aceptable con 0,01% de Cl₂Ca.

	Variable Cultivo (%)	Variable Cl ₂ Ca (%)
Nivel	1	0,01
	2	0,01
	3	0,01
	Control	0,01

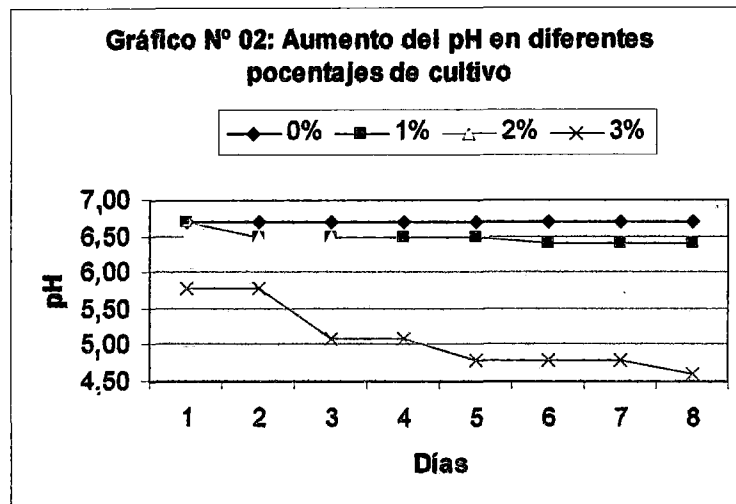
Fuente: Elaboración propia

En el análisis físico de acidez y pH, del queso de cabra se obtuvieron los resultados que mostramos en el cuadro N° 34.

Cuadro N° 34: Determinación de pH y acidez en el queso fresco de cabra al 0%, 1%, 2% y 3% de cultivo.

NIVELES	Variable Cultivo	Días								Análisis
		1	2	3	4	5	6	7	8	
0%		6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	6,70	pH
		0,181	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	0,210	Acidez (%) ácido láctico
1%		6,70	6,50	6,50	6,50	6,50	6,40	6,40	6,40	pH
		0,216	0,288	0,306	0,310	0,316	3,324	0,340	0,360	Acidez (%) ácido láctico
2%		6,50	6,50	6,50	5,70	5,70	5,70	5,70	4,80	pH
		0,306	0,366	0,381	0,561	0,642	0,710	0,725	0,762	Acidez (%) ácido láctico
3%		5,80	5,80	5,80	5,10	5,10	4,80	4,80	4,60	pH
		0,318	0,666	0,792	0,812	0,864	0,920	0,962	0,961	Acidez (%) ácido láctico

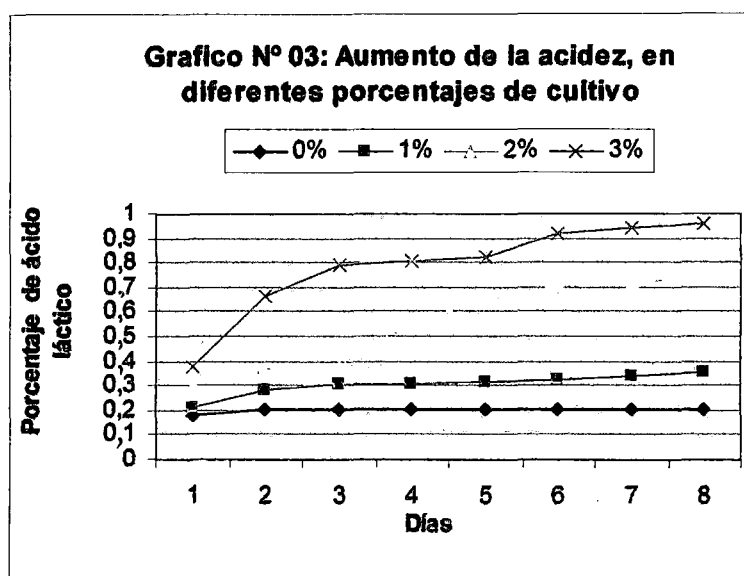
De acuerdo con Masle y Morgan (2001), se concluye que en efecto, debido al gran porcentaje de proteínas (4,22%), que contiene la leche de cabra de Sama Inclan, no existe una relación proporcional entre la acidez y pH, debido al poder tampón elevado, lo que favorece el crecimiento de los fermentos lácticos., dependiendo en gran parte de la cantidad de cultivo inicial para controlar su posterior acidificación, y evitar que este llegue a bajar a un rango menor de 5,80; ya que una acidificación por debajo de este nivel produciría un queso fusible que sea inadecuado para freir (Hill, 2001).



De acuerdo al gráfico N° 02, el pH del nivel al 1% de cultivo, presenta un promedio de 6,50; siendo este ligeramente superior al nivel 2 y 3% en un inicio, mostrando el día 4 una caída proporcional a la cantidad de cultivo adicionada, mientras que al 1% se mantiene aún constante, esta bajada del pH, hace que sean inadecuados para freír las muestras con 2 y 3% de cultivo. Para el caso del queso control, donde no se añadió cultivo alguno, el pH se mantuvo, exponiéndose a sufrir

alteraciones por microorganismos patógenos, sino se elabora con mayor atención y sanidad.

Hill (2001), cita que el queso fresco o blanco, deben oscilar su pH entre 6,7 y 6,5 en el caso no tener cultivo, y no debe bajar mas de un pH de 5,8.



Según el grafico N° 03, la acidez en los niveles 1% de cultivo, va aumentando, sin que esta alcance cifras elevadas durante el tiempo de vida útil del producto, como en el caso del 2% de cultivo, donde se mantiene estable sólo durante los 3

primeros días de elaboración, para luego dispararse en los días siguientes, este efecto es más pronunciado en el último caso donde se agregó 3 % de cultivo, y en el caso del 0% de cultivo se mantuvo constante.

