

# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**“ELABORACIÓN DE KOUMISS A PARTIR DE LECHE DE VACA Y/O LECHE DE CABRA Y SUS COMBINACIONES, UTILIZANDO DOS TIPOS DE ESTABILIZANTES”.**

Tesis de grado presentado como requisito para optar por el título de  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**AUTOR:** Jhoanna Inés Guerrero Farinango

**DIRECTOR:** Ing. Marcelo Miranda

Ibarra – Ecuador

2010

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y  
AMBIENTALES**

**ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**

**“ELABORACIÓN DE KOUMISS A PARTIR DE LECHE DE VACA Y/O  
LECHE DE CABRA Y SUS COMBINACIONES, UTILIZANDO DOS  
TIPOS DE ESTABILIZANTES”**

**TESIS**

Presentada al Comité Asesor como requisito parcial para obtener el título de:  
**INGENIERO EN AGROINDUSTRIAS**

**APROBADA:**

Ing. Marcelo Miranda  
DIRECTOR

.....

Dra. Lucía Toromoreno  
ASESORA

.....

Dr. Alfredo Noboa  
ASESOR

.....

Abg. Galo Vásquez  
ASESOR

.....

**Ibarra-Ecuador**

**2010**

## **CESIÓN DE DERECHOS**

El autor: siempre que se cite la fuente, cede con fines académicos y de investigación los derechos de reproducción y duplicación de la investigación desarrollada en este trabajo a la Universidad ecuatoriana y a la sociedad en general.

Para fines distintos al investigativo y al académico (producción de textos con fines comerciales, uso del método para procesamiento industrial, etc), por favor pongase en contacto con el autor y la Universidad Técnica del Norte; copropietarios-solidarios de los derechos de autor.

Jhoanna Inés Guerrero Farinango

CC. 100260052-4

Las ideas, conceptos, cuadros, gráficos, figuras y más informes que se presentan en esta investigación, son de responsabilidad de su autor.

**DEDICATORIA**

*Esta tesis se la dedico a Dios porque gracias a él he podido culminar una etapa importante en mi vida.*

*A mi madre María Inés, quién con amor, y digno ejemplo ha sido mi guía para seguir adelante, gracias mamita por depositar tú confianza en mí.*

*A mi hijo Santiago que ha sido mi razón de vivir, quien con su tierna inocencia ha dado sentido a mi vida.*

*A mi hermana Paola por su apoyo incondicional.*

*A ti Alexander por tu amor incondicional y por hacer de mi una mejor persona.*

### **AGRADECIMIENTO:**

*Es muy gratificante para mí, poder expresar un sincero agradecimiento a todas las personas que de una u otra manera incentivaron y colaboraron para culminar esta investigación, en especial:*

*A mis familiares y amigos quienes a través del tiempo me brindaron su ayuda, cariño y comprensión.*

*Al Ing. Marcelo Miranda, Director de Tesis, que se permitió brindar su tiempo, paciencia, apoyo y orientación para guiarme en el desarrollo de esta investigación.*

*A mis asesores: Dra. Lucía Toromoreno, Dr. Alfredo Noboa, Abg. Galo Vásquez, por sus consejos y sugerencias brindadas a lo largo de esta investigación permitiendo así que este trabajo salga a beneficio de la sociedad.*

*Al ingeniero Marco Cahueñas, por su valioso aporte en la revisión de los análisis estadísticos.*

*Al Dr. José Luis Moreno, por la ayuda brindada en la realización de los análisis de laboratorio.*

*Un profundo agradecimiento al Ing. Edison Rodríguez jefe de laboratorios de la FICAYÁ, a la Ing. Cecilia Cadena encargada de la unidad productiva de Lácteos, por su amistad, confianza y ayuda en el desarrollo de este trabajo.*

*A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE y a los señores catedráticos que forman parte de esta Casona que me acogió y me brindó sus enseñanzas.*

## ÍNDICE

### CAPÍTULO I

<b>CONTENIDO</b>		<b>PÁGINAS</b>
1	Generalidades	
1.1	Introducción.....	3
1.2	Objetivos.....	5
1.2.1	Objetivo general.....	5
1.2.2	Objetivos específicos.....	5
1.3	Hipótesis.....	6

### CAPÍTULO II

2	Marco teórico	
2.1	Koumiss.....	8
2.1.1	Origen.....	8
2.1.2	Las características del producto .....	8
2.1.3	Los microorganismos.....	8
2.1.4	Proceso de elaboración.....	9
2.1.5	Obtención del koumiss.....	9
2.1.6	Cualidades.....	13
2.2	La leche.....	14
2.2.1	Leche de vaca.....	15
2.2.1.1	Requisitos físicos y químicos en la leche de vaca.....	17
2.2.1.2	Propiedades físicas de la leche de vaca.....	19
2.2.1.3	Propiedades químicas de la leche de vaca.....	21
2.2.1.4	Microbiología de la leche.....	21
2.2.1.5	Presencia de antibióticos.....	21
2.2.2	Leche de cabra.....	22

2.2.2.1	Efectos beneficiosos.....	23
2.2.2.2	Diferencia entre la leche de cabra y la leche de vaca....	23
2.2.2.3	Los beneficios de la leche de cabra.....	24
2.3	Microorganismos encargados de la fermentación.....	31
2.3.1	<i>Lactobacillus bulgaricus</i> .....	31
2.3.2	<i>Lactococcus lactis</i> .....	31
2.4	Estabilizantes.....	32
2.4.1	Gelatina sin sabor.....	32
2.4.2	CT-20.....	32
2.5	Edulcorantes.....	33
2.5.1	Glucosa.....	33
2.5.2	Sacarosa.....	34
2.6	Conservantes.....	35
2.6.1	Sorbatos.....	35

### CAPÍTULO III

3	Materiales y métodos	
3.1	Caracterización del área de estudio.....	37
3.2	Materiales y equipos.....	38
3.2.1	Materia prima.....	38
3.2.2	Insumos.....	38
3.2.3	Utensilios.....	38
3.2.4	Materiales de laboratorio.....	38
3.2.5	Reactivos.....	39
3.2.6	Equipos.....	39
3.3	Métodos.....	40
3.3.1	Factores en estudio para elaboración de leche fermentada koumiss.....	40
3.3.2	Tratamientos.....	41
3.3.3	Diseño experimental.....	42
3.3.4	Características del experimento.....	42

3.3.5	Unidad experimental.....	42
3.3.6	Análisis de varianza.....	42
3.3.7	VARIABLES A EVALUARSE AL PRODUCTO TERMINADO.....	43
3.3.8	Análisis funcional.....	43
3.4	Diagrama de proceso para la elaboración de koumiss...	44
3.5	Descripción del proceso de elaboración del koumiss...	45
3.5.1	Transporte de la materia prima.....	45
3.5.2	Recepción.....	45
3.5.3	Filtrado.....	46
3.5.4	Adición de estabilizante.....	46
3.5.5	Pasteurización.....	46
3.5.6	Adición de cultivo.....	46
3.5.7	Incubación.....	47
3.5.8	Agitación y enfriamiento.....	47
3.5.9	Envasado.....	47
3.5.10	Almacenamiento.....	47
3.5.11	Análisis de control de calidad.....	47
3.6	Manejo Específico del Experimento.....	48
3.6.1	Análisis del producto terminado .....	48
3.6.1.1	Determinación de acidez.....	48
3.6.1.2	Determinación del contenido de grasa .....	48
3.6.1.3	Determinación del contenido alcohólico.....	49
3.6.1.4	Determinación de viscosidad.....	49
3.6.1.5	Determinación de sólidos totales.....	50
3.6.1.6	Determinación de rendimiento.....	50
3.6.1.7	Determinación del tiempo de fermentación.....	51
3.6.1.8	Análisis microbiológico.....	51
3.6.1.9	Análisis organoléptico.....	53

## CAPÍTULO IV

4	Resultados y discusiones	
4.1	Características de la materia prima utilizada en la elaboración de koumiss.....	56
4.2	Evaluación de variables.....	57
4.2.1	Tiempo de fermentación .....	57
4.2.2	Acidez del koumiss a las 24 horas de elaboración.....	63
4.2.3	Acidez del koumiss a los 20 días de elaboración.....	67
4.2.4	Viscosidad del koumiss a las 24 horas de elaboración.	71
4.2.5	Viscosidad del koumiss a los 20 días de elaboración...	75
4.2.6	Contenido de grasa del producto terminado a las 24 horas .....	79
4.2.7	Sólidos totales.....	83
4.2.8	Contenido alcohólico .....	87
4.2.9	Rendimiento.....	91
4.2.10	Análisis organoléptico.....	95
4.2.11	Análisis microbiológico.....	114

## CAPÍTULO V

5	Conclusiones .....	116
---	--------------------	-----

## CAPÍTULO VI

6	Recomendaciones.....	120
---	----------------------	-----

**CAPÍTULO VII**

7	Resumen.....	122
---	--------------	-----

**CAPÍTULO VIII**

8	Summary.....	125
---	--------------	-----

**CAPÍTULO IX**

9	Bibliografía.....	127
---	-------------------	-----

**CAPÍTULO X**

10	Anexos.....	130
----	-------------	-----

**CUADROS**

Cuadro 1. Obtención del cultivo madre para la elaboración de koumiss .....	10
Cuadro 2. Elaboración de koumiss.....	11
Cuadro 3. Ubicación del área de estudio.....	37
Cuadro 4. Combinaciones.....	41
Cuadro 5. Esquema del ADEVA.....	42
Cuadro 6. Datos de la materia prima.....	56
Cuadro 7. Valores de la curva de fermentación.....	57
Cuadro 8. Tiempo de fermentación del koumiss.....	58
Cuadro 9. Análisis de varianza del tiempo de fermentación.....	59
Cuadro 10. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable tiempo de fermentación.....	59
Cuadro 11. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable tiempo de fermentación .....	60
Cuadro 12. Prueba de DMS para el factor B (tipos de estabilizantes) de la variable tiempo de fermentación .....	61
Cuadro 13. Acidez del koumiss a las 24 horas de elaboración....	63
Cuadro 14. Análisis de varianza de la acidez del koumiss a las 24 horas de elaboración.....	63
Cuadro 15. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable acidez del koumiss a las 24 horas de la elaboración .....	64
Cuadro 16. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable acidez del koumiss a las 24 horas de la elaboración.	65
Cuadro 17. Prueba de DMS para el factor B (tipos de estabilizantes) de la variable acidez del koumiss a las 24 horas de la elaboración .....	65
Cuadro 18. Acidez del koumiss a los 20 días de elaboración.....	67
Cuadro 19. Análisis de varianza de la acidez del koumiss a los 20 días de elaboración .....	67
Cuadro 20. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable	

acidez del koumiss a los 20 días de elaboración.....	68
Cuadro 21. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable acidez del koumiss a los 20 días de elaboración .....	69
Cuadro 22. Prueba de DMS para el factor B (tipos de estabilizantes) de la variable acidez del koumiss a los 20 días de elaboración .....	69
Cuadro 23. Viscosidad del koumiss a las 24 horas de elaboración..	71
Cuadro 24. Análisis de varianza de la viscosidad del koumiss a las 24 horas de elaboración .....	71
Cuadro 25. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable viscosidad del koumiss a las 24 horas de elaboración.....	72
Cuadro 26. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable viscosidad del koumiss a las 24 horas de elaboración .....	73
Cuadro 27. Viscosidad del koumiss a los 20 días de elaboración...	75
Cuadro 28. Análisis de varianza de la viscosidad del koumiss a los 20 días de elaboración.....	75
Cuadro 29. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable viscosidad del koumiss a los 20 días de elaboración.....	76
Cuadro 30. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable viscosidad del koumiss a los 20 días de elaboración.....	77
Cuadro 31. Prueba de DMS para el factor B (tipos de estabilizantes) de la variable viscosidad del koumiss a los 20 días de elaboración.....	77
Cuadro 32. Contenido de grasa del koumiss .....	79
Cuadro 33. Análisis de varianza del contenido de grasa.....	79
Cuadro 34. . Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable contenido de grasa.....	80
Cuadro 35. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable contenido de grasa.....	81
Cuadro 36. Sólidos totales del koumiss.....	83
Cuadro 37. Análisis de varianza de sólidos totales.....	83
Cuadro 38. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable	

sólidos totales.....	84
Cuadro 39. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable sólidos totales.....	85
Cuadro 40. Contenido alcohólico del koumiss.....	87
Cuadro 41. Análisis de varianza de contenido alcohólico.....	87
Cuadro 42. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable contenido alcohólico .....	88
Cuadro 43. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable contenido alcohólico.....	89
Cuadro 44. Rendimiento del koumiss.....	91
Cuadro 45. Análisis de varianza del rendimiento.....	91
Cuadro 46. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable Rendimiento.....	92
Cuadro 47. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable rendimiento.....	93
Cuadro 48. Datos ranqueados de color a las 24 horas de elaboración del koumiss .....	96
Cuadro 49. Datos ranqueados de sabor a las 24 horas de elaboración del koumiss.....	98
Cuadro 50. Datos ranqueados de olor a las 24 horas de elaboración del koumiss.....	100
Cuadro 51. Datos ranqueados de consistencia a las 24 horas de elaboración del koumiss.....	102
Cuadro 52. Tabulación estadística de las variables organolépticas a las 24 horas de elaboración del koumiss .....	104
Cuadro 53. Datos ranqueados de color a los 20 días de elaboración del koumiss.....	105
Cuadro 54. Datos ranqueados de sabor a los 20 días de elaboración del koumiss.....	107
Cuadro 55. Datos ranqueados de olor a los 20 días de elaboración del koumiss .....	109
Cuadro 56. Datos ranqueados de consistencia a los 20 días de	

elaboración del koumiss.....	111
Cuadro 57. Tabulación estadística de las variables organolépticas a los 20 días de elaboración del koumiss.....	113
Cuadro 58. Valores de análisis microbiológico a las 24 horas de elaboración del koumiss .....	114

## **TABLAS**

Tabla 1. Principales constituyentes del koumiss.....	12
Tabla 2. Principales constituyentes de la leche de vaca.....	17
Tabla 3. Requisitos físico-químicos de la leche cruda.....	18
Tabla 4. Composición de la leche de vaca-cabra.....	25
Tabla 5. Contenido de ácidos grasos en la leche de vaca-cabra....	27
Tabla 6. Porcentaje de caseína presente en la leche de vaca-cabra.....	28

## **GRÁFICOS**

Gráfico 1. Componentes de la leche.....	16
Gráfico 2. Curva de fermentación .....	58
Gráfico 3. Tiempo de fermentación.....	62
Gráfico 4. Acidez del koumiss a las 24 horas de elaboración.....	66
Gráfico 5. Acidez del koumiss a los 20 días de elaboración.....	70
Gráfico 6. Viscosidad del koumiss a las 24 horas de elaboración..	74
Gráfico 7. Viscosidad del koumiss a los 20 días de elaboración...	78
Gráfico 8. Contenido de grasa en el koumiss.....	82
Gráfico 9. Porcentaje de sólidos totales en el koumiss.....	86
Gráfico 10. Contenido alcohólico en el koumiss.....	90
Gráfico 11. Porcentaje de rendimiento en el koumiss.....	94
Gráfico 12. Color a las 24 horas de elaboración del koumiss.....	97
Gráfico 13. Sabor a las 24 horas de elaboración del koumiss.....	99
Gráfico 14. Olor a las 24 horas de elaboración del koumiss.....	101
Gráfico 15. Consistencia a las 24 horas de elaboración del koumiss	103
Gráfico 16. Color a los 20 días de elaboración del koumiss.....	106

Gráfico 17. Sabor a los 20 días de elaboración del koumiss.....	108
Gráfico 18. Olor a los 20 días de elaboración del koumiss.....	110
Gráfico 19. Consistencia a los 20 días de elaboración del koumiss..	112

## **ANEXOS**

- Anexo 1. Información de CT-20 (estabilizante)
- Anexo 2. Información de fermento del koumiss (R-704)
- Anexo 3. Ficha de análisis sensorial
- Anexo 4. Calificaciones organolépticas
- Anexo 5. Análisis microbiológico
- Anexo 6. Norma INEN 3. Leche cruda
- Anexo 7. Norma INEN 10. Conocimientos básicos de la leche
- Anexo 8. Norma INEN 11. Determinación de densidad
- Anexo 9. Norma INEN 12. Determinación del contenido de grasa
- Anexo 10. Norma INEN 13. Determinación de acidez
- Anexo 11. Norma INEN 14. Determinación de sólidos totales
- Anexo 12. Norma INEN 2395. Leches fermentadas

# CAPÍTULO I

## **1 GENERALIDADES**

### **1.1 INTRODUCCIÓN**

En el Ecuador, la actividad lechera se concentra en la región interandina, donde se ubican los mayores productores lecheros. Esto se confirma según los últimos datos del Censo Agropecuario del 2005, donde el 73% (1.879.872 litros) de la producción nacional de leche proviene de la sierra, aproximadamente un 19% (489.282 litros) en la costa y un 8% (206.013 litros) en el oriente y región insular. La leche fluida disponible se destina en un 25% para elaboración industrial (19% leche pasteurizada y 6% para elaborados lácteos) y 35% para industrias caseras de quesos frescos, por tal razón el porcentaje de producción de leche a nivel nacional destinado para la elaboración de productos lácteos es del 60%.

Para consumo humano directo se dispone de un 39 % y aproximadamente el 1% se comercializa con Colombia en la frontera.

En el Ecuador existe una gran demanda de productos lácteos fermentados como es el caso del yogur, y yogur probiótico, debido a que con sus propiedades contribuyen a preservar y mejorar la salud, esto ocurre cuando las bacterias ácido-lácticas del producto se complementan con las bacterias presentes en nuestra flora intestinal y ayudan al buen funcionamiento del aparato digestivo. Hoy en día la población se ve limitada en el consumo de productos lácteos debido a las enfermedades que están ligadas con la intolerancia y la indigestibilidad de la lactosa, por lo que se ve la necesidad de poner al alcance de dicha población un alimento que sea de un alto grado de digestibilidad de lactosa, como son los productos fermentados, en donde la lactosa ha desaparecido de su composición, transformándose especialmente en ácido láctico. Como ya se ha indicado en nuestro medio existe un gran consumo de yogurt (producto fermentado), pero vemos la necesidad de utilizar otro tipo de producto fermentado como es el caso

del koumiss. El koumiss el mismo que es procedente de las Estepas Asiáticas de Rusia soviética y deriva su nombre de una tribu llamada Kumanes, y presenta características como: genera efectos positivos en la salud, estimula las defensas de la mucosa intestinal, reduce padecimientos del sistema circulatorio. Sin embargo la elaboración del koumiss en nuestro medio se ve afectado porque este producto originariamente es elaborado a partir de leche de yegua, la cual no es común conseguirla en este medio, por esta razón se ha visto conveniente sustituir esta leche por leche de vaca y leche de cabra. Se ha visto favorable utilizar leche de vaca debido a la gran cantidad existente en el medio y a su fácil adquisición, en cierta manera la leche de vaca compensará la carencia de volúmenes representativos de leche de cabra. También se ha escogido para este estudio la leche de cabra, debido a las características presentes en esta, como son: posee más proteínas y grasa, además tiene vitamina A, Calcio, Potasio y Fósforo, es mejor para la osteoporosis y la hipertensión arterial que también dependen del correcto contenido de calcio en la dieta. La gota de grasa de la leche de cabra es 15 veces más pequeña que la de vaca, por eso se absorbe mejor. Debido a la posibilidad de procesar leche de cabra en la elaboración de koumiss así como también de otros productos, nace la necesidad de que se fomente la crianza de este tipo de ganado para su explotación industrial.

Para esta investigación utilizamos como materia prima leche de vaca y/o cabra, con la adición de dos tipos de estabilizantes (gelatina sin sabor - CT-20), esta investigación es importante debido a que el producto a obtenerse "koumiss" será de mayor tolerancia a la lactosa, en vista de que presentará características físico-químicas favorables como la transformación de la lactosa en sus azúcares de origen (galactosa y glucosa).

Con estos antecedentes, la presente investigación se desarrolló en la ciudad de Ibarra, en la unidad productiva de lácteos de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, las variables evaluadas se realizaron en los laboratorios de uso múltiple de la UTN.

## **1.2 OBJETIVOS**

### **1.2.1 Objetivo General**

- Elaborar koumiss a partir de leche de vaca y/o leche de cabra y sus combinaciones, utilizando dos tipos de estabilizantes.

### **1.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el proceso fermentativo (curva de fermentación) mediante el control de acidez.
- Evaluar los parámetros físico-químicos del koumiss como: acidez, viscosidad, contenido de grasa, rendimiento, sólidos totales y contenido alcohólico.
- Evaluar la calidad organoléptica del producto terminado: color, olor, sabor y consistencia.
- Determinar el mejor tratamiento para la elaboración de koumiss, utilizando leche de vaca, leche de cabra y la mezcla de las dos leches.
- Determinar la calidad microbiológica mohos, levaduras y recuento de coliformes al mejor tratamiento.

### 1.3 HIPÓTESIS

**Hi:** Al utilizar leche de vaca y/o cabra o sus combinaciones, utilizando dos tipos de estabilizantes, se obtendrá una bebida láctea fermentada (koumiss) de buenas características físico-químicas y organolépticas.

**Ho:** Al utilizar leche de vaca y/o cabra o sus combinaciones, utilizando dos tipos de estabilizantes, no se obtendrá una bebida láctea fermentada (koumiss) de buenas características físico-químicas y organolépticas.

# CAPÍTULO II

## 2 MARCO TEÓRICO

### 2.1 KOUMISS

#### 2.1.1 Origen

Food Science and Technology. Fermentation Processing, menciona que. “El Koumiss es similar al kefir pero es generalmente hecho de la leche de yeguas.

Este producto es originario de las Estepas Asiáticas de Rusia soviética y deriva su nombre de una tribu llamada Kumanes que vivió a lo largo del río del Kumane”

En la actualidad, el koumiss todavía es un producto nacional importante en la Rusia, sobre todo en Mongolia dónde aproximadamente 0.5 millones de yeguas están disponibles para el ordeño.

Los rusos usan el koumiss para el tratamiento de tuberculosis pulmonar en las dosis de 1.4 litros por día durante 2 meses.

#### 2.1.2 Las características del producto

La leche fermentada koumiss es una bebida de coloración grisácea-blanca que se la obtiene a partir de la leche de yegua. La leche de yegua es baja en el contenido de caseína, por esta razón no tiene el mismo poder de coagulación que la leche de vaca.

#### 2.1.3 Los microorganismos

Food Science and Technology. Fermentation Processing, señala que “Los principales microorganismo utilizados en la elaboración del koumiss son:

- *Lactobacillus Bulgaricus*
- *Cándida Holmii (Torulopsis)*, una levadura que fermenta la lactosa.

Los subproductos que se obtiene de la elaboración del koumiss son ácido láctico, etanol y CO<sub>2</sub> dando un sabor agrio al producto y apariencia gaseosa como el kéfir”.

