

**CARACTERIZACIÓN DE LECHE DE CABRA (*Capra aegagrus hircus*) Y
EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE PASTEURIZACIÓN EN LA
COOPERATIVA DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE NARIÑO- COLACTEOS.**

SOANY KAROLA ERASO GRISALES

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO
2015**

**CARACTERIZACIÓN DE LECHE DE CABRA (*Capra aegagrus hircus*) Y
EVALUACIÓN DE PARÁMETROS DE PASTEURIZACIÓN EN LA
COOPERATIVA DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE NARIÑO- COLACTEOS.**

SOANY KAROLA ERASO GRISALES

**Trabajo de grado en modalidad Pasantía presentado como requisito parcial
para optar al título de Ingeniera Agroindustrial**

Asesores:

**Esp. ARACELY ROMO PAZOS
Subgerente Técnica
Asesora Empresarial Colácteos**

**M. Sc. Oscar Arango Bedoya
Asesor Universidad de Nariño**

**UNIVERSIDAD DE NARIÑO
FACULTAD DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
PROGRAMA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL
SAN JUAN DE PASTO
2015**

NOTA DE RESPONSABILIDAD

Las ideas y conclusiones aportadas en el siguiente trabajo son responsabilidad exclusiva de su autora.

Artículo 1º del Acuerdo No. 324 de octubre 11 de 1966 emanado del Honorable Consejo Directivo de la Universidad de Nariño.

Nota de aceptación:

Firma del director
Oscar Arango Bedoya Ing. Agroindustrial M. Sc.

Firma del Jurado
Mauricio Bucheli Jurado Ing. Agroindustrial. M. Sc.

Firma del Jurado
Efrén Insuasty Santacruz Zoot. Esp. MSc.

San Juan de Pasto, Mayo de 2015

DEDICATORIA

El tiempo me sorprende, hoy está hecha parte de mi historia, al ver uno de mis sueños cumplido.

A mi madre Gladis por darme la vida, por todo el esfuerzo y sacrificio para brindarme todo el amor, la comprensión, el apoyo incondicional y la confianza en cada momento de mi vida y en estos años de mi vida universitaria.

A mi papá, mis tí@s y abuelitos quienes han sido un pilar muy importante para mi superación personal. El apoyo que ellos me han brindado a lo largo de mi vida y mi carrera es una bendición para mí, me enseñaron a encarar los problemas sin desfallecer en el intento. Siempre han estado a mi lado desde el principio de mi vida como estudiante hasta la graduación y conclusión de mi carrera. Les doy muchas gracias desde el fondo de mi corazón por estar conmigo siempre.

Diego Fernando Moncayo, que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido mi amigo y compañero, me ha demostrado su verdadero y fiel amor, siempre estuvo a mi lado, en los buenos y malos momentos, brindándome su comprensión, paciencia, ánimos durante este tiempo tan importante.

De los que me han acompañado en este esfuerzo, muchos han estado desde antes de iniciarlo, otros fueron fundamentales para la decisión de emprenderlo y otros han ido apareciendo felizmente a lo largo del camino. Algunos han pasado y otros han llegado para quedarse, con todos he aprendido y enriquecido en experiencia y conocimiento. Después de haber recibido tanto, me veo en la necesidad de expresarles mi agradecimiento.

AGRADECIMIENTOS

Dios ser supremo y creador nuestro, Virgen María, ser maravilloso, gracias por estos años, que me han dado la sabiduría, inteligencia y paciencia para poder llegar hasta donde ahora estoy, por la experiencia y las oportunidades en el transcurso de este tiempo. Los obstáculos desaparecen al estar en tu regazo, y una sola hoja no se mueve sin su voluntad. Por eso en mi humana pequeñez quiero poner en sus santas manos, este trabajo para ofrecerlo, porque en su infinita bondad ha permitido que fructifique y al mismo tiempo me han concedido culminar esta meta en el camino de la superación profesional.

A la Cooperativa de Productos Lácteos de Nariño- Colácteos, en donde tuve la oportunidad de desarrollar este trabajo.

Un agradecimiento singular al profesor Oscar Arango Bedoya, como director de este trabajo, me orientó, apoyó y corrigió en esta labor, a pesar de la distancia.

Zoot. Esp. MSc Efrén Insuasty Santacruz y M. Sc Mauricio Bucheli Jurado por su valiosa colaboración y aportes al trabajo de grado.

Ing. Aracely Romo - Subgerente técnica, por haberme brindado la oportunidad de recurrir a su capacidad y conocimientos, así como también a su paciencia y dedicación para guiarme durante el desarrollo de este trabajo.

A mis profesores que durante este tiempo fueron los portadores de sabiduría y sobre todo por su capacidad para transmitirla.

A cada una de las jefaturas de Planta Aranda por aportar y estar atentos a mis dudas a lo largo de este camino, al igual que a todo el personal operativo que me colaboró, apoyo y ayudo en las diferentes actividades realizadas.

A mis compañeros de semestre porque tuve la dicha de tener al mejor grupo de compañeros universitarios, ¿porque digo esto?, pues por la simple razón de que con ellos atravesé este camino y compartí experiencias y momentos inolvidables que me dejaron mucha alegría. Nunca olviden que los quiero mucho y que siempre contarán conmigo a pesar de la distancia.

CONTENIDO

pág.

INTRODUCCIÓN	24
1. IDENTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	25
2. JUSTIFICACIÓN	28
3. OBJETIVOS	30
3.1. OBJETIVO GENERAL	30
3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	30
4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA.....	31
5. MARCO REFERENCIAL	33
5.1 MARCO TEORICO.....	33
5.1.1 Leche	33
5.1.2 Leche de cabra	33
5.1.3 Razas de cabra.	34
5.1.4 Calidad de la leche.....	34
5.1.4.1 Calidad composicional.	34
5.1.4.2 Propiedades fisicoquímicas.....	43
5.1.4.3 Calidad higiénica.	44
5.1.5 Análisis sensorial de los alimentos.....	46
5.2 ANTECEDENTES DEL TEMA	46
6. METODOLOGÍA	51
6.1 LOCALIZACIÓN.....	51
6.2 POBLACIÓN Y MUESTREO.....	51
6.3 CARACTERIZACIÓN DE LECHE DE CABRA (Capra aegagrus hircus) EN CUANTO A CALIDAD COMPOSICIONAL, HIGIÉNICA Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS.....	53
6.3.1 Calidad composicional:	53
6.3.2 Propiedades fisicoquímicas:.....	54

6.3.3	Calidad higiénica:.....	55
6.4	EVALUACIÓN PARÁMETROS DE PASTEURIZACION DE LECHE DE CABRA.....	62
6.5	ESTABLECER GRUPO DE EVALUACION SENSORIAL PARA ANÁLISIS DE LECHE HIGIENIZADAS Y DE LECHE DE CABRA	65
6.5.1	Convocatoria	65
6.5.2	Entrevista	65
6.5.3	Selección.....	66
6.5.4	Capacitación	69
6.5.5	Entrenamiento.....	70
6.5.6	Evaluación en planilla de jura.....	71
6.5.7	Análisis sensorial leche de cabra saborizada- Prueba afectiva de medición del grado de satisfacción.	75
6.5.8	Actividades antes de realizar las evaluaciones sensoriales:	76
6.6	ANÁLISIS ESTADÍSTICO	77
7.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	79
7.1	CARACTERIZACIÓN DE LECHE DE CABRA (Capra aegagrus hircus) EN CUANTO A CALIDAD COMPOSICIONAL, HIGIÉNICA Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS.....	79
7.1.1	Calidad Composicional.....	79
7.1.2	Propiedades fisicoquímicas.....	85
7.1.3	Calidad higiénica microbiológica:	89
7.1.4	Calidad higiénica química.	91
7.1.5	Sistemas de pago de leche de cabra por calidad.....	94
7.2	EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE PASTEURIZACIÓN.....	98
7.2.1	Análisis fisicoquímico y microbiológico leche de cabra.	98
7.2.2	Inactivación de fosfatasa y peroxidasa en leche bovina y leche caprina.....	100
7.2.3	Método de 6M para analizar el proceso de pasteurización de leche de cabra	105

7.2.4.	Prueba sensorial afectiva – medición del grado de satisfacción de leche de cabra pasteurizada con diferentes tratamientos térmicos.	107
7.3	ESTABLECER GRUPO DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ANÁLISIS DE LECHEs HIGIENIZADAS Y DE LECHE DE CABRA.	112
7.3.1	Resultados calificación selección de jueces.....	112
7.3.2	Resultados calificación entrenamiento de jueces seleccionados. estuvieron:.....	116
7.3.3	Resultados calificación en planilla de jura.....	120
7.3.4	Resultado de análisis sensorial leche de cabra saborizada- Prueba afectiva de medición del grado de satisfacción.	129
	CONCLUSIONES	134
	RECOMENDACIONES.....	135
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	136
	ANEXOS.....	148

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Características de razas de cabra	35
Tabla 2. Composición promedio de los nutrientes de la leche de diferentes especies.....	36
Tabla 3. Métodos para determinar la calidad composicional.	53
Tabla 4. Métodos para determinar las propiedades fisicoquímicas	54
Tabla 5. Métodos para determinar la calidad higiénica microbiológica.	55
Tabla 6. Métodos para determinar la calidad higiénica química.	59
Tabla 7. Parámetros de ensayos para pasteurización de leche de cabra.....	62
Tabla 8. Parámetros de pasteurización que inactivan las enzimas fosfatasa alcalina y peroxidasa.	63
Tabla 9. Materiales empleados para el test de reconocimiento de aroma en la selección de jueces para ser parte del grupo de evaluación sensorial.....	67
Tabla 10. Concentraciones utilizadas en prueba triangular para determinación de un estímulo en la selección de jueces para ser parte del grupo de evaluación sensorial	67
Tabla 11. Materiales y concentraciones empleados para el test de reconocimiento de sabor en la selección de jueces para ser parte del grupo de evaluación sensorial.....	68
Tabla 12. Materiales y concentraciones empleadas para el test de discriminación de un estímulo en la selección de jueces para ser parte del grupo de evaluación sensorial.....	68
Tabla 13. Defectos propiciados en la leche para entrenamiento de jueces.	71
Tabla 14. Resultados de análisis composicional de leche de cabra.	79
Tabla 15. Análisis de varianza para sólidos no grasos de leche de cabra calculados de acuerdo al método de fórmula y lactómetro.	84

Tabla 16.	Resultado de análisis de propiedades fisicoquímicas de leche de cabra.....	85
Tabla 17.	Resultados de análisis de calidad higiénica microbiológica de leche de cabra.	89
Tabla 18.	Resultados análisis de calidad higiénica química de leche de cabra.	92
Tabla 19.	Programa de incentivos para pago por calidad de leche en EE.UU. .	94
Tabla 20.	Sistemas de pago de calidad para la leche de cabra en España.....	95
Tabla 21.	Pago de leche de cabra de acuerdo a su calidad en la región Poitou-Charentes, Francia.	97
Tabla 22.	Análisis fisicoquímico en las diferentes operaciones del proceso de producción de leche de cabra pasteurizada.....	98
Tabla 23.	Análisis microbiológico en las diferentes operaciones del proceso de producción de leche de cabra pasteurizada.....	99
Tabla 24.	Eficiencia de pasteurización de leche de cabra pasteurizada.....	100
Tabla 25.	Ensayos para inactivación de fosfatasa y peroxidasa en leche bovina y leche caprina.	101
Tabla 26.	Análisis de varianza para apariencia de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.....	107
Tabla 27.	Prueba LSD Fisher para apariencia de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.....	108
Tabla 28.	Análisis de varianza para sabor de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.	109
Tabla 29.	Prueba LSD Fisher para sabor de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.	109
Tabla 30.	Análisis de varianza para olor de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.	110
Tabla 31.	Prueba LSD Fisher para olor de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.	110

Tabla 32.	Análisis de varianza para textura de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.	111
Tabla 33.	Prueba LSD Fisher para textura de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.	111
Tabla 34.	Parámetros de evaluación para seleccionar jueces del grupo de evaluación sensorial.	112
Tabla 35.	Resultados selección de jueces para hacer parte del grupo de evaluación sensorial.	114
Tabla 36.	Continuación	115
Tabla 37.	Resultados pruebas de entrenamiento triangulares.....	116
Tabla 38.	Resultados pruebas de entrenamiento DÚO-TRÍO.....	117
Tabla 39.	Resultados pruebas de ordenamiento con leche Deslactosada.	118
Tabla 40.	Resultados pruebas de ordenamiento con leche UHT.....	119
Tabla 41.	Resultados pruebas de ordenamiento con leche de Cabra.	120
Tabla 42.	Análisis fisicoquímico de leches fluidas higienizadas entera para evaluación sensorial.	122
Tabla 43.	Resultados de evaluación en planilla de jura de leche pasteurizada entera.	123
Tabla 44.	Resultados de evaluación en planilla de jura de leche pasteurizada entera deslactosada.	125
Tabla 45.	Resultados de evaluación en planilla de jura de leche UHT entera.	127
Tabla 46.	Resultados de evaluación en planilla de jura de leche de cabra pasteurizada entera.	128
Tabla 47.	Análisis de varianza para sabor de leche de cabra saborizada.	129
Tabla 48.	Prueba LSD Fisher para sabor de leche de cabra saborizada.	129
Tabla 49.	Análisis de varianza para color de leche de cabra saborizada.	130
Tabla 50.	Prueba LSD Fisher para color de leche de cabra saborizada.....	130
Tabla 51.	Análisis de varianza para olor de leche de cabra saborizada.	131
Tabla 52.	Prueba LSD Fisher para olor de leche de cabra saborizada.	132

Tabla 53.	Análisis de varianza para textura de leche de cabra saborizada.	133
Tabla 54.	Prueba LSD Fisher para textura de leche de cabra saborizada.	133

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 1. A) Modelo de la subunidad micelar y B) Modelo de la micela de caseína.	38
Figura 2. Recepción y muestreo de materia prima en planta.	52
Figura 3. Lactómetro de Bertuzzi (0-20% L34657) - Determinación de sólidos no grasos.	53
Figura 4. Butímetro y dosificador Gerber- Determinación de Materia grasa. .	54
Figura 5. pH-metro (Mettler Toledo Seven Easy 8603) - Medición de pH.....	54
Figura 6. Acidímetro 0-100°D.....	54
Figura 7. Medición densidad.....	55
Figura 8. Medición punto de congelación.....	55
Figura 9. Materiales para recuento total de bacterias, termodúricas, coliformes totales y fecales.	56
Figura 10. Tratamiento térmico para determinación de bacterias termodúricas.	56
Figura 11. Lectura en caja bacterias termodúricas.	57
Figura 12. Lectura en caja coliformes totales ^a , coliformes fecales ^b	57
Figura 13. Contador de células somáticas DCC de DeLaval.	58
Figura 14. Toma de muestra y cassett para lectura de células somáticas.....	58
Figura 15. Kit de Snap Betalactámicos y resultado negativo para la prueba	59
Figura 16. Kit de Delvotest y resultado negativo para la prueba.....	60
Figura 17. Resultados negativo y.....	60
Figura 18. Resultados negativo y positivo para prueba de formaldehído	60
Figura 19. Resultados negativo y positivo para prueba neutralizantes.	61
Figura 20. Resultados negativo y positivo para prueba harina y almidones.	61
Figura 21. Resultados negativo y positivo para prueba cloruros.....	61
Figura 22. Marmita utilizada y toma de muestra en los ensayos de pasteurización de leche de cabra.	63

Figura 23. Cartelera de convocatoria para conformar el grupo de evaluación sensorial en Planta Aranda.	66
Figura 24. Selección de jueces y presentación de las muestras para selección.	69
Figura 25. Jueces semientrenados en evaluación sensorial.	73
Figura 26. Leche pasteurizada entera de diferentes marcas utilizadas para evaluación sensorial en planilla de jura.	73
Figura 27. Leche UHT entera de diferentes marcas utilizadas para evaluación sensorial en planilla de jura.	74
Figura 28. Leche pasteurizada entera deslactosada de diferentes marcas utilizadas para evaluación sensorial en planilla de jura.	74
Figura 29. Leche de cabra pasteurizada entera de marca Colácteos utilizada para evaluación sensorial en planilla de jura.	75
Figura 30. Presentación de muestras y jueces consumidores – análisis sensorial de leche de cabra saborizada.	76
Figura 31. Resultado Devoltest- Lectura de colores	93
Figura 32. Coloración prueba de fosfatasa en leche de vaca a diferentes temperaturas de pasteurización.	103
Figura 33. Coloración prueba de fosfatasa en leche de cabra a diferentes temperaturas de pasteurización.	103
Figura 34. Coloración prueba de peroxidasa en leche de vaca a diferentes temperaturas de pasteurización.	104
Figura 35. Coloración prueba de peroxidasa en leche de cabra a diferentes temperaturas de pasteurización.	104

LISTA DE GRAFICOS

pág.

Gráfico 1.	Medias y LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para sólidos no grasos en relación al método	85
Gráfico 2.	Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para apariencia en relación a leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.	108
Gráfico 3.	Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para sabor en relación a leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.....	109
Gráfico 4.	Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para olor en relación a leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.....	110
Gráfico 5.	Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para textura en relación a leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.	112
Gráfico 6.	Desvió de cada descriptor con el requisito sensorial preestablecido en leche pasteurizada entera.....	124
Gráfico 7.	Desvió de cada descriptor con el requisito sensorial preestablecido en leche pasteurizada entera deslactosada.....	126
Gráfico 8.	Desvió de cada descriptor con el requisito sensorial preestablecido en leche UHT entera.....	127
Gráfico 9.	Desvió de cada descriptor con el requisito sensorial preestablecido en leche de cabra pasteurizada entera.....	128
Gráfico 10.	Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para sabor en relación a la leche de cabra saborizada.....	130
Gráfico 11.	Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para color en relación a la leche de cabra saborizada.	131

Gráfico 12. Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para olor en relación a la leche de cabra saborizada.....	132
Gráfico 13. Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para textura en relación a la leche de cabra saborizada.....	133

LISTA DE ANEXOS

	pág.
Anexo A.	Formato toma de datos para caracterización de leche de cabra. ...150
Anexo B.	Hojas de respuestas de la prueba sensorial en leche de cabra pasteurizada entera a diferentes temperaturas y tiempos de pasteurización.....151
Anexo C.	Formato de encuesta para la convocatoria a ser parte del grupo de evaluación sensorial.153
Anexo D.	Formatos de pruebas aplicadas en la selección de jueces para el grupo de análisis sensorial.155
Anexo E.	Formatos de pruebas aplicadas en el entrenamiento de jueces seleccionados para el grupo de análisis sensorial.157
Anexo F.	Planilla de jura modificada para evaluación sensorial de leches fluidas higienizadas enteras.....159
Anexo G.	Ficha descriptiva de leches fluidas higienizadas enteras.....160
Anexo H.	Defectos de leches fluidas higienizadas enteras clasificadas por atributos.161
Anexo I.	Hojas de respuestas de la prueba sensorial afectiva de medición del grado de satisfacción en leche de cabra saborizada.162

LISTA DE ABREVIATURAS

α	Alfa
AGCC	Ácidos Grasos de Cadena Corta
ANOVA	Análisis De Varianza
β	Beta
g	Gramos
h	Hora
κ	Kappa
Kg	Kilogramo
L	Litros
Máx	Máximo
Meq	Mili equivalente
MG	Materia Grasa
Min	Mínimo
ml	Mililitro
nm	Nanómetro
NMP	Número Más Probable
NNP	Nitrógeno No Proteico
ppb	Partes por billón
ppm	Partes por millón
RCS	Recuento Células Somáticas
RSP	Recuento Estándar en Placa
s	Segundos
SG	Sólidos Grasos
SNG	Sólidos No Grasos
ST	Sólidos Totales
T	Temperatura
UFC/ml	Unidades Formadoras de Colonias por mililitro
°C	Grados Celsius
°D	Grados Dornic
g/L	Gramos por litro
g/ml	Gramos por mililitro
ρ	Densidad
UHT	Ultra High Temperature
μm	Micrómetro
%	Porcentaje
%m/m	Porcentaje masa-masa
<:	Menor que
$\leq$:	Menor o igual que
+	Positivo
-	Negativo

RESUMEN

El creciente interés por la producción de leches no tradicionales, como la de cabra, se ha visto acompañado por el interés acerca de la información sobre su calidad y composición, lo que pone en evidencia la carencia de información sobre este producto en Nariño.

El presente trabajo se realizó en la Cooperativa de Productos Lácteos de Nariño y tuvo como finalidad caracterizar la leche de cabra (*Capra aegagrus hircus*) que ingresa a la empresa de los diferentes proveedores, procedente del área rural del municipio de Pasto, al igual que evaluar sus parámetros de pasteurización y establecer el grupo de evaluación sensorial para leches higienizadas en la planta procesadora Aranda.

Para realizar la caracterización se llevaron a cabo una serie de pruebas de rutina, que son utilizadas en la industria láctea, que permiten establecer la calidad composicional e higiénica de la leche. En cuanto a calidad composicional se obtuvieron los siguientes parámetros: materia grasa o SG ($4,22 \pm 0,37\%$), proteína ($3,06 \pm 0,06\%$), sólidos no grasos (SNG) ($8,87 \pm 0,17\%$), sólidos totales (%SG + %SNG) ($13,01 \pm 0,45\%$). En cuanto a propiedades fisicoquímicas: pH ($6,59 \pm 0,05$), acidez titulable ($15,99 \pm 1,1$ °D), densidad ($1,0316 \pm 0,0007$ g/ml) y punto crioscópico ($-0,5419 \pm 0,015$ °C). Calidad higiénica microbiológica: recuento total de bacterias, coliformes totales, coliformes fecales, recuento de bacterias termodúricas (734.000, 246.000, 96.700 y <100 UFC/ml respectivamente) y células somáticas (631.500 cél/ml). Calidad higiénica química: negativo tanto para inhibidores, adulterantes, conservantes y neutralizantes.

Los parámetros de pasteurización se evaluaron mediante ensayos, para lo cual se establecieron condiciones de temperaturas y tiempos: 63-65°C- 30 minutos de retención, 72-75°C-30 minutos de retención y 82-85°C-5 minutos de retención, evaluándose el efecto sobre parámetros de calidad microbiológica, fisicoquímicos, eficiencia de pasteurización (fosfatasa y peroxidasa) y pruebas sensoriales. En cuanto a calidad microbiológica y eficiencia de pasteurización la mejor condición fue 72-75°C x 30 min, pero en cuanto a calidad sensorial la condición mejor evaluada fue 63-65°C x 30 min.

El grupo de evaluación sensorial se estableció con 10 personas que hacen parte del grupo operativo de la planta y fueron sometidas a una etapa de selección, con los cuales se realizó un entrenamiento para identificar diferentes defectos que se pueden presentar en las leches, identificar los diferentes tipos de leche (entera, deslactosada y UHT), incluida la leche de cabra de acuerdo a sus características sensoriales y evaluar en planilla de jura modificada, leches de diferentes marcas comerciales. Además se realizó una evaluación sensorial con jueces

consumidores de leche de cabra saborizada (fresa, vainilla y frutos rojos), obteniendo las mejores puntuaciones para la leche de cabra sabor a fresa.

Palabras clave: Leche de cabra, *Capra aegagrus hircus*, calidad composicional leche, propiedades fisicoquímicas, pasteurización, fosfatasa, peroxidasa, evaluación sensorial.

ABSTRACT

The growing interest in the production of non-traditional, such as goat's milk has been accompanied by concern about information quality and composition, which highlights the lack of information about this product in Nariño.

This work was done in the Cooperative Dairy Nariño and aimed to characterize the goat milk (Goat) that enters the company of different suppliers, from the rural municipality of Pasto, as well as evaluating pasteurization parameters and set the group of sensory evaluation sanitized milk processing plant in Aranda.

To perform the characterization was carried out a series of routine tests, which are used in the dairy industry, which can establish the compositional and hygienic quality of milk. Fat or SG ($4.22 \pm 0.37\%$), protein ($3.06 \pm 0.06\%$), non-fat solids (SNG) (8.87 ± 0 : For the following compositional quality parameters were obtained 17%), total solids ($\% \text{ SG} + \% \text{ SNG}$) ($13.01 \pm 0.45\%$). Regarding physicochemical properties: pH (6.59 ± 0.05), titratable acidity (15.99 ± 1.1 °D), density (1.0316 ± 0.0007 g / ml) and cryoscopic point ($-0, 5419 \pm 0.015$ ° C). Hygienic quality microbiological: total bacterial count, total coliforms, fecal coliforms bacteria count termodúricas (734,000, 246,000, 96,700 and <100 CFU / ml respectively) and somatic cells (631,500 cells / ml). Quality sanitary chemistry: negative for both inhibitors, adulterants, preservatives and neutralizing.

Pasteurization parameters were evaluated by tests, for which temperature and time conditions were established: 63-65 ° C hold 30 minutes, 72-75 ° C-30 minutes retention and 82-85 ° C-5 minutes retention, evaluating the effect on microbiological quality parameters, physicochemical, efficiency of pasteurization (phosphatase and peroxidase) and sensory tests. As for microbiological quality and efficiency of pasteurization the best condition was 72-75 ° C x 30 min, but as for sensory quality best condition was assessed 63-65 ° C x 30 min.

The group sensory evaluation was established with 10 people who are part of the task force of the plant and were subjected to a selection step with which training to identify different defects that can occur in milk was made, identifying the different types of milk (whole, lactose free and UHT), including goat milk according to their sensory characteristics and evaluate modified form swears, milk of different brands. In addition, a sensory evaluation was performed with consumers judges flavored goat milk (strawberry, vanilla and red fruits), earning the top scores for goat milk strawberry flavor.

Keywords: Goat Milk, *Capra aegagrus hircus*, milk compositional quality, physicochemical properties, pasteurization, phosphatase, peroxidase, sensory evaluation.

INTRODUCCIÓN

Dentro de la producción mundial de alimentos de origen animal, la leche se encuentra catalogada como uno de los principales productos, al igual que la carne y el huevo. El hombre incorpora en su dieta leche y derivados lácteos a lo largo de toda su vida; los cuales se hacen imprescindibles por su elevado valor nutritivo.

La producción de leche proviene, principalmente de ganado bovino, ya sea bajo sistemas especializados o de doble propósito. Otros orígenes de la leche son los provenientes de oveja, cabra, búfalo entre otros. Si bien la estructura fisicoquímica y la apariencia de este bien son similares, independientemente del tipo de animal, sus componentes poseen diversos niveles de concentración.

Desde el punto de vista tecnológico, la composición de la leche determina su calidad nutritiva, sus propiedades y su valor como materia prima para fabricar productos alimenticios. En los últimos años, la leche de cabra ha sido objeto de diversos estudios, los mismos que han demostrado una serie de ventajas con respecto a la leche de otras especies, como por ejemplo la leche bovina. La leche de cabra posee los mejores valores nutricionales y terapéuticos; sólo es superada por la leche humana, posee una alta calidad nutricional y sabor agradable; las propiedades terapéuticas de la leche de cabra se reconocen desde los inicios de la civilización, al mostrar poder contra los malestares gastrointestinales.

Para el caso de Colombia son escasos los estudios realizados a esta materia prima; por ende es poca la información disponible sobre las principales características de composición, de calidad higiénica y de parámetros de pasteurización. Cabe resaltar que la normatividad colombiana hace hincapié en la leche bovina, dejando a un lado otras especies tales como leche caprina, ovina y bufalina.

Con el desconocimiento de las propiedades composicionales de la leche de cabra se corre el riesgo de que no se explote los atributos, las capacidades de producción y transformación de este materia prima y en última instancia hasta llega a perderse; ya que el procesamiento es una alternativa de conservación para estos productos ricos en elementos nutritivos muy valiosos.

Por las consideraciones anteriores, este trabajo de investigación tiene como objetivo caracterizar leche de cabra (*Capra aegagrus hircus*) y evaluar los parámetros de pasteurización en la Cooperativa de Productos Lácteos de Nariño- Colácteos.

1. IDENTIFICACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Desde tiempos remotos de la humanidad, la leche de cabra aparece como alimento. Registros muy antiguos hablaban de su consumo; algo más del 50% de la población mundial consume leche de cabra (Páez y Maggio, 1997).

La existencia de cabras en el mundo para el año 2008 alcanzó los 816 millones de cabezas, siendo China el país con mayor rodeo (196 millones). Le siguen en importancia India (120 millones), Pakistán (57 millones) y Sudán (42 millones). Mundialmente se producen alrededor de 12,3 millones de toneladas de leche caprina, que representan un 2% sobre el total de leche producida (Strat S.A., 2008).

De lo anterior puede señalarse que el inventario mundial caprino se concentra en los países subdesarrollados, sobre todo en las regiones áridas y semiáridas, situación asociada con la disponibilidad del recurso forrajero que se produce en este tipo de ambiente, el cual no es suficiente ni apto para animales de talla grande como el ganado bovino (Sandoval, 2000). Asia y África son los principales productores de leche de cabra. La población de cabras en el mundo aumentó en torno al 55% entre 1991 y 2011, mientras que, el ganado bovino creció un 9% y el ovino se redujo en un 7%. La producción de leche de cabra aumentó alrededor del 70% entre 1991 y 2011¹.

América concentra 36,7 millones de cabezas (5,3% del total mundial) y produce 341.000 toneladas (2,8% del total). Los principales productores de la región son Brasil y México, con aproximadamente 135.000 toneladas de leche cada uno. Otros países como Chile y Argentina representan valores significativamente menores. Colombia se ubica en el puesto 63 a nivel mundial con un inventario de 1.200.000 cabezas de ganado caprino para el 2005 según la FAO. Adicionalmente en los departamentos de Nariño y Putumayo se ha reconocido la producción caprina, pero no existe un censo que permita determinar el número de animales en producción².

Sandoval, (2000) afirma que la mayor parte de la producción de leche de cabra en el mundo se consume en las mismas granjas productoras; una proporción menor se comercializa fresca a nivel local y hay una minoría de países, entre ellos los europeos, en los cuales se elaboran quesos con 100% leche de cabra.

¹ FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations. [en línea] Disponible en internet: <http://faostat.fao.org>. Consultado: 22 de diciembre de 2014.

² MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Observatorio Agrocadenas Colombia. La cadena ovinos y caprinos en Colombia. 2006. [en línea] Disponible en internet: http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/20078611357_caracterizacion_ovinosycaprinos.pdf. Consultado: 26 de diciembre de 2014.

La producción de leche caprina en muchos países se enfrenta a la competencia con la leche bovina. La alta productividad de las vacas, así como los muchos productos derivados de esta promueve su producción. Además, como los productos lácteos caprinos están generalmente en mercados específicos (leches, quesos madurados, dietéticos, frescos, quesos madurados con mohos), su rentabilidad depende de su precio relativo. Como regla general, tales productos de la leche caprina son más costosos que los productos similares derivados de la leche bovina y ovina (Slačanac *et al.*, 2010).

En los últimos años, la valoración global de esta especie que ha sido subestimada ha crecido, aumentando su importancia en el sector ganadero (Boyazoglu *et al.*, 2005). Es así como a nivel mundial se presenta un nivel creciente de producción y demanda de los derivados lácteos caprinos (quesos, en particular), como resultado del aumento del consumo per cápita tanto en países desarrollados como en vías de serlo. Frente a esta tendencia, la producción de lácteos de origen caprino apunta hoy principalmente a asegurar que el consumo de lácteos caprinos es seguro y confiable, con el objeto de incrementar así el tamaño del mercado a sectores que tradicionalmente no consumían este tipo de productos (FIA, 2002).

La cadena de caprinos en Colombia es relativamente joven en comparación con cadenas de más trayectoria institucional, ésta se caracteriza por una estructurada interacción entre sus eslabones y está dividida en dos sistemas de producción. “El primero se dedica a la producción de cárnicos y productos artesanales. El segundo sistema se dedica a la producción de leche y derivados. Es común encontrar productores dedicados a los dos sistemas productivos”³.

La producción caprina en Colombia se distribuye de manera atomizada en todos los departamentos, sin embargo hay zonas descritas con mayor actividad productiva. La geografía y el clima para la producción de estas especies es muy diverso y se resalta además su capacidad de adaptación a climas, geografía y nutrición que otras especies no podrían. La producción de leche caprina en el país, en la mayoría de los casos es recolectada en forma manual. El destino de esta leche es principalmente la elaboración de quesos artesanales y una parte al consumo local⁴.

La información que se maneja sobre lácteos a partir de caprinos en Colombia es escasa y en el departamento de Nariño es nula; de hecho el decreto 616 de 2006 por el cual se expide el Reglamento Técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte,

³ FINAGRO. Sistema de Información Sectorial (SIS). Caprinos. 2009. [en línea] Disponible en internet: <http://www.mvzunipaz.edu.co/documentos/biblioteca/libros/mvzen/libro-de-caprinos.pdf>. Consultado: 26 de diciembre de 2014.

⁴ MINISTERIO DE AGRICULTURA Y DESARROLLO RURAL. Op. cit.

comercializa, expendo, importe o exporte en el país, hace más hincapié en leche bovina, dejando a un lado la leche caprina.

Los estudios que se han realizado a esta materia prima en cualquier aspecto técnico-científico (características composicionales, fisicoquímicas, microbiológicas, industrialización y comercialización) son escasos, debido principalmente al desconocimiento de los beneficios nutricionales que esta posee, lo que genera que esta reciba muy poca atención por parte de técnicos e investigadores; que caractericen, estandaricen y potencialicen sus bondades en la región de Nariño, ya que todo lo que se conoce acerca de la leche de cabra se remonta a estudios internacionales que si bien cabe destacar son muy importantes, pero las características de esta leche no se asemejan a los de esta región ya que las condiciones climáticas, tipo de explotación, alimentación, cruces de razas caprinas lecheras en este departamento son diferentes.

Las empresas de lácteos cuya influencia está en el departamento de Nariño aún no incursionan en el procesamiento de leche de cabra, por lo tanto Colácteos pretende ser pionera en adelantar trabajos con esta materia prima, por tal razón, se consideró necesario caracterizar la leche de cabra procedente del área rural del municipio de Pasto en cuanto a calidad composicional, propiedades fisicoquímicas, calidad microbiológica y evaluar sus parámetros de pasteurización y así contribuir a la diversificación de productos que generen aprovechamiento agroindustrial en el departamento de Nariño.

Estos antecedentes son el punto de partida del presente trabajo, el cual se presenta como una oportunidad de desarrollo e innovación tanto para la producción pecuaria, la industria alimentaria como para la comunidad científica, debido que para comercializar con éxito este tipo de productos son considerados importantes sus ingredientes como su formulación. Este trabajo también está encaminado a generar información que permita crear opciones de establecimientos de sistemas de producción caprina y su aprovechamiento en el departamento de Nariño.

2. JUSTIFICACIÓN

Varios autores han observado que el sector caprino no ha sido bien apoyado públicamente o académicamente en comparación con otros sectores de producción animal, especialmente el sector bovino o el sector de la leche bovina (Morand-Fehr, 1996; Dubeuf, *et al.*, 2004; Boyazoglu, *et al.*, 2005; Castel, *et al.*, 2010; Dubeuf, 2014).

A su vez, Boyazoglu *et al.* (2005), afirman que este sector en particular ha demostrado su valor como herramienta importante para el crecimiento económico y la mejora social de las poblaciones rurales menos desarrolladas.

Uno de los factores más decisivos en el crecimiento del consumo de leche de cabra y sus productos derivados son sus efectos beneficiosos percibidos sobre la salud humana, que están plenamente reconocidos por la comunidad científica. La leche de cabra puede ser consumida como una alternativa a la leche de vaca ya que es menos alergénica y posee mayor digestibilidad (Park *et al.*, 2007; Harden y Hepburn, 2011).

En Colombia la capricultura no ha sido explotada en toda su capacidad, y por tanto, no se ha convertido en un renglón económico importante. Las cabras poseen un gran potencial, pues aun cuando no son productoras de gran cantidad de leche, ésta es de excelente calidad, con alto contenido graso y muy digestiva, lo que hace que cualquier persona la consuma, desde lactantes hasta los ancianos, obteniendo así sus beneficios.

El departamento de Nariño se identifica por tener una economía marginal, de vocación campesina y artesanal, con una producción agropecuaria que al no transformarse se queda en el autoconsumo, lo cual no le permite una proyección al mercado nacional y tampoco una participación significativa en el mercado mundial. Sin embargo también se ha caracterizado por sus favorables condiciones agropecuarias las cuales se convierten en una ventaja como fuentes de grandes oportunidades para el desarrollo y estudio de nuevos proyectos (Argoti, 2009).

En la Cooperativa de productos Lácteos de Nariño, esta investigación aportó información acerca de las características composicionales, microbiológicas, fisicoquímicas, parámetros de pasteurización de leche de cabra, ya que la empresa está incursionando en el aprovechamiento de esta materia prima, lo que en el futuro generará valor agregado y beneficios para los productores de ganado caprino.

Esta trabajo se proyectó para tener un estudio que servirá como base para futuros investigadores en este campo, con lo cual se fomentará un mayor desarrollo en el estudio de esta materia prima en Nariño, abriendo campo a nuevas oportunidades

de negocios, contribuyendo no solo al crecimiento investigativo sino también al crecimiento pecuario, agroindustrial y comercial en la Cooperativa y por ende a este departamento.

El desarrollo de este trabajo de pasantía contribuirá al fortalecimiento del perfil y al desarrollo de una experiencia práctica importante para el futuro profesional de la autora, al igual que de otros profesionales del área agroindustrial y afines.

3. OBJETIVOS

3.1. OBJETIVO GENERAL

Caracterizar leche de cabra (*Capra aegagrus hircus*) y evaluar parámetros de pasteurización en la Cooperativa de productos lácteos de Nariño- Colácteos

3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- ✓ Caracterizar la leche de cabra (*Capra aegagrus hircus*) procedente del área rural del municipio de Pasto en cuanto a calidad composicional, higiénica y propiedades fisicoquímicas.
- ✓ Evaluar parámetros de pasteurización en leche de cabra.
- ✓ Establecer grupo de evaluación sensorial para análisis de productos en planta, acorde a procesos de elaboración con leche de cabra (leche pasteurizada y saborizada).

4. DESCRIPCIÓN DE LA EMPRESA

Colácteos, según nombre legal es “COOPERATIVA DE PRODUCTOS LÁCTEOS DE NARIÑO LTDA” es una empresa fundada en el departamento de Nariño hacia la década de los años 70, por un grupo no mayor de 30 ganaderos, los cuales contaban con el apoyo y colaboración del Gobierno Holandés. Los ganaderos productores de leche son “personales fundadoras naturales y jurídicas y las que se acepten posteriormente y se sometan a los estatutos, procurando preservar la unidad familiar en el espíritu cooperativo y la unidad de los predios de los cuales los asociados derivan sus ingresos”.

