



# **UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

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

**CARRERA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL.**

**“INCIDENCIA DE DOS TIPOS DE FERMENTOS COMERCIALES EN LA  
ELABORACIÓN DE YOGURT TIPO II, EMPLEANDO LECHE DE CABRA.**

*Capra saanen”*

**Tesis de grado presentado como requisito para optar por el título de  
Ingeniero Agroindustrial.**

**AUTORES: Marcia Proaño**

**Juan Carlos Guamán**

**DIRECTOR: Ing. Ángel Satama**

**Ibarra-Ecuador**

**2011 – 2012**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

## FACULTAD DE INGENIERÍA EN CIENCIAS AGROPECUARIAS Y AMBIENTALES.

“INCIDENCIA DE DOS TIPOS DE FERMENTOS COMERCIALES EN LA  
ELABORACIÓN DE YOGURT TIPO II, EMPLEANDO LECHE DE CABRA  
(Capra saanen)”

Presentada al comité Asesor como Requisito para obtener el Título de:  
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

### REVISADO:

.....  
Ing. Marco Cahueñas  
Biometrista

### APROBACIÓN TÉCNICA:

.....

Ing. Ángel Satama.

Director de Tesis.

.....

Dra. Lucia Toromoreno.

Asesor de Tesis.

.....

Dra. Lucia Yépez.

Asesor de Tesis.

.....

Ing. Eduardo Villarreal.

Asesor de Tesis.



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**  
**BIBLIOTECA UNIVERSITARIA.**

**AUTORIZACIÓN DE USO Y PUBLICACIÓN**

**A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.**

**1. IDENTIFICACIÓN DE LA OBRA.**

La Universidad Técnica del Norte dentro del proyecto repositorio Digital Institucional, determinó la necesidad de disponer de textos completos en formato digital con la finalidad de apoyar los procesos de investigación, docencia y extensión de la Universidad.

Por medio del presente documento dejo sentada mi voluntad de participar en este proyecto, para lo cual pongo a disposición la siguiente información:

| DATOS DE CONTACTO 1  |   |                 |           |
|----------------------|---|-----------------|-----------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 100280115-5   |                 |           |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | GUAMAN CATUCUAMBA JUAN CARLOS   |                 |           |
| DIRECCIÓN            | Imbabura: Ibarra: El Sagrario: José Miguel Vacas 8-68 y Benjamín Carrión. |                 |           |
| EMAIL:               | <a href="mailto:juancaguaman@yahoo.es">juancaguaman@yahoo.es</a>          |                 |           |
| TELÉFONO FIJO:       |   | TELÉFONO MÓVIL: | 088270686 |

| DATOS DE CONTACTO 2  |  |                 |           |
|----------------------|--|-----------------|-----------|
| CÉDULA DE IDENTIDAD: | 050214453-8  |                 |           |
| APELLIDOS Y NOMBRES: | PROAÑO MOLINA MARCIA YOMARA  |                 |           |
| DIRECCIÓN            | Cotopaxi: Latacunga: Eloy Alfaro: Las Fuentes: Rio Yanayacu 7-99 y Pasaje Aguarico |                 |           |
| EMAIL:               | <a href="mailto:marcyomaraproan@gmail.com">marcyomaraproan@gmail.com</a>           |                 |           |
| TELÉFONO FIJO:       | 032804626  | TELÉFONO MÓVIL: | 062642399 |

| DATOS DE LA OBRA            |   |
|-----------------------------|---|
| TÍTULO:                     | “INCIDENCIA DE DOS TIPOS DE FERMENTOS COMERCIALES EN LA ELABORACIÓN DE YOGURT TIPO II, EMPLEANDO LECHE DE CABRA. ( <i>Capra saanen</i> )” |
| AUTORES:                    | GUAMAN CATUCUAMBA JUAN CARLOS<br>PROAÑO MOLINA MARCIA YOMARA.   |
| FECHA:                      | <b>12-01-2012</b>   |
| SOLO PARA TRABAJOS DE GRADO |   |
| PROGRAMA:                   | X PREGRADO  |
| TÍTULO POR EL QUE OPTA:     | INGENIERO AGROINDUSTRIAL  |
| DIRECTOR:                   | Ing. Ángel Satama.  |

## 2. AUTORIZACIÓN DE USO A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD.

Nosotros, **JUAN CARLOS GUAMÁN CATUCUAMBA**, con cédula de ciudadanía Nro. 100280115-5 y **MARCIA YOMARA PROAÑO MOLINA** con cédula de ciudadanía Nro.050214453-8; en calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales de la obra o trabajo de grado descrito anteriormente, hacemos entrega del ejemplar respectivo en formato digital y autorizamos a la Universidad Técnica del Norte, la publicación de la obra en el Repositorio Digital Institucional y uso del archivo digital en la Biblioteca de la Universidad con fines académicos, para ampliar la disponibilidad del material y como apoyo a la educación, investigación y extensión; en concordancia con Ley de Educación Superior Artículo 143.

## **2. CONSTANCIAS**

Los autores manifiestan que la obra objeto de la presente autorización es original y se la desarrolló, sin violar derechos de autor de terceros, por lo tanto la obra es original y son los titulares de los derechos patrimoniales, por lo que asumen la responsabilidad sobre el contenido de la misma y saldrán en defensa de la Universidad en caso de reclamación por parte de terceros.

Ibarra, 5 de Marzo del 2012.

**LOS AUTORES:**

**ACEPTACIÓN:**

JUAN CARLOS

MARCIA YOMARA

GUAMAN CATUCUAMBA

PROAÑO MOLINA

100280115-5

050214453-8

Esp. Ximena Vallejo

**JEFE DE BIBLIOTECA.**

Facultado por resolución del Honorable Consejo Universitario:



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE.

**CESIÓN DE DERECHOS DE AUTOR DEL TRABAJO DE GRADO  
A FAVOR DE LA UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE**

Nosotros, **JUAN CARLOS GUAMÁN CATUCUAMBA**, con cédula de ciudadanía Nro. 100280115-5 y **MARCIA YOMARA PROAÑO MOLINA** con cédula de ciudadanía Nro. 050214452-8; manifestamos la voluntad de ceder a la Universidad Técnica del Norte los derechos patrimoniales consagrados en la Ley de Propiedad Intelectual del Ecuador, artículos 4, 5 y 6, en calidad de autores de la obra o trabajo de grado denominada **“INCIDENCIA DE DOS TIPOS DE FERMENTOS COMERCIALES EN LA ELABORACIÓN DE YOGURT TIPO II, EMPLEANDO LECHE DE CABRA. (*Capra saanen*)”**, que ha sido desarrollada para optar por el título de Ingeniero AGROINDUSTRIAL en la Universidad Técnica del Norte, quedando la Universidad facultada para ejercer plenamente los derechos cedidos anteriormente. En nuestra condición de autores nos reservamos los derechos morales de la obra antes citada. En concordancia suscribo este documento en el momento que hago entrega del trabajo final en formato impreso y digital a la Biblioteca de la Universidad Técnica del Norte.

JUAN CARLOS

MARCIA YOMARA

GUAMAN CATUCUAMBA

PROAÑO MOLINA

100280115-5

050214453-8

Ibarra, 5 de Marzo del 2012.

## DEDICATORIA:

*A Dios, por la oportunidad que me da al estar viva, en su maravillosa obra creada, el mundo; en el he tenido la ocasión de compartir bellos, sublimes, hermosos e importantes eventos en mi existencia.*

*A mi **Abuelita María Dorotea**, por su abnegación, paciencia, tiempo y por todo su amor en el trayecto de mi vida; por todos sus sabios consejos, enseñanzas, respeto hacia el prójimo y por sus bendiciones en todo momento para poder salir adelante.*

*A mi Padre Luis Gerardo, que con su ejemplo de trabajo, y responsabilidad, supo guiarme hacia el sendero del éxito.*

*A mis Abuelitos, Esther Amelia, Julio Enrique y José Antonio; a mi Madre Gladys Mercedes, a mis hermanitos Irma Enith, Paola Mariela, Paul Israel e Isacc Yahir que han estado cerca brindándome su cariño y apoyo.*

*A mis apreciados Maestros, amigos, quienes con su valioso tiempo, dedicación y entrega desinteresada confirmaron su apoyo incondicional durante el lapso de mi formación académica personal.*

MARCIA PROAÑO.

## DEDICATORIA:

*A Dios, por la oportunidad que me da de mantenerme vivo, en cada resplandor de los días, en los cuales me permite disfrutar de cada momento de mi vida, Él es mi guía, mi guardián y el éxito de mi vida.*

*A mi **padre Luis Honorio Guamán (+)**, por su abnegada paciencia y comprensión; por su apoyo incondicional e inculcado los verdaderos valores para poder conseguir éxitos en mi vida; pese a sus condiciones nunca se rindió y siempre Él fue el pilar de mi vida y de mi carrera; sus modales y su ejemplo de una persona luchadora y responsable, siempre los llevare en lo más profundo de mi corazón.*

A mis hermanos especialmente Anita María, por haberme apoyado moral y económicamente durante la preparación de mi carrera y de aquellos momentos de amistad familiar.

A mi esposa y mi hijo quienes fueron el motivo de inspiración y dedicación de la culminación de mi carrera, quienes supieron acompañarme y comprenderme, para apoyarme incondicionalmente y poder cumplir este objetivo.

A mis excelentísimos catedráticos, compañeros y amigos, quienes con su valioso tiempo, dedicaron y entregaron desinteresadamente su apoyo incondicional durante el lapso de mi formación profesional.

*JUAN CARLOS GUAMÁN.*

## **AGRADECIMIENTO:**

*A nuestra amada Universidad Técnica del Norte, energía efervescente de la juventud ecuatoriana, en cuyas aulas, laboratorios, pasillos y espacios de recreación se ha cultivado nuestro pensamiento autocrítico, y científico con mística de servicio para el pueblo.*

*A nuestros estimados Maestros, quienes con dedicación, tiempo, y paciencia, nos han guiado por el sendero del conocimiento; que generosamente han contribuido en la ejecución de mi carrera.*

*Al Ingeniero Ángel Satama, Director de Tesis, por su orientación en el desarrollo de la presente investigación, por guiarnos para la célebre culminación de la misma.*

*A la Doctora Lucía Toromoreno, Dra. Lucía Yépez e Ingeniero Eduardo Villarreal, nuestros Asesores, quienes contribuyeron resolutivamente en la realización exitosa de la investigación.*

*Al Ingeniero Marco Cahueñas, por su valioso aporte en la revisión estadística de esta tesis de grado.*

*Al **Sr. Richard Wheeler** oriundo de Irlanda – Inglaterra, propietario de la “GRANJA CAPRINA SAN VICENTE”, persona de reconocida trayectoria en la Provincia de Imbabura por ser gestor de la creación de la ASOCIACION DE CAPRINOS DEL NORTE; a su vez por su valiosa colaboración y auspicio en el desarrollo de la fase experimental de esta investigación.*

*MARCIA PROAÑO / JUAN CARLOS GUAMÁN.*

## Contenido

|   |           |
|---|-----------|
| .....   | 1         |
| <b>1 GENERALIDADES.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>1.1. INTRODUCCION.....</b>   | <b>1</b>  |
| <b>1.2. JUSTIFICACIÓN .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>1.3. OBJETIVOS .....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>1.3.1. Objetivo General.....</b>   | <b>5</b>  |
| <b>1.3.2. Objetivos Específicos. ....</b>                                       | <b>5</b>  |
| <b>1.4. Hipótesis. ....</b>   | <b>6</b>  |
| <b>2 FUNDAMENTO TEÓRICO.....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>2.1. LA CABRA. ....</b>  | <b>7</b>  |
| <b>2.1.1. Descripción. ....</b>   | <b>7</b>  |
| <b>2.1.2. Clasificación científica.....</b>                                     | <b>7</b>  |
| <b>2.1.3. Origen y características de la Cabra saanen. ....</b>                 | <b>7</b>  |
| <b>2.1.4. La Cabra saanen. ....</b>   | <b>8</b>  |
| <b>2.1.5. Aptitud de la Cabra saanen.....</b>                                   | <b>9</b>  |
| <b>2.1.6 Necesidades nutricionales.....</b>                                     | <b>10</b> |
| <b>2.1.7 Instalaciones.....</b>   | <b>11</b> |
| <b>2.1.8 Explotación Caprina.....</b>   | <b>12</b> |
| <b>2.2 LA LECHE. ....</b>   | <b>13</b> |
| <b>2.2.1 Definición leche de cabra.....</b>                                     | <b>13</b> |
| <b>2.2.2 Propiedades químicas de la leche de cabra.....</b>                     | <b>14</b> |
| <b>2.2.3 Ventajas de la leche de cabra. ....</b>                                | <b>18</b> |
| <b>2.2.4 Beneficios nutricionales de la leche de cabra.....</b>                 | <b>21</b> |
| <b>2.2.5 Aspectos importantes: consumo de leche de vaca o cabra. ....</b>       | <b>22</b> |
| <b>2.2.6 Composición e influencia: leche de cabra sobre sus derivados. ....</b> | <b>23</b> |
| <b>2.3 EL YOGURT. ....</b>  | <b>24</b> |
| <b>2.3.1 Definición. ....</b>   | <b>24</b> |
| <b>2.3.2 Historia del yogurt. ....</b>  | <b>25</b> |
| <b>2.3.3 Tipos de yogurt.....</b>   | <b>27</b> |
| <b>2.3.4 Beneficios del yogurt.....</b>   | <b>28</b> |
| <b>2.3.5 Beneficios nutricionales del yogurt.....</b>                           | <b>29</b> |
| <b>2.3.6 Comparación nutricional yogurt entero de cabra y vaca.....</b>         | <b>29</b> |
| <b>2.4 BACTERIAS O FERMENTOS DEL YOGURT.....</b>                                | <b>30</b> |
| <b>2.4.1 Generalidades e Historia. ....</b>                                     | <b>30</b> |
| <b>2.4.2 Tipos de fermentos. ....</b>   | <b>31</b> |
| <b>2.4.3 Beneficios de los fermentos.....</b>                                   | <b>31</b> |
| <b>2.4.4 Producción del fermento lácteo.....</b>                                | <b>33</b> |
| <b>2.4.5 Diagrama de flujo elaboración de yogurt con leche de vaca. ....</b>    | <b>34</b> |
| <b>2.4.6 Análisis del Diagrama de Flujo yogurt leche de vaca. ....</b>          | <b>35</b> |
| <b>3 MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>  | <b>39</b> |
| <b>3.1 MATERIALES.....</b>  | <b>39</b> |
| <b>3.1.1 Materia Prima e insumos.....</b>                                       | <b>39</b> |
| <b>3.2 Instrumentos y Equipos. ....</b>   | <b>39</b> |
| <b>3.3 MÉTODOS.....</b>   | <b>40</b> |
| <b>3.3.1 Localización del Experimento.....</b>                                  | <b>40</b> |
| <b>3.3.2 Factores en estudio.....</b>   | <b>41</b> |
| <b>3.3.3 Tratamientos.....</b>  | <b>41</b> |

|           |   |     |
|-----------|---|-----|
| 3.3.4     | <b>Diseño experimental.</b>   | 41  |
| 3.3.5     | <b>Análisis Estadístico.</b>  | 42  |
| 3.3.6     | <b>Análisis funcional.</b>  | 42  |
| 3.3.7     | <b>Métodos de evaluación.</b>   | 44  |
| 3.3.8     | <b>Manejo específico del experimento.</b>   | 57  |
| 3.2.9.    | <b>Proceso tecnológico para la elaboración yogurt leche cabra.</b>  | 58  |
| <b>4</b>  | <b>RESULTADOS Y DISCUSIONES.</b>  | 64  |
| 4.1       | <b>Caracterización de la materia prima leche de cabra.</b>  | 64  |
| 4.2       | <b>Análisis de variables cuantitativas.</b>   | 65  |
| 4.2.1     | <b>Análisis estadístico para la variable acidez durante y después del proceso de elaboración de yogurt de leche de cabra saanen.</b>      | 65  |
| 4.2.2     | <b>Análisis estadístico para la Variable Tiempo de fermentación durante el proceso de elaboración de yogurt de leche de cabra saanen.</b> | 69  |
| 4.2.3     | <b>Análisis estadístico Variable Viscosidad del yogurt de leche de cabra saanen a 10 día de elaboración.</b>                              | 71  |
| 4.2.4     | <b>Análisis estadístico de la Variable Grasa del yogurt de leche de cabra saanen.</b>   | 74  |
| 4.2.5     | <b>Análisis estadístico de la variable Sólidos Totales del yogurt de leche de cabra saanen.</b>   | 74  |
| 4.2.6     | <b>Análisis estadístico Variable Sinéresis del yogurt de leche de cabra saanen a 10 días de elaboración.</b>                              | 77  |
|           | <b>Análisis estadístico variable Sinéresis a 20 días de elaboración.</b>  | 80  |
| 4.2.7     | <b>Análisis estadístico Variable Rendimiento (%).</b>   | 82  |
| 4.2.8     | <b>Análisis Tiempo de Vida Útil yogurt de leche de cabra saanen</b>   | 83  |
| 4.3       | <b>Análisis de Variables Cualitativas.</b>  | 85  |
| 4.3.1     | <b>Evaluación sensorial de la variable Color del yogurt de leche de cabra saanen.</b>   | 86  |
| 4.3.2     | <b>Evaluación sensorial de la variable Aroma del yogurt de leche de cabra saanen.</b>   | 87  |
| 4.3.3     | <b>Evaluación sensorial de la variable Sabor del yogurt de leche de cabra saanen.</b>   | 88  |
| 4.3.4     | <b>Evaluación sensorial de la variable Consistencia del yogurt de leche de cabra saanen.</b>  | 90  |
| 4.3.5     | <b>Evaluación sensorial de la variable Aceptabilidad del yogurt de leche de cabra saanen.</b>   | 91  |
| 4.3.6     | <b>Análisis de los resultados variables cualitativas.</b>   | 92  |
| 4.3.7     | <b>Análisis del Rendimiento de yogurt de leche de cabra saanen.</b>   | 94  |
| 4.3.8     | <b>Costo de producción yogurt de leche de cabra.</b>  | 96  |
| <b>5</b>  | <b>CONCLUSIONES.</b>  | 97  |
| <b>6</b>  | <b>RECOMENDACIONES.</b>   | 98  |
| <b>7</b>  | <b>RESUMEN EJECUTIVO.</b>   | 99  |
| <b>8</b>  | <b>BIBLIOGRAFIA.</b>  | 101 |
| <b>9.</b> | <b>ANEXOS.</b>  | 103 |

## INDICE DE FOTOS.

|   |    |
|---|----|
| FOTO 1 Propietario con cabras anglo-nubian productoras de leche en las calles de la ciudad de Ibarra- Ecuador, 2011 febrero 10..... | 2  |
| FOTO 2 Población infantil vulnerable por productos sustitutos en la ciudad de Ibarra - Ecuador. 2011 marzo 14. ....                 | 2  |
| FOTO 3. Manejo de ganado caprino Granja San Vicente. Ibarra-Ecuador, 2011 marzo 14. ....  | 3  |
| FOTO 4. Establo, Granja Caprina San Vicente muestra instalaciones y comederos. Ibarra-Ecuador, 2011 marzo 14. ....                  | 3  |
| FOTO 5. Cabrito macho F2, de 6 meses de edad. Granja Caprina San Vicente. Ibarra-Ecuador, 2011 marzo 03. ....                       | 8  |
| FOTO 6. Cabra macho (Manolo, edad 3 años) de raza saanen importado, Granja San Vicente. Ibarra-Ecuador, 2011 febrero 14.....        | 8  |
| FOTO 7. Integración del género femenino en manejo del hato caprino, Granja San Vicente. Ibarra-Ecuador, 2011 marzo 14. ....         | 10 |
| FOTO 8. Pastoreo controlado, Granja Caprina San Vicente. Ibarra-Ecuador, 2011 marzo 14. ....  | 10 |
| FOTO 9. Viscosímetro armado, laboratorio PUCEI-SI. Ibarra-Ecuador, 2011 enero 25. 54  |    |
| FOTO 10. Viscosímetro determinando viscosidad en muestra de yogurt de leche de cabra saanen. Ibarra-Ecuador, 2011 enero 26.....     | 54 |