#### **2.1.4 Proceso de elaboración**

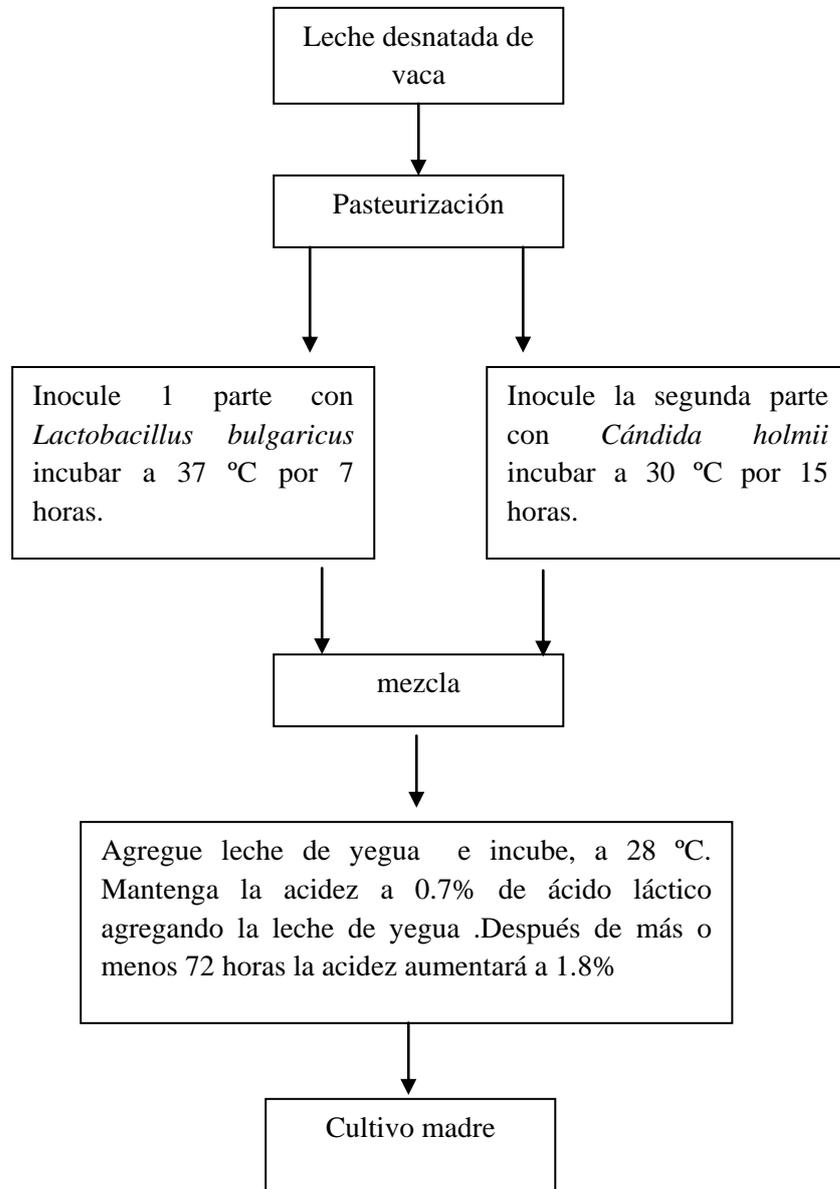
Food Science and Technology. Fermentation Processing ,indica que “El cultivo madre se prepara agregando *Lactobacillus bulgaricus* y *Cándida holmii* a la leche pasteurizada. La leche de yegua se inocula utilizando el cultivo madre, la misma que incuba a temperatura de 28 °C, hasta obtener la acidéz deseada (0.7 - 1.4%). Durante la fermentación la leche está regularmente agitada (cada dos horas)”.

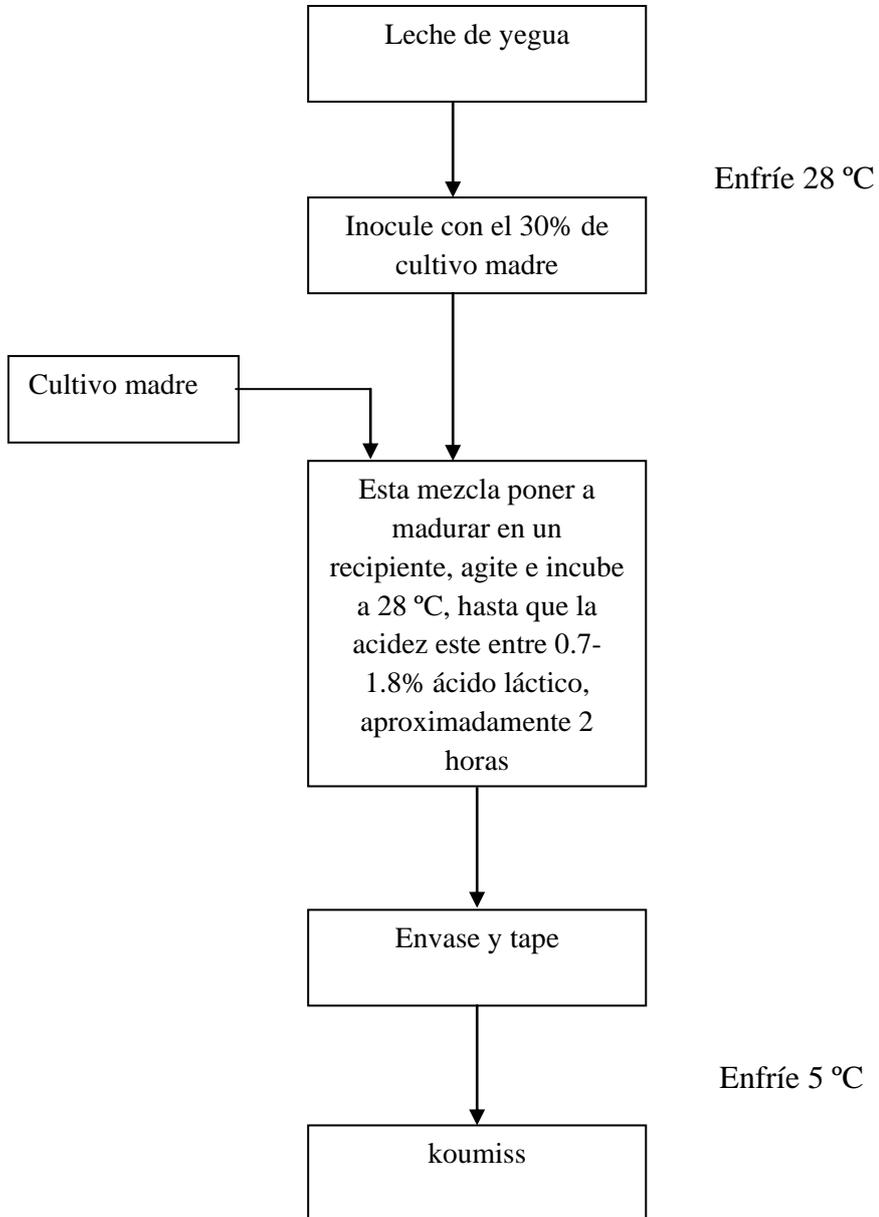
Por consiguiente, la composición de la leche desnatada de vaca para la producción del koumiss es similar a la leche de yegua por:

- Bajo contenido de grasa.
- Bajo contenido de caseína.
- Aumento de contenido de proteína en el suero.

#### **2.1.5 Obtención del koumiss**

Food Science and Technology. Fermentation Processing, menciona que “El cultivo madre para la elaboración del koumiss utilizando leche de vaca, se preparará agregando *Lactobacillus Bulgaricus*, *Lactobacillus Acidophilus* y la levadura *Cándida Holmii*”.

**Cuadro 1: Obtención del cultivo madre para la elaboración de koumiss**

**Cuadro 2: Elaboración de koumiss**

**Fuente:** Food Science and Technology. Fermentation Processing.

**Tabla 1: Principales constituyentes del koumiss**

Tamaño de la porción:	Un vaso de 200 g	
Porciones por empaque:	1	
		% Del valor diario
Calorías	170	–
Calorías de grasa	54	–
Grasa total	6	9%
Grasa saturada (g)	4	20%
Colesterol (mg)	26	9%
Sodio (mg)	94	4%
Carbohidratos totales (g)	24	8%
Fibra dietaria (g)	0	0%
Azúcares (g)	24	–
Proteína (g)	6	–
Vitamina A	–	6%
Vitamina C	–	0%
Calcio	–	20%
Hierro	–	0%

**Fuente:** [www.consumasano.com.lehecabra](http://www.consumasano.com.lehecabra).

### **2.1.6 Cualidades**

En años recientes hemos vivido importante repunte en el número de investigaciones encaminadas a mejorar la nutrición humana, y uno de sus efectos más notables es el volumen cada vez mayor de nuevos alimentos y complementos disponibles en el mercado. Por ello, y para facilitar su estudio, los especialistas los agrupan en cuatro categorías, dependiendo de la acción que generan en el organismo:

**Funcionales.** Son preparaciones que, debido a las sustancias que contienen, generan efectos positivos en la salud más allá de sus efectos nutricionales. Como ejemplo podemos citar la carne de pescado, que contiene ácidos grasos omega-3, los cuales estimulan las defensas de la mucosa intestinal y reducen padecimientos del sistema circulatorio.

**Prebióticos.** Son fibras o ingredientes no digeribles que estimulan la actividad de bacterias benéficas ya existentes en el intestino grueso, de modo que aunque no son aprovechados por el ser humano le ayudan indirectamente. Entre ellos encontramos a todos los productos elaborados con harinas integrales.

**Probióticos.** Aquellos en que encontramos microorganismos que no causan enfermedades y son resistentes al proceso de digestión, por lo que llegan vivos al colon y ejercen efecto positivo sobre la salud.

**Simbióticos.** Se obtienen de la combinación de alimentos probióticos y prebióticos.

Los fermentos lácteos como en el caso nuestro para la obtención del koumiss se ubican en la categoría de los probióticos, ya que además de proporcionar vitaminas, proteínas y minerales en cantidades considerables, contienen microorganismos capaces de multiplicarse y mantenerse en el interior del intestino, donde contribuyen con la flora local a eliminar toxinas y a digerir los alimentos, además de que mejoran la absorción de nutrientes y reducen en forma importante el riesgo de generar enfermedades en el colon, incluso cáncer.

A esto hay que añadir que los lactobacilos son fuertes competidores de espacio vital, por lo que su presencia en el intestino inhibe a agentes infecciosos dañinos culpables de la diarrea; incluso se estima que pueden eliminar a microorganismos tan agresivos como la salmonella cuando la superan en proporción de 10 a 1. Su método de acción es sencillo: se multiplican aceleradamente y obligan a los invasores a desaparecer ante la falta de alimento y espacio.

Debido a todo esto, los lactobacilos son empleados no sólo en productos nutricionales, sino también para elaborar medicamentos de éxito probado encaminados a prevenir infecciones intestinales, disminuir el tiempo de recuperación en caso de diarrea (incluso ocasionada por virus) o para revertir problemas secundarios ocasionados por antibióticos, que al consumirse en dosis elevadas o de manera continua pueden afectar el equilibrio de la flora intestinal y, por ende, alteran el funcionamiento del sistema digestivo.

Pero no sólo eso; investigaciones más recientes se encaminan a comprobar que algunas cepas de estos microorganismos ayudan a mejorar la inmunidad (resistencia a enfermedades) del ser humano, reducir los niveles de colesterol en sangre, prevenir el cáncer colon rectal, mejorar la intolerancia a la lactosa, disminuir el riesgo de padecer alergias y hasta controlar la presión arterial”.

## **2.2 LA LECHE**

La Norma ecuatoriana INEN N° 3 define a la leche como: “El producto íntegro, sin adición y sustracción alguna, exento de calostro, y obtenido por el ordeño higiénico completo e ininterrumpido de vacas sanas y bien alimentadas”. La composición detallada de la leche no difiere sólo de una especie animal a otra sino que tiene un amplio margen de variación, dentro de la especie, e incluso entre individuos de una raza de una misma especie.

Para conservar la leche y mejorar sus características organolépticas se hace necesario transformarla en derivados. Algunos de estos productos, por el hecho de contener menor humedad y mayor acidez, como el queso, se conservan mucho más tiempo que la leche. Otros productos, como las leches fermentadas, por tener

una alta acidez, se pueden conservar hasta tres semanas en refrigeración, periodo mayor que el de conservación de la leche inclusive pasteurizada. Además, el sabor, la viscosidad y las demás características organolépticas de la leche cambian notablemente al ser transformada; con esto se puede incrementar su consumo, especialmente entre la población infantil.

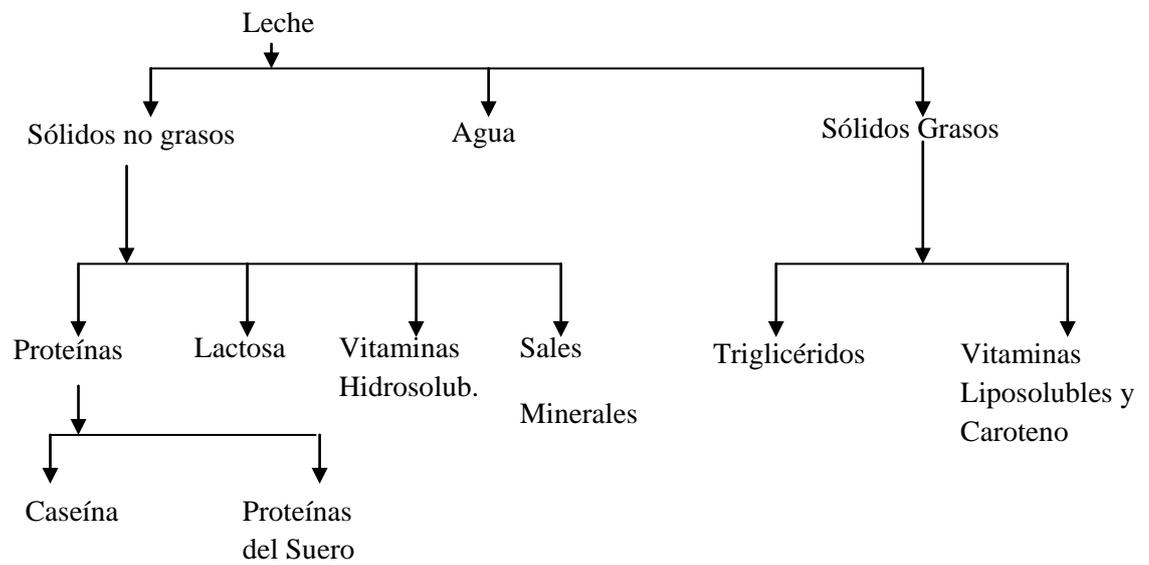
Al transformar la leche en sus derivados se persiguen estos objetivos:

1. Prolongar la vida útil de las características nutritivas de la leche.
2. Mejorar la digestibilidad de los componentes de la leche.
3. Mejorar la palatabilidad y atributos sensoriales.
4. Proporcionar facilidad de uso y variedad a los consumidores.

### **2.2.1 Leche de vaca**

La leche de vaca está formada por glóbulos de grasa suspendidos en una solución que contiene el azúcar de la leche la lactosa, proteínas, fundamentalmente la caseína y sales de calcio, fósforo, cloro sodio, potasio y azufre. No obstante es deficiente en hierro y es inadecuada como fuente de vitamina C. La densidad de la leche varía entre 1,028 y 1,035 g/ml.

La leche animal se compone principalmente de agua (80 - 90%). La grasa de la leche se encuentra en emulsión y se encuentra distribuido en el líquido a manera de glóbulos minúsculos que pueden unirse unos a otros formando una capa de crema, cuando la leche fresca se deja en reposo. El aspecto lechoso característico de la leche se debe principalmente a las proteínas y sales de calcio disueltas en ella, el color amarillo de la crema se debe a la presencia de caroteno, un pigmento amarillo anaranjado que se convierte en vitamina A (*retinol*) en el organismo.

**Gráfico 1. Componentes de la leche**

**Fuente:** Keating P. (1992) Manual de tecnología y control de calidad de productos lácteos

**Tabla 2. Principales constituyentes de la leche de vaca (g por 100 g de leche)**

<b>Agua</b>	87,6%
<b>Grasa</b>	3,8%
<b>Proteínas</b>	3,3%
<b>Caseína</b>	2,6%
<b>Proteínas del suero</b>	0,7%
<b>Lactosa</b>	4,7%
<b>Calcio</b>	0,12%
<b>Sólidos no grasos</b>	8,7 %
<b>Total Sólidos</b>	12,5 %

**Fuente:** Keating P. (1992) Manual de tecnología y control de calidad de productos lácteos

### **2.2.1.1 Requisitos físicos y químicos en la leche de vaca**

La leche cruda, de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, debe cumplir con las especificaciones que se indican a continuación.

**Tabla 3. Requisitos físico-químicos de la leche cruda**

<b>Requisitos</b>	<b>Unidad</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>
<b>Densidad relativa:</b>			
<b>A 15°C</b>	-	1,029	1,033
<b>A 20°C</b>	-	1,026	1,032
<b>Materia grasa</b>	%(m/m)	3,2	-
<b>Acidez titulable como ácido láctico</b>	%(m/v)	0,13	0,16
<b>Sólidos totales</b>	%(m/m)	11,4	-
<b>Sólidos no grasos</b>	%(m/m)	8,2	-
<b>Cenizas</b>	%(m/m)	0,65	0,80
<b>Punto de congelación</b>	°C	-0,536	-0,512
<b>(Punto crioscópico) **</b>	°H	-0,555	-0,530
<b>Proteínas</b>	%(m/m)	3,0	-
<b>Ensayo de la Reductasa (Azul de metileno)</b>	h	2	-
<b>Reacción de estabilidad proteica (Prueba del alcohol)</b>	No se coagulará por la adición de un volumen igual de alcohol neutro de 65% en peso o 75% en volumen		

**Fuente:** INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 9:2003. Leche cruda.

Requisitos. Quito – Ecuador.

### 2.2.1.2 Propiedades físicas de la leche de vaca

- **Aspecto**

La coloración de una leche fresca es blanca porcelana, cuando es muy rica en grasa, presenta una coloración ligeramente amarillenta, debido a la riboflavina y los carotenoides componentes de la grasa de la leche de vaca. La leche pobre en grasa o descremada presenta ligeramente un tono azulado.

- **Color**

Normalmente es blanco mate. Este tono de la leche entera se debe a la dispersión del espectro de luz por la presencia de los glóbulos de grasa. La homogenización de la leche puede hacer parecer al producto más blanco, mientras que el agrupamiento o enracimado de los glóbulos de grasa podrían hacer decrecer la blancura. Norma ecuatoriana INEN N° 010 numeral 2.1 (p.2), (Conocimientos Básicos sobre la leche).

- **Aroma**

Es la mezcla sentida por el gusto y el olfato. Normalmente la leche fresca es de gusto dulce ligeramente azucarado y untuoso, el olor nos recuerda a la vaca o al establo. Norma ecuatoriana INEN N° 010 numeral 2.2 (p.3), (Conocimientos Básicos sobre la leche).

- **Sabor**

Según Keating P. (1992) "La leche fresca y limpia tiene un sabor medio dulce y neutro por la lactosa que contiene y adquiere por contacto, fácilmente sabores a ensilaje, establo, hierba, etcétera" (p. 16).

- **Consistencia**

La leche es líquida, parece homogénea, pero en realidad, es una emulsión de materia de grasa en una solución acuosa que contiene varios solutos, unos en estado coloidal y otros disueltos. Norma ecuatoriana INEN N° 010 numeral 2.3 (p.3), (Conocimientos Básicos sobre la leche).

- **Densidad**

La densidad es el peso por unidad de volumen y es el promedio de las densidades de sus componentes individuales, del grado de hidratación de las proteínas y del volumen específico del sistema leche - grasa. La densidad promedio de la leche normal a 15 °C se encuentra entre 1,030- 1,034 g/cm<sup>3</sup>. Norma ecuatoriana INEN N° 010 numeral 3.2 (p.4). (Conocimientos Básicos sobre la leche).

- **Punto de congelación o punto crioscópico**

Es un valor constante igual a - 0,55 °C, inferior al punto de congelación del agua, debido a la presencia de los sólidos disueltos de la leche, una disminución o aumento de la concentración de la solución influirá en este valor. Norma ecuatoriana INEN N° 010 numeral 3.3 (p.4), (Conocimientos Básicos sobre la leche).

- **Acidez**

La acidez de la leche aumenta muy rápido bajo la influencia de los fermentos lácticos, los cuales transforman la lactosa en ácido láctico, este ácido no existe en la leche sana y fresca, pero se produce muy rápido en una leche mantenida a una temperatura favorable y por la contaminación de los microorganismos.

La acidez de la leche oscila entre 0,15 a 0,16 %, los valores menores de 0,15 pueden ser debidos a leches mastíticas, aguadas, o bien alteradas con algún producto químico alcalinizante.

### 2.2.1.3 Propiedades químicas de la leche de vaca

- **Agua**

Aproximadamente el 87,5 % de la leche es agua. El agua constituye la fase continua de la leche y en ella se encuentran los otros componentes sólidos y gaseosos en solución coloidal.

- **Materia seca de la leche**

Según Keating P. (1992) "La materia seca está formada por los compuestos sólidos de la leche. Estos sólidos que en la leche de vaca constituye un promedio de 12,5 %, pueden ser determinados directamente por la aplicación de calor, para evaporar la fase acuosa de la leche", (p. 19).

### 2.2.1.4 Microbiología de la leche

La leche es un excelente medio de cultivo para el desarrollo de hongos y bacterias algunos de ellos resultan perjudiciales en la elaboración de productos lácteos y otros resultan útiles como las bacterias lácticas utilizadas en forma de cultivos especiales en la elaboración de productos derivados de la leche o como el *Penecillum camemberti* que es indispensable para producir queso Camembert.

Los hongos y bacterias terminan su ciclo vital al pasteurizar la leche, por lo que la presencia de ellos en los productos lácteos, se debe a su incorporación posterior o se considera como un índice de contaminación durante su elaboración.

### 2.2.1.5 Presencia de los antibióticos en la leche

CHR HANSEN. (1998) señala que "Los antibióticos pueden ser hallados en la leche por introducción voluntaria fraudulenta (agregado por el productor interesado en alargar la durabilidad de la leche) o por vía indirecta, proveniente del tratamiento terapéutico de vacas con algún tipo de infección, especialmente la mastitis.

La mastitis es una infección de la ubre que afecta gran porcentaje del hato lechero. Puede presentarse de forma clínica, subclínica y crónica. La mastitis provoca un

aumento de la cantidad de leucocitos de la leche de 250 mil a 300 mil por ml, a más de 1 millón por ml, disminuyendo el rendimiento de la fabricación de quesos, e inhibiendo la actividad de los fermentos lácticos, el tratamiento de la mastitis es el medio principal de la contaminación de la leche con residuos de antibióticos. Las vacas tratadas, deben ser separadas de 3 a 5 días mínimo, después de su aplicación”.

### **2.2.2 Leche de cabra**

www.consumasano.com.lechecabra, manifiesta que “El 60% de la población mundial toma leche de cabra. La leche de Cabra tiene más proteínas, menos lactosa, más grasa pero menos colesterol. No obstruye las arterias del corazón ni del cerebro. La gota de grasa es 15 veces más pequeña que la de vaca, por eso se absorbe mejor.

Es más blanca por tener más vitamina A, calcio, potasio y fósforo, mayor suavidad, es mejor para los problemas de úlceras, gastritis, para la osteoporosis y la hipertensión arterial que también dependen del correcto contenido de calcio en la dieta. Su sabor es suave y casi indistinguible de la de vaca. Es naturalmente homogeneizada por lo pequeño de sus gotas de grasa.

Es ideal por su fácil digestibilidad para niños, ancianos, enfermos crónicos y debilitados. Produce menos gases, pesantez y distensión del abdomen que la leche de vaca por lo que se absorbe más fácil por el sistema digestivo.

Se absorbe en solo 20 minutos en el intestino delgado, en cambio la leche de vaca se tarda hasta 4-6 horas para hacerlo, llega hasta el colon y se fermenta en exceso produciendo gases y flatulencia.

Hoy en día la leche de cabra que se comercializa ya no suele presentar ningún problema sanitario ya que los productos suelen cumplir la legislación sanitaria y están tratados térmicamente. Por supuesto conviene evitar aquellos productos como: leche, yogur, etc, que no tengan un control sanitario ni etiqueta”

### **2.2.2.1 Efectos beneficiosos**

www.consumasano.com.lechecabra, señala que “Los efectos beneficiosos de la leche de cabra con respecto a la de vaca no se detienen aquí, sino que se ha demostrado que, en cuanto al calcio, su consumo "aumenta mucho su absorción y depósito a nivel del hueso, lo que es muy beneficioso tanto para las personas adultas como para las mujeres que sufren procesos de osteoporosis sobre todo a partir de la menopausia", y que, a diferencia de lo que ocurre con otros alimentos ricos en calcio," la leche de cabra favorece también la absorción de hierro y su depósito en órganos diana (partes del organismo a los que siempre afectan determinados productos químicos como por ejemplo: cerebro, medula espinal, corazón, los pulmones, los riñones y el hígado)", lo que puede beneficiar a personas propensas a sufrir anemias.