El 2 de marzo de 1977 se firmó el Acta de Constitución de la Cooperativa de Productos Lácteos de Nariño, con domicilio en Pasto, donde actualmente se encuentra el área administrativa y Planta Aranda. En el cuatrienio 1984-1988 la Cooperativa amplía su planta de procesamiento de quesos y derivados y en el primer trimestre del año 87, inicia la producción de yogur y kumis en presentaciones de vaso y garrafa. Hacia el año 1985-1986, la Cooperativa inicia en Cali el expendio de leche Colácteos en dicha ciudad, al adquirir una planta pasteurizadora.

Actualmente se ha cumplido a cabalidad el principal fin de esta asociación: “Agrupar a ganaderos del departamento, garantizándoles perspectivas de desarrollo en su campo de acción”. Hoy en día los objetivos propios de la Cooperativa contemplados en sus Estatutos se definen al tenor de los principios cooperativos, el bienestar económico y social del gremio ganadero de Nariño.

Aunque esta Cooperativa inicio con una planta enfriadora en el municipio de Guachucal, donde se captaba leche y se enfriaba para venderla a otros departamentos, se ha extendido por diversas regiones del país e incluso fuera de él, desarrollándose e innovando paso a paso, ya sea con planta procesadora, regionales captadoras de producto, puntos de venta o simplemente con el reconocimiento de la gente de los productos bajo otras marcas.

Es así como se logra el desarrollo e introducción en nuevos mercados de los productos: Quesillo, Queso Mozzarella, Yogur con Cereal, Queso Campesino Semiduro, Queso Fresco, Queso Fundido, Yogur en Bolsa, Yogur con Café, Quesito, entre otros.

Hacia el año de 1997 se adquiere la marca Tapioka, procesando toda la línea de fermentados con esta marca, así como el Queso Cuajada Tapioka, Quesillo semigraso, Queso Tipo Sándwich, Yogur sin Azúcar, Jugos y Agua.

En el año 1997 se realiza la inauguración de una nueva Planta ubicada en el municipio de Pupiales, destinada a la producción de quesos frescos e hilados.

En esta década toma auge el desarrollo de las marcas blancas, es decir las MAQUILAS, Colácteos trabaja esta figura para clientes tan importantes como Rica Rondo, Cafam, Olímpica, Aro (Makro), Cadenalco -Éxito.

El portafolio de productos, con que cuenta actualmente la Cooperativa lo constituye:

- Leche entera pasteurizada.
- Leche entera deslactosada.
- Leche semidescremada.
- Yogur entero con dulce y fruta en diferentes presentaciones y sabores.
- Yogur entero con dulce en bolsa.
- Yogur con cereal.
- Kumis.
- Crema de leche.
- Mantequilla.
- Arequipe.
- Quesos maduros: parmesano, gratinar, holandés gouda, holandés con comino, Edam, sanduchero, del aprisco.
- Quesos frescos: campesino, quesillo, doble crema, fundido, costeño, casero, papialpa, mozzarella y cuajada campesina.
- Refrescos de agua “Jugos”
- Agua envasada potable.
- Y su nuevo producto en desarrollo Leche entera ultra pasteurizada- UHT

Desde julio del año 2010, los asociados de la Cooperativa incursionaron en el ganado caprino, comenzando así a producir leche de cabra; de lo cual se vio la necesidad de procesar esta leche; de esta manera se logra ampliar el portafolio de productos de la Cooperativa. Actualmente en el mercado se encuentran productos tales como leche de cabra pasteurizada, queso holandés Aprisco, queso Feta y queso crema con finas hierbas.

Estos productos se fabrican en las diferentes plantas con las que Colácteos cuenta ubicadas en Guachucal, Pasto, Pupiales, y Cali.

Colácteos ha ocupado el tercer lugar dentro de las Cien Cooperativas más grandes del país, según publicación de la revista Colombia Cooperativa. Ha sido miembro a través de su Gerente de Instituciones Gremiales como ANALAC, Comisión Nacional de Aftosa, Ancolac, Corpoica, Banco de la República de la Regional Sur Occidental, SAGAN (Historia Colácteos, 2009).

5. MARCO REFERENCIAL

5.1 MARCO TEORICO

5.1.1 Leche. Según el decreto 616 de 2006 se define como producto de la secreción mamaria normal de animales bovinos, bufalinos y caprinos lecheros sanos, obtenida mediante uno o más ordeños diarios, higiénicos, completos e ininterrumpidos, sin ningún tipo de adición o extracción.

Se describe como un sistema polifásico que contiene agua, grasa emulsificada, micelas de caseína en estado coloidal y proteínas, lactosa, glóbulos grasos, sales y micro nutrientes en solución (Cunningham, 2000).

De acuerdo a Magariños (2001), las características más importantes de la leche son su variabilidad, alterabilidad y complejidad. En cuanto a la **variabilidad**, desde un punto de vista composicional, no es posible hablar de una leche sino de leches debido a las diferencias naturales entre especies o para una misma especie según la región o lugar, tipo de ambiente (época del año y temperatura), fisiología animal (ciclo de lactancia) y genética (raza y selección genética).

Respecto a la **alterabilidad**, por su composición, la leche es un adecuado medio para el desarrollo de microorganismos que provocan cambios en sus componentes. En relación a la **complejidad**, ésta se debe a las moléculas complejas que se encuentran en equilibrio químico, como por ejemplo el fosfocaseínato de calcio o el sistema del glóbulo graso.

5.1.2 Leche de cabra. La leche de cabra es, al igual que la leche de otros mamíferos, una matriz de características fisicoquímicas muy diversas. La composición general de la leche de cabra varía dentro de un amplio margen dependiendo de características genéticas propias de cada raza. Estas diferencias genéticas tienen una considerable influencia en la digestión de esta leche. Aún más, el estado y momento de lactancia en que se hace el ordeño, así como la dieta del animal, su salud y su estado fisiológico general tiene un efecto directo sobre todos los constituyentes mayores y menores de la leche (Chacón, 2005).

La leche de cabra puede presentar grandes diferencias según la raza del animal, dónde el contenido graso puede variar desde un mínimo del 2,3% hasta un máximo de 6,9% (Haenlein, 2002a), mientras que la proteína puede llegar a variar desde un 2,2% hasta un 5,1% (Chacón, 2005).

La composición nutricional de la leche de cabra puede variar en un mismo día. El contenido de grasa de la leche de cabra ordeñada en las tardes puede promediar

un 0,3% menos en comparación con la mañana, aspecto que parece estar relacionado con el tiempo que pasa entre ordeños. Igualmente la proteína de la leche puede variar en idéntica forma en un 0,02% (Chacón, 2005).

Como en todo mamífero, la dieta del animal se refleja en la calidad de su leche. La cabra es un animal que requiere de una alimentación bien balanceada y programada. Las variaciones más claras, se dan para el caso de la grasa, que al igual que en otras especies de mamíferos suele ser el parámetro más variable de la leche (Belitz y Grosch 1985).

5.1.3 Razas de cabra. Las diferentes razas de cabras se encuentran distribuidas por el mundo, excepto en las regiones árticas. Hay, por lo menos, 60 razas reconocidas de cabras en el mundo. Las formas de clasificación de los caprinos son múltiples y variadas, pero quizás la más completa es según su aptitud productiva, ya sea lechera, carne o doble propósito. En la Tabla 1, se presenta las características de razas de cabra de acuerdo a su aptitud productiva.

5.1.4 Calidad de la leche. Se refiere al ajuste del mismo a las especificaciones establecidas. En el caso de la leche, la calidad puede concebirse desde varios puntos de vista que no son independientemente unos de otros. Conforman varios aspectos bien definidos: composición, propiedades fisicoquímicas, cualidades microbiológicas, cualidades sanitarias y cualidades organolépticas todas estas establecidas por las normativas legales vigentes (Resoluciones, decretos y Normas Técnicas), para leche cruda y derivados. El producto para poder ser procesado debe ajustarse a todos los requisitos indicados por esas normas.

5.1.4.1 Calidad composicional. La calidad composicional de la leche está constituida por el contenido de sólidos totales representados por grasa, proteína e hidratos de carbono, determinando su valor nutricional y su aptitud como materia prima para el procesamiento. Este referente de la calidad varía en función de aspectos de tipo genético (inter-raciales e intra-raciales), especies (bovino, ovino, caprino, humano), fisiológico (edad, etapa de lactancia y estado sanitario del animal) y ambiental (alimentación, clima y sistema de manejo) (Piñeros, *et al.*, 2005). A continuación se describen los principales componentes de la leche (ver Tabla 2).

Sólidos totales. O extracto seco total de la leche, comprendido principalmente por compuestos nitrogenados, materia grasa, hidratos de carbono y sales minerales; expresado en porcentaje (Pérez, 2011).

$$ST= SNG+SG \quad (1)$$

Tabla 1. Características de razas de cabra

Raza	Aptitud	Producción de leche		Porcentaje de grasa (%)	Duración de lactancia (días)	Clima	Sistema de Explotación	Origen
		Diaria	Anual (L)					
Saanen	Lechera	4,0 L	600 a 900	3,4 a 4,0	250	Subtropicales y frío	Intensivo	Valles Saanen y Simental- Suiza
Toggenburg	Lechera	2 L	500 a 700	3 a 3,2	275 a 310	frío	Estabulado o intensivo	Valle Toggenburg Suiza
Alpina	Lechera		600 a 750	3,4	200 a 300	frío	Estabulado o intensivo	Región de los Alpes Franco-suizos
Alpina Francesa	Lechera	2,5 L	600 a 700	3,2 a 3,6	305	frío	Estabulado o intensivo	Cruzas de Saanen y Toggenburg en los Alpes de Francia
La Mancha	Lechera	2,2 L	600 a 700	3,8	305	Templado	Estabulado o intensivo	Córdoba, España
Nubia O Nubiana	Anglo Doble propósito (carne y leche)	1,5 L	400 a 600	4,5	275 a 300	Se adapta bien a todos los climas y condiciones	Estabulado y extensivo	Cruzas entre razas Egipcio-Hindú-Toggenburg y las inglesas
Murciana	Doble propósito (carne y leche)	1,4 L	450 a 500	4,8	300	Cálido	Semi-estabulado	Murcia, España
Granadina	Doble propósito (carne y leche)	1,2 L	400 a 500	3,6 a 5,7	300	Ambientes desfavorables	Extensiva	España

Fuente: Gómez *et al.*, 2009

Tabla 2. Composición promedio de los nutrientes de la leche de diferentes especies.

Componentes (%)	Caprina	Bovina	Ovina	Humana
Sólidos totales	15,2	12,4	19,1	12,0
Sólidos no grasos	8,9	9	12	8,9
Proteína	3,4	3,2	6,2	1,2
Caseína	2,4	2,6	4,2	0,4
Albumina, Globulina	0,6	0,6	1	0,7
N no proteico (NNP)	0,4	0,2	0,8	0,5
Grasa	3,8	3,6	7,9	4
Lactosa	4,1	4,7	4,9	6,9
Cenizas	0,8	0,7	0,9	0,3
Energía (kcal/100 ml)	88,3	69	107	68

Fuente: Park, 2006; Boza y Sanz, 1997.

Sólidos no grasos (SNG). Se obtiene por diferencia entre los sólidos totales y el contenido de grasa (NTC 399). En este grupo están las proteínas, los hidratos de carbono (lactosa), sales minerales. Este valor aproximado se puede obtener por fórmulas empíricas basadas en la densidad y el contenido de grasa, de acuerdo con la siguiente fórmula de Richmond.

$$\%SNG = 250 * (\rho - 1) + (0.2 * MG) + 0.14 \quad (2)$$

%SNG: Porcentaje Sólidos no grasos m/m

ρ : Densidad de la leche a 15/15 °C

MG: Porcentaje de materia grasa m/m en la leche.

Agua. La leche suministra una gran cantidad de agua. El agua que va en la leche es transportada a la glándula mamaria por la corriente circulatoria. Es el componente mayoritario de la leche, oscilando su valor entre el 83-89 %. Se halla en dos formas: libre y ligada.

Agua libre. Es la mayor parte del agua y constituye el disolvente de la lactosa y las sales; es independiente de las sustancias insolubles. Tiene gran importancia en la elaboración del queso porque muchos de los procesos fisicoquímicos y microbiológicos que tienen lugar, sobre todo en la fase de maduración, requieren su presencia y porque regulando su contenido en la cuajada se da al queso la consistencia deseada.

Agua ligada. Una pequeña parte del agua se encuentra energéticamente retenida por las sustancias en emulsión y en suspensión (proteínas y materia grasa respectivamente). No forma parte de la fase hídrica verdadera y no disuelve, como éstas, la lactosa. Se encuentra ligada principalmente a las proteínas (Alais, 1985).

Materia grasa. Se encuentra dispersa en forma de emulsión de glóbulos grasos en el plasma acuoso y esta se halla en tres clases de sustancias asociadas:

- ✓ Los *lípidos neutros*, es decir la materia grasa propiamente dicha, constituida por glicéridos (ésteres de ácidos grasos y glicerol), que supone alrededor del 98.5% del conjunto. Se trata de una grasa que a temperatura ambiente, es sólida.
- ✓ Los *lípidos polares*, son fosfolípidos de naturaleza compleja; constituyen alrededor del 1% del conjunto.
- ✓ Las *sustancias lipídicas*, o “insaponificables” también insolubles en el agua; entre ellas se encuentran las vitaminas A, D, E y K, colesterol e hidrocarburos, constituyendo alrededor del 0,5% (Alais, 1985).

Compuestos nitrogenados. Se pueden distinguir dos grupos de compuestos nitrogenados; las proteínas y el nitrógeno no proteico (NNP) que representa respectivamente el 95% y 5% del nitrógeno de la leche. La cantidad de nitrógeno en ambos casos, se puede calcular por el método de Kjeldahl.

Proteínas. Macromoléculas formadas por uniones complejas de aminoácidos.

Las proteínas en la leche se presentan en dos fases diferentes:

Fase micelar inestable, constituida por partículas sólidas, en suspensión, las micelas, que difunden la luz y dan a la leche su aspecto blanco opaco son las caseínas.

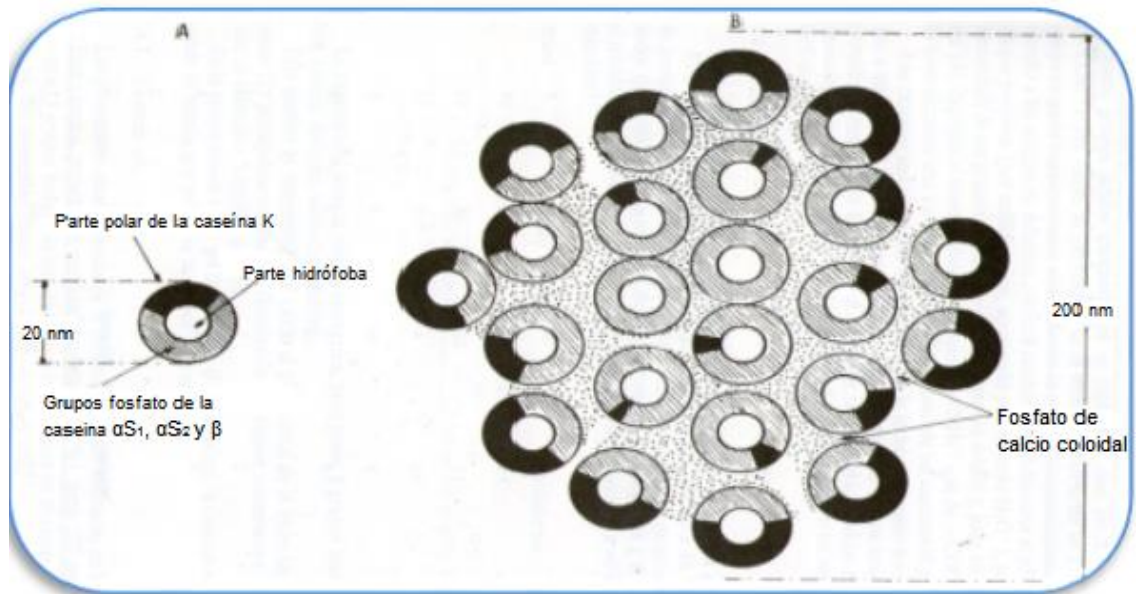
Fase soluble estable, constituida por diferentes polímeros proteicos hidrófilicos, que constituye las proteínas solubles o proteínas del lactosuero (Luquet, *et al.*, 1991).

Las **caseínas** son un complejo de proteínas fosforadas (hetero proteína) y constituye la parte nitrogenada más característica de la leche, se admite la existencia de cinco especies de caseínas, los tres tipos (αS_1 , αS_2 , β y κ -caseína) en proporciones variables en función de su localización dentro de la micela unidas a $(PO_4)_2Ca_3$ coloidal que se encuentra en suspensión estable, cuya forma más probable es la de la Figura 1. La quinta es la proteína γ caseína, la cual es el resultado de la proteólisis de la caseína β por una proteasa alcalina de la leche (la plasmina).

En la Figura 1 se representa las organizaciones miscelares son de tal forma que la κ -caseína de las submicelas se localizan hacia el exterior, es decir, hacia la fase acuosa, mientras que en el interior las submicelas son mucho más pobres en κ -caseína (Quiles y Hevia, 1994).

Las **proteínas del lactosuero** o proteínas solubles ya que permanecen solubles en el lactosuero una vez producido el fenómeno de la coagulación, tanto si la leche ha coagulado por acidificación a pH 4.6 como si se ha hecho por vía enzimática; sus cadenas peptídicas están muy compactadas (Walstra, 2001).

Figura 1. A) Modelo de la subunidad micelar y B) Modelo de la micela de caseína.



Fuente: Luquet *et al.*, 1991.

Las más características son la α lactoalbúmina la β lactoglobulina, que se insolubilizan por el calor antes de los 100°C. Existen además globulinas que presentan grandes semejanzas con las inmunoglobulinas del suero sanguíneo y seroalbúminas idénticas a la seroglobulina sanguínea. Por último, hay una pequeña fracción de péptidos solubles, las proteosas-peptonas, que se distinguen de las anteriores porque no precipitan por calentamiento alrededor de los 100°C.

La cantidad de proteínas que tiene la leche es una característica esencial en su valor comercial, tecnológico y biológico. Además cuanto mayor sea esta cantidad en leche cruda, tanto mayor será el rendimiento en la transformación tecnológica (Goursaud y Quinque, 1980 citado por Luquet, *et al.*, 1991).

Nitrógeno no proteico (NNP). Son sustancias de moléculas pequeñas, que pertenecen a varias familias químicas, consistiendo en un 65% de urea, 17% de aminoácidos libres, 2% de creatina, 1.5% de creatinina, 0.8% amoniaco, 0.6% de ácido úrico y otros 13.8%. La cantidad de sustancias nitrogenadas no proteicas

puede variar bastante; al parecer, la alimentación tiene la mayor influencia (Alais, 1985).

Enzimas. Son una clase especial de proteínas especializadas, cuya misión es catalizar o acelerar las reacciones químicas y juegan un papel importante, ya que en su ausencia muchos procesos no se podrían llevar a cabo o se efectuarían a una velocidad lenta. Dos factores que influyen de forma importante sobre la acción enzimática son la temperatura y el pH. Las enzimas son más activas a una temperatura cuyo óptimo oscila entre 25 y 50°C. Su actividad cae en algún punto situado entre los 50 y 120°C. A estas temperaturas, las enzimas son desnaturalizadas más o menos completamente (inactivadas). Algunas son responsables de la degradación o “lisis” de numerosos compuestos presentes en la leche y la presencia o ausencia de otras se aprovecha para fines analíticos.

Hidrolasas:

- ✓ **Fosfatasas.** Son enzimas normalmente presente en la leche cruda. Hidrolizan los ésteres fosfóricos. La leche contiene dos tipos: fosfatasa ácida y alcalina. Esta enzima se destruye mediante una pasteurización ordinaria (75°C durante 15-20 segundos), por lo que la prueba de la fosfatasa es utilizada para determinar si se ha alcanzado la temperatura de pasteurización (Bylund, 2003).
- ✓ **Lipasa.** Hidroliza las grasas liberando los ácidos grasos y el glicerol. El exceso de ácidos grasos libres en la leche y en los productos lácteos da lugar a un sabor rancio. Esta enzima es inactivada en una gran medida mediante pasteurización.

Deshidrogenasas

- ✓ **Peroxidasa.** Transfiere oxígeno del peróxido de hidrógeno (H_2O_2) hacia sustancias oxidables. Esta enzima es inactivada si la leche se calienta a 80°C durante unos pocos segundos, circunstancia que puede ser utilizada para demostrar la presencia o ausencia de peroxidasa en la leche, y por tanto, para comprobar si la temperatura de pasteurización ha superado o no los 80°C.
- ✓ **Catalasa.** Desdobla el peróxido de hidrógeno en agua y oxígeno libre. Su presencia en la leche aumenta al incrementarse en esta el contenido en leucocitos (células somáticas), por lo que se puede utilizar como indicador de calidad higiénica. La catalasa se destruye mediante calentamiento a 75°C durante 60 segundos.

Sales y minerales Las materias minerales se encuentran en todas las leches en una proporción que varía de 3 a 12 g por litro.

Son compuestos con características ácidas. Como sales de la leche pueden considerarse los cloruros, fosfatos y citratos de magnesio, sodio, calcio y potasio. El azufre proviene de las proteínas que tienen aminoácidos azufrados y el hierro

no se encuentra más que en estado de trazas. Los minerales o las cenizas de la leche si pueden cuantificarse, por ejemplo por una técnica de calcinación a 550°C. Este método solo permite calcular los minerales. Las cenizas de la leche tienen carácter básico, pues los minerales presente son todos óxidos básicos.

Hidratos de carbono. La lactosa es el azúcar principal de la leche, constituido por β (1-4) glucosa unida a galactosa, y además el constituyente mayoritario del extracto seco (entre 45-50 g/L).

Existen, además, otros glúcidos (poliósidos, glúcidos con nitrógeno), pero se encuentran minoritariamente representados.

La lactosa es el único glúcido fermentable presente en la leche en cantidades importantes y por ello tiene una gran importancia tecnológica. Las bacterias lácticas metabolizan la lactosa transformándola en ácido láctico (Alais, 1985).

Vitaminas. Las vitaminas son pequeñas moléculas de estructuras variadas.

- ✓ *Vitaminas liposolubles* (A, D y E) asociadas a la materia grasa; por esta razón se encuentran en la nata y la mantequilla tras el descremado, y no se hallan en la leche descremada ni en el lactosuero.
- ✓ *Vitaminas hidrosolubles* (B₁, B₂, C, etc.). Se encuentran en la fase acuosa: leche desnatada y lactosuero (la mantequillas no las contiene). La riqueza de la leche en estas vitaminas depende poco de las influencias exteriores, por ello su contenido varía relativamente poco (Alais, 1985).
- ✓ El contenido de vitaminas de la leche de cabra es similar a la de vaca y la leche humana. La leche de cabra proporciona más altas de vitamina A, cantidades adecuadas de niacina, tiamina, riboflavina, pantotenato para los bebés y adultos (Park, 2009), mientras que es deficiente en ácido fólico y vitamina B₁₂ (Park y Haenlein, 2006). La leche de cabra carece de β -caroteno, que se convierte totalmente en retinol y es la razón por la leche de cabra es siempre blanco en contraste con la leche de vaca

Microorganismos de la leche. La leche, es también un medio favorable desde el punto de vista físico para la multiplicación y el crecimiento de una gran diversidad de microorganismos. De entre los que se pueden encontrar en la leche, unos son beneficiosos (por ejemplo, bacterias lácticas), algunos son alterantes y otros son perjudiciales para la salud y por ser un producto de origen animal sujeto a una gran diversidad de métodos de producción, se puede contaminar con un amplio espectro de microorganismos presentes en pezones, canal del pezón, superficies de la ubre, ubres mastíticas, agua contaminada utilizada en los sistemas de lavado, equipos de ordeño, etc. (Piñeros *et al.*, 2005).

Los grupos microbianos más importantes en lactología pueden dividirse, desde un punto de vista funcional, en:

- ✓ Bacterias lácticas.
- ✓ Bacterias esporuladas.
- ✓ Bacterias de origen fecal y microorganismos patógenos.

Bacterias lácticas. La importancia de las bacterias lácticas ha de contemplarse desde dos puntos de vista totalmente opuestos, ya que pueden comportarse como microorganismos alterantes o beneficiosos. La acción negativa se debe a que metabolizan la lactosa, produciendo ácido láctico que al acumularse en la leche la altera. En la leche cruda es necesario, detener la multiplicación de las bacterias lácticas, lo que se consigue eficazmente mediante la refrigeración, ya que son bacterias mesófilas o termófilas y dejan de multiplicarse activamente por debajo de los 8-10°C (Báez, 2004).

Los efectos beneficiosos de las bacterias lácticas radican principalmente en tres acciones:

- * Atacan la lactosa produciendo ácido láctico.
- * Participan en las degradaciones proteicas que acontecen durante los procesos de maduración.
- * Generan compuestos que dan sabor y olor.
- ***Streptococos:*** Son los responsables de la acidificación de la leche o de los productos lácteos. Causan algunos cambios deseables en la mantequilla, queso y leche, que dan como resultado, aromas y sabores agradables. Los más importantes son (Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, 1987).
- *Streptococos Lactis:* No sobreviven a pasteurización larga a 63° C. Transforma los azúcares en malta, dando el olor y sabor a la mantequilla. El agua favorece su desarrollo.
- *Streptococos Cremoris:* Tiene Los mismos fines que el *S. Lactis*. Junto con cultivos mixtos degrada o descompone la caseína y participa en la maduración de los quesos blancos.
- *Streptococos Diacetilactis:* Forman ácido láctico. Fermenta las sales cítricas de la leche constituyéndolas en sustancias aromáticas importantes en la mantequilla.
- *Streptococos Termophilus:* Se encuentra en la ubre sana de las vacas, en las máquinas ordeñadoras, en recipientes, en la leche cruda. Resistente hasta casi

80 ° C. Temperatura óptima 37 ° C. Junto con el *Lactobacillus bulgaricus* forman el cultivo de yogurt.

- *Streptococcus Bovis*: Se encuentra en el intestino, estiércol y saliva de la vaca. Sobrevive a pasteurización corta. Participa en la maduración de los quesos.
- *Streptococcus Faecium*: Es el más resistente a la temperatura. Se emplea en cultivos acidificantes. La leche cruda pueden coagularla después de 8 a 10 días de conservación a 5° C, con formación de ácido láctico.
- ***Lactobacilos***: Son los bastones que crecen en el suero de los quesos. Son anaerobios, no móviles, no esporulados, su tamaño varía. Se encuentra en la leche y sus productos. Entre los más importantes están (Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA, 1987):
- *Lactobacillus Bulgaricus*: Presente en la leche y quesos crudos. Producen ácido láctico. Interviene en La fabricación del yogurt proporcionándole el sabor y aroma característicos.
- *Lactobacillus Acidophilus*: Desdobla los azúcares para formar ácido láctico.
- *Lactobacillus Brevis*: Participa en la maduración de los quesos.
- *Lactobacillus Casei*: Aparece en la leche cruda. Participa en la maduración de quesos. Puede coagular la leche a temperatura ambiente.
- *Lactobacillus Thermophilus*: Su proliferación está por encima de 45° C. También está presente en productos conservados a 5° C.

Bacterias esporuladas. Entre la microbiota de la leche pueden existir formas esporuladas, principalmente del género *Bacillus* y *Clostridium*. Las esporas son destruidas sometiendo la leche a un tratamiento térmico superior a los 100°C. En relación con los quesos duros y semiduros, las esporas que adquieren mayor importancia son las de ciertas especies del género *Clostridium*. La pasteurización de la leche no destruye las formas esporuladas, por lo que, si están presentes en ella, van a pasar a los derivados lácteos (Heer, 2007).

Bacterias de origen fecal. La presencia de tasas elevadas de bacterias fecales en la leche cruda constituye un índice de obtención y manipulación de la leche en condiciones higiénicas deficientes (Enamorado, 2003).

Los efectos que producen son:

- * Alteran la leche acidificándola
- * Dan a la leche mal aspecto y sabor
- * La leche se convierte en vehículo de especies patógenas como salmonella

5.1.4.2 Propiedades fisicoquímicas. O constantes físicas de la leche también nos dan información acerca de su calidad y de las condiciones en que el producto llega a la planta para su procesamiento y transformación.

pH. La medición potenciométrica con el pH-metro es la única precisa. Su medida da información precisa del estado de frescura de la leche. Una leche fresca normal es neutra o ligeramente ácida. Su valor no es constante, sino que puede variar con el curso del ciclo de lactación y bajo la influencia de la alimentación.

El pH cambia de una especie a otra, dadas las diferencias de composición química, especialmente en caseínas y fosfatos. Si han actuado las bacterias lácticas, una parte de la lactosa de la leche se degrada a ácido láctico, lo que hace que aumente su concentración de iones de hidronio (H_3O^+), y por tanto el pH disminuye ((Alais, 1985; Luquet, *et al.*, 1991).

Acidez titulable. Resultado de una valoración de la suma de cuatro reacciones.

- Acidez debida a la caseína; alrededor de 2/5 de la acidez natural.
- Acidez debida a las sustancias minerales y a los indicios de ácidos orgánicos; igualmente unos 2/5 de la acidez natural.
- Reacciones secundarias debido a los fosfatos; sobre 1/5 de la acidez natural, designadas con el término de “overrun”
- *Acidez desarrollada*, debido al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa, eventualmente de los lípidos.

La acidez se expresa convencionalmente en grados DORNIC, 1 °D corresponde a 0.1 g de ácido láctico por litro de leche y esta valoración se lleva a cabo en la práctica mediante la técnica de titulación usando soda caustica en presencia de fenolftaleína como indicador (Alais, 1985; Luquet, *et al.*, 1991).

Densidad. No es un valor constante, por estar determinada por dos factores opuestos y variables:

- Concentración de los sólidos disueltos y en suspensión (sólidos no grasos); la densidad varía proporcionalmente a esta concentración.
- Proporción de materia grasa; teniendo esta una densidad inferior a 1, la densidad global de la leche varía de manera inversa al contenido graso. Como consecuencia, la leche descremada es más densa que la leche entera.

La densidad de las leches es variable; los valores medios se encuentran entre 1.030 y 1.033 g/ml a la temperatura de 20°C. La densidad varía también con la temperatura; hoy en día se determina mediante aparatos especiales (termolactodensímetro) así como cálculos de corrección para la temperatura (Alais, 1985; Luquet *et al.*, 1991).

Punto de congelación. La leche se congela por debajo de los 0°C; porque las sustancias disueltas rebajan el punto de congelación de los disolventes puros (crioscopia).

Es una de las propiedades más constantes de la leche y su determinación se utiliza para revelar el fraude por adición de agua, sin embargo se señalan variaciones normales entre 0.530 y 0.575°C, esta diferencia se explica por las variaciones estacionales y la influencia del contenido de sales. El agua eleva, evidentemente, el punto de congelación hacia 0°C. Un valor igual o inferior a -0.53°C, permite sospechar una adición de agua.

Esta medición también aplica a la leche descremada, ya que el descremado no cambia el punto de congelación. Por el contrario la alteración por la fermentación láctica y la adición de sales solubles rebajan dicho punto (Alais, 1985; Luquet, *et al.*, 1991).

5.1.4.3 Calidad higiénica. La calidad higiénica se puede dividir en microbiológica y química (Caravaca *et al.*, 2003).

Calidad higiénica microbiológica. Se refiere a la cantidad y tipo de bacterias presentes en la leche como consecuencia del manejo durante el ordeño, el almacenamiento y el transporte de la misma. El contenido de microorganismos de la leche debe estar dentro de unos límites razonables, los cuales están establecidos por la legislación (Magariños, 2001).

Existen muchos indicadores de calidad higiénica entre diferentes métodos, entre los que se pueden mencionar los presentados a continuación:

- ✓ **Métodos indirectos:** Se fundamentan en la modificación de algunas propiedades por parte de los microorganismos. Dentro de este grupo están la determinación del sedimento (lacto filtración), temperatura, pH, acidez titulable, lacto fermentación y las pruebas de reducción de colorantes (azul de metileno o prueba TRAM, resazurina).
- ✓ **Métodos directos:** Se fundamentan en determinar la presencia y/o el número de microorganismo en los alimentos. En el análisis de la leche cruda se emplean los siguientes: **Recuento Microscópico Directo, Recuento Estándar en Placa (RSP)**
- ✓ **Recuento Estándar en Placa:** También conocido como recuento total de bacterias mesófilos RTB, es el análisis directo mayormente empleado para determinar la calidad microbiológica de la leche y otros alimentos. El método consiste en hacer diluciones de la muestra y sembrar en placas de petri con agar no selectivo; con incubación a 37°C durante 48 h., se cuentan las colonias

observadas las cuales permiten obtener el número de unidades formadoras de colonias por mililitro de muestra (UFC/ml). Cuando el recuento de mesófilos es alto, se sabe que su incremento se debe a fallas en las prácticas de higiene en la obtención y manejo de la leche. Una leche higiénica normalmente contiene menos de 100.000 UFC/ ml, mientras que una leche mal manejada puede contener de 2 a 20 millones de UFC/ml. Este recuento es muy importante en la determinación de la calidad de la leche cruda y su pago por calidad higiénica (Piñeros *et al.*, 2005; Pinzón, 2006).

- ✓ **Recuento de Bacterias Termodúricas, Termófilas, Psicrófilas:** Cuando se desea determinar los tipos microbianos presentes en la leche se utilizan análisis específicos. Usando el método del RPS pero variando la temperatura de incubación se pueden seleccionar los diferentes grupos de bacterias según su temperatura óptima de crecimiento (Piñeros *et al.*, 2005).
- ✓ **Coliformes Totales, Coliformes Fecales, Numero más Probable (NMP):** Su determinación puede hacerse en placas con agar rojo bilis, cristal violeta (coliformes totales), chromocult es un medio de cultivo selectivo para la detección y recuento de coliformes totales y de coliformes fecales o en tubos con caldo verde brillante (NMP), donde además se puede observar la acumulación de gas.
- ✓ **Recuento de células somáticas (RCS):** Las células somáticas son células provenientes del propio organismo del animal productor; células de descamación del epitelio glandular y sobre todo de defensa inmunológica (neutrófilos, que constituyen hasta un 99% del total de las células somáticas en leche de animales infectados con mastitis, macrófagos y linfocitos) (Caravaca *et al.*, 2003).
- ✓ **Calidad higiénica química.** La leche no debe contener sustancias químicas nocivas para el hombre, lo que se traduce a que la leche debe ser inocua para el consumidor, no debe contener antibióticos, antisépticos, hormonas, pesticidas, etc. (a los residuos antibióticos y detergentes, principalmente también se les llama sustancias inhibidoras). Dentro de esta calidad también se podría incluir la adición de agua y suero, la cual, si bien no supone riesgo para la salud del consumidor, representa fraude (Caravaca *et al.*, 2003).
- **Adulteración con inhibidores-antibióticos.** Los Inhibidores son residuos, o restos, de sustancias antibacterianas que se administran a los animales enfermos con el objeto de controlar enfermedades infecciosas y frenar o inhibir completamente el crecimiento bacteriano (Hernández *et al.*, 2010). La presencia en la leche de antibióticos puede tener consecuencias tanto desde el punto de vista toxicológico como tecnológico ya que al transformarse la leche en queso o yogur, estos no permiten la maduración o fermentación y por lo tanto no es posible obtener un producto de calidad.

- Los adulterantes se clasifican así:

Conservantes: Entre los más usados y comunes son: Hipocloritos, cloraminas, dióxido de cloro, peróxido de hidrogeno, formaldehído.

Neutralizantes: Dentro de estas sustancias se encuentran la orina bovina, carbonatos, hidróxido de sodio, bicarbonato de sodio y jabón.

Adulterantes: Los más comunes son las harinas y los almidones, los cloruros y la sacarosa.

5.1.5 Análisis sensorial de los alimentos. Para mantener la calidad del producto se utilizan diversos procedimientos de aseguramiento de calidad: pruebas físicas, químicas, microbiológicas y sensoriales.

Los métodos de evaluación sensorial o pruebas sensoriales son indispensables en el *control de la calidad* de los alimentos. Es frecuente que se rechacen producciones por problemas sensoriales, iniciándose procesos de reclamación contra los productores (Zamora, 2007).

El análisis sensorial o evaluación sensorial es el análisis de los alimentos u otros materiales a través de los sentidos (Anzaldúa, 1994). Otro concepto que se le da a la evaluación sensorial es el de la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el mismo momento que lo observa y después que lo consume (Hernández, 2005).

La evaluación sensorial, es importante para la industria de alimentos, para los profesionales encargados de la estandarización de los procesos y los productos, para los encargados de la producción y promoción de los productos alimenticios, ya que deben conocer la metodología apropiada, que les permita evaluar los alimentos haciéndolos de esta manera competitivos en el mercado.

5.2 ANTECEDENTES DEL TEMA

La cabra parece que fue uno de los primeros animales que domesticó el hombre (período Neolítico a partir de algunas especies que aún existen en estado salvaje) (Boza y Sanz, 1984). Desde esos tiempos siempre ha estado presente junto al hombre, como el versátil animal doméstico proveedor de carne, leche, piel o pelo. Se extendió por todo el mundo dada a su fácil adaptación a los más variados climas, ocupando el área de distribución más amplia de los animales domésticos. Su talla pequeña, pocas exigencias, facilidad de movimiento para cosechar su

alimentación (forraje), docilidad y elevada producción, tuvieron que hacerla muy apreciada por el hombre primitivo (Boza y Sanz, 1997).

Bajo este contexto, Boza y Sanz (1997), afirman que desde épocas clásicas a la actualidad, la cabra ha tenido un papel primordial en la producción de alimentos de calidad para el hombre, especialmente en las regiones desfavorecidas del mundo, donde todavía dichos alimentos constituyen la principal fuente de proteína para la población. Igualmente en el otro extremo de la agricultura, en los países más desarrollados, se ha seleccionado a esta especie para mejoramiento genético y aumentar su producción de leche.

Los países en desarrollo, últimamente han despertado un creciente interés por la cabra, debido a que su leche y sus productos derivados de esta, se consideran adecuados a las nuevas tendencias de consumos de alimentos sanos, que han hecho que la producción y consumo de leche de cabra sea cada vez más significativa (Harden y Hepburn, 2011).