## INDICE DE CUADROS.

|  |    |
|--|----|
| CUADRO 1. Espacio requerido en establo por estado fisiológico de la cabra.....               | 12 |
| CUADRO 2. Propiedades químicas de la leche de vaca y cabra en 100 ml de leche .....          | 14 |
| CUADRO 3. Ácidos grasos saturados, insaturados de leche de cabra (100 ml).....               | 15 |
| CUADRO 4. Tipos de caseína en la leche de cabra y vaca (%). ....                             | 16 |
| CUADRO 5. Componentes mayoritarios: tres especies de animales (100ml de leche)....           | 17 |
| CUADRO 6. Composición de la grasa de leche de cabra. (g/100ml de leche).....                 | 20 |
| CUADRO 7. Composición yogurt de cabra y vaca. (100ml). ....                                  | 29 |
| CUADRO 8. Ubicación de la investigación. ....  | 40 |
| CUADRO 9. Resumen de tratamientos y factores.....  | 41 |
| CUADRO 10. Esquema del Adeva. ....   | 42 |
| CUADRO 11. Variables paramétricas y Métodos de evaluación (MP).....                          | 45 |
| CUADRO 12. Variables paramétricas y Métodos de evaluación en el proceso. ....                | 50 |
| CUADRO 13. Variables paramétricas y No paramétricas en (PT).....                             | 51 |
| CUADRO 14. Caracterización de leche de cabra saanen. ....                                    | 58 |
| CUADRO 15. Datos promediados de los parámetros de la leche de cabra saanen semanalmente..... | 64 |
| CUADRO 16. Acidez de la leche inoculada a dos horas de proceso (°Dornic). ....               | 65 |
| CUADRO 17. Acidez del yogurt de leche de cabra a 10 días de elaboración(°Dornic). ..         | 65 |

|   |    |
|---|----|
| CUADRO 18. Adeva para la variable Acidez de leche inoculada a 2, 2,5 horas durante el proceso; a 3 horas y 10 días de elaboración del yogurt.....                   | 66 |
| CUADRO 19. Acidez del yogurt de leche de cabra saanen a 20 días de elaboración (° Dornic).....  | 66 |
| CUADRO 20. Análisis de la Varianza de la Acidez del yogurt de leche de cabra saanen a 20 días de elaboración.....   | 67 |
| CUADRO 21. Prueba de Tukey al 5% para la variable Acidez del yogurt de leche de cabra a 20 días de elaboración. ....  | 67 |
| CUADRO 22. Prueba DMS para el factor A (tipos de fermentos) de la variable Acidez del yogurt de la leche de cabra saanen a 20 días de elaboración. ....             | 68 |
| CUADRO 23. Prueba DMS para el factor B (% de concentración de fermento) de la variable Acidez del yogurt de la leche de cabra saanen a 20 días de elaboración. .... | 68 |
| CUADRO 24. Tiempo de fermentación del yogurt de leche de cabra saanen (horas).....  | 70 |
| CUADRO 25. Adeva de la variable tiempo de fermentación durante el proceso.....  | 70 |
| CUADRO 26. Viscosidad del yogurt de leche de cabra saanen a 10 días de elaboración (centipoise).....  | 71 |
| CUADRO 27. Adeva de la variable Viscosidad del yogurt de leche de cabra saanen a 1 día de elaboración (centipoise). ....  | 71 |
| CUADRO 28. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable Viscosidad del yogurt de leche de cabra saanen a 1 día de elaboración.....                        | 72 |
| CUADRO 29. Prueba DMS para el factor A (tipos de fermentos) de la variable Viscosidad del yogurt de leche de cabra saanen a 1 día de elaboración. ....              | 72 |
| CUADRO 30. Prueba DMS para el factor B (% de concentración de fermentos de la variable Viscosidad del yogurt de leche de cabra a 1 día de elaboración. ....         | 73 |
| CUADRO 31. Variable Grasa del yogurt de leche de cabra saanen. ....   | 74 |
| CUADRO 32. Adeva de la Variable Grasa del yogurt de leche de cabra saanen. ....   | 74 |
| CUADRO 33. Variable Sólidos Totales del yogurt de leche de cabra saanen.....  | 75 |
| CUADRO 34. Adeva de la variable Sólidos Totales del yogurt de leche de cabra saanen. ....   | 75 |
| CUADRO 35. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable Sólidos Totales en el yogurt de leche de cabra saanen.....  | 75 |
| CUADRO 36. Prueba DMS para el factor B (concentración de fermentos) de la variable Sólidos Totales en el yogurt de leche de cabra saanen. ....                      | 76 |
| CUADRO 37. Variable Sinéresis del yogurt de leche de cabra saanen. ....   | 77 |
| CUADRO 38. Adeva de la variable Sinéresis a 10 días de elaboración. ....  | 77 |
| CUADRO 39. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable Sinéresis a los 10 días de elaboración.....   | 78 |
| CUADRO 40. Prueba DMS para el factor A (tipos de fermentos) para la variable sinéresis a 10 días de elaboración. ....   | 78 |
| CUADRO 41: Prueba DMS. Factor B (% de concentración) variables Sinéresis a 10 días. ....  | 78 |
| CUADRO 42: Variable Sinéresis del yogurt de leche de cabra saanen a 20 días.....  | 80 |
| CUADRO 43: Adeva de la variable Sinéresis a 20 días de elaboración.....   | 80 |
| CUADRO 44: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos variable Sinéresis a 20 días. ..  | 81 |

|   |    |
|---|----|
| CUADRO 45: Prueba de DMS Factor B (concentración fermento) variable Sinéresis a 20 días.....  | 81 |
| CUADRO 46: Variable Rendimiento del Yogurt de leche de cabra saanen.....  | 82 |
| CUADRO 47: Adeva de la variable Rendimiento.....  | 83 |
| CUADRO 48: Variable Tiempo de Vida Útil del yogurt de leche de cabra saanen.....  | 83 |
| CUADRO 49: Adeva de la variable Tiempo de Vida Útil del yogurt de leche de cabra saanen.....  | 83 |
| CUADRO 50: Prueba de Tukey al 5% para la variable Tiempo de Vida Útil para el yogurt de leche de cabra saanen.....                      | 84 |
| CUADRO 51: Prueba DMS para el factor A (tipos de fermentos) de la variable Tiempo de Vida Útil del yogurt de leche de cabra saanen..... | 84 |
| CUADRO 52: Datos ranqueados de la valoración del Color del yogurt de leche de cabra saanen.....   | 86 |
| CUADRO 53: Datos ranqueados de la valoración del Aroma del yogurt de leche de cabra saanen.....   | 87 |
| CUADRO 54: Datos ranqueados de la valoración del Sabor del yogurt de leche de cabra saanen.....   | 88 |
| CUADRO 55: Datos ranqueados de la valoración de la variable Consistencia del yogurt de leche de cabra saanen.....                       | 90 |
| CUADRO 56: Datos ranqueados de la valoración de la variable Aceptabilidad del yogurt de leche de cabra saanen.....                      | 91 |
| CUADRO 57: Cuadro de medias Variables Cualitativas.....   | 92 |
| CUADRO 58: Cuadro de resumen Variables Cualitativas.....  | 93 |
| CUADRO 59: Costo de Producción yogurt de leche de cabra saanen.....   | 96 |

## **GLOSARIO**

**ALERGIA.** Biol. Conjunto de fenómenos de carácter respiratorio, nervioso o eruptivo, producidos por la absorción de ciertas sustancias que dan al organismo una sensibilidad especial ante una nueva acción de tales sustancias aun en cantidades mínimas.

**ALÉRGENO.** Sustancia que, al introducirse en el organismo, lo sensibiliza para la aparición de los fenómenos de la alergia.

**AMINOÁCIDO.** Quím. Sustancia química orgánica en cuya composición molecular entran un grupo amino y otro carboxilo. 20 de tales sustancias son los componentes fundamentales de las proteínas.

**ÁCIDO GRASO.** Quím. Cada uno de los ácidos orgánicos mono-carboxílicos, con número elevado de átomos de carbono. Combinados con glicerina forman las grasas.

**ÁCIDO LÁCTICO.** Quím. Líquido incoloro, viscoso, que se obtiene por fermentación de azúcares, especialmente de los de la leche, por acción de los bacilos lácticos.

**ACIDEZ.** Quím. Exceso de iones de hidrógeno en una disolución acuosa, en relación con los que existen en el agua pura. Cualidad de ácido, sabor agraz queda en la boca.

**ANÁLISIS FACTORIAL.** Estad. Método estadístico usado para cuantificar la importancia de cada uno de los factores actuantes en un fenómeno.

**BACTERIÓFAGO.** Biol. Virus que infecta las bacterias.

**BÍFIDO** (Del lat. *bifidus*, partido en dos). adj. Biol. Que está hendido en dos partes.

**BOVINO.** Mamífero rumiante, de cuernos, el hocico ancho y piel lisa desnudo y la cola larga con un mechón en el extremo. Son animales de gran talla y están reducidos a domesticidad.

**CABRA.** (Del lat. *Capra*). Mamífero rumiante doméstico, como de un metro de altura, ligero, esbelto, con pelo corto, áspero y a menudo rojizo, cuernos huecos, grandes, esquinados, nudosos y vueltos hacia atrás, un mechón de pelos largos colgante de la mandíbula inferior y cola muy corta. Hembra de esta especie, algo más pequeña que el macho y a veces sin cuernos.

CABRADA, CABRÍO. Rebaño de cabras.

CABRERIZO. Chozas en que se guarda el hato y en que se recogen de noche, situada en la inmediación de los corrales donde se guardan las cabras.

CABRINA. Piel de cabra.

CABRITO. Cría de la cabra desde que nace hasta que deja de mamar.

CARACTERIZAR. Determinar los atributos peculiares de alguien o de algo, de modo que claramente se distinga de los demás.

CARACTERÍSTICO. Dicho de una cualidad: Que da carácter o sirve para distinguir a algo de sus semejantes.

CEPAS. Biol. Grupo de organismos emparentados, como las bacterias, los hongos o los virus, cuya ascendencia común es conocida.

COÁGULO. Grumo extraído de un líquido coagulado, o masa coagulada.

CASEÍNA. Quím. Proteína de la leche, rica en fósforo, que, junto con otros componentes de ella, forma la cuajada.

DENSIDAD. Cualidad de denso. Fís. Magnitud que expresa la relación entre la masa y el volumen de un cuerpo. Su unidad en S.I. es el kilogramo por metro cúbico (kg/m<sup>3</sup>).

DENSO, SA. Compacto, apretado, espeso.

ESTABULAR. Meter y guardar ganado en establos.

ENZIMA. Bioquím. Proteína que cataliza específicamente cada una de las reacciones bioquímicas del metabolismo.

FLOCULACIÓN. Quím. Agregación de partículas sólidas en una dispersión coloidal, en general por la adición de algún agente.

FLÓCULO. Quím. Grumo que aparece en una floculación.

GEL. Estado que adopta una materia en dispersión coloidal cuando flocula o se coagula.

GRASA. Bioquím. Nombre genérico de sustancias orgánicas, muy difundidas en ciertos tejidos de plantas y animales, que están formadas por la combinación de ácidos grasos con la glicerina.

HATERIA. Hacienda de campo destinada a la cría de toda clase de ganado; en porción de ganado mayor o menor. (HATO)

**HOMOGENEIZACIÓN.** Tratamiento al que son sometidos algunos líquidos, especialmente la leche, para evitar la separación de sus componentes.

**INFLEXIÓN.** Geom. Punto de una curva en que cambia de sentido su curvatura.

**INOCULAR.** Med. Introducir en un organismo una sustancia que contiene m/o.

**INÓCULO.** Med. Pequeña cantidad de la sustancia que se inocula.

**INTERFERÓN.** Bioquím. Glicoproteína sintetizada por células infectadas por virus, que inhibe la multiplicación de estos.

**KÉFIR.** Leche fermentada artificialmente y que contiene ácido láctico, alcohol y ácido carbónico.

**LACTOMETRO.** Termo lactodensímetro. Instrumento para medir la densidad y la temperatura de la leche.

**LIOFILIZAR.** Separar el agua de una sustancia, o de una disolución, mediante congelación y posterior sublimación a presión reducida del hielo formado, para dar lugar a un material esponjoso que se disuelve posteriormente con facilidad. Se utiliza en la deshidratación de los alimentos y materiales biológicos sensibles al calor (fermentos).

**METABOLISMO BASAL.** Biol. Conjunto de reacciones químicas que efectúan constantemente las células de los seres vivos con el fin de sintetizar sustancias complejas a partir de otras más simples, o degradar aquellas para obtener estas, en un organismo en reposo y en ayunas.

**MICRÓN.** Medida de longitud, equivale a la millonésima ( $10^{-6}$ ) parte del metro.

**MUESTRA.** Parte o porción extraída de un conjunto por métodos que permiten considerarla como representativa de él.

**NANÓMETRO.** Medida de longitud, equivale a la milmillonésima ( $10^{-9}$ ) parte del metro.

**OSTEOPOROSIS.** Med. Fragilidad de los huesos producida por una menor cantidad de sus componentes minerales, lo que disminuye su densidad.

**OSTEOMALACIA.** Med. Proceso que consiste en el reblandecimiento de los huesos por la pérdida de sus sales calcáreas.

**PASTEURIZAR.** Elevar la temperatura de un alimento líquido a un nivel inferior al de su punto de ebullición durante un corto tiempo, enfriándolo después

rápidamente, con el fin de destruir los microorganismos sin alterar la composición y cualidades del líquido.

**PROTEÍNA.** Es un biopolímero formado por una o varias cadenas de aminoácidos, fundamental en la constitución y funcionamiento de la materia viva, como las enzimas, las hormonas, los anticuerpos, etc.

**SALMONELLA.** (De género de bacterias). Biol. Bacteria anaerobia que contamina los alimentos, produciendo trastornos intestinales.

**SIMBIOSIS.** (Del gr. medios de subsistencia). Biol. Asociación de individuos o m/o de diferentes especies, sobre todo si los simbiosistas sacan provecho de la vida en común.

**SUERO.** Parte que permanece líquida al coagularse la leche.

**VARIABLE ESTADÍSTICA.** f. Mat. Magnitud cuyos valores están determinados por las leyes de probabilidad, como los puntos resultantes de la tirada de un dado.

**VARIANZA.** f. Estad. Media de las desviaciones cuadráticas de una variable aleatoria, referidas al valor medio de esta.

**VISCOSIDAD.** Mec. Propiedad de los fluidos que caracteriza su resistencia a fluir, debida al rozamiento entre sus moléculas. Cualidad de viscoso, pegajoso o glutinoso.

**VITAMINAS.** (Del lat. vita, vida). Cada una de las sustancias orgánicas que existen en los alimentos y que, en cantidades pequeñísimas, son necesarias para el perfecto equilibrio de las diferentes funciones vitales.

**YOGUR.** (Del turco yoğurt). Variedad de leche fermentada, que se prepara reduciéndola por evaporación a la mitad de su volumen y sometiéndola después a la acción de un fermento denominado maya.

## 1 GENERALIDADES.

### 1.1.INTRODUCCION.

Más de un 15% de la población femenina en edad reproductiva entre los 15 y 40 años a nivel mundial, presenta osteopenia y osteoporosis, una de las causas principales es una ingesta inadecuada de calcio en la niñez, embarazo y la lactancia. La fuente natural de calcio es la leche y sus derivados, pero el 18% de las personas sufren de intolerancia a la lactosa de la leche de vaca y el tiempo que tarda en digerirse en el organismo, son razones por las que no la consumen.

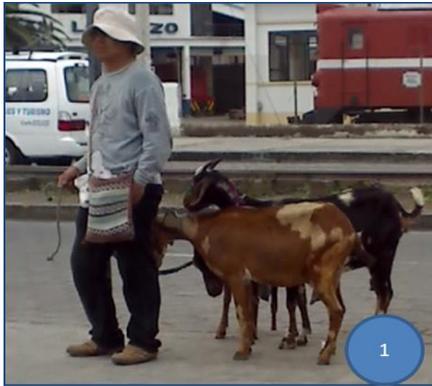
La leche más conocida, consumida y empleada de manera industrial es la de vaca; sin embargo en los últimos años se ha evidenciado un incremento significativo en la instalación y manejo de granjas caprinas dedicadas a la explotación lechera en la provincia de Imbabura; hoy existe la organización ASOCAPRINOR que agrupa a pequeños productores.

Según el proyecto Sica-BM7MAG-Ecuador (2002), las Unidades de Producción Agropecuarias (UPAs) entre 10 a 20 hectáreas en Imbabura se ha determinado que 1.030 UPAs (5.657 has) es de pastos naturales, mismos que son utilizados para crianza de ganado entre ellos las especies menores como el caprino. Las unidades caprinas contabilizadas en **733 UPAs suman 6.325**, de acuerdo al censo agropecuario realizado en el Ecuador en el año 2002.

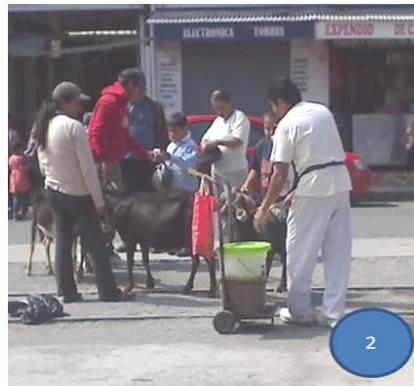
Los pequeños productores de hatos caprinos cuyo propósito es obtener leche de cabra, están ubicados en las zonas periféricas de las ciudades (Mira, Ibarra, Quito, Latacunga, Ambato) su manejo es empírico, sus prácticas de ordeño lo realizan en condiciones antihigiénicas, además este producto es comercializado en las calles de las mismas ciudades, de manera informal, sin darle ningún valor agregado o garantías de sanidad del alimento (leche) para el consumo humano.

La población infantil se encuentra en condiciones de vulnerabilidad por la presencia de productos sustitutos de venta libre en las calles de la ciudad de Ibarra

como los jugos o refrescos que compiten con la leche de cabra también comercializada de manera informal.



**FOTO 1** Propietario con cabras anglo-nubian productoras de leche en las calles de la ciudad de Ibarra-Ecuador, 2011 febrero 10.



**FOTO 2** Población infantil vulnerable por productos sustitutos en la ciudad de Ibarra - Ecuador. 2011 marzo 14.

Es así como se evidencia la escasa tecnología en la producción, procesamiento y comercialización de esta materia prima, por parte de los productores en Imbabura y el resto de provincias del país, repercutiendo de este modo en la credibilidad de los consumidores y la ausencia de productos procesados de leche de cabra en las perchas de los centros de comercialización del país.

## **1.2. JUSTIFICACIÓN**

El manejo caprino es una alternativa innovadora de producción semiestabulada, que se desarrolla optimizando recursos como el agua, el espacio físico, la mano de obra, infraestructura y sistema de alimentación; en el cuidado del hato caprino se puede integrar al género femenino de cualquier edad.

En una hectárea, en condición semiestabulada se puede manejar 7,5 unidades caprinas; para que una explotación lechera sea considerada como una actividad rentable debe existir como mínimo 75 unidades caprinas; además presta las condiciones de garantizar la sanidad y el valor nutricional de este preciado alimento apto para el consumo humano.



**FOTO 3. Manejo de ganado caprino Granja San Vicente. Ibarra-Ecuador, 2011 marzo 14.**



**FOTO 4. Establo, Granja Caprina San Vicente muestra instalaciones y comederos. Ibarra-Ecuador, 2011 marzo 14.**

Por otra parte, Fomento Ganadero del MAGAP, propuso proyectos conjuntos entre productores e industriales de la leche para incrementar el consumo per cápita de leche bovina en Ecuador que son 85 litros anuales por habitante, para superar el valor establecido a nivel promedio mundial, que oscila entre los 120 litros de leche anuales por habitante.

[Página Web en línea](Disponible en:

<http://quito.ciudadenfamilia.com/233/1-de-junio-tambien-dia-de-la-leche>)

[Consulta: 2011, abril 10]

En el Ecuador existe una buena demanda de productos lácteos, en especial los fermentados como es el caso del Yogurt; alimento de principal importancia en la dieta de niños, mujeres embarazadas o en etapa de lactancia y adultos mayores. Su importancia radica en sus características nutricionales que contribuyen a preservar y mejorar la salud del cuerpo humano.

Un estudio de penetración de consumo, elaborado por la empresa Servicios de Marketing en 14 ciudades del Ecuador en hogares de diferentes estratos sociales, determina que, en el 69 % de los hogares encuestados existe en el refrigerador por lo menos un envase de yogurt. [Página Web en línea] (Disponible en: <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/-144997.html>) [Consulta: 2011, abril 10]

Este gran alimento se elabora usualmente con leche de vaca, sin embargo para el presente estudio se consideró la leche de cabra saanen, como alternativa de producción de yogurt por las bondades que presenta al poseer un buen contenido de proteínas, grasa, minerales como el calcio, potasio, fósforo y fosfatos además de vitamina A.

Esta investigación permitió examinar una opción de producción de alimentos sanos e inoocuos, que sean fuentes de calcio, dando valor agregado a la leche de cabra saanen, por medio de la elaboración de yogurt tipo II conforme lo establece la norma INEN 2 395:2006-03 Leches fermentadas: Requisitos; aplicados a leche de vaca; reforzando de este modo la dieta diaria, en especial de la población femenina en edad fértil, y de aquellas personas que por razones de salud, síndrome de mala absorción o intolerantes a la lactosa pueden consumirlo sin mayor dificultad.

El desarrollo de esta investigación permitió prolongar la vida útil de la leche de cabra saanen, mediante la elaboración de yogurt tipo II; incrementando la posibilidad de colocar este producto en los stands de los principales supermercados de las distintas ciudades del país, como alternativa de nutrición sana y de calidad para el consumidor final, aportando técnicamente al desarrollo de la Agroindustria Rural (AIR.) y a la Seguridad Alimentaria (SA.) en el Ecuador.

Al mismo tiempo, permitió generar un registro de caracterización de leche de cabra saanen, de la Granja Caprina San Vicente de la Parroquia San Antonio de la Ciudad de Ibarra.

### **1.3.OBJETIVOS**

#### **1.3.1. Objetivo General.**

- Determinar la incidencia de dos tipos de fermentos comerciales en la elaboración de yogurt tipo II empleando leche de cabra *Capra saanen*.

#### **1.3.2. Objetivos Específicos.**

- Determinar las características fisicoquímicas de la leche de cabra saanen.
- Establecer los parámetros de proceso para la obtención de yogurt tipo II utilizando leche de cabra saanen, y dos fermentos comerciales.
- Evaluar la calidad organoléptica del yogurt de leche de cabra saanen a todos los tratamientos.
- Analizar la calidad nutricional del yogurt de leche de cabra saanen al mejor tratamiento.
- Definir la calidad microbiológica del yogurt de leche de cabra saanen al mejor tratamiento.
- Establecer el tiempo de vida útil del producto final en stand al mejor tratamiento.

#### **1.4. Hipótesis.**

##### **Alternativa: H1**

Las dosis de fermentos comerciales empleadas, inciden en la elaboración y en la calidad del yogurt tipo II elaborado con leche de cabra saanen.

##### **Nula:**

Las dosis de fermentos comerciales empleadas, no inciden en la elaboración y en la calidad del yogurt tipo II elaborado con leche de cabra saanen.

## **2 FUNDAMENTO TEÓRICO.**

### **2.1. LA CABRA.**

#### **2.1.1. Descripción.**

La cabra es un mamífero rumiante doméstico, como de un metro de altura, ligero, esbelto, con pelo corto, áspero y a menudo rojizo, cuernos huecos, grandes, esquinados, nudosos y vueltos hacia atrás, un mechón de pelos largos colgante de la mandíbula inferior y cola muy corta. [Página Web en línea] (Disponible en: <http://www.abajarcolesterol.com/propiedades-de-la-leche-de-cabra-para-reducir-el-colesterol>) [Consulta: 2010, Agosto10].

#### **2.1.2. Clasificación científica.**

A continuación se detalla la clasificación científica de la Cabra saanen:

|            |              |
|------------|--------------|
| Reino      | Animalia     |
| Filo       | Chordata     |
| Clase      | Mammalia     |
| Orden      | Artiodactyla |
| Familia    | Bovidae      |
| Subfamilia | Caprinae     |
| Género     | Capra        |
| Especie    | C. saanen    |

Fuente: Sánchez, C. 2007. Ganado Caprino Crianza y Manejo. Ed. Repalme. Lima Perú. (pp. 12, 26).

#### **2.1.3. Origen y características de la Cabra saanen.**

El lugar de origen de esta cabra es el Valle de Saanen y Simental, Suiza; se caracteriza por su aptitud lechera. En zonas templadas y buen manejo, el promedio de producción es de 3 a 3,5 litros de leche/día; considerando que el periodo productivo es de 275 a 300 días, con un porcentaje promedio de grasa del 3,6 %.

Son de color blanco o crema de pelaje corto y fino, es una raza pacífica y tranquila, sensible al exceso de radiación solar y se desarrolla mejor en condiciones de clima frío; es de tamaño medio llegando a pesar 65 kilos.