Los resultados de las evaluaciones sensoriales se sometieron a un análisis de bloques equilibrados para la prueba de ordenación. Con los datos obtenidos se determinó la muestra de mayor aceptación, estadísticamente (Cuadro N° 35).

Cuadro N° 35: Análisis de varianza de sabor de 3 muestras con diferentes porcentajes de cultivo (1%, 2%, 3%) y el control (0%).

Fuente de Variación	Grados De libertad	Suma de cuadrados	Cuadrado medio	Fc
Jueces	14	9,4		
Ordenes de Evaluación	3	20,4		
Muestras	3	188,13	62,71	173,80
Error	42	14,07	0,3608	
Total	59	232,4		

Fuente: Elaboración propia

Hipótesis:

H_0 = No existe diferencia significativa entre las muestras respecto al SABOR.

H_1 = Si existe diferencia significativa entre las muestras respecto al SABOR.

El factor F de la tabla con un 95% de probabilidad es: $F(3,42) = 4,328$

Entonces haciendo la comparación: F_c mayor F

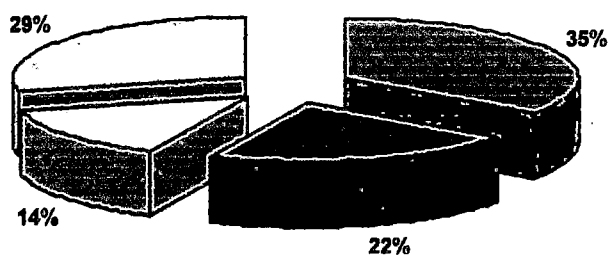
Por lo tanto, se rechaza H_0 y se acepta H_1 .

De los resultados de análisis de varianza, se determinó que existe diferencia significativa entre las diversas muestras; por lo tanto, fue necesario establecer cuál era la formulación que presentaba la diferencia mínima significativa (D.M.S.) con la muestra patrón, para ello se aplicó la prueba de Tukey.

Mediante la prueba de Tukey, se determinó que la formulación que presentó diferencia mínima significativa, fue designada como A_x , (constituida por 0,01%).

En el siguiente gráfico, se puede apreciar la frecuencia de los valores de calificación de las cuatro muestras en estudio con relación al sabor atributo **GUSTO**.

Gráfico N° 04: Porcentaje de Frecuencia de preferencia del queso de cabra por porcentaje adicionado de cultivo.



▣ 123 - 1% Cultivo ▣ 291 - 2% Cultivo ▣ 841 3% Cultivo ▣ 371 Control

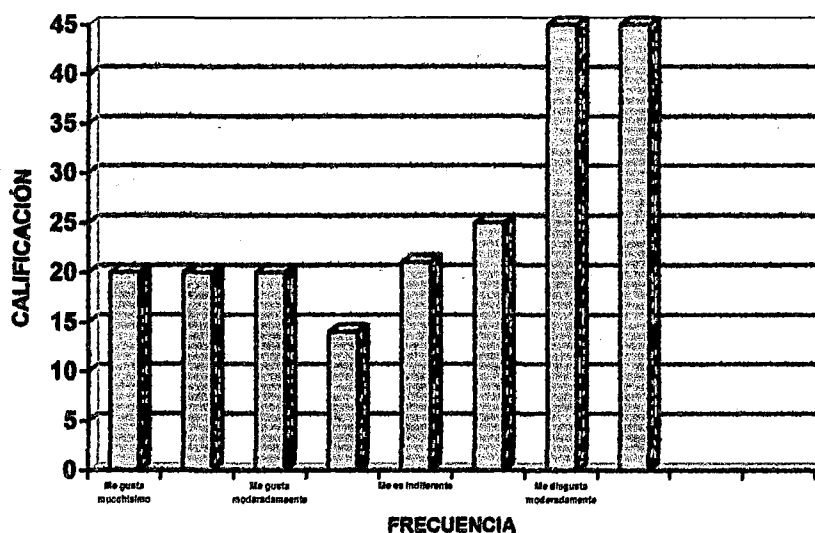
De acuerdo a la evaluación sensorial, se determinó que el queso de mayor preferencia es el de 1% de cultivo, y el control 0%, debiéndose estos resultados a la excesiva post acidificación en los quesos con 2 y 3% de cultivo.

5.3 PRODUCTO FINAL

5.3.1 Prueba de aceptabilidad

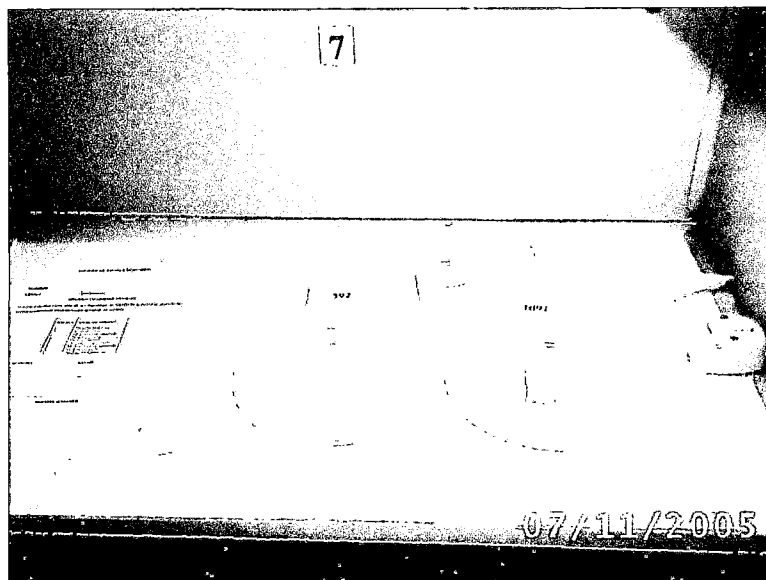
Los resultados de la prueba de aceptabilidad, de la muestra A_x (constituida por el 0,01% Cloruro de calcio y 1% de cultivo), se muestran en el cuadro N° 47 del anexo N° 03. Estos resultados se pueden observar también en el siguiente gráfico de distribución de frecuencia.