De acuerdo a los anteriores antecedentes uno de los temas actuales en el campo agroindustrial, es el desarrollo de nuevos proyectos basados en la utilización de especies y materias primas innovadoras. En este contexto se han desarrollado investigaciones dirigidas a la utilización de estos bienes con el fin de conocer sus propiedades y los usos que se podrían obtener al manipular estas para un fin en común.

Han sido diversos los estudios realizados para caracterizar la leche de cabra, en cuanto a especies y regiones. Los estudios realizados de esta para su caracterización y procesamiento agroindustrial son mínimos o casi nulos en Colombia. Es así como se han adelantado estudios en diferentes partes del mundo.

Vega *et al.* (2007), determinaron los efectos del periodo del año, raza y su interacción sobre los valores de características fisicoquímicas: densidad, pH, acidez, punto crioscópico, así como el contenido en proteína (g/ml), grasa, lactosa, SNG y ST de muestras de leche de cabra de las razas Sannen y Alpino Francesa, obtenidas de unidades de producción localizadas en el Altiplano Mexicano, para establecer los criterios para la compra de leche que ingresa a una industria láctea caprina. Los resultados en este trabajo señalaron que la raza de las cabras, así como la época del año tuvieron efectos en las características y composición de la leche de cabra, lo cual puede influir en el precio pagado por la industria láctea caprina mexicana, a los productores.

Raynal-Ljutovac *et al.* (2008), actualizaron datos sobre la composición de las leches y productos lácteos procedentes de pequeños rumiantes con el fin de apreciar el impacto de estas en la producción de queso y los principales compuestos de valor nutricional de estas leches. Dentro de este contexto, se

presentó un nuevo programa nacional de Francia, con el objetivo de caracterizar de la leche de cabra, oveja y productos lácteos de estas, finalmente concluyeron que la actualización de las tablas de composición, aseguran una base fiable para la valorización nutricional y el etiquetado de estas leches y productos. Este estudio refuerza la posición de leche de cabra y oveja al igual que quesos de estas leches, como buenos proveedores de proteínas, energía, grasa, minerales y vitaminas.

Fiechter y Mayer (2012), realizaron un estudio que tuvo por objetivo analizar las características fisicoquímicas de leche de cabra y de oveja en Austria, así como la influencia de los efectos estacionales y las diferencias regionales; resaltando que la leche de cabra y oveja son utilizadas cada vez más en la producción de yogur y queso en Austria, concluyeron que por medio de este estudio se amplía el conocimiento sobre el valor nutritivo y la composición, así como de los parámetros que influyen en las propiedades tecnológicas de estas especies de leche, las cuales son de gran importancia para la fabricación de productos lácteos y así lograr que sean de alta calidad.

Se han hecho revisiones literarias (reviews) que reúnen y actualizan acerca de los estudios realizados a esta materia prima, sus características más relevantes, en estas se recoge información y se presenta de una manera organizada.

Jandal (1996), realizó una revisión sobre las diferencias fisicoquímicas, medicinales, nutricionales, biológicas y los aspectos inmunológicos (alergias) de la leche de cabra y oveja. También de los cambios en componentes de la leche, debido a tratamientos térmicos, así como los productos lácteos producidos a partir de estas especies para centrar la atención internacional sobre los productos lácteos que se pueden producir a gran escala en muchos países.

En la revisión de Sanz *et al.* (2003), se resalta la importancia del consumo de leche, destacando la calidad de la leche de los pequeños rumiantes desde un punto de vista nutritivo y saludable, añaden también sobre la composición y los comportamientos tecnológicos más importantes de la leche de estas especies, lo cual resulta en diferentes aspectos, superior a la leche de vaca.

En este contexto, Salvador y Martínez (2007), realizaron una revisión bibliográfica en Venezuela, que tuvo como objetivo recopilar los factores y cómo éstos afectan la producción y composición de la leche de cabra, estructurándose el trabajo en factores intrínsecos o propios del animal y factores extrínsecos; principalmente en condiciones tropicales, con el fin de hacer una contribución al conocimiento de la explotación de esta especie.

Amigo y Fontecha (2011) en España, discutieron sobre la producción de leche caprina en el mundo, ubicando como mayores productores en su orden, India, Banglaesh y Sudan; Francia, Grecia y España ocupan el lugar 5, 6 y 7 respectivamente. Analizaron los factores que afectan la producción y composición

de la leche, las propiedades características de leche de cabra y destacando el uso de leche de cabra en la elaboración de productos lácteos en los países del Mediterráneo y del Este de Europa, la cual ha adquirido importancia económica, principalmente a través de su utilización en la fabricación de queso.

En India, Kumar *et al.* (2012), resaltaron que la cabra es uno de los principales contribuyentes de la lechería (como se había mencionado anteriormente, este es uno de los países que mayor producción genera). La leche de cabra es la leche más consumida en muchas otras partes del mundo, resaltan sus propiedades nutricionales, ya que es fácilmente asimilable por el organismo, también tiene varios valores medicinales. Por lo tanto, invitan a tomar conciencia sobre las ventajas del consumo de leche de cabra y que estas características se deben popularizar para que la producción y la utilización de la leche de cabra se puedan mejorar.

En general las revisiones bibliográficas (reviews) consultadas, hacen hincapié sobre la composición de leche de cabra en diferentes razas, las propiedades de sus componentes, sus diferencias en composición frente a la leche tradicional de consumo (leche de vaca).

Cabe mencionar también que se han realizado estudios acerca de la calidad microbiológica (higiénica) de la leche de cabra.

Es así como, en Miranda, Estado de Zulia, Venezuela García *et al.* (2009), determinaron la calidad bacteriológica de la leche de cabra a nivel de pezón y en muestras del total de la leche producida en la explotación, para lo cual se evaluó, aerobios mesófilos, coliformes totales, psicrófilos, termodúricos y termófilos y así identificar los principales géneros presentes. Los resultados demostraron que la calidad bacteriológica de la leche de cabra fue muy baja, evidenciada por los altos recuentos y de los aislamientos que estuvieron representados por *Staphylococcus* sp (54,84%), *Streptococcus* sp (22,58%), *Micrococcus* (16,13%) y *Pseudomonas* (6,45%). Se observó un predominio de cocos Gram+ los cuales están asociados a la mastitis clínica y subclínica. Las muestras del total del rebaño mostraron elevados recuentos de aerobios mesófilas ($1,8 \times 10^7$ UFC/ml) y coliformes totales ($8,3 \times 10^5$ UFC/ml). Dentro de los coliformes identificados, se observó un predominio de bacterias indicadoras de contaminación fecal al ser 40% de estas *E. coli* y 35% *Enterobacter*.

Morales *et al.* (2012), en la región de Miravalles, Puebla, México. Evaluaron la calidad microbiológica de la leche cruda de cabra en función del tipo de sistema de explotación (pastoreo o estabulado) y el número de cabras que posea en productor, determinando la presencia de bacterias mesófilas aerobias (BMA), coliformes totales (CT), fecales (CF) y patógenas como *Salmonella spp.* Finalmente concluyeron que todas las muestras de leche cruda de cabra,

cumplieron con las normas que rigen este país en cuanto a composición y al número de BMA, sin embargo, el número de CT y CF excedieron ampliamente los límites microbiológicos establecidos en la norma mexicana. Estos resultados muestran deficiencias sanitarias en el proceso de ordeña y manejo de la leche de cabra. Por otro lado, no se detectó la presencia de *Salmonella* en la totalidad de las muestras. Se observaron diferencias en la calidad sanitaria de la leche, en función al número de cabras de cada productor y el sistema del manejo del ganado (estabulado y pastoreo). La calidad sanitaria de la leche cruda de cabra fue mejor en productores con menor número de cabras y sistema de explotación de pastoreo.

6. METODOLOGÍA

6.1 LOCALIZACIÓN

La Cooperativa de Productos Lácteos de Nariño Ltda, tiene 3 centros de acopio y procesamiento de leche ubicados en el departamento de Nariño así: Planta Aranda ubicada en el Barrio Aranda del municipio de Pasto, Planta Guachucal y Planta Pupiales ubicadas en el municipio del nombre de la planta. El acopio de la leche de cabra se realiza en Planta Aranda, debido a que los productores se ubican en el área rural del municipio de Pasto. Posteriormente la leche se envía a Planta Guachucal para ser procesada en derivados lácteos, específicamente en quesos; el traslado de la leche a esta planta es debido a la infraestructura con la que cuenta Planta Guachucal para elaboración de quesos.

6.2 POBLACIÓN Y MUESTREO

La población de muestreo para caracterizar la leche de cabra en el presente trabajo fue la leche proveniente de toda la zona de influencia de la planta Aranda que llega en cantinas de los diferentes proveedores, la cual se analizó en el laboratorio fisicoquímico de dicha planta.

De acuerdo a lo consultado con los proveedores de leche de cabra, las razas de cabra que ellos manejan son: cruces de Alpina Francesa- Saanen, Saanen-Nubiana y Alpina Francesa-Nubiana.

El número de muestras a analizar se determinó mediante la siguiente fórmula que se aplica para determinar muestras de una población infinita.

$$n = \frac{Z_{\alpha}^2 \cdot p \cdot q}{i^2} \quad (3)$$

Dónde:

n: Numero de muestras

Z: Valor correspondiente a la distribución de Gauss, 1,96 para el 95% de confianza y 2,58 para el 99%

p: prevalencia esperada del parámetro a evaluar, en caso de desconocerse (p=0,5)

Frecuencia esperada del factor a estudiar

q: 1- p

i: Precisión o error admitido= al 10%= 0.1

(Murray y Larry, 2009)

Teniendo en cuenta lo anterior y con un nivel de confianza del 95% el número de muestras fue:

$$n = \frac{1,96^2 \cdot 0,5 \cdot 0,5}{(0,1)^2} = 96,06$$

n= 96 número de muestras de leche que se caracterizaron durante los meses de mayo, junio y julio. La leche llega a la planta en cantinas en el vehículo transportador y estas se descargan en la plataforma de recepción de leche. Se tomaba la muestra para RTB e inhibidores y se realizaba la medición del volumen en las cantinas ya sea con la T de medición o la regla y observando el número que coincide en la boca de la cantina, conociendo así el volumen en litros que hay en las cantinas. Finalmente se tomaba la muestra para los análisis composicionales, fisicoquímicos y calidad higiénica química, de acuerdo a la descripción de la Figura 2.

La recolección de las muestras de leche se ajustó a la Norma Técnica Colombiana NTC 666. La toma de muestras se desarrolló en el momento de llegada de la leche a la planta.

Figura 2. Recepción y muestreo de materia prima en planta.



Fuente: Este estudio.

6.3 CARACTERIZACIÓN DE LECHE DE CABRA (*Capra aegagrus hircus*) EN CUANTO A CALIDAD COMPOSICIONAL, HIGIÉNICA Y PROPIEDADES FISICOQUÍMICAS

La caracterización del material se realizó mediante métodos descritos para el análisis fisicoquímico, microbiológico e higiénico de análisis de leche manejados en los laboratorios internos de la empresa, estos métodos son mencionados en las Tablas 3 a 6.

6.3.1 Calidad composicional:

Tabla 3. Métodos para determinar la calidad composicional.

Análisis	Método	Unidades	Fuente
Sólidos no grasos (SNG)	Lactómetro de Bertuzzi (Figura 3)	Porcentaje (%) m/m	Gerber <i>et al.</i> , 1994
Sólidos no grasos (SNG)	Fórmula de Richmond	Porcentaje (%) m/m	NTC 399
Materia grasa o SG	Gerber (Figura 4)	Porcentaje (%) m/m	CORPOICA, 2013
Sólidos Totales	Formula. $ST = SNG + SG$ (1).	Porcentaje (%) m/m	
Proteína	Kjeldahl	Porcentaje (%) m/m	Laboratorio externo

Fuente: Este estudio

Figura 3. Lactómetro de Bertuzzi (0-20% L34657) - Determinación de sólidos no grasos.



Fuente: Este estudio.

Figura 4. Butirómetro y dosificador Gerber- Determinación de Materia grasa.



Fuente: Este estudio.

6.3.2 Propiedades fisicoquímicas:

Tabla 4. Métodos para determinar las propiedades fisicoquímicas

Análisis	Método	Unidad	Fuente
Potencial de hidrógeno-pH	Potenciómetro (Figura 5)	-	Gerber <i>et al.</i> , 1994
Acidez Titulable	Titulación (Figura 6)	°D	NTC 4978
Densidad	Aerometría Lactodensímetro (Figura 7)	g/ml	Gerber <i>et al.</i> , 1994
Punto de congelación	Crioscopía (Figura 8)	°C	NTC 5135

Fuente: Este estudio.

Figura 5. pH-metro (Mettler Toledo Seven Easy 8603) - Medición de pH.



Figura 6. Acidímetro 0-100°D Medición de acidez titulable.



Figura 7. Medición densidad.

Lactodensímetro.
(Quevenne T=15°C 15-40 g/ml)



Fuente: Este estudio.

Figura 8. Medición punto de congelación.

Crioscópio Cryostar I.



Fuente: Este estudio.

6.3.3 Calidad higiénica:

- **Calidad microbiológica.**

Tabla 5. Métodos para determinar la calidad higiénica microbiológica.

Análisis	Método	Unidad	Fuente
Recuento total de bacterias	Recuento en placa (Figura 9)	UFC/ml	INVIMA, 1998
Recuento de Bacterias Termodúricas	Recuento en placa (Figura 10 y 11)	UFC/ml	INVIMA, 1998
Coliformes Totales y Coliformes Fecales.	Recuento en placa (Figura 12)	UFC/ml	INVIMA, 1998
Células Somáticas	Fluorescencia en CCD (Figura 13 y 14)	Células somáticas/ml	DeLaval, 2011

Fuente: Este estudio.

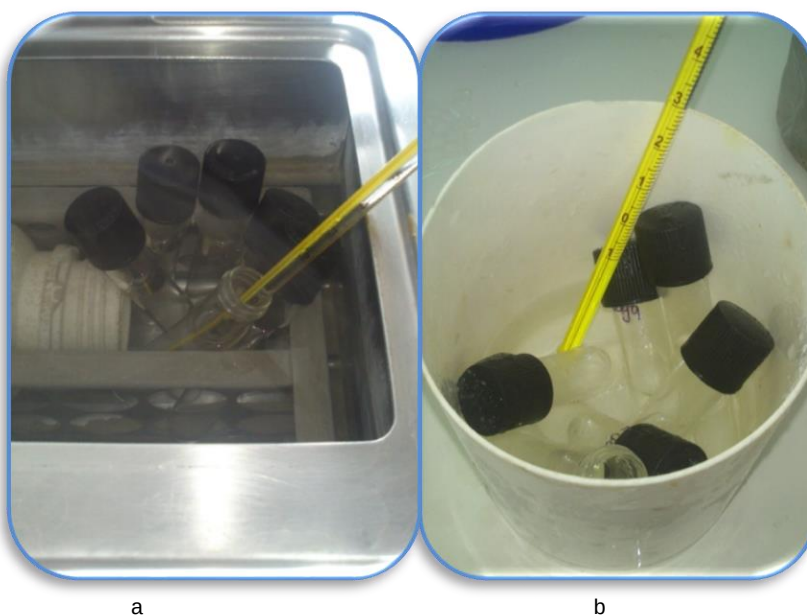
Figura 9. Materiales para recuento total de bacterias, termodúricas, coliformes totales y fecales.



Fuente: Este estudio.

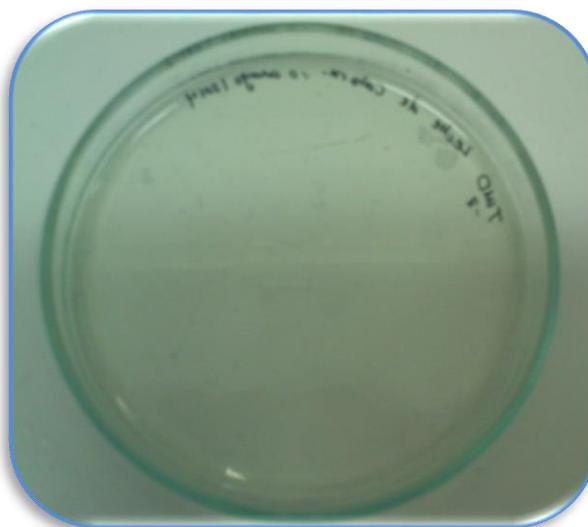
Figura 10. Tratamiento térmico para determinación de bacterias termodúricas.

a: Temperatura 72 °C. b: Temperatura 4°C.



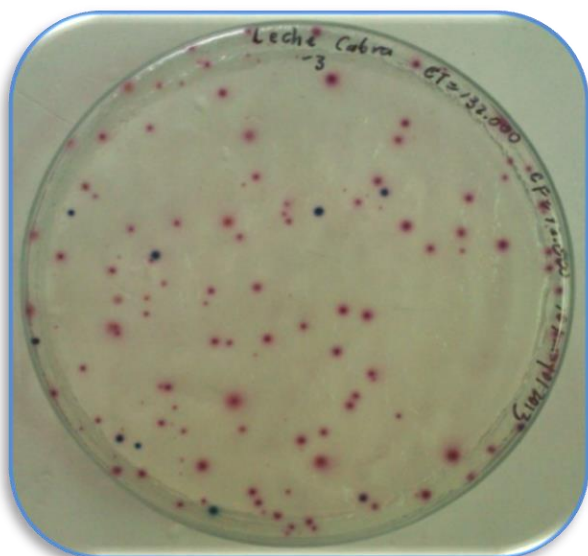
Fuente: Este estudio.

Figura 11. Lectura en caja bacterias termodúricas.



Fuente: Este estudio.

Figura 12. Lectura en caja coliformes totales^a, coliformes fecales^b.



- a. Estas bacterias corresponden a las UFC de color rosado.
- b. Estas bacterias corresponden a las UFC de color azul.

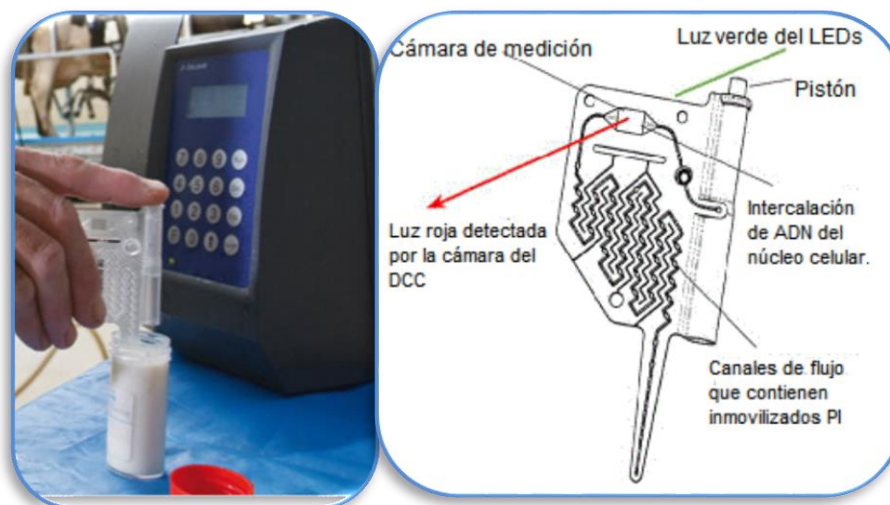
Fuente: Este estudio.

Figura 13. Contador de células somáticas DCC de DeLaval.



Fuente: DeLaval, 2011.

Figura 14. Toma de muestra y cassett para lectura de células somáticas.



Fuente: DeLaval, 2011.

Los datos de calidad composicional y calidad higiénica microbiológica se registraron en el formato de toma de datos para caracterización de leche de cabra (véase Anexo 1).

- **Calidad higiénica química:**

Tabla 6. Métodos para determinar la calidad higiénica química.

Análisis	Método	Unidad	Fuente
Inhibidores	SNAP Betalactámicos. (Figura 15)	+/-	IDEXX Laboratorios, 2012
Inhibidores	Delvotest. (Figura 16)	+/-	DSM, 2013
Hipocloritos, cloraminas y dióxido de cloro	Colorimétrico con yodo.	+/-	Niño <i>et al.</i> , 1988
Peróxido de hidrogeno (agua oxigenada)	Colorimétrico con pentóxido de vanadio en medio ácido al 1% (Figura 17)	+/-	
Formaldehído	Colorimétrico con cloruro férrico y ácido sulfúrico.* (Figura 18)	+/-	
Neutralizantes	Colorimétrico con oxalato de potasio al 30% en solución de fenolftaleína al 2%. (Figura 19)	+/-	
Harinas y almidones	Colorimétrico con yodo-yoduro de potasio. (Figura 20)	+/-	
Cloruros	Colorimétrico con nitrato de plata y cromato de potasio. (Figura 21)	+/-	

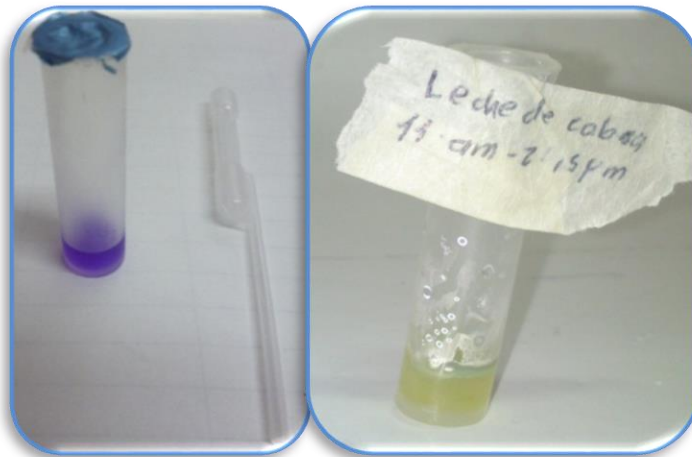
Fuente: Este estudio.

Figura 15. Kit de Snap Betalactámicos y resultado negativo para la prueba



Fuente: Este estudio.

Figura 16. Kit de Delvotest y resultado negativo para la prueba.



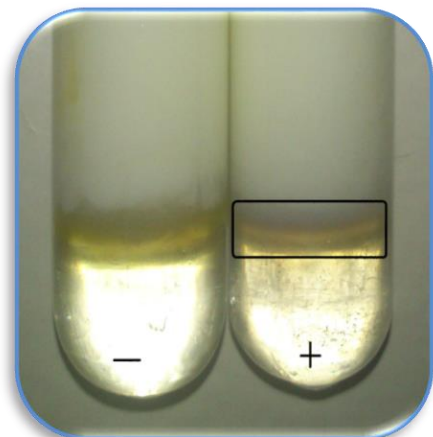
Fuente: Este estudio.

Figura 17. Resultados negativo y positivo para prueba de peróxido de hidrógeno.



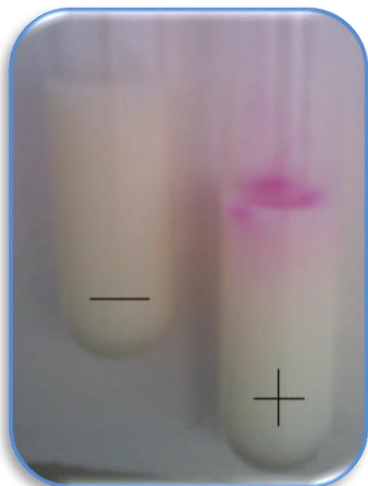
Fuente: Este estudio.

Figura 18. Resultados negativo y positivo para prueba de formaldehído



Fuente: Este estudio.

Figura 19. Resultados negativo y positivo para prueba neutralizantes.



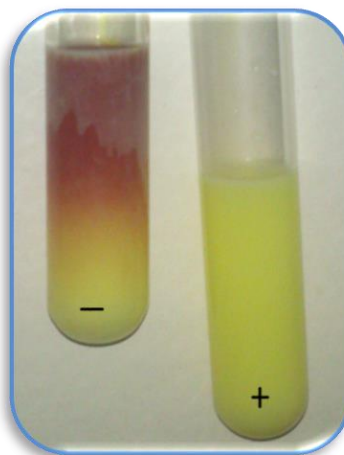
Fuente: Este estudio.

Figura 20. Resultados negativo y positivo para prueba harina y almidones.



Fuente: Este estudio.

Figura 21. Resultados negativo y positivo para prueba cloruros.



Fuente: Este estudio.

6.4 EVALUACIÓN PARÁMETROS DE PASTEURIZACIÓN DE LECHE DE CABRA

Mediante ensayos de pasteurización a escala de laboratorio, se establecieron los parámetros (temperatura y tiempo) de pasteurización de leche de cabra, ya que dentro del plan HACCP de la empresa, se ha establecido esta operación como un Punto Crítico de Control (PCC) (Tabla 7). Para ello se establecieron las siguientes condiciones de pasteurización que se establece en la literatura (Alais, 1985; Quiles y Hevia, 1994; Food-Info.net, 1999; Jiménez *et al.*, 2003).

Tabla 7. Parámetros de ensayos para pasteurización de leche de cabra.

ENSAYO	PARÁMETROS	
	Temperatura (°C)	Tiempo (min)
1	63-65	30
2	72-75	30
3	83-85	5

Nota: Las repeticiones de cada ensayo se hicieron por triplicado.

Fuente: este estudio.

En estos ensayos se evaluaron condiciones fisicoquímicas, microbiológicas de materia prima, producto pasteurizado y terminado y condiciones sensoriales de producto terminado mediante prueba sensorial afectiva (medición de grado de satisfacción) con escala hedónica verbal de 3 puntos con las personas que hicieron parte del grupo de evaluación sensorial (Véase Anexo 2).

Como control de calidad, a la leche pasteurizada se realizan las pruebas que determinan el grado de calentamiento de la leche (enzimas fosfatasa alcalina y peroxidasa) y así evidenciar la efectividad del tratamiento térmico aplicado a la matriz. Estas pruebas se utilizan como medida de vigilancia frente a la pasteurización y además para determinar la adición de leche cruda o elaboración de productos lácteos con leche cruda (Lorenzen *et al.*, 2010).

Se realizaron ensayos de pasteurización lenta para verificar si la temperatura de inactivación de estas 2 enzimas es la misma en la leche bovina que en la leche caprina. Se manejaron las temperaturas cercanas a la inactivación de estas enzimas de acuerdo a lo reportado en la literatura que se encuentra en la Tabla 8, un tiempo de retención de 30 minutos o 5 minutos con choque térmico, y se manejó un control positivo para comparar los ensayos.

Tabla 8. Parámetros de pasteurización que inactivan las enzimas fosfatasa alcalina y peroxidasa.

Fosfatasa alcalina			Peroxidasa		
Temperatura (°C)	Tiempo	Fuente	Temperatura (°C)	Tiempo	Fuente
62	30 min	Alais, 1985	70	30 min	Alais, 1985
72	15 s	Alais, 1985	80	15 s	Alais, 1985
72	15 s	Jiménez <i>et al.</i> , 2003	80	30 s	Jiménez <i>et al.</i> , 2003
70	30 s	Quiles y Hevia, 1994	70	15 min	Quiles y Hevia, 1994
72	15-20	Food-Info.net, 1999	80	30 s	Quiles y Hevia, 1994

Fuente: Este estudio.

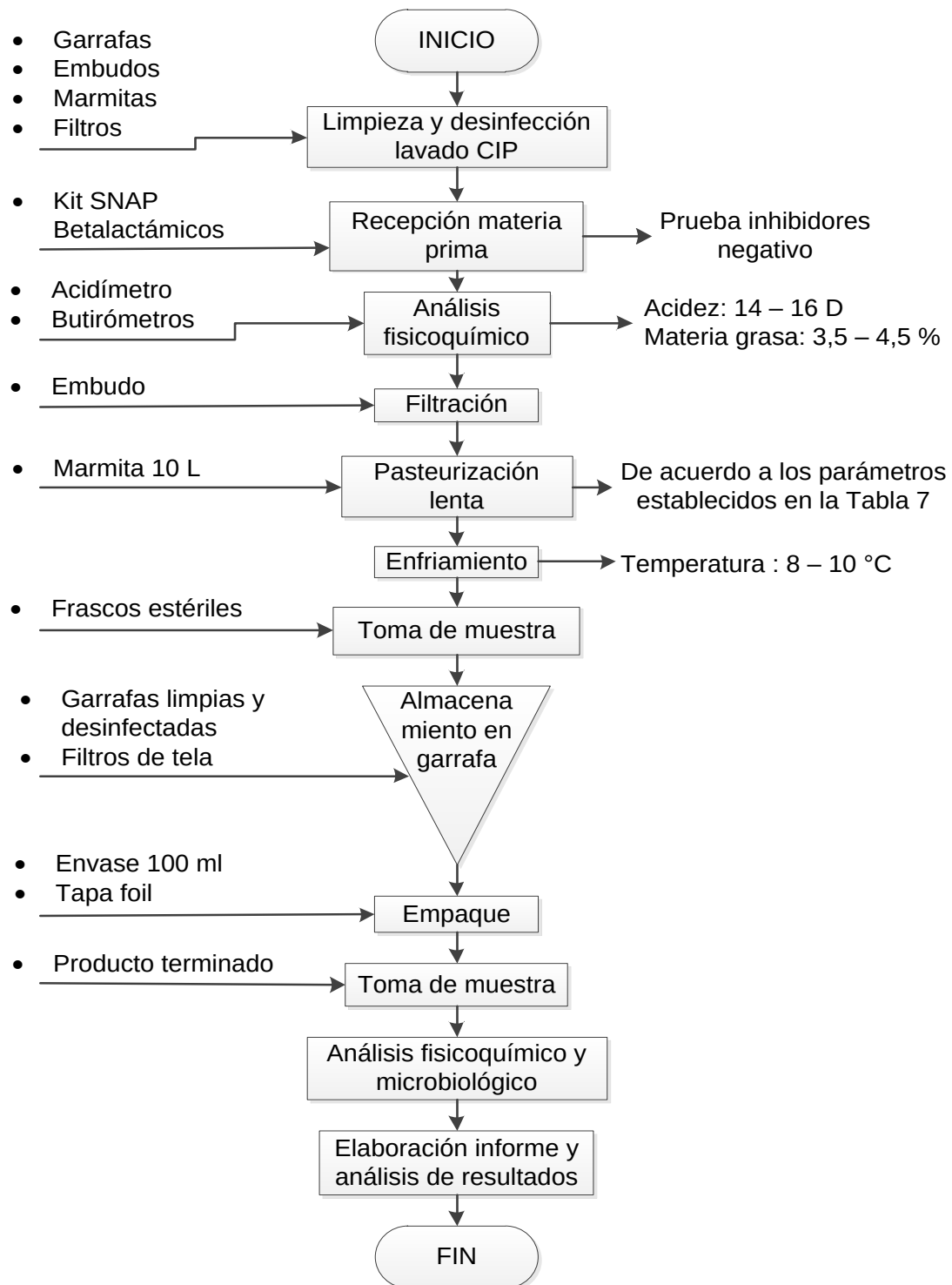
Para la realización de los ensayos se siguió el procedimiento expuesto en el Diagrama 1. Se utilizó una marmita de capacidad volumétrica de 10 litros, al finalizar cada ensayo se tomaron muestras en marmita y producto empacado para los posteriores análisis (Figura 22).

Figura 22. Marmita utilizada y toma de muestra en los ensayos de pasteurización de leche de cabra.



Fuente: Este estudio.

Diagrama 1. Procedimiento para ensayos de pasteurización de leche de cabra.



Fuente: Este estudio

Una vez realizadas las anteriores actividades y de acuerdo a los resultados obtenidos, se revisó el documento establecido por el SGI (Sistema de Gestión Integrado) de la empresa y se elaboró el documento POE (Procedimiento Operacional Estandarizado) para leche de cabra natural y saborizada, este documento fue socializado con el personal operativo del área de proceso.

Se verificaron las condiciones actuales del proceso, para lo cual se estableció el diagrama de espina de pescado y finalmente se elaboraron los documentos de trazabilidad respectivos con los requisitos de materia prima, producto en proceso y terminado (estos documentos al igual que los POES hacen parte del Sistema de Gestión Integrado de la empresa, por ende son de tipo confidencial).

6.5 ESTABLECER GRUPO DE EVALUACION SENSORIAL PARA ANÁLISIS DE LECHES HIGIENIZADAS Y DE LECHE DE CABRA

Se conformó el grupo de evaluación sensorial para analizar leches higienizadas incluida la leche de cabra, con la intención de suplir esta necesidad de la empresa, así como también con la intención de implementar un equipo de trabajo que de mayor nivel a La Cooperativa de Productos Lácteos de Nariño Colácteos LTDA en relación con las demás empresas productoras de alimentos y derivado lácteos. Con base a un estudio realizado con anterioridad en la empresa (Morán, 2010), se dispuso de la información para realizar la selección y entrenamiento de acuerdo a la metodología establecida por Mahecha (1985), para leche y la metodología establecida por Morán (2010).

Para lograr este objetivo se llevaron a cabo las siguientes etapas en la planta de Aranda en donde se higieniza la leche de cabra:

6.5.1 Convocatoria. Se citó al personal por medio de carteleras ubicadas en las diferentes dependencias de la planta y mediante comunicación interna, lo que motivó a las personas para que se inscriban y hagan parte del equipo de trabajo (Figura 23). Por sugerencia de jefatura de calidad y de producción se inscribió a personas que por permanencia en la empresa, conocimiento del producto y análisis de calidad debían hacer parte del grupo de evaluación sensorial, al igual que también hicieron parte del grupo sensorial las jefaturas de las diferentes correspondencias.

6.5.2 Entrevista. Se entregó una encuesta (véase Anexo 3), en la que los participantes se comprometían a cumplir con las obligaciones y condiciones que requieran las pruebas de evaluación sensorial. Esta encuesta permitiría obtener información respecto a la disponibilidad de horario, estado de salud de los aspirantes a ser miembros del equipo de valuación sensorial y sus hábitos

gastronómicos al igual que alergias e intolerancias a ciertos alimentos. A demás detectar algunos casos aislados de adicciones como: cigarrillo y bebidas alcohólicas.

Figura 23. Cartelera de convocatoria para conformar el grupo de evaluación sensorial en Planta Aranda.



Fuente: Este estudio.

6.5.3 Selección. Para cada evaluación se calificó la asistencia, la puntualidad, el interés y la asertividad en cada una de las pruebas. Lo anterior permitió obtener los puntos suficientes superiores al 75% para ser parte de los jueces seleccionados y entrenados. De acuerdo a lo anterior se seleccionaron las personas más adecuadas. En la Figura 24 se muestra la presentación de las muestras y las personas en la realización de las pruebas de selección.

En este espacio se realizaron varios tipos de pruebas que ayudaron a determinar el grado de sensibilidad de las personas que finalmente serían seleccionadas. Para escoger este grupo se tuvo en cuenta varios tipos de evaluaciones, las cuales se encuentran estipulados en la NTC 4129, con el fin de determinar la agudeza sensorial. Las pruebas fueron:

Test de detección y reconocimiento olores-aroma. Cada evaluador debía percibir el olor de cada muestra. Para esta prueba se presentó a los evaluadores varias muestras como se observa en la tabla 9. Estas muestras se identificaron con códigos y se presentaron a los candidatos para que se familiaricen con ellas escribiendo en el formato el aroma que corresponde a cada muestra (véase Anexo 4A). El vehículo utilizado para neutralizar el olfato, después de cada muestra fue café molido.

Tabla 9. Materiales empleados para el test de reconocimiento de aroma en la selección de jueces para ser parte del grupo de evaluación sensorial.

Aroma	Material
Cítrico	Limón-naranja
Dulce	Vainilla
Floral	Rosas
Aromático	Manzanilla
	Eucalipto
	Canela

Fuente: Norma Técnica colombiana 4129.

Test para la determinación de un estímulo. Usados para determinar la capacidad de diferenciar entre tres muestras, estos test se basan principalmente en pruebas triangulares, en las que se presentó al evaluador sabores básicos, con el fin de que cada aspirante identificara la muestra diferente.

Tabla 10. Concentraciones utilizadas en prueba triangular para determinación de un estímulo en la selección de jueces para ser parte del grupo de evaluación sensorial

Sabor básico	Muestras iguales (g/L)	Muestras diferentes (g/L)
Dulce	10	7
Salado	3	1
Acido	0,3	0,1
Amargo	0,3	0,1

Fuente: Norma Técnica colombiana 4129.

Los jueces probaron las muestras y diligenciaron en la hoja de respuestas el nombre del sabor que correspondía a cada muestra (véase Anexo 4B)

Test de reconocimiento de sabores básicos. Es una prueba que determina si el juez tiene agudeza sensorial normal, reconociendo sabores básicos. Para esta prueba se presentó a los evaluadores varias muestras, como se observa en la

Tabla 11. Estas muestras se identificaron con códigos de tres dígitos y se presentaron a los candidatos para que se familiaricen con ellas escribiendo en el formato (véase Anexo 4C) el sabor que corresponde a cada muestra.

Tabla 11. Materiales y concentraciones empleados para el test de reconocimiento de sabor en la selección de jueces para ser parte del grupo de evaluación sensorial.

Sabor	Material	Concentración en agua a temperatura ambiente g/L
Dulce	Sacarosa	10
Ácido	Ácido cítrico	1
Amargo	Cafeína	0,5
Salado	Cloruro de sodio	5

Fuente: Norma Técnica colombiana 4129

Test de discriminación entre niveles de intensidad de un estímulo. Este test se basa en la prueba de ordenamiento o Ranking, donde se le presentó a cada evaluador, cinco muestras con diferentes intensidades en el sabor, en orden aleatorio y ellos debían colocar las muestras en orden de intensidad creciente. Se emplearon para esta prueba los materiales y concentraciones de la Tabla 12.

Tabla 12. Materiales y concentraciones empleadas para el test de discriminación de un estímulo en la selección de jueces para ser parte del grupo de evaluación sensorial.

Sabor Básico	Material usado	Concentración de material en agua a temperatura de refrigeración g/L				
Dulce	Sacarosa	2	4	6	8	10
Ácido	Ácido cítrico	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Amargo	Cafeína	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5
Salado	Cloruro de sodio	0,5	0,8	1	1,5	2,0

Fuente: Norma Técnica colombiana 4129.

Los jueces probaron las muestras y diligenciaron en la hoja de respuestas el nombre del sabor que correspondía a cada muestra (véase Anexo 4D).