Fuente: Sánchez, C. 2007. Ganado Caprino Crianza y Manejo. Ed. Repalme. Lima Perú. (pp. 12, 26). [Consulta: 2010, Febrero11]

#### **2.1.4. La Cabra saanen.**

Es una cabra originaria de las montañas suizas; se caracteriza por su excelente producción de leche; son de tamaño mediano con orejas cortas y rectas, los cuernos pueden o no estar presentes. Su color es blanco o crema. Se desarrollan mejor en climas fríos entre 10 y 16 °C, ya que son muy sensibles al calor; se considera que es la mejor raza en producción láctea.

En las granjas caprinas los machos son clasificados, seleccionados y registrados desde el primer día de su nacimiento, de acuerdo a sus características físicas y a la calidad de la genética, cada animal es identificado por un arete que contiene un código.



**FOTO 5. Cabrito macho F2, de 6 meses de edad. Granja Caprina San Vicente. Ibarra-Ecuador, 2011 marzo 03.**

**FOTO 6. Cabra macho (Manolo, edad 3 años) de raza saanen importado, Granja San Vicente. Ibarra-Ecuador, 2011 febrero 14.**

Esta raza es originaria, del valle de Saanen, desde 1893 se ha extendido por todo el mundo, y hoy en día puede considerarse la raza caprina lechera por excelencia; su explotación está muy orientada hacia rebaños relativamente numerosos y que poseen ordeñadora mecánica. Sus características son:

Animal de capa blanca, piel fina y mucosas rosadas, aunque pueden aparecer individuos con motas de color negro en ubres y orejas. Muy dóciles de carácter se adaptan muy bien a la estabulación; por su capa clara no soportan bien las radiaciones solares. Su tamaño es muy variable ya que en cada país se ha seleccionado de manera diferente, pero en general es un animal alto y pesado: de 70 a 90 cm., y entre 60 a 75 Kg.

Sus cabritos para carne presentan una masa ósea considerable respecto a la carne, aunque engordan bien. Su adaptación a la máquina de ordeño es muy alta debida a la conformación de su ubre lo que permite manejar numerosos animales en un mismo rebaño.

Su tasa de prolificidad se sitúa en 1,8 cabritos por parto, aunque este dato puede ser variable según la selección ejercida en la explotación; son animales de marcada estacionalidad sexual en los países con climas continentales.

[Página Web en línea] (Disponible en:

[http://cabralechera.com/index.php?id=1&principal\\_ajax\\_state=noticia\\_principal\\_ajax#id=1&principal\\_ajax\\_state=catalogo\\_completo](http://cabralechera.com/index.php?id=1&principal_ajax_state=noticia_principal_ajax#id=1&principal_ajax_state=catalogo_completo)) [Consultado: 2011, Enero 08]

#### **2.1.5. Aptitud de la Cabra saanen.**

La cabra saanen, se destaca por su adaptabilidad, docilidad y mansedumbre, lo que significa que pueden comer una amplia variedad de alimentos preferentemente vegetación leñosa (vainas, ramas de árboles y arbustos espinosos amargos); si el alimento es bueno, mayor será su producción lechera.

La capacidad de la cabra saanen, para consumir la mayor variedad y tipo de vegetación que normalmente no son consumidas por otros rumiantes y la mayor

eficiencia digestiva sobre forrajes de baja calidad son dos factores importantes que favorecen en la producción en áreas con baja disponibilidad de forraje.

Las cabras saanen poseen ventajas adicionales que deben ser mencionadas estas son: la adaptabilidad a variadas combinaciones de temperatura y humedad; la apacibilidad al manejo rutinario especialmente en el ordeño, que las hace muy idóneas para el manejo por mujeres, ancianos y niños.

Fuente: Sánchez, C. 2007. Ganado Caprino Crianza y Manejo. Ed. Repalme. Lima Perú. (pp. 30, 44).



**FOTO 7. Integración del género femenino en manejo del hato caprino, Granja San Vicente. Ibarra-Ecuador, 2011 marzo 14.**

**FOTO 8. Pastoreo controlado, Granja Caprina San Vicente. Ibarra-Ecuador, 2011 marzo 14.**

#### **2.1.6 Necesidades nutricionales.**

Los principales nutrientes a suministrar a la cabra lechera saanen son: **proteína, energía, vitaminas y minerales**; existen alimentos que ofrecen cada uno o varios de estos elementos pero en diferentes proporciones, por lo que es importante conocer el tipo de alimento a ofrecer para tratar de cubrir sus necesidades. La cabra tiene particularidades en el gasto de energía debido a las largas caminatas, el ejercicio, el juego, etc.

Las necesidades nutricionales son más altas durante su crecimiento, final de gestación y al principio de la lactancia. Cuando existe deficiencia de energía, hay retardo en el crecimiento, pérdida de peso, baja fertilidad, disminución de leche,

se reducen los períodos de lactancia, disminuye la cantidad y calidad del pelaje. Del mismo modo, la resistencia a parásitos y otras enfermedades es menor, por lo que es necesario realizar prácticas suplementarias para cubrir sus diferentes demandas de nutrientes.

La cabra es selectiva en sus alimentos, prefiriendo sabores amargos, salados y ácidos. No se desarrollan bien con un solo tipo de alimento. Los principales alimentos para las cabras son los pastos, forrajes verdes, secos, ensilados, granos y concentrados. Los concentrados en la alimentación de cabras no son muy aceptables; se recomienda usarlo en bajas cantidades para evitar problemas de digestión, además de ser antieconómico.

La utilización de pastos y leguminosas o la combinación de ambas en praderas irrigadas, son una excelente opción de alimentación que permite intensificar el nivel de producción. Existen especies forrajeras con posibilidades de establecerse en apoyo a la caprino-cultura, destacándose el Rye-Grass, Trébol, Avena, Bermuda, Guinea Tanzania, Taiwán y Buffel entre otros.

#### **2.1.7 Instalaciones.**

Las instalaciones para el alojamiento y manejo de caprinos deben ser construidas con materiales de la región con la finalidad de no elevar el costo, pero sí buscando que sean lo más funcionales y cómodas posibles para el manejo de las cabras. Los bebederos (con o sin flotador) y comederos pueden ser piletas de concreto o de lámina galvanizada. La base para un comedero o bebedero es muy importante, ya que evita que las cabras la muevan de lugar o desperdicien agua y alimento.

En el caso de los saladeros, es recomendable no ubicarlos en el piso, ya que es frecuente que la sal mineral se contamine con excretas y orina, favoreciendo de igual forma la transmisión de enfermedades.

Las características mínimas requeridas necesarias en un buen corral de alojamiento son:

Comodidad a las cabras (espacio vital suficiente).

Facilidad de entrada y salida de animales a pastoreo para evitar atropellamiento.

Con declive y drenaje adecuado para su limpieza (tractor, carretilla, etc).

Ubicación alejada de otras instalaciones o viviendas (enfermedades).

Que exista la continua disponibilidad de agua (evitar días enteros sin agua).

Ubicación adecuada en función a la dirección correcta con respecto a los vientos y recorrido del sol (polvo, olores, etc).

Además de la funcionalidad y ubicación, es importante respetar el espacio vital en piso, bebedero y comedero, ya que la restricción puede limitar el acceso y consumo de alimento, agua y minerales que suponemos estamos ofreciendo. Cada corral debe de contar con su respectivo comedero, bebedero, saladero, zona de sombra y pasillo de alimentación como se muestra en el siguiente cuadro:

**CUADRO 1. Espacio requerido en establo por estado fisiológico de la cabra**

| <b>PERÍODO DE ANIMAL</b> | <b>ESPACIO POR ANIMAL (m<sup>2</sup>)</b> | <b>ALTURA (m)</b> | <b>DIMENCIÓN COMEDERO (cm)</b> | <b>ALTURA PISO (cm)</b> |
|--------------------------|---|-------------------|--------------------------------|-------------------------|
| Destete                  | 1,5 - 2,5                                 | 2,5 - 3,0         | 25x40x20                       | 20,0                    |
| Secas                    | 1,5 - 2,5                                 | 2,5 - 3,0         | 35x60x20                       | 25,0                    |
| con cría                 | 1,8 - 2,8                                 | 2,5 - 3,0         | 40x60x20                       | 25,0                    |
| En servicio              | 1,5 - 2,5                                 | 2,5 - 3,0         | 35x60x20                       | 25,0                    |
| Productoras              | 1,5 - 2,5                                 | 2,5 - 3,0         | 35x60x20                       | 25,0                    |
| Sementales               | 3,0 - 5,0                                 | 2,5 - 3,0         | 40x60x20                       | 30,0                    |

En caso de que el sistema de producción (extensivo, intensivo o semi-intensivo), requiera de estabulación, es necesaria la lotificación de cabras para ofrecer una adecuada alimentación de acuerdo a la etapa fisiológica y edad de las cabras.

[Página Web en línea] (Disponible en:

[http://www.oeidrusbcs.gob.mx/Info\\_dependencias/INIFAP/Publicaciones\\_archivos/Folleto\\_Nutricion\\_caprinos.pdf](http://www.oeidrusbcs.gob.mx/Info_dependencias/INIFAP/Publicaciones_archivos/Folleto_Nutricion_caprinos.pdf)) [Consultado: 2011, Febrero 08]

### **2.1.8 Explotación Caprina.**

La explotación semiestabulada de cabra lechera saanen, por cada hectárea de pasto se pueden mantener 7,5 cabras; una granja caprina es rentable si existen 75 unidades caprinas productoras de leche de cabra, el 20% son cabras secas, además el 20 % son hembras gestantes, el 60% restante corresponde a cabras saanen en producción lechera, en donde cada hembra produce en promedio 2,5 litros/día.

Un cabro macho saanen reproductor de pedigrí oscila entre 900 y 1000 usd americanos; la cabra saanen hembra F2 (segunda generación) oscila entre 180 y 400 dólares americanos, esto depende de la genética y la edad de cada animal.

**FUENTE:** Granja Caprina San Vicente.

## **2.2 LA LECHE.**

### **2.2.1 Definición leche de cabra.**

Por definición, se establece que la leche es un líquido, segregado por las glándulas mamarias de hembras (Capra saanen), sanas bien alimentadas, sin calostro, de composición compleja, color blanco, de sabor ligeramente dulce y de pH casi neutro (Santos, 1987).

La leche de cabra, está compuesta fundamentalmente por agua, tiene un bajo **aporte calórico**, debido a la cantidad de hidratos de carbono y grasas que contiene, aporta proteínas de muy buena calidad. En cuanto a vitaminas y minerales, la leche de cabra destaca en calcio y vitamina D. Es más sabrosa y algo más dulce, debido a que su sabor es más fuerte que de la leche de vaca, su aceptación es relativamente menor.

La leche de cabra es más blanca que la de vaca, esta blancura de la leche de cabra y de los quesos que con ella se elaboran se debe a la ausencia de caroteno, que es un pigmento vegetal que confiere un color anaranjado o amarillento en algunos alimentos, como por ejemplo la zanahoria. Los carotenos, pasan por la alimentación del animal a la leche, la leche de vaca al contener carotenos, tiene un color amarillento. En cambio en la leche de cabra, estos pigmentos se transforman en vitamina A, que es incolora, y no le confiere ninguna tonalidad.

[Página Web en línea] (Disponible en:

<http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/leche-y-derivados/2006/02/02/149053.php>) [Consultado: 2010, Agosto 08]

### 2.2.2 Propiedades químicas de la leche de cabra.

La composición química de la leche de cabra se encuentra a continuación en el cuadro 2, puede haber variaciones significativas en algunos componentes, esto se debe a la genética y a la alimentación de las vacas y cabras.

**CUADRO 2. Propiedades químicas de la leche de vaca y cabra en 100 ml de leche**

| COMPOSICIÓN       | UNIDAD | VACA  | CABRA |
|-------------------|--------|-------|-------|
| Proteína          | g      | 3.3   | 3.3   |
| Caseína           | g      | 2.8   | 2.5   |
| Lacto albúmina    | g      | 0.4   | 0.4   |
| Grasa             | g      | 3.7   | 4.1   |
| Lactosa           | g      | 4.8   | 3,8   |
| Valor Calórico    | Kcal   | 69    | 76    |
| <b>Minerales</b>  | g      |       |       |
| 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   |

[Página Web en línea] (Disponible en:

<http://www.capraispana.com/destacados/hombre/hombre.htm>)[Consulta:2010,

Agosto 10]

**Composición en grasa:** la leche de cabra es más rica en grasa el (4 a 5.5) %, dependiendo de la raza caprina de la que se trate. La principal diferencia no radica en la cantidad sino en la calidad de la misma.

No contiene aglutinina, que es una proteína, cuya función es agrupar los glóbulos grasos para formar estructuras de mayor tamaño. El tamaño promedio de los glóbulos grasos de la leche de cabra es de 2 micrómetros, comparados con los 2,5 a 3,5 micrómetros de la leche de vaca; razón por la que los glóbulos están dispersos, son atacados fácilmente por las enzimas digestivas y por lo tanto la velocidad de digestión es mayor. Contiene más ácidos grasos esenciales con una proporción mayor de cadenas cortas y medianas de ácidos grasos que la leche de vaca haciéndola más saludable para el corazón.

**CUADRO 3. Ácidos grasos saturados, insaturados de leche de cabra (100 ml)**

| <b>SATURADOS:</b>   | <b>FÓRMULA</b>   | <b>VACA</b> | <b>CABRA</b> |
|---------------------|--|-------------|--------------|
| Butírico            | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_2\text{COOH}$  | 3,1         | 2,6          |
| Caprónico           | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_4\text{COOH}$  | 1,0         | 2,3          |
| Caprílico           | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_6\text{COOH}$  | 1,2         | 2,7          |
| Cáprico             | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_8\text{COOH}$  | 1,2         | 2,7          |
| Láurico             | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{10}\text{COOH}$   | 2,2         | 4,5          |
| Mirístico           | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{12}\text{COOH}$   | 10,5        | 11,1         |
| Palmítico           | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{14}\text{COOH}$   | 26,3        | 28,9         |
| Estearico           | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{16}\text{COOH}$   | 13,2        | 7,8          |
| <b>Arachidónico</b> | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_4(\text{CH}_2)_3\text{COOH}$ | 1,2         | 0,4          |
| <b>Insaturados:</b> |  |             |              |
| Oleico              | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_7\text{CH}=\text{CH}(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$                | 32,3        | 27,0         |
| <b>Linoleico</b>    | $\text{CH}_3(\text{CH}_2)_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_2(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$ | 1,6         | 2,6          |
| Linolénico          | $\text{CH}_3(\text{CH}_2\text{CH}=\text{CH})_3(\text{CH}_2)_7\text{COOH}$                | --          | --           |
| C22-20              |  | 1,0         | 0,4          |

[Página Web en línea] (Disponible en:

<http://www.capraispana.com/destacados/hombre/hombre.htm>) [Consulta: 2010, Agosto 10]

**Composición proteica:** esta es la parte más importante para la producción de las alergias y en la fabricación de los lácteos; 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 de cabra son dos:

**Proteínas hidrosolubles:** son 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.

**Proteínas coagulables:** termo resistente o caseínas: se distinguen tres tipos:

**CUADRO 4. Tipos de caseína en la leche de cabra y vaca (%).**

| CASEINA | UNIDAD | CABRA        | VACA |
|---------|--------|--------------|------|
| ALFA    | %      | 21,2         | 40,0 |
| BETA    | %      | No presencia | 15,0 |
| KAPPA   | %      | 67,4         | 43,3 |

La caseína de la leche de cabra contiene menos caseína del tipo alfa 1, que son las responsables de la mayoría de las alergias de personas que consumen 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 nanómetros respecto a la vaca 75 nanómetros proporcionando una cuajada de menor tamaño en el estómago.

**Cantidad de lactosa:** la leche de cabra contiene el 1% menos de lactosa, que la de vaca, en la práctica las personas intolerantes a la misma, pueden consumirla sin mayor dificultad.

**Contenido mineral:** la leche de cabra y de vaca son semejantes; pero la de cabra contiene 13 % más calcio, 47 % más vitamina A (responsable de su coloración más blanca), 134 % más potasio, y tres veces más ácido nicotínico. Es también cuatro veces más alta en cobre.

La leche de la cabra contiene también 27 % 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, (12 mcg. en la leche de vaca y 1 mcg. para la leche de cabra en 300 ml).

[Página Web en línea] (Disponible en:

<http://www.capraispana.com/destacados/hombre/hombre.htm>) [Consulta: 2010, Agosto 10]

La leche de vaca es la de mayor disponibilidad en el mundo occidental, contando con la mayor popularidad, así como los productos derivados, (Keating y Gaona 1999). Su contenido en de vitamina B12 es cinco veces más que en la leche de cabra y el ácido fólico es 12 veces mayor (Dostalova 1994).

Mientras que en el caso de la leche de cabra sus proteínas son menos alergénicas y su grasa es más digerible al ser el glóbulo graso de menor tamaño (Haenlein et al. 1992). Wetherbee (2002) menciona que esta última cualidad influye positivamente en las características sensoriales de los productos elaborados a partir de leche de cabra.

[Página Web en línea] (Disponible en:

[http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v18n02221.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v18n02221.pdf)) [consulta: 2010, Diciembre 28]

**CUADRO 5. Componentes mayoritarios: tres especies de animales (100ml de leche)**

| <b>COMPONENTES MAYORITARIOS</b> | <b>VACA</b> | <b>CABRA</b> | <b>OVEJA</b> |
|---------------------------------|-------------|--------------|--------------|
| Sólidos totales(%)              | 10,6 - 12,3 | 13,1 – 15,9  | 14,7 – 20,9  |
| Materia grasa(%)                | 2,5 - 4,0   | 4,4 – 6,9    | 5,6 – 9,5    |
| Proteínas (%)                   | 2,7 – 3,5   | 3,4 – 3,7    | 4,4 – 6,3    |
| Minerales(%)                    | 0,6 – 0,7   | 0,8 – 0,9    | 0,8 – 1,0    |

[Página Web en línea] (Disponible en:

[http://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/doc/calidadagr/jornadasycursos/iii\\_queso/4\\_calidaddelalechedecabra.pdf](http://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/doc/calidadagr/jornadasycursos/iii_queso/4_calidaddelalechedecabra.pdf)) [Consulta: 2011, Enero 18]

### **2.2.3 Ventajas de la leche de cabra.**

El Grupo de Investigación "Alimentación, Nutrición y Absorción" (Grupo ANA), del Departamento de Fisiología e Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Granada, ha demostrado que la leche de cabra, es más beneficiosa para el consumo humano que la leche de vaca, ya que además de tratar determinadas patologías, su consumo habitual puede prevenir la aparición de algunas enfermedades y dolencias habituales en nuestros días.

Las investigaciones han mostrado que la proteína de la leche cabra, "es de mejor calidad que la de la leche de vaca y de más fácil absorción por el organismo". En cuanto a la grasa, es más fácil de digerir que la de vaca, dado que, "los glóbulos de la grasa de la leche de cabra son más pequeños que los de la de vaca y, además por su alto contenido en ácidos grasos de cadena media (MCT) no necesita, en gran proporción de la bilis (sales biliares) para su digestión y absorción".

En este punto, las investigadoras subrayan que, "por ser ácidos grasos de cadena media, directamente llegan al intestino y de éste a la sangre, por lo que son rápidamente metabolizados y producen energía de forma inmediata; además, este tipo de grasa no se deposita y por lo tanto no engorda". Según este grupo de investigación la grasa de la leche de cabra, por su alto contenido en MCT, disminuye los niveles de colesterol.

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 para las personas adultas, como para mujeres que sufren procesos de osteoporosis a partir de la menopausia", y que, a diferencia de lo que ocurre con otros alimentos ricos en calcio, "la leche de cabra favorece la absorción de hierro y su depósito en órganos diana", beneficia a personas propensas a sufrir anemias.

La leche de cabra, tiene efectos beneficiosos, sobre el metabolismo de otros minerales tales como: fósforo, magnesio, cobre, cinc y selenio.

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 (síndromes de mala absorción):

[Página Web en línea] (Disponible en: <http://canalugr.es/ciencia-y-tecnologia-de-la-salud/item/5079-investigadoras-de-la-universidad-de-granada-demuestran-que-la-leche-de-cabra-es-en-muchos-aspectos-mas-beneficiosa-para-la-salud-que-la-de-vaca> ) [Consultado 2011, Enero 12]

El consumo de leche de cabra reduce los niveles de colesterol y mantiene normales los niveles de triglicéridos, HDL, GOT y GPT. La leche de cabra, rica en triglicéridos de cadena media, presenta la ventaja sobre la leche de vaca en el metabolismo de los lípidos por lo que se sugiere su uso en pacientes con síndrome de mala absorción (Alfárez, 2001).

[Página Web en línea] (Disponible en: <http://www.uv.mx/agronomia/documents/PRODUCTOSNOTRADICIONALESDELECHECABRA.pdf> ) [Consulta: 2011, Enero 05]

Las lipoproteínas ayudan al paso de los nutrientes y del agua a través de la membrana de las células epiteliales llevando los nutrientes y el agua dentro de las células de la propia piel, esta es la razón por la cual la piel queda tan suave después de usar los jabones de leche de cabra en vez de los jabones convencionales.

[Página Web en línea] (Disponible en: <http://www.capraispana.com/curiosidades/leche/cosmetico.htm> ) [Consulta: 2010, Octubre 20]

Los Autores de la presente investigación indican que en la zona norte de Ecuador, en Imbabura y Carchi se distinguen dos formas de comercialización de la leche de cabra:

- a. De **forma empírica**, los propietarios de las cabras comunes transitan con las mismas por las ciudades de Tulcán, Mira, Ibarra y Otavalo con la

finalidad de comercializar la leche directamente al transeúnte. Después de la caminata buscan un lugar definido en donde permanecen esperando que el consumidor llegue para proceder al ordeño de las cabras.

Este canal de comercialización presenta algunas desventajas: las cabras caminan varias horas entonces se produce estrés y agotamiento en los animales; también en la calle es difícil mantener la limpieza básica de manos y ubres antes del ordeño; además las cabras hacen sus necesidades biológicas dejando residuos en las calles.

En Tulcán, existe un pequeño productor que traslada sus cabras en una camioneta, se detiene en lugares definidos y ordeña a sus cabras. En los dos casos el ordeño se lo realiza de manera interrumpida de acuerdo al tiempo que llegue un nuevo cliente.

- b. En las ciudades de Ibarra y Mira, existen asociaciones de pequeños productores de hatos caprinos de producción lechera, el manejo y la comercialización de la leche son mejorados, las cabras están mezcladas entre criollas y de media raza; se encuentran semi-estabuladas, con vigilancia sanitaria; el ordeño se desarrolla sin interrupciones en buenas condiciones de higiene de los animales y de la persona que los manipula.