GRAFICO N° 05: Prueba de aceptabilidad del queso fresco de leche de cabra contra el queso pasteurizado de leche de vaca



Fuente: Elaboración propia

Figura N° 11: Cabina con muestras en estudio, (592) muestra de queso fresco de vaca izquierda y la (1091) queso fresco de leche de cabra derecha.



Como se puede observar en la figura N° 11, la diferencia más sobresaliente entre ambas muestras, es el color característico del queso de vaca, un poco más amarillo que el de cabra. Esto se fundamenta en la ausencia de caroteno en la leche de cabra.

Mediante la prueba de Studen se determinó el grado con el que los consumidores gustan del producto y la preferencia que el consumidor asume el producto.

De acuerdo a la tabla de "Valores críticos para la t de student" para una t con grados de libertad de 29, dos colas y para $p = 0,05$ es equivalente a 2,045; al compararlo con el valor $t = 3,51$ hallado del análisis sensorial realizado, se observa que este es mayor, por lo tanto, la hipótesis nula se rechaza, es decir que si existe diferencia entre ambas muestras, con una ligera aceptación hacia el queso de cabra.

5.3.2 Análisis proximal

Los resultados del análisis proximal de la formulación de mayor aceptación se aprecian en el cuadro N° 36.

Cuadro N° 36: Resultados de análisis proximal del queso de leche de cabra.

COMPONENTES	PORCÉNTAJE
Agua	58.10%
Proteína	15.90%
Grasa	16.76%
Cenizas	2.11%
Carbohidratos	7.13%
TOTAL	100,00%

Fuente: Elaboración Propia

Cuadro N° 37: Resultados del análisis físico – químico del queso fresco de leche de cabra de acuerdo normas técnicas peruanas

COMPONENTES	Norma Técnica Peruana	Queso de Leche de Cabra de Tacna
Extracto Seco	35% Mín.	41,90%
Materia grasa en extracto seco	40% Mín.	40%
Humedad	65% Máx.	58,10%
Acidez en g Ácido láctico	0,65% Máx.	0,27%
Almidón	Ausente	Ausente

Análisis por duplicado

Fuente: Elaboración Propia

5.3.3 Análisis microbiológico

El producto final sometido a la prueba de estabilidad. Luego de ser almacenado en refrigeración en bolsas de

polietileno y después de 7 días se realizaron los análisis microbiológicos donde se obtuvieron los resultados que se visualizan en el cuadro N° 38.

Cuadro N° 38: Resultados de análisis microbiológico del Queso Fresco de Leche Cabra.

Análisis Microbiológico	Cantidad
Coliformes totales	00,00 col/g.
Coliformes fecales	00,00 col/g.
E. coli fecal	Negativo
Recuento de hongos y levaduras	0,00 UPC/g.
Investigación de Salmonella	Negativo

Fuente: Elaboración propia- Análisis por duplicado

De los resultados obtenidos se puede concluir que es un producto higiénico y sanitariamente apto para el consumo humano.

5.3.4 Vida de anaquel

El producto final fue sometido a pruebas de acidez durante el periodo de consumo según norma técnica, mostrando los resultados en el cuadro N° 39:

Cuadro N° 39: Control de Acidez y Ph del Queso de Cabra en almacén.

Control	Días							
	1	2	3	4	5	6	7	8
pH	6,70	6,50	6,50	6,50	6,50	6,40	6,40	6,40
Acidez (% Acido láctico)	0,216	0,288	0,308	0,310	0,316	3,324	0,340	0,360

Fuente: Elaboración propia

De los resultados obtenidos, se puede concluir que la acidez del producto es ligeramente elevada, para el caso de queso fresco, no cumpliendo con la norma técnica peruana, donde figura que la acidez no debe ser mayor del 0,65% de ácido láctico.

5.3.5 Balance de materia:

En el cuadro N° 40, se puede observar el balance de materia del queso fresco de leche de cabra, que nos da un rendimiento superior al del queso fresco elaborado con leche de vaca, donde se puede concluir que, su rendimiento es superior debido a la mayor cantidad de sólidos totales presentes en la leche de cabra. Así mismo Sánchez (2004) explica, que el tratamiento térmico aplicado correctamente en la leche para la elaboración de queso fresco, aumenta su rendimiento.