6.5.4 Capacitación. Para conformar los jueces que hicieron parte del grupo de evaluación sensorial, fue indispensable instruir a los miembros del grupo con la parte teórico-práctica sobre lo trabajado en cada una de las partes del proceso, las características de los productos a evaluar, como también, las características para desarrollar la capacidad de detectar, reconocer y distribuir estímulos sensoriales. Con lo anterior se pretendió que los jueces finales tengan mejor desarrollo de la memoria sensorial y por lo tanto exista una mejor calidad de evaluaciones por parte del grupo de evaluadores.

Figura 24. Selección de jueces y presentación de las muestras para selección.



Fuente: este estudio

Se dictó las primeras charlas de capacitación respecto a la manera de catar los alimentos en general, hacer énfasis en la percepción de los atributos más evidentes como olor, aroma y gusto con su respectiva diferenciación para cada sabor en la lengua, órganos de los sentidos. Igualmente se informó del uso de perfumes, cremas olorosas, uso de cremas dentales antes de las pruebas y acceso a la comida previa a la evaluación sensorial, entre otras.

Se trabajó los siguientes temas, que pueden variar dependiendo de las necesidades que se presenten en el momento:

- Importancia y aplicación del análisis sensorial
- Tipos de jueces
- Fisiología de los sentidos
- Descripción y evaluación sensorial de los atributos en los alimentos
- Condiciones generales de las pruebas
- Metodología de pruebas sensoriales

6.5.5 Entrenamiento. En este punto el juez ya tuvo la conciencia de no considerar su preferencia personal y el producto según su conocimiento previo, utilizando su facultad de discriminar al analizarlo.

En este caso se hizo el entrenamiento para leches higienizadas (entera, deslactosada, UHT y cabra); para lo cual se expusieron diferentes defectos que pueden presentar las leches, los jueces probaron estas muestras con el fin de familiarizarse con estos defectos, al igual que se expusieron las leches higienizadas sin defectos para aprender a identificarlas por sus atributos específicos y definir grupalmente los descriptores de cada leche. Estas actividades se realizaron en diferentes sesiones.

Con frecuencia los jueces principiantes experimentan dificultad para identificar algunos de los sabores no comunes característicos en la leche. Se entrenó a los jueces probando una serie de muestras preparadas especialmente para dar a la leche ciertos sabores no deseables, tal como se presenta en la Tabla 13. Además se realizaron pruebas discriminativas: triangular, dúo-trío y ordenamiento utilizando los formatos presentados en el ANEXO 5A, 5B y 5C respectivamente, esto con el fin que los jueces encuentren diferencias entre los diferentes tipos de leches higienizadas. Los jueces fueron jueces semientrenados o jueces de laboratorio (Anzaldúa, 1994).

Los aspectos a entrenar y evaluar fueron los establecidos por Zamora, 2007 para leches y leche de cabra higienizadas.

6.5.6 Evaluación en planilla de jura. Se modificó la planilla de jura (véase Anexo 6) siguiendo como guía la planilla de jura utilizada en los concursos de queso (Montero y Aranibar, 2008; Montero y Aranibar, 2011), de acuerdo a los atributos evaluados en la leche que se establecen en la FICHA DESCRIPTIVA DE LAS LECHES FLUIDAS expuesta por Zamora (2007), se definieron los atributos de cada tipo de leche de acuerdo al consenso realizado con los jueces en la etapa de entrenamiento (véase Anexo 7).

Tabla 13. Defectos propiciados en la leche para entrenamiento de jueces.

Muestra	Sabor	Preparación
1	Cocinado	Calentar un litro de leche a 80°C por un minuto
2	Pasto	Introducir un poco de ensilado de maíz aromático limpio en leche homogenizada. Dejar en reposo una hora. Filtrar
3	Insípido	Adicionar de 25 a 50 ml de agua corriente a un litro de leche.
4	Ajo	Adicionar de 2 a 4 gotas de extracto de ajo en un litro de leche homogenizada o agregar un diente de ajo macerado hasta obtener el sabor deseado.
5	Calentado	Mezclar una parte de la muestra con el sabor a cocinado (Nº1) con tres partes de leche homogenizada. Variar las proporciones para lograr la intensidad deseada.
6	Muy Acido	Inocular 250 ml de leche homogenizada con 50 ml de kumis. Almacenar durante la noche.
7	Cebada	Remojar 2 cucharaditas de cereal de desayuno en 250 ml de leche homogenizada durante 2 horas. filtrar
8	Cebolla	Adicionar de 2 a 4 gotas de extracto de cebolla a 250 ml de leche; o adicionar con una porción de cebolla macerada para que del sabor deseado
9	Oxidado por metal	Disolver 1g de sulfato de cobre en 99 ml de agua. Adicionar 0.2 ml de esta solución a 1% a 250 ml de leche pasteurizada sin homogenizar. Almacenar a 4 °C durante 48 horas.
10	Rancio	Mezclar una parte de leche cruda con 3 partes de leche homogenizada. Almacenar durante la noche a 4°C
11	Salado	Adicionar 5 ml de una solución saturada de cloruro de sodio a 250 de leche homogenizada. Aumentar o disminuir las adiciones para lograr la intensidad deseada.
12	Oxidado por luz	Colocar 250 ml de leche homogenizada (en botella de vidrio transparente) a luz directa, brillante de medio día por 15 a 30 minutos. Almacenar a 4 °C.
13	Dulce	Disolver de una a dos cucharaditas de sacarosa en leche homogenizada hasta obtener la intensidad deseada.
14	Natural	Disponer de muestras de leche homogenizada de diferentes marcas. Colocar las muestras en vasos, codificar y aleatorizar con las muestras que no tienen sabor agradable.

Fuente: Mahecha, 1985.

Según CNLM (2009) y CNLM (2011), la puntuación individual de cada descriptor se utiliza una escala de 1 a 5 puntos. Tiene como objetivo establecer el grado de concordancia con el requisito sensorial preestablecido para cada variedad de leche. De tal modo, un descriptor es calificado con:

5 puntos si posee una "concordancia con el requisito sensorial preestablecido".

4 puntos si posee una "mínima desviación con el requisito sensorial preestablecido".

3 puntos si posee una "desviación perceptible del requisito sensorial preestablecido".

2 puntos si posee una "desviación considerable del requisito sensorial preestablecido".

1 punto si posee una "desviación muy considerable del requisito sensorial preestablecido".

El puntaje de cada leche se calculó como la suma de los puntajes asignados para cada descriptor. Para determinar la desviación de cada atributo en la leche se definieron las calificaciones para los defectos que se pueden presentar por atributo en las leches higienizadas y se estableció los defectos de leches higienizadas clasificadas por atributos (Anexo 8). Cada leche fue evaluada por los jueces semientrenados (Figura 25), los cuales fueron entrenados en la metodología antes mencionada.

El puntaje final de la leche se determinó como el promedio entre los puntajes individuales proporcionados por cada juez participante en dicha evaluación. Siguiendo las bases y reglamentos del concurso, las leches se clasificaron como:

- **Calidad Extra o A:** aquellas que hayan sumado un mínimo de 55 puntos.
- **Calidad Primera o B:** aquellos que hayan sumado entre 50 y 54,9 puntos.
- **Calidad Segunda o C:** aquellos que hayan sumado entre 45 y 49,9 puntos.
- **Sin calificación de calidad:** aquellos que hayan sumado menos de 44,9 puntos.

Figura 25. Jueces semientrenados en evaluación sensorial.



Fuente: Este estudio.

Para definir esta calificación se hizo Equivalencia con la puntuación para quesos, ya que la puntuación máxima que puede obtener un queso es 100 puntos, mientras una leche fluida es de 60 puntos debido a la menor cantidad de atributos evaluables en leches fluidas.

Las leches higienizadas evaluadas fueron de diferentes marcas incluidas las marcas de la empresa (Figuras 26 a 29), y también se incluyó una muestra con leche que presentaba un defecto tal como indica la Tabla 13.

Figura 26. Leche pasteurizada entera de diferentes marcas utilizadas para evaluación sensorial en planilla de jura.



Fuente: Este estudio.

Figura 27. Leche UHT entera de diferentes marcas utilizadas para evaluación sensorial en planilla de jura.



Fuente: Este estudio.

A todas las leches higienizadas se realizó un análisis fisicoquímico, esto con el fin de verificar si la materia prima a evaluar cumplía con los parámetros establecidos en el decreto 616 de 2006; cabe destacar que la metodología para realizar el análisis fisicoquímico de las leches de diferentes marcas, fue la misma metodología aplicada en la caracterización de la leche de cabra.

Figura 28. Leche pasteurizada entera deslactosada de diferentes marcas utilizadas para evaluación sensorial en planilla de jura.



Nota: En el mercado local solo se encuentran estos dos tipos de leche pasteurizada entera deslactosada.

Fuente: Este estudio.

Figura 29. Leche de cabra pasteurizada entera de marca Colácteos utilizada para evaluación sensorial en planilla de jura.



Fuente: Este estudio.

6.5.7 Análisis sensorial leche de cabra saborizada- Prueba afectiva de medición del grado de satisfacción. La empresa incursionó en la producción de leche de cabra saborizada (fresa, vainilla y frutos rojos) y para determinar el sabor de la leche de cabra se realizó una prueba sensorial afectiva que mide el grado de satisfacción, esta evaluación la realizaron jueces no entrenados (clientes y empleados de planta), se aplicó el método de escala hedónica verbal descrito por Anzaldúa (1994), donde se calificaron las siguientes características: color, olor, sabor y textura.

Cada juez eligió entre la siguiente escala hedónica de 3 puntos (+1: Me gusta, 0: Indiferente-Ni me gusta ni me disgusta y -1: Me disgusta).

Tipo de juez: Consumidor

Número de jueces: 219

Salas de cata: Puntos de venta, 2 supermercados y cafetería de la Planta Aranda.

Las tres muestras fueron rotuladas (Figura 30), se entregaron a los jueces junto con la hoja de respuestas (Anexo 9).

Figura 30. Presentación de muestras y jueces consumidores – análisis sensorial de leche de cabra saborizada.



Fuente: Este estudio.

6.5.8 Actividades antes de realizar las evaluaciones sensoriales:

Recepción de muestras. Ejecutar una inspección general de las muestras a evaluar sensorialmente, teniendo en cuenta la fecha de vencimiento, el lote, la cantidad, el material de empaque, el proceso (si es de estudio); con el objetivo de identificar la más idónea para tomarla como referencia en la evaluación, dependiendo del método que se vaya a utilizar. Una vez seleccionadas las muestras se deben registrar para el informe con sus respectivos datos.

Tratamiento. El encargado de dirigir al grupo evaluador, teniendo en cuenta el tipo de muestra, es quien decida el o los procedimientos necesarios para adecuar las muestras a utilizar en el análisis, así se tuvo en cuenta métodos como la refrigeración. Cada una de las muestras se preparó de igual manera y al mismo tiempo, proporcionando siempre uniformidad para no incurrir en errores que hagan variar el proceso de análisis sensorial.

Presentación de las muestras. Este punto puede ser el más crítico de un estudio, ya que indica el éxito o el fracaso de una evaluación sensorial. Son igualmente importantes las muestras de alimentos como también los recipientes y utensilios en donde se sirvieron las muestras. Parámetros como la cantidad (según el tipo de alimento: líquido 15-25 ml), uniformidad en la forma y apariencia de la porción entregada, la temperatura, la cual se sirvieron a la temperatura normal de consumo: frías entre 4-10 °C para leche; codificando tres dígitos seleccionados de la tabla de números al azar (Anzaldúa, 1994); su respectivo orden de presentación o aleatorio y según el caso, el uso de vehículos (agua ozonizada).

Numero de muestras. En una sesión de evaluación sensorial, por lo general, no deben darse a probar a un juez más de cinco muestras al mismo tiempo, ya que puede ocasionar fatiga y hastío, lo cual puede repercutir en sus respuestas (Anzaldúa, 1994). Debido a que el número de muestras a evaluar en la evaluación en planilla en jura fue mayor de cinco, se distribuyó en dos sesiones esta actividad.

Materiales: Teniendo en cuenta la naturaleza del producto y el método a desarrollar en la evaluación, se dispuso de los materiales e instrumentos necesarios para desarrollar la evaluación sensorial. Para la utilización de materiales se tuvo en cuenta los siguientes requerimientos:

Para alimentos líquidos o semisólidos: copas desechables de 1 onza de color blanco.

Fue necesario contar con servilletas y vasos desechables de 3,5 onzas para servir en este el medio de neutralización al igual que los diferentes formatos en donde se anotaran los resultados de las pruebas realizadas por cada individuo.

- **Pruebas realizadas**

El análisis sensorial de los alimentos se desarrolló teniendo en cuenta diferentes pruebas, dependiendo de la finalidad que se pretendía encontrar (Morán, 2010).

Pruebas afectivas: Prueba de preferencia: prueba de preferencia por ordenamiento.

Pruebas hedónicas verbales: Escala hedónica verbal.

Pruebas discriminativas: Prueba triangular, prueba dúo trío, prueba de ordenamiento.

6.6 ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Las diferentes variables de estudio fueron evaluadas a través de métodos de estadística descriptiva (%MG, % proteína, sólidos totales, sólidos no grasos, densidad, pH, acidez titulable, punto de congelación, recuento total de bacterias, recuento de bacterias termodúricas). Se aplicaron fórmulas estadísticas correspondientes a media aritmética y desviación estándar para pruebas composicionales, microbiológicas y fisicoquímicas. Para el parámetro de SNG calculados mediante fórmula y mediante lactómetro se realizó ANOVA para determinar si existen diferencias estadísticas y la prueba de comparación de mínima diferencia significativa (LSD) de Fisher con un nivel de significancia del 5%.

Los resultados no se compararon con un tratamiento testigo; debido a que no existen resultados de otros estudios en la región que puedan compararse. Las pruebas de calidad higiénica química y de eficiencia de pasteurización (fosfatasa y peroxidasa) se analizaron como variables categóricas.

El análisis estadístico para interpretación de las respuestas a las pruebas aplicadas en el entrenamiento de los jueces tales como dúo-trío y triangular, se llevó a cabo mediante las tablas de los Apéndices II y V respectivamente, presentados por Anzaldúa (1994). Para la interpretación de los resultados de la prueba de ordenamiento se recurrió al método de rangos, mediante el uso de tablas en el Apéndice VII presentadas por Anzaldúa (1994).

Se buscó en la tabla antes mencionada el número de muestras que se presentaron a los jueces (en este caso fueron 4 muestras) para que las ordenaran, y del lado izquierdo de la tabla el número de jueces que realizaron la prueba (10 jueces). En la intersección de los datos de entrada a la tabla, se encuentran 4 números colocados de la siguiente manera:

$$\begin{array}{c} N_1 - N_2 \\ N_3 - N_4 \end{array}$$

Dónde:

N₁: Suma de rangos mínima insignificante, o sea que para cualquier total inferior a N₁ el tratamiento correspondiente es significativamente diferente a los totales que estén dentro del rango (N₁ – N₂).

N₂: Suma de rangos máxima insignificante, es decir, que cualquier total mayor a N₂ será significativamente diferente a los totales que estén dentro del rango (N₁ – N₂).

N₃ y N₄: Límites inferior y superior de significancia, respectivamente, en la intensidad de la propiedad; o sea, cualquier total que sea inferior a N₃ quiere decir que el tratamiento correspondiente es significativamente menos intenso en cuanto a la propiedad evaluada que los tratamientos cuyos totales sean mayores a N₄.

El análisis de resultado para la evaluación sensorial de leche de cabra en ensayos de pasteurización y leche de cabra saborizada se realizó mediante ANOVA de los atributos evaluados (sabor, color, olor y textura) y la prueba de comparación de mínima diferencia significativa (LSD) de Fisher con un nivel de significancia del 5%.

El análisis de los datos fue realizado con ayuda del programa estadístico Statgraphics Centurión XVI.II.

7. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 CARACTERIZACIÓN DE LECHE DE CABRA (*Capra aegagrus hircus*) EN CUANTO A CALIDAD COMPOSICIONAL, HIGIÉNICA Y PROPIEDADES FÍSICOQUÍMICAS

7.1.1 Calidad Composicional. El análisis composicional de la leche de cabra se presenta en la Tabla 14. Los resultados para cada parámetro corresponden a un promedio derivado de un análisis a 96 muestras.

Tabla 14. Resultados de análisis composicional de leche de cabra.

Parámetro	Valor Este estudio	Código alimentario Argentino, 1996a	NTE 2624:2012	
			Min.	Máx.
Materia grasa o SG (%)	4,22±0,37	Min. 3,0 (m/v)	3,5	4,0
Proteína (%)*	3,06±0,06	Min. 2,8	3,4	3,7
Sólidos no grasos (SNG)- Fórmula (%)	8,87±0,17	Min. 9,0	8,25	-
Sólidos no grasos (SNG)- Lactómetro (%)	9,45±0,50	N.R	N.R	N.R
Sólidos Totales (SG+SNG con fórmula) (%)	13,01±0,45	Min. 12,0	12	13
Sólidos Totales (SG+SNG con Lactómetro) (%)	13,64±0,47	N.R	N.R	N.R

Nota: N.R No reporta. Los valores de las respuestas son la media de 96 réplicas ±DE.

*Para el valor de proteína la media es el valor de 3 réplicas ±DE.

Fuente: Este estudio.

En el análisis composicional de la leche de cabra, se observa que los valores de los parámetros obtenidos en este estudio se encuentran dentro del rango establecidos por las normas internacionales expuestas, así también como variaciones.

Es así como en este estudio se encontró que el contenido porcentual en grasa fue de 4,22 ± 0,37%, comparado a nivel internacional en un estudio realizado en Austria el promedio de materia grasa fue de 3,74% ± 0,39% (Fiechter & Mayer, 2012), siendo mayor el valor de este estudio.

Raynal-Ljutovac *et al*, (2008) encontraron valores de 3,48%, 3,6% y 4,94% en leche de cabra de razas Saanen, Alpina-Saanen y Nubiana respectivamente en Francia e Inglaterra. En México se encontraron valores promedio de 3,96% y de 3,5% para las razas Alpino Francesa y Saanen respectivamente (Vega *et al*.,

2007). En una recopilación realizada por Park *et al.*, (2007) se obtuvo un valor de 3,8% de materia grasa en leche de cabra. En Chile, en un estudio realizado por Iturriaga *et al.*, (1986) el promedio de materia grasa fue de 3,98%. Kumar *et al.*, (2012) en su recopilación reportan un valor de 4,25% de materia grasa, un valor muy similar al obtenido en este estudio. En Estados Unidos se reporta un valor de 4,79%, 4,64% y 4,27% de materia grasa para las razas Alpina, Saanen y Toggenburg respectivamente (Amigo & Fontecha, 2011).

El contenido de grasa es cuantitativa y cualitativamente el componente más variable de la leche, dependiendo de la etapa de lactancia, temporada, raza, genotipo y alimentación (Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008). La materia grasa es uno de los componentes más importantes en las cualidades nutricionales y tecnológicas de la leche de cabra, de los cuales los lípidos están involucrados en el rendimiento del queso (por Kilogramo de leche) y su firmeza, al igual que en las cualidades organolépticas de sus productos (Chilliard, *et al.*, 2006a); así como también en términos de valor monetario (Amigo & Fontecha, 2011).

Frente a la materia grasa de la leche bovina, las características de la materia grasa de leche caprina son:

- El tamaño de los glóbulos de grasa son más pequeños en la leche de cabra (de 3 μm o menos) en comparación con la leche de vaca (3,6 μm), así como una mejor distribución en la emulsión de lípidos, que permite una mayor digestibilidad y una mayor eficiencia en el metabolismo lipídico; en este sentido la grasa de la leche caprina no contiene aglutinina, que es una proteína encargada de concentrar los glóbulos grasos para generar estructuras más complejas y de mayores dimensiones, y por esta razón los glóbulos permanecen dispersos y pueden ser atacados más fácilmente por las enzimas digestivas (Haenlein, 2004).
- El perfil de ácidos grasos de la leche de cabra, contiene mayor proporción de ácidos grasos de cadena corta (AGCC) (Haenlein, 2004). Tiene normalmente un 35% de ácidos grasos de cadena corta ($\text{C}_6\text{-C}_{14}$), alcanzando en la leche bovina sólo el 17%. Es por esto por lo que los AGCC, caproico ($\text{C}_6:0$), caprílico ($\text{C}_8:0$) y cáprico ($\text{C}_{10:0}$), toman su nombre concretamente de la leche en donde mayormente aparecen y son responsables en parte del llamado “Sabor Caprino” que suele ser tan particular en la leche de los pequeños rumiantes (Chilliard *et al.*, 2006b). Su bajo peso molecular e hidrosolubilidad, facilita la acción de las enzimas digestivas, haciendo que su hidrólisis sea más rápida y completa que la de los triglicéridos de cadena larga y, a diferencia de éstos, la digestión de los AGCC comienza a producirse en el estómago, ya que la lipasa gástrica, prácticamente sin acción sobre los triglicéridos de cadena larga, inicia la hidrólisis de los AGCC, la que será completada por la lipasa pancreática, a un ritmo cinco veces superior a la hidrólisis de los triglicéridos de cadena larga (Amigo y Fontecha, 2011; Sanz *et al.*, 2003; Kumar *et al.*, 2012).

Para la proteína se obtuvo un valor de $3,06 \pm 0,06\%$, comparado con estudios, se reportan valores de 3,2% para razas Alpina Francesa y Saanen en Francia (Raynal-Ljutovac *et al*, 2008); para estas mismas razas, en México se reportan valores de 3,27% y 3,0% respectivamente (Vega *et al.*, 2007), valores ligeramente mayores en comparación para este estudio.

En Estados Unidos se reporta un valor de 3,02%, 3,03% de proteína las razas Alpina y Saanen respectivamente (Amigo & Fontecha, 2011), representan valores muy semejantes a los valores obtenidos con respecto a este estudio. Voutsinas, *et al.* (1990) para proteína reporta un valor promedio de $3,44 \pm 0,62\%$ en 42 cabras Alpinas en Grecia, representa un valor mayor al valor de este estudio; reportan también que a medida que aumenta las semanas de lactancia, el valor de la proteína aumenta. Salvador & Martínez (2007), en su recopilación reportan valores de proteína de 3,06% y 3,02% para razas Alpina y Saanen respetivamente, los cuales son valores muy similares a los obtenidos en este estudio.

González (2012), afirma que el conocimiento del porcentaje de proteínas en la leche tiene gran importancia para la tecnología quesera. La cantidad de queso obtenido por la elaboración de la leche está en relación directa con el porcentaje de proteínas contenidas en ella, ya que las caseínas son las proteínas más importantes de la leche.

Las principales proteínas de la leche de cabra son los mismos que en la leche de otras especies, a saber, las caseínas (αS_1 , αS_2 , β , κ y γ caseína) y las proteínas del suero de leche, β -lactoglobulina (β -Lg), α -lactoalbúmina (α -La) y las inmunoglobulinas (Amigo & Fontecha, 2011). Estas proteínas difieren ampliamente en razón de su composición de aminoácidos y en los polimorfismos genéticos de orden y frecuencias, se han identificado variaciones en la secuencia de aminoácidos de éstas proteínas en caprinos, ovinos y bovinos. La mayor fracción de proteína en la leche de vaca es la αS_1 caseína, pero en el caso de la leche de cabra esto no es así, siendo la β -caseína y la αS_2 caseína las fracciones mayoritarias (Chacón, 2005). La presencia de la caseína αS_1 ha sido objeto de diversos estudios en los últimos años, en general, la leche de cabra contiene menos αS_1 caseína que la leche de otros rumiantes (Raynal-Ljutovac *et al*, 2008).

En relación con la leche de cabra existe un polimorfismo genético ligado a la composición de su proteína en razón de la presencia en mayor o menor cantidad, o incluso ausencia de la αS_1 -caseína, aspecto de singular interés, ya que es capaz de determinar la calidad tecnológica de esta leche así como calidad nutritiva o incluso saludable de la misma. Existen por lo menos siete (7) alelos asociados con cantidades variables de αS_1 -caseína en la leche. Considerando la contribución aproximada de cada alelo al contenido de caseína total de la leche, han sido clasificados en tres grupos: a) alelos A, B, y C con contribución “Alta” de 3,6 g

caseína/L; b) alelo E con contribución “Media” de 1,6 g caseína/L y c) alelos F, D, y O con contribución “Baja” o “Nula” de 0,6 g caseína/L (Park, 2007).

El tamaño de las micelas de caseína varía considerablemente entre especies, es así como en la leche caprina las micelas son más pequeña que en la leche bovina. La frecuencia máxima de diámetros de micelas es de 75 y 50 nm para leche bovina y caprina respectivamente (Hayam *et al*, 2014).

Kumar, *et al* (2012), informan que las diferencias genéticas en los tipos de caseínas, se deben a sustituciones de aminoácidos en las cadenas de proteínas, que a su vez son responsables de las diferencias en la digestibilidad, las propiedades del queso y de los sabores de la leche caprina. La presencia muy baja o ausente en el contenido de αS_1 -caseína de la leche de cabra se hace para detectar la adulteración de leche de cabra con leche de vaca.

La sustitución de la leche de vaca por la de cabra en los casos de alergia de leche en la primera infancia, demuestra que en un 40% de los casos, los sujetos presentan una tolerancia normal a la proteína de la leche de cabra. Por tanto, se puede decir que la proteína de este tipo de leche resulta debido a su naturaleza más digestible, absorbiéndose en consecuencia sus aminoácidos más eficientemente que los de la proteína de leche de vaca (Sanz *et al.*, 2003).

En cuanto a las causas que podrían determinar el mejor aprovechamiento digestivo de la proteína de la leche de cabra es que dentro de las diferentes clases de caseínas, la leche de cabra alcanza niveles sensiblemente más bajos de αS_1 -caseína, la tensión y el tiempo de cuajado en las caseínas caprinas es bastante menor comparado con la αS_1 caseína vacuna, lo que determina que a nivel del estómago se forme un coágulo más fino, suave y desmoronable, experimenta ésta un menor tiempo de tránsito gástrico facilitándose la acción de las proteasas gástricas (Sanz *et al*, 2008). Este menor tránsito gástrico deja a su vez menos residuos sin digerir que pueden ser presa de fermentaciones indeseables a nivel del colon.

La consistencia de la cuajada no sólo se caracteriza por una alta suavidad, sino que también la formación de la misma se da con mayor rapidez y en forma de hojuelas de menor tamaño, debido a las reducidas dimensiones de los conjuntos miscelares de las caseínas, lo que implica la formación de bultos pequeños fáciles de digerir (Haenlein 2002a).

Este bajo tiempo de digestión es también la razón por la que la lactosa de la leche de cabra causa menos problemas de intolerancia al no haber tiempo suficiente para su acentuada fermentación en el colon.

El estado de lactancia, independientemente de la especie o de la raza que se trate, tiene una gran influencia en la composición de la leche. Muchos

componentes de la leche ya sea de ovejas, cabras o vacas, especialmente grasa y proteína están en mayor concentración en el calostro, al principio de la lactancia, mucho menor cuando llegan al pico de producción de leche y luego aumentan nuevamente a medida que baja la producción, a su vez la proteína de la leche varía a lo largo de la lactancia menos que la grasa (Haenlein, 2002a; Salvador y Martínez, 2007).

Con respecto a los sólidos no grasos y los sólidos totales se obtuvo un valor de $8,87 \pm 0,17\%$ y $13,01 \pm 0,45\%$ respectivamente; estos valores se encuentran dentro del rango de $8,23\%$ a $8,87\%$ y $12,20$ a $13,47\%$ y, basados en la recopilación dada por Jenness (1980), específicamente en leche de cabra de raza Saanen.

En relación a las razas manejadas por los proveedores de la empresa, Vega *et al*, (2007) encontraron valores promedio de $12,64\%$ para la raza Alpina Francesa y de $11,63\%$ para leches de la raza Saanen, valores inferiores en comparación con los de este estudio, mientras que para sólidos no grasos ese estudio reporta un valor promedio de $8,69\%$ y $8,17\%$ para la raza Alpino Francesa y la raza Saanen respectivamente, los cuales son valores ligeramente inferiores, pudiendo inferir que son similares.

Valores similares a este estudio fueron encontrados por Frau *et al.*, 2007 en donde se reporta un valor de $13,65 \pm 0,79\%$ para sólidos totales y $8,44 \pm 0,5\%$ para sólidos no grasos, pero este estudio fue aplicado a raza Anglo Nubian en Argentina. También valores reportados por Ludeña *et al.*, 2006 correspondiente a $13,38 \pm 1,69\%$ para sólidos totales y $8,49 \pm 0,33\%$ para sólidos no grasos en raza criolla, criadas en Chile. Amigo & Fontecha (2011) en su recopilación reportan un valor de sólidos totales de $12,93\%$ y $12,98\%$, sólidos no grasos de $8,14\%$ y $8,34\%$ para razas Alpina y Saanen respectivamente en Estados Unidos, valores muy semejantes a los obtenidos en este estudio.

Cabe mencionar que tanto sólidos no grasos como sólidos totales se pueden determinar por procedimientos directos e indirectos. Los procedimientos directos son más exactos, consisten en tomar una cantidad conocida de una muestra y someterla a un proceso de evaporación hasta que quede un residuo seco, de peso constante que no sería otra cosa que los sólidos totales y los sólidos no grasos, la diferencia con los sólidos grasos.

El procedimiento indirecto, es producto de las correlaciones que existen entre los valores de la densidad y grasa de la leche, de modo que mediante la aplicación de una fórmula empírica se puede conocer el contenido en sólidos en forma bastante aproximada.

Para este estudio se utilizaron las correlaciones mencionadas y la suma con sólidos grasos. Estas correlaciones dan estimaciones de sólidos en la leche. Muchos investigadores han sustituido constantes y correcciones en las ecuaciones

básicas, con el fin de hacer que los valores calculados sean acordes a los experimentales Watson (1957).

Haenlein (1996), afirma que en las razas de cabras lecheras, la Saanen es conocida como la Holstein de las cabras a nivel mundial ya que producen altas cantidades de leche. En el otro extremo se encuentra la raza Nubiana que podría compararse también en el ganado bovino, con la Jersey, ya que produce menos leche con un alto contenido de grasa. Otras razas como la Toggenburg, La Mancha y Alpina están entre las dos anteriormente señaladas en cuanto a producción y contenido graso de la leche. Así mismo existe una correlación negativa entre el rendimiento lechero y la composición, es decir, bajas producciones de leche están asociadas con mayores contenidos de sólidos (grasa y proteína) y viceversa (Haenlein, 1996).

En general muchos estudios concuerdan que la variabilidad de la composición de la leche se debe a aspectos-factores como la alimentación, la raza y el momento de la lactancia en que se encuentra el caprino, influenciada también por efectos estacionales y diferencias regionales al igual que el estado de salud de la ubre. Esta es la razón lógica para desviaciones de los datos de composición de la leche caprina presentados por diferentes autores en el pasado (Haenlein 2002a; Park *et al.*, 2007; Raynal-Ljutovac *et al.*, 2008; Fiechter & Mayer, 2012).

Se determinó si existen diferencias estadísticas mediante ANOVA (Tabla 15), para el parámetro de SNG calculados mediante fórmula y mediante lactómetro, para los cuales se denominó factor método.

De acuerdo a los resultados de la Tabla 15, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media de Sólidos No Grasos entre los dos diferentes métodos evaluados, con un nivel del 95,0% de confianza, ya que el P-valor=0,0000.

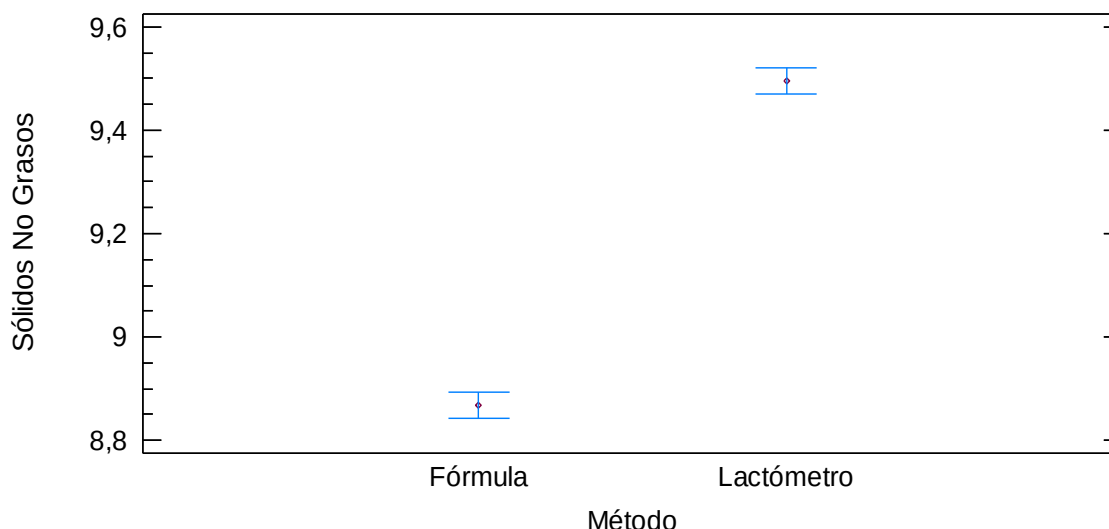
Tabla 15. Análisis de varianza para sólidos no grasos de leche de cabra calculados de acuerdo al método de fórmula y lactómetro.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Método	23,0014	1	23,00	605,71	0,0000
Error	8,81	232	0,038		
Total (Corr.)	31,81	233			

Fuente: Este estudio.

A su vez Báez, (2012) afirma que la ventaja de este método es que permite detectar leches sospechas con fraude por adición de agua y también sospechar la adición de sólidos utilizados como correctores de densidad (cloruro de sodio, sacarosa o almidón). Para leche de vaca su valor oscila entre 8.4 y 9.2%, valores fuera de este rango indican fraudes.

Gráfico 1. medias y LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para sólidos no grasos en relación al método



Fuente: Este estudio.

7.1.2 Propiedades fisicoquímicas. El análisis de las propiedades fisicoquímicas se presenta en la Tabla 16. Los resultados obtenidos para cada parámetro corresponden a un promedio derivado de un análisis a 96 muestras.

Tabla 16. Resultado de análisis de propiedades fisicoquímicas de leche de cabra

Parámetro	Valor Este estudio	Código alimentario Argentino, 2006	NTE 2624:2012	
			Min.	Máx.
Potencial de hidrógeno-pH	6,59±0,05	N.R.	6,5	6,8
Acidez Titulable (°D)	15,99±1,1	14-22	13	16
Densidad (g/ml)	1,0316 ±0,0007	1,027-1,039	1,027	1,039
Punto de congelación (°C)	-0,5419±0,015	-0,540	-	-0,530

Nota: Los valores son la media de 96 réplicas ±DE.

Fuente: Este estudio.

En las propiedades fisicoquímicas de la leche de cabra, se observa que los valores de los parámetros obtenidos en este estudio se encuentran dentro del rango establecidos por las normas internacionales expuestas, así también como variaciones.

El pH no es un valor constante, sino que puede variar en el curso del ciclo de lactación observándose valores muy altos (mayores a 7,4) en leches que se obtienen a fin de lactancia, es así como el pH del calostro es más bajo que el de la leche, explicado por un elevado contenido en proteínas y bajo la influencia de la alimentación, al igual que también cambia de una especie a otra, dada las diferencias de su composición química, especialmente en caseínas y fosfatos (Alais, 1985).

Por otro lado, valores de pH 6,9 a 7,5 son medidos en leches mastíticas debido a un aumento de la permeabilidad de las membranas de la glándula mamaria originando una mayor concentración de iones Na y Cl y una reducción del contenido de lactosa y de P inorgánico soluble (Alais, 1985).

El valor de pH encontrado en este estudio tuvo un promedio de $6,59 \pm 0,05$; este valor es similar al reportado Fiechter y Mayer (2012) correspondiente a un valor de $6,59 \pm 0,04$; en un estudio realizado a leche de cabra en Austria, al igual que Kanwal, *et al.* (2004) reportaron un valor de 6,59 y Mahmood & Usman. (2010) encontraron un valor promedio de $6,55 \pm 0,06$ ambos estudios realizados en Pakistán, valores muy similares a los encontrados en este estudio.

En relación a las razas manejadas por los proveedores de la empresa, Voutsinas, *et al.* (1990), reportaron un valor de pH de 6,56 para la leche en 42 cabras Alpinas en Grecia. Vega, *et al.* (2007) encontraron valores promedio de 6,44 en cabras de raza Alpino Francesa y de 6,36 en cabras de raza Saanen, los cuales son valores inferiores a los reportados en este estudio.

En el momento del ordeño, la acidez titulable de la leche de cabra suele oscilar entre 14 y 16 °D (Quiles & Hevia, 1994). La acidez titulable de la leche fresca, así como con tratamiento térmico, de la leche caprina ha sido consistentemente más alta que la de la leche bovina (Slačanac *et al.*, 2010).

En este contexto el valor de acidez obtenido en este estudio fue de $15,99 \pm 1,1$ °D, el cual se encuentra dentro del rango reportado por Quiles & Hevia, (1994), así mismo este valor concuerda con lo observado por Vega, *et al.* (2007) para leche de cabra de raza Alpino Francesa y de leche de cabras de raza Saanen para un valor de $16 \pm 0,04$ °D y de $16 \pm 0,06$ °D respectivamente en México. A su vez, en un estudio realizado en Pakistán, Mahmood & Usman (2010), reporta un valor de 16 °D. Quiles & Hevia, (1994) afirman que la acidez está en función de la curva de lactación, cada vez las caseínas, sales minerales e iones, varían en las distintas fases de lactación. De tal manera que en la última fase de lactación, la acidez puede oscilar entre 16 y 18 °D, debido principalmente a la mayoría de riquezas en caseínas.

Hay diferencia entre el pH y acidez, también denominada acidez actual y la potencial respectivamente. La acidez actual o real representa a los grupos H^+

libres, mientras que la acidez potencial incluye todos aquellos componentes de la leche que por medio de la titulación liberan grupos H^+ al medio, es decir tanto los protones H^+ libres como los unidos al ácido representativo de la matriz evaluada, ya que el ácido es capaz de donar protones, nos indica la cantidad de ácido láctico que se ha producido a partir de la lactosa (Negri, 2005).

El pH es lo que realmente importa cuando se habla por ejemplo de microorganismos en alimentos, un pH bajo indica muchos protones libres y esto hace que la pared de los microorganismos esté comprometida porque no pueden sobrevivir en este medio ácido. En medios con pH inferior a 4,5 no sobreviven microorganismos patógenos (Wagner, 2005).