La leche obtenida es enfriada y refrigerada en los centros de acopio para luego ser transportada a las fábricas Mondel en Tulcán y Floralp en Ibarra en donde se procesan productos de elite especialmente queso de leche de cabra.

**FUENTE:** Autores.

**CUADRO 6. Composición de la grasa de leche de cabra. (g/100ml de leche)**

| COMPONENTES                   | UNIDAD | CANTIDAD |
|-------------------------------|--------|----------|
| Colesterol total              | g      | 11,00    |
| Ácidos grasos saturados       | g      | 2,67     |
| Ácidos grasos de cadena media | g      | 0,70     |
| Ácidos grasos monoinsaturados | g      | 1,11     |
| Ácidos grasos poliinsaturados | g      | 0,15     |

La composición de la grasa de la leche de cabra es la principal responsable de sus propiedades contra el colesterol alto, ya que ésta impide que se absorba el exceso de ácidos grasos saturados del organismo, de esta forma se reduce la concentración de colesterol LDL, triglicéridos y aumenta la concentración de colesterol HDL o bueno. Incorporar leche de cabra o alguno de sus derivados a la dieta habitual, otorga beneficios para tratar la hipercolesterolemia de una forma natural y efectiva.

[Página Web en línea] (Disponible en:

<http://www.viaresto.clarin.com/Notas/La-leche-de-cabra-es-mas-saludable-que-la-de-vaca-728.aspx> [Consulta: 2011, Diciembre 12]

#### **2.2.4 Beneficios nutricionales de la leche de cabra.**

Entre los beneficios nutricionales que la leche de cabra brinda al consumidor se encuentran los siguientes:

1. En 100 mililitros de leche de cabra aportan 67 Kcal.
2. La leche de cabra es una fuente excelente de proteínas y provee un gran número de aminoácidos esenciales. Es, además, rica en calcio y muchas vitaminas (A, D, B1, B2).
3. Tiene la misma cantidad de proteínas, grasa, hierro, vitamina C y D que la leche de vaca.
4. La leche de cabra contiene mayor cantidad de vitaminas A y B y menor contenido de lactosa.
5. La leche de cabra tiene un color muy blanco; debido a que el amarillo del beta-caroteno se ha convertido en pura vitamina A que es incolora.

[Página Web en línea] (Disponible en:

<http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=1226> ) [Consulta: 2010, Octubre 10]

### **2.2.5 Aspectos importantes: consumo de leche de vaca o cabra.**

**Leche de vaca:** Hay que diferenciar este supuesto peligro, de varios posibles problemas que puede causar el consumo de leche vaca a determinadas personas:

Intolerancia a la lactosa, por el déficit de lactasa, enzima digestiva que hidrolizaría la lactosa (glucosa y galactosa) Alergia a la leche o Alergia a la proteína de la leche de vaca (APLV). Intolerancia a la proteína de la leche de vaca (IPLV).

[Página Web en línea] (Disponible en:

<http://www.monografias.com/trabajos47/leche/leche2.shtml?monosearch>

[Consulta: 2011, Enero 05]

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

#### **a) La alergia a la leche (APLV).**

Las personas que presentan alergia a las caseínas alfa y/o caseína beta se ven beneficiados por la menor proporción de las mismas en la leche de cabra; estos individuos representan el 40% de los niños alérgicos a la leche de vaca.

#### **b) La intolerancia a la lactosa (IPLV).**

La enzima lactasa cuida de la digestión de lactosa, una persona que sufre de intolerancia a lactosa, no tiene esta enzima. Los bebés tienen suficiente lactasa para transformar toda la lactosa de la leche materna, al crecer la mayoría de las personas pierden esta capacidad.

[Página Web en línea] (Disponible en:

<http://www.leche-de-cabra.com/Page/180/Intolerancia-a-lactosa.aspx>)[Consulta: 2011, Abril 05]

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

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 todos los individuos.

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. [Página Web en línea] (Disponible en: <http://www.capraispana.com/destacados/hombre/hombre.htm>) [Consulta: 2010, Agosto10]

### **2.2.6 Composición e influencia: leche de cabra sobre sus derivados.**

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

La leche caprina, es un alimento de composición variable, originada principalmente por factores genéticos y fisiológicos como raza, características individuales, estado de lactación, manejo, clima y composición de los alimentos; por ello los valores informados, son promedios obtenidos de diferentes medios.

La capacidad de la leche de cabra a la coagulación, está ligada directamente con la estructura y composición de las caseínas; la leche de cabra contiene más caseína soluble que la leche de vaca; gran parte de esta caseína está constituida por el tipo beta. Por ello el contenido de proteína coagulable de la leche de cabra es bajo.

Además la variabilidad en la composición de las caseínas influye en la producción de queso, ya que afectan la firmeza de la cuajada, el tiempo de coagulación y el contenido final de caseína en el queso. (Juárez, Ramos y Martín-Hernández, 1991).

[Página Web en línea] (Disponible en: <http://www.alfaeditores.com/carnilac/Octubre%20Noviembre%2005/TECNOLOGIA%20Leche%20de%20cabra.htm>) [Consulta: 2010, Agosto10]

**Caseína y el fenómeno de la coagulación:** Morfológicamente las micelas son partículas esféricas que se encuentran en suspensión en la leche gracias a su tamaño y a la concentración de cargas negativas. Existe micelas de caseína nativas en el calostro son gigantes y otra formada por las caseínas alfa y kappa que en presencia moderada de calcio son más estables; en mayor proporción el calcio provoca la disolución de las caseínas sensibles al calcio.

Las micelas son partículas muy estables en su forma y volumen la pasteurización de la leche no las modifican, a temperatura de esterilización las micelas se desintegran y hay la formación de fibrillas. En la leche entera el enlace de glóbulos grasos el complejo prótido lípido de interés en las queserías.

Por descenso del pH y la acción de los ácidos sobre la leche provoca la destrucción de las micelas sin fraccionar la caseína, si la acidificación de la leche se desarrolla progresivamente se forma un coagulo homogéneo como en el caso de la elaboración del yogurt a causa de la fermentación láctica

Fuente: Alais Charles.1995.Ciencia de la leche. Ed. Reverte. L. (pp. 152, 154, 162 y 164). [Consulta: 2011, Mayo 11]

## **2.3 EL YOGURT.**

### **2.3.1 Definición.**

De acuerdo al Códex Alimentarius el yogurt se define como el producto de leche coagulada obtenida por fermentación láctica mediante la acción de *Lactobacilos delbrueckii* subsp. *bulgaricus* y *Streptococcus salivarius* subsp. *Thermophilus* a partir de la leche y productos lácteos. Los microorganismos presentes en el producto deberán ser apropiados y abundantes.

Desde el punto de vista nutricional el yogurt es un excelente producto alimenticio de alto valor biológico, presenta un considerable enriquecimiento del patrimonio vitamínico, en especial de las vitaminas del complejo B, además de la presencia de ácido láctico aumenta la disponibilidad de micro elementos: calcio y fósforo.

[Página Web en línea] (Disponible en:

<http://www.scribd.com/doc/20140896/Empresa-de-Produccion-de-Yogurt>  
[Consulta: 2010, Agosto 28]

Según la Organización Mundial de la Salud el yogurt es: "una leche coagulada que se obtiene por la fermentación ácido láctica, debida al *Lactobacillus bulgaricus* y el *Streptococcus thermophilus*, que contiene un mínimo de 100 millones de microorganismos vivos por gramo de yogurt".

[Página Web en línea] (Disponible en:  
<http://www%20edifarm%20com.ec/>) [Consulta: 2011, Enero 12]

Yogurt es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas *Lactobacilos bulgaricus* y *Streptococcus Thermophilus*, pudiendo estar acompañada de otras bacterias ácido lácticas que por su actividad le confieren las características al producto terminado; estas bacterias deben ser viables y activas desde su inicio y durante toda la vida útil del producto.

**FUENTE:** Según Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 395: 2006

Los autores de esta investigación definen como yogurt Tipo II de leche de cabra, al producto resultante del proceso de fermentación de leche de cabra semidesnatada, pasteurizada a 78 °C, por la acción del fermento lácteo liofilizado que contiene cepas lácticas de *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* inoculado a una temperatura entre (38 a 45) °C durante 3 horas en ambiente inocuo, debidamente enfriado, batido, envasado y almacenado a temperatura de refrigeración entre 5 y 10 °C. El yogurt de leche de cabra puede ser natural o de sabores, provenientes de frutas o por la adición de saborizantes y colorantes permitidos para alimentos. **Concepto: Autores.**

### **2.3.2 Historia del yogurt.**

Los pueblos nómadas de las regiones de Turquía, Asia central y Bulgaria transportaban leche fresca en sacos confeccionados con piel de cabra, y debido al contacto con este material y al calor se propiciaba la multiplicación de bacterias que fermentaban el alimento, volviéndolo una masa semisólida y coagulada.

Debido a su agradable sabor, a la facilidad que ofrecían para su transporte y conservación, estos productos se convirtieron en elemento fundamental para la alimentación local, desde entonces conocida como "leche búlgara". Asimismo, fue a través del consumo habitual que estos pueblos descubrieron virtudes mayores en los fermentos, como ayudar al buen funcionamiento del sistema digestivo y contribuir a la prevención de enfermedades intestinales.

La fama de los derivados lácteos llegaron a otras regiones del mundo, donde también comenzaron a producirse; el "dahi", originario de la India, era y es considerado alimento de dioses debido a la sensación de bienestar y adecuado funcionamiento intestinal que genera, mientras que múltiples médicos de la Grecia antigua emplearon al yogurt en el tratamiento de problemas estomacales, males del hígado y tuberculosis, considerándolo un "alimento milagroso".

Cabe señalar que aunque el yogurt es el alimento más popular en el mundo, existen otros fermentos cuyas características, textura y sabor dependen del proceso de elaboración, ingredientes y tipo de microorganismos involucrados.

[Página Web en línea] (Disponible en:

<http://www.taringa.net/posts/info/1762833/Lo-que-no-sab%C3%ADas-del-yogurt.html>) [Consulta: 2010, Noviembre 12]

Sin duda el mayor esfuerzo por introducir el yogurt al mundo occidental, fue el profesor ruso Iliá Metchnikoff; sus investigaciones sobre fisiología en el Instituto Pasteur de París le merecieron el Premio Nobel en 1908.

Sus investigaciones lo llevaron a descubrir que los búlgaros, uno de los pueblos más pobres de la tierra, se alimentaban con yogurt; descubrió que 1600 búlgaros por millón sobrepasaban los cien años de edad, en comparación con tan solo 11 estadounidenses por millón.

[Página Web en línea] (Disponible en:

<http://www.hayas.edu.mx/bach/alimentos/yoghurt.html>) [Consulta: 2010, Noviembre 12]

### 2.3.3 Tipos de yogurt.

Las distintas variedades de yogurt que existen en el mundo son consecuencia del tipo de leche empleada para su elaboración (de vaca, cabra, oveja, yegua, burra, o búfala), también varían con el tipo de alimentación del animal y con la especie de bacteria (Lactobacillus, Streptococcus Thermophilus o termo Bacterium bulgaricus.), modificando su sabor, consistencia, contenido de grasa, azúcares, proteínas y acidez del yogurt.

[Página Web en línea] (Disponible en:  
<http://www.hayas.edu.mx/bach/alimentos/yoghurt.html>) [Consulta: 2010, Septiembre 20]

Los tipos de yogurt según la NORMA INEN de acuerdo a sus características:

Según el contenido de grasa.

Tipo I. Elaborado con leche entera, leche integra o integral.

**Tipo II.** Elaborado con leche semidescremada o semidesnatada.

Tipo III. Elaborado con leche descremada o desnatada.

De acuerdo a los ingredientes.

Natural.

Con fruta.

Azucarado.

Edulcorado.

Con otros ingredientes.

Saborizado o aromatizado.

De acuerdo al proceso de elaboración.

Batido.

Coagulado o aflanado.

Bebible.

Concentrado.

Deslactosado.

**FUENTE:** Requisitos: leches fermentadas. NTE INEN 2 395. (Ver Anexo 2)

#### 2.3.4 Beneficios del yogurt

Metchnikoff descubrió que algunas bacterias habitantes naturales del intestino grueso, formaban placas adheridas a las paredes y que la absorción envenenaba al cuerpo. Observó que el **ácido láctico del yogurt**, podía liberar al intestino de esas bacterias dañinas y producía grandes cantidades de vitaminas del complejo “B” que eran absorbidas, concluyendo que el yogurt es el alimento mágico responsable de la longevidad de los búlgaros y lo bautizó como “alimento de salud”.

[Página Web en línea] (Disponible en:  
<http://www.hayas.edu.mx/bach/alimentos/yoghurt.html>) [Consulta: 2010, Septiembre 20]

La acción sobre el sistema digestivo convierte al yogurt en una auténtica defensa natural contra todo tipo de infecciones y enfermedades. Además, reduce el colesterol y permite absorber las grasas mucho más fácilmente, equilibra el intestino, controlando los posibles casos de diarrea y estreñimiento. También minimiza los efectos negativos de los antibióticos y protege el estómago de la erosión que producen ciertos medicamentos.

[Página Web en línea] (Disponible en:  
<http://www.capraispana.com/kit/yogur/yogur.htm>) [Consulta: 2010, Septiembre 12]

Los productos lácteos fermentados juegan un papel importante en la nutrición humana, particularmente el yogurt elaborado a base de leche de cabra, el cual, es ampliamente reconocido debido a su alto valor nutricional, fácil asimilación de los componentes, antioxidantes, propiedades terapéuticas y antialérgicas de la leche de cabra Según autores: (Pavlović, 2006; Domagala, 2009; Vera Solís, 2010).

[Página Web en línea] (Disponible en:  
<http://www.uv.mx/agronomia/documents/PRODUCTOSNOTRADICIONALESDELECHECABRA.pdf> ) [Consulta: 2011, Enero 05]

### 2.3.5 Beneficios nutricionales del yogurt.

El yogurt es un alimento que nos provee de proteínas de alta calidad, además aporta con vitaminas, minerales y grasa de fácil asimilación para el organismo.

Entre los beneficios que el yogurt brinda a nuestro organismo tenemos:

- Proporciona energía al cuerpo humano porque contiene carbohidratos, vitaminas A y B, ácido fólico y minerales (calcio, fósforo, potasio, magnesio, zinc y yodo).
- Fortalece el sistema inmunológico; sus bacterias vivas protegen contra infecciones de la piel.
- Restablece la flora bacteriana intestinal, previene y controla infecciones como: diarrea, estreñimiento y colitis.
- El yogurt es apto para el consumo de personas intolerantes a la lactosa, ya que las bacterias ácido lácticas contienen **lactasa** que digiere la lactosa.
- Reduce los valores de colesterol sanguíneo en las personas y previene los riesgos cardiovasculares.

BARCO, A. Elaboración y Producción de Yogurt. Ed. Ripalme. Lima Perú. 2007, pp. 109, 111, 113. [Consulta: 2011, Marzo 12]

### 2.3.6 Comparación nutricional yogurt entero de cabra y vaca.

Es importante conocer el valor nutricional del yogurt entero de cabra y vaca que se aprecia en el siguiente cuadro:

**CUADRO 7. Composición yogurt de cabra y vaca. (100ml).**

| NUTRIENTE           | UNIDADES   | CABRA | VACA |
|---------------------|------------|-------|------|
| Valor energético    | Kcal       | 74,0  | 75,0 |
| Proteínas           | Gramos     | 4,0   | 5,0  |
| Hidratos de Carbono | Gramos     | 5,4   | 6,0  |
| Grasa               | Gramos     | 4,0   | 4,0  |
| Calcio              | miligramos | 138,0 | -    |

[Página Web en línea] (Disponible en:

[http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/mednat/tabla\\_de\\_alimentos.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/mednat/tabla_de_alimentos.pdf)) [Consulta: 2011, Febrero 02]

## 2.4 BACTERIAS O FERMENTOS DEL YOGURT.

### 2.4.1 Generalidades e Historia.

Las bacterias ácido-lácticas se han empleado para fermentar o crear cultivos de alimentos durante al menos 4 milenios; su uso más corriente se ha aplicado en todo el mundo a los productos lácteos fermentados, como el yogurt, el queso, la mantequilla, el kéfir y el koumiss, constituyen un vasto conjunto de microorganismos benignos, dotados de propiedades similares, que fabrican ácido láctico como producto final del proceso de fermentación. Se encuentran en grandes cantidades en la naturaleza, así como en nuestro aparato digestivo.

La acción de estas bacterias desencadena un proceso microbiano por el cual la lactosa (el azúcar de la leche) se transforma en ácido láctico. A medida que el ácido se acumula, la estructura de las proteínas de la leche va modificándose (van cuajando), y lo mismo ocurre con la textura del producto. La temperatura, la composición de la leche, influyen en las cualidades particulares de los distintos productos resultantes.

La elaboración del yogurt se deriva de la simbiosis entre dos bacterias, el *Streptococcus thermophilus* y el *Lactobacillus bulgaricus*, que se caracterizan porque cada una estimula el desarrollo de la otra.

Esta interacción reduce considerablemente el tiempo de fermentación; el producto resultante tiene peculiaridades que lo distinguen de los fermentados con una sola cepa, como el caso del yogurt comercial que llevan cepas de *Streptococcus lactis*.(Ver Anexos: Ficha Técnica)

[Página Web en línea] (Disponible en: <http://www.textoscientificos.com/alimentos/yogur/bacterias>) [Consulta: 2011, Enero 04]

#### 2.4.2 Tipos de fermentos.

**Lactobacillus bulgaricus**, es una bacteria láctea homofermentativa, se desarrolla muy bien entre 42 y 45°C, produce disminución del pH, puede producir hasta un 2,7% de ácido láctico, es proteolítica, produce hidrolasas que hidrolizan las proteínas. Esta es la razón por la que se liberan aminoácidos como la valina, la cual tiene interés porque favorece el desarrollo del *Streptococcus thermophilus*.

**Streptococcus thermophilus**, es una bacteria homofermentativa termo resistente produce ácido láctico como principal producto de la fermentación, se desarrolla a 37 – 40 °C pero puede resistir 50 °C e incluso 65 °C por media hora, tiene menor poder de acidificación que el *Lactobacillus*.

[Página Web en línea] (Disponible en:  
<http://www.textoscientificos.com/alimentos/yogur/bacterias>) [Consulta: 2011, Enero 04]

**Homofermentativas:** producen de un 70-90% de ácido láctico. Por ejemplo: *Lb. bulgaricus*, *St. thermophilus*, *Lb. acidophilus*.

[Página Web en línea] (Disponible en:  
<http://www.monografias.com/trabajos30/leche-kefir/leche-kefir.shtml#bacter>)  
[Consulta: 2011, Enero 05]

#### 2.4.3 Beneficios de los fermentos.

Los fermentos lácteos se ubican en la categoría de los pro-bióticos, ya que además de proporcionar vitaminas, proteínas y minerales, sus microorganismos se mantienen vivos en el interior del intestino, donde contribuyen con la flora local a eliminar toxinas y digerir alimentos, además de que mejoran la absorción de nutrientes y reducen el riesgo de sufrir enfermedades en el colon, incluso cáncer.

A esto hay que añadir que los *Lactobacillus* son fuertes competidores de espacio vital, por lo que inhiben a agentes infecciosos dañinos culpables de la diarrea; incluso, se estima que pueden eliminar a microorganismos tan agresivos como las

bacterias del grupo 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, las bacterias lácticas son empleadas no sólo en productos nutricionales, sino también para elaborar ciertos medicamentos que previenen infecciones intestinales, disminuyen el tiempo de recuperación en caso de diarrea (incluso ocasionada por virus) o revierten problemas secundarios ocasionados por antibióticos, que al consumirse en dosis elevadas o de manera continua afectan el equilibrio de la flora intestinal.

La acción combinada de *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus* genera el yogurt que todos conocemos; incluso algunos nutriólogos consideran superior a la leche, debido a que posee proporcionalmente más calcio y no ocasiona problema de indigestión a quienes no toleran la lactosa.

Varias investigaciones han demostrado que estas bacterias lácticas obligan al cuerpo a producir interferón gamma, sustancia eficaz contra infecciones y reduce la severidad en casos de alergia. Por ello, el yogurt se recomienda ampliamente para la alimentación del ser humano y en la recuperación de quienes padecen anorexia, asma, alcoholismo o cáncer.

[Página Web en línea] (Disponible en:

<http://www.saludymedicinas.com.mx/articulos/1552/lactobacilos-bacterias-en-favor-de-la-salud/1>) [Consulta: 2010, Octubre 12]

Según indican Horst et al. (1995), los microorganismos involucrados en la producción del yogurt (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) poseen una actividad antimicrobiana que inhibe agentes patógenos, además de estar asociados con una posible disminución en la colesterolemia y del riesgo de cáncer de colon.

[Página Web en línea] (Disponible en:

[http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v18n02221.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v18n02221.pdf)) [Consulta: 2010, Diciembre 28]

#### 2.4.4 Producción del fermento lácteo.

El sistema clásico para la preparación de un fermento consiste en la realización de una serie de cultivos sucesivos con el aumento progresivo del volumen del cultivo hasta la obtención del fermento.

En las industrias modernas, las cubas de los fermentos se protegen de la contaminación ambiental, microorganismos indeseables y bacteriófagos mediante filtros que esterilizan el aire. Las preparaciones concentradas, liofilizadas o congeladas, permiten llevar a cabo la siembra directa de las cubas de fermentación, con la ventaja de suprimir la preparación de los fermentos en la fábrica.

[Página Web en línea] (Disponible en: <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/yogurt/yogurt07.htm>) [Consulta: 2011, Enero 05].

**Conservación de los fermentos.** Los fermentos pueden conservarse y propagarse junto con las dos cepas básicas o por separado. Los fermentos se pueden conservar en: Estado líquido, en leche en polvo reconstituida que después de la inoculación e incubación a 30°C durante 16-18 horas; a 42°C durante 3-4 horas, se conserva a una temperatura inferior a 10°C.

En estado seco, después de una liofilización para la que se añaden agentes protectores como la leche desnatada y la lactosa. Congelados a 40°C bajo cero con la utilización de un crioprotector como el glicerol; a 196°C bajo cero en nitrógeno líquido.

[Página Web en línea] (Disponible en: <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/yogurt/yogurt07.htm>) [Consulta: 2011, Enero 05]

### 2.4.5 Diagrama de flujo elaboración de yogurt con leche de vaca.



#### **2.4.6 Análisis del Diagrama de Flujo yogurt leche de vaca.**

**1.-Recepción de la leche cruda:** es un punto de control en donde deben realizarse verificaciones inmediatas de la calidad acordadas de la leche cruda de vaca.