Desafortunadamente, el consumo de leche de cabra sigue siendo muy bajo con respecto al de vaca, debido en gran parte a su escasa comercialización.

Las investigadoras recomiendan el consumo de la leche de cabra o de los productos derivados de la misma, en la población en general y en ciertas patologías (como síndromes de mal absorción)”.

### **2.2.2.2 Diferencia entre la leche de cabra y la leche de vaca**

www.consumasano.com.lechecabra, menciona que “La leche de cabra es ligeramente más grasa que la de vaca. Su contenido en proteínas es también ligeramente superior y presenta mayor proporción de vitaminas y minerales. Tras la leche de vaca, la de cabra es la más consumida en todo el mundo, aunque se emplea principalmente en la elaboración de diversos derivados lácteos.

Posee un color más blanco y un sabor más fuerte que la leche de vaca.

Resulta más digerible y la grasa que contiene posee menor tendencia a enranciarse.

### **2.2.2.3 Los beneficios de la leche de cabra**

- La leche de cabra tiene un contenido de grasa más fácil para digerir que la leche de vaca
- La leche de cabra tiene más ácidos de grasa en cadena cortos y medianos que la leche de vaca, en la cual predomina el ácido de grasa largo.

La leche de cabra no contiene la proteína principal de la leche de vaca, a la cual muchos pacientes son alérgicos.

La leche de cabra contiene lactosa como todas pero en una menor proporción que la de vaca aproximadamente un 1% menos, pero además, al tener mayor digestibilidad puede ser tolerada por algunos individuos. Conviene recordar que los productos lácteos derivados de cualquier leche pero que hayan sido sometidos a la fermentación (yogures, koumiss, kefir, etc.) no contienen lactosa ya que esta ha sido transformada en sus azúcares de origen, y si estos además son de leche de cabra gozan de una mayor tolerancia.

Como conclusión se puede decir que la leche de cabra tiene unas características cualitativas y cuantitativas que la hacen diferente a la de vaca ofreciendo las ventajas de una mayor asimilación y rapidez de digestión respecto a la de vaca, además de una composición mineral más completa, pero tiene la desventaja de su bajo contenido en vitamina B12 y ácido fólico. Respecto a su uso en individuos alérgicos e intolerantes hay que evaluar cuidadosamente el tipo de alergia y el grado de intolerancia a la lactosa de cada individuo para aplicarla como alimento de elección. En el caso de la intolerancia a la lactosa el consumo de productos lácteos fermentados de leche de cabra ofrece doble ventaja respecto a los homólogos de leche de vaca.

La composición de la leche de cabra es la siguiente aunque puede haber variaciones significativas en alguno de los componentes debido a la raza y la alimentación de las mismas.

**Tabla 4: Composición de la leche de vaca-cabra**

<b>Composición en 100 ml</b>	<b>Vaca</b>	<b>Cabra</b>
Proteína (g)	3.3	3.3
Caseína (g)	2.8	2.5
Lactalbumina (g)	0.4	0.4
Grasa (g)	3.7	4.1
Lactosa (g)	4.8	3,8
Valor Calórico (Kcal)	69	76
<b>Minerales (g)</b>	0.72	0.77
Calcio (mg)	125	130
Fósforo (mg)	103	159
Magnesio (mg)	12	16
Potasio (mg)	138	181
Sodio (mg)	58	41
Hierro (mg)	0.10	0.05
Cobre (mg)	0.03	0.04
Yodo (mg)	0.021	–
Manganeso (mg)	2	8
Zinc (mg)	0.38	–
<b>Vitaminas:</b>	–	–
Vitamina A (I.U.)	158	191
Vitamina D (I.U.)	2.0	2.3
Tiamina (mg)	0.04	0.05

Riboflavina (mg)	0.18	0.12
Ácido Nicotínico (mg)	0.08	0.20
Ácido Pantoténico(mg)	0.35	–
Vitamina B6 (mg)	0.035	0.001
Ácido Fólico (mcg)	2.0	0.2
Biotina (mcg)	2.0	1.5
Vitamina B12 (mcg)	0.50	0.02
Vitamina C (mg)	2.0	2.0

**Fuente:** [www.consumasano.com.lechecabra](http://www.consumasano.com.lechecabra).

Tomando como referencia a la leche de vaca se va a comparar la composición de ambas:

- **Composición en grasa:** la leche de cabra (4%) suele tener una mayor cantidad de grasa que la vaca (3,5%) aunque depende mucho de la raza caprina de la que se trate, (llegando algunas hasta un 5,5%). La principal diferencia no radica en la cantidad sino en la calidad:
  - ✓ No contiene aglutinina que es una proteína cuya función es el de agrupar los glóbulos grasos para formar estructuras de mayor tamaño. El tamaño promedio de los glóbulos grasos de la leche de cabra es de cerca de 2 micrómetros, comparados con los 2 1/2 a 3 1/2 micrómetros para la leche de vaca. Esta es la razón por la que sus glóbulos al estar dispersos se atacan más fácilmente por las enzimas digestivas y por lo tanto la velocidad de digestión es mayor.

- ✓ Contiene más ácidos grasos esenciales (linoleico y araquidonico) y una proporción mayor de cadenas cortas y cadenas medianas de ácidos grasos que la leche de vaca haciéndola más cardiosaludable.

**Tabla 5: Contenido de ácidos grasos en la leche de vaca-cabra**

Ácidos grasos	Vaca	Cabra
<b>Saturados:</b>		
Butírico	3.1	2.6
Caproico	1.0	2.3
Caprílico	1.2	2.7
Cáprico	1.2	2.7
Láurico	2.2	4.5
Mirístico	10.5	11.1
Palmítico	26.3	28.9
Estearico	13.2	7.8
Arachidónico	1.2	0.4
<b>Instaturados:</b>		
Oleico	32.3	27.0
Linoleico	1.6	2.6
Linolenico	--	--
C22-20	1.0	0.4

**Fuente:** [www.consumasano.com.lechecabra](http://www.consumasano.com.lechecabra).

- **Composición protéica:** esta es la parte más importante para la producción de las alergias y en la fabricación de los productos, y este factor que está ligado a la genética y no a la alimentación del animal. Los diferentes tipos

de proteína que se pueden encontrar en la leche son de dos tipos generales:

- ✓ Proteínas hidrosolubles, termosensibles y no coagulables: beta y alfa lactoalbúmina y globulinas. Estas se pierden en la elaboración del queso por el suero y se desnaturalizan por los tratamientos térmicos para la conservación de la leche.
- ✓ Proteína coagulables, termoresistentes o caseínas: se distinguen tres tipos distintos:

**Tabla 6. Porcentaje de Caseína presente en la leche de vaca-cabra**

Caseína	Cabra	Vaca
alfa	21.2%	40%
beta	67,4%	43,3%
kappa		15%

**Fuente:** [www.consumasano.com.lechecabra](http://www.consumasano.com.lechecabra).

- ✓ La caseína de la leche de cabra contiene menos del tipo alfa 1 como sucede en la leche de mujer, que son las responsables de la mayoría de las alergias a la leche de vaca. No posee caseína del tipo beta 1 que es exclusiva de la leche de vaca y por lo tanto se puede utilizar para la detección de la presencia de leche de vaca en productos supuestamente elaborados exclusivamente con leche de cabra. El tamaño de los conjuntos de caseínas o micelas son más pequeñas en la cabra (50 nm) respecto a la vaca (75 nm) proporcionando una cuajada de menor tamaño en el estómago.
- **Cantidad de lactosa:** la leche de cabra contiene 1% menos de lactosa que la de vaca pero esta cantidad en la práctica se tolera mejor por las personas intolerantes a la lactosa porque en conjunto la leche es más digestible.

- **El contenido mineral de leche** de cabra y leche de vaca es semejante pero la leche de cabra contiene 13 por ciento más calcio, 47 por ciento más vitamina A (responsable de su coloración más blanca), 134 por ciento más potasio, y tres veces más ácido nicotínico. Es también cuatro veces más alta en cobre. La leche de la cabra contiene también 27 por ciento más del selenio. Sin embargo, la leche de la vaca contiene cinco veces más de vitamina B-12 respecto a la leche de cabra y diez veces más de ácido fólico”.

### **Afecciones relacionadas con el consumo de productos lácteos**

www.consumasano.com.leche, indica que “La población humana sufre de dos afecciones relacionadas con el consumo de productos lácteos diferentes pero muy problemáticas, ya que es imposible suprimir los lácteos de la alimentación sin que esta se convierta en deficitaria en elementos esenciales para el desarrollo, por ello son mucho más preocupantes en las etapas infantiles donde las necesidades debido al crecimiento se satisfacen con productos lácteos.

Las afecciones ligadas al consumo de lácteos y en los que la leche de cabra tiene un importante papel son:

- La alergia a la leche.
- La intolerancia a la lactosa.

**La alergia a la leche** de vaca es una respuesta del organismo a las proteínas que la componen se manifiesta entre el 2,5 a 5 % de la población sobre todo en niños ya que suele ser la primera proteína extraña con la que toman contacto, desgraciadamente estos niños en un 50% desarrollan además otros tipos de alergias alimentarias (huevos, frutos secos, etc..) y entre un 50 al 80% alergias por inhalación (ácaros, polen, etc.). Puede aparecer en edades adultas pero es mucho menos frecuente.

Las alfa-lactoalbúminas y beta-lactoglobulinas que son proteínas que se encuentran en la fracción acuosa de la leche (el suero) son menos problemáticas de cara a la producción de reacciones alérgicas ya que son alterables por la acción

del calor (termosensibles) y por lo tanto su poder alérgico se inactiva en productos tratados térmicamente como son leches en polvo o de larga duración tipo UHT.

La otra fracción protéica de la leche, las caseínas son termoestables y por lo tanto las personas sensibles a ellas reaccionarán ante cualquier producto que las contengan aunque haya sido tratado térmicamente. Este tipo de individuos alérgicos presentan reacciones cruzadas de alergia con los diferentes tipos de leche vaca, oveja y cabra, solo los que presentan alergia a las caseínas alfa 1 y a algún tipo de caseína beta se ven beneficiados por la leche de cabra, al tener esta mucha menor proporción. Estos individuos representan más o menos el 40% de los niños alérgicos a la leche de vaca.

**La intolerancia a la lactosa de la leche:** esta enfermedad es de origen genético y está muy ligada a grupos étnicos. Como ejemplo se puede poner a Dinamarca donde solamente la sufren un 2% de la población y en el otro extremo están Japón, China y los aborígenes Australianos que la sufren casi un 100% en mayor o menor medida. Se cree que hay una relación directa entre la enzima lactasa que hidroliza la lactosa y la melanina responsable del color de piel. Cuanto mayor sea la concentración de melanina, menor es la de lactasa.

Más de 50 millones de norteamericanos sufren de intolerancia a la lactosa (el azúcar de la leche), incluyendo un 75% de los negros e indios y un 90% de los asiáticos americanos. En 1965, investigadores del Johns Hopkins Medical School asociaron estas alteraciones a una incapacidad para digerir el azúcar presente en la leche.

Antes de ser absorbido por el intestino delgado y pasar a la sangre, este azúcar complejo tiene que descomponerse en azúcares simples (glucosa y galactosa). Este paso se realiza por medio de una enzima llamada lactasa, que determina la capacidad de digestión de la leche. Si la insuficiencia de lactasa es grande, el azúcar de la leche se acumula en el intestino, fermenta y produce gas. Más tarde será evacuada mediante deposiciones líquidas (diarreas).”

## 2.3 MICROORGANISMOS ENCARGADOS DE LA FERMENTACIÓN:

### 2.3.1 *Lactobacillus Bulgaricus*

FAO (1984). Se caracterizan por su alta temperatura de crecimiento, con un óptimo de 40 – 43° mínimo de 22° C y máximo de 52,5° C. Su resistencia frente a antibióticos es mayor que, *Streptococcus thermophilus*. Es inhibido por 0.3 - 0.6 U.I. penicilina/ml de leche, es una bacteria homo fermentativa, produciendo hasta 1.7 % de ácido láctico en la leche. Pequeñas cantidades de compuestos secundarios incluyen compuestos carbonílicos, etanol y ácidos volátiles. Posee una actividad proteolítica media, llevando a una relativamente alta acumulación de aminoácidos libres.

Es un organismo catalasa (-). Posee una débil actividad lipolítica, llevando a algunos cambios en la estructura de los ácidos grasos y ácidos grasos libres.

### 2.3.2 *Lactococcus Lactis*

REVISTA CIENTIFICA.ISSN 0798-2259, (Maracaibo. Dic. 1995). Es una especie de bacteria no esporulante, no mótil, gram-positiva usada extensamente en la producción de manteca, queso, leches fermentadas, etc. *Lactococcus lactis* son cocos que se agrupan en pares y en cortas cadenas, de 0,5 a 1,5 µm de longitud.

El *Lactococcus lactis* subsp. *lactis* es un microorganismo mesófilo, capaz de fermentar la lactosa produciendo ácido láctico en gran cantidad, de la misma forma es capaz de producir algunas substancias antibacterianas conocidas en forma genérica como bacteriocinas, entre las cuales destacan la nisina y la diplococcina. Ambos factores, acidez y bacteriocinas, son capaces de inhibir el crecimiento de un amplio rango de microorganismos.

El uso de *Lactococcus lactis* en la industria láctea es delicado por la contaminación. Bacteriofagos específicos de *Lactococcus lactis* causan significativas pérdidas económicas cada año; debe prevenirse ataques.

## **2.4 ESTABILIZANTES**

TAMINE, A. ; ROBINSON, R. (1991). Para la elaboración de diversos productos lácteos, incluyendo el yogurt y leches fermentadas, se emplean estabilizantes cuya utilización está regulada por la legislación vigente en la mayoría de los países.

La finalidad de la adición de los estabilizantes a la mezcla o base es mejorar y mantener las características deseables del producto, es decir, textura, viscosidad, consistencia, aspecto y cuerpo.

En general los estabilizantes en forma independientes no cumplen todas las funciones que se pretende de ellos o las cumple en forma parcial, lo que ha llevado a mezclar y combinar los diferentes principios para obtener mejores resultados. Pero a causa de esto se encontraron importantes sinergias resultantes de estas combinaciones, lo que lleva realmente a formar sistemas de estabilización sumamente versátiles y óptimos para la industria de los alimentos.

### **2.4.1 Gelatina sin sabor**

SAWYER, R.; EGAN, H. (1999). Es una sustancia que tiene el poder de convertir una mezcla líquida en una masa gelatinosa.

La gelatina es una proteína que se extrae de huesos, pieles y tendones de los animales. La gelatina sin sabor se emplea como coagulante, espesante y emulsificante. Ésta es además, utilizada como sustancia clarificadora.

Utilizada como sustancia coagulante, la gelatina proporciona una consistencia gelatinosa firme y clara. Esta característica se aprovecha en la elaboración de postres y leches fermentadas.

### **2.4.2 CT - 20**

El CT-20 es un estabilizante diseñado para aplicarse en leches pasteurizadas y ultrapasteurizadas a las cuales protege del tratamiento térmico, suspende sólidos, proporciona palatabilidad y estabilidad al producto.

**Ingredientes.-** Mono y diglicéridos de ácidos grasos, carboximetilcelulosa de sodio, goma guar, carragenina.

**Dispersión.-** Para una óptima dispersión de este producto se puede premezclar en sólidos lácteos, azúcar, si su fórmula lo completa, o bien en un medio como aceite, grasa fundida de acuerdo a su disponibilidad y producto a elaborar.

Mantener una agitación constante y vigorosa hasta obtener una dispersión total.

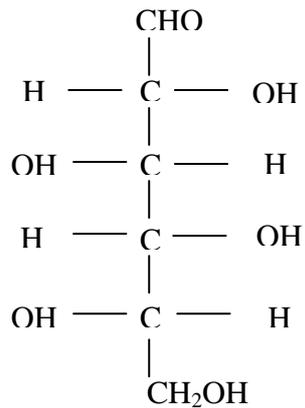
**Disolución del estabilizante.-** Este depende en gran forma de una buena dispersión del estabilizante evitando la formación de grumos, también se debe balancear el nivel de uso del estabilizantes de acuerdo a la presencia de sales y sólidos en el medio y así mismo considerar las condiciones del proceso con relación a temperatura, tiempo y esfuerzo mecánico a que es sometido el producto: agitación, homogenización, etc.

## **2.5 EDULCORANTES**

TAMINE, A.; ROBINSON, R. (1991). La principal finalidad de la adición de azúcares o agentes edulcorantes es atenuar la acidez del producto y la cantidad añadida depende de: el tipo de agente edulcorante o azúcar utilizado; las preferencias de los consumidores; los posibles efectos inhibidores sobre los microorganismos estarter del producto; las limitaciones legales; consideraciones económicas.

### **2.5.1 Glucosa**

La glucosa es un monosacáridos, se la conoce como azúcar aldosa por presentar un grupo aldónico (CHO) localizado en el primer átomo de carbono de la cadena. Su fórmula es  $C_6H_{12}O_6$ , tiene un peso molecular de 180 g/mol. Según (Vickie. 2002. P.32) la estructura de la glucosa es la siguiente.



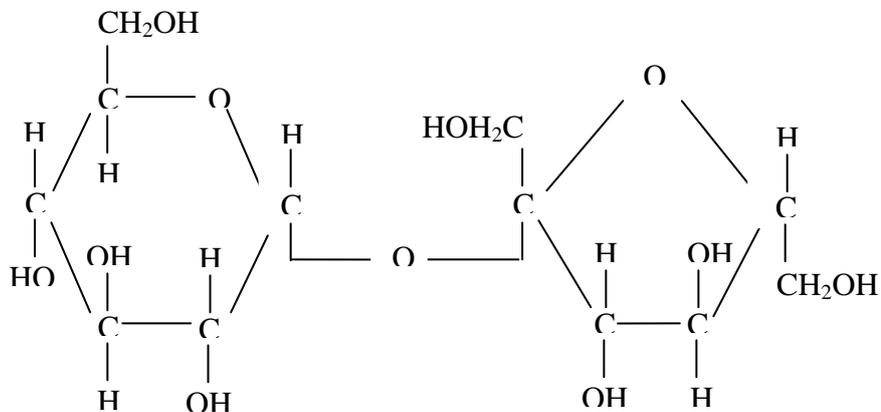
La glucosa tiene la propiedad de mejorar la textura de los productos, además previene la cristalización. Tiene un poder edulcorante de 73% siendo menor que la sacarosa.

### 2.5.2 Sacarosa

La sacarosa comercialmente se la conoce como azúcar, se encuentra en la naturaleza siendo su principal fuente la caña de azúcar y la remolacha azucarera en ambos casos con idéntica fórmula química.

La sacarosa es un disacárido compuesto por dos moléculas de monosacáridos, además la sacarosa tiene un poder edulcorante de 100%.

Su fórmula es  $\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$ , posee un peso molecular de 342 g/mol. Según (Vickie. 2002. P.38) su estructura es:



## **2.6 CONSERVANTES**

Encarta 2008. Señala que “La principal causa de deterioro de los alimentos es el ataque por diferentes tipos de microorganismos (bacterias, levaduras y mohos). El problema del deterioro microbiano de los alimentos tiene implicaciones económicas evidentes, tanto para los fabricantes (deterioro de materias primas y productos elaborados antes de su comercialización, pérdida de la imagen de marca, etc.) como para distribuidores y consumidores (deterioro de productos después de su adquisición y antes de su consumo). Se calcula que más del 20% de todos los alimentos producidos en el mundo se pierden por acción de los microorganismos.

Por esta razón se utilizan métodos químicos que causen la muerte de los microorganismos o que al menos eviten su crecimiento, a estos se los conoce con el nombre de conservantes.

Los conservantes se utilizan para proteger los alimentos contra la proliferación de microorganismos que pueden deteriorarlos o envenenarlos, con lo cual se aumenta el periodo de vida del producto. El uso de conservantes está limitado de acuerdo a la legislación de cada país. No debería ser necesario con una pasteurización efectiva y una buena higiene durante el proceso”.

### **2.6.1 Sorbatos**

El ácido sórbico y sus sales (E200 ácido sórbico, E201 sorbato de sodio, E202 sorbato de potasio y E203 sorbato de calcio) son inhibidores del crecimiento de mohos y levaduras. El ácido se utiliza en refrescos, yogur y las sales principalmente en productos de tipo de pastel (Desrosier, W).

Como conservante se utiliza el sorbato de potasio que evita la reproducción de hongos y se añade en una cantidad de 0,0250 kg por 1000 l de leche, ésta se puede considerar una cantidad insignificante”. Esta información se encuentra publicada en [www.CONAPROLE.com.uy](http://www.CONAPROLE.com.uy)

# CAPÍTULO III

### 3 MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 CARACTERIZACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

**Cuadro 3. Ubicación del área de estudio**

<b>Cantón</b>	Ibarra
<b>Provincia</b>	Imbabura
<b>Parroquia</b>	El Sagrario
<b>Sitio</b>	Unidades Productivas Agroindustriales
<b>Altitud</b>	2250 m.s.n.m.
<b>Latitud</b>	0° 20' Norte
<b>Humedad relativa promedio</b>	73%
<b>Pluviosidad</b>	50,3 mm. año
<b>Longitud</b>	78° 08' Oeste
<b>Temperatura</b>	18° C

**Fuente:** “Departamento de Meteorología de la Dirección General de la Aviación Civil (DAC 2005)”

## **3.2 MATERIALES Y EQUIPOS**

### **3.2.1 Materia Prima**

- Leche entera de vaca y cabra

### **3.2.2 Insumos**

- Fermento
- Gelatina sin sabor
- CT-20 (estabilizante)

### **3.2.3 Utensilios**

- Jarras de capacidad de 1 litro
- Envases plásticos
- Ollas
- Cucharas

### **3.2.4 Materiales de Laboratorio**

- Agitadores de vidrio
- Material de vidrio (pipetas, tubos, vasos, probeta, matraces, agitador, etc.)
- Acidómetro
- Butirómetros
- Cápsula
- Espátulas pequeñas
- Pipetas
- Placas Petrifilm
- Probetas
- Sorbona
- Termómetro
- Termo lactodensímetro
- Vasos de precipitación
- Cronómetro

### 3.2.5 Reactivos

- Agua destilada
- Fenolftaleína 2%
- Ácido sulfúrico (d=1.820)
- Hidróxido de sodio 0.1N
- Alcohol Isoamílico
- Azul de metileno

### 3.2.6 Equipos

- Balanza analítica
- Baño maría
- Centrifuga
- Cocina
- Desecador
- Estufa
- Mesa de acero inoxidable
- Mufla
- Refrigeradora
- Viscosímetro

### 3.3 MÉTODOS

#### 3.3.1 Factores en estudio para elaboración de leche fermentada koumiss

La presente investigación asume los siguientes factores en estudio:

##### **FACTOR A:**

##### **Porcentaje de combinación de leches**

Se utilizó leche entera de vaca y de cabra de acuerdo a la norma ecuatoriana INEN N° 2395, el koumiss a elaborar fue de tipo I (mínimo 3% de grasa).

Leche de vaca 100%	A1
Leche de vaca 75% + leche de cabra 25%	A2
Leche de vaca 50% + leche de cabra 50%	A3
Leche de vaca 25% + leche de cabra 75%	A4
Leche de cabra 100%	A5

##### **FACTOR B:**

##### **Tipos de estabilizantes**

Gelatina sin sabor (2%)	B1
CT -20 (1.5%)	B2

### 3.3.2 Tratamientos

**Cuadro 4. Combinaciones**

<b>Nro</b>	<b>Tipos de leche</b>	<b>Tipos de estabilizantes</b>	<b>Combinaciones</b>
1	A1	B1	A1B1
2	A1	B2	A1B2
3	A2	B1	A2B1
4	A2	B2	A2B2
5	A3	B1	A3B1
6	A3	B2	A3B2
7	A4	B1	A4B1
8	A4	B2	A4B2
9	A5	B1	A5B1
10	A5	B2	A5B2

**A1:** Leche de vaca 100%

**A2:** Leche de vaca 75% + leche de cabra 25%

**A3:** Leche de vaca 50% + leche de cabra 50%

**A4:** Leche de vaca 25% + leche de cabra 75%

**A5:** Leche de cabra 100%

**B1:** Gelatina sin sabor

**B2:** CT-20

### 3.3.3 Diseño Experimental

Diseño completamente al azar con arreglo factorial:

A x B

### 3.3.4 Características del Experimento

Número de repeticiones: Tres (3)

Número de tratamientos: Diez (10)

Número de unidades experimentales: Treinta (30)

### 3.3.5 Unidad Experimental

Cada unidad experimental consta de 2 litros de leche fermentada koumiss.