Para la densidad se obtuvo un valor de $1,0316 \pm 0,0007$ g/ml, valores similares fueron reportados por Güzeler et al (2010), correspondiente a 1,031-1,032 g/ml, al igual que Ludeña et al., 2006 que reportaron un rango de 1,030-1,033 g/ml, mientras Voutsinas, et al. (1990) y Mahmood & Usman (2010), reportaron un valor de 1,030-1,031 g/ml, para la leche en 42 cabras Alpinas en Grecia y de leche de cabra en Pakistán respectivamente.

La densidad láctea varía en función de la cantidad de sólidos no grasos y de la proporción de grasa. En el primer caso, la variación es proporcional, mientras que en el segundo caso, al tener la grasa una densidad menor a 1 concretamente 0,930, la densidad global varía de forma inversa al contenido graso (Quiles & Hevia, 2001).

El punto crioscópico arrojó un valor de $-0,5419 \pm 0,015$ °C, valor similar fue reportado por Fiechter y Mayer (2012) correspondiente a $-0,542 \pm 0,004$ °C; para las razas Alpina y Saanen se reportaron valores de $-0,5557$ °C y $-0,5576$ °C respectivamente (Vega et al, 2007), valores inferiores en comparación con el obtenido en este estudio. Este parámetro tiende a ser menor para leche de cabra en comparación con el de leche de vaca. Esta diferencia entre ambas, vendría explicada por el menor contenido de lactosa y mayor concentración de iones, particularmente de cloro en la leche de cabra (Quiles & Hevia, 2001; Slačanac, et al., 2010).

Janštová et al (2007), en su estudio determinaron el punto crioscópico de la leche de cabra, sus cambios en el curso de la lactancia y evaluaron el efecto de la pasteurización en el punto crioscópico, los resultados obtenidos fueron de $-0,5513 \pm 0,0046$ °C y la variación osciló entre $-0,5466$ °C a $-0,5567$ °C, con valores más altos en los meses de primavera y una caída al final de la lactancia. El punto crioscópico de la leche de cabra pasteurizada a una temperatura de 72 °C durante un período de 20 s fue $-0,5488 \pm 0,0046$ °C, la pasteurización trajo un incremento en el punto crioscópico de 0,0025 °C. Se atribuye el aumento del punto crioscópico de la leche a un cambio en el complejo de fosfato de calcio y a un cambio en la presión del dióxido de carbono. Este cambio se representa por aproximadamente 0.002 °C dependiendo de la temperatura y la duración de tratamiento térmico. El

punto crioscópico del actual estudio está dentro del rango de los valores de la variación del punto crioscópico reportado por Janštová *et al* (2007).

El punto crioscópico es importante como indicador de la calidad de la leche, se determina principalmente para detectar adulteración de la leche con agua y para determinar la cantidad de agua en ella. La composición y propiedades de la leche, el tratamiento térmico, y la presencia de cualquier sustancia química pueden influir en el punto de congelación del producto. Hay diferentes sustancias, que se pueden añadir a la leche con la finalidad principal de prolongar su vida útil (formaldehído, antibióticos, carbonato de sodio, peróxido de hidrógeno, desinfectante, y detergente), estas sustancias ocasionan que el punto crioscópico disminuya aunque estos se adicionen en bajas concentraciones (0,1%) (Zagorska & Ciprovica, 2013).

De entre los principales componentes de la leche que afectan el punto crioscópico, los cloruros y lactosa que representan el 75-80% de la punto crioscópico final, como se había mencionado anteriormente, esta es la razón por la cual el punto crioscópico de la leche de cabra es menor que la leche de vaca. El 20-25% restante se ve afectado por otros constituyentes de la leche tales como calcio, magnesio, lactato, fosfatos, nitratos, urea, etc. Los glóbulos de grasa de leche, micelas de caseína y proteínas de suero de leche desempeñan un papel insignificante en la reducción del punto crioscópico de la leche (Janštová *et al* (2007).

Finalmente la acidez de la leche es un parámetro bastante constante, con un pH de 6,2 a 6,8, y su aumento indica una anormalidad. El aumento de acidez de la leche como consecuencia de la fermentación de la lactosa por la actividad microbiana (por cada mol de lactosa se producen 2 moles de ácido láctico) provoca una disminución del punto crioscópico de la leche. Por cada grado Dornic de incremento, el punto de congelación disminuye (más negativo) en 3-5 milésimas (Walstra *et al*, 2001).

En comparación de las propiedades fisicoquímicas de la leche bovina con la caprina se puede decir que la densidad de la leche de cabra está en el mismo rango que la de la leche bovina (1.029–1.039 g/ml), pero los valores de la leche caprina son ligeramente superiores (Park *et al*, 2007). Como resultado de su mayor densidad, la leche caprina tiene una viscosidad más alta, pero punto de congelación más bajo (-0.540 – -0.573 °C) que la leche bovina, es causada por un mayor contenido de sólidos no grasos de la leche de cabra (Jenness 1980; Juárez y Ramos 1986 citado por Park *et al.*, 2007; Park *et al.*, 2007). La acidez titulable de la leche caprina es consistentemente mayor que la de la leche bovina. En consecuencia, la leche de cabra tiene habitualmente un valor de pH superior a leche bovina (Slačanac *et al*, 2010).

Estas diferencias fisicoquímicas son la consecuencia de las diferentes estructuras de la leche caprina y bovina, han sido significativamente apreciables en los quesos, pero también en la producción de leche fermentada, como las diferencias en las siguientes características sensoriales: consistencia, sabor, olor, color, estabilidad durante el almacenamiento y el grado de sinéresis (Slačanac *et al*, 2010).

7.1.3 Calidad higiénica microbiológica:

Tabla 17. Resultados de análisis de calidad higiénica microbiológica de leche de cabra.

Parámetro	Valor Este estudio	Código alimentario Argentino, 1996b	NTE 2624:2012
Recuento total de bacterias (UFC/ml)	734.000	1,0 x10 ⁶	≤1,5x10 ⁶
Coliformes Totales (UFC/ml)	246.000	N.R.	N.R.
Coliformes Fecales (UFC/ml)	96.700	N.R.	N.R.
Recuento de Bacterias Termodúricas(UFC/ml)	<100	N.R.	N.R.
Células somáticas (cél/ml)	631.500	2,0 x10 ⁶	7,0x10 ⁵

Nota: N.R No reporta

Fuente: Este estudio.

En el análisis microbiológico de la leche de cabra presentado en la Tabla 17, se observa que los valores de los parámetros obtenidos en este estudio se encuentran dentro del rango establecidos por las normas internacionales expuestas, así también como variaciones.

Dado que nuestro país aún no posee normativa específica en lo que respecta a leche de cabra, se considera los lineamientos que establece la Unión Europea (UE) para la calidad higiénica y bacteriológica de la leche de cabra en las directiva 92/46/CEE; establece un valor de 1.000.000 UFC/ml a 30°C, en comparación con lo establecido en esta norma, el valor de este estudio es inferior, correspondiente a 734.000 UFC/ml. Cabe resaltar que para el análisis de las muestras en este estudio, las muestras se mantuvieron en temperatura de refrigeración (4-6 °C).

Las bacterias coliformes o “coliformes totales” incluyen una amplia variedad de bacilos aerobios y anaerobios facultativos, Gram-negativos y no esporulantes capaces de proliferar en presencia de concentraciones relativamente altas de sales biliares fermentando la lactosa y produciendo ácido o aldehído y gas (CO₂) en 24 h a 35–37 °C. Para este estudio se obtuvo un valor de 246.000 UFC/ml en leche cruda. La definición de coliformes totales no está basada en criterios taxonómicos estrictos sino en reacciones bioquímicas específicas o en la

aparición de colonias características en medios selectivos o diferenciales (MAD, 2006).

Las bacterias coliformes fecales forman parte del grupo coliformes totales y están relacionadas con la contaminación fecal. Estas bacterias cumplen todas las características definidas para los coliformes totales, y se definen como microorganismos termos tolerables, capaces de fermentar lactosa a 44-45 ° C en vez de 37 °C como lo hacen los totales, dentro de las 24±2 horas. La mayor especie en el grupo coliformes fecales es *Escherichia coli*. Para este estudio se obtuvo un valor de 96.700 UFC/ml, valor inferior a coliformes totales, debido a que el grupo de coliformes fecales son un grupo reducido del grupo de los coliformes totales.

Si bien para los coliformes totales y fecales no existe normativa que limite el conteo en leche cruda, puesto que son considerados flora normal, se ha establecido que su presencia en un número elevado constituye una evidencia de inadecuado manejo higiénico-sanitario del producto, además de ser indicativo de la probable presencia de cepas patógenas (García *et al.*, 2009)

Las bacterias termodúricas son en su mayoría mesófilas que resisten temperaturas de pasteurización (72-74°C durante 15-16 segundos) y algunas de ellas son termófilas, que son aquellas que crecen a temperaturas entre 45 a 55°C. La presencia de bacterias termo resistentes podría causar problemas en la higienización de la leche a través de la pasteurización a baja temperatura (Faría *et al.*, 2000), por lo que es deseable que no se encuentren en número elevado, para este estudio se obtuvo un conteo de <100 UFC/ml, lo que representa un nivel bajo de su presencia. Se encuentran en este grupo los *Micrococos*, *Microbacterium*, esporas de *Bacillus* y *Clostridium*. La fuente de contaminación de bacterias termodúricas la constituyen ubres, utensilios y equipos (ordeñadoras, tanques), con insuficiente higiene. Las bacterias termodúricas causan aromas y sabores no deseables y, en ocasiones, ciertos cambios físicos (Bruschi *et al.*, 2013).

El valor obtenido en este estudio para células somáticas fue de 631.500 cél/ml; este valor está dentro del rango establecido por normatividad, ya que en Estados Unidos se establece un valor máximo de 750.000 cél/ml y 400.000 cél/ml en la Unión Europea (UE), cabe destacar que no existe un límite legal para la leche de cabra en la UE, se aplica lo mismo que para leche bovina (Paape *et al.*, 2007). Según Haenlein (2002b), la leche caprina normal tiene un RCS mayor que la leche normal bovina. Esto ha sido una preocupación de los propietarios de cabra, debido a las normas reglamentarias y los problemas de comercialización. Las normas de clasificación actuales requieren que la leche no contenga más de 1.000.000 cél/ml, debido a ello Marín *et al.* (2010), dicen que al analizar los valores de RCS, valores inferiores de un millón son consideradas como normales para cabras por diversos autores, por lo que los valores obtenidos en el presente estudio se consideran dentro del rango normal. En la leche de cabra puede obtenerse fácilmente 750.000

cél/ml y seguir siendo la leche sana secretada por una ubre sana, ya que RCS en la leche de cabra no es el mejor indicador de la salud de la ubre.

De acuerdo a lo reportado por Paape *et al.* (2007), estudios realizados en los EE.UU y la UE examinaron que los factores no infecciosos contribuyen a elevados RCS. Los factores no infecciosos como la paridad y la etapa de lactancia tenido efectos mínimos sobre RCS para bovinos y ovinos, pero tuvo un impacto importante en el RCS caprino y necesitan ser considerados al establecer límites legales en la leche de cabra. En este estudio no se tuvo en cuenta la etapa de lactancia ya que de acuerdo a Marín *et al* (2010), reporta que diversos estudios han demostrado que la etapa de lactancia se relaciona con el RCS, incrementándose a finales de ésta.

En algunos países como Francia y España, legalmente es permitido producir quesos a partir de leche cruda de cabra, siempre que sea de elevada calidad higiénico y sanitarias, exigiéndose bajos niveles de aerobios mesófilos y células somáticas, para ello deberá cumplir con los siguientes parámetros: 500.000 UFC/ml a 30°C y 400.000 células/ml respectivamente.

7.1.4 Calidad higiénica química. El análisis de calidad higiénica química para leche de cabra, se presenta en la Tabla 18. Los resultados para cada parámetro arrojan resultados negativos.

Para aceptar el ingreso de la leche a la planta se realiza la prueba de SNAP Betalactámicos ST-Test, la cual detecta residuos antibióticos en leche de vaca, cabra, oveja y leche en polvo reconstituida (IDEXX Laboratorios, 2012). En este estudio todas las muestras arrojaron un resultado negativo para esta prueba. Los betalactámicos son el grupo de antibióticos más amplio, importantes y más usados. Fueron los primeros en descubrirse (penicilina). Su estructura es el anillo betalactámico. Existen dos grandes grupos que se diferencian químicamente como son las penicilinas y cefalosporinas (Hernández *et al.*, 2010).

El SNAP betalactámicos ST aparte de ser un método rápido, proporciona una detección precisa y fiable de residuos de antibióticos en la leche sin el uso de calor o incubación, lo que permite realizar pruebas en leche fría directamente en el vehículo transportador o tanque. Contiene componentes biológicos solo para uso in-vitro. Es una prueba de reacción por fijación-unión a un receptor ligado a una enzima receptora que detecta penicilina G a 4 ppb, amoxicilina a 10 ppb, ampicilina a 5 ppb, cefalosporinas a 8 ppb, ceftiofur y metabolitos 50 ppb, residuos en la leche cruda mezclada en o por debajo de la tolerancia establecida y/o los niveles de seguridad (IDEXX Laboratorios, 2012). Los residuos de antibióticos del grupo betalactámicos impiden que los cultivos lácticos empleados en la producción de yogur o de quesos madurados realicen el proceso de fermentación.

Tabla 18. Resultados análisis de calidad higiénica química de leche de cabra.

Parámetro	Valor Este estudio	NTE 2624:2012
Inhibidores: SNAP Betalactámicos ST-Test	Negativo	Negativo*
Inhibidores: Delvotest SP NT		
Hipocloritos, cloraminas y dióxido de cloro		Negativo
Harinas y almidones		
Neutralizantes		
Cloruros		
Peróxido de hidrogeno (agua oxigenada)		
Formaldehído		

*. No especifica el método utilizado para la determinación.

Fuente: Este estudio.

El SNAP betalactámicos ST aparte de ser un método rápido, proporciona una detección precisa y fiable de residuos de antibióticos en la leche sin el uso de calor o incubación, lo que permite realizar pruebas en leche fría directamente en el vehículo transportador o tanque. Contiene componentes biológicos solo para uso in-vitro. Es una prueba de reacción por fijación-uni6n a un receptor ligado a una enzima receptora que detecta penicilina G a 4 ppb, amoxicilina a 10 ppb, ampicilina a 5 ppb, cefalosporinas a 8 ppb, ceftiofur y metabolitos 50 ppb, residuos en la leche cruda mezclada en o por debajo de la tolerancia establecida y/o los niveles de seguridad (IDEXX Laboratorios, 2012). Los residuos de antibióticos del grupo betalactámicos impiden que los cultivos lácticos empleados en la producci6n de yogur o de quesos madurados realicen el proceso de fermentaci6n.

En este contexto, la prueba de Delvotest SP NT es una prueba confirmatoria a la prueba SNAP betalactámicos ST, tarda aproximadamente 3 horas en arrojar resultados. Para este estudio los resultados de esta prueba fueron negativos.

El Kit Delvotest detecta residuos antibióticos de tipo microbiológico, ya que el principio de esta técnica se basa en a6adir una muestra de leche a un agar sólido que contiene un indicador de pH (púrpura de bromocresol) y esporas de *Bacillus steraothermophilus var. cardiolactis*. El medio de cultivo es inicialmente púrpura, y tras el crecimiento de los microorganismos, durante un periodo de incubaci6n y en presencia de la leche, se producen cambios en el medio que van acompa6ados de la producci6n de ácido y de una disminuci6n del pH (Figura 31).

Como respuesta a este cambio del pH el indicador vira de púrpura a amarillo poniendo en evidencia el crecimiento del microorganismo y la ausencia de sustancias antibacterianas. Si por el contrario el medio se mantiene púrpura tras la incubaci6n, se sospecha la presencia de antibióticos que inhibirían el crecimiento

de los microorganismos presentes en el agar. La sensibilidad de Delvotest SP NT es de 1,5 ppb de penicilina G, 2,5 ppb de amoxicilina, 3 ppb de ampicilina, 25-50 ppb de ceftiofur y metabolitos.

Figura 31. Resultado Devotest- Lectura de colores

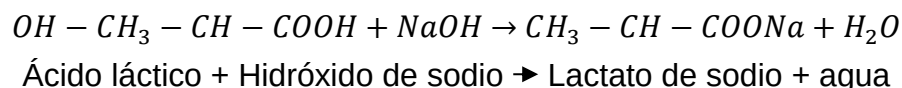


Fuente: DMS, 2013.

Los resultados para las pruebas de conservantes (hipocloritos, peróxido de hidrógeno y formaldehído), neutralizantes y adulterantes (harinas, almidones y cloruros), arrojaron resultados negativos.

- **Adulteración con Hipocloritos:** El cloro y los compuestos clorados se usan en desinfección y se adicionan a la leche como conservante, para retener el crecimiento microbiológico y enmascarar la calidad higiénica de la leche.
- **Adulteración con peróxido de hidrogeno (agua oxigenada):** Es adicionada a la leche como un conservante para evitar su acidificación debido al crecimiento de microorganismos (UNAL, 2013). La sensibilidad de esta prueba es de 25 ppm (Suárez *et al.*, 1986).
- **Adulteración con formaldehido:** Ha sido utilizado en la industria láctea como agente conservador porque actúa como bacteriostático, ya que en soluciones diluidas (20-50% $\mu\text{g/ml}$), tiene la capacidad de inhibir la división celular de microorganismos (López & Páez, 1997). Este método tiene una sensibilidad de 2 ppm (Suárez *et al.*, 1986).
- **Adulteración con neutralizantes:** Los neutralizantes son sustancias que tienen la finalidad enmascarar el ácido láctico desarrollado por la fermentación de la lactosa por microorganismos (UNAL, 2013). El límite de detección de esta prueba es de 800 ppm (Suárez *et al.*, 1986).

Las diversas sustancias indicadas neutralizan el ácido láctico a medida que éste se forma, ejemplo:



- **Adulteración con harinas y almidones:** Se agrega a la leche para lograr una mayor viscosidad en ella, sobre todo cuando se le ha extraído materia grasa o se ha adicionado agua (UNAL, 2013). Para esta identificación el reactivo Lugol evidencia su presencia en cantidad no inferior a 30 ppm (Suárez *et al.*, 1986).

- **Adulteración con cloruros:** El contenido normal de cloruros en la leche es de 0.07 a 0.13%, esa concentración aumenta en las leches mastíticas, con frecuencia se encuentra aumentando en leches que han sido adulteradas por adición de agua, con el propósito de enmascarar esa adulteración cuando se usa el método crioscópico (Universidad de Zulia, 2002).

7.1.5 Sistemas de pago de leche de cabra por calidad. La resolución 000017 de 2012 del Ministerio de Desarrollo Rural, es la normatividad para el pago de leche cruda de acuerdo a su calidad en Colombia, pero no hay límites establecidos para los diferentes parámetros evaluados en leche de cabra, es por ello que se toma como referencia los límites que se fijan en los sistemas de pagos internacionales.

Regulaciones y parámetros de los criterios de calidad higiénica en leche de cabra, en Europa se describen en la Directiva de la UE 92/46, como se había mencionado anteriormente, esta regula los diversos aspectos de la producción y transformación de la leche de distintas especies animales. En el caso de la leche de vaca, las normas establecidas son muy precisas, mientras que en el caso de leche de cabra, los límites de algunos parámetros, como el recuento de células somáticas, todavía no han sido establecidos (Pirisi *et al.*, 2007).

En la Tabla 19 se expone un ejemplo de un sistema de pago de utilizadas por las industrias lácteas de leche bovina (empresa productos lácteos de vaca Land O'Lakes), en los EE.UU.

Tabla 19. Programa de incentivos para pago por calidad de leche en EE.UU.

Deducción 10 ¢	Deducción 5 ¢	Estándares de calidad	Bonifica 10 ¢	Bonifica 20 ¢	Bonifica 30 ¢	Bonifica 40 ¢
>101,000	>51– 100,000	Recuento en placa (UFC/ml) (RPS)	<20,000	<10,000	<5,000	<3,000
>751,000	601– 750,000	Recuento de células somáticas (RCS)	<300,000	<225,000	<150,000	<125,000
<530	<530	Punto crioscópico	530–550	530–550	530–550	530–550
<90	<90	Puntos en Granja	>90	>90	>90	>90

Deducciones acumuladas serán hechas para RPS y RCS. La leche será rechazada si da positivo para contenidos de antibióticos y otras sustancias inhibitoras. RCS aceptable para la leche de cabra se ha mantenido por ordenanza especial en 1.000.000. Pruebas adicionales de filtrado para contenidos de sedimentos, también son pruebas de rutina.

Fuente: Pirisi *et al.*, 2007.

Dado que el uso principal de la leche de cabra es la fabricación de queso, la evaluación de su calidad es de importancia económica fundamental. Los sistemas de pago de calidad para leche caprina sólo se aplican en algunos países europeos y en particular en aquellos donde está bien desarrollado este sector (Francia, España, Italia, Grecia, Portugal, Noruega y los Países Bajos). Fuera de Europa,

los sistemas de pago de calidad para leche de cabra se implementan a escala regional en EE.UU., Canadá, Nueva Zelanda, Israel y Taiwán (Pirisi *et al.*, 2007).

Dentro de la UE, la situación varía mucho entre países. Algunos ejemplos de los sistemas de pago de calidad se presentan en las Tablas 20 y 21.

El sistema de pago de calidad en España se ha desarrollado más recientemente, con grandes diferencias entre las regiones (Tabla 20), el sistema de pago de calidad para leche de cabra se ha organizado en Francia (Tabla 21), mientras que en Grecia se ha implementado a pequeña escala. Por lo general, las industrias medianas-grandes están involucradas en el pago de la calidad de la leche debido a su política de calidad y su presencia en el mercado mundial. Ejemplos típicos de esto son la cuenca del Roquefort en Francia, Pecorino Romano en Cerdeña (Italia) y Manchego en España. En todos los demás casos, los sistemas de pago de calidad son limitados. Las condiciones en este sector siguen siendo precarias debido a la falta de sólidas relaciones contractuales entre los agricultores y las industrias lácteas (Pirisi *et al.*, 2007).

De acuerdo a Pirisi *et al.* (2007), todos estos sistemas toman en consideración valores históricos de varios parámetros tales como contenido de proteína y grasa, y la calidad microbiológica. Cuando se implementa un sistema como tal, se determina un precio base, que se determina para la leche de calidad estándar y se utiliza como base para la aplicación de una bonificación o penalización relacionada con cada parámetro de la leche en análisis.

Tabla 20. Sistemas de pago de calidad para la leche de cabra en España.

Parámetro	Valor a pagar*
Composición de la leche	+ € 0.004/l por cada gramo de grasa Sin pago de proteína
Calidad Higiénica	<50,000: +€ 0.024/l
	50,000–150,000: +€ 0.012/l
	150,000–500,000: +€ 0.006/l
	>500,000: penalización de acuerdo con el perjuicio
Recuento de células somáticas	Forlactaria: penalización de € 0,006/l cuando RCS > 1000000 (células /l)
	AGRASUR: no pago por RCS
Inhibidores	Penalización
Prima de refrigeración	€ 0,04/l

* Especificaciones 2000-2005 (datos de lecherías Forlactaria / Agasur).

Fuente: Pirisi *et al.*, 2007

De acuerdo a los sistemas de pagos expuestos, los parámetros en común que se tienen en cuenta para pago de leche por calidad son la calidad higiénica respecto al conteo de células mesófilas y al recuento de células somáticas, el punto crioscópico, el cual mide la adición de agua, ya que este es uno de los fraudes más comunes. La presencia de inhibidores o sustancias adulterantes en los 3 casos se castiga con el rechazo de la leche.

Tabla 21. Pago de leche de cabra de acuerdo a su calidad en la región Poitou-Charentes, Francia.

Clasificación de las leches*	Recuento de Bacterias (UFC/ml) (Media aritmética)	P	Recuento de células somáticas (Cél/ml) (Media aritmética)	P	IgG (g/l)	P	Inhibidores (presencia/ausencia)	P	Lipolisis (Meq/100 MG)	P	Punto crioscópico (Porcentaje de agua adicionada)	P
Leche de referencia R	≤50,000	0	≤1,000,000	0	<0.6	0	Primera vez de análisis	8	≤1.77	0	La identificación de todos los resultados > 2%, resultados ≤2% vuelve a 0%	Un punto por cada porcentaje de agua
Categoría A	50,001–100,000	3	1,000,001–1,250,000	0	0.6–0.8	0	Segunda vez de análisis	16	>1.77	5		
Categoría B	100,001–200,000	20	1,250,001–1,500,000	1	0.8–1	10	Tercera vez de análisis	75				
Categoría C	>200,000	50	1,500,001–2,000,000	3	>1	50						
Categoría D			>2,000,000	5								
Numero de análisis por mes	3		3	3	1–3 (2 A partir de septiembre a marzo)		3		1 (de marzo a septiembre)		3	
Periodicidad	Mensual		Mensual		Mensual		Mensual		Mensual		Mensual	

P: puntos.

***Especificaciones 2001 (Datos de la Oficina Regional Interprofesional de leche de cabra de Poitou-Charentes, Francia).**

Valor de un punto: 0,30 céntimos de euro. Para el contenido de proteínas: precio del gramo diferencial (referencia 28 g/l, media aritmética de tres análisis/mes), 0,95 céntimos de euro /g. Para el contenido de grasa: precio del gramo diferencial (referencia 33 g/l, media aritmética de tres análisis/mes), 0,35 céntimos de euro / g.

Fuente: Pirisi *et al* (2007).

7.2 EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS DE PASTEURIZACIÓN

7.2.1 Análisis fisicoquímico y microbiológico leche de cabra. En la Tabla 22 y 23, se muestran los resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos respectivamente, realizadas a las muestras de los ensayos que se realizaron para determinar los parámetros de pasteurización de leche de cabra.

Tabla 22. Análisis fisicoquímico en las diferentes operaciones del proceso de producción de leche de cabra pasteurizada.

Parámetros de ensayo		Materia prima			Producto pasteurizado-Marmita			Producto Empacado	Producto Vencido*
T (°C)	t (min)	Acidez (°D)	% MG	ρ (g/ml)	Acidez (°D)	% MG	ρ (g/ml)	Acidez (°D)	
63	30	16	4.6	1.0302	16	4.4	1.032	17	17
64	30	15	4.6	1.030	15	4.5	1.030	16	16
65	30	16	4.6	1.0302	15	4.3	1.0314	16	16
72-75	30	15	4.5	1.030	15	4.3	1.030	16	16
72-75	30	16	4.6	1.0302	15	4.4	1.0314	16	15
72-75	30	16	4.3	1.0312	15	4.3	1.0316	15	15
82-85	5	16	4.6	1.0312	16	4.0	1.0314	15	15
82-85	5	16	4.3	1.0312	16	4.0	1.0316	17	17
82-85	5	15	4.4	1.0306	15	4.4	1.0306	16	16

*La fecha de vencimiento se cuenta 9 días a partir del día de empaque.

Fuente: Este estudio.

Tabla 23. Análisis microbiológico en las diferentes operaciones del proceso de producción de leche de cabra pasteurizada.

Parámetros de ensayo		Materia prima		Producto pasteurizado-Marmita		Producto Empacado		Producto Vencido	
T (°C)	t (min)	Mesófilos (UFC/ml)	CT (UFC/ml)	Mesófilos (UFC/ml)	CT* (UFC/ml)	Mesófilos (UFC/ml)	CT* (UFC/ml)	Mesófilos (UFC/ml)	CT* (UFC/ml)
63	30			940	<1-<10	3440		6400	1625
64	30	216.000	50.000	140	<1-<10	125	<1-<10	40	<1-<10
65	30			40	<1-<10	40		270	65-10
72-75	30							20	<1-<10
72-75	30	314.000	76.000	<10	<1-<10	<10	<1-<10	30	<1-<10
72-75	30						2-<10	7250	7150
82-85	5			<10	<1-<10	<10	7-<10	Incontable	64
82-85	5	265.000	208.000	<10	<1-<10	<10	6-<10	Incontable	10
82-85	5			<10	<1-<10	10	<1-<10	610	<1-<10

*Para el dato de coliformes se entregan dos datos, los cuales se reportan así: el primer dato corresponde a la dilución 0 y el segundo dato corresponde a la dilución 1.

Fuente: Este estudio.

Una vez liberada la leche por ausencia de inhibidores, los resultados presentados en la Tabla 22, comprenden los análisis fisicoquímicos que se evalúan al momento de pasteurizar la leche de cabra que son acidez, % MG, y densidad. Los resultados de % de materia grasa se encuentran en valores similares y superiores (4,0% a 4,6%) a los obtenidos en la caracterización, estos resultados pueden deberse a que estos valores son del lote de la recepción del día que se realizó el ensayo, mientras el dato de la caracterización es el promedio de 96 datos. Los resultados de densidad (1,030 a 1,0316 g/ml) están por debajo del valor obtenido en la caracterización, esto tiene relación con el mayor % de materia grasa presentado en los ensayos, ya que según Quiles & Hevia (2001) la densidad varía en forma inversa al % de materia grasa, debido a la menor densidad de la materia grasa.

Para los resultados de acidez, se obtuvieron valores similares (15-17 °D) a los obtenidos en la caracterización, cabe resaltar que la acidez es el parámetro más evaluado en todo el proceso de producción, pues tiene estrecha relación con la presencia de microorganismos ya que se denomina *acidez desarrollada*, debido al ácido láctico y a otros ácidos procedentes de la degradación microbiana de la lactosa.

En la Tabla 23 se presentan los resultados del análisis microbiológico realizado durante las diferentes etapas de producción de leche de cabra pasteurizada, para la materia prima se presentan valores de mesófilos y coliformes inferiores a los

reportados en los resultados de caracterización. Una vez pasteurizada la leche mediante los diferentes tratamientos, todos presentan una disminución de los recuentos microbiológicos; el análisis microbiológico de producto terminado se realiza para liberar el producto al mercado, ya que puede ocurrir contaminación microbiana en esta operación y el análisis a producto vencido se realiza a la contramuestra que se guarda una vez liberado el producto.

De acuerdo a los resultados, los análisis microbiológicos con recuentos más bajos en comparación con los otros ensayos, corresponden a los tratamientos a temperatura de 72-75°C con tiempo de retención de 30 minutos. El ensayo de 82-85°C con tiempo de retención de 5 minutos, presenta inactivación de peroxidasa, lo que indica exceso de pasteurización.

En la Tabla 24 se presentan los resultados de eficiencia de pasteurización, indicando que la enzima fosfatasa aparece inactiva desde los 63°C, mientras la enzima peroxidasa aparece inactiva después de los 75 °C.

Frente a estos resultados se evaluó la inactivación de la enzima fosfatasa y peroxidasa en leche de cabra, con el fin de verificar si se inactiva a la misma temperatura que en leche de vaca, estos resultados se presentan en la Tabla 25.

Tabla 24. Eficiencia de pasteurización de leche de cabra pasteurizada.

Parámetros de ensayo	T (°C)	63	64	65	72-75	72-75	72-75	82-85	82-85	82-85
	t (min)	30	30	30	30	30	30	5	5	5
Fosfatasa (-/+)		-	-	-	-	-	-	-	-	-
Peroxidasa (-/+)		+	+	+	+	-	+	-	-	-

-: Negativo; +: Positivo.

Fuente: Este estudio.

7.2.2 Inactivación de fosfatasa y peroxidasa en leche bovina y leche caprina.

En la Tabla 24, se observa que la enzima fosfatasa se inactiva en los parámetros evaluados en los 3 ensayos, mientras la enzima peroxidasa se inactiva a temperaturas superiores de los 74°C. Es por ello que se realizó el ensayo para determinar en qué temperaturas se inactivan estas 2 enzimas en leche de cabra, comparadas con leche bovina; el tiempo de tratamiento para los ensayos fue con retención de 30 minutos

Tabla 25. Ensayos para inactivación de fosfatasa y peroxidasa en leche bovina y leche caprina.

Fosfatasa																	Peroxidasa						
T (°C)	60	61	62	63	64	65	66	67	70	72	73	74	75	76	78	80							
Leche Bovina (LB)	+	+	+	+	-	-	-	-	+	+		+		+	+/-	-							
Leche Caprina (LC)	+	+	+	-	-	-	-	-		+	+	+/-	-										

*Las casillas en blanco significan que no se realizó este ensayo a esta temperatura, esto debido a que el ensayo de leche de cabra se realizó aumentando 1°C de temperatura, mientras para leche de vaca fue de 2°C.

Fuente: Este estudio.

Como se observa en la Tabla 25 y en las Figuras 32 y 33, la enzima fosfatasa en los 2 tipos de leche se inactiva a temperaturas de 62-63°C, se evidencia en el cambio de color, cabe destacar que estas pruebas se realizan por el método colorimétrico (Rankin *et al.*, 2010) y su valoración es cualitativa. La presencia de fosfatasa alcalina en la leche varía mucho según las diferentes especies, también dentro de cada especie y razas (FAO, 2008). Es así como Mathur (1974) y Williams (1986), citados por Rankin *et al* (2010), afirman que en general, la leche de cabra tiene actividades de fosfatasa menor en comparación con la leche de vaca, debido a sus bajas cantidades.

Raynal-Ljutovac *et al.*, (2007) reportaron como consecuencias de la variación de presencia de fosfatasa, están las diferencias en la composición, los sistemas miscelares de la leche de cabra difieren notablemente de la leche de vaca por varias propiedades como son la composición y el tamaño. Durante el tratamiento térmico de la leche, la actividad de fosfatasa alcalina de leche de cabra, disminuye más en comparación con la actividad de fosfatasa alcalina de leche de vaca.

Se dice que la enzima fosfatasa alcalina tiene una estrecha relación con el contenido de grasa en la leche, ya que esta enzima se absorbe fácilmente en los glóbulos de grasa, de manera que el contenido de grasa del producto sometido a pasteurización influirá en el resultado (FAO, 2008). De acuerdo a Williams & Nottingham, (1990), citados por Rankin *et al* (2010), los valores de fosfatasa alcalina en leche de cabra varía ampliamente y tiene poca y/o ninguna correlación con el % de materia grasa de leche, sólidos no grasos de la leche.

El tratamiento térmico aplicado al proceso de pasteurización tiene estrecha relación con la presencia de fosfatasa alcalina, es así como De Bivar Roseiro &

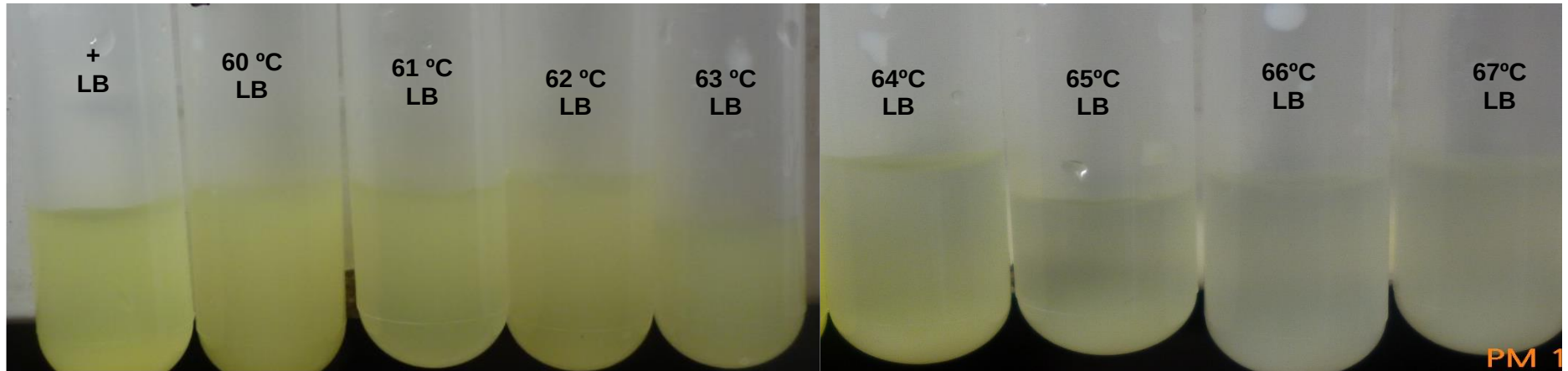
Barbosa (1995) citados por Lorenzen *et al.* (2010), reportaron que la pasteurización de la leche de cabra a 72°C durante 15 s parecía menos eficaz que el tratamiento a los 63°C durante 30 minutos, esta pasteurización resultó en una reducción fosfatasa alcalina de 100-260 veces la actividad enzimática inicial, mientras que la pasteurización rápida redujo la actividad de fosfatasa alcalina sólo entre 35 y 79 veces.

El estudio de la actividad de la enzima peroxidasa es de gran interés ya que se ha propuesto para el seguimiento de tratamientos térmicos por encima de 72° C durante 15 s, también como un agente bactericida e índice de mastitis (Dumitraşcu *et al.*, 2012).

Para la enzima peroxidasa en leche de vaca su inactivación ocurre desde los 78 °C (Figura 34), pues a esta temperatura existe un viraje muy tenue mientras que a los 80 °C es inactiva, los resultados de este ensayo coinciden con De Wit & Van Hooydonk (1996), citados por Dumitraşcu *et al.* (2012), afirman que la inactivación completa de la enzima peroxidasa en leche de vaca requiere de 78°C durante 15 s, a diferencia de este estudio que el tiempo de retención fue de 30 min.

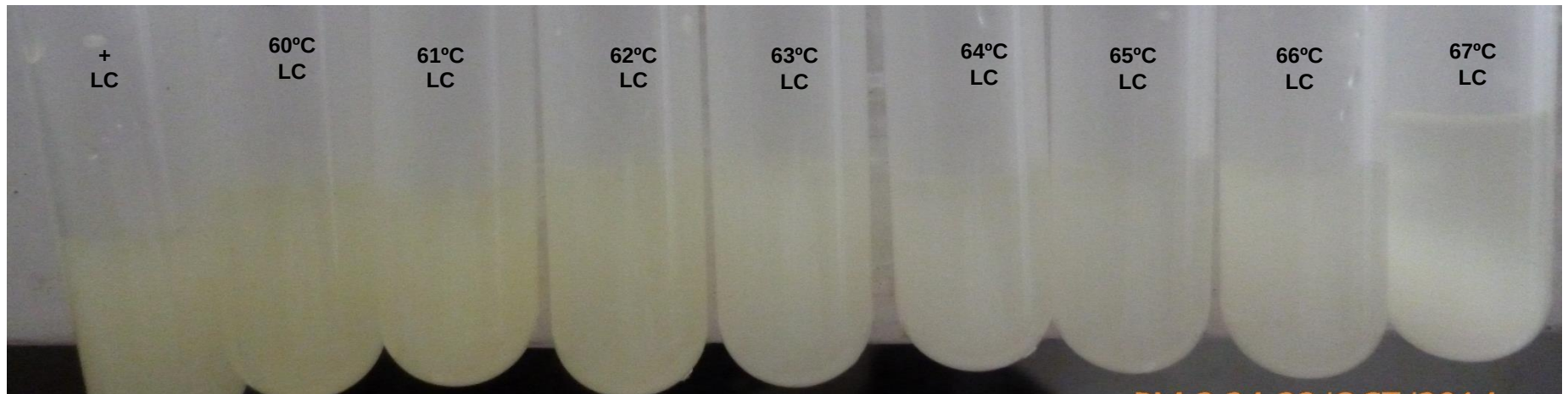
Para la leche de cabra su inactivación ocurre desde los 74 °C (Figura 35), indicando que a temperatura de 75 °C es inactiva, de acuerdo a Zapico (1993), cabe resaltar que la peroxidasa en leche de cabra se inactiva parcialmente por pasteurización corta a 74°C, se inactiva totalmente si se calienta durante 15 minutos a 75°C. Sin embargo, si se calienta 15 segundos a 80°C sólo se reduce su actividad en un 40%.