**2.-Filtración:** se realiza la filtración de la leche para evitar el ingreso de partículas extrañas al proceso.

**3.- Estandarización y preparación de la mezcla:** se regula el contenido de grasas y sólidos no grasos. Se agrega azúcar de acuerdo al tipo de producto a elaborar, y se regula el contenido de extracto seco mediante el agregado de leche en polvo, concentración por las técnicas de filtración a través de membranas o sustracción de agua por evaporación.

**4.- Pasteurización:** por principio, la leche bovina se ha de calentar por un procedimiento de pasteurización autorizado, para que la leche adquiriera su típica consistencia no sólo es importante que tenga lugar la coagulación ácida, sino que también se produce la desnaturalización de las proteínas del suero, en especial de la b - lacto globulina.

La desnaturalización se produce a temperaturas aproximadas a 75 °C, consiguiéndose los mejores resultados de consistencia (en las leches fermentadas) a una temperatura entre 85 y 95 °C. El tratamiento térmico óptimo consiste en calentar a 90 °C y mantener esta temperatura durante 15 minutos.

Esta combinación temperatura/tiempo también se emplea en la preparación del cultivo y es muy habitual en los procedimientos discontinuos de fabricación de yogurt. En los procedimientos de fabricación continua se suele mantener esta temperatura de 95/96 °C sólo durante un tiempo de 5 minutos con el fin de conseguir un mejor aprovechamiento tecnológico de la instalación. Muchas fábricas aplican temperaturas mayores a 100 °C, esta práctica no es aconsejable debido a que no consigue incrementar el efecto, pero puede provocar la desnaturalización de la caseína, lo que se traduce en una reducción de la estabilidad del gel ácido.

Las proteínas desnaturalizadas del suero, por el contrario, limitan la sinéresis del coágulo y reducen por tanto la exudación de suero. Es un punto crítico de control, pues es el punto donde se eliminan todos los microorganismos patógenos siendo indispensable para asegurar la calidad sanitaria e inocuidad del producto.

**5.- 1<sup>er</sup> Enfriamiento:** es un punto de control porque asegura la temperatura óptima de inoculación, permitiendo la supervivencia de las bacterias del inóculo. Como se mencionó, se enfría hasta la temperatura óptima de inoculación (42-45°C) o generalmente hasta unos grados por encima y luego es enviada a los tanques de mezcla.

**6.- Inoculación:** es un punto de control importante, porque la cantidad de inóculo agregado determina el tiempo de fermentación y con ello la calidad del producto, como se dijo antes se buscan las características óptimas para el agregado de manera de obtener un producto de alta calidad en un menor tiempo, de 2 a 3% de cultivo, (42 - 45) °C, y un tiempo de incubación de (2 - 3 horas).

**7.- Incubación:** el proceso de incubación se inicia con el inóculo de los fermentos. Se caracteriza por provocar la coagulación de la caseína de la leche en el proceso de fermentación láctica. El proceso de formación del gel se produce unido a modificaciones de la viscosidad, es especialmente sensible a las influencias mecánicas. En este proceso se intenta siempre conseguir una **viscosidad elevada** para impedir que el gel pierda suero por exudación y para que adquiera su típica consistencia. Se desarrolla de forma óptima cuando la leche permanece en reposo total durante la fermentación.

La mayoría de los procedimientos de elaboración son de tipo discontinuo en cuanto al proceso de fermentación. Según el producto a elaborar, el tipo de instalación, la incubación y la fermentación de las siguientes maneras.

En los envases de venta al por menor (yogur consistente), en tanques de fermentación (yogur batido y yogur para beber), es un punto de control por la cantidad de inóculo y la temperatura óptima de crecimiento, queda determinado el

tiempo y se debe controlar junto con la temperatura para no generar un exceso de ácido láctico.

**8.- Homogeneización:** en la práctica de la elaboración de yogurt se homogeniza muchas veces la leche higienizada al objeto de impedir la formación de nata y mejorar el sabor y la consistencia del producto.

La homogeneización reduce el tamaño de los glóbulos grasos, pero aumenta el volumen de las partículas de caseína. A consecuencia de esto se produce un menor acercamiento entre las partículas, en el proceso de coagulación, lo que se traduce en la formación de un coágulo más blando. Para evitar este fenómeno se suele realizar la homogeneización parcial; técnica que no altera la estructura de la caseína.

**9.- 2<sup>do</sup> Enfriamiento:** el enfriamiento se ha de realizar con la mayor brusquedad posible para evitar que el yogurt siga acidificándose en más de 0,3 pH. Se ha de alcanzar, como mucho en (1,5 a 2,0) horas, una temperatura de 15°C. Este requisito es fácil de cumplir cuando se elabora yogurt batido o yogurt para beber, por poderse realizar, en estos casos, la refrigeración empleando cambiadores de placas. (En el firme se hace luego de envasado).

El yogurt batido y el yogurt para beber se pueden enfriar rápidamente, una vez incubados, en cambiadores de placas, realizándose esta refrigeración de una forma energéticamente más rentable.

Si la incubación se desarrolla dentro del envase, se inicia el enfriamiento en la cámara de incubación mediante la introducción de aire frío, continuándose después en cámaras de refrigeración. Una vez realizada la pre refrigeración, se deja reposar el yogurt durante aproximadamente 2 horas para que se desarrolle la formación del aroma. A continuación se almacena en condiciones de refrigeración profunda a (5 - 6) °C. Transcurridas de 10 a 12 horas de almacenamiento, el yogurt estará listo para la expedición; se debe controlar la temperatura a la cual se enfría el producto para detener la fermentación.

**10.- Homogeneización para generar el batido:** en la homogeneización se rompe por agitación el coágulo formado en la etapa previa y se agregan edulcorantes, estabilizantes, zumos de frutas, según corresponda la variedad del producto (la homogeneización sólo es para el yogurt batido).

**11.- Envasado:** se controla el cerrado hermético del envase para mantener la inocuidad del producto. Se debe controlar que el envase y la atmósfera durante el envasado sean estériles. En el producto firme se envasa antes de la fermentación o luego de una pre-fermentación y en la misma envasadora se realizan los agregados de fruta según corresponda, en el batido se envasa luego de elaborado el producto.

**12.- Cámara refrigerada y conservación:** es un punto crítico de control, la refrigeración adecuada y a la vez la conservación de la cadena de frío aseguran la calidad sanitaria desde el fin de la producción hasta las manos del consumidor.

El yogurt elaborado bajo condiciones normales de producción se conserva, a temperaturas de almacenamiento menor o igual a 10°C, por un tiempo aproximado de una semana.

La tendencia a concentrar la producción, requisito indispensable de las instalaciones modernas de producción, la creciente variedad de productos y el cada vez mayor ámbito de distribución de los mismos hacen necesario alargar el tiempo de conservación a 3 - 4 semanas, el yogurt conservado, denominación genérica para los productos fermentados conservados, puede producirse por dos procedimientos. (María A. 1998).

- a. Producción y envasado en condiciones asépticas.
- b. Tratamiento térmico del producto antes del envasado o ya en el envase.

Estos procedimientos son aplicables en principio a todos los productos lácteos fermentados cuyo periodo de conservación se quiera incrementar.

[Página Web en línea] (Disponible en:  
<http://www.textoscientificos.com/alimentos/yogur/diagrama>) [Consulta: 2011,  
Enero 05]

### **3 MATERIALES Y MÉTODOS.**

#### **3.1 MATERIALES.**

##### **3.1.1 Materia Prima e insumos.**

- ✓ 48 litros de leche de cabra.
- ✓ 5.7g Fermentos comerciales.
- ✓ 4.8kg azúcar.
- ✓ 5 litros agua destilada.
- ✓ 3 frascos de Fenolftaleína.
- ✓ 0,250 litros de Ácido sulfúrico.
- ✓ Hidróxido de sodio.
- ✓ Sulfato de potasio.
- ✓ Selenio en polvo.
- ✓ Peróxido de hidrógeno.
- ✓ Ácido clorhídrico.
- ✓ Ácido bórico.
- ✓ Alcohol isoamílico.
- ✓ Alcohol aséptico.
- ✓ Hipoclorito de sodio.
- ✓ Colorantes y saborizantes para alimentos.

##### **3.2 Instrumentos y Equipos.**

- ✓ Material de vidrio (Pipetas, tubos de ensayo, vasos de precipitación, probetas graduadas, etc.).
- ✓ Material plástico (jarras de 2 litros, recipientes, atomizador manual).
- ✓ 2 Pipetas.
- ✓ 2 agitadores.
- ✓ 2 termómetros.
- ✓ 1 Alcohómetro.
- ✓ 1 Termolactodensímetro.
- ✓ 1 Balanza gramera.
- ✓ 1 Balanzas de precisión (+ - 0,01gramos).

- ✓ 1 Incubador.
- ✓ 1 Refrigerador.
- ✓ 1 Cronómetro.
- ✓ 1 Viscosímetro.
- ✓ 1 Equipo de titulación.
- ✓ 30 kg. Gas licuado.
- ✓ 24 Envases vidrio.
- ✓ 100 Envases plásticos.
- ✓ 2 rollos de papel absorbente.

### 3.3 MÉTODOS.

#### 3.3.1 Localización del Experimento.

En desarrollo de la parte experimental de esta investigación, se lo realizo en la Ciudad de Ibarra, en la Unidad Edu-productiva de Lácteos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial, efectuando la aplicación y uso de los Equipos existentes en los laboratorios de Lácteos.

#### CUADRO 8. Ubicación de la investigación.

|                   |                |
|-------------------|----------------|
| PROVINCIA:        | IMBABURA       |
| CANTÓN:           | IBARRA         |
| PARROQUIA:        | EL SAGRARIO    |
| SECTOR:           | EL CAMAL       |
| LATITUD:          | 0° 20' NORTE   |
| LONGITUD:         | 78° 08 ' OESTE |
| ALTITUD:          | 2250 m.s.n.m.  |
| TEMPERATURA:      | 16.7° C.       |
| HUMEDAD RELATIVA: | 73%.           |
| PLUVIOSIDAD:      | 51.1 mm. Año.  |

**FUENTE:** Departamento, Meteorología de la Dirección General Aviación Civil, Aeropuerto Militar Atahualpa, Ciudad Ibarra, Junio 2011.

### 3.3.2 Factores en estudio.

Los factores en estudio para el desarrollo de esta investigación son dos tipos de fermentos comerciales y tres concentraciones.

**Factor A:** Fermento comercial:

EL FACTOR A consta de dos niveles:

A1 = Y 450 F.

A2 = Y 480 B.

**Factor B:** Concentraciones de fermento:

El FACTOR B consta de tres niveles:

B1 0,4 %.

B2 0,6 %.

B3 0,8 %.

### 3.3.3 Tratamientos.

Los tratamientos empleados en esta investigación se presentan a continuación.

**CUADRO 9. Resumen de tratamientos y factores.**

| TRAMIENTOS |        | FACTORES      |          |
|------------|--------|---------------|----------|
| NUMERO     | CODIGO | FACTOR A      | FACTOR B |
| T1         | A1B1   | FERMENTO C. 1 | 0,4 %    |
| T2         | A1B2   | FERMENTO C. 1 | 0,6 %    |
| T3         | A1B3   | FERMENTO C. 1 | 0,8 %    |
| T4         | A2B1   | FERMENTO C. 2 | 0,4 %    |
| T5         | A2B2   | FERMENTO C. 2 | 0,6 %    |
| T6         | A2B3   | FERMENTO C. 2 | 0,8 %    |

### 3.3.4 Diseño experimental.

Se utilizó el diseño completamente al azar con arreglo factorial (AxB) con cuatro repeticiones por tratamiento; donde: A representa a dos tipos de fermentos comerciales, B son las concentraciones de los tipos de fermentos comerciales.

#### **Características del experimento.**

Número de Repeticiones: Cuatro (4).

Numero de Tratamientos: Seis (6).

Número de unidades experimentales: Veinte y cuatro (24).

### Unidad Experimental:

Cada unidad experimental fue de 2 litros de leche de cabra saanen para cada uno de los tratamientos.

### 3.3.5 Análisis Estadístico.

El esquema del análisis de varianza, propuesto para el estudio de dos fermentos comerciales en la elaboración de yogurt Tipo II, empleando leche de cabra es el siguiente:

**CUADRO 10. Esquema del Adeva.**

| FUENTE VARIACIÓN   | NUMÉRICAMENTE    | GRADOS DE LIBERTAD |
|--------------------|------------------|--------------------|
| Total              | $(24 - 1)$       | 23                 |
| Tratamientos       | $(6 - 1)$        | 5                  |
| Factor A           | $(2 - 1)$        | 1                  |
| Factor B           | $(3 - 1)$        | 2                  |
| I (A x B)          | $(2 - 1)(3 - 1)$ | 2                  |
| Error Experimental | $(24-1) - (6-1)$ | 18                 |

### 3.3.6 Análisis funcional.

- ✓ Se calculó el coeficiente de variación (C.V.)
- ✓ Para detectar diferencias estadísticas entre tratamientos se realizó la Prueba de Tukey.
- ✓ Se determinó prueba DMS para diferencias estadísticas en factores.
- ✓ Para detectar diferencias estadísticas de la interacción de los factores se realizó gráficas.
- ✓ Las variables cualitativas se evaluaron mediante la prueba de Friedman al (1 y 5) %, para los seis tratamientos más el testigo de marca comercial.

## **VARIABLES EVALUADAS.**

### **Variables Cuantitativas.**

#### **Materia Prima.**

- ❖ Densidad: Norma INEN 11.
- ❖ Acidez titulable: Norma INEN 13.
- ❖ Grasa: Norma INEN 12.
- ❖ Sólidos totales: mediante Cálculo fórmula Richmond.
- ❖ Proteína: INEN 14.
- ❖ Microbiológicos.
  - a) Presencia/ausencia de Salmonella. APHA 9260E.
  - b) Método AOAC 997.02 Recuento mohos y levaduras.
  - c) Método AOAC 991.14 Recuento coliformes y E. coli.

#### **Durante el Proceso.**

- ❖ Acidez titulable: Norma INEN 13.
- ❖ Tiempo de fermentación: Cronometro.

#### **Producto terminado.**

- ❖ Densidad: INEN 11.
- ❖ Acidez titulable: INEN 13.
- ❖ Grasa: INEN 12.
- ❖ Sólidos totales: mediante Calculo fórmula Richmond.
- ❖ Viscosidad: instrumental viscosímetro.
- ❖ Sinéresis: Método: Volumétrico
- ❖ Rendimiento: Calculo.
- ❖ Proteína: INEN 14.
- ❖ Cenizas Método: CE 2390/89/EEC.
- ❖ Pruebas microbiológicas.
  - a) Método AOAC 997.02 Recuento mohos y levaduras.
  - b) Método AOAC 991.14 Recuento coliformes y E. coli.

### **Variables Cualitativas.**

- ✓ Aroma.
- ✓ Color
- ✓ Sabor.
- ✓ Consistencia.
- ✓ Aceptabilidad.

### **Variables cualitativas del producto final.**

Las variables cualitativas fueron evaluadas, mediante pruebas de aceptación, comparando el producto terminado con un testigo comercial. El punto de vista del consumidor fue la parte más importante en el análisis organoléptico, ya que a través de esta se identificó el mejor tratamiento.

La degustación se desarrolló en presencia de 10 personas, las mismas que recibieron una ficha técnica e información verbal correspondiente al producto terminado y a las variables no paramétricas a evaluarse.

Se evaluaron las muestras de seis tratamientos más un testigo comercial, en una escala de valores de 1 a 3; correspondiendo el número 2 como la variable que se ajustó a la característica deseada. Las características deseadas son:

- a) Color: Uniforme de tono rosado característico, sin materias extrañas.
- b) Aroma: Debe ser característico a yogurt frutado agradable al sentido.
- c) Sabor: Placentero, con la acidez característica del yogurt de fruta.
- d) Consistencia: Que la tendencia a fluir se aprecie de forma moderada.
- e) Aceptabilidad: Definida al final por el panelista.

### **3.3.7 Métodos de evaluación.**

La evaluación se realizó en la materia prima, durante el proceso de elaboración y en producto terminado.

### 3.2.7.1 Análisis de la Materia Prima (MP)

En la materia prima se efectuaron los siguientes análisis:

**CUADRO 11. Variables paramétricas y Métodos de evaluación (MP).**

| VARIABLES PARAMÉTRICAS   | MÉTODO                |
|--------------------------|-----------------------|
| Densidad                 | Termo-lactodensímetro |
| Acidez titulable         | Titulación            |
| Grasa                    | Gerber                |
| Sólidos totales          | Fórmula Richmond      |
| Proteína                 | AOAC960.52 – 1978     |
| Pruebas Microbiológicas: |                       |
| Salmonella. Pres/Aus.    | APHA 9260E            |
|                          | Método AOAC 997.02    |
|                          | Método AOAC 991.14    |

#### a. DENSIDAD.

La densidad es el equivalente al peso por unidad de volumen de leche, que nos permite conocer si esta ha sido adulterada por adición de agua, extracción de materia grasa.

Esta prueba se determinó al momento de la recepción de la leche de cabra, mientras más se aproxime a 1,00 g/ml representa a que se adicionó agua; para ello se empleó una probeta graduada de 250 ml, un termo-lactodensímetro. Se efectuó según las especificaciones de la Norma INEN 11.

Para esta determinación se colocó la materia prima en la probeta graduada, introduciendo y girando el termo-lactodensímetro, procediendo luego a tomar la lectura de la Temperatura y la densidad registrada en la escala del mismo. Para la corrección de los datos registrados se utilizó la relación matemática estándar:

Por cada °C sobre los 15 °C aumentar el grado de corrección de 0,0002.

Por cada °C bajo los 15 °C disminuir el grado de corrección de 0,0002.

### **b. ACIDÉZ TITULABLE.**

La acidez es un parámetro que nos permite medir el grado de calidad y aptitud de la leche de cabra para proceso industrial y consumo humano, permitió identificar, si la leche ha sido contaminada por manipulación inadecuada a nivel de finca o de transporte.

Esta prueba se realizó luego de la determinación de la densidad; se procedió al armado del equipo de titulación, después se desarrolló según las especificaciones de la Norma INEN 13.

Se empleó 10 ml. de leche de cabra, que fue colocada en un vaso de precipitación de 100 ml, se agregó 10 ml. de agua destilada, agitando hasta homogenizar la mezcla, adicionar 5 gotas de fenolftaleína mezclar y se procede a titular con Na OH (0.1 Normal), hasta que el color de la muestra cambie a rosa pálido, ver que se mantenga el color por 30 segundos y proceder a la lectura, se expresa en grados Dornic, (°D).

### **c. GRASA.**

La grasa es un compuesto orgánico de la leche de cabra, su determinación permitió conocer la aptitud para el proceso industrial de la misma, verificando si la leche fue descremada o desnatada, antes de la recepción como materia prima.

Luego de haber determinado la densidad y la acidez, se procedió a la determinación de la grasa, empleándose los materiales y reactivos necesarios para esta prueba. Se lo efectuó según las especificaciones de la Norma INEN 12.

Para esta prueba se tomó un butirómetro, colocar 10 ml. de ácido sulfúrico con densidad de 1.820 g/ cm<sup>3</sup>, deslizando suavemente por las paredes del butirómetro sin mojar el cuello, adicione lentamente con mucha precisión 11 ml. de leche de cabra, evite que los líquidos se mezclen. Se añade 1 ml. de alcohol isoamílico. Cerrar fuertemente el butirómetro con tapón de caucho, marcar con el número de

muestra envolver en una toalla y proceder a voltearlo lentamente varias veces. Centrifugar por 5 minutos, luego colocar en baño maría a 65 °C por 5 minutos, proceder a la lectura que se expresó en porcentaje.

#### **d. SÓLIDOS TOTALES.**

Los sólidos totales son el componente mayoritario de la leche de cabra, esta prueba permitió determinar y evaluar el porcentaje de su composición. Esta determinación, se la hizo de forma matemática empleando para ello la fórmula matemática de Richmond, en la que se hace uso de los valores ya obtenidos de acidez y grasa de la materia prima, a continuación se describe la fórmula:

$$\% ST = (0,25 \times D) + (1,25 \times G) + 0,66$$

Dónde:        G = porcentaje grasa.  
                  D = densidad.

#### **e. DETERMINACIÓN DE PROTEÍNA EN LECHE DE CABRA.**

La norma aplica a los siguientes tipos de leche:

- a) Leche fresca.
- b) Leche homogenizada.
- c) Leche descremada y semidesnatada.

Contenido de proteína en la leche. Es la cantidad de nitrógeno total de la leche, expresada convencionalmente como contenido de proteínas, y determinada mediante procedimientos normalizados.

Se determinó el contenido de nitrógeno total mediante el método de Kjendahl y se multiplica el resultado por el factor 6,38 para expresarlo como proteína. Se lo efectuó según las especificaciones de la Norma INEN 14.

#### **f. PRESENCIA/ AUSENCIA DE SALMONELLA. APHA 9260E.**

La leche fresca está implicada corrientemente en los brotes de salmonelosis. Las salmonellas llegan a la leche por medio de la contaminación de la ubre y de los pezones, menos corrientemente desde los que manipulan la leche. Los productos lácteos (por Ej. leche en polvo, queso, helados) han sido identificados como vehículos de salmonella en brotes.

Según el Boletín Epidemiológico de la Comunidad de Madrid (BECM) Salmonella fue el agente etiológico detectado en el 91,3% de los brotes de toxiinfecciones alimentarias diagnosticados en humanos en 2003 en dicha comunidad.

Los modelos de prevención de Listeria y Salmonella han generado una enorme revolución en el control de calidad y seguridad de los alimentos. Estos modelos permitieron crear nuevas pautas, que introducen cambios en los sistemas de producción y transformación.

#### **g. PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS.**

Todo producto contiene microorganismos, que pueden ser controlados mediante una temperatura adecuada, evitando que se formen gérmenes patógenos. Las pruebas microbiológicas nos permitieron evaluar la calidad microbiológica de la leche de cabra y su aptitud para el procesamiento. Estas pruebas se realizaron en la materia prima al momento de la recepción. Para lo cual se empleó los siguientes métodos:

#### **MÉTODO AOAC 997.02 RECUENTO MOHOS Y LEVADURAS.**

Las placas petrifilm, que es un test listo para el recuento de mohos y levaduras. Se emplearon las placas film, que contienen nutrientes suplementados con antibiótico y un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador para realizar la visualización del cultivo en la placa.

**Procedimiento:**

- Colocar la placa petrifilm sobre una superficie plana.
- Levantar el film y añadir 1 ml de muestra en el centro film inferior.
- Alzar el difusor plástico por la manija circular, colocarlo centrado en línea con el film superior.
- Distribuir la muestra de forma homogénea ejerciendo una ligera presión sobre el difusor.
- Retirar el difusor, dejar reposo 1 min, para permitir solidificar el gel.
- Incubar las placas entre (20 – 25) ° C, durante (3 – 5) días.
- Determinó, crecimiento microbiano, tomar muestra de una colonia.