### 3.3.6 Análisis de variancia

**Cuadro 5. Esquema del adeva**

<b>Fuente de variación</b>	<b>GL</b>
Total	29
Tratamientos	9
( F A ) tipos de leche	4
( F B ) tipos de estab	1
A x B	4
Error experimental	20

### 3.3.7 Variables evaluadas al producto terminado

<b>Variables paramétricas</b>	<b>Métodos</b>
➤ Acidez	Titulación (°D)
➤ Contenido de grasa	Gerber (%)
➤ Contenido Alcohólico	Extracción (%)
➤ Viscosidad	Viscosímetro
➤ Sólidos totales	Estufa
➤ Rendimiento	Balance de materiales
➤ Tiempo de fermentación	Cronómetro
<b>Variable no paramétrica</b>	
➤ Análisis organoléptico	Evaluación sensorial

Además se realizó análisis microbiológico al mejor tratamiento. Los análisis son los siguientes: mohos, levaduras y recuento de coliformes.

### 3.3.8 Análisis funcional

#### **Variables paramétricas**

Para tratamientos se realizó la prueba de Tukey al 5%.

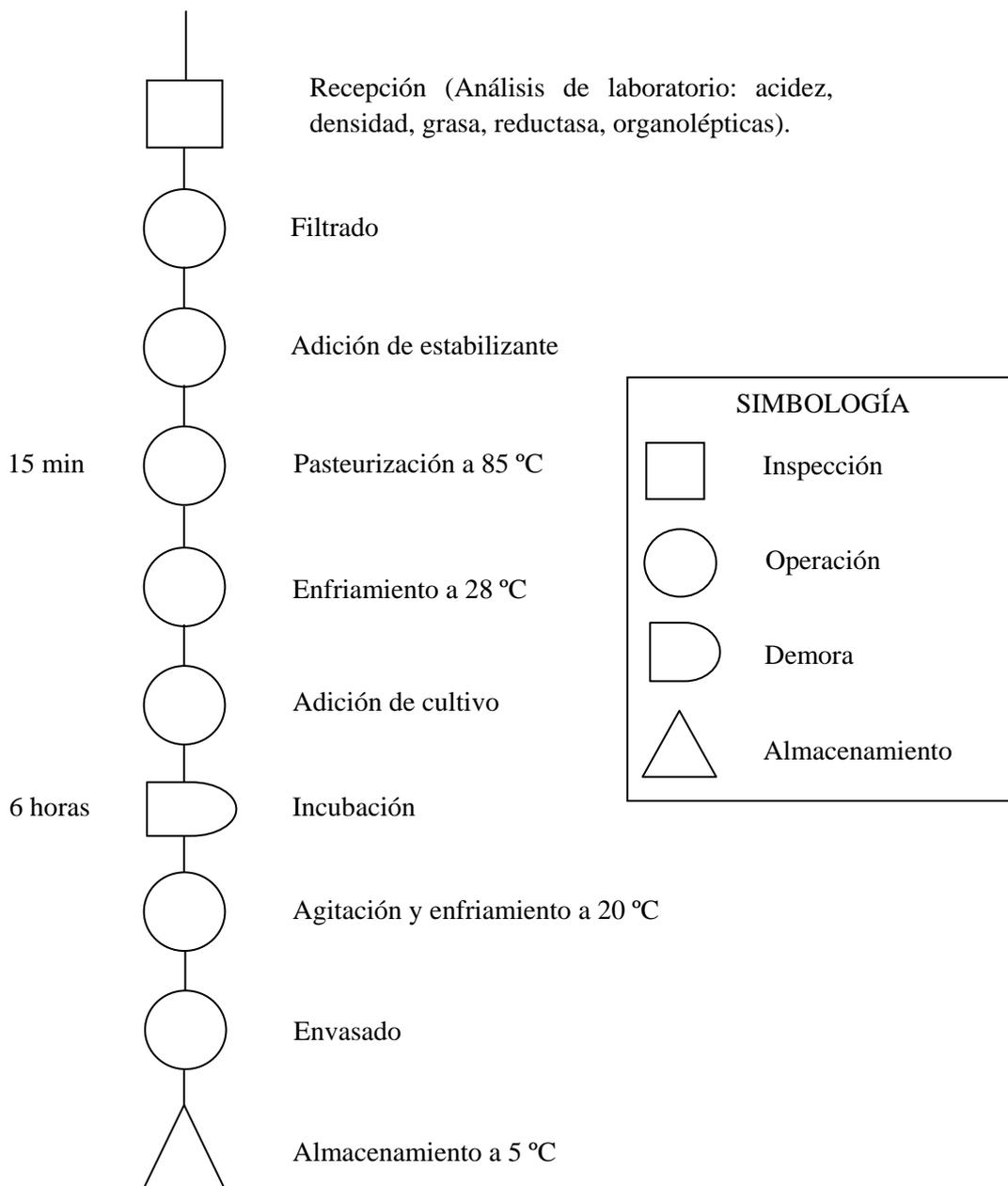
Para factores DMS y polinomios ortogonales.

#### **Variables no paramétricas**

Se realizó la Prueba de Friedman al 5 %.

### 3.4 DIAGRAMA DE PROCESO PARA LA ELABORACIÓN DE KOUMISS

Materia prima (leche de vaca y/o cabra y sus combinaciones)



### 3.5 DESCRIPCIÓN DEL PROCESO DE ELABORACIÓN DE KOUMISS

#### 3.5.1 Transporte de la materia prima

La leche de vaca y de cabra utilizada para esta investigación fue transportada en recipientes de aluminio, por parte de los proveedores, hasta la Unidad Productiva de Lácteos, de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial de la UTN.

#### 3.5.2 Recepción

Las pruebas fisicoquímicas y organolépticas aplicadas a la materia prima que se utilizó para la investigación fueron las siguientes:

##### a) Análisis organolépticos

- **Color.-** la leche de vaca presentó un color blanco porcelana, en cambio la leche de cabra a pesar de tener mayor porcentaje de grasa presentó un color blanco.
- **Sabor.-** el sabor se detectó con el gusto, en el caso de la leche de vaca el sabor fue dulce, en cambio la leche de cabra tuvo un sabor ácido y graso.
- **El olor.-** en lo que respecta al olor, de la leche de vaca y cabra, el olor fue semejante a establo y a hierba, este olor se debe a que la leche adquiere con facilidad los olores que le rodean.

##### b) Pruebas físico – químico

**Determinación de la acidez en la leche.-** Se determinó mediante el uso de un acidímetro realizando una titulación con NaOH 0.1N, para comprobar si la leche es fresca y se encuentra dentro de los valores entre 16 y 18 ° D según la norma ecuatoriana INEN 13.

**Determinación de la grasa.-** Se realizó mediante el método Gerber, esto nos permitió conocer el contenido de grasa de cada leche, según la norma ecuatoriana INEN 12.

**Determinación de la densidad.-** Se midió utilizando un termo lactodensímetro. La densidad sirve para determinar si no se ha realizado

algún tipo de adulteración en la leche por ejemplo adición de agua, según la norma ecuatoriana INEN 11.

**Determinación de sólidos totales.-** Se realizó a los dos tipos de leche, esta determinación se realizó bajo la norma ecuatoriana INEN 14.

### c) Pruebas bacteriológicas

**-“Reductasa” (reducción del azul de metileno).-** Se determinó cualitativamente la contaminación bacteriana de la leche, según la norma ecuatoriana INEN 18.

### 3.5.3 Filtrado

La leche antes de ser procesada fue filtrada o tamizada a través de un lienzo, para eliminar toda clase de impurezas macroscópicas.

### 3.5.4 Adición de estabilizante

Para lograr que no exista sinéresis en el koumiss se utilizó gelatina sin sabor y CT-20, dependiendo del tratamiento, los mismos que se adicionaron a la materia prima cuando esta estuvo a una temperatura de 45 °C mientras se realizaba el proceso de pasteurización, los estabilizantes fueron previamente disueltos en leche.

### 3.5.5 Pasteurización

La leche mezclada fue sometida al tratamiento térmico de pasteurización a una temperatura de 85 °C y por el tiempo de 15 minutos, luego de este tiempo de reposo se procedió a enfriar la leche hasta una temperatura de 28 °C.

### 3.5.6 Adición de cultivo

Cuando la mezcla se enfrió a 28° C se adiciono el cultivo del koumiss *Lactobacillus bulgaricus* y *Lactococcus lactis*, se agitó por un lapso de 3 minutos para luego dejar en reposo.

### **3.5.7 Incubación**

Se procedió a incubar la mezcla a la temperatura de 28°C, hasta aproximadamente por el tiempo de 7 horas, hasta obtener los parámetros deseados de acidez (0.7%, especificado en la norma ecuatoriana INEN 13) y viscosidad.

En esta etapa se realizó una curva de acidez, con relación al tiempo de fermentación.

### **3.5.8 Agitación y enfriamiento**

La ruptura de coagulo se inició cuando se alcanzó la acidez adecuada (0.7 % ácido láctico), sin detener la agitación se enfrió rápidamente hasta llegar a una temperatura de 20° C.

### **3.5.9 Envasado**

Una vez que se enfrió a 20 °C se procedió a colocar el producto en envases de polietileno, aptos para su almacenamiento y comercialización.

### **3.5.10 Almacenamiento**

Se guardó el koumiss en refrigeración a temperatura de 5 – 6° C.

### **3.5.11 Análisis de control de calidad**

Se realizó pruebas de control de calidad al producto terminado de cada tratamiento un día después de su elaboración. Los análisis realizados son de grasa, acidez, contenido alcohólico, viscosidad, análisis de coliformes fecales y organolépticos al mejor tratamiento. Y a los 20 días de su elaboración se realizó los análisis de acidez, viscosidad y organoléptico.

## **3.6 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO:**

### **MÉTODOS PARA LA TOMA DE DATOS**

#### **3.6.1 Análisis del producto terminado**

- El análisis para el tiempo de fermentación se realizó durante el proceso de elaboración.
- Los análisis de acidez, viscosidad y organolépticos se realizaron a un día de elaborado el producto y al cumplir los 20 días de elaboración, debido a que las leches fermentadas tienen un tiempo de caducidad de 21 días.
- Los análisis de grasa, contenido alcohólico, sólidos totales, rendimiento y microbiológicos se realizaron en el producto terminado, una vez por tratamiento.

##### **3.6.1.1 Determinación de acidez**

Se determinó según el método señalado en la norma ecuatoriana INEN 13.

Se midió 10 ml de muestra de koumiss con una pipeta, se introdujo en un vaso de precipitación de 100 ml, a esa muestra se agregó 10 ml de agua destilada, se agitó hasta lograr una buena mezcla a la cual se le adicionó 5 gotas de fenolftaleína, se mezcló e inmediatamente se procedió a titular con NaOH 0.1N, hasta que el color del koumiss cambió a rosa pálido y se mantuvo así por 30 segundos. En ese momento se procedió a la lectura.

##### **3.6.1.2 Determinación del contenido de grasa**

Se realizó según las especificaciones señaladas en la norma ecuatoriana INEN 12, para poder determinar el porcentaje de grasa del koumiss se realizó una dilución 1/10 debido a que la viscosidad del mismo no permitió medir el porcentaje de grasa directamente.

Se introdujo en el butirómetro 10 ml de ácido sulfúrico con una densidad 1.820 g/cm<sup>3</sup>, tratando de que el ácido se deslice lentamente por las paredes del butirómetro, y sin mojar el cuello. Se colocó lentamente con mucha precisión 11 ml de la dilución, evitando que los líquidos se mezclen. Se añadió 1 ml de alcohol

isoamílico. Se procedió a cerrar el butirómetro con un tapón de caucho. Se marcó el butirómetro con el número de muestra, se lo envolvió en una toalla y se procedió a voltearlo varias veces lentamente. Se centrifugó por 5 minutos, al sacar el butirómetro de la centrífuga se colocó a baño maría a 65° C durante 5 minutos. Transcurridos los 5 minutos se procedió a realizar la lectura.

### **3.6.1.3 Determinación del contenido alcohólico**

Se realizó esta variable al producto terminado para determinar el porcentaje de alcohol que contiene el koumiss, para obtener los valores del contenido alcohólico se utilizó el método de extracción por destilación y determinación de la concentración con alcoholímetro de Gay Lussac y se efectuó de la siguiente manera:

Se midió una muestra de 100 ml en una botella Duran de 250ml y extraiga con 50 ml de agua sin etanol, agitando durante 30 min a 60 °C (con la botella sellada). Enfríe el extracto y traspase cuantitativamente la solución a un tubo de destilación por arrastre de vapor. Ensamble el tubo de destilación en el destilador y ajuste los siguientes parámetros: tiempo de destilación 5 min (suficiente para obtener 100ml de destilador), volumen de agua caliente 50ml. Proceda a encender el equipo y a recoger el destilado en un matraz de 150ml, no agregue agua para lavar la manguera de destilación. Una vez recogido el volumen destilado, ensaye el contenido alcohólico por cualquiera de los siguientes procedimientos:

- Alcoholímetro de Gay Lussac (v/v).
- Ensayo con picnómetro de 20ml calibrado a 20 °C (p/p).
- Refractómetro de Abbe (índice de refracción transformado a concentración peso-peso o volumen-volumen).

Esta es la concentración de alcohol obtenida en 100ml de muestra.

### **3.6.1.4 Determinación de viscosidad**

Se realizó utilizando un viscosímetro exclusivo para esta prueba y un cronómetro que determinó el tiempo. Se procedió a tomar 100 ml de muestra de koumiss, la cual se calentó a una temperatura de 20° C. Se colocó en la celda del viscosímetro

con la puerta cerrada, y se fue agitando constantemente para evitar que se introduzcan burbujas. Cuando la muestra se encontraba en la celda del viscosímetro se procedió a abrir la puerta y con la ayuda de un cronómetro se esperó 30 segundos. Luego de haber transcurrido ese tiempo se anotó los centímetros recorridos por el koumiss.

#### **3.6.1.5 Determinación de sólidos totales**

Esta variable se realizó según las especificaciones de la norma ecuatoriana INEN 14.

Los crisoles previamente esterilizados y secos se los codificó y pesó, ya obtenido el peso de los mismos se procedió a colocar de 5 a 10 gramos de cada muestra de koumiss en dichos crisoles. Se ubicó en la estufa a 105° C. Después de una hora de secado se retiró los crisoles de la estufa, se los tapó y colocó para enfriamiento en el desecador, luego se procedió a pesarlos con su contenido. Con los pesos obtenidos durante el proceso de desecación se reemplazó en la fórmula que se describe a continuación y de esta manera se obtuvo los porcentajes de sólidos totales para todas las repeticiones de cada tratamiento.

$$ST = 100 \times \frac{m2 - m}{m - m1}$$

En donde: ST = sólidos totales

m = peso del crisol

m1 = peso de muestra

m2 = peso del crisol más muestra

#### **3.6.1.6 Determinación del rendimiento**

Esta variable se determinó pesando la materia prima al inicio del proceso y al finalizar, se pesó el producto terminado en todas las repeticiones de cada tratamiento, con esos datos obtenidos se procedió a reemplazar en la siguiente fórmula:

$$R = \frac{W_{pt}}{W_{mp}} \times 100$$

En donde: R = rendimiento

W<sub>mp</sub> = peso de la materia prima

W<sub>pt</sub> = peso del producto terminado

Con el uso de esta fórmula se obtuvo los datos de rendimiento en porcentaje.

### **3.6.1.7 Determinación del tiempo de fermentación**

El tiempo de fermentación se midió a través de la valoración del incremento de acidez en grados dornic, esto se hizo cada hora hasta llegar a la acidez esperada (70 °D). Para determinar esta variable se utilizó un cronómetro con el cual se midió el tiempo transcurrido desde que se realizó la incubación.

### **3.6.1.8 Análisis microbiológicos**

Se determinó presencia de mohos, levaduras, coliformes y *E.coli*, se realizó según el sistema petrifilm para análisis microbiológicos.

#### **Procedimiento:**

#### **Determinación de coliformes y de *Escherichia coli***

Para realizar este análisis se utilizó láminas petrifilm, las cuales sirven para determinar análisis de coliformes y *E.coli* al mismo tiempo, viéndose la diferencia en los resultados, las colonias que se desarrollan son de distintos colores.

1. Colocar el petrifilm para recuento de coliformes sobre una superficie de trabajo totalmente plana.
2. Levantar el film superior y depositar con cuidado 1 ml de la muestra a controlar en el centro del film inferior.
3. Recubrir delicadamente con el film superior evitando introducir burbujas de aire.

4. Colocar el difusor plástico, con el lado liso hacia abajo, en el centro del film superior y repartir la muestra ejerciendo una ligera presión sobre el difusor. Evitar que se desborde la muestra fuera del límite circular. Quitar el difusor y dejar reposar el film durante uno o dos minutos para permitir la solidificación del gel.
5. Incubar el petrifilm coliformes horizontalmente con el film superior hacia arriba, sin apilar más de 20 unidades. Seguir las normas habitualmente aplicadas en el laboratorio. Evitar temperaturas superiores a 37 °C. Para una temperatura de 44,5 °C colocar un vaso lleno de agua en la estufa para evitar la deshidratación del film. Incubar durante 24+/- 2 horas y examinar el crecimiento de los coliformes.

#### 6. Recuento

El conteo de las placas petrifilm para recuento de coliformes puede hacerse en un cuentacolonia standard. Las colonias de coliformes son rojas y se hallan asociadas a burbujas de gas que han quedado atrapadas entre los dos films (visibles en el medio).

Las colonias de *E. coli* aparecen azules. Cada colonia azul sin tener en cuenta la producción de gas, debe contarse como *E. coli*, pues pueden presentarse ciertas cepas anaerobias (sin producción de gas).

#### Para la determinación de levaduras y mohos

1. Coloque las placas petrifilm para recuento de levaduras y mohos sobre una superficie de trabajo totalmente plana.
2. Levante el film superior y deposite con cuidado 1 ml de la muestra a controlar en el centro del film inferior.
3. Recubra delicadamente con el film superior, teniendo cuidado de no introducir burbujas de aire.
4. Levante el difusor plástico por la manija circular. Coloque el centro del difusor en línea con el centro del film superior. Distribuya la muestra en forma pareja, ejerciendo una ligera presión sobre el difusor, no permita que se desborde la muestra fuera del límite circular. Quite el difusor y deje reposar el film durante un minuto, para permitir la solidificación del gel.

5. Incube las placas en posición horizontal, con el film superior (transparente) hacia arriba, a temperaturas de 20 °C – 25 °C. No apile más de 20 unidades. Observe los films a los 3 y 5 días, para determinar crecimiento.

#### **6. Recuento**

Las placas petrifilm para recuento de levaduras y mohos pueden ser contadas en un contador de colonias estándar. Las colonias de levaduras serán de un color azulado verdoso o blancuzco, y formarán pequeñas colonias definidas. Las colonias de mohos tienden a ser más grandes y más difusas que las colonias de levaduras. Las colonias de mohos son usualmente de color azul, pero pueden también asumir su pigmentación natural (por ejemplo, negro, amarillo, verde, etc.).

#### **3.6.1.9 Análisis organoléptico**

La evaluación sensorial es una valiosa técnica para resolver los problemas relativos a la aceptación de los alimentos. Es útil para mejorar el producto, mantener la calidad, para la elaboración de nuevos productos y la investigación de mercados.

Se realizó mediante la prueba de Friedman con la intervención de un panel de degustación que calificó todos los tratamientos, se evaluó: olor, color, sabor, consistencia.

#### **Procedimiento:**

Esta variable se determinó con la ayuda de un panel de diez degustadores, previamente seleccionados, tomando en cuenta su conocimiento sobre degustación de leches fermentadas. Tomamos muestras de cada uno de los tratamientos, con las respectivas normas de higiene.

Se proporcionó una muestra de cada tratamiento y una hoja de evaluación a cada panelista, para que se califique las características de acuerdo a sus afinidades sensoriales.

La evaluación se calificó de la siguiente manera:

Olor            10 puntos

Color           10 puntos

Sabor           10 puntos

Consistencia 10 puntos

Con los resultados obtenidos a partir de la degustación se procedió a hacer los análisis estadísticos utilizando la siguiente ecuación matemática de Friedman:

$$X^2 = \frac{12}{b \cdot t \cdot (t + 1)} \sum R^2 - 3b(t - 1)$$

En donde:

$X^2$  = Chi- cuadrado

R = Rangos

b = Degustadores

t = Tratamientos

# CAPÍTULO IV

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

Los datos que a continuación se presenta son la valoración de cada uno de los factores y variables evaluadas en la investigación “Elaboración de koumiss a partir de leche de vaca y/o leche de cabra.”.

### 4.1 CARACTERÍSTICAS DE LA MATERIA PRIMA UTILIZADA EN LA ELABORACIÓN DE KOUMISS

Los resultados de la caracterización de la leche y sus combinaciones utilizadas en la elaboración de koumiss se encuentran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 6. Datos de la materia prima**

<b>Características de la materia prima</b>				
<b>Tipos de leche</b>	<b>Acidez (°D)</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Densidad (g/ml)</b>	<b>S.T.(%)</b>
L. vaca (100%)	16	3,5	1,029	12,14
L. cabra (100%)	16	4,4	1,031	13,73
L.vaca75%+L.cabra25%	16	3,7	1,029	12,42
L.vaca50%+L.cabra50%	16	3,9	1,030	12,94
L.vaca25%+L.cabra75%	16	4,2	1,031	13,47

## 4.2 EVALUACIÓN DE VARIABLES

### 4.2.1 Tiempo de fermentación

El tiempo de fermentación se midió a través de la valoración del incremento de acidez en grados dornic, esto se hizo cada hora hasta llegar a la acidez esperada (70 °D). Para tener un mejor análisis de esta variable se realizó una curva de fermentación, para ello se tomó una muestra por tratamiento.