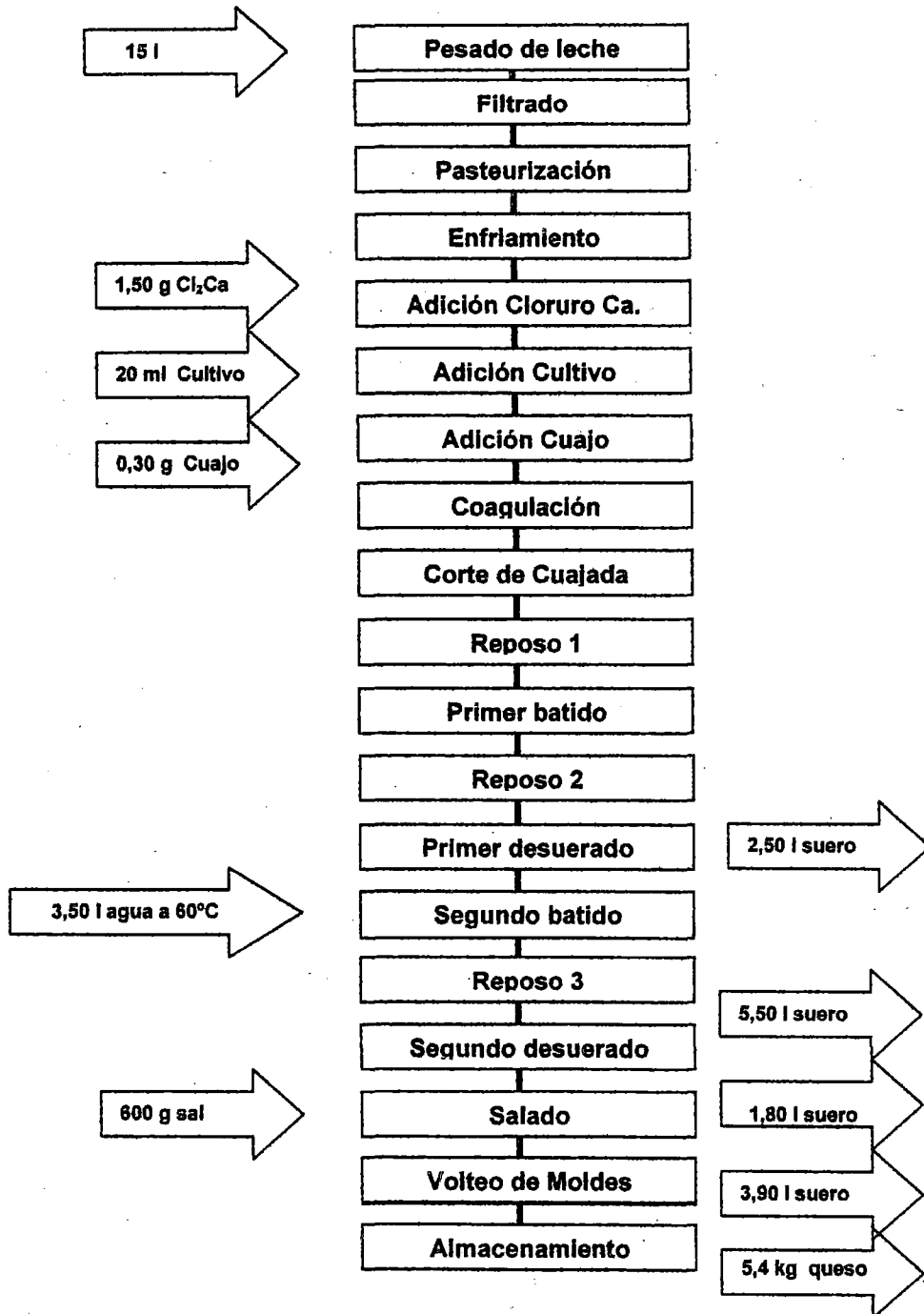
Cuadro N° 40: Balance de Materia en el Procesamiento de Queso Fresco de Leche de Cabra.

OPERACIÓN	MATERIA			Rendimiento
	INGRESO	SALIDA	CONTINUA	
Pesado (Leche)	15 l		15 l	100,00 %
Pasteurizado	15 l	0	15 l	100,00%
Ad. Cloruro	1,5 g	0	15 l	100,00%
Ad. Cultivo	20 ml	0	15 l	100,00%
Ad. Cuajo	0,3 g	0	15 l	100,00%
Desuerado 1	0	2,50 l	12,50 l	83,33%
Lavado Cuajo	3,50 l	0	16,00 l	106,67%
Salado	600 g	0	16,60 l	110,67%
Desuerado 2	0	5,50 kg	11,10 kg	74,00%
Escurredo	0	1,80 kg	9,30 kg	62,00%
Moldeado	0	3,90 kg	5,40 kg	36,00%

Fuente: Elaboración propia (5 repeticiones)

Según los productores de la zona de Poquera, la vaca criolla bajo las mismas condiciones da un promedio de 8 a 12 litros de leche, para el caso de la cabra criolla da un estimado entre 2 a 3 litros de leche. Estos datos coinciden con el autor Alais (1971), donde indica que la cantidad de leche depende de la especie y raza, encontrándose en el rango indicado por el autor.

Figura N° 12: Balance de materia en la elaboración del queso fresco de cabra



El cálculo del rendimiento se realiza al día siguiente, luego de retirar el queso fresco de los moldes y ser pesados.

Calle y Solano (2004), afirman que un buen rendimiento para el queso fresco elaborado con leche de vaca, debe estar comprendido entre 15,38% y 14,00%, afectando factores como la calidad de la leches, la adición de cloruro de calcio en leches pasteurizadas, temperatura de coagulación muy baja, donde la cuajada retiene demasiada agua, temperatura, fuerza, tiempo de batido y el prensado excesivo. Realizando el flujo propuesto por estos autores, se obtuvo un rendimiento mayor que el de la leche de vaca, cabe resaltar que los porcentajes de adición de cloruro y cultivo propuestos para leche de vaca según Calle y Solano (2004) son de 0,03% de Cl_2Ca y 4% de cultivo.

Para el caso del queso elaborado con leche de cabra, al comparar los resultados con las normas de queso fresco en cuanto a humedad, agua y sólidos, concluimos que obtuvimos un mayor rendimiento estando comprendido entre el 29 y 30%.

5.3.6 Costo Unitario

Para determinar si es factible la elaboración del queso fresco de leche de cabra en forma artesanal o a nivel industrial es necesario determinar el costo unitario del producto, para ello se observará el cuadro N° 41.

Cuadro N° 41: Costos de materia prima directa de fabricación de queso fresco de cabra.

INGREDIENTES	UNIDAD	CANTIDAD	Costo por Unidad S/.	COSTO TOTAL S/.
Leche de Cabra	Litros	450 l	2,00	900,00
Cloruro de Calcio	Kilos	0.045 kg	0,05	0,45
Cultivo Vivolac 981 Montana	Unidad	1 sobre	35,00	35,00
Cuajo (Frasco x 25 g.)	Unidad	11,25 g	14,00	14,00
Sal	Kilos	18 kg	0,50	9,00
COSTO TOTAL				S/. 958,45

Fuente: Elaboración propia

A partir de 450 litros de leche se obtuvieron 162 kilos de queso fresco de leche de cabra, determinando un costo de materia prima total de S/. 5,91 por kilo de queso, en este caso no se estimaron los costos que genera la producción como costos directos e indirectos de fabricación.