Figura 32. Coloración prueba de fosfatasa en leche de vaca a diferentes temperaturas de pasteurización



Fuente: Este estudio.

Figura 33. Coloración prueba de fosfatasa en leche de cabra a diferentes temperaturas de pasteurización.



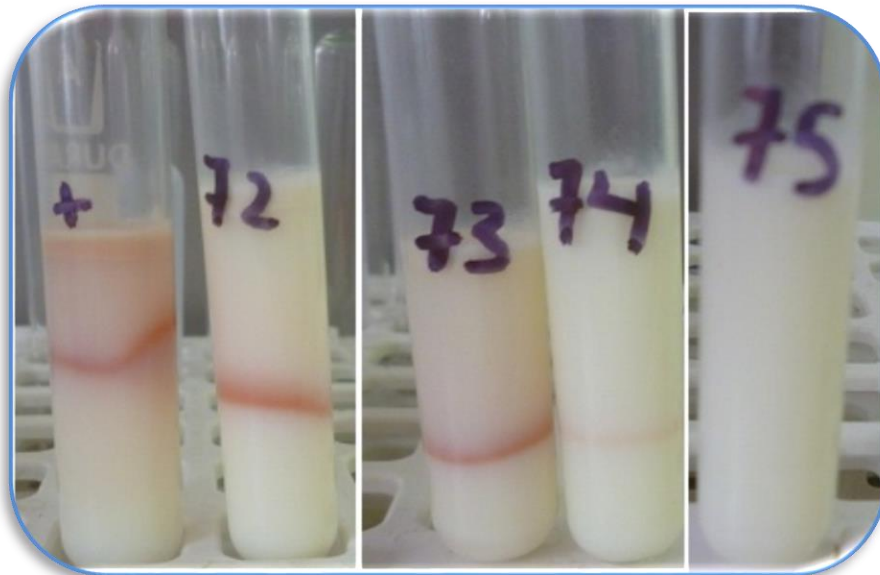
Fuente: Este estudio.

Figura 34. Coloración prueba de peroxidasa en leche de vaca a diferentes temperaturas de pasteurización.



Fuente: Este estudio.

Figura 35. Coloración prueba de peroxidasa en leche de cabra a diferentes temperaturas de pasteurización.



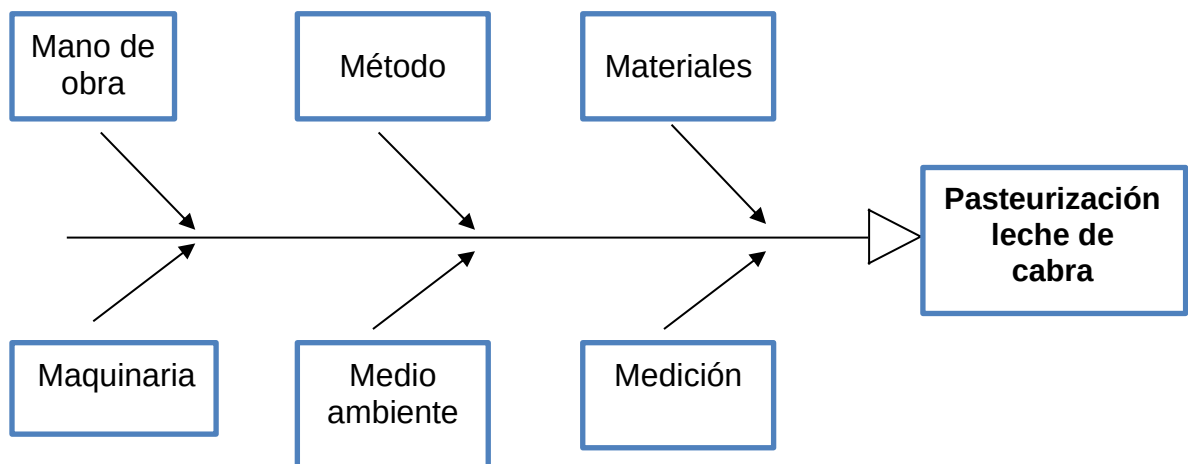
Fuente: Este estudio.

Los resultados obtenidos en este estudio sobre la enzima peroxidasa para leche de cabra son similares a los obtenidos por Dumitraşcu *et al.* (2012), en donde afirman que la enzima es más lábil al calor en leche de cabra y leche de oveja y se

inactiva en el rango de temperatura (70-75 °C). Frente a estos resultados cabe mencionar que la actividad de la enzima peroxidasa en leche de cabra es menor en comparación con la leche bovina (8,87 veces menor) (Sharma *et al.*, 2009).

7.2.3 Método de 6M para analizar el proceso de pasteurización de leche de cabra:

Diagrama 2. Diagrama espina de pescado para el proceso de pasteurización de leche de cabra.



Fuente: Este estudio.

Mano de obra: Los colaboradores conocen la manera de realizar las respectivas actividades antes, durante y después del proceso de pasteurización, también conocen las variables manejadas al igual que sus límites establecidos, ya que reciben una inducción para desempeñarse en el puesto de trabajo y es así como demuestran la habilidad para desarrollar las actividades a realizar.

Método: Se elaboró el POE, en donde se establecieron los límites de las variables a manejar para este proceso, las diferentes actividades que se realizan para el proceso de pasteurización de leche de cabra, al igual que los responsables de dicha actividad.

Maquinaria: La entrega de leche a proceso se realiza mediante cantinas, debe ser medida por el auxiliar de plataforma. Para el proceso de producción de leche de cabra se cuenta con una marmita de 400 litros de capacidad volumétrica, que puede ser usada cuando el volumen programado sea mayor a 10 litros.

Se recomienda la adecuación de una marmita de 100 litros de capacidad, ya que el volumen de producción que se programa durante la semana se encuentra en un valor promedio inferior a este volumen.

En el momento del llenado en vaso de 100 ml el producto es sometido a manipulación de operarios encargados de esta actividad, ya que tienen que destapar la garrafa en donde se encuentra la leche y vaciar a los vasos y algunas veces manipular la máquina de sellado.

Medición o inspección: La medición se realiza tanto a materia prima (acidez, %MG, densidad y recuento total de bacterias), variables manejadas (tiempo y temperatura), producto en proceso (RPS, coliformes totales y fecales), eficiencia de pasteurización (fosfata y peroxidasa) y producto terminado (RPS, coliformes totales y fecales). Las muestras que se toman son al azar en las diferentes etapas del proceso, las cuales se analizan en los laboratorios físicoquímico y microbiológico de la planta. Los resultados que arrojan las pruebas de eficiencia de pasteurización (fosfata y peroxidasa) se pueden controlar de acuerdo a como se estableció el valor de las variables manejadas (tiempo de retención y temperatura de pasteurización) según los resultados que arrojaron los ensayos de pasteurización en la Tabla 23.

Materiales y/o insumos: Para el proceso de pasteurización se utilizan diversos materiales tales como azúcar, saborizantes, colorantes, pectina, filtros de tela, embudo en acero inoxidable, pipetas y garrafas que son previamente lavados y desinfectados para su uso en el transcurso del proceso.

La empresa ya tiene establecido los proveedores de los diferentes insumos, es por ello que no se presenta múltiples influencias sobre el producto terminado. El cambio continuo de proveedores genera influencias que se pueden presentar sobre el producto terminado; ya que al realizarse evaluaciones comparativas de las características técnicas y sensoriales, la calidad de los insumos es diferente en cada proveedor; es así como se elegir el más apropiado a las del producto.

Se recomienda el uso de otro tipo de empaque como las botellas de plástico PET blancas, ya que este tipo de envase que permite una mejor proporción entre la cantidad dosificada, además se evita un mayor contacto con el producto.

Medio ambiente: Para controlar la posible contaminación de producto por el medio ambiente, se realizan aspersiones al ambiente periódicamente con diferentes desinfectantes (hipoclorito y amonio cuaternario), los cuales se rotan para evitar que se genere resistencia de microorganismos (bacterias, mohos, levaduras). Para el control del medio ambiente se realizan pruebas microbiológicas para medir la presencia de microorganismos en las diferentes áreas.

7.2.4. Prueba sensorial afectiva – medición del grado de satisfacción de leche de cabra pasteurizada con diferentes tratamientos térmicos. A continuación se presentan los resultados del análisis sensorial que se realizó a los ensayos de pasteurización con leche de cabra, se dispuso de 5 personas del panel sensorial establecido (numeral 7.3).

La tabla ANOVA descompone la varianza del atributo evaluado en dos componentes: un componente entre-grupos y un componente dentro-de-grupos. La razón-F, es el cociente entre el estimado entre-grupos y el estimado dentro-de-grupos. Cuando el resultado del valor-P de la prueba-F es menor que 0,05, existe una diferencia estadísticamente significativa entre la media del atributo evaluado entre los tratamientos evaluados, con un nivel del 95,0% de confianza. Para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras, se realizó la Prueba de Rangos Múltiples.

Las tablas de la prueba LSD Fisher aplican un procedimiento de comparación múltiple para determinar cuáles medias son significativamente diferentes de otras. El método empleado actualmente para discriminar entre las medias es el procedimiento de diferencia mínima significativa (LSD) de Fisher. Con este método hay un riesgo del 5,0% al decir que cada par de medias es significativamente diferente.

La Tabla 26 y el Gráfico 2 muestran que el valor-p (0,2741) de la razón-F (1,44) es mayor que 0,05, por tanto no existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tratamientos. La Tabla 27 muestra que los 3 grupos son homogéneos, destacando que los jueces asignaron una calificación media de 0,4 al tratamiento 63-65 °C x 30 min, mientras que asignaron una calificación de -0,4 al tratamiento 72-75 °C x 30 min.

Tabla 26. Análisis de varianza para apariencia de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Apariencia	1,73333	2	0,866667	1,44	0,2741
Intra grupos	7,2	12	0,6		
Total (Corr.)	8,93333	14			

(p<0,05=Significativo)

Fuente: Este estudio.

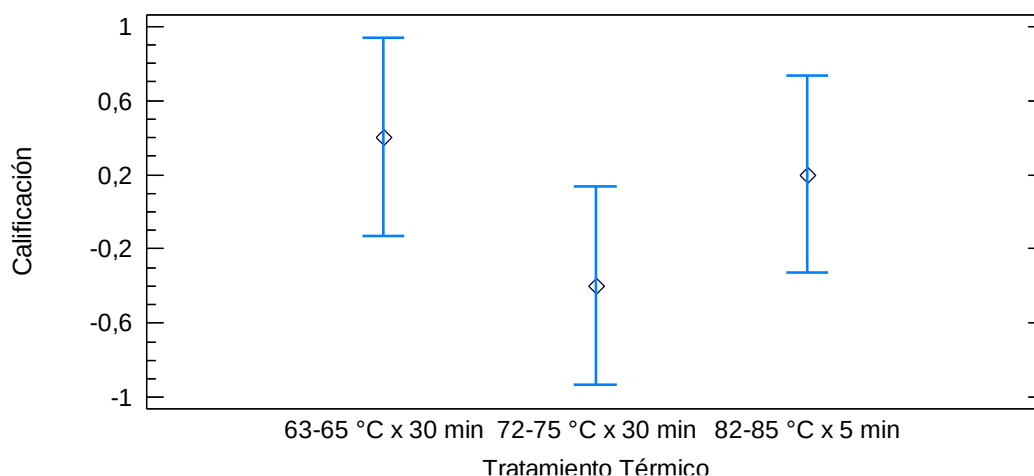
Tabla 27. Prueba LSD Fisher para apariencia de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
63-35 °C x 30 min	5	0,4	a
72-75 °C x 30 min	5	-0,4	a
82-85 °C x 5min	5	0,2	a

*Grupos Homogéneos con una letra en común no son estadísticamente diferentes ($p \geq 0,05$).

Fuente: Este estudio.

Gráfico 2. Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para apariencia en relación a leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.



Fuente: Este estudio.

La Tabla 28 y el Gráfico 3 muestran que el valor-p (0,0024) de la razón-F (10,40) es menor que 0,05, por tanto existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tratamientos respecto al sabor. La Tabla 29 muestra que existen 2 grupos homogéneos (63-35 °C x 30 min y 72-75 °C x 30 min), y que solo hay diferencia estadísticamente significativa con el tratamiento 82-85 °C x 5 min en cuanto al sabor, destacando que los jueces asignaron una calificación media de 0,6 al tratamiento 63-65 °C x 30 min, mientras que asignaron una calificación de -1,0 al tratamiento 82-85 °C x 30 min.

Tabla 28. Análisis de varianza para sabor de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Sabor	6,93333	2	3,46667	10,40	0,0024
Intra grupos	4,0	12	0,333333		
Total (Corr.)	10,9333	14			

($p < 0,05$ = Significativo)

Fuente: Este estudio.

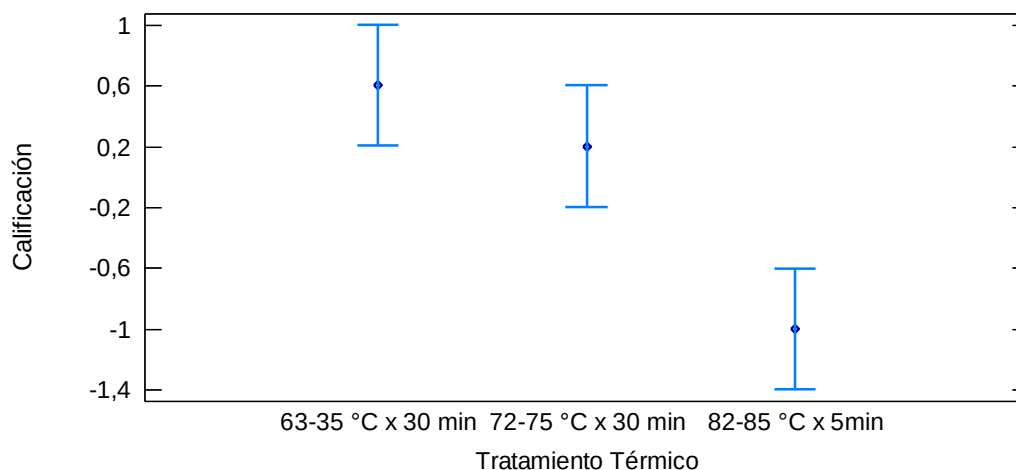
Tabla 29. Prueba LSD Fisher para sabor de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
63-35 °C x 30 min	5	0,6	a
72-75 °C x 30 min	5	0,2	a
82-85 °C x 5 min	5	-1,0	b

*Grupos Homogéneos con una letra en común no son estadísticamente diferentes ($p \geq 0,05$).

Fuente: Este estudio.

Gráfico 3. Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para sabor en relación a leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.



Fuente: Este estudio.

La Tabla 30 y el Gráfico 4 muestran que el valor-p (0,0302) de la razón-F (4,75) es menor que 0,05, por tanto existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tratamientos. La Tabla 31 muestra que existen 2 grupos homogéneos (63-35 °C x 30 min y 72-75 °C x 30 min), y que solo hay diferencia estadísticamente significativa entre los tratamientos 63-35 °C x 30 min y 82-85 °C x

5 min en cuanto al olor, destacando que los jueces asignaron una calificación media de 0,6 al tratamiento 63-65 °C x 30 min, mientras que asignaron una calificación de -0,4 al tratamiento 82-85 °C x 30 min.

Tabla 30. Análisis de varianza para olor de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Olor	2,53333	2	1,26667	4,75	0,0302
Intra grupos	3,2	12	0,266667		
Total (Corr.)	5,73333	14			

(p<0,05=Significativo)

Fuente: Este estudio.

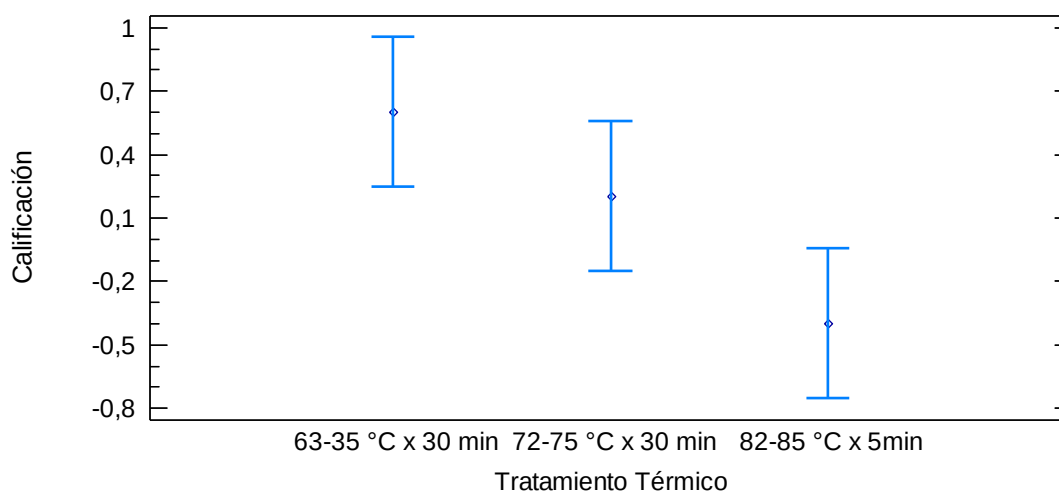
Tabla 31. Prueba LSD Fisher para olor de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
63-35 °C x 30 min	5	0,6	a
72-75 °C x 30 min	5	0,2	ab
82-85 °C x 5 min	5	-0,4	b

*Grupos Homogéneos con una letra en común no son estadísticamente diferentes ($p \geq 0,05$).

Fuente: Este estudio.

Gráfico 4. Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para olor en relación a leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.



Fuente: Este estudio.

La Tabla 32 y el Gráfico 5 muestran que el valor-p (0,3083) de la razón-F (1,30) es mayor que 0,05, por tanto no existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tratamientos. La Tabla 33 muestra que los 3 grupos son homogéneos, destacando que los jueces asignaron una calificación media de 0,2 al tratamiento 63-65 °C x 30 min, mientras que asignaron una calificación de -0,6 al tratamiento 82-85 °C x 30 min.

Tabla 32. Análisis de varianza para textura de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-p
Textura	1,73333	2	0,866667	1,30	0,3083
Intra grupos	8,0	12	0,666667		
Total (Corr.)	9,73333	14			

(p<0,05=Significativo)

Fuente: Este estudio.

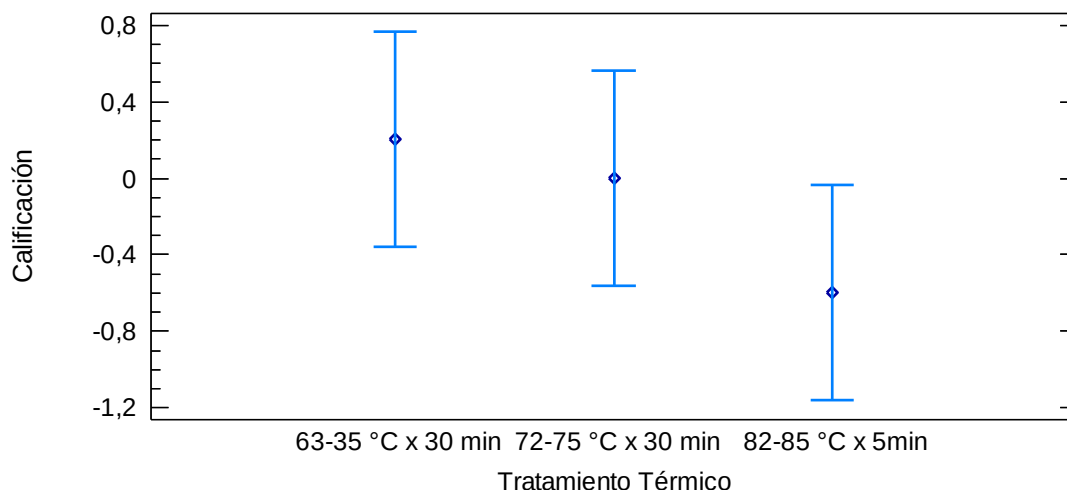
Tabla 33. Prueba LSD Fisher para textura de leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.

Tratamiento	Casos	Media	Grupos Homogéneos
63-35 °C x 30 min	5	0,2	a
72-75 °C x 30 min	5	0,0	a
82-85 °C x 5min	5	-0,6	a

*Grupos Homogéneos con una letra en común no son estadísticamente diferentes ($p \geq 0,05$).

Fuente: Este estudio.

Gráfico 5. Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para textura en relación a leche de cabra pasteurizada a diferentes tratamientos térmicos.



Fuente: Este estudio.

7.3 ESTABLECER GRUPO DE EVALUACIÓN SENSORIAL PARA ANÁLISIS DE LECHES HIGIENIZADAS Y DE LECHE DE CABRA.

7.3.1 Resultados calificación selección de jueces. Para las pruebas realizadas a los posibles jueces se tuvo los resultados presentados en la Tabla 34. Los resultados de las diferentes pruebas realizadas se presentan en la Tabla 35.

Los jueces seleccionados fueron aquellos que obtuvieron calificaciones superiores a 75% correspondiente a un nivel alto.

Tabla 34. Parámetros de evaluación para seleccionar jueces del grupo de evaluación sensorial.

NIVEL	CALIFICACIÓN	PUNTAJE	CONCEPTO
4	Nivel muy bajo	0-30%	No califica para ser parte del grupo
3	Nivel bajo	31-54%	No califica para ser parte del grupo
2	Nivel medio	55-74%	No califica para ser parte del grupo
1	Nivel alto	75-100%	Califica para ser parte del grupo

Fuente: Chamorro y Daza, 2012.

De acuerdo a lo estipulado en la Tabla 34 y a los resultados presentados en la Tabla 35, 10 personas fueron seleccionadas para hacer parte del grupo de evaluación sensorial, las cuales fueron entrenadas y realizaron la evaluación en planilla de jura. Tal como menciona Anzaldúa (1994), las pruebas con jueces semientrenados o de laboratorio deben efectuarse con un mínimo de 10 jueces.

Tabla 35. Resultados selección de jueces para hacer parte del grupo de evaluación sensorial.

Participante	Test de detección y reconocimiento olores-aroma		Test para la determinación de un estímulo (prueba triangular).		Test de reconocimiento de sabores básicos.		Test de discriminación entre niveles de intensidad de un estímulo.		Puntaje total Promedio (%)*	Intolerante a algún alimento	Seleccionado
	Aciertos	(%)	Aciertos	(%)	Aciertos	(%)	Aciertos	(%)			
Mario Chaves	5	62,5	1	100	4	100	5	100	90,63	No	Si
Jaime Delgado	6	100	1	100	4	100	1	20	80	No	Si
Claudia Benavides	6	75	1	100	4	100	3	60	83,75	No	Si
Andrea Bolaños	3	50	1	100	4	100	2	40	72,5	No	No
Liliana Guerrero	6	75	1	100	4	100	5	100	93,75	No	Si
Armando Coral	6	100	0	0	4	100	3	60	65	Si	No
Diana L. Ortiz	6	100	1	100	4	100	5	100	100	No	Si
Marlene Betancourt	6	100	1	100	2	50	2	40	72,5	No	No
Laura Cáez	6	100	0	0	4	100	5	100	75	No	No**
Roner De Ávila	6	100	1	100	4	100	3	60	90	Si	Si
Adriana Soler	6	100	0	0	2	50	3	60	52,5	No	No

*: El porcentaje total se expresó como el promedio de los porcentajes obtenidos en cada prueba de las 4 realizadas.

** : Esta persona no fue seleccionada porque manifestó su intolerancia a la lactosa.

Fuente: Este estudio.

Tabla 36 Continuación

Participante	Test de detección y reconocimiento olores-aroma		Test para la determinación de un estímulo (prueba triangular).		Test de reconocimiento de sabores básicos.		Test de discriminación entre niveles de intensidad de un estímulo.		Puntaje total Promedio (%)*	Intolerante a algún alimento	Seleccionado
	Aciertos	(%)	Aciertos	(%)	Aciertos	(%)	Aciertos	(%)			
Román Salazar	4	66,65	1	100	4	100	5	100	91,67	No	Si
Ximena Mideros	4	66,65	1	100	2	50	5	100	79,17	No	Si
Jesús Jojoa	4	66,65	0	0	3	75	3	60	50,42	No	No
Luis Becerra	4	66,65	1	100	4	100	3	60	81,67	No	Si
Nathaly Bastidas	3	50	0	0	3	75	3	60	46,25	No	No
María Elena Santacruz	3	50	1	100	4	100	3	60	77,5	No	Si
Juvencio Cortes	3	50	1	100	3	75	2	40	66,25	No	No
Jeniffer Luna	3	50	0	0	4	100	5	100	62,5	No	No

Fuente: Este estudio.

7.3.2 Resultados calificación entrenamiento de jueces seleccionados. Para el entrenamiento se realizaron pruebas discriminativas, para que los jueces encuentren diferencias entre los diferentes tipos de leches higienizadas, entre las pruebas realizadas estuvieron:

Prueba triangular. En esta prueba se establecieron diferentes combinaciones de muestras que correspondieron a tipos de leche de la marca Colácteos, tal como se muestra en la Tabla 36. Los datos obtenidos se compararon con la tabla del Apéndice V (Anzaldúa, 1994) para establecer la existencia de las diferencias significativas entre los tipos de leche.

Tabla 37. Resultados pruebas de entrenamiento triangulares.

Combinación muestras (tipo de leche)	Muestra diferente	Número de juicios	Total Respuestas correctas	Significancia
Entera-UHT	UHT		9	Nueve de los jueces identificaron la muestra diferente correspondiente a leche UHT, lo cual indica que existe una diferencia significativa con un 0,1% de probabilidad de error.
Entera- Deslactosada	Deslactosada	10	10	Diez de los jueces identificaron la muestra diferente correspondiente a leche Deslactosada, lo cual indica que existe una diferencia significativa con un 0,1% de probabilidad de error.
Entera- Cabra	Cabra		10	Diez de los jueces identificaron la muestra diferente correspondiente a leche de Cabra, lo cual indica que existe una diferencia significativa con un 0,1% de probabilidad de error.

Fuente: Este estudio.

Como se observa en la Tabla 36, el entrenamiento se realizó con leche entera para cada ensayo, esto es debido a que es más común en consumo. De acuerdo a los resultados, los jueces en etapa de entrenamiento identificaron las diferencias entre leches, por ende se obtuvo la mayoría de respuestas correctas.

Prueba Dúo-trío. En esta prueba se establecieron diferentes combinaciones de muestras que correspondieron a tipos de leche de la marca Colácteos, tal como se muestra en la Tabla 37. Con los datos obtenidos se comparó los resultados con la tabla del Apéndice II “prueba de una cola” presentada por Anzaldúa (1994) y así poder establecer la existencia de las diferencias significativas entre los diferentes tipos de leche.

Tabla 368. Resultados pruebas de entrenamiento DÚO-TRÍO.

Combinación muestras (tipo de leche)	Muestra R	Número de juicios	Total Respuestas correctas	Significancia
UHT- Deslactosada	UHT	10	10	Diez de los jueces identificaron la muestra diferente de R correspondiente a leche Deslactosada, lo cual indica que existe una diferencia significativa con un 0,1% de probabilidad de error.
Cabra-UHT	Cabra		10	Diez de los jueces <u>identificaron la muestra</u> diferente de R correspondiente a leche UHT, lo cual indica que existe una diferencia significativa con un 0,1% de probabilidad de error.
Deslactosada-cabra	Deslactosada		10	<u>Diez de los jueces</u> identificaron la muestra diferente de R correspondiente a leche de Cabra, lo cual indica que existe una diferencia significativa con un 0,1% de probabilidad de error.

Fuente: Este estudio.

A diferencia de la prueba triangular, en la prueba dúo-trío no se utilizó leche entera si no la combinación de los otros tipos de leche (UHT, Deslactosada y Cabra) (Tabla 37). De acuerdo a los resultados, los jueces entrenados identifican las diferencias entre leches, por ende se obtuvo todas las respuestas correctas.

Prueba de ordenamiento. En esta prueba se entregó a cada juez 3 tipos de leche con un defecto (adición de agua, que es un fraude muy común), la proporción de adición de agua fue: 0, 5, 10 y 15 %v/v que corresponde a los números 4, 3, 2 y 1 respectivamente, los cuales los jueces debían organizar en ese orden, tal como se

muestra en la Tabla 38, Tabla 39 y Tabla 40. Con los datos obtenidos se realizó la interpretación de los resultados con la tabla de totales de rangos del Apéndice VII presentada por Anzaldúa (1994) y así poder establecer la existencia de las diferencias significativas entre las muestras de los diferentes tipos de leche.

Para consultar la tabla se tuvo en cuenta:

Numero de muestras: 4

Número de jueces: 10

Se obtuvieron los números:

17 - 33

19 – 31

Los resultados de la Tabla 38, indican que la muestra con 15% de agua es significativamente diferente a la muestra con 0% de agua, ya que el total 11 queda por debajo del intervalo [17-33] y el total 40 queda por encima el intervalo. Las muestras con 10 y 5% de agua quedan, por lo tanto, dentro del intervalo y no hay diferencia significativa entre estas dos muestras en cuanto a la intensidad de sabor.

En el segundo renglón aparece el intervalo [19-31], lo que significa que la muestra con 15% de agua es la muestra que tiene la intensidad significativamente mínima de sabor, porque el total de esta muestra es 11, representa un valor inferior al valor de 19 de la suma de rangos de la tabla. El límite superior del intervalo es 31, por lo que la muestra con 0% de agua es la que significativamente tiene más sabor que las demás muestras.

Tabla 39. Resultados pruebas de ordenamiento con leche Deslactosada.

JUEZ	MUESTRAS			
	(orden de menor a mayor intensidad de sabor)			
	15%	10%	5%	0%
1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	3	2	4
4	1	2	3	4
5	1	2	3	4
6	1	3	2	4
7	1	2	3	4
8	1	2	3	4
9	1	2	3	4
10	2	1	3	4
TOTAL	11	21	28	40

Fuente: Este estudio.

De acuerdo a los resultados de la Tabla 39, los números, la muestra con 15% de agua es significativamente diferente al resto de las muestras, ya que el total 14 queda por debajo del intervalo [17-33] y el total 32 queda por encima el intervalo. Las muestras con 10 y 0% de agua quedan, por lo tanto, dentro del intervalo y no hay diferencia significativa entre estas dos muestras en cuanto a la intensidad de sabor.

En el segundo renglón aparece el intervalo [19-31], lo que significa que la muestra con 15% de agua es la muestra que tiene la intensidad significativamente mínima de sabor, porque el total de esta muestra es 14, representa un valor inferior al valor de 19 de la suma de rangos de la tabla. El límite superior del intervalo es 31, por lo que la muestra con % de agua es la que significativamente tiene más sabor que las demás muestras.

Tabla 40. Resultados pruebas de ordenamiento con leche UHT.

MUESTRAS (orden de menor a mayor intensidad de sabor)				
JUEZ	15%	10%	5%	0%
1	2	1	3	4
2	1	2	3	4
3	2	4	3	1
4	1	2	3	4
5	1	3	4	2
6	1	2	3	4
7	2	1	4	3
8	2	1	3	4
9	1	4	2	3
10	1	3	4	2
TOTAL	14	23	32	31

Fuente: Este estudio.

Los resultados de la Tabla 40, indican que la muestra con 15% de agua es significativamente diferente a la muestra con 0% de agua, ya que el total 10 queda por debajo del intervalo [17-33] y el total 40 queda por encima el intervalo. Las muestras con 10 y 5% de agua quedan, por lo tanto, dentro del intervalo y no hay diferencia significativa entre estas dos muestras en cuanto a la intensidad de sabor.

En el segundo renglón aparece el intervalo [19-31], lo que significa que la muestra con 15% de agua es la muestra que tiene la intensidad significativamente mínima de sabor, porque el total de esta muestra es 10, representa un valor inferior al valor de 19 de la suma de rangos de la tabla. El límite superior del intervalo es 31,

por lo que la muestra con 0% de agua es la que significativamente tiene más sabor que las demás muestras.

Tabla 41. Resultados pruebas de ordenamiento con leche de Cabra.

MUESTRAS (orden de menor a mayor intensidad de sabor)				
JUEZ	15%	10%	5%	0%
1	1	2	3	4
2	1	2	3	4
3	1	3	2	4
4	1	3	2	4
5	1	2	3	4
6	1	2	3	4
7	1	2	3	4
8	1	2	3	4
9	1	2	3	4
10	1	2	3	4
TOTAL	10	22	28	40

Fuente: Este estudio.

7.3.3 Resultados calificación en planilla de jura. En la Tabla 41 se presenta el análisis fisicoquímico realizado a las diferentes leches fluidas higienizadas que se utilizaron en evaluación en planilla de jura.

La leche entera de marca Andinos no cumple con el Decreto 616 de 2006 por lo siguiente: Su extracto seco es de 8.29%, mientras el Decreto establece 8,30%, el punto crioscópico es de -0,4892 °C, supera al máximo establecido en el Decreto (-0,51°C) e indica adición de agua en 4.77%, finalmente la prueba de peroxidasa debe arrojar un resultado positivo para este tipo de leche y de acuerdo al análisis realizado arroja un valor negativo.

La leche entera San Fernando no cumple con el Decreto 616 de 2006 por lo siguiente: El punto crioscópico es de -0,5046 °C, supera al máximo establecido en el Decreto (-0,51°C) indicando adición de agua de 1,77% y el resultado de la prueba peroxidasa es negativo.

La leche pasteurizada entera deslactosada de marca Colácteos no cumple con el Decreto 616 de 2006 por lo siguiente: el punto crioscópico es de -0,6988 °C, es un valor inferior al máximo establecido en el Decreto para leche deslactosada (-0.661°C).

La leche pasteurizada entera deslactosada de marca Andinos no cumple con el Decreto 616 de 2006 por lo siguiente: el punto crioscópico es de -0,6626 °C, es un

valor inferior al máximo establecido en el Decreto (-0.661°C) y la prueba de peroxidasa debe arrojar un resultado positivo para este tipo de leche y de acuerdo al análisis realizado arroja un valor negativo.

Cabe destacar que la medición del punto crioscópico en la leche deslactosada juega un papel importante debido a que el contenido de lactosa es responsable de 53,8% de la del punto de congelación, con otros componentes (potasio, cloruro, sodio, citratos, urea y otros componentes) de acuerdo a lo reportado por Zagorska & Ciprovica (2013), ya que al hidrolizarse la lactosa en galactosa y glucosa existirá mayor cantidad de sólidos disueltos en la leche.

El resto de las leches evaluadas fisicoquímicamente cumplen con los parámetros establecidos en el Decreto 616 de 2006.

Para el análisis de la leche de cabra se comparó con la Norma técnica Ecuatoriana NTE INEN 2623:2012, ya que como se había mencionado anteriormente para el caso de Colombia no existe normatividad para esta leche.

Todos los parámetros evaluados en leche de cabra pasteurizada entera están dentro de los rangos establecidos en dicha norma, por ende puede decirse que si cumple los requisitos de la norma mencionada.

Tabla 42. Análisis fisicoquímico de leches fluidas higienizadas entera para evaluación sensorial.

Tipo de leche	Marca	Lote	Fecha vencimiento	Acidez (°D)	% MG	ρ (g/cm ³)	Sólidos no grasos (%)	Sólidos Totales (%)	Punto Crioscópico (°C)	% Adición agua	pH	Fosfatasa (+/-)	Peroxidasa (+/-)	Cumple Decreto 616 (si/no)
Entera	Colácteos	06091WP 00:10	13/Sep./2014	13	3,2	1,0306	8,43	11,63	-0,5134	0	6,70	-	+	Si
Entera	Andinos	75	10/Sep./2014	14	3,0	1,0302	8,29	11,29	-0,4892	4,77	6,68	-	-	No
Entera	San Fernando	26081412101 654	12/Sep./2014	13	3,0	1,0306	8,39	11,39	-0,5046	1,77	6,73	-	-	No
Deslactosada	Colácteos	04093AB 20:03	10/Sep./2014	13	3,3	1,0304	8,4	11,7	-0,6988	0	6,65	-	+	No
Deslactosada	Andinos	74	8/Sep./2014	14	3,4	1,0316	8,72	12,12	-0,6626	0	6,66	-	-	No
UHT	Colácteos	072708HABB 14:41	25/Nov/2014	13	3,2	1,030	8,28	11,48	-0,5341	0	6,70	-	-	Si
UHT	Purace	APB12101 02:52 C3JJ	11/Nov/2014	14	3,0	1,0316	8,64	11,64	-0,5253	0	6,62	-	-	Si
UHT	Alquería	1ª232	27/Oct/2014	14	3,5	1,0306	8,49	11,99	-0,5114	0	6,62	-	-	Si
Cabra	Colácteos	0609LC	15/Sep./2014	16	5,0	1,0306	8,79	13,79	-0,5205	0	6,64	-	+	-

Fuente: Este estudio.

Una vez evaluada las leches en planilla de jura se obtuvieron los siguientes resultados:

La marca de leche pasteurizada entera que obtuvo mayor puntuación fue la leche de marca Andinos (Tabla 42) con puntuación de $55 \pm 3,59$, que clasifica esta leche como calidad extra o A y la leche de marca Colácteos obtuvo una puntuación de $53,7 \pm 4,60$, que califica a esta leche con calidad primera o B.