**MÉTODO AOAC 991.14 RECUENTO COLIFORMES Y E. COLI.**

La placa petrifilm es un test listo para recuento de coliformes y Escherichia coli.

Se emplearon las placas film que contienen un medio biliado con cristal de violeta, con rojo neutro, un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador de betaglucoronidasa para identificación de Escherichia coli.

Las placas film para recuento de coliformes, constituyen un sistema seguro para la enumeración de coliformes, que estuvo formada por nutrientes y un indicador de tetrazolium, que facilitó el conteo de las colonias. El gas producido por los coliformes permitió la diferenciación de estas frente a otras bacterias gram negativas. Para esta prueba, se empleó el procedimiento descrito para recuento de mohos y levaduras.

**3.2.7.2 Análisis durante el Proceso (P).**

Durante el proceso de elaboración de yogurt se determinaron los siguientes análisis:

**CUADRO 12. Variables paramétricas y Métodos de evaluación en el proceso.**

| V. PARAMÉTRICAS                          | MÉTODO                   |
|--|--------------------------|
| Acidez Titulable<br>Tiempo de incubación | Titulación<br>Cronómetro |

**a. ACIDÉZ TITULABLE.**

Este parámetro, evaluó el grado de acidificación de la leche de cabra, durante el proceso de elaboración de yogurt, permitió identificar la acción de los microorganismos inoculados en virtud del tiempo.

Para este análisis, primero dejamos actuar a los microorganismos durante el proceso de incubación; se procedió a tomar las muestras necesarias para la determinación de esta prueba a partir de las 2.0 horas con intervalos de 30 minutos, hasta obtener el grado de acidez normal del yogurt, en un rango de ( 65 a 70 ) Grados Dornic. (°D). Se lo efectuó según las especificaciones de la Norma INEN 13.

Se midió 10 ml. de leche de cabra saanen, colocar en un vaso de precipitación de 100 ml, se agregó 10 ml. de agua destilada, agítese hasta homogenizar, adicione 5 gotas de fenolftaleína mezclar y se procedió a titular con Na OH (0.1 N), hasta que el color de la muestra cambie a rosa pálido, ver que se mantenga el color por 30 segundos y se procedió a la lectura que se expresó en grados Dornic.

**b. TIEMPO DE INCUBACIÓN.**

Este parámetro, nos permitió determinar, la efectividad del fermento inoculado en la leche de cabra con relación al tiempo, se valoró mediante la utilización de un cronometro, el tiempo se evaluará desde el momento de la adición del fermento lácteo, iniciando el proceso de incubación, dejando actuar hasta obtener el grado de acidez normal del producto final.

### 3.2.7.3 Análisis del producto terminado (PT).

En el yogurt de leche de cabra se realizarán los siguientes análisis:

**CUADRO 13. Variables paramétricas y No paramétricas en (PT).**

| V. PARAMÉTRICAS  | MÉTODO                                    |
|--|---|
| Densidad   | Termo lacto-densímetro                    |
| Acidez titulable   | Titulación                                |
| Grasa  | Gerber                                    |
| Sólidos totales  | Fórmula de Richmond                       |
| Viscosidad   | Viscosímetro                              |
| Sinéresis  | Probetas graduadas                        |
| Rendimiento  | Balace de materiales                      |
| Proteína   | AOAC960.52 – 1978.                        |
| Cenizas  | CE 2390/89/EEC.                           |
| Pruebas Microbiológicas  | Método AOAC 997.02.<br>Método AOAC 991.14 |
| NO PARAMÉTRICAS  |   |
| Prueba Organoléptica:<br>Consistencia<br>Color<br>Aroma<br>Sabor | Prueba de Friedman                        |

#### a. DENSIDAD.

La densidad es el equivalente del peso por unidad de volumen de yogurt de leche de cabra, parámetro que nos permitirá realizar cálculo de los sólidos totales en el producto.

Esta prueba se determinó al obtener el producto final; se empleó una probeta graduada de 250 ml y un termo-lactodensímetro, su valor se expresó en g/ml. Se lo efectuó según las especificaciones de la Norma INEN 11.

Para esta determinación se colocó el yogurt de leche de cabra en una probeta graduada, introducir y hacer girar el lactodensímetro, procediendo luego de

estabilizarse a tomar la lectura de la Temperatura y la densidad registrada en la escala del mismo.

Para la corrección y precisión de los datos registrados se emplearon la relación matemática estándar:

Por 1 °C sobre los 15 °C aumentar el grado de corrección de 0,0002.

Por 1 °C bajo los 15 °C disminuir el grado de corrección de 0,0002.

#### **b. ACIDEZ TITULABLE**

Este parámetro, evaluó el grado de acidificación del yogurt de leche de cabra producido por las bacterias lácticas productoras de ácido láctico. Esta determinación se realizó a los 10 y 20 días después de la elaboración del producto final refrigerado. Se lo efectuó según las especificaciones de la Norma INEN 13.

Se midió 10 ml. de yogurt de leche de cabra, en un vaso de precipitación de capacidad de 100 ml, se agregó 10 ml. de agua destilada, agite hasta homogenizar la mezcla, adicione 5 gotas de fenolftaleína mezclar y se procede a titular con Na OH (0.1 Normal), hasta que el color de la muestra cambie a rosa pálido, ver que se mantenga el color aproximadamente por 30 segundos y procedió a la lectura que se expresó en grados Dornic (°D).

#### **c. GRASA.**

La grasa es un componente del yogurt de la leche de cabra; su valor nos permitió conocer el porcentaje de grasa en el producto, se determinó al momento de obtener el producto final, se empleó los materiales y reactivos necesarios para esta prueba. Se lo efectuó según las especificaciones de la Norma INEN 12.

Primeramente se formó una dilución con una relación de 1 parte de agua con 10 partes de yogurt. Para esta prueba se tomó un butirómetro, colocando 10 ml. de ácido sulfúrico con densidad de 1.820 g/ cm<sup>3</sup>, deslizando suavemente por las paredes del butirómetro sin mojar el cuello, adicione lentamente con mucha

precisión 11 ml. de la dilución, evitando que los líquidos se mezclen, luego se añade 1 ml. de alcohol isoamílico.

Cerrar fuertemente el butirómetro con tapón de caucho, marcar con el número de muestra, envolver en una toalla y proceder a voltearlo lentamente varias veces. Centrifugar por 5 minutos, luego colocar en baño María a 65 °C por 5 minutos, proceder a la lectura que se expresó en porcentaje.

#### **d. SÓLIDOS TOTALES.**

Los sólidos totales, en el yogurt de leche de cabra saanen se determinaron para conocer el porcentaje en su composición, se lo realizará después de obtener el producto final.

Esta determinación se calculó de forma matemática empleando para ello la fórmula de Richmond, en la que se hace uso de los valores ya obtenidos de acidez y grasa del producto terminado, a continuación se describe la fórmula:

$$\% ST = (0,25 \times D) + (1,25 \times G) + 0,66$$

Dónde:

G = porcentaje grasa

D = densidad.

#### **e. DETERMINACIÓN DE CENIZAS MÉTODO: CE 2390/89/EEC**

Es el producto resultante de la incineración de los sólidos totales de la leche mediante procedimientos normalizados.

La cantidad de cenizas en la leche se calculó mediante la siguiente fórmula:

$$C = \frac{m_3 - m}{m_2 - m} \times 100$$

En dónde:

$C$  = cantidad de ceniza de la leche, en porcentaje de masa.

$m$  = masa de la cápsula vacía, en gramos

$m_2$  = masa de la cápsula con la leche (antes de la desecación), en gramos.

$m_2$  = Masa de la Cápsula con las cenizas (después de la incineración), en gramos.

#### f. VISCOSIDAD.

La viscosidad, es una prueba que nos permitió determinar el grado de resistencia de un líquido o producto para fluir o deformarse, la misma que varía con la temperatura, estado de dispersión y concentración de sólidos; esta prueba se realizará a las 24 h de la elaboración del producto final; se empleará un viscosímetro graduado en centipoise, en él se colocará 25 ml, de muestra de yogurt de leche de cabra a temperatura de refrigeración (10 °C), y se tomará la lectura.



FOTO 9. Viscosímetro armado, laboratorio PUCEI-SI. Ibarra-Ecuador, 2011 enero 25.

FOTO 10. Viscosímetro determinando viscosidad en muestra de yogurt de leche de cabra saanen. Ibarra-Ecuador, 2011 enero 26.

#### g. SINÉRESIS.

La sinéresis es la separación en fases, del suero y el coágulo que se forma en el yogurt de leche de cabra o de vaca, en un tiempo limitado. Esta prueba sirve, para

determinar la estabilidad del producto en todos los tratamientos, Se aplicará a los 10 y 20 días después de la elaboración del producto final refrigerado.

Para ello se manejaron, probetas graduadas de 25 ml, se colocó 10 ml de muestra y dejar en reposo el tiempo establecido, luego proceder a medir la cantidad de suero que queda en la parte superior de la probeta.

#### **h. RENDIMIENTO.**

El rendimiento es una variable, que permitió conocer la utilidad del mejor tratamiento; al efectuar el balance de materiales tenemos datos exactos de entrada y salida hasta obtener el producto final, con estos datos se calcularán los costos de producción del yogurt de leche de cabra en todos los tratamientos.

Al inicio se pesó la materia prima, registrar y verificar el peso al final del proceso hasta obtener el yogurt, aplicar la siguiente fórmula en cada tratamiento:

$$\% R = \left( \frac{W_{pt}}{W_{mp}} \right) \times 100$$

Dónde:

R = Rendimiento en porcentaje.

W<sub>pt</sub> = Peso producto terminado.

W<sub>mp</sub> = Peso materia prima.

#### **i. PRUEBAS MICROBIOLÓGICAS.**

Las pruebas microbiológicas proporcionaron la evaluación de la calidad microbiológica del yogurt de leche de cabra saanen y su aptitud para el consumo humano. Esta prueba se la efectuó, en el producto final, al mejor tratamiento a los 15 días de la elaboración. Se emplearon los siguientes métodos:

## **MÉTODO AOAC 997.02 RECUENTO MOHOS Y LEVADURAS.**

La placa film, es un test listo para el recuento de mohos, levaduras.

Se usaron las placas film que contienen nutrientes suplementados con antibiótico y un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador para visualizar el cultivo en la placa.

### **PROCEDIMIENTO:**

- Colocar la placa petrifilm sobre una superficie plana.
- Levantar el film, añadir 1 ml de muestra en el centro film inferior.
- Alzar el difusor plástico por la manija circular, colocarlo centrado en línea con el film superior.
- Distribuir la muestra de forma homogénea ejerciendo una ligera presión sobre el difusor.
- Retirar el difusor, dejar 1 min reposo, para solidificar el gel.
- Incubar las placas entre (20 – 25) ° C, durante (3 – 5) días.
- Determinó el crecimiento microbiano, tome muestra de una colonia.

## **MÉTODO AOAC 991.14 RECUENTO COLIFORMES Y E. COLI.**

La placa petrifilm es un test listo para recuento de coliformes y *Escherichia coli*. Se utilizaron las placas film, que contienen un medio biliado con cristal de violeta, con rojo neutro, un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador de betaglucoronidasa, para identificación de *Escherichia coli*.

Las placas film para recuento de coliformes, son un sistema seguro para la enumeración de coliformes, estaba formado por nutrientes y un indicador de tetrazolium que facilita el conteo de las colonias.

El gas producido por los coliformes, permite la diferenciación de estas frente a otras bacterias gram negativas. Para esta prueba se empleará, el procedimiento descrito para recuento de mohos y levaduras.

## **j. PRUEBAS ORGANOLÉPTICAS.**

Las pruebas organolépticas, tienen su fundamento en los órganos de los sentidos, en la percepción y el gusto de las personas, para evaluar las características físicas de un alimento. Estas pruebas permitieron determinar el grado de aceptabilidad del yogurt de leche de cabra saanen, cualificado por los degustadores.

La evaluación sensorial se realizó a los seis tratamientos y un testigo comercial, después de la elaboración del producto final. Las pruebas organolépticas que se efectuaron son: color, aroma, consistencia, sabor y aceptabilidad; para los mejores tratamientos mediante un panel conformado por 10 degustadores, los mismos que utilizarán una ficha e instructivo indicando las características físicas del yogurt de leche de cabra saanen, que se compararán con un testigo de yogurt de leche de vaca, de marca comercial en la ciudad de Ibarra.

Se valoraron los datos obtenidos, mediante la ecuación matemática de Friedman:

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

Dónde:

$X^2$  = Chi cuadrado.

R = rangos.

b = degustadores.

t = tratamientos.

### **3.3.8 Manejo específico del experimento.**

#### **3.3.8.1 Caracterización de la materia prima.**

Para realizar la caracterización de leche de cabra saanen, fue necesario realizar un estudio de la misma en la Granja Caprina San Vicente por el lapso de dos meses, tiempo en cual se determinó las características físico-químicas de la leche de cabra. Las características que se determinaron fueron las siguientes:

**CUADRO 14. Caracterización de leche de cabra saanen.**

| CARACTERÍSTICAS | MÉTODO              |
|-----------------|---------------------|
| Temperatura     | Termómetro          |
| Densidad        | Lactodensímetro     |
| Acidez          | Acidez titulable    |
| Grasa           | Gerber              |
| Proteína        | Kjenldal            |
| Sólidos totales | Fórmula de Richmond |

### **3.2.9. Proceso tecnológico para la elaboración yogurt leche cabra.**

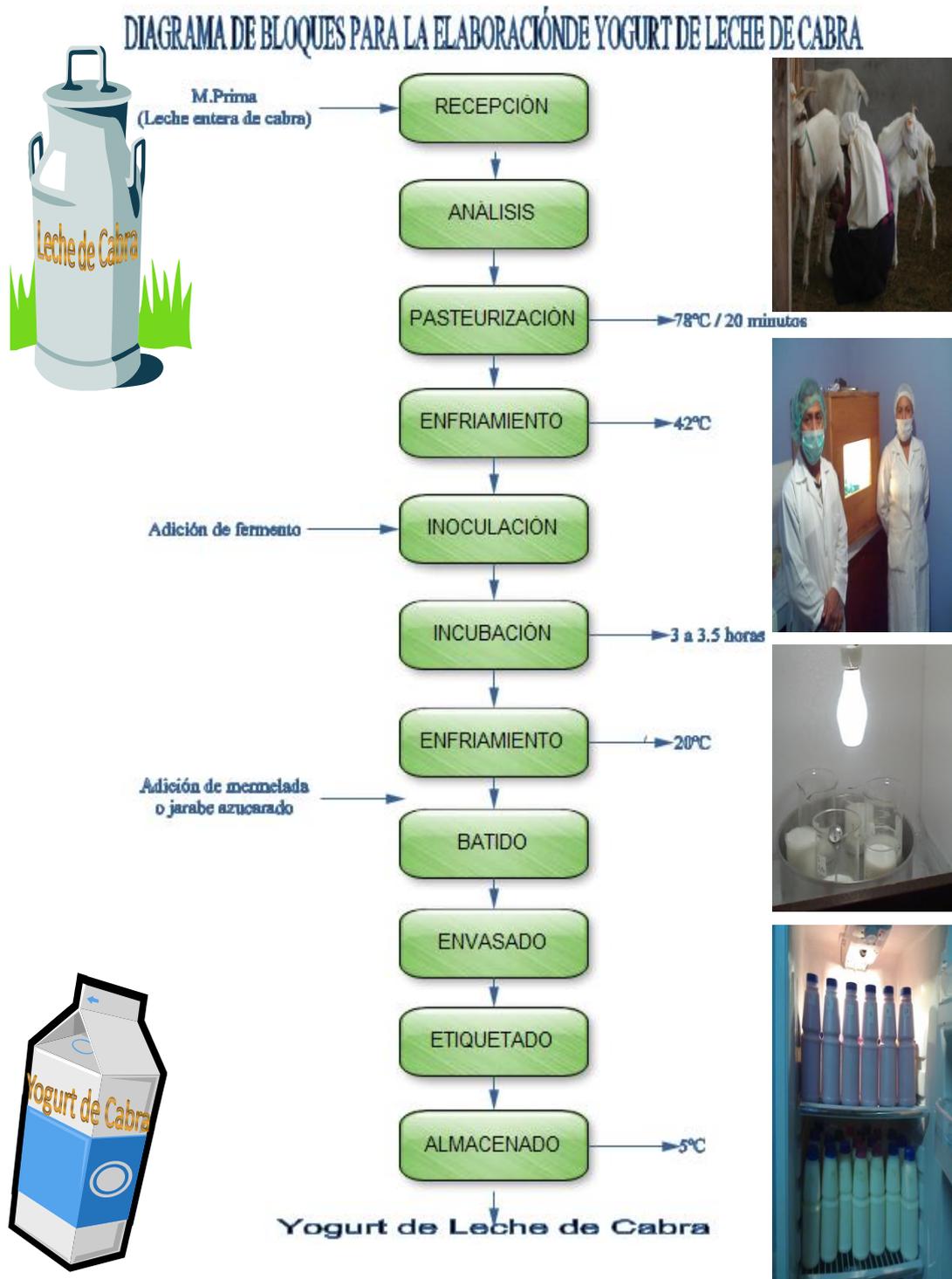
Todo el proceso tecnológico de elaboración de yogurt tipo II de leche de cabra; se realizó en un área determinada para trabajos de tesis de grado, ubicada en los laboratorios de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica del Norte en Ibarra.

Los factores que se evaluaron fueron:

- Dos fermentos Comerciales liofilizados.
- Tres porcentajes de fermentos comerciales.

La incidencia de dos fermentos comerciales estudiados mediante la aplicación de seis tratamientos y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental fue de dos (2) litros.

**FIGURA 1: Diagrama de bloques para la elaboración de yogurt tipo II, leche de de cabra saanen.**



### **3.2.9.1. RECEPCIÓN Y CONTROL DE LA MATERIA PRIMA.**

La leche se la obtuvo de la Granja Caprina San Vicente, dedicada a la explotación lechera y obtención de pie de cría, la misma que está ubicada en la Parroquia San Antonio de la Ciudad de Ibarra. La materia prima fue transportada en un recipiente de acero inoxidable hasta la unidad productiva de lácteos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica del Norte.

### **3.2.9.2 ANÁLISIS.**

En laboratorio se hizo el filtrado y medición de la leche de cabra en litros; inmediatamente se procedió con la toma de una muestra de 250 ml de materia prima, a continuación se realizaron los análisis básicos requeridos para la leche cruda: densidad, acidez Titulable, grasa, sólidos totales, verificando la temperatura al momento del análisis.

### **3.2.9.3 PASTEURIZACIÓN.**

Una vez determinada la calidad de la leche de cabra saanen, se procedió a la pasteurización de la misma, mediante calentamiento de la materia prima con circulación de agua caliente, manteniendo la agitación constante evitando que la caseína se precipite al fondo del recipiente, controlando la temperatura hasta llegar a 78° C, entonces mantenerla por 20 minutos, con el fin de reducir la carga microbiana como: levaduras, mohos y bacterias.

### **3.2.9.4 ENFRIAMIENTO.**

La leche de cabra pasteurizada recibió un choque térmico por circulación de agua refrigerada; hasta alcanzar la temperatura de 44°C evitando así la proliferación de bacterias dañinas.

#### 3.2.9.5 PESADO Y PREPARACION DEL FERMENTO.

Para elaboración de yogurt de leche de cabra saanen; en esta investigación se probaron dos fermentos comerciales liofilizados: A1 y A2 de origen italiano. En una Balanza de precisión (+ - 0,001g) se pesaron los dos fermentos comerciales.

Para los tratamientos T1, T2, T3 se utilizó el fermento comercial A1; para ello se procedió a pesar la cantidad de fermento necesario (disolución al 2%) para cada tratamiento, luego se disuelve en leche pasteurizada de cabra a 44 °C, mover hasta disolver totalmente e inmediatamente adicionar en volumen a cada uno de los tratamientos; con las concentraciones: (0,4; 0,6; 0,8) % respectivamente.

De igual forma se procedió para los tratamientos T4, T5, T6, se empleó el fermento comercial A2; pesando la cantidad de fermento requerido (disolución al 2%) para cada tratamiento; luego se disuelve en leche pasteurizada de cabra a 44 °C, mover hasta disolver totalmente e inmediatamente adicionar en volumen a cada uno de los tratamientos; con sus respectivas concentraciones: (0,4; 0,6; 0,8.) % respectivamente.

#### 3.2.9.6 INOCULACIÓN DE FERMENTO COMERCIAL.

Previamente medidos los fermentos comerciales, son disueltos en un volumen de leche de cabra saanen a 44 °C con fuerte agitación; para cada tratamiento según la concentración indicada; se agrega cada dilución en los recipientes rotulados con anticipación.

#### 3.2.9.7 INCUBACIÓN.

La incubación se realizó en un fermentador de caja con aislante de espuma flex, que con antelación fue revisado y mejorado; para optimizar el desarrollo y control en este proceso se colocó un recipiente con agua caliente a 45 ° C, que contenga los 6 tratamientos; además se incluyó dos termómetros, uno en la leche de cabra

en una unidad experimental y otro en el agua del contenedor; el medidor de intensidad de luz se mantuvo en la posición media.

En el Incubador previamente calentado; se introdujo el contenedor con los 6 tratamientos la leche de cabra a 42°C, se tomó el tiempo y se registró.

Después de dos horas de fermentación se colectaron muestras de 10 ml, de leche de cabra de cada tratamiento en vasos de precipitación, en seguida se determinó la acidez titulable, esta valoración se repitió cada 30 minutos registrando los datos; hasta obtener la acidez normal del yogurt entre (63 y 70) ° Dornic; técnica que se empleará para todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

#### 3.2.9.8 ENFRIAMIENTO.

Una vez alcanzado la acidez normal del yogurt de leche de cabra, se procedió a suspender la fuente de calor (luz), luego se enfrió el coágulo lácteo formado, haciendo circular agua refrigerada y hielo hasta conseguir reducir a la temperatura a 20° C.

#### 3.2.9.9 DESNATADO.

Una vez enfriados los envases de yogurt se procedió a retirar una capa de grasa formada en la superficie de cada unidad experimental, apartarla en un recipiente para luego pesarla. Se procedió de la misma forma en todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones.

#### 3.2.9.10 BATIDO.

Cuando el yogurt de leche de cabra frío y desnatado, se realizó el batido del coagulo lentamente, hasta que el gel lácteo quede homogenizado y tenga una apariencia lisa sin grumos. En este proceso se puede incorporar sabor a frutas o

jarabe azucarado, colorantes y saborizantes permitidos en la industria alimenticia, esta adición corresponde al 10 % según la norma NTE INEN 2 395:2006-03 para todos los tratamientos.