VI.- CONCLUSIONES

- 6.1** La composición de la leche de cabra es fundamental para la obtención de un queso con características físico químicas idóneas, así como la adición del cultivo es importante para controlar la post acidificación del producto.
- 6.2** La variable cloruro de calcio, de acuerdo a nuestro diseño experimental, el 0,01% es el valor óptimo para la elaboración de queso fresco, ya que este no es significativo en la pasteurización baja, así como para el caso del cultivo el de mayor preferencia fue al 1%, con una ligera tendencia a 0% de cultivo; considerando necesario una flora bacteriana que controle la propagación de bacterias patógenas, es necesario su adición.
- 6.3** El tratamiento térmico aplicado fue suficiente para obtener un alimento inocuo, sin perjudicar las cualidades sensoriales y fisicoquímicas del producto.
- 6.4** Las variables cloruro de calcio y cultivo láctico, para la leche de cabra no son variables importantes a considerar en la mejora del rendimiento en la elaboración de queso fresco.

- 6.5** El rendimiento quesero para el caso de este tipo de leche esta en función a la mayor cantidad de sólidos lácteos, siendo un factor importante la alimentación de las cabras y el tiempo de lactancia en que se encuentran.
- 6.6** Se determinó que para el caso de la leche de cabra el incremento de cloruro de calcio no es significativo en el rendimiento quesero, como en el caso del queso elaborado a partir de leche de vaca, donde es indispensable adicionar cloruro de calcio después de haber realizado el tratamiento térmico, para que se lleve a cabo la coagulación de la leche.
- 6.7** Los quesos elaborados en los 9 tratamientos tienen características físico químicas iguales, inmediatamente después de realizado el procesamiento. Pero en almacenamiento empiezan a sufrir cambios en forma acelerada, como exceso de acidez, reblandecimiento de la masa, y desuerado excesivo; esto va de acuerdo al porcentaje de cultivo adicionada, a mayor adición de cultivo más rápida será la degradación del producto, no llegando al tiempo mínimo requerido para una correcta distribución y venta del producto.
- 6.8** La calidad sanitaria del queso obtenido fue buena, no detectando presencia de microorganismos contaminantes.

6.9 Esta investigación permite concluir la posibilidad de fijar una cantidad máxima de cloruro de calcio (0,00 a 0,01%) y de cultivo láctico (0 a 1%), donde se pueda obtener un producto de calidad con mayor aceptación, características homogéneas y que a su vez disminuya los riesgos de salud pública a la que se ve expuesto este, por tener la materia prima una mayor cantidad de patógenos.

6.10 La leche de cabra tiene mayor acidez que la de vaca sin que esta sea por contaminación microbiológica, y los ácidos propios de su composición; por ello no requiere un tiempo prudencial para que arranque el cultivo y llegue a la acidez adecuada para que se produzca la coagulación, esto nos dice que la adición de cultivo requerida sólo es para mantener la calidad biológica del producto en almacén, ya que al pasteurizar la leche se logra reducir la flora bacteriana al mínimo, y si no se agrega el cultivo apropiado esta mas expuesto a la proliferación de organismos patógenos, por no haber un organismo de control.

6.11 Se logró enmascarar el sabor característico de la leche de cabra pienso en la elaboración de este tipo de queso, al adicionar el cultivo (*Lactococcus cremoris* y *Lactococcus lactis*) dando aromas por la degradación de lactosa y ácidos grasos.

VII.- RECOMENDACIONES:

- Estudiar las proteínas del lactosuero para incrementar el rendimiento quesero.
- Estudiar el lactosuero para la elaboración de yogurt, debido a su alto contenido de sólidos totales que tiene la leche de cabra.
- Evaluar el efecto del cloruro de calcio en dosis menores al 0,01% respecto al atributo textura.
- Evaluar el efecto cultivo en dosis menores al 1%, respecto a las cualidades sensoriales, control de acidez y pH en periodos más largos como de 4 a 6 semanas.
- Caracterizar la composición de la leche de cabra por cromatografía de gases, para determinar el efecto de la pasteurización alta y baja en los ácidos grasos caproico, caprílico y cáprico, y su influencia en el sabor.
- Determinar parámetros de proceso con diferentes tipos de tratamiento térmico como pasteurización alta y ultra filtración, y su efecto en el rendimiento y calidad sensorial de la leche y queso y comparar con los resultados obtenidos.

- **Evaluar el efecto del cloruro de calcio con diferentes tratamientos térmicos como pasteurización alta versus la pasteurización baja.**
- **Evaluar el incremento de acidez respecto al número de bacterias.**

BIBLIOGRAFIA

1. AGENJO (1979). Industrias lácteas Madrid, Editorial España.. 595 p.
2. _____. 1980. Manual de elaboración de quesos. Santiago. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería de la FAO para América Latina. p.i.
3. ALAIS, C.H. (1971). Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. Barcelona, Continental. 594 p.
4. ANGULO, C. Y MONTORO, J. (2004). El sector lácteo de Castilla – La Mancha. Control basado en el sistema ARCPC. <http://www.jccm.es/sanidad/salud/agroalimentaria/mlacteos>.
5. ANZALDÚA, Morales 1991
6. BELITZ, H.D.; W. GROSCH, (1985). Química De Los Alimentos, Acribia. Segunda ed. Zaragoza-España, 405-429 pp.
7. BIRKKAER, H. E. (1975) Como preparar un buen fermento. Equipo Regional de Fomento y Capacitación en Lechería de la FAO para América Latina. i.1975.