**Cuadro 7. Valores de la curva de fermentación**

TRATA	GRADOS DORNIC (°D)						
	INICIO	1 HORA	2 HORAS	3 HORAS	4 HORAS	5 HORAS	6 HORAS
A1B1	16	20	29	40	52	65	70
A1B2	16	20	28	39	50	63	67
A2B1	16	19	28	38	49	62	66
A2B2	16	20	27	38	50	63	66
A3B1	16	19	28	39	49	62	66
A3B2	16	20	26	37	48	60	65
A4B1	16	20	26	36	47	59	63
A4B2	16	20	27	37	48	60	62
A5B1	16	19	27	36	47	59	62
A5B2	16	19	25	34	46	58	60

**A1:** Leche de vaca 100%

**A2:** Leche de vaca 75% + leche de cabra 25%

**A3:** Leche de vaca 50% + leche de cabra 50%

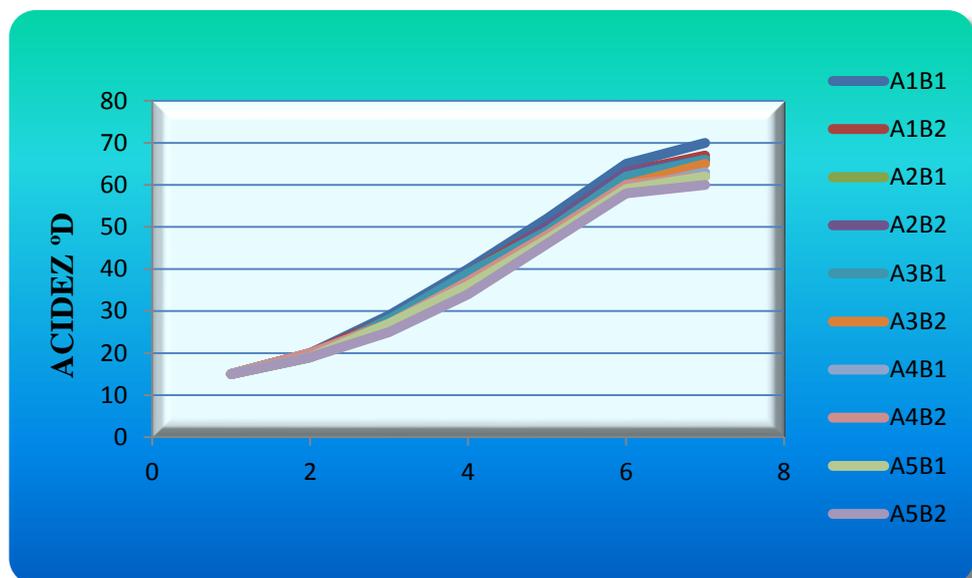
**A4:** Leche de vaca 25% + leche de cabra 75%

**A5:** Leche de cabra 100%

**B1:** Gelatina sin sabor

**B2:** CT-20

Gráfico 2. Curva de fermentación



El gráfico 2 nos indica la curva de fermentación de cada muestra, en el mismo que se puede observar que los tratamientos que tuvieron un mayor grado de fermentación fueron los tratamientos en los que se utilizó leche de vaca.

Cuadro 8. Tiempo de fermentación del koumiss (en horas)

TRAT/REP	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1	6	6	6	18	6,00
A1B2	6,34	6,17	6,34	18,85	6,28
A2B1	6,08	6	6	18,08	6,03
A2B2	6,25	6,51	6,6	19,36	6,45
A3B1	6,25	6,43	6,17	18,85	6,28
A3B2	6,68	6,51	6,6	19,79	6,60
A4B1	6,25	6,43	6,17	18,85	6,28
A4B2	6,6	6,85	6,85	20,3	6,77
A5B1	6,43	6,17	6,51	19,11	6,37
A5B2	7,3	6,85	6,85	21	7,00
<b>SUMA</b>	<b>64,18</b>	<b>63,92</b>	<b>64,09</b>	<b>192,19</b>	<b>6,41</b>

**Cuadro 9. Análisis de varianza del tiempo de fermentación**

F de V	GL	SC	CM	F CAL	FT 05	FT 01
<b>total</b>	29	3,04				
<b>tratamientos</b>	9	2,63	0,29	14,50**	2.40	3.45
<b>factor A tipos de leche</b>	4	1,14	0,29	14,50**	2.87	4.43
<b>factor B tipos de estab</b>	1	1,37	1,37	68,50**	4.35	8.10
<b>I (AxB)</b>	4	0,12	0,03	1,50 <sup>NS</sup>	2.87	4.43
<b>ERROR EXP</b>	20	0,41	0,02			

**CV:** 2,25%

\* Significativo 5%

\*\* Significativo 1 %

NS No significativo

En el análisis de varianza se observa que existe una diferencia altamente significativa para tratamientos, factor A (tipos de leche), factor B (tipos de estabilizantes), para la interacción no existe significación estadística.

Se procedió a realizar las pruebas de significación correspondientes: Tukey para tratamientos y DMS para factores.

**Cuadro 10. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable tiempo de fermentación**

Tratamientos	A x B	Promedios	Rangos
T1	A1B1	6,00	a
T3	A2B1	6,03	a
T5	A3B1	6,28	a
T2	A1B2	6,28	a
T7	A4B1	6,28	a
T9	A5B1	6,37	a
T4	A2B2	6,45	a
T6	A3B2	6,60	b
T8	A4B2	6,77	b
T10	A5B2	7,00	b

Realizada la prueba de Tukey se detectó la presencia de dos rangos (a, b), las medias han sido ordenadas de menor a mayor, previo al análisis descendente, debido a que en el tiempo de fermentación el tratamiento que menos se demore es el mejor, ya que se optimiza el proceso obteniéndose el mismo efecto, siendo el T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor), además el primer rango lo componen T3 (leche de vaca 75% + leche de cabra 25% + gelatina sin sabor), T5 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + gelatina sin sabor), T2 (leche de vaca 100% + CT-20), T7 (leche de vaca 25% + leche de cabra 75% + gelatina sin sabor), T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor), T4 (leche de vaca 75% + leche de cabra 25% + CT-20); el segundo rango corresponde a T6 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + CT-20), T8 (leche de vaca 25% + leche de cabra 75% + CT-20), T10 (leche de cabra 100% + CT-20). Llegando a concluir que si existe diferencia significativa entre tratamientos.

**Cuadro 11. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable tiempo de fermentación**

<b>Factores</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rangos</b>
A1	18,43	a
A2	18,72	a
A3	19,32	b
A4	19,58	c
A5	20,06	d

Luego de realizar la prueba de DMS, se detecta la presencia de cuatro rangos para el factor A (tipos de leche). Esto significa que el Factor A1 (leche de vaca 100%) y el Factor A2 (leche de vaca 75% + leche de cabra 25%), tienen un comportamiento diferente e influyen en el tiempo de fermentación del koumiss.

**Cuadro 12. Prueba de DMS para el factor B (tipos de estabilizantes) de la variable tiempo de fermentación**

<b>Factores</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rangos</b>
B1	18,58	a
B2	19,86	b

Para el factor B (tipos de estabilizantes) se detectó la presencia de dos rangos en donde el primer rango corresponde a B1 (gelatina sin sabor) y en el segundo rango encontramos a B2 (CT-20) por lo que se concluye que el factor B también influye en el tiempo de fermentación del koumiss.

**Gráfico 3. Tiempo de fermentación**

El gráfico 3 muestra el tiempo de fermentación en horas, para cada tratamiento.

Estos datos se tomaron cuando cada muestra llegó a una acidez de 70 °D.

Se puede observar que el tratamiento T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor), es el que necesitó menor tiempo de fermentación, en cambio el T10 (leche de cabra 100% + CT-20) necesitó de mayor tiempo de fermentación para llegar a la acidez deseada (70 °D), esto significa que el fermento utilizado actúa de mejor manera en la leche de vaca.

#### 4.2.2 Acidez del koumiss a las 24 horas de elaboración

Para la evaluación de esta variable se tomó muestras del producto terminado a las 24 horas de elaboración, los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 13. Acidez del koumiss a las 24 horas de elaboración (°D)**

TRAT/REP	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1	70	70	70	210	70,00
A1B2	74	72	74	220	73,33
A2B1	71	72	70	213	71,00
A2B2	73	76	77	226	75,33
A3B1	73	75	72	220	73,33
A3B2	78	76	77	231	77,00
A4B1	73	75	72	220	73,33
A4B2	77	80	80	237	79,00
A5B1	75	72	76	223	74,33
A5B2	85	80	80	245	81,67
<b>SUMA</b>	<b>749</b>	<b>748</b>	<b>748</b>	<b>2245</b>	<b>74,83</b>

**Cuadro 14. Análisis de varianza de la acidez del koumiss a las 24 horas de elaboración**

F de V	GL	SC	CM	F CAL	FT 05	FT 01
<b>total</b>	29	398,17				
<b>tratamientos</b>	9	342,17	38,02	13,58**	2.40	3.45
<b>factor A tipos de leche</b>	4	148,33	37,08	13,24**	2.87	4.43
<b>factor B tipos de estab</b>	1	177,63	177,63	63,44**	4.35	8.10
<b>I (AxB)</b>	4	16,2	4,05	1,45 <sup>NS</sup>	2.87	4.43
<b>ERROR EXP</b>	20	56,00	2,80			

**CV:** 2,24%

Realizado el análisis de varianza de acidez a las 24 horas de elaborado el koumiss se observa que existe una diferencia altamente significativa para tratamientos, factor A (tipos de leche), factor B (tipos de estabilizantes), para la interacción no existe significación estadística.

Se procedió a realizar las pruebas de significación correspondientes: Tukey para tratamientos y DMS para factores.

**Cuadro 15. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable acidez del koumiss a las 24 horas de la elaboración**

Tratamientos	A x B	Promedios	Rangos
T1	A1B1	70,00	a
T3	A2B1	71,00	a
T2	A1B2	73,33	a
T5	A3B1	73,33	a
T7	A4B1	73,33	a
T9	A5B1	74,33	a
T4	A2B2	75,33	a
T6	A3B2	77,00	b
T8	A4B2	79,00	b
T10	A5B2	81,67	b

Realizada la prueba de Tukey al 5% se detectó la presencia de dos rangos (a, b), las medias han sido ordenadas de menor a mayor previo al análisis descendente, el primer rango le corresponde a T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor), T3 (leche de vaca 75% + leche de cabra 25% + gelatina sin sabor), T2 (leche de vaca 100% + CT-20), T5 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + gelatina sin sabor), T7 (leche de vaca 25% + leche de cabra 75% + gelatina sin sabor), T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor), T4 (leche de vaca 75% + leche de cabra 25% + CT-20); el segundo rango corresponde a T6 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + CT-20), T8 (leche de vaca 25% + leche de cabra 75% + CT-20), T10 (leche de cabra 100% + CT-20). Llegando a concluir que si existe diferencia significativa entre tratamientos. Se observa que el mejor tratamiento es T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor) con una media de 70 °D, como manifiesta la revista “Food Science and Technology. Fermentation Processing”, mientras que el T10 (leche de cabra 100% y CT-20), tiene el promedio de acidez más alto.

**Cuadro 16. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable acidez del koumiss a las 24 horas de la elaboración**

Factores	Promedios	Rangos
A1	215,00	a
A2	219,50	b
A3	225,50	c
A4	228,50	c
A5	234,00	e

Luego de realizar la prueba de DMS, se detectó la presencia de cuatro rangos para el factor A (tipos de leche). Esto significa que el factor A1 (leche de vaca 100%) tiene un comportamiento diferente e influye en la acidez del koumiss a las 24 horas de elaboración.

**Cuadro 17. Prueba de DMS para el factor B (tipos de estabilizantes) de la variable acidez del koumiss a las 24 horas de la elaboración**

Factores	Promedios	Rangos
B1	217,20	a
B2	231,80	b

Analizando el factor B (tipos de estabilizantes) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos diferentes, en donde el primer rango corresponde a B1 (gelatina sin sabor) y en el segundo rango encontramos a B2 (CT-20), por lo que se concluye que el factor B también influye en la acidez del koumiss a las 24 horas de elaboración.

**Gráfico 4. Acidez del koumiss a las 24 horas de elaboración**

En el gráfico 4 se reporta los valores promedios de la acidez del koumiss a un día de elaborado. Al analizar los resultados se observa que los tratamientos en los cuales se utilizó gelatina sin sabor tienen menor porcentaje de acidez que los tratamientos en los que se utilizó CT-20. El tratamiento que tuvo menor grado de acidez es el T1 (leche de vaca 100% +gelatina sin sabor), por ende fue el mejor tratamiento, en cambio el tratamiento en el que se encontró el grado más alto de acidez es el T10 (leche de cabra 100% + CT-20).

### 4.2.3 Acidez del koumiss a los 20 días de elaboración

Para la evaluación de esta variable se tomó muestras al producto terminado a los 20 días de elaboración.

Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 18. Acidez del koumiss a los 20 días de elaboración (°D)**

TRAT/REP	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1	121	126	124	371	123,67
A1B2	131	127	130	388	129,33
A2B1	124	129	125	378	126,00
A2B2	128	136	137	401	133,67
A3B1	131	136	130	397	132,33
A3B2	133	138	135	406	135,33
A4B1	127	130	125	382	127,33
A4B2	129	137	134	400	133,33
A5B1	129	128	130	387	129,00
A5B2	140	135	136	411	137,00
<b>SUMA</b>	<b>1293</b>	<b>1322</b>	<b>1306</b>	<b>3921</b>	<b>130,7</b>

**Cuadro 19. Análisis de varianza de la acidez del koumiss a los 20 días de elaboración**

F de V	GL	SC	CM	F CAL	FT 05	FT 01
<b>total</b>	29	680,30				
<b>tratamientos</b>	9	501,63	55,74	6,24**	2.40	3.45
<b>factor A tipos de leche</b>	4	201,80	50,45	5,65**	2.87	4.43
<b>factor B tipos de estab</b>	1	276,03	276,03	30,90**	4.35	8.10
<b>I (AxB)</b>	4	23,80	5,95	0,67 <sup>NS</sup>	2.87	4.43
<b>ERROR EXP</b>	20	178,67	8,93			

CV= 2,29 %

Luego de haber realizado el análisis de varianza, se detectó una diferencia altamente significativa para tratamientos, para el factor A (tipos de leche) y para el factor B (tipos de estabilizante) y no existió significación estadística para la interacción, por lo que fue necesario realizar prueba de Tukey para tratamientos y DMS para factores.

**Cuadro 20. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable acidez del koumiss a los 20 días de elaboración**

Tratamientos	A x B	Promedios	Rangos
T1	A1B1	123,67	a
T3	A2B1	126,00	a
T7	A4B1	127,33	b
T9	A5B1	129,00	b
T2	A1B2	129,33	b
T5	A3B1	132,33	b
T8	A4B1	133,33	b
T4	A2B2	133,67	b
T6	A3B2	135,33	b
T10	A5B2	137,00	b

Realizada la prueba de Tukey al 5% se detectó la presencia de dos rangos (a, b), las medias han sido ordenadas de menor a mayor previo al análisis descendente, el primer rango le corresponde a T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor) con una media de 123,67 °D, encontrándose en el mismo rango el tratamiento T3 (leche de vaca 75% + leche de cabra 25% + gelatina sin sabor), mientras que el segundo rango esta compuesto por T7 (leche de vaca 25% + leche de cabra 75% + gelatina sin sabor), T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor), T2 (leche de vaca 100% + CT-20), T5 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + gelatina sin sabor), T8 (leche de vaca 25% + leche de cabra 75% + CT-20), T4 (leche de vaca 75% + leche de cabra 25% + CT-20), T6 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + CT-20) y T10 (leche de cabra 100% + CT-20) que tiene un promedio de 137 °D siendo este el valor de acidez más alto.

**Cuadro 21. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable acidez del koumiss a los 20 días de elaboración**

Factores	Promedios	Rangos
A1	379,50	a
A2	389,50	b
A4	391,00	b
A5	399,00	c
A3	401,50	c

Luego de realizar la prueba de DMS, se detectó la presencia de tres rangos para el factor A (tipos de leche). Esto significa que el factor A1 (leche de vaca 100%) tiene un comportamiento diferente e influye en la acidez del koumiss a los 20 días de elaboración.

**Cuadro 22. Prueba de DMS para el factor B (tipos de estabilizantes) de la variable acidez del koumiss a los 20 días de elaboración**

Factores	Promedios	Rangos
B1	383,00	a
B2	401,20	b

Para el factor B (tipos de estabilizantes) se detectó la presencia de dos rangos en donde el primer rango corresponde a B1 (gelatina sin sabor) y en el segundo rango encontramos a B2 (CT-20) por lo que se concluye que al utilizar el factor B2 la acidez del koumiss aumenta rápidamente.

**Gráfico 5. Acidez del koumiss a los 20 días de elaboración**

En el gráfico 5 se reporta los valores promedios de acidez del koumiss a los 20 días de elaborado. Al observar los resultados se concluye que existió un aumento de acidez en todos los tratamientos, pero en los tratamientos en los cuales se utilizó como estabilizante el factor B1 (gelatina sin sabor) el aumento de acidez fue en forma lenta con relación a los tratamientos en los cuales se utilizó como estabilizante el factor B2 (CT-20). El tratamiento que tuvo menor grado de acidez es el T1 (leche de vaca 100% +gelatina sin sabor), por ende fue el mejor tratamiento, en cambio el tratamiento en el que se encontró el grado más alto de acidez es el T10 (leche de cabra 100% + CT-20).

#### 4.2.4 Viscosidad del koumiss a las 24 horas de elaboración

Para la evaluación de esta variable se tomó muestras al producto terminado a las 24 horas de elaboración del koumiss.

Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 23. Viscosidad del koumiss a las 24 horas de elaboración en cm/seg**

TRAT/REP	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1	1,20	2,20	2,10	5,50	1,83
A1B2	2,00	1,90	2,00	5,90	1,97
A2B1	2,10	2,20	2,30	6,60	2,20
A2B2	2,00	2,10	2,00	6,10	2,03
A3B1	2,40	2,30	2,30	7,00	2,33
A3B2	2,40	2,40	2,50	7,30	2,43
A4B1	5,90	5,50	5,70	17,10	5,70
A4B2	6,00	5,80	5,70	17,50	5,83
A5B1	7,00	7,20	7,30	21,50	7,17
A5B2	7,40	7,00	7,50	21,90	7,30
SUMA	<b>38,40</b>	<b>38,60</b>	<b>39,40</b>	<b>116,40</b>	<b>3,88</b>

**Cuadro 24. Análisis de varianza de la viscosidad del koumiss a las 24 horas de elaboración**

F de V	GL	SC	CM	F CAL	FT 05	FT 01
total	29	145,55				
tratamientos	9	144,58	16,065	332,37**	2.40	3.45
factor A tipos de leche	4	144,44	36,111	747,13**	2.87	4.43
factor B tipos de estab	1	0,03	0,033	0,69 <sup>NS</sup>	4.35	8.10
I (AxB)	4	0,10	0,026	0,53 <sup>NS</sup>	2.87	4.43
ERROR EXP	20	0,97	0,048			

CV= 5,67%

En el análisis de varianza se observa que existe una diferencia altamente significativa para tratamientos, factor A (tipos de leche) y no existe significación estadística para el factor B (tipos de estabilizante) y para interacciones.

Luego de detectada la significación estadística se realizaron las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos y DMS para factores.

**Cuadro 25. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable viscosidad del koumiss a las 24 horas de elaboración**

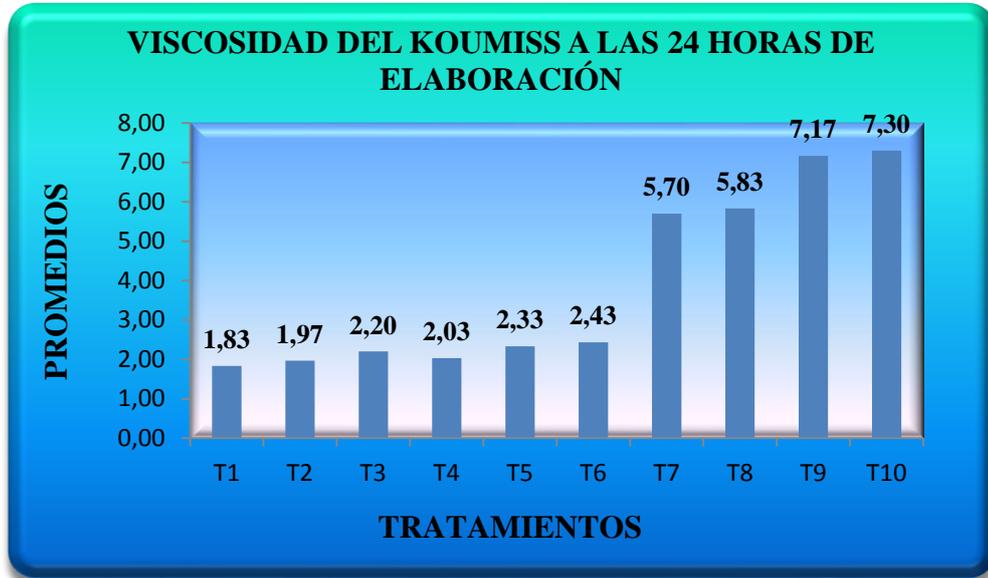
Tratamientos	A x B	Promedios	Rangos
T1	A1B1	1,83	a
T2	A1B2	1,97	b
T4	A2B2	2,03	b
T3	A2B1	2,20	b
T5	A3B1	2,33	b
T6	A3B2	2,43	b
T7	A4B1	5,70	c
T8	A4B2	5,83	d
T9	A5B1	7,17	e
T10	A5B2	7,30	e

Realizada la prueba de Tukey se detectó la presencia de cinco rangos, las medias han sido ordenadas de menor a mayor previo al análisis descendente, el primer rango le corresponde a T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor), siendo este el tratamiento que tiene el menor promedio de viscosidad con una media de 1,83 cm/seg, por lo tanto este tratamiento es el más viscoso, encontrándose en el segundo rango los tratamientos T2 (leche de vaca 100% + CT-20), T4 (leche de vaca 75% + leche de cabra 25% + CT-20), T3 (leche de vaca 75% + leche de cabra 25% + gelatina sin sabor), T5 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + gelatina sin sabor), T6 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + CT-20), el tercer rango le corresponde a T7 (leche de vaca 25% + leche de cabra 75% + gelatina sin sabor), el cuarto rango le corresponde a T8 (leche de vaca 25% + leche de cabra 75% + CT-20) y el último rango lo conforman T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor) y T10 (leche de cabra 100% + CT-20), que es el tratamiento que tiene mayor porcentaje de viscosidad.

**Cuadro 26. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable viscosidad del koumiss a las 24 horas de elaboración**

<b>Factores</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rangos</b>
A1	5,70	a
A2	6,35	b
A3	7,15	c
A4	17,30	d
A5	21,70	e

Analizando el factor A (tipos de leche) se realizó la prueba de DMS, encontrándose cinco rangos diferentes, esto significa que el Factor A1 (leche de vaca 100%) tiene un comportamiento diferente e influye en la viscosidad del koumiss.

**Gráfico 6. Viscosidad del koumiss a las 24 horas de elaboración**

El gráfico 6 indica que T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor) es el tratamiento más viscoso, por presentar una menor viscosidad (1,83 cm/seg), en cambio el T10 (leche de cabra 100% + CT-20) es el menos viscoso, esto significa que los tratamientos que tiene más cantidad de leche de vaca son los más viscosos.

#### 4.2.5 Viscosidad del koumiss a los 20 días de elaboración

Esta variable se midió en el producto terminado a los 20 días de elaboración de koumiss, los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 27. Viscosidad del koumiss a los 20 días de elaboración en cm/seg**

TRAT/REP	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1	1,90	2,00	2,20	6,10	2,03
A1B2	2,10	2,10	2,20	6,40	2,13
A2B1	2,10	2,00	2,00	6,10	2,03
A2B2	2,30	2,20	2,30	6,80	2,27
A3B1	2,40	2,40	2,40	7,20	2,40
A3B2	2,30	2,40	2,30	7,00	2,33
A4B1	5,50	5,30	5,60	16,40	5,47
A4B2	5,80	5,60	5,70	17,10	5,70
A5B1	6,00	6,10	5,90	18,00	6,00
A5B2	6,10	6,20	6,30	18,60	6,20
<b>SUMA</b>	<b>36,50</b>	<b>36,30</b>	<b>36,90</b>	<b>109,70</b>	<b>3,66</b>

**Cuadro 28. Análisis de varianza de la viscosidad del koumiss a los 20 días de elaboración**

F de V	GL	SC	CM	F CAL	FT 05	FT 01
<b>total</b>	29	96,97				
<b>tratamientos</b>	9	96,79	10,75	1194,98**	2.40	3.45
<b>factor A tipos de leche</b>	4	96,55	24,14	2681,91**	2.87	4.43
<b>factor B tipos de estab</b>	1	0,15	0,15	16,33**	4.35	8.10
<b>I (AxB)</b>	4	0,10	0,02	2,72 <sup>NS</sup>	2.87	4.43
<b>ERROR EXP</b>	20	0,18	0,01			

CV= 2,59%

Realizado el análisis de varianza de viscosidad a los 20 días de elaboración se detectó que existe alta significación estadística para tratamientos, factor A (tipos de leche), factor B (tipos de estabilizante) y no existe significación estadística para interacciones.

Luego de detectada la significación estadística se realizaron las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos y DMS para factores.