#### 3.2.9.11 ENVASADO.

En la etapa de ensayos preliminares el yogurt de leche de cabra se envasó al natural en frascos de cristal previamente esterilizados, que nos permitió apreciar las características físicas del producto terminado, para cada uno de los tratamientos con sus respectivas repeticiones y tipo de fermento.

En la fase experimental el yogurt de leche de cabra se envasó al natural en envases plásticos estériles determinados solo para yogurt. Para la correcta toma de muestras y los análisis del producto terminado, se utilizaron pipetas graduadas, probetas, vasos de precipitación y tubos de ensayo con tapas, debidamente esterilizados y codificados para su seguimiento.

#### 3.2.9.12 ETIQUETADO.

En este proceso con anticipación fueron rotulados y codificados todos los tratamientos con sus respectivas repeticiones junto con las fechas de elaboración, tanto en frascos de cristal, envases plásticos y en tubos de ensayo. Al mismo tiempo se registraron los datos.

#### 3.2.9.13 ALMACENAMIENTO.

Los frascos de yogurt de leche de cabra, se almacenaron en ambiente refrigerado de (4 – 10) °C para verificar cambios posteriores; siempre tomando en cuenta la fecha de elaboración y evitando posibles contaminaciones por otros productos alimenticios.

## 4 RESULTADOS Y DISCUSIONES.

A continuación se detallan los resultados del análisis estadísticos efectuados en el estudio de la “Incidencia de dos tipos de fermentos comerciales en la elaboración de yogurt tipo II, empleando leche de cabra (Capra saanen)”, su caracterización y el análisis de las variables cuantitativas y cualitativas.

### 4.1 Caracterización de la materia prima leche de cabra.

Por el lapso de dos meses, se realizaron tres veces por semana las pruebas básicas a la leche de cabra saanen de la Granja caprina San Vicente; posteriormente estos datos se promediaron semanalmente. Las características más importantes a nivel de finca son la Densidad y la Acidez Titulable. Los resultados de la caracterización se detallan en el Cuadro 15.

**CUADRO 15. Datos promediados de los parámetros de la leche de cabra saanen semanalmente.**

| PARÁMETROS            | MES I |      |      |      | MES II |      |      |      | SUMA  | P. GLOBAL |
|-----------------------|-------|------|------|------|--------|------|------|------|-------|-----------|
|                       | 1     | 2    | 3    | 4    | 1      | 2    | 3    | 4    |       |           |
| Temperatura °C        | 6,0   | 6,0  | 5,0  | 5,0  | 5,0    | 6,0  | 5,0  | 5,0  | 43,0  | 5,4       |
| Grasa (%)             | 4,9   | 5,1  | 5,2  | 5,2  | 5,0    | 5,2  | 5,4  | 5,4  | 41,4  | 5,2       |
| Proteína (%)          | 4,1   | 4,1  | 4,1  | 4,1  | 4,1    | 4,1  | 4,1  | 4,1  | 32,8  | 4,1       |
| Densidad (%)          | 32,7  | 32,5 | 32,5 | 32,2 | 32,5   | 32,2 | 32,1 | 32,2 | 258,9 | 32,4      |
| Sól. Totales (%)      | 15,0  | 15,4 | 15,3 | 15,2 | 15,1   | 15,2 | 15,3 | 15,4 | 121,9 | 15,2      |
| Acidez Tit. (°Dornic) | 17,0  | 18,1 | 19,8 | 19,2 | 17,1   | 19,2 | 18,5 | 18,3 | 147,2 | 18,4      |

**Fuente:** Los Autores.

A nivel de finca la acidez titulable y la densidad son los parámetros más importantes; la leche de cabra saanen se enfría y se almacena en refrigeración,

razón por la que los análisis se desarrollaron a temperaturas bajas con la respectiva corrección de parámetros de los datos.

#### 4.2 Análisis de variables cuantitativas.

Las variables cuantitativas sobre las que se realizó el análisis estadístico tomadas en cuenta para esta investigación fueron: incremento de acidez, tiempo de fermentación durante el proceso. Acidez, tiempo de fermentación, viscosidad, sinéresis, rendimiento. Proteína, y análisis microbiológico para el producto terminado del mejor tratamiento.

##### 4.2.1 Análisis estadístico para la variable acidez durante y después del proceso de elaboración de yogurt de leche de cabra saanen.

Para la evaluación de las variables cuantitativas se tomó muestras de leche de cabra saanen con intervalos de 30 minutos, después de dos horas de haber inoculado el fermento lácteo, los resultados se muestran en los Cuadros: 16 - 20.

**CUADRO 16. Acidez de la leche inoculada a dos horas de proceso (° Dornic).**

| TRAT                  | CODIGO | REPETICIONES |        |        |        | $\Sigma$<br>TRATA. | MEDIAS |
|-----------------------|--------|--------------|--------|--------|--------|--------------------|--------|
|                       |        | I            | II     | III    | IV     |                    |        |
| T1                    | A1B1   | 45.80        | 45.10  | 45.10  | 48.60  | 184.60             | 46.15  |
| T2                    | A1B2   | 48.50        | 44.10  | 45.80  | 45.30  | 183.70             | 45.93  |
| T3                    | A1B3   | 48.60        | 48.60  | 45.00  | 45.30  | 187.50             | 46.88  |
| T4                    | A2B1   | 45.30        | 45.50  | 47.80  | 47.40  | 186.00             | 46.50  |
| T5                    | A2B2   | 45.80        | 46.00  | 49.60  | 45.10  | 186.50             | 46.63  |
| T6                    | A2B3   | 45.90        | 49.60  | 45.30  | 45.30  | 186.10             | 46.53  |
| $\Sigma$ REPETICIONES |        | 279.90       | 278.90 | 278.60 | 277.00 | 1114.40            | 46.43  |

**Fuente:** Los Autores.

**CUADRO 17. Acidez del yogurt de leche de cabra a 10 días de elaboración(°Dornic).**

| TRAT.                 | CODIGO | REPETICIONES |        |        |        | $\Sigma$<br>TRAT. | MEDIA |
|-----------------------|--------|--------------|--------|--------|--------|-------------------|-------|
|                       |        | I            | II     | III    | IV     |                   |       |
| T1                    | A1B1   | 64.00        | 65.00  | 65.00  | 64.00  | 528.00            | 64.50 |
| T2                    | A1B2   | 69.00        | 66.00  | 68.00  | 62.00  | 265.00            | 66.25 |
| T3                    | A1B3   | 65.00        | 64.00  | 65.00  | 67.00  | 261.00            | 65.25 |
| T4                    | A2B1   | 62.00        | 65.00  | 67.00  | 69.00  | 263.00            | 65.75 |
| T5                    | A2B2   | 67.00        | 67.00  | 66.00  | 68.00  | 268.00            | 67.00 |
| T6                    | A2B3   | 68.00        | 64.00  | 76.00  | 72.00  | 280.00            | 70.00 |
| $\Sigma$ REPETICIONES |        | 395.00       | 391.00 | 407.00 | 402.00 | 1595.00           | 66.46 |

**CUADRO 18. Adeva para la variable Acidez de leche inoculada a 2, 2,5 horas durante el proceso; a 3 horas y 10 días de elaboración del yogurt.**

| F de Variación | Gl | Factor Calculado    |                     |                     |                     | F.Tab 5% | F.Tab 1% |
|----------------|----|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------|----------|----------|
|                |    | Leche Inoculada     |                     | Yogurt              |                     |          |          |
|                |    | 2Horas              | 2.5Horas            | 3Horas              | 10Días              |          |          |
| Total          | 23 |                     |                     |                     |                     |          |          |
| Tratamientos   | 5  | 0.138 <sup>NS</sup> | 1.840 <sup>NS</sup> | 1.384 <sup>NS</sup> | 1.877 <sup>NS</sup> | 2.77     | 4.25     |
| F.A (ferment)  | 1  | 0.097 <sup>NS</sup> | 0.743 <sup>NS</sup> | 2.786 <sup>NS</sup> | 3.817 <sup>NS</sup> | 4.41     | 8.28     |
| F.B%concent    | 2  | 0.128 <sup>NS</sup> | 1.122 <sup>NS</sup> | 0.284 <sup>NS</sup> | 1.592 <sup>NS</sup> | 3.55     | 6.01     |
| Interac(AxB)   | 2  | 0.170 <sup>NS</sup> | 3.106 <sup>NS</sup> | 1.783 <sup>NS</sup> | 1.194 <sup>NS</sup> | 3.55     | 6.01     |
| Error Exp.     | 18 |                     |                     |                     |                     |          |          |
| CV. (%)        |    | 3,9542              | 4,3513              | 4,2357              | 4,2448              |          |          |

En el análisis de la varianza para la variable acidez a 2, 2.5 durante la incubación; a 3 horas de la formación del coagulo lácteo y 10 días después de elaborado el yogurt de leche de cabra saanen, se determinó que no existe significación estadística para tratamientos, factor A (tipos de fermentos), factor B (porcentajes de concentración) e Interacción de factores (AxB), por lo tanto todos los tratamientos se comportan de la misma manera.

**Análisis de la Acidez del yogurt de cabra saanen a 20 días de elaboración.**

Una vez realizados los cálculos de la variable acidez a 20 días de elaboración los resultados se muestran en los Cuadros del 19 al 23.

**CUADRO 19. Acidez del yogurt de leche de cabra saanen a 20 días de elaboración (°Dornic).**

| TRAT.          | CODIGO | REPETICIONES |        |        |        | Σ TRAT. | MEDIA |
|----------------|--------|--------------|--------|--------|--------|---------|-------|
|                |        | I            | II     | III    | IV     |         |       |
| T1             | A1B1   | 70,00        | 69,00  | 69,00  | 68,00  | 276,00  | 69,00 |
| T2             | A1B2   | 70,00        | 72,00  | 71,00  | 75,00  | 288,00  | 72,00 |
| T3             | A1B3   | 70,00        | 70,00  | 79,00  | 71,00  | 290,00  | 72,50 |
| T4             | A2B1   | 70,00        | 68,00  | 70,00  | 72,00  | 280,00  | 70,00 |
| T5             | A2B2   | 80,00        | 85,00  | 86,00  | 75,00  | 326,00  | 81,50 |
| T6             | A3B3   | 88,00        | 88,00  | 88,00  | 88,00  | 352,00  | 88,00 |
| Σ REPETICIONES |        | 448,00       | 452,00 | 463,00 | 449,00 | 1812,00 | 75,50 |

**Fuente:** Los Autores.

**CUADRO 20. Análisis de la Varianza de la Acidez del yogurt de leche de cabra saanen a 20 días de elaboración.**

| FUENTES VARIACION | GL. | SC.      | CM.    | FC      | F.TAB. 5 % | F.TAB. 1 % |
|-------------------|-----|----------|--------|---------|------------|------------|
| Total             | 23  | 13021,00 |        |         |            |            |
| Tratamientos      | 5   | 1144,00  | 228,80 | 26,06** | 2.77       | 4.25       |
| F.A (ferment.)    | 1   | 450,66   | 450,66 | 51,34** | 4.41       | 8.28       |
| F.B(%concent.)    | 2   | 343,00   | 171,50 | 19,53** | 3.55       | 6.01       |
| Interac. (AxB)    | 2   | 350,33   | 175,16 | 19,95** | 3.55       | 6.01       |
| Error Exp.        | 18  | 158,00   | 8,77   |         |            |            |

**CV= 3.9241%.**

En el análisis de la varianza para la variable acidez, desde la inoculación del fermento hasta los 10 días no hay significación estadística; a partir de este tiempo hasta los 20 días de almacenamiento del producto final existe alta significación estadística para tratamientos, factores A y B e interacción AxB, por lo cual se procedió a realizar la prueba de Tukey para los tratamientos y DMS para el factor A y B e Interacción (AxB).

**CUADRO 21. Prueba de Tukey al 5% para la variable Acidez del yogurt de leche de cabra a 20 días de elaboración.**

| TRATAMIENTOS | CODIGO | MEDIA | RANGOS TUKEY 5% |
|--------------|--------|-------|-----------------|
| T6           | A2B3   | 88,00 | a               |
| T5           | A2B2   | 81,50 | a               |
| T3           | A1B3   | 72,50 | <b>b</b>        |
| T2           | A1B2   | 72,00 | <b>b</b>        |
| T4           | A2B1   | 70,00 | <b>b</b>        |
| T1           | A1B1   | 69,00 | <b>b</b>        |

Al realizar la prueba de Tukey para la variable acidez, permite diferenciar dos rangos (a, b) claramente definidos. En el rango b se encuentran los mejores tratamientos: T3 (fermento1, concentración 0,8%) T2, (fermento1, concentración 0,6%) T4 (fermento2, concentración 0,4%) y T1 (fermento1, concentración 0,4%) con una acidez promedio de 70,87°Dornic.

**CUADRO 22. Prueba DMS para el factor A (tipos de fermentos) de la variable Acidez del yogurt de la leche de cabra saanen a 20 días de elaboración.**

| FACTORES | MEDIAS | RANGOS   |
|----------|--------|----------|
| A2       | 79,83  | a        |
| A1       | 71,16  | <b>b</b> |

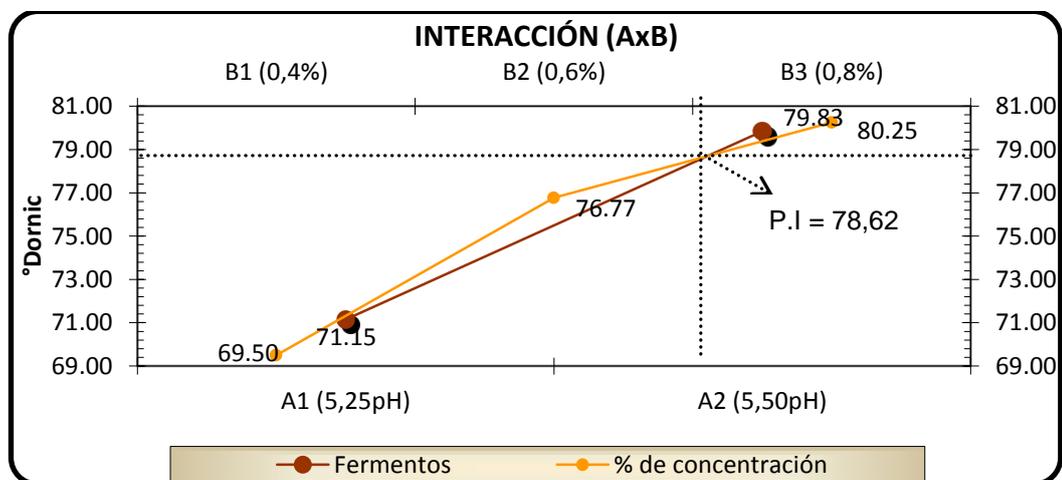
Se procedió a realizar la prueba de DMS al 5%, para la variable acidez a los 20 días de almacenamiento del producto final para el factor A, donde se determinó que el mejor rango es **b**, que corresponde a A1 (fermento1) con una media de 71.16 ° Dornic.

**CUADRO 23. Prueba DMS para el factor B (% de concentración de fermento) de la variable Acidez del yogurt de la leche de cabra saanen a 20 días de elaboración.**

| FACTORES | MEDIAS | RANGOS   |
|----------|--------|----------|
| B3       | 80,25  | a        |
| B2       | 76,75  | b        |
| B1       | 69,50  | <b>c</b> |

Se procedió a realizar la prueba de DMS al 5%, para la variable acidez del yogurt a los 20 días de fermentación para el factor B, donde se determinó que el mejor rango es **c**, que corresponde a B1 (concentración de fermento al 0,4 %) con una media de 69.50 ° Dornic.

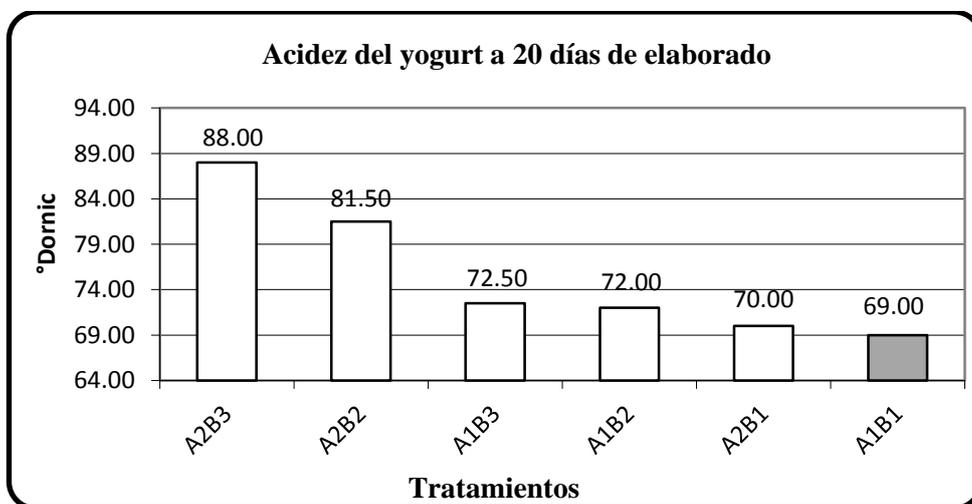
**FIGURA 2: Acidez del yogurt de leche de cabra saanen a 20 días de elaboración.**



En el gráfico 6 se puede apreciar el punto de intersección que equivale a 78,62°D, que equivale al fermento A2 con 0,8% de concentración. Sin embargo en este estudio los mejores niveles fueron B1 y A1.

También se puede considerar que la variable acidez a los 20 días presenta una relación directamente proporcional entre los tipos de fermentos y los porcentajes de los mismos.

**FIGURA 3:** Medias de la variable Acidez del yogurt de leche de cabra saanen a 20 días de elaborado.



Al graficar las medias de los tratamientos, se reportan los valores promedios de acidez del yogurt de leche de cabra a 20 días de su elaboración. Al analizar los resultados se observa que el T1 (fermento 1, concentración de 0,4%) presenta menor grado de acidez con una media de 69,00°Dornic, por ende fue el mejor tratamiento.

#### 4.2.2 Análisis estadístico para la Variable Tiempo de fermentación durante el proceso de elaboración de yogurt de leche de cabra saanen.

El tiempo de fermentación se verificó mediante el cronometro registrando los valores, después de dos horas de haber inoculado el fermento, se midió la acidez

cada 30 minutos, hasta obtener una acidez de 63 a 70 ° Dornic, tiempo en el que se formó el coágulo lácteo, los resultados se muestran en los cuadros 24 y 25.

**CUADRO 24. Tiempo de fermentación del yogurt de leche de cabra saanen (horas).**

| TRAT.         | CODIGO | REPETICIONES |       |       |       | Σ<br>TRAT. | MEDIA |
|---------------|--------|--------------|-------|-------|-------|------------|-------|
|               |        | I            | II    | III   | IV    |            |       |
| T1            | A1B1   | 3,00         | 3,27  | 3,11  | 3,07  | 12,45      | 3,11  |
| T2            | A1B2   | 3,19         | 3,04  | 3,25  | 3,17  | 12,65      | 3,16  |
| T3            | A1B3   | 3,09         | 3,13  | 3,07  | 3,03  | 12,32      | 3,08  |
| T4            | A2B1   | 3,23         | 3,09  | 3,15  | 3,21  | 12,68      | 3,17  |
| T5            | A2B2   | 3,14         | 3,22  | 3,02  | 3,12  | 12,50      | 3,13  |
| T6            | A2B3   | 3,05         | 3,18  | 3,20  | 3,26  | 12,69      | 3,17  |
| ΣREPETICIONES |        | 18,70        | 18,93 | 18,80 | 18,86 | 75,29      | 3,14  |

**Fuente:** Los Autores.

**CUADRO 25. Adeva de la variable tiempo de fermentación durante el proceso.**

| FUENTES<br>VARIACION | GL | SC.      | CM.    | FC                  | F.TAB.<br>5 % | F.TAB.<br>1 % |
|----------------------|----|----------|--------|---------------------|---------------|---------------|
| Total                | 23 | 0,1517   |        |                     |               |               |
| Tratamientos         | 5  | 0,0280   | 0,0056 | 0,814 <sup>NS</sup> | 2.77          | 4.25          |
| F.A (ferment.)       | 1  | 0,0084   | 0,0084 | 1,228 <sup>NS</sup> | 4.41          | 8.28          |
| F.B(%concent.)       | 2  | 0,0014   | 0,0007 | 0,104 <sup>NS</sup> | 3.55          | 6.01          |
| Interac. (AxB)       | 2  | 0,0181   | 0,0091 | 1,317 <sup>NS</sup> | 3.55          | 6.01          |
| Error Exp.           | 18 | 0,123725 | 0,0069 |                     |               |               |

**CV**= 2,6448 %.

En el análisis de varianza para la variable tiempo de fermentación durante el proceso, se determinó que no existe incidencia estadística para tratamientos, factor A, factor B e Interacción (AxB), por lo tanto todos los tratamientos se comportan de la misma manera, es decir no influye el tipo de fermento y la concentración del mismo en el tiempo de fermentación.

Una vez realizados los cálculos de la variable acidez a 20 días de elaboración los resultados se muestran en los Cuadros del 19 al 23.

#### 4.2.3 Análisis estadístico Variable Viscosidad del yogurt de leche de cabra saanen a 10 día de elaboración.

Una vez realizados los cálculos de la variable Viscosidad a 10 días de elaboración los resultados se muestran en los Cuadros del 26 al 30.