8. BRITO, C. s/f. Elaboración de queso de leche de cabra. Chile Agrícola. 55: 4-7.
9. BRITO, C. s/f. Principios de fabricación de quesos de leche pasteurizada de cabra para pequeños productores. ICIRA. 19 p.
10. CALLE, M.; SOLANO A (2004); Introducción a la producción de quesos; PROMPYME. Proyecto Tallamac.
11. CALLE, M.; SOLANO A. (2004) Elaboración del queso fresco, PROMPYME. Proyecto Tallamac.
12. CASTRO, R. A. 2001. Cualidades medicinales y nutricionales de la leche de cabra. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica.
13. COSTE, E. B. 2003. Análisis sensorial de quesos. Método de control. Argentina.
14. CHACÓN, V. A. 2004. Acidez y peso específico de la leche de cabra de la Meseta Central Costa Rica, Facultad de Ciencias Agroalimentarias. Universidad de Costa Rica.
15. DUBACH, El ABC (1988) para la quesería rural de los andes. Proyectos quesería rurales del Ecuador. Quito Ecuador.
16. ESPINOZA, E. J. 2003). Evaluación sensorial de los alimentos, Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann, Tacna – Perú.

17. ESPINOZA, P.; VIAL, A. 1983. Comercialización y producción de los productos caprinos. Curso sobre producción caprina. Fundación de Chile. 17 p.
18. FARÍA, REYES, J., GARCÍA, A., ALLARA, M., GARCÍA, A., OLIVARES, M. Y RÍOS, G. (1999). "Algunas características físico – químicas y microbiológicas de leche de cabra producida en Quisiro", en: Rev. Fac. Agron. (16): 99 –106.
19. FOSTER, EDWIN *et al.* (1965). Microbiología de la leche. Editorial Herrero, México. 490 p.
20. FRENCH, M. H. 1970. Observaciones sobre las cabras. Roma, FAO. 264 p.
21. FUNG, L. L., ARROYO B. O., MATOSSIAN DE PARDO C., 2004. Elaboración tecnificada de quesos con leche de cabra. III Congreso Peruano de Producción lechera, Perulactea 2004. Lima - Perú.
22. FURTADO, M. Y WOLFCHOON- POMBO, A. 1978. Leite de cabra: Composicao e Industrializacao. Revista do ILCT 33. 198 p.
23. GARCÍA, I., MONTILVA A., PADILLA E., CASTILLO P. 1983. Valor nutritivo y condiciones higiénicas del queso de cabra en el estado de Lara. Bioagro 1(2): 117-126 p.

24. GARCÍA, J. P. (1988). Evaluación de la producción (Kg) y composición química de leche de cabra, bajo sistema semi extensivo. Tesis. Facultad de Medicina veterinaria y Zootecnia. UNAM.
25. GOFF, DOUGLASS. 1995. "Dairy science and technology" On line: [www. foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/home.html](http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/home.html); Universidad de Guelph Ontario Canada
26. GONZALES, CRESPO J. 2002. Hoja técnica de estabilidad fermentativa del queso. Instituto Tecnológico Agroalimentario de Extremadura. Dirección General de Comercio. España.
27. GONZALES, V. 2002. Tecnología para la elaboración de queso amarillo, cremas y mantequilla. SENACYT – AMPYME. Macaracas – Panamá.
28. HABID Y. M., AGUSTINO C., SANCHEZ A. FOLCH J. s/f. Unitat de Genètica i Millora, Departament de Patologia i Producció Animals, Facultat de Veterinària, Universitat Autònoma de Barcelona, 08193 Bellaterra
29. HART, B. (2004). "Composition and microbiological quality of goat mil in the Netherlannds", en: The future of the sheep and goat dairy

- sectors. International Dairy Federation, Zaragoza, Spain. 28 –30 Octubre.
30. JUÁREZ, M. (1986). "Physico –chemical characteristics of goat milk as distinct from those of cow milk", en: Production and utilization of Ewe's and Goat's Milk. International Dairy Federation, Bulletin 202.
31. JUÁREZ, M., RAMOS, M. Y MARTÍN –HERNÁNDEZ, C. (1991). Quesos españoles de leche de cabra. Fundación de estudios lácteos (FESLAC). Madrid. 34 pp.
32. LE JAQUEN, J. C. 1977. La fabrication du fromage de chevre fermier. 2ed. París. Société de presse et d'édition ovine caprine. 217p.
33. MANSSUR, M. Y A. WOLFSCHOON - POMBO. 1978. leite de cabra: Composicao e industrializacao. Rev. Do ILCT (7-8): 15-17.
34. MARÍN, M. P., BURROWS J. Y RAMOS J.C. 2001. Producción y calidad de leche caprina en rebaños bajo sistema de manejo extensivo de la zona central de Chile. Facultad de Medicina Veterinaria. Universidad Santo Tomás. Santiago. Chile. Artículo de zootecnia. Vol 56, número 191 366 p.
35. MASLE I., MORGAN F. 2000. Le lait. Aptitud de la leche de cabra a la acidificación por fermentos lácticos. Factores relacionados con la

- composición de la leche. ITPLC, Institut Technique des Produits Laitiers Caprins, BP 49, 17700 Surgères, France.
36. OLISZEWSKI, R., RABASA, A., FERNÁNDEZ, J., POLI, M. Y NÚÑEZ, M. (2002). "Composición química y rendimiento quesero de leche de cabra criolla serrana del noroeste argentino", en: *Zootecnia Trop.* 20 (2): 179 –189.
37. PANREAC QUÍMICA S.A. (1999). *Métodos Analíticos en Alimentaria*. Panreac Química, S.A. 20-26 p.
38. PEDRERO, D. L.; PANGBORN R. M. (1989); *Evaluación sensorial de los alimentos. Métodos analíticos*. Edit. Alambra S. A. México.
39. _____ y Pombo, A. 1980. Leite de cabra, nova opcao para fabricao de queijos no Brasil. *Lechería Latinoamericana*. 16: 48 – 54.
40. PRATA, L.F., RIBEIRO, A.C., REZENDE, K.T.1998. *et al.* Composição, perfil nitrogenado e características do leite caprino (saanen): região sudeste, BRASIL. *Ciênc. Tecnol. Aliment.* [online]. vol. 18, no. 4 [citado 2006-09-14], pp. 428-432. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20611998000400014&lng=pt&nrm=iso>. ISSN 0101-2061. doi: 10.1590/S0101-20611998000400014.