**Cuadro 29. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable viscosidad del koumiss a los 20 días de elaboración**

Tratamientos	A x B	Promedios	Rangos
T1	A1B1	2,03	a
T3	A2B1	2,03	a
T2	A1B2	2,13	a
T4	A2B2	2,27	b
T6	A3B2	2,33	b
T5	A3B1	2,40	b
T7	A4B1	5,47	c
T8	A4B2	5,70	d
T9	A5B1	6,00	e
T10	A5B2	6,20	e

Realizada la prueba de Tukey se detectó la presencia de cinco rangos, las medias han sido ordenadas de menor a mayor previo al análisis descendente, el primer rango le corresponde a T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor), siendo este el tratamiento que tiene el menor promedio de viscosidad con una media de 2,03 cm/seg, por lo tanto este tratamiento es el más viscoso, encontrándose en el mismo rango los tratamientos T3 (leche de vaca 75% + leche de cabra 25% + gelatina sin sabor), T2 (leche de vaca 100% + CT-20), el segundo rango le corresponde a T4 (leche de vaca 75% + leche de cabra 25% + CT-20), T6 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + CT-20), T5 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + gelatina sin sabor), el tercer rango corresponde a T7 (leche de vaca 25% + leche de cabra 75% + gelatina sin sabor), el cuarto rango corresponde a T8 (leche de vaca 25% + leche de cabra 75% + CT-20), mientras que el último rango está compuesto por T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor) y T10 (leche de cabra 100% + CT-20) es el que tiene el valor más alto de las medias (6,20 cm/seg), por lo tanto es el menos viscoso.

**Cuadro 30. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable viscosidad del koumiss a los 20 días de elaboración**

<b>Factores</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rangos</b>
A1	6,25	a
A2	6,45	b
A3	7,10	c
A4	16,75	d
A5	18,30	e

Analizando el factor A (tipos de leche) se realizó la prueba de DMS, encontrándose cinco rangos diferentes, esto significa que el Factor A1 (leche de vaca 100%) tiene un comportamiento diferente e influye en la viscosidad del koumiss.

**Cuadro 31. Prueba de DMS para el factor B (tipos de estabilizantes) de la variable viscosidad del koumiss a los 20 días de elaboración**

<b>Factores</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rangos</b>
<b>B1</b>	10,76	a
<b>B2</b>	11,18	b

Para el factor B (tipos de estabilizantes) se detectó la presencia de dos rangos en donde el primer rango corresponde a B1 (gelatina sin sabor) y en el segundo rango encontramos a B2 (CT-20), por lo que se concluye que al utilizar el factor B1 el producto es más viscoso.

**Gráfico 7. Viscosidad del koumiss a los 20 días de elaboración**

El gráfico 7 indica que T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor) es el tratamiento más viscoso, en cambio el T10 (leche de cabra 100% + CT-20) es el menos viscoso, esto significa que los tratamientos que tiene más cantidad de leche de cabra son los menos viscosos.

#### 4.2.6 Contenido de grasa del producto terminado a las 24 horas

Para la evaluación de esta variable se tomó datos del producto terminado.

Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 32. Contenido de grasa del koumiss expresado en porcentaje**

TRAT/REP	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1	3,40	3,30	3,40	10,10	3,37
A1B2	3,50	3,40	3,40	10,30	3,43
A2B1	3,30	3,20	3,40	9,90	3,30
A2B2	3,10	3,20	3,30	9,60	3,20
A3B1	3,60	3,50	3,50	10,60	3,53
A3B2	3,70	3,50	3,60	10,80	3,60
A4B1	3,60	3,70	3,80	11,10	3,70
A4B2	3,60	3,80	3,80	11,20	3,73
A5B1	4,10	4,00	4,20	12,30	4,10
A5B2	4,10	4,30	4,40	12,80	4,27
<b>SUMA</b>	<b>36,00</b>	<b>35,90</b>	<b>36,80</b>	<b>108,70</b>	<b>3,62</b>

**Cuadro 33. Análisis de varianza del contenido de grasa**

F de V	GL	SC	CM	F CAL	FT 05	FT 01
<b>total</b>	29	3,35				
<b>tratamientos</b>	9	3,16	0,35	36,33**	2.40	3.45
<b>factor A tipos de leche</b>	4	3,09	0,77	79,88**	2.87	4.43
<b>factor B tipos de estab</b>	1	0,02	0,02	1,69 <sup>NS</sup>	4.35	8.10
<b>I (AxB)</b>	4	0,06	0,01	1,43 <sup>NS</sup>	2.87	4.43
<b>ERROR EXP</b>	20	0,19	0,01			

CV= 2,71%

Realizado el análisis de varianza de contenido de grasa del producto terminado se detectó que existe alta significación estadística para tratamientos, factor A (tipos de leche) y no existe significación estadística para factor B (tipos de estabilizante) y para interacciones.

Luego de detectada la significación estadística se realizaron las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos y DMS para factores.

**Cuadro 34. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable contenido de grasa**

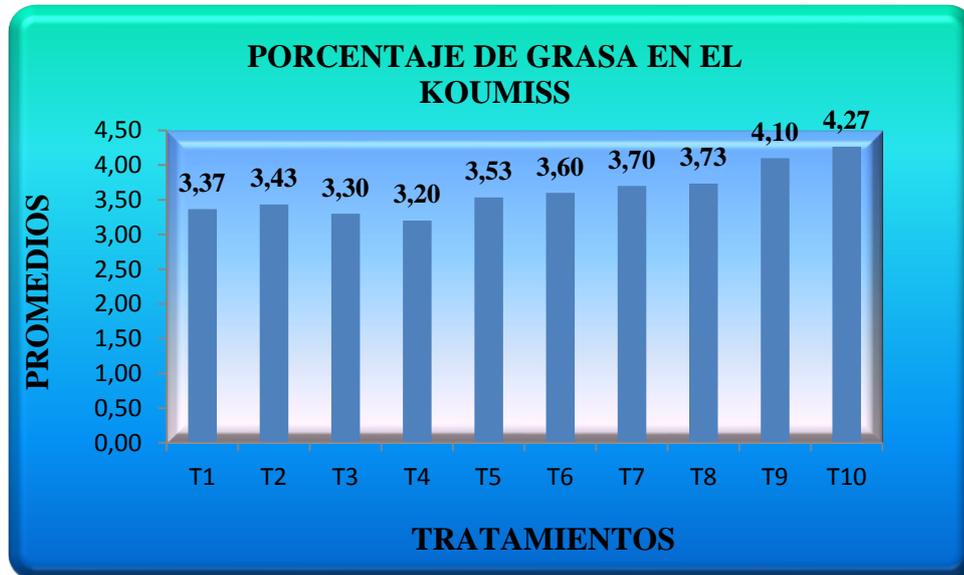
<b>Tratamientos</b>	<b>A x B</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rangos</b>
T10	A5B2	4,27	a
T9	A5B1	4,10	a
T8	A4B2	3,73	b
T7	A4B1	3,70	b
T6	A3B2	3,60	b
T5	A3B1	3,53	c
T2	A1B2	3,43	c
T1	A1B1	3,37	c
T3	A2B1	3,30	c
T4	A2B2	3,20	d

Realizada la prueba de Tukey se detectó la presencia de cuatro rangos. Siendo el T10 (leche de cabra 100% + CT-20) el tratamiento que tiene el mayor promedio de contenido de grasa 4,27%, mientras que el tratamiento T4 (leche de vaca 75% + leche de cabra 25% + CT-20) es el que tiene el menor valor de contenido de grasa 3,2%.

**Cuadro 35. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable contenido de grasa**

<b>Factores</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rangos</b>
A5	12,55	a
A4	11,15	b
A3	10,70	c
A1	10,20	d
A2	9,75	e

Analizando el factor A (tipos de leche) se realizó la prueba de DMS, encontrándose cinco rangos diferentes, esto significa que el Factor A tiene un comportamiento diferente e influye en el contenido de grasa del koumiss, debido a que se utiliza distintos tipos de leche y cada uno posee diferentes porcentajes de grasa.

**Gráfico 8. Contenido de grasa en el koumiss**

El gráfico 8 indica que T10 (leche de cabra 100% + CT-20) es el tratamiento con mayor porcentaje de grasa con el 4,27%, esto significa que los tratamientos que tiene más cantidad de leche de cabra son los que presentan un porcentaje más alto de grasa.

#### 4.2.7 Sólidos totales

Para la evaluación de esta variable se tomó muestras del producto terminado, los resultados se muestran a continuación.

**Cuadro 36. Sólidos totales del koumiss expresado en porcentaje**

TRAT/REP	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1	12,2	12,14	12,24	36,58	12,19
A1B2	12,18	12,3	12,25	36,73	12,24
A2B1	12,65	12,57	12,7	37,92	12,64
A2B2	12,42	12,55	12,6	37,57	12,52
A3B1	13,1	13	12,97	39,07	13,02
A3B2	13,05	12,94	13,15	39,14	13,05
A4B1	13,3	13,4	13,34	40,04	13,35
A4B2	13,45	13,37	13,42	40,24	13,41
A5B1	13,65	13,7	13,58	40,93	13,64
A5B2	13,55	13,62	13,73	40,9	13,63
<b>SUMA</b>	<b>129,55</b>	<b>129,59</b>	<b>129,98</b>	<b>389,12</b>	<b>12,97</b>

**Cuadro 37. Análisis de varianza de sólidos totales**

F de V	GL	SC	CM	F CAL	FT 05	FT 01
<b>total</b>	29	8,14				
<b>tratamientos</b>	9	8,04	0,89	175,87**	2.40	3.45
<b>factor A tipos de leche</b>	4	8,01	2,00	394,13**	2.87	4.43
<b>factor B tipos de estab</b>	1	0,00	0,00	0,01 <sup>NS</sup>	4.35	8.10
<b>I (AxB)</b>	4	0,03	0,01	1,56 <sup>NS</sup>	2.87	4.43
<b>ERROR EXP</b>	20	0,10	0,01			

CV= 0,55%

Realizado el análisis de varianza de contenido de sólidos totales se detectó que existe alta significación estadística para tratamientos, factor A (tipos de leche) y no existe significación estadística para factor B (tipos de estabilizante) y para interacciones.

Luego de detectada la significación estadística se realizaron las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos y DMS para factores.

**Cuadro 38. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable sólidos totales**

<b>Tratamientos</b>	<b>A x B</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rangos</b>
T9	A5B1	13,64	a
T10	A5B2	13,63	a
T8	A4B2	13,41	a
T7	A4B1	13,35	b
T6	A3B2	13,05	c
T5	A3B1	13,02	c
T3	A2B1	12,64	d
T4	A2B2	12,52	d
T2	A1B2	12,24	e
T1	A1B1	12,19	e

Realizada la prueba de Tukey se detectó la presencia de cinco rangos. Siendo el T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor) el tratamiento que tiene el mayor porcentaje de sólidos totales 13,64%, mientras que el tratamiento T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor) es el que tiene el menor porcentaje de sólidos totales 12,19%.

**Cuadro 39. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable sólidos totales**

<b>Factores</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rangos</b>
A5	40,92	a
A4	40,14	b
A3	39,11	c
A2	37,75	d
A1	36,66	e

Analizando el factor A (tipos de leche) se realizó la prueba de DMS, encontrándose cinco rangos diferentes, esto significa que el Factor A tiene un comportamiento diferente e influye en el porcentaje de sólidos totales del koumiss.

**Gráfico 9. Porcentaje de sólidos totales en el koumiss**

El gráfico 9 indica que el tratamiento T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor) es el tratamiento con mayor porcentaje de sólidos totales con el 13,64%, esto significa que los tratamientos que tiene más cantidad de leche de cabra son los que presentan un porcentaje más alto de sólidos totales, debido a que la leche de cabra presenta mayor porcentaje de sólidos totales con respecto a la leche de vaca.

#### 4.2.8 Contenido alcohólico

Para la evaluación de esta variable se tomó muestras del producto terminado, los resultados se muestran a continuación.

**Cuadro 40. Contenido alcohólico del koumiss expresado en porcentaje**

TRAT/REP	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1	2,8	2,8	2,9	8,5	2,83
A1B2	2,9	2,8	2,8	8,5	2,83
A2B1	2,8	2,9	2,9	8,6	2,87
A2B2	2,9	2,8	2,9	8,6	2,87
A3B1	2,9	3	2,9	8,8	2,93
A3B2	2,9	3	3	8,9	2,97
A4B1	3	2,9	3	8,9	2,97
A4B2	2,9	3,1	3	9	3,00
A5B1	3	3,1	3,1	9,2	3,07
A5B2	3,1	3,1	3,2	9,4	3,13
<b>SUMA</b>	<b>29,2</b>	<b>29,5</b>	<b>29,7</b>	<b>88,4</b>	<b>2,95</b>

**Cuadro 41. Análisis de varianza de contenido alcohólico**

F de V	GL	SC	CM	F CAL	FT 05	FT 01
<b>total</b>	29	0,35				
<b>tratamientos</b>	9	0,27	0,03	7,63**	2.40	3.45
<b>factor A tipos de leche</b>	4	0,26	0,07	16,54**	2.87	4.43
<b>factor B tipos de estab</b>	1	0,01	0,01	1,33 <sup>NS</sup>	4.35	8.10
<b>I (AxB)</b>	4	0,00	0,00	0,29 <sup>NS</sup>	2.87	4.43
<b>ERROR EXP</b>	20	0,08	0,00			

CV= 2,15%

Realizado el análisis de varianza de contenido alcohólico del koumiss se detectó que existe alta significación estadística para tratamientos, factor A (tipos de leche) y no existe significación estadística para factor B (tipos de estabilizante) y para interacciones.

Luego de detectada la significación estadística se realizaron las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos y DMS para factores.

**Cuadro 42. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable contenido alcohólico**

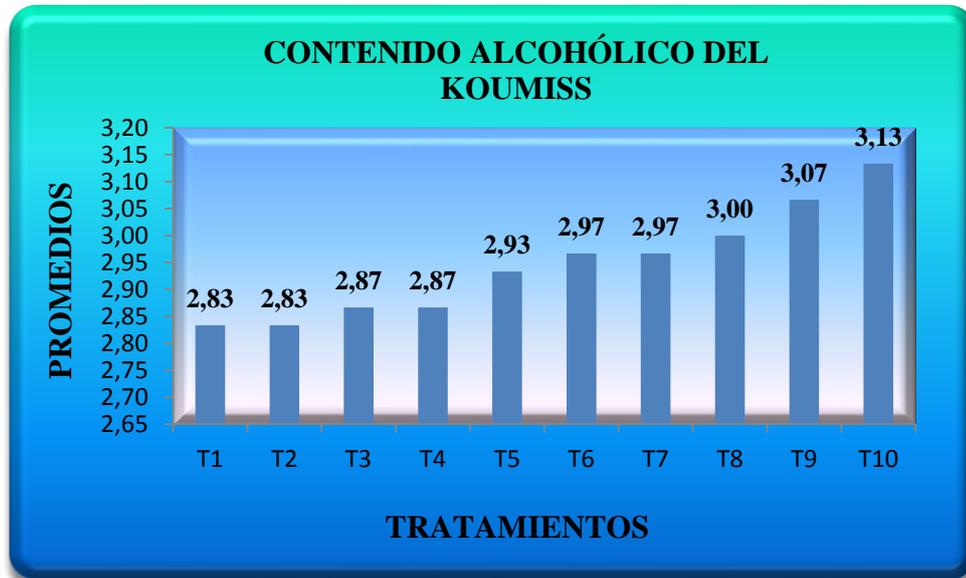
<b>Tratamientos</b>	<b>A x B</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rangos</b>
T10	A5B2	3,13	a
T9	A5B1	3,07	a
T8	A4B2	3,00	a
T7	A4B1	2,97	a
T6	A3B2	2,97	a
T5	A3B1	2,93	a
T4	A2B2	2,87	b
T3	A2B1	2,87	b
T2	A1B2	2,83	b
T1	A1B1	2,83	b

Realizada la prueba de Tukey se detectó la presencia de dos rangos. Siendo el T10 (leche de cabra 100% + CT-20) el tratamiento que tiene el mayor porcentaje de contenido alcohólico 3,13%, mientras que el tratamiento T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor) es el que tiene el menor porcentaje de contenido alcohólico en el koumiss 2,83%.

**Cuadro 43. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable contenido alcohólico**

<b>Factores</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rangos</b>
A5	9,3	a
A4	8,95	b
A3	8,85	b
A2	8,6	c
A1	8,5	d

Analizando el factor A (tipos de leche) se realizó la prueba de DMS, encontrándose cuatro rangos, esto significa que el Factor A tiene un comportamiento diferente e influye en el porcentaje de sólidos totales del koumiss.

**Gráfico 10. Contenido alcohólico en el koumiss**

El gráfico 10 indica que el tratamiento T10 (leche de cabra 100% + CT-20) es el tratamiento con mayor porcentaje de contenido alcohólico con el 3,13%, en cambio el tratamiento con menor porcentaje de contenido alcohólico es el T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor) con el 2,83%, esto significa que los tratamientos que tiene más cantidad de leche de cabra son los que presentan un porcentaje más alto de contenido alcohólico.

#### 4.2.9 Rendimiento

Para la evaluación de esta variable se tomó pesos de la materia prima y del producto terminado, se realizó el análisis de esta variable para determinar en cuál de los tratamientos se obtiene mayor cantidad de producto terminado.

Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 44. Rendimiento del koumiss expresado en porcentaje**

TRAT/REP	I	II	III	SUMA	MEDIA
A1B1	90,52	90,53	91,95	273	91,00
A1B2	91,47	91,39	92,19	275,05	91,68
A2B1	95,4	95,27	95,19	285,86	95,29
A2B2	95,24	95,61	95,66	286,51	95,50
A3B1	97,57	97,31	97,16	292,04	97,35
A3B2	97,74	97,45	97,03	292,22	97,41
A4B1	98,36	97,94	97,88	294,18	98,06
A4B2	97,51	98,04	98,47	294,02	98,01
A5B1	99,48	99,43	99,44	298,35	99,45
A5B2	99,36	99,48	99,42	298,26	99,42
<b>SUMA</b>	<b>962,65</b>	<b>962,45</b>	<b>964,39</b>	<b>2889,49</b>	<b>96,32</b>

**Cuadro 45. Análisis de varianza del rendimiento**

F de V	GL	SC	CM	F CAL	FT 05	FT 01
<b>total</b>	29	239,97				
<b>tratamientos</b>	9	237,15	26,35	186,97**	2.40	3.45
<b>factor A tipos de leche</b>	4	236,37	59,09	419,30**	2.87	4.43
<b>factor B tipos de estab</b>	1	0,23	0,23	1,64 <sup>NS</sup>	4.35	8.10
<b>I (AxB)</b>	4	0,55	0,14	0,98 <sup>NS</sup>	2.87	4.43
<b>ERROR EXP</b>	20	2,82	0,14			

CV= 0,39%

Realizado el análisis de varianza de contenido de rendimiento se detectó que existe alta significación estadística para tratamientos, factor A (tipos de leche) y no existe significación estadística para factor B (tipos de estabilizante) y para interacciones.

Luego de detectada la significación estadística se realizaron las pruebas correspondientes: Tukey para tratamientos y DMS para factores.

**Cuadro 46. Prueba Tukey al 5% para tratamientos de la variable rendimiento**

Tratamientos	A x B	Promedios	Rangos
T9	A5B1	99,45	a
T10	A5B2	99,42	a
T7	A4B1	98,06	b
T8	A4B2	98,01	b
T6	A3B2	97,41	b
T5	A3B1	97,35	b
T4	A2B2	95,5	c
T3	A2B1	95,29	c
T2	A1B2	91,68	d
T1	A1B1	91	d

Realizada la prueba de Tukey se detectó la presencia de cuatro rangos. Siendo el T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor) el tratamiento que tiene el mayor promedio de rendimiento 99,45%, mientras que el tratamiento T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor) es el que tiene el menor porcentaje de rendimiento 91,00%.

**Cuadro 47. Prueba de DMS para el factor A (tipos de leche) de la variable rendimiento**

<b>Factores</b>	<b>Promedios</b>	<b>Rangos</b>
A5	298,31	a
A4	294,10	b
A3	292,13	c
A2	286,19	d
A1	274,03	e

Analizando el factor A (tipos de leche) se realizó la prueba de DMS, encontrándose cinco rangos diferentes, esto significa que el Factor A tiene un comportamiento diferente e influye en el rendimiento del koumiss.

**Gráfico 11. Porcentaje de rendimiento en el koumiss**

El gráfico 11 indica que el tratamiento T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor) es el tratamiento con mayor porcentaje de rendimiento con el 99,45% y el tratamiento que tuvo menor porcentaje de rendimiento es el T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor) con el 91,00%.

#### 4.2.10 Análisis organoléptico

Para el análisis organoléptico se utilizó un panel de diez catadores con conocimientos básicos en leches fermentadas.

Para determinar esta variable se manejó una escala hedónica para apreciar las siguientes características: color, sabor, olor y consistencia; a las 24 horas de elaboración y a los 20 días de elaboración del koumiss.

Para la medición estadística de las características organolépticas, se utilizó la ecuación matemática de FRIEDMAN:

$$X^2 = \frac{12}{b \cdot t(t+1)} \sum R^2 - 3b(t+1)$$

Donde:

X = Chi – cuadrado

R = Rangos

t = Tratamientos

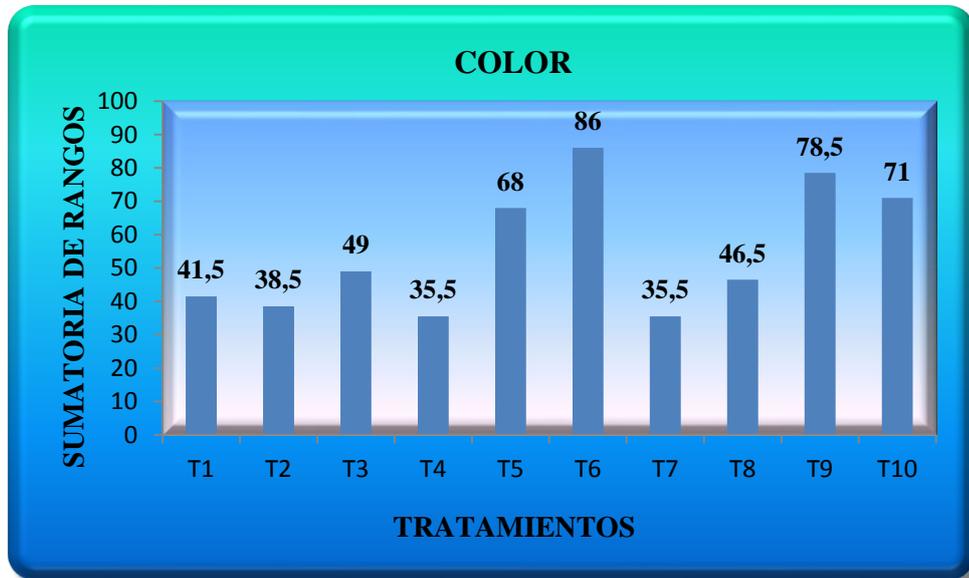
b = Degustadores

**Cuadro 48. Datos ranqueados de color a las 24 horas de elaboración del koumiss**

	TRATAMIENTOS										SUMATORIA
CATADORES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
C1	5	5	5	5	5	10	5	5	5	5	55
C2	4	4	8	4	9	10	4	4	4	4	55
C3	4,5	4,5	4,5	4,5	9	10	4,5	4,5	4,5	4,5	55
C4	4	4	4	4	8	9	4	4	10	4	55
C5	2,5	2,5	5	2,5	6	7	2,5	8	9	10	55
C6	3	3	6	3	7	8	3	3	9	10	55
C7	5	2,5	2,5	2,5	6	7	2,5	8	9	10	55
C8	7	3,5	3,5	3,5	8	9	3,5	3,5	10	3,5	55
C9	3,5	3,5	3,5	3,5	7	8	3,5	3,5	9	10	55
C10	3	6	7	3	3	8	3	3	9	10	55
<b>SUMATORIA</b>	<b>41,5</b>	<b>38,5</b>	<b>49</b>	<b>35,5</b>	<b>68</b>	<b>86</b>	<b>35,5</b>	<b>46,5</b>	<b>78,5</b>	<b>71</b>	550
<b>SUMA^2</b>	<b>1722,25</b>	<b>1482,25</b>	<b>2401</b>	<b>1260,25</b>	<b>4624</b>	<b>7396</b>	<b>1260,25</b>	<b>2162,25</b>	<b>6162,25</b>	<b>5041</b>	
<b>X<sup>2</sup></b>	5%	1%									
<b>35,58**</b>	16,9	21,66									

Al realizar la prueba de FRIEDMAN para la característica organoléptica de color a las 24 horas de elaboración, se encontró que existe diferencia altamente significativa, por lo que se concluye que todos los tratamientos son diferentes estadísticamente.