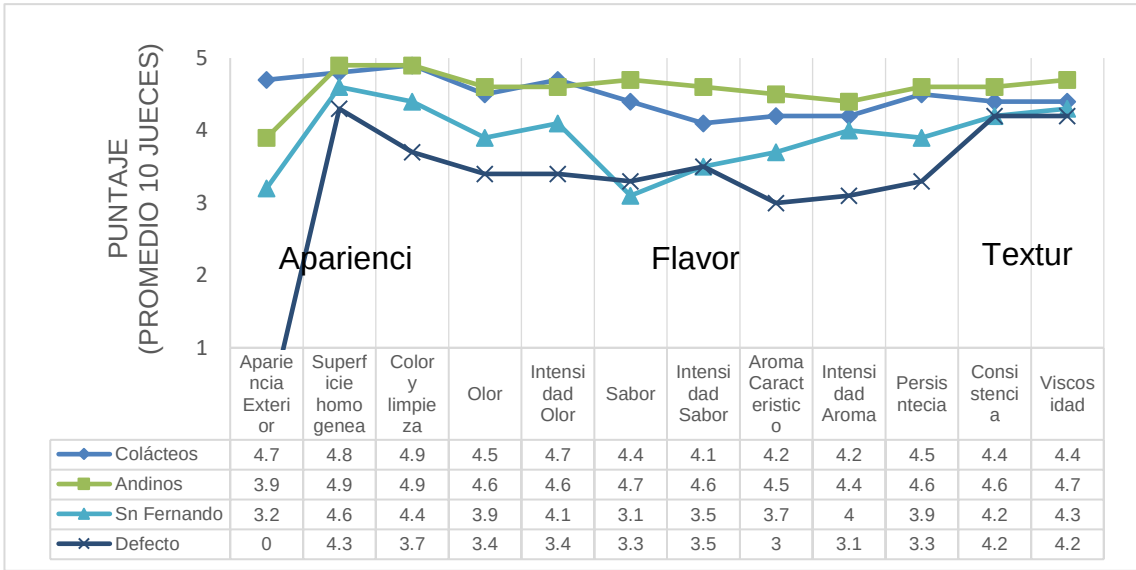
Tabla 43. Resultados de evaluación en planilla de jura de leche pasteurizada entera.

Juez	Andinos	San Fernando	Colácteos	Defecto
1	58	41	53	34
2	59	58	48	33
3	54	43	60	27
4	57	40	59	52
5	53	52	56	50
6	47	39	57	39
7	54	44	48	46
8	58	58	48	34
9	53	48	56	39
10	57	46	52	36
Total	550	469	537	315
Total Calificación	<u>$55 \pm 3,59$</u>	$46,9 \pm 7,01$	$53,7 \pm 4,60$	$39 \pm 8,01$

Fuente: Este estudio.

En el Gráfico 6 se relaciona los desvíos de cada descriptor en las leches pasteurizadas enteras evaluadas en planilla de jura, es así como las leches de marca Andinos y marca Colácteos obtuvieron los mayores puntajes (entre 4 y 5), aun resaltando que la leche Andinos alcanzó una mayor puntuación en los atributos correspondientes al flavor (olor, sabor, aroma y persistencia) y textura. La leche con defecto obtuvo puntajes bajos en los descriptores expuestos y el puntaje 0 significa que en esta leche no se evaluó el empaque de presentación.

Gráfico 6. Desvió de cada descriptor con el requisito sensorial preestablecido en leche pasteurizada entera.



Fuente: Este estudio.

La marca de leche deslactosada que obtuvo mayor puntuación fue la leche de marca Colácteos con puntuación de $56,6 \pm 3,60$ (Tabla 43), que clasifica a esta leche como calidad extra o A y la leche de marca Andinos alcanzó puntuación de $47,1 \pm 7,43$, calificando a esta leche con calidad segunda o C. Cabe resaltar que para esta leche solo se evaluaron 2 marcas de leche porque en el mercado solo se encuentran estas en presentación pasteurizada, la leche deslactosada en otras marcas se presentan en UHT.

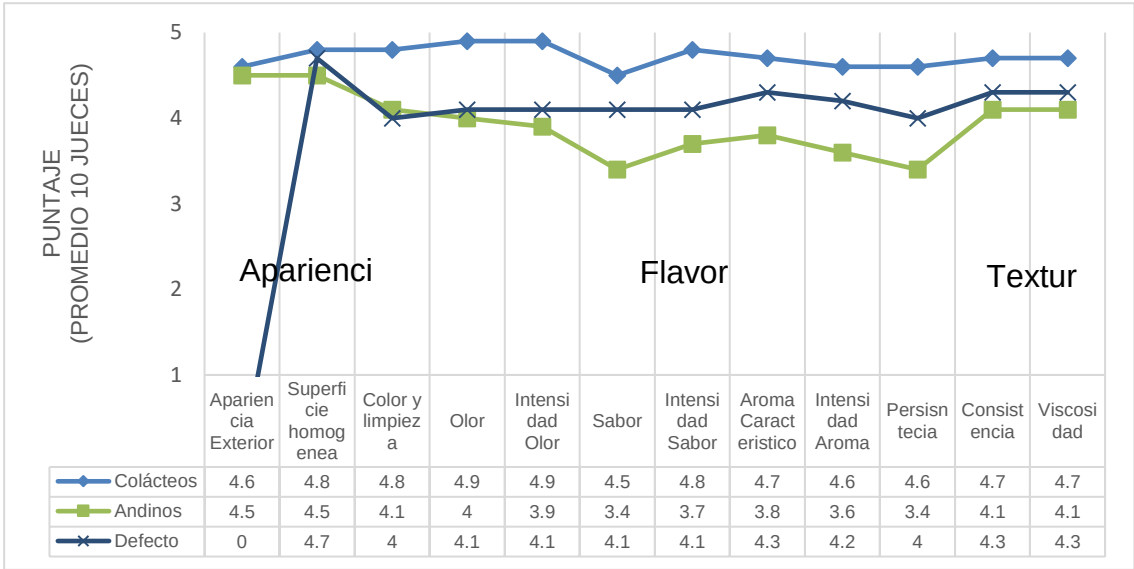
Tabla 44. Resultados de evaluación en planilla de jura de leche pasteurizada entera deslactosada.

Juez	Andinos	Colácteos	Defecto
1	50	53	43
2	46	60	52
3	51	55	46
4	43	59	39
5	43	59	52
6	30	49	45
7	56	60	52
8	49	55	44
9	55	57	46
10	48	59	43
Total	471	566	462
Promedio	47,1±7,43	<u>56,6±3,60</u>	46,2±4,47

Fuente: Este estudio.

Los desvíos de cada descriptor en la leche pasteurizada entera deslactosada evaluadas en planilla de jura presentados en el Gráfico 7, indican que la leche de marca Colácteos alcanzó la mayor puntuación en todos los descriptores evaluados (apariencia, flavor y textura), es así como logra una puntuación global mayor de 9,5 puntos; en este caso la leche testigo con defecto alcanzó mayor puntuación en los descriptores comparada con la leche de marca Andinos, la cual ocupó el último lugar en los desvíos de los descriptores.

Gráfico 7. Desvió de cada descriptor con el requisito sensorial preestablecido en leche pasteurizada entera deslactosada.



Fuente: Este estudio.

De acuerdo a los resultados presentados en la Tabla 44, la marca de leche UHT que obtuvo mayor puntuación fue la leche de marca Purace con una puntuación de $55,9 \pm 3,81$ que clasifica esta leche como calidad extra o A y la leche de marca Colácteos alcanzó una puntuación de $54,7 \pm 4,27$ que califica a esta leche con calidad primera o B, cabe resaltar que la calificación de estas leches son muy similares.

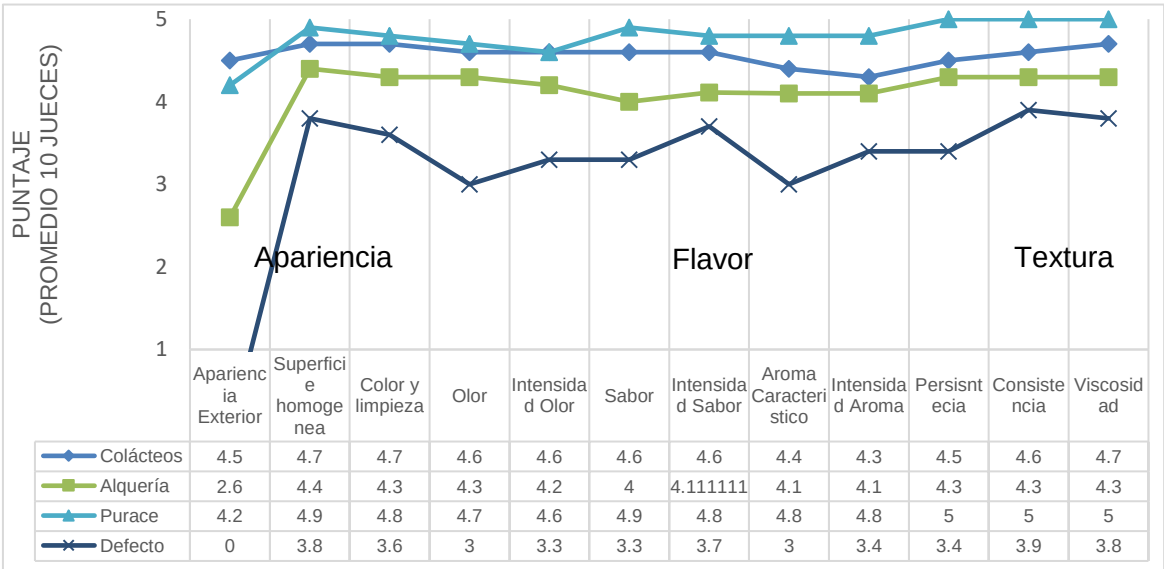
En el Gráfico 8 los desvíos de cada descriptor en leches UHT entera evaluadas en planilla de jura, indican que la leche de marca Purace obtuvo la mayor puntuación en la mayoría de los descriptores evaluados (apariciencia interior, flavor y textura), llegando a una puntuación global mayor de 1,2 puntos. La leche de marca Colácteos obtuvo similares puntuaciones en los descriptores que la leche Purace (color y limpieza, olor e intensidad de olor), la leche de marca Alquería ocupó el tercer lugar en los desvíos de todos los descriptores. La leche testigo con defecto obtuvo puntajes más bajos en los descriptores expuestos y el puntaje 0 significa que en esta leche no se evaluó el empaque de presentación.

Tabla 45. Resultados de evaluación en planilla de jura de leche UHT entera.

Juez	Purace	Colácteos	Alquería	Defecto
1	60	54	57	39
2	53	58	54	48
3	54	57	53	37
4	58	50	46	47
5	59	49	18	29
6	50	60	47	15
7	58	53	58	40
8	58	58	51	43
9	59	59	57	31
10	50	49	43	33
Total	559	547	484	362
Total Calificación	55,9±3,81	54,7±4,27	48,4±11,83	36,2±9,80

Fuente: Este estudio.

Gráfico 8. Desvió de cada descriptor con el requisito sensorial preestablecido en leche UHT entera.



Fuente: Este estudio.

De acuerdo a los resultados de la Tabla 45, la leche de cabra obtuvo una puntuación de 52,8±2,10 que clasifica esta leche con una calidad primera o B. Algunos de los comentarios realizados por los panelistas es la formación de grasa en la superficie y falta de homogeneidad.

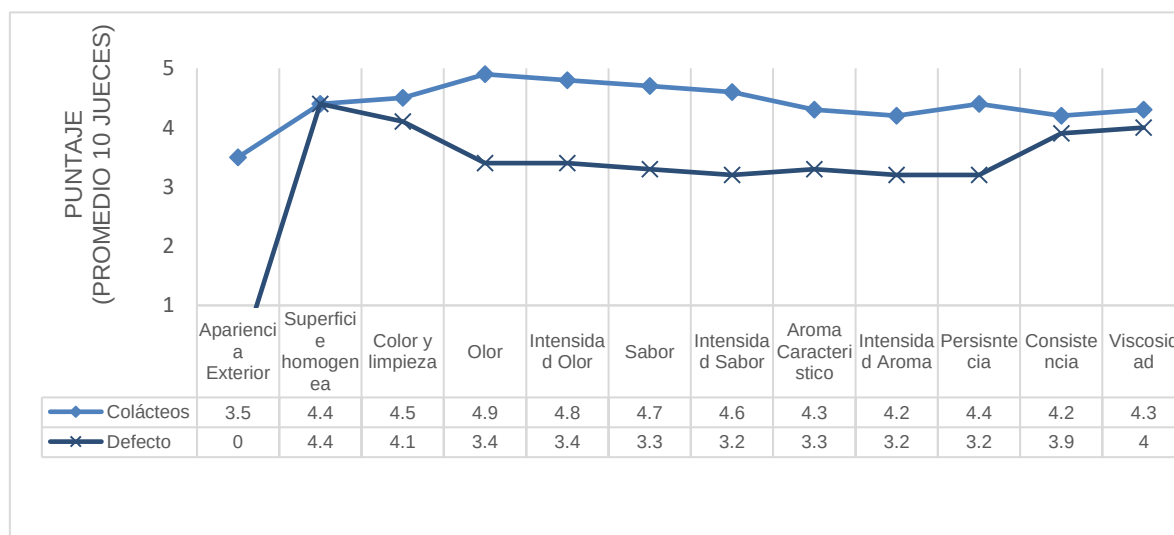
Tabla 46. Resultados de evaluación en planilla de jura de leche de cabra pasteurizada entera.

Juez	Colácteos	Defecto
1	50	23
2	55	32
3	52	42
4	54	52
5	57	47
6	53	37
7	51	45
8	51	37
9	53	39
10	52	40
Total	528	394
Promedio	52,8±2,10	39,4±8,10

Fuente: Este estudio.

Los desvíos de cada descriptor en la leche de cabra pasteurizada entera marca Colácteos evaluada en planilla de jura presentados en el Gráfico 9, indican que la leche alcanzó mayor puntuación en todos los descriptores en comparación con la leche testigo con defecto. Cabe resaltar que para esta leche solo se evaluó 1 marca porque en el mercado solo se encuentran esta, también se encuentra leche de venta ambulante (sin marca), la cual no posee ningún tratamiento para su higienización, es por ello que no se tuvieron en cuenta.

Gráfico 9. Desvió de cada descriptor con el requisito sensorial preestablecido en leche de cabra pasteurizada entera.



Fuente: Este estudio.

7.3.4 Resultado de análisis sensorial leche de cabra saborizada- Prueba afectiva de medición del grado de satisfacción. La Tabla 46 y el Gráfico 10 muestran que el valor-P (0,0002) de la razón-F (8,52) es menor que 0,05, por tanto existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tres sabores. La Tabla 47 muestra que existen 2 grupos homogéneos (frutos rojos y vainilla), y que solo hay diferencia estadísticamente significativa en cuanto al sabor con el de fresa, destacando que los jueces asignaron una calificación media de 0,657 al sabor fresa de leche de cabra, mientras que asignaron una calificación de (0,369 y 0,497) a los sabores de frutos rojos y vainilla respectivamente.

Tabla 47. Análisis de varianza para sabor de leche de cabra saborizada.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Sabor	9,09893	2	4,54947	8,52	0,0002
Intra grupos	349,105	654	0,5338		
Total (Corr.)	358,204	656			

(p<0,05=Significativo
Fuente: Este estudio.

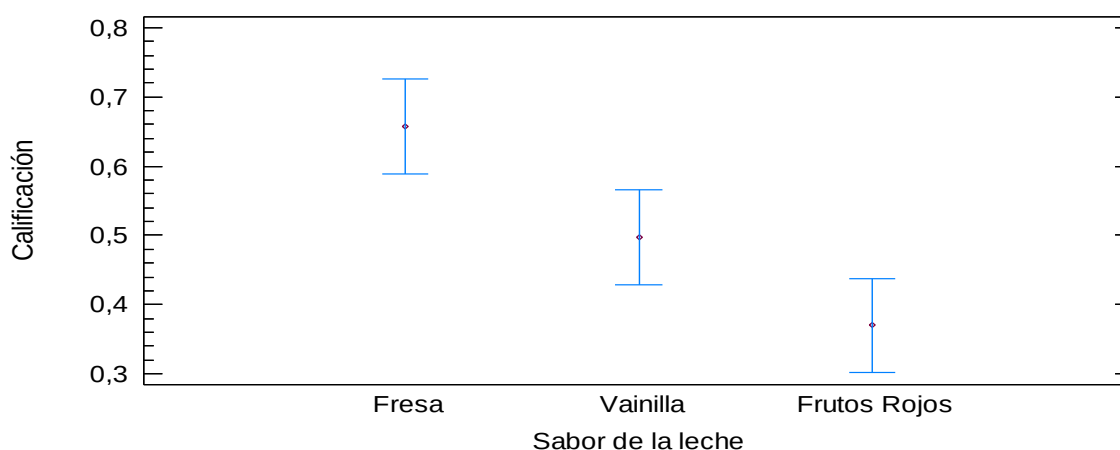
Tabla 48. Prueba LSD Fisher para sabor de leche de cabra saborizada.

Sabor de la leche	Casos	Media	Grupos Homogéneos*
Fresa	219	0,657534	a
Vainilla	219	0,497717	b
Frutos Rojos	219	0,369863	b

*Grupos Homogéneos con una letra en común no son estadísticamente diferentes (p ≥0,05).

Fuente: Este estudio.

Gráfico 10. Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para sabor en relación a la leche de cabra saborizada.



Fuente: Este estudio.

La Tabla 48 y el Gráfico 11 muestran que el valor-P (0,0001) es menor que 0,05, por tanto existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tres sabores respecto al color. La Tabla 49 muestra que existen 2 grupos homogéneos (fresa y vainilla), y que solo hay diferencia estadísticamente significativa con el sabor de frutos rojos en cuanto al color, destacando que los jueces asignaron una calificación media de 0,493 al color de frutos rojos, mientras que asignaron una calificación de (0,730 y 0,712) a los colores de fresa y vainilla respectivamente.

Tabla 49. Análisis de varianza para color de leche de cabra saborizada.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Color	7,64688	2	3,82344	9,74	0,0001
Intra grupos	256,721	654	0,39254		
Total (Corr.)	264,368	656			

($p < 0,05$ = Significativo)

Fuente: Este estudio.

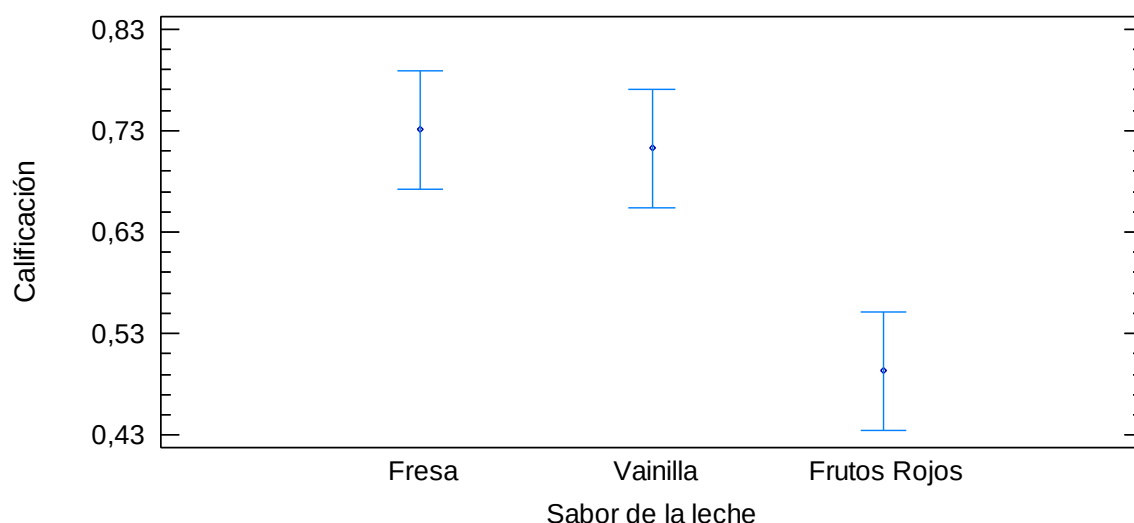
Tabla 50. Prueba LSD Fisher para color de leche de cabra saborizada.

Sabor de la leche	Casos	Media	Grupos Homogéneos*
Fresa	219	0,730594	a
Vainilla	219	0,712329	a
Frutos Rojos	219	0,493151	b

*Grupos Homogéneos con una letra en común no son estadísticamente diferentes ($p \geq 0,05$).

Fuente: Este estudio.

Gráfico 11. Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para color en relación a la leche de cabra saborizada.



Fuente: Este estudio.

La Tabla 50 y el Gráfico 12 muestran que el valor-P (0,0227) es menor que 0,05, por tanto existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tres sabores con relación al olor. La Tabla 51 muestra que existen 2 grupos homogéneos (fresa y vainilla), y que solo hay diferencia estadísticamente significativa con el sabor de frutos rojos en cuanto al olor, destacando que los jueces asignaron una calificación media de 0,477 al olor de frutos rojos, mientras que asignaron una calificación de (0,630 y 0,648) a los olores de fresa y vainilla respectivamente.

Tabla 51. Análisis de varianza para olor de leche de cabra saborizada.

Fuente	Suma de Cuadrados	GI	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Olor	3,86615	2	1,93308	3,81	0,0227
Intra grupos	331,353	653	0,507432		
Total (Corr.)	335,22	655			

(p<0,05=Significativo)
Fuente: Este estudio.

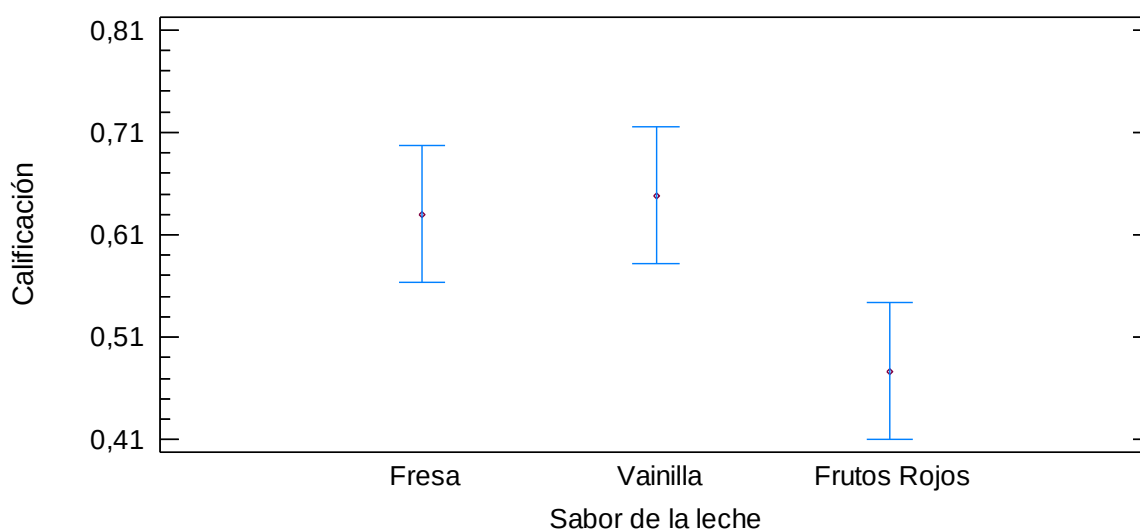
Tabla 52. Prueba LSD Fisher para olor de leche de cabra saborizada.

Sabor de la leche	Casos	Media	Grupos Homogéneos*
Fresa	219	0,648402	a
Vainilla	219	0,630137	a
Frutos Rojos	219	0,477064	b

*Grupos Homogéneos con una letra en común no son estadísticamente diferentes ($p \geq 0,05$).

Fuente: Este estudio.

Gráfico 12. Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para olor en relación a la leche de cabra saborizada.



Fuente: Este estudio.

La Tabla 52 y el Gráfico 13 muestran que el valor-P (0,0004) es menor que 0,05, por tanto existe diferencia estadística significativa entre las medias de los tres sabores con relación a la textura. La Tabla 53 muestra que existen 2 grupos homogéneos (fresa y vainilla), y que solo hay diferencia estadísticamente significativa con el sabor de frutos rojos en cuanto a la textura, destacando que los jueces asignaron una calificación media de 0,475 a la textura de frutos rojos, mientras que asignaron una calificación de (0,667 y 0,703) a las texturas de fresa y vainilla respectivamente.

Tabla 53. Análisis de varianza para textura de leche de cabra saborizada.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Textura	6,58752	2	3,29376	8,01	0,0004
Intra grupos	268,986	654	0,411294		
Total (Corr.)	275,574	656			

($p < 0,05$ = Significativo)
Fuente: Este estudio.

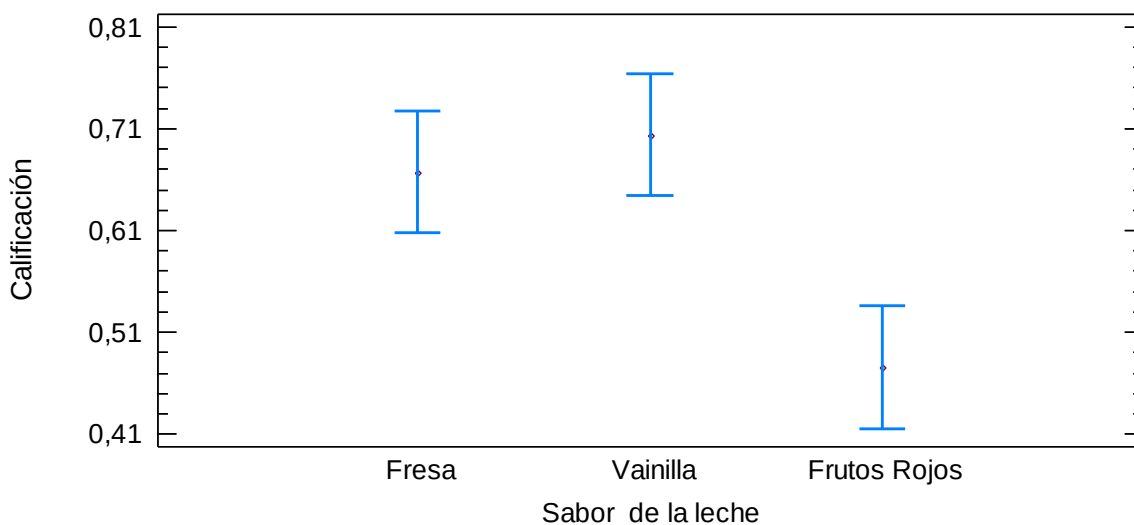
Tabla 54. Prueba LSD Fisher para textura de leche de cabra saborizada.

Sabor de la leche	Casos	Media	Grupos Homogéneos*
Fresa	219	0,666667	a
Vainilla	219	0,703196	a
Frutos Rojos	219	0,474886	b

*Grupos Homogéneos con una letra en común no son estadísticamente diferentes ($p \geq 0,05$).

Fuente: Este estudio.

Gráfico 13. Gráfico de medias y de LSD de Fisher al 95% de confiabilidad para textura en relación a la leche de cabra saborizada.



Fuente: Este estudio.

CONCLUSIONES

Las características (composicionales, higiénicas y fisicoquímicas) de la leche de cabra se han investigado en diversas partes del mundo. Sin embargo, poco se sabe acerca de estas en leche de cabra producida localmente. En este trabajo, se estudiaron las mencionadas características.

La información obtenida en este estudio, contribuye al conocimiento de las características (composicionales y fisicoquímicas) de la leche de cabra en el departamento de Nariño. Los resultados muestran que los parámetros analizados se encuentran dentro o son superiores a los valores citados en la literatura para las mismas razas, pero presenta mayor contenido de grasa y sólidos totales; así como mayor pH, punto crioscópico e igual acidez titulable que los obtenidos para la misma raza en otras regiones. El conocimiento de estos parámetros resulta de gran importancia para el procesamiento industrial de este tipo de leche. También para la recomendación de algún plan de manejo de sistemas de producción caprina.

La combinación de los parámetros óptimos de pasteurización que fue establecida en el POE, es temperatura de 72-75°C con tiempo de retención de 30 minutos, con la cual se obtuvieron los mejores resultados microbiológicos y de eficiencia de pasteurización (pruebas de fosfatasa y peroxidasa), pero en la evaluación sensorial, el tratamiento de pasteurización de 63-65°C por 30 minutos tuvo mayor aceptación.

Las leches higienizadas de marca Colácteos en evaluación sensorial en planilla de jura, alcanzaron calidad extra o A para leche pasteurizada entera deslactosada, mientras que la leche pasteurizada entera, leche UHT entera y leche de cabra pasteurizada entera alcanzaron calidad primera o B.

La prueba sensorial realizada a los jueces consumidores para leche de cabra saborizada, estableció que la leche de cabra sabor a fresa posee mejor aceptación que las leches de cabra con sabor a vainilla y frutos rojos, indicando su preferencia en cuanto a sabor, color y olor; mientras que la leche de cabra sabor a vainilla presentó mayor aceptación en textura. Frente a estos resultados, la empresa comercializa actualmente leche de cabra sabor a fresa.

RECOMENDACIONES

Debido a que la composición de la leche varía por factores como la alimentación, la raza y el momento de la lactancia en que se encuentra el caprino y por efectos estacionales; se recomienda realizar el estudio de caracterización por cada raza manejada por los proveedores, variando la alimentación de las cabras, suplementado con dietas de diferentes forrajes, realizar la caracterización en diferentes etapas del año; para así comparar la variación con los resultados del presente estudio y determinar una composición promedio para el biotipo estudiado en las condiciones establecidas.

En Colombia no se cuenta con un sistema de pago de leche de cabra al proveedor, de acuerdo a los sistemas de pagos que poseen países como Francia, España y Estados Unidos. Se recomienda tomar los lineamientos establecidos en esos países como guía para establecer un sistema de pago de leche de cabra en la empresa, estimulando a los productores a mejorar la calidad del producto.

Es importante realizar periódicamente ensayos y comprobaciones del entrenamiento de los miembros del panel de evaluación sensorial, analizando muestras replicadas o muestras control, con el fin de seguir mejorando la sensibilidad y la memoria frente a los diferentes atributos considerados, comprobar el desempeño de los jueces y su grado de aptitud para obtener juicios consistentes y mantener la fiabilidad de las evaluaciones.

En nuestro medio no se tiene una tradición de consumo de queso de cabra, inclusive muchas personas ni siquiera conocen este producto, por lo cual se recomienda realizar una campaña de difusión de las características de este producto, que facilitaría una mejor inserción en el mercado de productos caprinos tales como el queso fresco o madurado, especialmente por parte de empresas que buscan la posibilidad de diversificar su producción con un tipo de queso adaptado a sus posibilidades técnicas y con una buena posibilidad de éxito en ventas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Amigo, L., y Fontecha, J. (2011). Goat milk. En: Encyclopedia of Dairy Sciences (2 Ed.). Editores: Fuquay J W, Fox PF, McSweeney PLH. Academic Press. 484-493.
- Alais, Ch. (1985). Ciencia de la leche. Principios de técnica lechera. Versión española por Don Antonio La casa Godina. 4 ed. Barcelona.: Reverté S. A. 873 p. ISBN 84-291-1815-2.
- Anzaldúa, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Zaragoza, España.: Editorial ACRIBIA, S.A. 220 p.
- Argentina. Código alimentario argentino. Decreto 815/1996a. Capitulo VIII. Artículo 555 uno, 202 p.
- Argentina. Código alimentario argentino. Decreto 815/1996b. Capitulo VIII. Artículo 555 tres, 202 p.
- Argoti, A. (2009). Las PYMES agroindustriales de Nariño y su aporte en el desarrollo de la región. Tendencias. Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas. Universidad de Nariño. 10, (1), 7-34.
- Báez, A. (2012). Evaluación de la calidad de la leche cruda. Centro de desarrollo agropecuario y agroindustrial Regional Boyacá. Disponible en internet: <http://www.youblisher.com/p/356656-EVALUACION-DE-LA-CALIDAD-DE-LA-LECHE-CRUDA/>. Consultado: 16 de diciembre de 2014.
- Báez, C. (2004). Análisis de la no conformidad microbiológica de alimentos comercializados en la provincia de Arauco y estudio de brotes de intoxicaciones alimentarias. Trabajo de grado para optar el título de magíster en ciencias veterinarias mención higiene y tecnología de los alimentos. Chillan, Chile.: Universidad de Concepción. Facultad de medicina veterinaria. Programa de magister en ciencias veterinarias. 156 p.
- Belitz, H.D. y Grosch, W. (1985). Química de los alimentos. Zaragoza.: Acribia. 813 p.
- Boyazoglu, J. Hatziminaoglou, I., Morand-Fehr, P. (2005). The role of the goat in society: Past, present and perspectives for the future. Small Ruminant Research. 60, 13–23.
- Boza, J. y Sanz, M^a. (1984). Antecedentes históricos de la cabra en Andalucía. Jábega. 45, 69-75.

- Boza, J. y Sanz, M^a. (1997). Aspectos nutricionales de la leche de cabra. Estación Experimental del Zaidín CSIC. 109-139.
- Bruschi, J., Vega, F., Colello, R., Cadona, J. (2013). Tecnología y calidad de leche y productos lácteos. Guía de trabajos prácticos. Universidad Nacional del centro de la Provincia de Buenos Aires. Facultad de Ciencias Veterinarias. Licenciatura en tecnología de los alimentos. Disponible en internet: <http://www.vet.unicen.edu.ar/html/Areas/Tecnologia%20y%20calidad%20de%20leche%20y%20productos%20lacteos/2013/Guia%20completa%202013.pdf>. Consultado 16 de diciembre de 2014.
- Bylund, G. (2003). Manual de industrias lácteas. Traducido por Antonio López Gómez. Edición Ilustrada.: Mundi-Prensa Libros. 436 p.
- Caravaca, F., Castel, J., Guzmán, J., Delgado, M. (2003). Bases de la producción animal. España.: Secretariado de publicaciones de la universidad de Sevilla. 512 p. ISBN 8447207641
- Castel, J., Ruiz, F., Mena, Y., Sánchez-Rodríguez, M. (2010). Present situation and future perspectives for goat production systems in Spain. Small Ruminant Research. 89, 207–210.
- Chacón, A. (2005). Aspectos nutricionales de la leche de cabra (*Capra hircus*) y sus variaciones en el proceso agroindustrial. Agronomía Mesoamericana. 16, (2), 239-252.
- Chamorro, J. y Villareal, Y. (2011). Estudio de factibilidad para el montaje de una empresa procesadora y comercializadora de zumos naturales en la ciudad de san juan de pasto. Trabajo de grado para optar el título de ingeniero agroindustrial. Pasto, Nariño, Colombia.: Universidad de Nariño. Facultad de ingeniería agroindustrial. Programa de ingeniería agroindustrial. 210 p.
- Chilliard Y., C. Leroux and J. Rouel. (2006a). Goat's α s1-casein genotype influences its milk fatty acid composition and delta-9 desaturation ratios. Animal Feed Science and Technology. 131, 474-487.
- Chilliard, Y., Rouel, J., Ferlay, A., Bernard, L., Gaborit, P., Raynal-Ljutovac, K., Lauret, A. and Leroux, C. (2006b). Optimising goat's milk and cheese fatty acid composition: effects of genotype, feeding factors and dairy technology. In: Improving the Fat Content of Foods (eds G. Williams y J. Buttriss). 281–312. Woodhead Publishing, Cambridge.
- Colombia. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Resolución 000017 (20, enero, 2012). Por el cual se establece el sistema de pago de leche cruda al proveedor. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2012. 18 p.

Colombia. Ministerio de la protección social. Decreto 616 (28, febrero, 2006). Por el cual se expide el reglamento técnico sobre los requisitos que debe cumplir la leche para el consumo humano que se obtenga, procese, envase, transporte, comercialice, expendi, importe o exporte en el país. Bogotá D.C.: El Ministerio, 2006. 32 p.

Consejo Nacional de la Calidad de la Leche y Prevención de la Mastitis CNLM. 2009. Premio nacional de quesos. Informe del resultado del Juzgamiento de los quesos. Bogotá, Colombia 11, 12 y 13 de noviembre de 2009. Disponible en internet:<http://www.redlactea.org/wp-content/uploads/2014/pnq/Informe%20III%20Premio%20Nal%20de%20Quesos%20CNLM%202009%20red%20lactea.pdf>. Consultada 12 de agosto de 2014.

Consejo Nacional de la Calidad de la Leche y Prevención de la Mastitis CNLM. 2011. IV Premio nacional de quesos. Informe del resultado del Juzgamiento de los quesos. Bogotá, Colombia 5 al 9 de octubre de 2011. Disponible en internet:<http://www.redlactea.org/wp-content/uploads/2014/pnq/Informe%20IV%20Premio%20Nal%20de%20Quesos%202011%20red%20lactea.pdf>. Consultada 12 de agosto de 2014.

Copyright© Colácteos. (2009). Historia. Disponible en internet: <http://www.colacteos.com/historia.html>. Consultado 21 de diciembre de 2014.

Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria. CORPOICA. (2013). Metodologías de análisis normalizados para la red de laboratorios lácteos que hacen análisis de leche cruda para pago por calidad. Bogotá. Colombia: CORPOICA. 36 p.

Cunningham Inda, A, (2000). Industria Quesera, Organización de los Estados Americanos OEA.157 p. Disponible en internet: http://www.science.oas.org/oea_gtz/LIBROS/QUESO/Queso_all.pdf. Consultado 27 diciembre 2014.

De Bivar Roseiro, M.L., Barbosa, M., (1995). Phosphatase activity levels in pasteurised goat's milk. International Journal Dairy Technology. 48, 9–12., citado por Lorenzen, P., Martin, D., Clawin-Rädecker, I., Barth, K., Knappstein, K. (2010). Activities of alkaline phosphatase, γ -glutamyltransferase and lactoperoxidase in cow, sheep and goat's milk in relation to heat treatment. Small Ruminant Research. 89, 18–23.

DeLaval Equipos S.A (2011). Manual de Instrucciones. Contador de células DeLaval DCC.

<http://www.delaval.es/-/Product-Information1/Milking/Products/Milk-test--treatment/DeLaval-Cell-Counter-DCC/DCC/>. Consultado 27 octubre 2014.

De Wit, J.N. y Van Hooydonk, A.C.M., (1996). Structure, functions and applications of lactoperoxidase in natural antimicrobial systems. *Netherlands Milk y Dairy Journal*. 50, 227–244., citado por Dumitrașcu, L., Stănciuc, N., Stanciu, S., Râpeanu, G. (2012). Thermal inactivation of lactoperoxidase in goat, sheep and bovine milk – A comparative kinetic and thermodynamic study. *Journal of Food Engineering*. 113, 47–52.