41. QUITTET, E. 1982. La cabra. Guía práctica para el ganadero. Madrid, Multi-Prensa. 321 p.
42. REFAI, M. K. 1981. Manuales para el control de calidad de los alimentos. Análisis Microbiológico. Roma. FAO.
43. ROMERO, J. 2004. "Programa de investigación e innovación tecnológica de la cadena alimentaria de carne y leche de caprinos". INIFAP, en: Memorias de la XIX Reunión Nacional sobre Caprinocultura. Acapulco, Gro. Noviembre.
44. RUIZ, G. 1989. La leche de cabra, su producción, propiedades y transformaciones. Tesis. Facultad de Medicina Veterinaria y Zootecnia. UNAM.
45. SÁNCHEZ, C. (2004). Leche de cabra producción y tratamientos. FONIAP- Ecuador.
46. SÁNCHEZ, C. (1992) Recopilación de esquemas tecnológicos básicos de elaboración de quesos. Folleto del curso "Tecnología de procesamiento de leche, carne y cueros en ovinos y caprinos". ISBN980-318-0363. p. 104-121. 1992.

47. SÁNCHEZ, M. (2004). "Especies menores para pequeños productores: cabras lecheras", en: Memorias de la XIX Reunión Nacional sobre Caprino cultura. Acapulco.
48. SCOTT, R., ROBINSON, R. K. WILBEY, R.A. 2002. Fabricación de quesos. Editorial Acribia. Zaragoza – España.
49. SCOTT, R., ROBINSON, R. K. WILBEY, R.A. 1998. Editorial Jon Walmsley. Great Britain.
50. Schmidt-Hebbel, H. Avances en aditivos alimentarios y la reglamentación de los alimentos. Aplicaciones y comentarios de orden químico y tecnológico. Fundación Chile. 1990.
51. VEGA LOPEZ A. A.; VEGA LOPEZ P. V. (1989). Comportamiento de *Streptococcus lactis* y *Streptococcus cremoris* cultivados en leche de cabra y vaca para elaboración de queso de cabra; Santiago- Chile.
52. VEGA S., GUTIÉRREZ T. R., DÍAZ G. G., GONZÁLEZ L. M., RAMÍREZ A. A., SALAS M. H., CORONADO H. M., GONZÁLEZ C. C., s/f. Leche de cabra: Producción, composición y aptitud industrial. Alfa editores.
53. VEGA, S., GONZÁLEZ, M., GUTIÉRREZ, R., RAMÍREZ, A., DÍAZ, G., PÉREZ, N., Prado, G., Alberti, A., Esparza, H., Rosado, M., y Muñoz,

G. (2004). "Physical and chemical differences between milk samples of Saanen and Alpine –french goats produced in the México central region", en: The future of the sheep and goat dairy sectors. International Dairy Federation, Zaragoza, Spain. 28 –30 Octubre.

Páginas Web

- www.capra.iespana.es
- www.monografias.com
- www.prama.com.ar
- www.revfacagronluz.org.ve
- www.visionveterinaria.com/articulos/140htm

ANEXO N° 01

Cuadro N° 42: Composición de la leche de cabra y su comparación con otras leches

Composición en 100 ml	Humana	Vaca	Cabra
Proteína (g)	1,2	3,3	3,3
Caseína (g)	0,4	2,8	2,5
Lactoalbúmina (g)	0,3	0,4	0,4
Grasa (g)	3,8	3,7	4,1
Lactosa (g)	7,0	4,8	3,8
Valor Calórico (Kcal)	71	69	0,77
Minerales (g)	0,21	0,72	0,77
Calcio (mg)	33	125	130
Fósforo (mg)	43	103	159
Magnesio (mg)	4	12	16
Potasio (mg)	55	138	181
Sodio (mg)	15	58	41
Hierro (mg)	0,15	0,10	0,05
Cobre (mg)	0,04	0,03	0,04
Manganeso (mg)	0,07	2	8
Zinc (mg)	0,53	0,38	
Vitaminas			
Vitamina A (I.U.)	190	158	191
Vitamina D (I.U.)	1,4	2,0	2,3
Riboflavina (mg)	0,04	0,18	0,12
Ácido Nicotínico (mg)	0,17	0,08	0,20
Ácido Pantoténico (mg)	0,20	0,35	
Vitaminas B6 (mg)	0,001	0,035	0,001
Ácido Fólico (mcg)	0,2	2,0	0,2
Biotina (mcg)	0,4	2,0	1,5
Vitamina B12 (mcg)	0,03	0,50	0,02
Vitamina C (mg)	4,0	2,0	2,0

Fuente: Capra.com

Cuadro N° 43: Requisitos físico – químicos de la leche fresca para producción de quesos