Para apreciar de mejor manera esta característica se expone un gráfico a continuación.

**Gráfico 12. Color a las 24 horas de elaboración del koumiss**

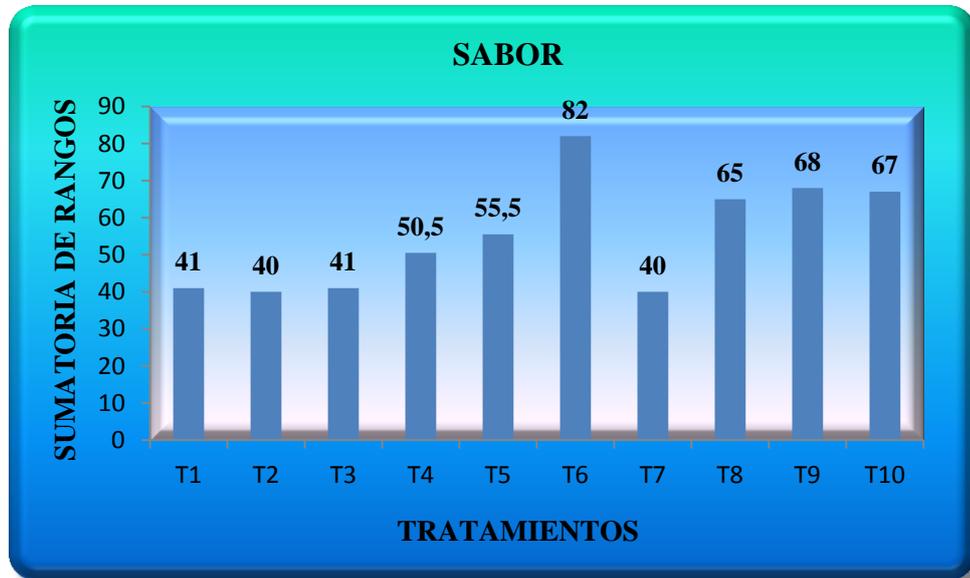
En el gráfico 12 observando la sumatoria de los rangos correspondientes a cada tratamiento se puede concluir que en el análisis sensorial para la variable color, tuvieron mejor aceptabilidad los tratamientos T6 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + CT-20), T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor) y T10 (leche de cabra 100% + CT-20).

**Cuadro 49. Datos ranqueados de sabor a las 24 horas de elaboración del koumiss**

CATADORES	TRATAMIENTOS										SUMATORIA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
C1	6	3	10	7	8	9	3	3	3	3	55
C2	3,5	3,5	10	7	8	9	3,5	3,5	3,5	3,5	55
C3	3,5	3,5	3,5	7	8	9	3,5	10	3,5	3,5	55
C4	6	2	2	6	9	10	2	6	6	6	55
C5	2	6	6	6	2	9	2	10	6	6	55
C6	1,5	5	1,5	5	8	9	5	5	10	5	55
C7	7	3,5	3,5	3,5	3,5	8	3,5	3,5	9	10	55
C8	6	3,5	1	3,5	3,5	7	3,5	8	9	10	55
C9	2,5	5	2,5	2,5	2,5	6	7	8	9	10	55
C10	3	5	1	3	3	6	7	8	9	10	55
<b>SUMATORIA</b>	<b>41</b>	<b>40</b>	<b>41</b>	<b>50,5</b>	<b>55,5</b>	<b>82</b>	<b>40</b>	<b>65</b>	<b>68</b>	<b>67</b>	550
<b>SUMA^2</b>	<b>1681</b>	<b>1600</b>	<b>1681</b>	<b>2550,25</b>	<b>3080,25</b>	<b>6724</b>	<b>1600</b>	<b>4225</b>	<b>4624</b>	<b>4489</b>	
<b>X<sup>2</sup></b>	5%	1%									
<b>21,87**</b>	16,9	21,66									

Al realizar la prueba de FRIEDMAN para la característica organoléptica de sabor a las 24 horas de elaboración, se encontró que existe diferencia altamente significativa, por lo que se concluye que todos los tratamientos son diferentes estadísticamente.

Para apreciar de mejor manera esta característica se expone un gráfico a continuación.

**Gráfico 13. Sabor a las 24 horas de elaboración del koumiss**

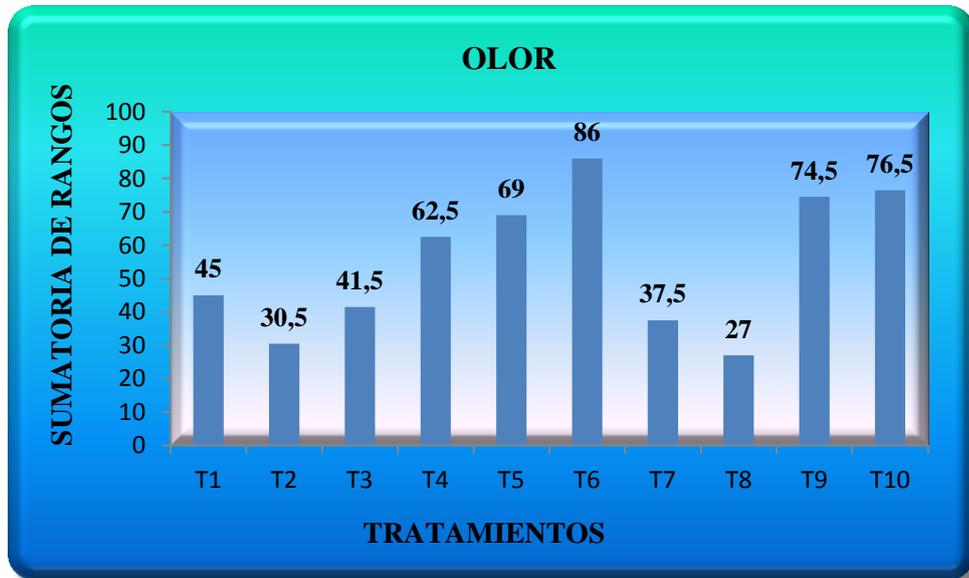
En el gráfico 13 observando la sumatoria de los rangos correspondientes a cada tratamiento se puede concluir que en el análisis sensorial para la variable sabor, tuvieron mejor aceptabilidad los tratamientos T6 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + CT-20), T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor) y T10 (leche de cabra 100% + CT-20).

**Cuadro 50. Datos ranqueados de olor a las 24 horas de elaboración del koumiss**

CATADORES	TRATAMIENTOS										SUMATORIA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
<b>C1</b>	3,5	3,5	7	8	9	10	3,5	3,5	3,5	3,5	55
<b>C2</b>	6	3	7	8	9	10	3	3	3	3	55
<b>C3</b>	6	3	7	8	9	10	3	3	3	3	55
<b>C4</b>	4	2	5	6	7	8	2	2	9	10	55
<b>C5</b>	3	3	3	6	7	8	3	3	9	10	55
<b>C6</b>	2,5	2,5	2,5	5	6	9	7	2,5	10	8	55
<b>C7</b>	5	6	2,5	2,5	7	8	2,5	2,5	10	9	55
<b>C8</b>	5	2,5	2,5	7	6	8	2,5	2,5	9	10	55
<b>C9</b>	6	3	3	7	3	8	3	3	9	10	55
<b>C10</b>	4	2	2	5	6	7	8	2	9	10	55
<b>SUMATORIA</b>	<b>45</b>	<b>30,5</b>	<b>41,5</b>	<b>62,5</b>	<b>69</b>	<b>86</b>	<b>37,5</b>	<b>27</b>	<b>74,5</b>	<b>76,5</b>	550
<b>SUMA^2</b>	<b>2025</b>	<b>930,25</b>	<b>1722,25</b>	<b>3906,25</b>	<b>4761</b>	<b>7396</b>	<b>1406,25</b>	<b>729</b>	<b>5550,25</b>	<b>5852,25</b>	
<b>X<sup>2</sup></b>	5%	1%									
<b>43,95**</b>	16,9	21,66									

Al realizar la prueba de FRIEDMAN para la característica organoléptica de olor a las 24 horas de elaboración, se encontró que existe diferencia altamente significativa, por lo que se concluye que todos los tratamientos son diferentes estadísticamente.

Para apreciar de mejor manera esta característica se expone un gráfico a continuación.

**Gráfico 14. Olor a las 24 horas de elaboración del koumiss**

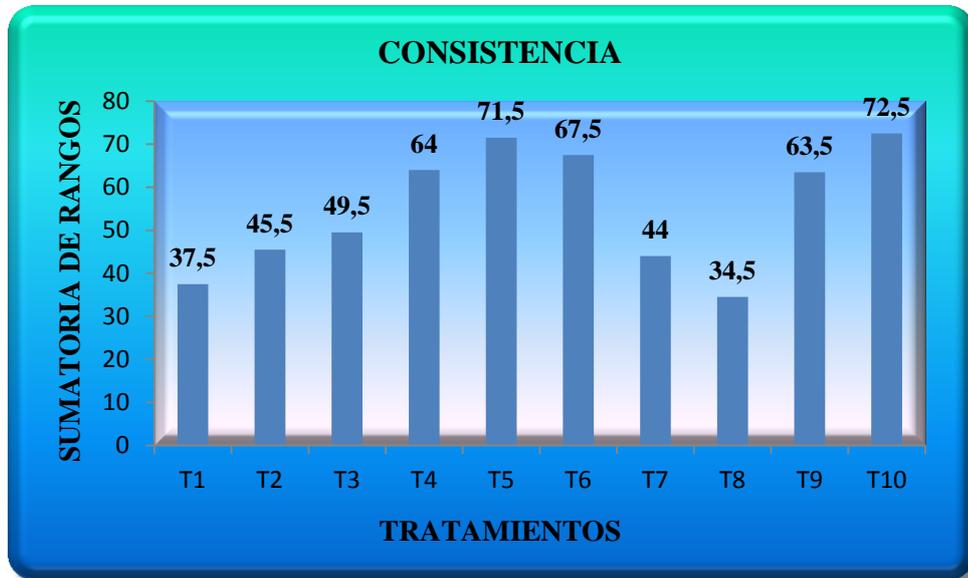
En el gráfico 14 observando la sumatoria de los rangos correspondientes a cada tratamiento se puede concluir que en el análisis sensorial para la variable olor, tuvieron mejor aceptabilidad los tratamientos T6 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + CT-20), T10 (leche de cabra 100% + CT-20) y T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor).

**Cuadro 51. Datos ranqueados de consistencia a las 24 horas de elaboración del koumiss**

CATADORES	TRATAMIENTOS										SUMATORIA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
C1	3,5	3,5	8,5	8,5	8,5	8,5	3,5	3,5	3,5	3,5	55
C2	4	4	4	8,5	10	8,5	4	4	4	4	55
C3	3,5	3,5	8,5	8,5	8,5	3,5	3,5	3,5	3,5	8,5	55
C4	4,5	7	4,5	4,5	8	4,5	1,5	1,5	9	10	55
C5	4	4	4	9	4	9	4	4	4	9	55
C6	1	8	4,5	4,5	9	4,5	4,5	4,5	10	4,5	55
C7	8	3	3	8	8	8	3	3	8	3	55
C8	4	4	4	4	7	8	4	1	9	10	55
C9	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	8	8	8	3,5	10	55
C10	1,5	5	5	5	5	5	8	1,5	9	10	55
<b>SUMATORIA</b>	<b>37,5</b>	<b>45,5</b>	<b>49,5</b>	<b>64</b>	<b>71,5</b>	<b>67,5</b>	<b>44</b>	<b>34,5</b>	<b>63,5</b>	<b>72,5</b>	<b>550</b>
<b>SUMA^2</b>	<b>1406,25</b>	<b>2070,25</b>	<b>2450,25</b>	<b>4096</b>	<b>5112,25</b>	<b>4556,25</b>	<b>1936</b>	<b>1190,25</b>	<b>4032,3</b>	<b>5256,25</b>	
<b>X<sup>2</sup></b>	5%	1%									
<b>20,25**</b>	16,9	21,66									

Al realizar la prueba de FRIEDMAN para la característica organoléptica de consistencia a las 24 horas de elaboración, se encontró que existe diferencia altamente significativa, por lo que se concluye que todos los tratamientos son diferentes estadísticamente.

Para apreciar de mejor manera esta característica se expone un gráfico a continuación.

**Gráfico 15. Consistencia a las 24 horas de elaboración del koumiss**

En el gráfico 15 observando la sumatoria de los rangos correspondientes a cada tratamiento se puede concluir que en el análisis sensorial para la variable consistencia, tuvieron mejor aceptabilidad los tratamientos, T10 (leche de cabra 100% + CT-20), T5 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + gelatina sin sabor) y T6 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + CT-20).

**Cuadro 52. Tabulación estadística de las variables organolépticas a las 24 horas de elaboración del koumiss**

<b>VARIABLE</b>	<b>F calculada</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>COLOR</b>	35,58**	16,9	21,66
<b>SABOR</b>	21,87**	16,9	21,66
<b>OLOR</b>	43,95**	16,9	21,66
<b>CONSISTENCIA</b>	20,25**	16,9	21,66

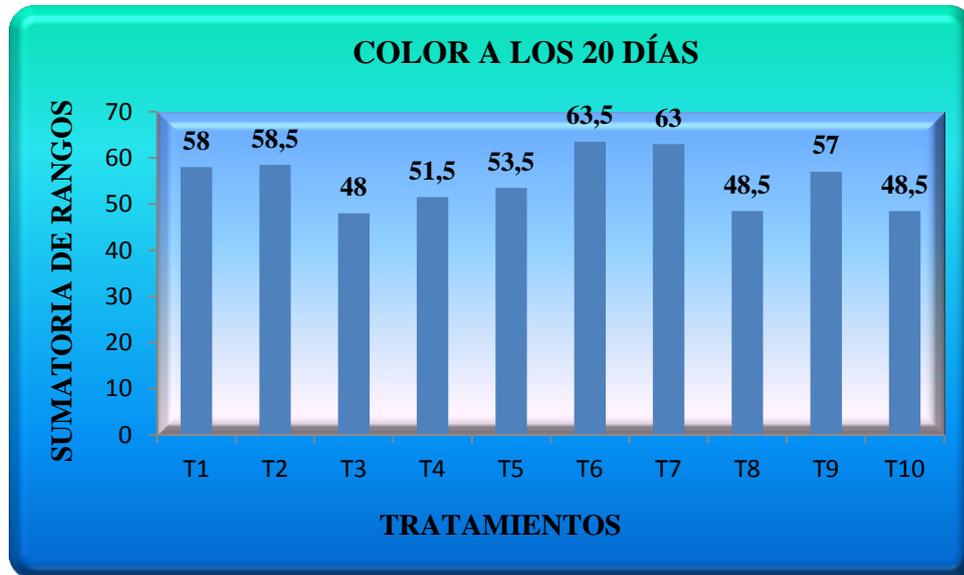
En el cuadro 52, se puede apreciar que en el análisis de Friedman para las variables medidas, hubo significación estadística; es decir que para el panel de degustación todas las variables son distintas.

**Cuadro 53. Datos ranqueados de color a los 20 días de elaboración del koumiss**

CATADORES	TRATAMIENTOS										SUMATORIA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
C1	3	8	8	3	8	8	3	3	8	3	55
C2	7,5	2,5	2,5	7,5	7,5	7,5	7,5	2,5	2,5	7,5	55
C3	7,5	7,5	2,5	2,5	7,5	7,5	7,5	2,5	7,5	2,5	55
C4	7,5	2,5	2,5	7,5	7,5	2,5	2,5	7,5	7,5	7,5	55
C5	2,5	7,5	7,5	2,5	2,5	7,5	7,5	7,5	7,5	2,5	55
C6	7,5	7,5	2,5	7,5	2,5	7,5	7,5	2,5	2,5	7,5	55
C7	7	7	7	2	7	7	7	7	2	2	55
C8	2,5	7,5	2,5	2,5	2,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	55
C9	6,5	2	6,5	6,5	6,5	2	6,5	2	10	6,5	55
C10	6,5	6,5	6,5	10	2	6,5	6,5	6,5	2	2	55
<b>SUMATORIA</b>	<b>58</b>	<b>58,5</b>	<b>48</b>	<b>51,5</b>	<b>53,5</b>	<b>63,5</b>	<b>63</b>	<b>48,5</b>	<b>57</b>	<b>48,5</b>	550
<b>SUMA^2</b>	<b>3364</b>	<b>3422,25</b>	<b>2304</b>	<b>2652,25</b>	<b>2862,25</b>	<b>4032,25</b>	<b>3969</b>	<b>2352,25</b>	<b>3249</b>	<b>2352,25</b>	
<b>X<sup>2</sup></b>	5%	1%									
<b>3,38<sup>NS</sup></b>	16,9	21,66									

Al realizar la prueba de FRIEDMAN para la característica organoléptica de color a los 20 días de elaboración, se encontró que no existe diferencia estadística, por lo que se concluye que todos los tratamientos son iguales estadísticamente.

Para apreciar de mejor manera esta característica se expone un gráfico a continuación.

**Gráfico 16. Color a los 20 días de elaboración del koumiss**

En el gráfico 16 observando la sumatoria de los rangos correspondientes a cada tratamiento se puede concluir que en el análisis sensorial para la variable color, tuvieron mejor aceptabilidad los tratamientos T6 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + CT-20), T7 (leche de vaca 25% + leche de cabra 75% + gelatina sin sabor) y T2 (leche de vaca 100% + CT-20).

**Cuadro 54. Datos ranqueados de sabor a los 20 días de elaboración del koumiss**

CATADORES	TRATAMIENTOS										SUMATORIA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
C1	2	6,5	6,5	2	10	6,5	6,5	6,5	2	6,5	55
C2	5,5	1,5	5,5	5,5	9	5,5	5,5	1,5	10	5,5	55
C3	1,5	1,5	5,5	5,5	5,5	9	5,5	5,5	10	5,5	55
C4	5	5	9	5	5	5	10	5	1	5	55
C5	1,5	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	1,5	5,5	9	10	55
C6	5	5	9	5	5	1	5	10	5	5	55
C7	3,5	7	3,5	8	9	3,5	10	3,5	3,5	3,5	55
C8	3,5	3,5	7	3,5	8	3,5	3,5	3,5	9	10	55
C9	1	4	4	7	8	4	4	4	9	10	55
C10	6	7	3,5	3,5	8	9	3,5	3,5	10	1	55
<b>SUMATORIA</b>	<b>34,5</b>	<b>46,5</b>	<b>59</b>	<b>50,5</b>	<b>73</b>	<b>52,5</b>	<b>55</b>	<b>48,5</b>	<b>68,5</b>	<b>62</b>	550
<b>SUMA<sup>2</sup></b>	<b>1190,25</b>	<b>2162,25</b>	<b>3481</b>	<b>2550,25</b>	<b>5329</b>	<b>2756,25</b>	<b>3025</b>	<b>2352,25</b>	<b>4692,25</b>	<b>3844</b>	
<b>X<sup>2</sup></b>	5%	1%									
<b>12,35<sup>NS</sup></b>	16,9	21,66									

Al realizar la prueba de FRIEDMAN para la característica organoléptica de sabor a los 20 días de elaboración, se encontró que no existe diferencia estadística, por lo que se concluye que todos los tratamientos son iguales estadísticamente.

Para apreciar de mejor manera esta característica se expone un gráfico a continuación.

**Gráfico 17. Sabor a los 20 días de elaboración del koumiss**

En el gráfico 17 observando la sumatoria de los rangos correspondientes a cada tratamiento se puede concluir que en el análisis sensorial para la variable sabor, tuvieron mejor aceptabilidad los tratamientos T5 (leche de vaca 50% + leche de cabra 50% + gelatina sin sabor), T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor) y T10 (leche de cabra 100% + CT-20).

**Cuadro 55. Datos ranqueados de olor a los 20 días de elaboración del koumiss**

CATADORES	TRATAMIENTOS										SUMATORIA
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
<b>C1</b>	8	3	3	3	3	8	8	8	8	3	55
<b>C2</b>	3,5	3,5	8,5	8,5	8,5	3,5	3,5	3,5	3,5	8,5	55
<b>C3</b>	7	7	7	7	7	2	2	7	7	2	55
<b>C4</b>	2,5	2,5	2,5	7,5	7,5	7,5	7,5	7,5	2,5	7,5	55
<b>C5</b>	5,5	5,5	5,5	5,5	5,5	1	5,5	5,5	10	5,5	55
<b>C6</b>	5	5	9	1	5	5	10	5	5	5	55
<b>C7</b>	4,5	8	9	4,5	4,5	4,5	4,5	4,5	10	1	55
<b>C8</b>	1,5	5	5	8	5	5	9	5	10	1,5	55
<b>C9</b>	5,5	5,5	1,5	5,5	9	10	5,5	5,5	1,5	5,5	55
<b>C10</b>	4,5	8	9	4,5	4,5	1	4,5	4,5	10	4,5	55
<b>SUMATORIA</b>	<b>47,5</b>	<b>53</b>	<b>60</b>	<b>55</b>	<b>59,5</b>	<b>47,5</b>	<b>60</b>	<b>56</b>	<b>67,5</b>	<b>44</b>	550
<b>SUMA^2</b>	<b>2256,25</b>	<b>2809</b>	<b>3600</b>	<b>3025</b>	<b>3540,25</b>	<b>2256,25</b>	<b>3600</b>	<b>3136</b>	<b>4556,25</b>	<b>1936</b>	
<b>X<sup>2</sup></b>	5%	1%									
<b>5,07<sup>NS</sup></b>	16,9	21,66									

Al realizar la prueba de FRIEDMAN para la característica organoléptica de olor a los 20 días de elaboración, se encontró que no existe diferencia estadística, por lo que se concluye que todos los tratamientos son iguales estadísticamente.

Para apreciar de mejor manera esta característica se expone un gráfico a continuación.

**Gráfico 18. Olor a los 20 días de elaboración del koumiss**

En el gráfico 18 observando la sumatoria de los rangos correspondientes a cada tratamiento se puede concluir que en el análisis sensorial para la variable olor, tuvieron mejor aceptabilidad los tratamientos y T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor), T7 (leche de vaca 25% + leche de cabra 75% + gelatina sin sabor) y T3 (leche de vaca 75% + leche de cabra 25% + gelatina sin sabor).

**Cuadro 56. Datos ranqueados de consistencia a los 20 días de elaboración del koumiss**

	TRATAMIENTOS										SUMATORIA
CATADORES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10	
C1	3,5	3,5	8,5	3,5	8,5	8,5	3,5	3,5	8,5	3,5	55
C2	2,5	7	7	10	7	2,5	7	2,5	2,5	7	55
C3	2,5	7,5	7,5	7,5	2,5	7,5	7,5	2,5	7,5	2,5	55
C4	6,5	6,5	6,5	2	6,5	2	2	10	6,5	6,5	55
C5	7,5	3	7,5	7,5	3	3	3	3	7,5	10	55
C6	7	2,5	10	7	7	7	2,5	2,5	7	2,5	55
C7	6,5	2	2	6,5	6,5	6,5	6,5	2	6,5	10	55
C8	1,5	8	5	5	5	5	1,5	9	5	10	55
C9	9	6	2	2	6	10	6	2	6	6	55
C10	2	5,5	8	9	5,5	2	2	5,5	10	5,5	55
<b>SUMATORIA</b>	<b>48,5</b>	<b>51,5</b>	<b>64</b>	<b>60</b>	<b>57,5</b>	<b>54</b>	<b>41,5</b>	<b>42,5</b>	<b>67</b>	<b>63,5</b>	550
<b>SUMA^2</b>	<b>2352,25</b>	<b>2652,25</b>	<b>4096</b>	<b>3600</b>	<b>3306,25</b>	<b>2916</b>	<b>1722,25</b>	<b>1806,25</b>	<b>4489</b>	<b>4032,25</b>	
<b>X<sup>2</sup></b>	5%	1%									
<b>7,88<sup>NS</sup></b>	16,9	21,66									

Al realizar la prueba de FRIEDMAN para la característica organoléptica de consistencia a los 20 días de elaboración, se encontró que no existe diferencia estadística, por lo que se concluye que todos los tratamientos son iguales estadísticamente.