DSM Food Specialties B.V. Delvotest SP NT. (2013). Análisis de inhibición bacteriana aprobado para la detección de residuos antibióticos en leche. Folleto de instrucciones. Consultado: 21 de abril de 2014. Disponible en internet:
http://www.dsm.com/content/dam/dsm/foodandbeverages/en_US/document/s/delvotest-sp-nt-ampoules-instruction-for-use-en.pdf?fileaction=openFile

Dubeuf, J-P, Morand-Fehr, P., Rubino, R. (2004). Situation, changes and future of goat industry around the world. *Small Ruminant Research*. 51, 165–173.

Dubeuf, J-P. (2014). Science, technology, Innovation and governance for the goat sectors. *Small Ruminant Research*. 121, 2–6.

Dumitrașcu, L., Stănciuc, N., Stanciu, S., Râpeanu, G. (2012). Thermal inactivation of lactoperoxidase in goat, sheep and bovine milk – A comparative kinetic and thermodynamic study. *Journal of Food Engineering*. 113, 47–52.

Enamorado, C. (2003). Evaluación microbiológica de la leche cruda recibida y de la línea de procesamiento de la leche fluida en bolsa al 2% de grasa en la planta de lácteos de Zamorano. Trabajo de grado para optar el título al título de ingeniero en agroindustria en el grado académico de licenciatura. Zamorano, Honduras.: Universidad de Zamorano, Escuela Agrícola Panamericana. Facultad de agroindustria alimentaria. Departamento de agroindustria alimentaria. 43 p.

Faría, J., García, A., García, A., Tovar, A. (2000). Eficiencia de la pasteurización de leche de cabra en una mini planta procesadora de queso. *Revista Científica de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Zulia*. 10 (2) ,119-123.

FAO. (2008). Producción de alimentos de origen animal. (2 ed). Roma. 224 p. Disponible en internet:
ftp://ftp.fao.org/codex/publications/Booklets/Animal/Animal_Food_Prod_ES.pdf.
Consultado: 26 de diciembre de 2014.

- FAOSTAT. (2013). Food and Agriculture Organization of the United Nations. Disponible en internet: <http://faostat.fao.org>. Consultado: 22 de diciembre de 2014.
- Finagro. Sistema de Información Sectorial (SIS). (2009). Caprinos. Disponible en internet: <http://www.mvzunipaz.edu.co/documentos/biblioteca/libros/mvzen/libro-de-caprinos.pdf>. Consultado: 26 de diciembre de 2014.
- FIA. Fundación para la Innovación Agraria. (2002). Boletín de Caprinos de leche. Chile. I (1).
- Fiechter, G. y Mayer, H. (2012). Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria. *International Dairy Journal*. 24. 57-63 p.
- Food-info. (1999). Proteínas de Leche. . Disponible en internet: <http://www.food-info.net/es/protein/milk.htm>. Consultado 22 de diciembre de 2014.
- Frau, S., Pece, N., Font, G., Paz, R. (2007). Calidad composicional de leche de cabras de raza Anglo Nubian en Santiago Del Estero. *Tecnología Láctea Latinoamericana*. 48. 56-59.
- García, A., Rivero, U., Gonzáles, P., Valero-Leal, K., Izquierdo, P., García, A., Colmenares, C. (2009). Calidad bacteriológica de la leche cruda de cabra producida en la parroquia Faría, municipio Miranda, estado Zulia, Venezuela. *Revista de la Facultad de Agronomía de la Universidad del Zulia*. 26, 59-77 p.
- Gerber, N., Schneider, K., Arroyo, M. (1994). Tratado práctico de los análisis de la leche: y del control de los productos lácteos. Traducido por Ramón Arroyo. 11 ed. Madrid, España.: Dossat. S.A. 230 p.
- Gómez, A., Pinos, J., Aguirre R. (2009). Manual de Producción caprina. San Luis Potosí, México.; Universidad Autónoma de San Luis Potosí. 208 p.
- González, C. (2012). Caracterización del perfil caseínico de la leche de cabra criolla chilena en la región de Coquimbo. Trabajo de grado para optar el para obtener el título de ingeniero agrónomo. Santiago de Chile, Chile: Universidad de Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas. Escuela de pregrado. 36 p.
- Goursaud, J., Quinque, B. Evolution destauxbutyreuxetprotéique du lait en region Nord, etses consequences technologiques. *Bull. CECOPA*, (1980), 8, 13-16,

- Citado por Luquet, F., Keilling, J., Wilde, R. (1991). Leche y productos lácteos. Vaca-oveja-cabra. La leche de la mama a la lechería. Traducido por Miguel Calvo Rebollar y Emilia Sevillano Calvo. Zaragoza, España.: Acribia, S.A., 390 p. Vol. I: 84-200-0695-5
- Güzeler, N., Say, D., Kaçar, A. (2010). Compositional changes of saanen x kilis goats' milk during lactation. Akademik Gıda. 35 (5), 325-330.
- Haenlein, G. F. (1996). Status and prospects of the dairy goat industry in the United States. Journal Animal Science. 74, 1173-1181.
- Haenlein, G.F. (2002a). Milk and Meat Products. Disponible en internet: http://goatconnection.com/articles/publish/article_73.shtml Consultado: 26 de diciembre de 2014.
- Haenlein, G.F. (2002b). Relationship of somatic cell counts in goat milk to mastitis and productivity. Small Ruminant Research. 45, 163–178.
- Haenlein, G.F.W. (2004). Goat milk in human nutrition. Small Ruminant Research. 51, 155–163.
- Harden, C. y Hepburn, N. (2011). The benefits of consuming goat's milk. Centre for Food Innovation a fresh perspective on food. 2-14. Disponible en internet: <http://www.sthelensfarm.co.uk/images/research.pdf> Consultada: 26 de diciembre de 2014.
- Hayam, M., Abbas, F., Hassan, A.M., Mona, A.M., El-Gawad, A., Enab, A.K. (2014). Physicochemical Characteristics of Goat's Milk. Life Science Journal. 11 (1), 307 -317.
- Heer, G. (2007). Microbiología de la leche. Universidad Nacional del Litoral. Facultad de Ciencias Veterinarias. Cátedra de Tecnología de la leche. Disponible en internet: <http://www.fcv.unl.edu.ar/archivos/grado/catedras/tecnologialeche/informacion/microbiologia.pdf>. Consultado 26 de diciembre de 2014.
- Hernández, E. (2005). Evaluación sensorial. Facultad de ciencias básicas e ingeniería. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. 128 p.
- Hernández, J.; López, E.; Astaiza, J.; Melo, C.; Hidalgo, A. (2010). Determinación de la calidad composicional y de residuos antibióticos betalactámicos en leche cruda expendida en el sector urbano del municipio de Ipiales. Revista Universidad y Salud. 12, (1), 89-100.

- IDEXX. Laboratorios, Inc. (2012). Snap Beta-Lactam ST Test. Folleto de instrucciones. Consultado: 21 de abril de 2014.
- Instituto Colombiano de normalización y certificación. Productos lácteos. Leche cruda. NTC 399. Bogotá D.C.: El Instituto, 2002, 10 p.
- Instituto Colombiano de normalización y certificación. Leche y productos lácteos. Guía para muestreo. NTC 666. Bogotá D.C.: El Instituto, 2001, 41 p.
- Instituto Colombiano de normalización y certificación. Leche y productos lácteos. Determinación de la acidez titulable (método de referencia). NTC 4978. Bogotá D.C.: El Instituto, 2001, 11 p.
- Instituto Colombiano de normalización y certificación. Análisis sensorial. Guía general para la selección, entrenamiento y seguimiento de evaluadores. Parte 1. Evaluadores seleccionados. NTC 4129. Bogotá D.C.: El Instituto, 1997, 27 p.
- Instituto Colombiano de normalización y certificación. Leche. Determinación del punto de congelación. Método del crioscópio termistor (método de referencia). NTC 5135. Bogotá D.C.: El Instituto, 2002, 21 p.
- Instituto ecuatoriano de normalización. Leche pasteurizada de cabra. Requisitos. NTE INEN 2623. 1 ed. Quito, Ecuador. 2012, 11 p.
- Instituto Ecuatoriano de normalización. Leche cruda de cabra. Requisitos. NTE INEN 2624. 1 ed. Quito, Ecuador. 2012, 9 p.
- Instituto Nacional de Vigilancia de Medicamentos y Alimentos. INVIMA. (1998). Manual de técnicas de análisis para control de calidad microbiológico de alimentos para consumo humano. Santafé de Bogotá, Colombia.
- Iturriaga, F., Pérez, P., Egaña, J., y Ferrando, G. (1986). Caracterización y variaciones en la composición d la leche de cabra criolla chilena durante su primera lactancia. Monografías de Medicina Veterinaria. 8, 1.
- Jandal, J.M. (1996). Comparative aspects of goat and sheep milk. Small Ruminant Research. 22, 177–185.
- Janštová, B. Dračková, M., Navrátilová, P., Hadra, L, Vorlová, L. (2007). Freezing point of raw and heat-treated goat milk. Czech Journal of Animal Science. 52 (11), 394–398.
- Jenness, R. (1980). Composition and Characteristics of Goat Milk: Review 1968-1979. Journal of Dairy Science. 63. 10, 1605-1630.

- Jiménez, J., Gómez, L., García, M. (2003). Efecto del tratamiento térmico de la leche sobre la actividad y aplicaciones tecnológicas de diversas enzimas. *Información Tecnológica*. 14 (3), 7-12.
- Juárez, M. y Ramos, M. (1986). Physico-chemical characteristics of goat milk as distinct from those of cow milk. In: International Dairy Federation (Ed.), *Proceedings of the IDF Seminar Production and Utilization of Ewe's and Goat's Milk*, Bulletin No. 202. Athens, Greece. 54–67., citado por Park, Y.W., Juárez, M., Ramos, M., Haenlein, G.F.W. (2007). Physico-Chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 68, 88-113.
- Kanwal, R., Ahmed, T., Mirza, B. (2004). Comparative analysis of quality of milk collected from buffalo, cow, goat and sheep of raw alpindi/Islamabad Region in Pakistan. *Asian Journal of Plant Sciences*. 3 (3), 300-305.
- Kumar, S., Kumar, B., Kumar, R., Kumar, S., Khatkar, S. and Kanawjia, S. (2012). Nutritional Features of Goat Milk: A Review. *Indian Journal Dairy Sci*. 65 (4), 266-273.
- López, N. y Páez, L. (1997). Influencia del formaldehído sobre las características físico-químicas y microbiológicas de leche cruda. *Revista Veterinaria Tropical*. 22 (1), 43-55.
- Lorenzen, P., Martin, D., Clawin-Rädecker, I., Barth, K., Knappstein, K. (2010). Activities of alkaline phosphatase, γ -glutamyltransferase and lactoperoxidase in cow, sheep and goat's milk in relation to heat treatment. *Small Ruminant Research*. 89, 18–23.
- Ludeña, F., Peralta, S., Arroyo, O., Fung, L., Gonzales, C. (2006). Caracterización fisicoquímica y microbiológica de la leche de cabra y su conservación mediante la activación del sistema lactoperoxidasa. *Mosaico científico*. 3, (1), 17-26.
- Luquet, F., Keilling, J., Wilde, R. (1991) *Leche y productos lácteos. Vaca-oveja-cabra. La leche de la mama a la lechería*. Traducido por Miguel Calvo Rebollar y Emilia Sevillano Calvo. Zaragoza, España.: Acribia, S.A. 390 p. ISBN. Vol. I: 84-200-0695-5.
- MAD. (2006). *Auxiliares Sanitarios Para Las Oposiciones a la Comunidad Autónoma de Las Islas Baleares. Temario Específico*. Ebook. (Eduforma).

- Magariños, Haroldo. 2001. Producción higiénica de la leche cruda. Una guía para la pequeña y mediana empresa. Guatemala.: Producción y Servicios Incorporados S.A. 96 p.
- Mahecha, G. (1985). Evaluación sensorial en el control de calidad de alimentos procesados. Bogotá, Colombia.: Editorial Carrera 7ª Ltda. 135 p.
- Mahmood, A. y Usman, S. (2010). A comparative study on the physicochemical parameters of milk samples collected from buffalo, cow, goat and sheep of Gujrat, Pakistán. Pakistan Journal of Nutrition. 9 (12), 1192-1197.
- Marín, M., Fuenzalida, M., Burrows, J., Gecele, P. (2010). Recuento de células somáticas y composición de leche de cabra, según nivel de producción y etapa de lactancia, en un plantel intensivo de la zona central de Chile. Archivos de Medicina Veterinaria. 42, 79-85.
- Mathur, M. P. (1974). Studies on alkaline phosphatase in goat milk. Indian Journal Dairy Science. 28,145–147., citado por Rankin, S., Christiansen, A., Lee, W., Banavara, D., Lopez, A. (2010). Invited review: The application of alkaline phosphatase assays for the validation of milk product pasteurization. Journal Dairy Science. 93, 5538–5551.
- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. Observatorio Agrocadenas Colombia. (2006). La cadena ovinos y caprinos en Colombia. Disponible en internet: http://www.agronet.gov.co/www/docs_agronet/20078611357_caracterizacio_n_ovinosycaprinos.pdf. Consultado: 26 de diciembre de 2014.
- Montero, H. y Aranibar, G. (2008). Concursos y premios queseros. Taller de nivelación para el jurado. Premio nacional de quesos. CNLM. Inti lácteos. Laboratorito de análisis sensorial. [Diapositivas de PowerPoint].
- Montero, H. y Aranibar, G. (2011). 4° Premio nacional de quesos CNLM 2011. Taller de nivelación de jurados. Metodología concurso. Inti lácteos. Bogotá, D.C. Laboratorito de análisis sensorial. [Diapositivas de PowerPoint].
- Morales, P. Avalos, D., Leyva, G., Ybarra Ma. (2012). Calidad bacteriológica de leche cruda de cabra producida en Miravalles, Puebla. Revista Mexicana de Ingeniería Química. 11, (1), 45-54.
- Morán, Roberto. (2010). Implementación del sistema de análisis sensorial en la cooperativa de productos lácteos de Nariño Colácteos Ltda. En las plantas procesadoras de Guachucal y Pupiales. Trabajo de grado para optar el título de ingeniero de alimentos. Manizales, Caldas, Colombia.: Universidad de Caldas. Facultad de Ingeniería. Programa de Ingeniería de Alimentos. 131p.

- Morand-Fehr, P. (1996). Spécificités des sources et besoins d'information dans le secteur caprin, stratégie à adopter. In: Les Dossiers du CIRVAL, 1, 77–82.
- Murray R. Spiegel y Larry J. Stephens. (2009). Estadística. 4ta edición. Mc Graw-Hill. México, D.F.
- Negri, L. (2005). El pH y la acidez de la leche. Manual de Referencias técnicas para el logro de leche de calidad. 2º ed., INTA. 155-161 p.
- Niño, L.; Acosta, E.; Sánchez, A. Sección análisis- Grupo Alimentos. (1988). Análisis físico químico y microbiológico de la leche. 2ª Edición. Ministerio Nacional de Salud. Bogotá D.C. 57 p.
- Paape, M., Wiggans, G., Bannerman, D., Thomas, D., Sanders, A., Contreras, A., Moroni, P., Miller, R. (2007). Monitoring goat and sheep milk somatic cell counts. Small Ruminant Research. 68,114–125.
- Páez, R. y Maggio, A. (1997). Leche de cabra, historia y características. Sitio Argentino de Producción Animal. Disponible en internet: <http://www.produccion-animal.com.ar/> Consultado: 22 de diciembre de 2014.
- Park, Y.W. y Haenlein, G.F.W. (2006). Goat milk, its products and nutrition. En: Handbook of Food Products Manufacturing. ed. Y.H. Hu John Wiley y Sons, Inc., Hoboken, NJ. p. 449–488.
- Park, Y.W., Juárez, M., Ramos, M., Haenlein, G.F.W. (2007). Phisico-Chemical characteristics of goat and sheep milk. Small Ruminant Research. 68, 88-113.
- Park, Y. (2009). Goat milk—chemistry and nutrition. En: Park Y.W, Haenlein G.F.W. Eds., Handbook of Milk of Non-bovine Mammals. Blackwell Publishing Professional, Oxford, UK/Ames, Iowa. p. 34–58.
- Pérez, M. (2011). Acompañamiento en el control de calidad lechera de diferentes hatos adscrito al programa control lechero en la cooperativa Colanta. Trabajo de grado para optar el para obtener el título de industrias pecuarias. Caldas, Antioquia, Colombia.: Corporación universitaria Lasallista. Facultad de ciencias administrativas y agropecuarias. Programa de Industrias pecuarias. 40 p.
- Pinzón, A. (2006). Determinación del índice de bacterias mesófilas aerobias presentes en la leche cruda versus leche pasteurizada que se comercializan en la zona urbana de la ciudad de Popayán. Trabajo de grado para optar el título de zootecnista. Popayán, Cauca, Colombia.: Universidad Nacional

Abierta y a Distancia UNAD. Facultad de ciencias agrarias. Programa de zootecnia. 141 p.

- Piñeros, G., Téllez, G., Cubillos, A. (2005). La calidad como factor de competitividad en la cadena láctea. Caso: Cuenca lechera del Alto Chicamocha (Boyacá). Grupo de investigación en gestión de empresas pecuarias (GIGEP). Universidad Nacional de Colombia. Facultad de medicina veterinaria y de zootecnia. Bogotá D.C. 98 p.
- Pirisi, A., Lauret, A., Dubeuf, J.P. (2007). Basic and incentive payments for goat and sheep milk in relation to quality. *Small Ruminant Research*. 68, 167–178.
- Quiles, A. y Hevia, Ma. (1994). La Leche de cabra. Universidad de Murcia. Secretariado de publicaciones.: Poblagrafic. 90 p. ISBN 84-7684-547-2.
- Quiles, A. y Hevia, Ma. (2001). Propiedades físicas de la leche de cabra. *Revista Ganadería*. 53-53 p.
- Rankin, S., Christiansen, A., Lee, W., Banavara, D., Lopez, A. (2010). Invited review: The application of alkaline phosphatase assays for the validation of milk product pasteurization. *Journal Dairy Science*. 93, 5538–5551 p.
- Raynal-Ljutovac, K., Park, Y., Gaucheron, F., Bouhallab, S. (2007). Heat stability and enzymatic modifications of goat and sheep milk. *Small Ruminant Research*. 68, 207–220.
- Raynal-Ljutovac, K., Lagriffoul, G., Paccard, P., Guillet, I., Chilliard, Y. (2008). Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Ruminant Research*. 79, 57–72.
- Sandoval, M. (2000). La industria de la leche y carne de cabra en México. Trabajo de grado para optar el para obtener el título de médico veterinario y zootecnista. Las Agujas, Nextipac, Zapopan, Jalisco, México.: Universidad de Guadalajara. Centro universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. División de Ciencias Veterinarias. 78 p.
- Sanz, M., Fernández, J., De la Torre, G., Ramos, E., Carmona, F., Boza, J. (2003). Calidad de la leche de los pequeños rumiantes. *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias*. 16 (1). 155-166 p.
- Sanz, L., Morales, E., Martínez, L., Sanz, M., Gil, F., Boza, J. (2008). ¿Puede considerarse diferente la calidad de la proteína y grasa de la leche de cabra y vaca? *Anales de la Real Academia de Ciencias Veterinarias de Andalucía Oriental*. 21 (1), 201-211.

- Salvador, A. y Martínez, G. (2007). Factores que afectan la producción y composición de la leche de cabra: Revisión Bibliográfica. Revista de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad Central de Venezuela. 48 (2). 61-76 p.
- Servicio Nacional de Aprendizaje, SENA. (1987). Derivados Lacteos. Microorganismos útiles y perjudiciales de la leche. (Cartilla 5). Bogotá, D.C.32 p.
- Sharma, R., Kaur, S., Rajput, S., Kumar, R. (2009). Activity and thermal stability of indigenous enzymes in cow, buffalo and goat milk. Milchwissenschaft. 64 (2), 173-175.
- Slačanac, V., Božanić, R., Hardi, J., Rezessyné Szabó, J., Lučan, M., Krstanović, V. (2010). Nutritional and therapeutic value of fermented caprine Milk. International Journal of Dairy Technology. 63, 1-19.
- Strat S.A. (2008). Debilidades y desafíos tecnológicos del sector productivo. Lácteo caprino. Disponible en internet:
http://www.cofecyt.mincyt.gov.ar/pcias_pdfs/cordoba/UIA_lacteo_caprino_08.pdf
 Consultado: 22 de diciembre de 2014.
- Suárez, C., Torres, P., Ricardo, L., Sanabria, J., López, L., Duarte, T., Segura, E., Feoli, M., Onshuus, Y. (1986). Control de calidad fisicoquímico y microbiológico de leche suministrada al I.C.T.A. proveniente de la región Umbita (Boyacá). Revista colombiana de ciencias quimicofarmacéuticas. 15, 87-93 p.
- Unión Europea. Directiva 92/46/CEE del consejo, de 16 de junio de 1992. Por la que se establecen las normas sanitarias aplicables a la producción y comercialización de leche cruda, leche tratada térmicamente y productos lácteos. 45 p.
- Universidad Nacional de Colombia UNAL. 2013. Agroindustria de productos lácteos. Disponible en internet:
http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/agronomia/lacteos/flash/interfaz_lacteos_m1.swf. Consultado 23 diciembre de 2014.
- Universidad del Zulia. Facultad de Ciencias Veterinarias. (2002). Departamento de Producción e Industria Animal. Ciencia y Tecnología de la Leche. Determinación de Adulterantes de la Leche con Agua, Cloruros y Sacarosa. Maracaibo, Venezuela.
- Vega, S., Gutiérrez, R. Ramírez, A., González, M., Díaz, G., Salas, J., González, C., Coronado, M., Schettino, B. y Alberti, A. (2007). Características físicas y

- químicas de leche de cabra de razas Alpino Francesa y Saanen en épocas de lluvia y seca. *Revista. Salud Animal.* 29. (3), 160-166.
- Voutsinas, L., Pappas, C., Katsiari, M. (1990). The composition of Alpine goats milk during lactation in Greece. *Journal Dairy Research.* 57 (1), 41-51.
- Wagner, M. (2005). Acidez y pH. Disponible en internet: http://www.cerveceroscaseros.com.ar/Ph_y_acidez_%20Mauricio_Wagner.pdf. Consultado: 16 de diciembre de 2014.
- Walstra, P.; Geurts, T. J.; Noomen, A.; Jallema, A. Van Boekel. (2001). *Dairy Technology Principles of Milk Properties and Processes*. Editorial Marcel Dekker Inc. 270 Madison Avenue, New York, NY. 730 p.
- Watson, P. (1957). Determination of the Solids in Milk by a Lactometric Method at 102° F. *Journal of Dairy Science.* 40 (4), 394–402.
- Williams, D. J. (1986). A modification to the Aschaffenburg and Mullen alkaline phosphatase test suitable for goat's milk. *Aust. Journal Dairy Technol.* 41, 28–30., citado por Rankin, S., Christiansen, A., Lee, W., Banavara, D., Lopez, A. (2010). Invited review: The application of alkaline phosphatase assays for the validation of milk product pasteurization. *Journal Dairy Science.* 93, 5538–5551.
- Williams, D. J., y Nottingham, S. M. (1990). Suitability of a modification to the Aschaffenburg and Mullen alkaline phosphatase test for goats' milk: Collaborative study. *Aust. Journal Dairy Technology.* 45, 21–23., citado por Rankin, S., Christiansen, A., Lee, W., Banavara, D., Lopez, A. (2010). Invited review: The application of alkaline phosphatase assays for the validation of milk product pasteurization. *Journal Dairy Science.* 93, 5538–5551.
- Zagorska, J. y Ciprovica, I. (2013). Evaluation of factors affecting freezing point of milk. *World Academy of Science, Engineering and Technology.* 7, 02-22.
- Zamora, E. (2007). *Evaluación Objetiva de la Calidad Sensorial de Alimentos procesados*. Ciudad de La Habana.: Editorial Universitaria. 270 p. ISBN 978-959-16-058.
- Zapico, P. (1993). El sistema lactoperoxidasa en leche de cabra. Aplicación a la mejora de su calidad microbiológica. Trabajo de grado para optar el título de doctor en ciencias biológicas. Madrid, España.: Universidad Complutense de Madrid. Facultad de ciencias biológicas. 174 p.

ANEXOS

Anexo A. Formato toma de datos para caracterización de leche de cabra.

[illegible]

SNG**: Sólidos no grasos *ST**: Sólidos totales[†] **TDM**: Termodúricos.

Fuente: Este estudio.

Anexo B. Hojas de respuestas de la prueba sensorial en leche de cabra pasteurizada entera a diferentes temperaturas y tiempos de pasteurización.



**EVALUACION SENSORIAL
DE LECHE DE CABRA PASTEURIZADA**

NOMBRE: _____ **Fecha:** _____

A continuación se presenta tres (3) muestras de leche de pasteurizada, identificadas con código de tres (3) dígitos, escríbalos y pruebe las que se le presentan, marque con una X su preferencia con respecto al SABOR.

Código	Me gusta (+1)	Ni me gusta ni me disgusta (0)	Me disgusta (-1)

OBSERVACIONES: _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



**EVALUACION SENSORIAL
DE LECHE DE CABRA PASTEURIZADA**

NOMBRE: _____ **Fecha:** _____

A continuación se presenta tres (3) muestras de leche de pasteurizada, identificadas con código de tres (3) dígitos, escríbalos y pruebe las que se le presentan, marque con una X su preferencia con respecto al COLOR.

Código	Me gusta (+1)	Ni me gusta ni me disgusta (0)	Me disgusta (-1)

OBSERVACIONES: _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



EVALUACION SENSORIAL DE LECHE DE CABRA PASTEURIZADA

NOMBRE: _____ Fecha: _____

A continuación se presenta tres (3) muestras de leche de pasteurizada, identificadas con código de tres (3) dígitos, escríbalos y pruebe las que se le presentan, marque con una X su preferencia con respecto al OLOR.

Código	Me gusta (+1)	Ni me gusta ni me disgusta (0)	Me disgusta (-1)

OBSERVACIONES: _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



EVALUACION SENSORIAL DE LECHE DE CABRA PASTEURIZADA

NOMBRE: _____ Fecha: _____

A continuación se presenta tres (3) muestras de leche de pasteurizada, identificadas con código de tres (3) dígitos, escríbalos y pruebe las que se le presentan, marque con una X su preferencia con respecto a TEXTURA.

Código	Me gusta (+1)	Ni me gusta ni me disgusta (0)	Me disgusta (-1)

OBSERVACIONES: _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo C. Formato de encuesta para la convocatoria a ser parte del grupo de evaluación sensorial.



ENCUESTA PANEL DE ANÁLISIS SENSORIAL.

Nombre: _____

Dependencia: _____

Fecha: _____

Por favor conteste las siguientes preguntas:

1. ¿Le gustaría pertenecer al panel sensorial de Colácteos?
SI _____ NO _____
2. ¿Considera que el trabajo desempeñado por el panel de análisis sensorial puede ser importante para mejorar la calidad de, los alimentos en esta empresa?
SI _____ NO _____
8. ¿Tiene tiempo disponible? ¿Tiene independencia suficiente para organizar el trabajo diario?
SI _____ NO _____

PORQUE: _____

9. Hábitos:

¿Fuma? SI _____ NO _____

¿Cuántos cigarrillos al día? _____

10. Horario de alimentos:

Desayuno: _____ am

Comida: _____ pm

Cena: _____ pm

11. Padece de alguna intolerancia a algún alimento:

SI _____ NO _____

¿Cuál(es)?: _____

12. Salud:

¿Padece de alguna enfermedad?

SI _____ NO _____

¿Enfermedad que pueda afectar sus sentidos? ¿Cuál? _____

13. ¿Estaría usted dispuesto a participar en degustaciones de alimentos?

SI _____

NO _____

14. ¿Le disgusta en lo particular algún alimento como para no participar en una degustación?

SI _____

NO _____

¿Cuál(es)?: _____

OBSERVACIONES: _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACION!

Anexo D. Formatos de pruebas aplicadas en la selección de jueces para el grupo de análisis sensorial.

	A. PRUEBA DE SELECCIÓN IDENTIFICACIÓN DE OLORES-AROMAS
NOMBRE: _____ Fecha: _____	
Tiene ante usted 6 muestras, perciba su aroma e indique escribiendo el número de la muestra y el nombre del aroma que usted percibió.	
Código de la muestra	
Aroma percibido	
OBSERVACIONES: _____ _____ _____	
¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!	

	B. PRUEBA DE SELECCIÓN DETERMINACIÓN DE UN ESTÍMULO. PRUEBA TRIANGULAR
NOMBRE: _____ Fecha: _____	
Tiene ante usted tres muestras, pruébelas e indique escribiendo el número de la muestra que usted percibe como la diferente.	
Muestra diferente percibida: _____	
OBSERVACIONES: _____ _____ _____	
¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!	



C. PRUEBA DE SELECCIÓN IDENTIFICACIÓN DE SABORES

NOMBRE: _____ Fecha: _____

Tiene ante usted 4 muestras, pruébelas e indique el sabor percibido escribiendo el código de la muestra y el nombre del sabor que usted percibió.

Código de la muestra

Sabor percibido

OBSERVACIONES: _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



D. PRUEBA DE SELECCIÓN DISCRIMINACIÓN ENTRE NIVELES DE INTENSIDAD DE SABOR

NOMBRE: _____ Fecha: _____

Tiene ante usted 5 muestras, pruébelas e indique el nombre del sabor percibido y escriba el código de la muestra de mayor a menor intensidad (identificando con números: 1, 2, 3, 4, 5).

Sabor percibido: _____

Código de la muestra
(mayor a menor
intensidad)

OBSERVACIONES: _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo E. Formatos de pruebas aplicadas en el entrenamiento de jueces seleccionados para el grupo de análisis sensorial.

	A. PRUEBA DE ENTRENAMIENTO PRUEBA TRIANGULAR
NOMBRE: _____ Fecha: _____	
Ante usted hay tres, pruébelas e indique cual es la muestra diferente escribiendo el código de la muestra. .	
Muestra diferente: _____ ¿Qué tipo de leche es la muestra diferente? _____	
OBSERVACIONES: _____ _____ _____	
¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!	

	B. PRUEBA DE ENTRENAMIENTO DÚO-TRIO
NOMBRE: _____ Fecha: _____	
Ante usted tiene una muestra de referencia , marcada con R y dos muestras con códigos. Una de las muestras es idéntica a R , y la otra es diferente.	
¿Cuál de las muestras codificadas es diferente de R ?	
Muestra diferente: _____	
OBSERVACIONES: _____ _____ _____	
¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!	



C. PRUEBA DE ENTRENAMIENTO DE ORDENAMIENTO

NOMBRE: _____ **Fecha:** _____

Pruebe las cuatro muestras que se le presenten a continuación, ordénelas de menor a mayor intensidad de sabor y escriba el número con el que se identifica cada muestra según corresponda:

Menor intensidad	Mayor intensidad
Código de la muestra	

OBSERVACIONES: _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!

Anexo F. Planilla de jura modificada para evaluación sensorial de leches fluidas higienizadas enteras.

PLANILLA DE JURA

NOMBRE: _____

FECHA: _____ **CÓDIGO:** _____

ATRIBUTO puntos asignados	DESCRIPTORES	PUNTAJE					DESCRIPCIÓN DEL DESVIO (*)	PUNTAJE PARCIAL
Apariencia Exterior Presentación (Máximo 5 puntos)	Recipiente y cierre	1	2	3	4	5		
Apariencia (Máximo 10 puntos)	Superficie homogénea	1	2	3	4	5		
	Color y limpieza	1	2	3	4	5		
Flavor (Máximo 35 puntos)	Olor	1	2	3	4	5		
	Intensidad del olor	1	2	3	4	5		
	Sabor	1	2	3	4	5		
	Intensidad del sabor	1	2	3	4	5		
	Aroma característico	1	2	3	4	5		
	Intensidad del aroma	1	2	3	4	5		
	Persistencia	1	2	3	4	5		
Textura (Máximo 10 puntos)	Consistencia	1	2	3	4	5		
	Viscosidad	1	2	3	4	5		
PUNTAJE TOTAL DE LA LECHE								

(*) Se debe asignar una descripción de la desviación cuando se califica a un descriptor con un puntaje menor o igual a 3.

Calificación:

Tipo de Calidad	Puntaje
Calidad extra o A	Mínimo de 55 puntos
Calidad primera o B	Sumado entre 54,9 y 50
Calidad segunda o C	Sumado entre 49,9 y 45
Sin calificación de calidad	Menor de 44,9

Anexo G. Ficha descriptiva de leches fluidas higienizadas enteras.

Tipo de leche	Características y atributos				
	Apariencia		Olor	Sabor	Textura
	Homogeneidad	Color	Tipicidad (Calidad e intensidad)	Tipicidad (Calidad e intensidad)	Consistencia-Viscosidad
Leche entera pasteurizada	Homogénea. Aspecto limpio y sin grumos de grasa. Sin sedimentos	Blanco amarillento. No se aceptan colores pardos, excesivamente amarillentos o blancos azulosos	Típico a producto lácteo. Leche fresca	Típico producto Lácteo- Ligeramente dulce	Sensación de llenura al paladar en forma ligera
Leche Deslactosada	Homogénea. Aspecto limpio y sin grumos de grasa. Sin sedimentos.	Blanco	Típico a producto lácteo. Leche fresca, cremoso	Típico producto Lácteo- Más dulce en comparación con leche entera	Sensación de llenura al paladar en forma ligera
Leche UHT	Ligera separación de grasa	Color marfil, blanco hueso	Característico	Típico del producto. Ligeramente cocido. Dulzor muy ligero	Fluida, sensación de llenura en el paladar en forma moderada. Sensación cremosa
Leche pasteurizada de cabra	Homogénea dependiendo del porcentaje de grasa. Aspecto limpio y sin grumos de grasa. Sin sedimentos	Blanco opaco- mate	Característico a cabra, pero ligeramente.	Característico a cabra, debido al ácido caprico que se asocia con el animal.	Sensación de suavidad, llenura al paladar de forma moderada proporcional al % de grasa
Leche pasterizada saborizada	Homogénea. Aspecto limpio y sin grumos de grasa. Sin sedimentos	Acorde al sabor que representa	Acorde al sabor que representa	Acorde al sabor que representa	Sensación de llenura al paladar en forma ligera

Fuente: Este estudio.

Anexo H. Defectos de leches fluidas higienizadas enteras clasificadas por atributos.

ATRIBUTO	Sin defectos: 5	Leves : 4	Graves :3	Críticos: 2 y 1
Apariencia Exterior- Presentación:	Bolsa llena con el volumen que está impreso en esta. Limpia, sin filtros, lote y fecha de vencimiento ubicados en un lugar visible y que sean fácilmente leídos.	Bolsa dentada.	Volumen incompleto, lote y fecha de vencimiento no visibles claramente (borrosos).	Recipiente sucio, descolorido. Presencia de filtro en la bolsa.
Apariencia (Superficie homogénea, color y limpieza)	Color que varié desde el blanco a blanco amarillento hasta marfil claro dependiendo del tipo de leche, de aspecto homogéneo, limpio y sin grumos o crema en suspensión.	Defectos en intensidad y tipicidad del color.	Presencia de sedimentos de tamaño de partícula pequeño y suspensión de precipitados proteicos, separación de grasa (acúmulos de materia grasa) (Rancio-acido).	Colores pardos y amarillos de acuerdo a su intensidad. Color blanco azulado debido a la adición de agua, color verdoso debido a la adición de suero y color rosado a rojo debido a la presencia de sangre. Partículas quemadas en leche UHT.
Flavor (Aroma, Sabor y olor)	Sabor característico, ligeramente dulce. Olor Característico, leche fresca.	Sabor a insípido, con poca persistencia. Olores y sabores ha cocinado, hierba (pasto), leche no fresca.	Sabor a astringente, salado, oxidado ya sea por metal o por luz, salado.	2: Sabores a ajo, cebolla, amargos y olores a establo. 1: Sabores muy ácidos, a cartón, a jabón a pútrido. Olores y sabores a rancios.
Persistencia	Sabor ligeramente dulce-lácteo.	Sabor insípido.	Sabor calcárea (sensación de polvo en la boca), sensación grasa-sebosa.	2 y 1 mayor intensidad del sabor insípido, calcárea y sensación de grasa-sebosa.
Textura (Consistencia viscosidad)	Líquida-fluida y más viscosa que el agua.	Aguado	Aguado	Presencia de partículas tales como grumos, muy viscosa.

Fuente: Este estudio.

Anexo I. Hojas de respuestas de la prueba sensorial afectiva de medición del grado de satisfacción en leche de cabra saborizada.



**EVALUACION SENSORIAL
DE LECHE DE CABRA SABORIZADA**

Fecha: _____

A continuación se presenta tres (3) muestras de leche de cabra saborizada, identificadas con letras, marque con una X su preferencia con respecto a SABOR.

Calificación	Muestras		
	A	B	C
Me gusta (+1)			
Indiferente - Ni me gusta ni me disgusta (0)			
Me disgusta (-1)			

OBSERVACIONES: _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



**EVALUACION SENSORIAL
DE LECHE DE CABRA SABORIZADA**

Fecha: _____

A continuación se presenta tres (3) muestras de leche de cabra saborizada, identificadas con letras, marque con una X su preferencia con respecto a COLOR.

Calificación	Muestras		
	A	B	C
Me gusta (+1)			
Indiferente - Ni me gusta ni me disgusta (0)			
Me disgusta (-1)			

OBSERVACIONES: _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



EVALUACION SENSORIAL

162

DE LECHE DE CABRA SABORIZADA

Fecha: _____

A continuación se presenta tres (3) muestras de leche de cabra saborizada, identificadas con letras, marque con una X su preferencia con respecto a OLOR.

Calificación	Muestras		
	A	B	C
Me gusta (+1)			
Indiferente - Ni me gusta ni me disgusta (0)			
Me disgusta (-1)			

OBSERVACIONES: _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!



EVALUACION SENSORIAL DE LECHE DE CABRA SABORIZADA

Fecha: _____

A continuación se presenta tres (3) muestras de leche de cabra saborizada, identificadas con letras, marque con una X su preferencia con respecto a TEXTURA.

Calificación	Muestras		
	A	B	C
Me gusta (+1)			
Indiferente - Ni me gusta ni me disgusta (0)			
Me disgusta (-1)			

OBSERVACIONES: _____

¡MUCHAS GRACIAS POR SU COLABORACIÓN!