REQUISITOS FISICO – QUIMICOS	
Para la leche fresca destinado al consumo humano y a la fabricación de quesos	
✓	Leche obtenida después de 10 días del parto de la vaca.
✓	Presentar caracteres organolépticos normales. Se realiza a través de los sentidos, para evaluar la calidad de la leche en el aspecto cualitativo; es decir: Color, olor, sabor y consistencia.
✓	Densidad comprendida entre 1,0296 -1,0340 a 15°C
✓	Acidez expresada en g. ácido láctico/100 ml leche 0,14 – 0,16
✓	Contenido graso no menor de: 3,0%
✓	Sólidos no grasos no menor de: 8,20%
✓	Sólidos totales no menor de: 11,40%
✓	Impurezas macroscópicas, expresadas en mg Máx. 2,0 mg. De sedimento por 500 ml de leche fresca
✓	Cenizas total g/100 ml. Mín. 0,7
✓	Alcalinidad de la ceniza total (cm3 de sol. Sol. NaOH 1N) Máx. 1,7 cm3
✓	Prueba de la reductasa 3 – 5 Horas
✓	pH 6,6 -6,8
✓	Prueba del alcohol (70% v/v) No coagulable
✓	Prueba de mastitis Negativo
✓	Índice crioscópico -0,566°C y -0,530°C
✓	Sustancias conservadoras antisépticos, Ausencia Alcalinidad, antibióticos, etc.) Así como Sustancias residuales como: medicamentos, plaguicidas, etc.
✓	Tratamiento que disminuye o modifique sus Ninguno Componentes originales
(a) REQUISITOS MICROBIOLÓGICOS	
✓	Cuenta bacteriana mesófilos Máx. 1 500 000 gérmenes/ml
✓	Cuenta de coliformes Máx. 1 000 coliformes/ml
✓	Recuento de células somáticas Máx. 600 000 /ml

Fuente: Calle – Solano 2004

Cuadro N° 44: Requisito físico químico del queso fresco según norma peruana

REQUISITO	PORCENTAJE
Extracto Seco, mínimo	35%
Materia Grasa, en el extracto seco mínimo	40%
Humedad, Máxima	65%
Sal (ClNa), máximo	3,5%
Acidez en g de ácido láctico	0,65%
Impureza macroscópica en 100 g muestra	0,06%
Almidón	Ausencia

Fuente: Calle – Solano 2004

Cuadro N° 45: Requisito microbiológico del queso fresco según norma peruana

REQUISITO MICROBIOLÓGICO	UFC Máx.
Numeración de coliformes	100 máx./g
Numeración de E. Coli	10 máx./g
Numeración Estafilococos coagulasa	10 máx./g
Detección de Salmonella	Ausencia en 25 g

Fuente: Calle – Solano 2004

ANEXO N° 02

FORMATO N° 01

PRUEBA DE COMPARACIÓN MÚLTIPLE

NOMBRE : _____

FECHA : ___/___/___ (dd/mm/aa)

Usted va a recibir una muestra patrón marcada con "P" y 4 muestras codificadas. Compare cada muestra con el patrón e indique si es mejor, igual o peor que el patrón con relación al sabor atributo **GUSTO**.

Enseguida, señale el grado de diferencia de acuerdo con la escala.

	123	291	167	421
<i>Extremadamente mejor que el patrón</i>				
<i>Mucho mejor que el patrón</i>				
<i>Moderadamente mejor que el patrón</i>				
<i>Un poco mejor que el patrón</i>				
<i>Igual al patrón</i>				
<i>Un poco peor que el patrón</i>				
<i>Moderadamente peor que el patrón</i>				
<i>Mucho peor que el patrón</i>				
<i>Extremadamente peor que el patrón</i>				

COMENTARIOS:

Muchas gracias

FORMATO N° 02

PRUEBA DE ESCALA HEDÓNICA

NOMBRE : _____

FECHA : ___/___/___ (dd/mm/aa)

PRODUCTO QUESO FRESCO

Pruebe y evalúe cada una de las muestras de izquierda a derecha, usando la escala presentada para describir su nivel de agrado.

ESCALA	NIVEL DE AGRADO
9	<i>Me gusta muchísimo</i>
8	<i>Me gusta mucho</i>
7	<i>Me gusta moderadamente</i>
6	<i>Me gusta un poco</i>
5	<i>Me es indiferente</i>
4	<i>Me disgusta ligeramente</i>
3	<i>Me disgusta moderadamente</i>
2	<i>Me disgusta mucho</i>
1	<i>Me disgusta muchísimo</i>

NUMERO DE MUESTRA

VALOR

COMENTARIOS:

MUCHAS GRACIAS

ANEXO N° 03

Cuadro N° 46: Resultados de la evaluación sensorial del sabor de tres muestras de queso fresco de leche de cabra con diferentes porcentajes de cultivo añadido en el proceso.

JUEZ	123	291	167	421
P1	7	4	1	5
P2	6	5	2	5
P3	7	4	2	6
P4	7	4	1	7
P5	6	4	1	5
P6	7	3	2	4
P7	5	5	3	5
P8	7	5	1	6
P9	6	4	2	5
P10	7	4	3	7
P11	6	3	1	8
P12	7	2	1	4
P13	7	4	2	4
P14	6	4	3	5
P15	6	5	1	5

**Cuadro N° 47: Resultado del test de aceptabilidad del queso fresco de leche de cabra
contra el queso fresco de leche de vaca.**

JUEZ	592	1091
P ₁	6	7
P ₂	6	7
P ₃	7	7
P ₄	7	9
P ₅	6	7
P ₆	6	8
P ₇	6	9
P ₈	7	8
P ₉	8	7
P ₁₀	8	7
P ₁₁	8	7
P ₁₂	8	6
P ₁₃	7	9
P ₁₄	7	6
P ₁₅	7	8
P ₁₆	7	9
P ₁₇	6	5
P ₁₈	7	8
P ₁₉	7	9
P ₂₀	8	7
P ₂₁	6	5
P ₂₂	6	7
P ₂₃	7	6
P ₂₄	8	6
P ₂₅	5	8
P ₂₆	7	6
P ₂₇	7	6
P ₂₈	8	7
P ₂₉	7	6
P ₃₀	7	8