Para apreciar de mejor manera esta característica se expone un gráfico a continuación.

**Gráfico 19. Consistencia a los 20 días de elaboración del koumiss**

En el gráfico 19 observando la sumatoria de los rangos correspondientes a cada tratamiento se puede concluir que en el análisis sensorial para la variable consistencia, tuvieron mejor aceptabilidad los tratamientos, T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor), T3 (leche de vaca 75% + leche de cabra 25% + gelatina sin sabor) y T10 (leche de cabra 100% + CT-20).

**Cuadro 57. Tabulación estadística de las variables organolépticas a los 20 días de elaboración del koumiss**

<b>VARIABLE</b>	<b>F calculada</b>	<b>5%</b>	<b>1%</b>
<b>COLOR</b>	3,38 <sup>NS</sup>	16,9	21,66
<b>SABOR</b>	12,35 <sup>NS</sup>	16,9	21,66
<b>OLOR</b>	5,07 <sup>NS</sup>	16,9	21,66
<b>CONSISTENCIA</b>	7,88 <sup>NS</sup>	16,9	21,66

En el cuadro 57, se puede apreciar en el análisis de Friedman que los productos tuvieron aceptación, ya que no existió significación estadística al 5% en ninguna de las características organolépticas, demostrándose que hay aceptabilidad por parte del consumidor hacia esta nueva alternativa de leches fermentadas.

#### 4.2.11 Análisis Microbiológico

Para la evaluación de esta variable se tomó una muestra por tratamiento, completamente al azar, estos datos fueron tomados a las 24 horas de elaboración. Los resultados se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 58. Valores de análisis microbiológico a las 24 horas de elaboración del koumiss**

Tratamientos	Rec Coli total (UFC/g)	Rec E. coli (UFC/g)	Rec mohos (UFM/g)	Rec levaduras (UFL/g)
T1	0	0	2,00	4,00
T2	0	0	2,00	2,00
T3	0	0	2,00	1,00
T4	0	0	2,00	5,00
T5	0	0	5,00	5,00
T6	0	0	3,00	2,00
T7	0	0	5,00	4,00
T8	0	0	2,00	3,00
T9	0	0	2,00	4,00
T10	0	0	7,00	2,00

Todos los resultados obtenidos de este análisis se encuentran dentro de los rangos establecidos en el “Manual de tecnología y control de calidad U.T.N” cuyos valores son:

Recuento de coliformes totales: 0 UFC/g

Recuento de E. coli: 0 UFC/g

Recuento de mohos y levaduras: máx 10 UFC/g.

Los datos de análisis microbiológico se encuentran debidamente certificados en el anexo N°4.

# CAPÍTULO V

## 5 CONCLUSIONES

- El koumiss elaborado con leche de vaca y/o cabra y sus combinaciones, utilizando dos tipos de estabilizantes, es de muy buena calidad, ya que se obtuvo un producto agradable al paladar del consumidor, por lo que se concluye que se cumple la hipótesis alternativa.
- En el tiempo de fermentación el mejor tratamiento es el T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor), con una media de 6 horas, para un mejor análisis de esta variable se realizó una gráfica de la curva de fermentación, este valor se debe a que el fermento actúa de mejor manera cuando se utiliza leche de vaca y gelatina sin sabor como estabilizante, permitiendo de esta forma disminuir el tiempo de fermentación.
- En lo que se refiere a la acidez a las 24 horas, encontramos que el mejor tratamiento es T1, lo que indica que al utilizar leche de vaca, gelatina sin sabor como estabilizante, la acidez aumenta lentamente, mientras que al utilizar leche de cabra y CT-20 como estabilizante aumenta la acidez en forma rápida, esto se debe a que el CT-20 contiene polifosfatos que permite el crecimiento bacteriano de forma acelerada, al realizar este análisis a los 20 días encontramos un aumento en todos los tratamientos, pero sigue existiendo la misma tendencia y el mejor tratamiento es T1.
- En cuanto a la viscosidad a las 24 horas y a los 20 días, los resultados son similares ya que los mejores tratamientos son T1 (leche de vaca 100% + gelatina sin sabor) y T2 (leche de vaca 100% + CT-20), con una mayor consistencia con relación a los demás tratamientos lo que indica que al utilizar leche de vaca 100% o mayor porcentaje de leche de vaca en las

combinaciones el producto es más viscoso y en lo referente a la utilización de estabilizantes, los tratamientos en los que se utilizó gelatina sin sabor son más viscosos con relación a los tratamientos en los que se utilizó CT-20 como estabilizante.

- Luego de realizar el análisis de contenido de grasa se puede observar que los tratamientos que tiene mayor porcentaje son T10 (leche de cabra 100% + CT-20) y T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor), lo que indica que los tratamientos en los que se utilizó como materia prima leche de cabra 100% poseen un mayor porcentaje de grasa que los tratamientos en los que se utilizó como materia prima leche de vaca 100%, esto se debe a las características físicas de las materias primas utilizadas.
- Con lo que respecta a sólidos totales del koumiss, se concluye que los mejores tratamientos son en los que se utilizó como materia prima leche de cabra 100% o mayor porcentaje de leche de cabra en las combinaciones, debido a que dicha materia prima posee un mayor porcentaje de sólidos totales con relación a la leche de vaca.
- Luego de realizar el análisis de contenido alcohólico se concluye que el koumiss obtenido de esta investigación posee un contenido alcohólico alto (2,95%) con relación al koumiss normal que se elabora con leche de yegua (2,5%); en lo que se refiere al producto obtenido, presenta un contenido alcohólico alto cuando se utilizó como materia prima leche de cabra 100% o mayor porcentaje de leche de cabra en las combinaciones y CT-20 como estabilizante.
- En lo que concierne al rendimiento, se concluye que el tratamiento que tiene el porcentaje más alto es T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor), lo que indica que los tratamientos en los que se utilizó como materia prima leche de cabra 100%, poseen el porcentaje más alto de rendimiento.

- En los análisis organolépticos se puede concluir que tuvieron buenas características en cuanto al color, olor, sabor y consistencia del producto terminado y no existió diferencia estadística en ninguno de los tratamientos, además se puede decir que todos tuvieron buena aceptabilidad por parte de los degustadores por lo tanto se obtuvo un koumiss de buena calidad, lo que significa que la utilización de leche de vaca-cabra o sus combinaciones y estabilizantes (gelatina sin sabor, CT-20) no influyen en las características organolépticas del koumiss.
- Luego de analizar las variables se llegó a determinar que el mejor tratamiento en la elaboración de koumiss a partir de leche de vaca y/o cabra y sus combinaciones es el T9 (leche de cabra 100% + gelatina sin sabor), debido al porcentaje alto que presenta en rendimiento, porcentaje de grasa, sólidos totales y una buena aceptabilidad en el análisis organoléptico.
- En lo que se refiere a la calidad microbiológica se concluye que todas las muestras analizadas se encuentran dentro de los parámetros permitidos en las normas correspondientes para mohos, levaduras y recuento de coliformes.

# CAPÍTULO VI

## 6 RECOMENDACIONES

- Controlar la acidez cada 30 minutos durante la fermentación para evitar que sobrepase los 70 °D que son los normales en el proceso de fermentación.
- Adicionar los estabilizantes de acuerdo a la norma técnica de los proveedores, para de esta forma obtener un producto de buena consistencia, en donde no exista sinéresis.
- Para obtener resultados efectivos al momento de realizar los respectivos análisis de las variables, se debe considerar que las muestras se encuentren en las condiciones requeridas para cada análisis.
- Continuar con investigaciones referente a otros productos lácteos, tomando en consideración el uso de la leche de cabra, debido a que esta materia prima es de gran beneficio para la salud del consumidor.

# CAPÍTULO VII

## 7 RESUMEN

El presente estudio de investigación se fundamenta en la elaboración de un producto fermentado “koumiss”, el mismo que contribuye a preservar, mejorar la salud y ayuda al buen funcionamiento del aparato digestivo debido a las propiedades que este producto posee.

Este estudio se realizó con la finalidad de que personas que tienen enfermedades que están ligadas con la intolerancia y la indigestibilidad de la lactosa, puedan consumir este producto fermentado, en el cual la lactosa ha desaparecido de su composición, transformándose especialmente en ácido láctico. Sin embargo la elaboración del koumiss en nuestro medio se ve afectado porque este producto originariamente es elaborado a partir de leche de yegua, la cual no es común conseguirla en este medio, por esta razón se ha visto conveniente sustituir esta leche por leche de vaca debido a la gran cantidad existente en el medio y leche de cabra debido a las características favorables presentes en esta.

Con estos antecedentes, la presente investigación se desarrolló en la ciudad de Ibarra, en la unidad productiva de lácteos de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, las variables evaluadas se realizaron en los laboratorios de uso múltiple de la UTN. Los factores que se estudió para la elaboración de koumiss fueron dos:

Factor A: Porcentaje de combinación de leches, utilizando cinco niveles de combinación: leche de vaca 100%, leche de vaca 75% + leche de cabra 25%, leche de vaca 50% + leche de cabra 50%, leche de vaca 25% + leche de cabra 75%, leche de cabra 100%.

Factor B: Tipos de estabilizantes: Gelatina sin sabor (2%), CT -20 (1.5%).

Se utilizó un diseño experimental Completamente al Azar con tres repeticiones por tratamiento, un análisis funcional de prueba de Tukey al 5% para tratamientos y DMS para factores, además de calcular el coeficiente de variación; los tratamientos fueron en número de diez y la unidad experimental fue de dos litros de leche fermentada koumiss.

Al término de esta investigación se pudo observar que el koumiss obtenido de las diferentes combinaciones de leche de vaca y/o cabra es de muy buena calidad, ya que se obtuvo un producto agradable al paladar del consumidor, el producto obtenido presentó ciertas características importantes como es el porcentaje de alcohol, que fue alto con relación al koumiss que se elabora con leche de yegua; con lo que se refiere al porcentaje de grasa del koumiss obtenido, este se encuentra dentro de los valores establecidos en la norma INEN 2395, en la cual indica que el koumiss tipo I debe tener mínimo 3% de grasa.

En el análisis organoléptico se observó que no existe diferencia estadística significativa, pero existe una tendencia a los distintos tratamientos elaborados.

# CAPÍTULO VIII

## 8 SUMMARY

This research study is based on the preparation of a fermented product "koumiss", the same which helps to preserve, improve health and help the smooth functioning of the digestive system due to the properties that this product has.

This study was conducted with the aim that people who have diseases that are linked with indigestibility intolerance and lactose, can consume the fermented product in which lactose has disappeared from its composition, becoming particularly lactic acid. However, the development of koumiss in our environment is affected because this product is originally made from mare's milk, which is not common to get in this environment, for this reason has seen fit to replace the milk for cow's milk because to the large amount in the medium and goat milk due to the favorable characteristics present in this

Against this background, this study was conducted in the city of Ibarra, in the dairy production unit of the School of Agroindustrial Engineering, evaluated variables were performed in the laboratories of multiple use of the UTN. The factors studied for the development of koumiss were twofold: Factor A: Percentage of combination of milk, using five levels of match: 100% cow's milk, cow's milk 75% + 25% goat milk, cow's milk 50% + 50% goat milk, cow's milk 25% + 75% goat milk, goat's milk 100%. Factor B: Types of stabilizers: unflavored gelatin (2%), CT -20 (1.5%).

We used a completely randomized experimental design with three replicates per treatment, a functional analysis of Tukey to 5% for DMS treatment and for factors in addition to calculate the coefficient of variation, the treatments were ten in number and the experimental unit was two liters of fermented milk koumiss.

At the end of this investigation it was observed that the koumiss obtained from the different combinations of cow's milk and / or goats is of very good quality, since it was obtained a product palatable to the consumer, the product obtained showed some important features like is the percentage of alcohol, which was high relative to koumiss which is made from mare's milk, with regard to the percentage of fat obtained koumiss, this is within the range set in the standard INEN 2395, in koumiss indicating that the type I must be at least 3% fat.

In Sensory analysis showed that there were statistically significant, but there is a tendency to various treatments developed.

# CAPÍTULO IX

## 9 BIBLIOGRAFIA CITADA

1. AMIOT, J (1991) **“Ciencia y Tecnología de la Leche”**.
2. Biblioteca Encarta-Student 2008.
3. FAO (1984) **“Manual de microbiología de la leche”** Chile.
4. <http://www.consumasano.com.leche>.
5. <http://www.consumasano.com.lechecabra>
6. <http://www.CONAPROLE.com.uy>.
7. <http://www.infoleche.com/fepale/fepale/capacitacion/filtracion.php>
8. <http://www.lechesfermentadas.com>
9. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 03. Quito – Ecuador.
10. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 9. Leche cruda. Requisitos. Quito – Ecuador.
11. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 10. Quito – Ecuador.
12. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 12. Quito – Ecuador.
13. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 13. Quito – Ecuador.
14. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 18. Quito – Ecuador.
15. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 395. Quito – Ecuador
16. Keating P. (1992) **“Manual de tecnología y control de calidad de productos lácteos”**.

17. ORDOÑEZ JUAN A, CAMPERO MARIA ISABEL, FERNANDEZ LEÓN (2006). “**Tecnología de Alimentos Vol II Alimento de Origen Animal.**”
18. PAUL VAN ASSCHE (2005). “**Food Science and Technology Fermentation Processing**”.
19. **Revista Científica.** ISSN 0798-2259, (Maracaibo. Dic. 1995)
20. SAWYER, R.; EGAN, H. (1999). “**Composición, Análisis de Alimentos de Pearson**”. Segunda edición en español. Compañía editorial continental, S.A.
21. TAMINE, A. ; ROBINSON, R. (1991). “**Yogurt Ciencia y Tecnología**” editorial Acribia, S.A. Zaragoza, España.

# CAPÍTULO X

**10 ANEXOS**

**ANEXO 1**  
**INFORMACIÓN DE CT-20 (Estabilizante)**

**ANEXO 2**  
**INFORMACIÓN DE FERMENTO DEL KOUMISS (R-704)**

**ANEXO 3**  
**FICHA DE ANÁLISIS SENSORIAL**

## **EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DE KOUMISS ELABORADO A PARTIR DE LECHE DE VACA Y/O LECHE DE CABRA**

La realización del análisis organoléptico permite conocer la preferencia, aceptación y grado de satisfacción de los consumidores; así como diferenciar las características de cada muestra de koumiss.

### **INSTRUCCIONES:**

Señor(a) catador(a) sírvase cuestionar los atributos organolépticos que corresponde a cada una de las muestras presentadas. Usted debe enjuagarse la boca con agua después de haber degustado cada muestra y esperar 2 minutos antes de iniciar con la otra.

La calificación debe hacerlo en completo silencio para no perturbar la concentración de los demás.

### **CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:**

**CONSISTENCIA:** la consistencia del Koumiss está determinado por la homogeneidad del producto.

Se le ha proporcionado 10 muestras de Koumiss. Primero mire, analice y luego proceda a calificar con una X de acuerdo a su criterio en el siguiente cuadro.

<b>Muestras</b>	<b>Consistencia</b>		
	Buena	Regular	Mala
T1	.....	.....	.....
T2	.....	.....	.....
T3	.....	.....	.....
T4	.....	.....	.....
T5	.....	.....	.....
T6	.....	.....	.....
T7	.....	.....	.....
T8	.....	.....	.....
T9	.....	.....	.....
T10	.....	.....	.....

**Comentario:**

.....  
.....  
.....  
.....

**OLOR:** El olor del Koumiss es característico del producto fresco y está relacionado con las sensaciones olfativas.

Se le ha proporcionado 10 muestras de Koumiss. Primero analice huela y luego proceda a calificar con una X de acuerdo a su criterio en el siguiente cuadro.

Muestras	Olor	
	Bueno	Ligeramente
Desagradable	Característico	Perceptible
T1	.....	.....
T2	.....	.....
T3	.....	.....
T4	.....	.....
T5	.....	.....
T6	.....	.....
T7	.....	.....
T8	.....	.....
T9	.....	.....
T10	.....	.....

**Comentario:**

.....  
.....  
.....  
.....

**SABOR:** El sabor tiene como referencia la cavidad bucal tomando en cuenta la interrelación entre lo amargo, ácido o dulce de la muestra.

Se le ha proporcionado 10 muestras de Koumiss. Primero pruebe, analice y luego proceda a calificar con una X de acuerdo a su criterio en el siguiente cuadro.

Muestras	Sabor		
	Agradable Característico	Ácido	Desagradable
T1	.....	.....	.....
T2	.....	.....	.....
T3	.....	.....	.....
T4	.....	.....	.....
T5	.....	.....	.....
T6	.....	.....	.....
T7	.....	.....	.....
T8	.....	.....	.....
T9	.....	.....	.....
T10	.....	.....	.....

**Comentario:**

.....

.....

.....

.....

**COLOR:** El color del Koumiss está determinado por las sensaciones visuales, el color ha obtenerse debe ser blanco cremoso u otro propio.

Se le ha proporcionado 10 muestras de Koumiss. Primero mire, analice y luego proceda a calificar con una X de acuerdo a su criterio en el siguiente cuadro.

Muestras	Color		
	Bueno	Regular	Pésimo
T1	.....	.....	.....
T2	.....	.....	.....
T3	.....	.....	.....
T4	.....	.....	.....
T5	.....	.....	.....
T6	.....	.....	.....
T7	.....	.....	.....
T8	.....	.....	.....
T9	.....	.....	.....
T10	.....	.....	.....

**Comentario:**

.....

.....

.....

.....

**GRACIAS POR SU COLABORACIÓN**

**ANEXO 4**  
**CALIFICACIONES ORGANOLÉPTICAS**

**a) Calificación para color a las 24 horas de elaborado**

	TRATAMIENTOS									
CATADORES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
C1	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3
C2	3	3	2	3	2	2	3	3	3	3
C3	3	3	3	3	2	2	3	3	3	3
C4	3	3	3	3	2	2	3	3	2	3
C5	3	3	2	3	2	2	3	2	2	2
C6	3	3	2	3	2	2	3	3	2	2
C7	2	3	3	3	2	2	3	2	2	2
C8	2	3	3	3	2	2	3	3	2	3
C9	3	3	3	3	2	2	3	3	2	2
C10	3	2	2	3	3	2	3	3	2	2

**b) Calificación para sabor a las 24 horas de elaborado**

	TRATAMIENTOS									
CATADORES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
C1	2	3	1	2	2	2	3	3	3	3
C2	3	3	1	2	2	2	3	3	3	3
C3	3	3	3	2	2	2	3	2	3	3
C4	2	3	3	2	1	1	3	2	2	2
C5	3	2	2	2	3	1	3	1	2	2
C6	3	2	3	2	1	1	2	2	1	2
C7	1	2	2	2	2	1	2	2	1	1
C8	1	2	3	2	2	1	2	1	1	1
C9	2	1	2	2	2	1	1	1	1	1
C10	2	1	3	2	2	1	1	1	1	1

**c) Calificación para olor a las 24 horas de elaborado**

CATADORES	TRATAMIENTOS									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
C1	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3
C2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3
C3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3
C4	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2
C5	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2
C6	3	3	3	2	2	1	2	3	1	2
C7	2	2	3	3	2	2	3	3	1	2
C8	2	3	3	1	2	1	3	3	1	1
C9	2	3	3	2	3	2	3	3	1	1
C10	2	3	3	2	2	1	1	3	1	1

**d) Calificación para consistencia a las 24 horas de elaborado**

CATADORES	TRATAMIENTOS									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
C1	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3
C2	3	3	3	2	1	2	3	3	3	3
C3	3	3	2	2	2	3	3	3	3	2
C4	2	1	2	2	1	2	3	3	1	1
C5	3	3	3	2	3	2	3	3	3	2
C6	3	1	2	2	1	2	2	2	1	2
C7	2	3	3	2	2	2	3	3	2	3
C8	2	2	2	2	1	1	2	3	1	1
C9	3	3	3	3	3	2	2	2	3	1
C10	3	2	2	2	2	2	1	3	3	1

**e) Calificación para color a los 20 días de elaborado**

CATADORES	TRATAMIENTOS									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
C1	3	2	2	3	2	2	3	3	2	3
C2	2	3	3	2	2	2	2	3	3	2
C3	2	2	3	3	2	2	2	3	2	3
C4	2	3	3	2	2	3	3	2	2	2
C5	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3
C6	2	2	3	2	3	2	2	3	3	2
C7	2	2	2	3	2	2	2	2	3	3
C8	3	2	3	3	3	2	2	2	2	2
C9	2	3	2	2	2	3	2	3	1	2
C10	2	2	2	1	3	2	2	2	3	3

**f) Calificación para sabor a los 20 días de elaborado**

CATADORES	TRATAMIENTOS									
	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
C1	3	2	2	3	1	2	2	2	3	2
C2	2	3	2	2	1	2	2	3	1	2
C3	3	3	2	2	2	1	2	2	1	2
C4	2	2	1	2	2	2	1	2	3	2
C5	3	2	2	2	2	2	3	2	1	1
C6	2	2	1	2	2	3	2	1	2	2
C7	2	1	2	1	1	2	1	2	2	2
C8	2	2	1	2	1	2	2	2	1	1
C9	3	2	2	1	1	2	2	2	1	1
C10	1	1	2	2	1	1	2	2	1	3

g) **Calificación para olor a los 20 días de elaborado**

	TRATAMIENTOS									
CATADORES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
C1	3	3	2	2	2	2	3	3	3	3
C2	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3
C3	2	3	2	2	2	2	3	3	3	3
C4	2	3	2	2	2	2	3	3	2	2
C5	3	3	3	2	2	2	3	3	2	2
C6	3	3	3	2	2	1	2	3	1	2
C7	2	2	3	3	2	2	3	3	1	2
C8	2	3	3	1	2	1	3	3	1	1
C9	2	3	3	2	3	2	3	3	1	1
C10	2	3	3	2	2	1	1	3	1	1

h) **Calificación para consistencia a los 20 días de elaborado**

	TRATAMIENTOS									
CATADORES	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9	T10
C1	3	3	2	3	2	2	3	3	2	3
C2	3	2	2	1	2	3	2	3	3	2
C3	3	2	2	2	3	2	2	3	2	3
C4	2	2	2	3	2	3	3	1	2	2
C5	2	3	2	2	3	3	3	3	2	1
C6	2	3	1	2	2	2	3	3	2	3
C7	2	3	3	2	2	2	2	3	2	1
C8	3	1	2	2	2	2	3	1	2	1
C9	1	2	3	3	2	1	2	3	2	2
C10	3	2	1	1	2	3	3	2	1	2

**ANEXO 5**  
**ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO**

**ANEXO 6**  
**NORMA INEN 3. LECHE CRUDA**

**ANEXO 7**

**NORMA INEN 10. CONOCIMIENTOS BÁSICOS DE LA LECHE**

**ANEXO 8**

**NORMA INEN 11. DETERMINACIÓN DE DENSIDAD**

**ANEXO 9**

**NORMA INEN 12. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE GRASA**

**ANEXO 10**  
**NORMA INEN 13. DETERMINACIÓN DE ACIDEZ**

**ANEXO 11**

**NORMA INEN 14. DETERMINACIÓN DE SÓLIDOS TOTALES**

**ANEXO 12**  
**NORMA INEN 2395. LECHEs FERMENTADAS**