**CUADRO 26. Viscosidad del yogurt de leche de cabra saanen a 10 días de elaboración (centipoise).**

| TRAT.          | CODIGO | REPETICIONES |         |         |         | Σ<br>TRAT. | PROMED |
|----------------|--------|--------------|---------|---------|---------|------------|--------|
|                |        | I            | II      | III     | IV      |            |        |
| T1             | A1B1   | 550,00       | 580,00  | 490,00  | 560,00  | 2180,00    | 545,00 |
| T2             | A1B2   | 700,00       | 700,00  | 740,00  | 760,00  | 2900,00    | 725,00 |
| T3             | A1B3   | 520,00       | 500,00  | 560,00  | 540,00  | 2120,00    | 530,00 |
| T4             | A2B1   | 780,00       | 750,00  | 760,00  | 700,00  | 2990,00    | 747,50 |
| T5             | A2B2   | 840,00       | 840,00  | 880,00  | 840,00  | 3400,00    | 850,00 |
| T6             | A2B3   | 700,00       | 700,00  | 700,00  | 780,00  | 2880,00    | 720,00 |
| Σ REPETICIONES |        | 4090,00      | 4070,00 | 4130,00 | 4180,00 | 16470,00   | 686,25 |

**Fuente:** Los Autores.

**CUADRO 27. Adeva de la variable Viscosidad del yogurt de leche de cabra saanen a 1 día de elaboración (centipoise).**

| FUENTES<br>VARIACION | GL | SC.       | CM.       | FC                 | F.TAB.<br>5 % | F.TAB.<br>1 % |
|----------------------|----|-----------|-----------|--------------------|---------------|---------------|
| Total                | 23 | 328962,50 |           |                    |               |               |
| Tratamientos         | 5  | 310287,50 | 62057,50  | 59,81**            | 2.77          | 4.25          |
| F.A (ferment.)       | 1  | 178537,50 | 178537,50 | 172,08**           | 4.41          | 8.28          |
| F.B(%concent.)       | 2  | 124825,00 | 62412,50  | 60,15**            | 3.55          | 6.01          |
| Interac. (AxB)       | 2  | 6925,00   | 3462,50   | 3,33 <sup>NS</sup> | 3.55          | 6.01          |
| Error Exp.           | 18 | 18675,00  | 1037,50   |                    |               |               |

**CV= 4,6937 %.**

En el análisis de la varianza para la variable viscosidad a 1 día de elaboración del yogurt de leche de cabra, se determinó que existe alta significación estadística para tratamientos, factores A y B por lo cual se procedió a realizar la prueba de Tukey para los tratamientos y DMS para los factores.

No existe significación estadística para la Interacción (AxB).

**CUADRO 28. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable Viscosidad del yogurt de leche de cabra saanen a 1 día de elaboración.**

| TRATAMIENTOS | CODIGO | MEDIA   | RANGOS TUKEY 5% |
|--------------|--------|---------|-----------------|
| T5           | A2B2   | 850,000 | <b>a</b>        |
| T6           | A2B1   | 747,500 | b               |
| T4           | A1B2   | 725,000 | b               |
| T3           | A2B3   | 720,000 | b               |
| T1           | A1B1   | 545,000 | c               |
| T2           | A1B3   | 530,000 | c               |

Al realizar la prueba de Tukey para la variable viscosidad, permitió diferenciar tres rangos (a, b, c) claramente definidos. En el rango a se encuentra T5 (fermento2 y concentración del 0,6%), siendo el mejor tratamiento, presenta una viscosidad media de 850,00 centipoises, en el rango b se encuentran los tratamientos: T6(fermento2,concentración 0,8%), T4(fermento, concentración 0,4%), T3 (fermento1,concentración 0,8%) con una viscosidad promedio de 730.93 centipoises; en el rango c se encuentran los tratamientos T1(fermento1,concentración 0,4%) y T2(fermento1,concentración 0,6%) con una viscosidad promedio de 537,50 centipoises.

**CUADRO 29. Prueba DMS para el factor A (tipos de fermentos) de la variable Viscosidad del yogurt de leche de cabra saanen a 1 día de elaboración.**

| FACTORES | MEDIAS | RANGOS   |
|----------|--------|----------|
| A2       | 772,50 | <b>a</b> |
| A1       | 600,00 | b        |

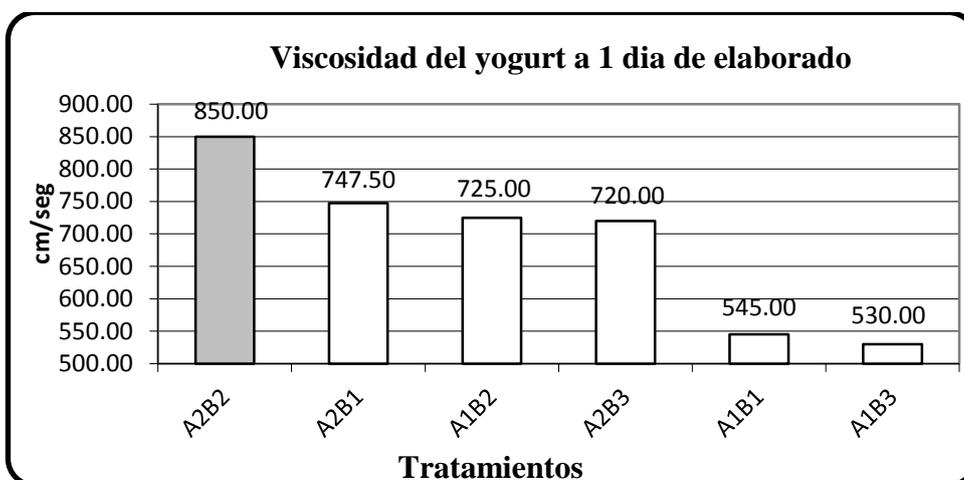
Analizando el factor A, se procedió a realizar la prueba de DMS, para la variable viscosidad del yogurt de leche de cabra, donde presenta dos rangos definidos, (a y b), siendo A2 (fermento2) el mejor factor con una viscosidad de 772,50 centipoises.

**CUADRO 30. Prueba DMS para el factor B (% de concentración de fermentos de la variable Viscosidad del yogurt de leche de cabra a 1 día de elaboración.**

| FACTORES | MEDIAS  | RANGOS |
|----------|---------|--------|
| B2       | 787,500 | a      |
| B1       | 646,250 | b      |
| B3       | 625,000 | b      |

Analizando el factor B, se procedió a realizar la prueba de DMS, en la viscosidad del yogurt de leche de cabra, presenta tres rangos definidos, (a, b y c), a es el mejor rango que corresponde a B2 (0,6% de concentración de fermento), con una viscosidad de 787,50 centipoise. En el rango b se encuentran las concentraciones B1 y B3, que corresponden a (0,4 y 0,6) % respectivamente con un promedio de viscosidad de 635.63 centipoise.

**FIGURA 4:** Medias de la variable Viscosidad para el yogurt de leche de cabra saanen.



Al graficar las medias de los tratamientos, se reportan los valores promedios de la variable viscosidad del yogurt de leche de cabra a 1 día después de su elaboración. Al analizar los resultados se determina que el tratamiento T5 (fermento 2, concentración de 0,6%) presenta el más alto valor, con una viscosidad media de 850,00 centipoises, por ende fue el mejor tratamiento para esta variable.

#### 4.2.4 Análisis estadístico de la Variable Grasa del yogurt de leche de cabra saanen.

Una vez realizados los cálculos de la variable grasa en producto terminado los resultados se muestran en los Cuadros del 31 y 32.

**CUADRO 31. Variable Grasa del yogurt de leche de cabra saanen.**

| TRAT.         | CODIGO | REPETICIONES |       |       |       | Σ<br>TRAT. | MEDIA |
|---------------|--------|--------------|-------|-------|-------|------------|-------|
|               |        | I            | II    | III   | IV    |            |       |
| T1            | A1B1   | 5,91         | 6,30  | 6,20  | 6,10  | 24,51      | 6,13  |
| T2            | A1B2   | 6,23         | 5,70  | 6,32  | 5,80  | 24,05      | 6,01  |
| T3            | A1B3   | 6,30         | 6,10  | 5,90  | 6,50  | 24,80      | 6,20  |
| T4            | A2B1   | 6,30         | 5,80  | 6,30  | 5,70  | 24,10      | 6,03  |
| T5            | A2B2   | 6,32         | 5,90  | 6,00  | 5,90  | 24,12      | 6,03  |
| T6            | A2B3   | 6,52         | 5,80  | 5,90  | 6,20  | 24,42      | 6,11  |
| ΣREPETICIONES |        | 37,58        | 35,60 | 36,62 | 36,20 | 146,00     | 6,08  |

**Fuente:** Los Autores.

**CUADRO 32. Adeva de la Variable Grasa del yogurt de leche de cabra saanen.**

| FUENTES<br>VARIACION | GL | SC.  | CM.   | FC                 | F.TAB.<br>5 % | F.TAB.<br>1 % |
|----------------------|----|------|-------|--------------------|---------------|---------------|
| Total                | 23 | 1,42 |       |                    |               |               |
| Tratamientos         | 5  | 0,11 | 0,022 | 0,30 <sup>NS</sup> | 2.77          | 4.25          |
| F.A (ferment.)       | 1  | 0,02 | 0,02  | 0,29 <sup>NS</sup> | 4.41          | 8.28          |
| F.B(% concent.)      | 2  | 0,07 | 0,03  | 0,47 <sup>NS</sup> | 3.55          | 6.01          |
| Interac. (AxB)       | 2  | 0,02 | 0,01  | 0,12 <sup>NS</sup> | 3.55          | 6.01          |
| Error Exp.           | 18 | 1,31 | 0,07  |                    |               |               |

**CV** = 4,4352%

En el análisis de la varianza para la variable grasa se pudo determinar que no existe significación estadística para tratamientos, factores A y B, e Interacción (AxB), por lo tanto todos los tratamientos se comportan de la misma manera para esta variable.

#### 4.2.5 Análisis estadístico de la variable Sólidos Totales del yogurt de leche de cabra saanen.

Para la determinación de los sólidos totales se utilizó la ecuación matemática de Richmond los datos se presentan en el siguiente cuadro 33.

**CUADRO 33. Variable Sólidos Totales del yogurt de leche de cabra saanen.**

| TRAT.         | CODIGO | REPETICIONES |       |       |       | Σ<br>TRAT. | MEDIA |
|---------------|--------|--------------|-------|-------|-------|------------|-------|
|               |        | I            | II    | III   | IV    |            |       |
| T1            | A1B1   | 14,87        | 15,47 | 15,49 | 15,24 | 61,07      | 15,27 |
| T2            | A1B2   | 16,08        | 14,98 | 15,58 | 14,78 | 61,42      | 15,36 |
| T3            | A1B3   | 16,21        | 16,12 | 16,30 | 16,39 | 65,02      | 16,26 |
| T4            | A2B1   | 15,30        | 14,96 | 15,48 | 14,60 | 60,34      | 15,09 |
| T5            | A2B2   | 15,43        | 16,10 | 16,30 | 15,13 | 62,96      | 15,74 |
| T6            | A2B3   | 16,84        | 15,72 | 15,21 | 15,97 | 63,74      | 15,94 |
| ΣREPETICIONES |        | 94,73        | 93,35 | 94,36 | 92,11 | 374,55     | 15,61 |

**Fuente:** Los Autores.

**CUADRO 34. Adeva de la variable Sólidos Totales del yogurt de leche de cabra saanen.**

| FUENTES<br>VARIACION | GL | SC.   | CM.   | FC                 | F.TAB.<br>5 % | F.TAB.<br>1 % |
|----------------------|----|-------|-------|--------------------|---------------|---------------|
| Total                | 23 | 8,08  |       |                    |               |               |
| Tratamientos         | 5  | 3,98  | 0,80  | 3,50*              | 2,77          | 4,25          |
| F.A (ferment.)       | 1  | 0,009 | 0,009 | 0,04 <sup>NS</sup> | 4,41          | 8,28          |
| F.B(%concent.)       | 2  | 3,42  | 1,71  | 7,51**             | 3,55          | 6,01          |
| Interac. (AxB)       | 2  | 0,56  | 0,28  | 1,23 <sup>NS</sup> | 3,55          | 6,01          |
| Error Exp.           | 18 | 4,09  | 0,23  |                    |               |               |

**CV= 3,0559 %.**

En el análisis de la varianza para la variable sólidos totales en el producto terminado, se determinó que para los tratamientos existe significación estadística; además existe alta significación estadística para el factor B (% de concentración de fermento), por lo cual se procedió a realizar la prueba de Tukey para los tratamientos y DMS para el factor B .

Para el factor A e Interacción (AxB) no existe significación estadística.

**CUADRO 35. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos dela variable Sólidos Totales en el yogurt de leche de cabra saanen.**

| TRATAMIENTOS | CODIGO | MEDIA  | RANGOS<br>TUKEY 5% |
|--------------|--------|--------|--------------------|
| T3           | A1B3   | 16,255 | <b>a</b>           |
| T6           | A2B3   | 15,935 | <b>a</b>           |
| T5           | A2B2   | 15,740 | <b>a</b>           |
| T2           | A1B2   | 15,355 | <b>a</b>           |
| T1           | A1B1   | 15,268 | <b>a</b>           |
| T4           | A2B1   | 15,085 | <b>b</b>           |

Al realizar la prueba de Tukey para la variable sólidos totales, permitió diferenciar dos rangos (a y b) claramente definidos. En el rango a se encuentran los tratamientos: T3 (fermento1, concentración 0,8%), T6 (fermento2,concentración 0,8%), T5 (fermento2,concentración 0,6%), T2 (fermento1,concentración 0,6%) y T1 (fermento1,concentración 0,4%) con un valor promedio de sólidos totales de 15,71 %; en el rango b se encuentra el tratamiento T4 (fermento2, concentración 0,4%) con una media de 15,085% de sólidos totales.

**CUADRO 36. Prueba DMS para el factor B (concentración de fermentos) de la variable Sólidos Totales en el yogurt de leche de cabra saanen.**

| FACTORES | MEDIAS | RANGOS |
|----------|--------|--------|
| B3       | 16,095 | a      |
| B2       | 15,548 | a      |
| B1       | 15,176 | b      |

Analizando el factor B, se procedió a realizar la prueba de DMS, para la variable sólidos totales del yogurt de leche de cabra, presenta dos rangos definidos, (a y b); a es el mejor rango que corresponde a B3 y B2 expresada en (0,8 y 0,6) % de concentración de fermento respectivamente, con una media de 15,82%.

**FIGURA 5: Medias de la variable sólidos totales para el yogurt de leche de cabra saanen.**



Al graficar las medias de los tratamientos, se reportan los valores promedios de la variable de sólidos totales del yogurt de leche de cabra. Al analizar los resultados

se observa que el T3 (fermento1, concentración de 0,8%) presenta mayor porcentaje de sólidos totales con una media de 16,26%, por ende fue el mejor tratamiento.

#### 4.2.6 Análisis estadístico Variable Sinéresis del yogurt de leche de cabra saanen a 10 días de elaboración.

Una vez realizados los cálculos de la variable sinéresis a 10 días de elaboración los resultados se muestran en los Cuadros del 37 al 41.

**CUADRO 37. Variable Sinéresis del yogurt de leche de cabra saanen.**

| TRAT.                 | CODIGO | REPETICIONES |       |       |       | $\Sigma$ TRTA | MEDIA |
|-----------------------|--------|--------------|-------|-------|-------|---------------|-------|
|                       |        | I            | II    | III   | IV    |               |       |
| T1                    | A1B1   | 4,48         | 4,70  | 4,68  | 5,06  | 18,92         | 4,73  |
| T2                    | A1B2   | 4,50         | 4,55  | 4,50  | 4,95  | 18,50         | 4,63  |
| T3                    | A1B3   | 5,90         | 5,80  | 5,90  | 5,70  | 23,30         | 5,83  |
| T4                    | A2B1   | 2,63         | 2,50  | 2,50  | 2,50  | 10,13         | 2,53  |
| T5                    | A2B2   | 4,20         | 3,90  | 4,10  | 4,10  | 16,30         | 4,08  |
| T6                    | A2B3   | 4,00         | 3,80  | 3,80  | 3,90  | 15,50         | 3,88  |
| $\Sigma$ REPETICIONES |        | 25,71        | 25,25 | 25,48 | 26,21 | 102,65        | 4,28  |

**Fuente:** Los Autores.

**CUADRO 38. Adeva de la variable Sinéresis a 10 días de elaboración.**

| FUENTES VARIACION | GL | SC.   | CM.   | FC       | F.TAB. 5 % | F.TAB. 1 % |
|-------------------|----|-------|-------|----------|------------|------------|
| Total             | 23 | 22,30 |       |          |            |            |
| Tratamientos      | 5  | 21,87 | 4,37  | 186,40** | 2.77       | 4.25       |
| F.A (ferment.)    | 1  | 6,93  | 6,93  | 295,40** | 4.41       | 8.28       |
| F.B(%concent.)    | 2  | 11,38 | 5,69  | 242,43** | 3.55       | 6.01       |
| Interac. (Ax B)   | 2  | 3,56  | 1,78  | 75,88**  | 3.55       | 6.01       |
| Error Exp.        | 18 | 0,42  | 0,023 |          |            |            |

**CV** =3,6298 %

En el análisis de la varianza para la variable sinéresis a 10 días de elaboración del producto final, determinó que existe alta significación estadística para tratamientos, factores A y B e interacción (A x B), por lo cual se procedió a realizar la prueba de Tukey para los tratamientos y DMS para los factores e interacción (Ax B).

**CUADRO 39. Prueba de Tukey al 5% para tratamientos de la variable Sinéresis a los 10 días de elaboración.**

| TRATAMIENTOS | CODIGO | MEDIA | RANGOS TUKEY 5% |
|--------------|--------|-------|-----------------|
| T3           | A1B3   | 5,830 | a               |
| T1           | A1B1   | 4,730 | b               |
| T2           | A1B2   | 4,630 | b               |
| T5           | A2B2   | 4,080 | c               |
| T6           | A2B3   | 3,880 | c               |
| T4           | A2B1   | 2,530 | <b>d</b>        |

Al realizar la prueba de Tukey para la variable sinéresis a los diez días de elaborado el producto final, donde permitió diferenciar cuatro rangos (a, b, c y d) claramente definidos. El tratamiento T4 (fermento 2 concentración al 0,4%) por ende es el mejor tratamiento, con una media de 2,530 ml de suero desprendido.

**CUADRO 40. Prueba DMS para el factor A (tipos de fermentos) para la variable sinéresis a 10 días de elaboración.**

| FACTORES  | MEDIAS | RANGOS   |
|-----------|--------|----------|
| <b>A1</b> | 4,758  | a        |
| <b>A2</b> | 3,683  | <b>b</b> |

Se procedió a realizar la prueba de DMS al 5%, de la variable sinéresis a los 10 días de elaborado el producto final, para el factor A (tipos de fermentos), donde se determinó que en el rango b se encuentra el fermento A2 con una media de 3,683 ml de sinéresis considerándose el mejor tratamiento por que existe el menor desprendimiento de suero lácteo.

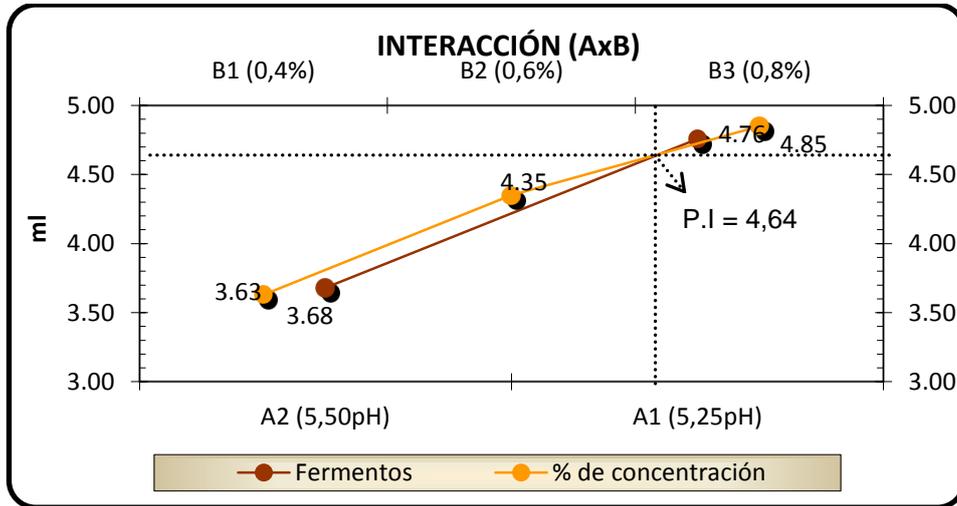
**CUADRO 41: Prueba DMS. Factor B (% de concentración) variables Sinéresis a 10 días.**

| FACTORES | MEDIAS | RANGOS   |
|----------|--------|----------|
| B3       | 4,850  | a        |
| B2       | 4,350  | b        |
| B1       | 3,630  | <b>c</b> |

Se procedió a realizar la prueba de DMS al 5%, de la variable sinéresis a los 10 días de elaborado el producto para el factor B, donde se determinó que en el

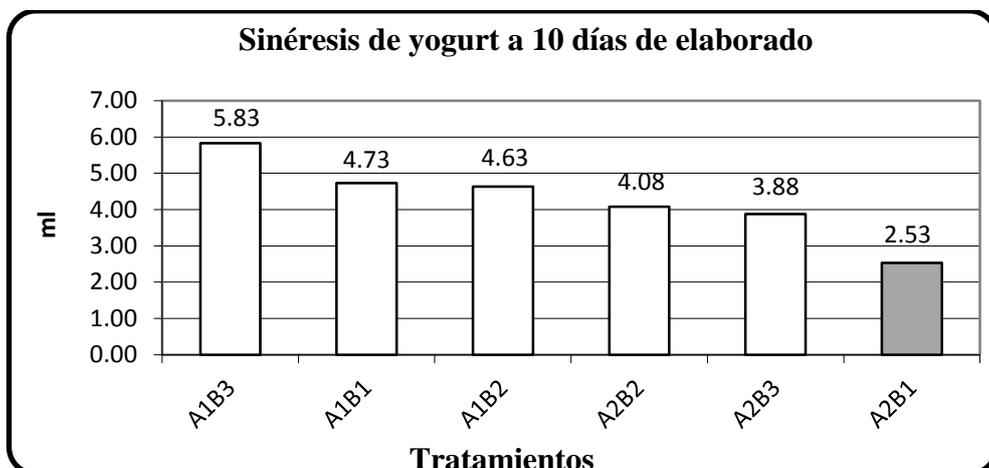
rango c se encuentra B1 (concentración al 0.4%) con una media de 3,63 ml de suero dependido, considerándose el mejor de los factores.

**FIGURA 6:** interacción de la variable sinéresis a los 10 días de elaboración del producto.



En el gráfico se puede apreciar el punto de intersección que equivale a 4,64 ml de suero lácteo, lo cual nos indica, que el fermento A1 con una concentración de 0,8% interactuó de manera óptima. La variable sinéresis presenta una relación inversamente proporcional entre los tipos de fermentos y los porcentajes de concentración los mismos.

**FIGURA 7:** Media de la variable Sinéresis a los 10 días de elaboración del producto.



Al graficar las medias de los tratamientos, se reportan los valores promedios de la variable sinéresis a 10 días de elaboración del yogurt de leche de cabra. Al analizar los resultados se observa que el T4 (fermento 2, concentración de 0,4%) presenta menor volumen de suero lácteo en el yogurt, con una media de 2,53 ml de suero desprendido, fue mejor tratamiento.

#### **Análisis estadístico variable Sinéresis a 20 días de elaboración.**

Una vez realizados los cálculos de la variable sinéresis a 20 días de elaboración los resultados se muestran en los Cuadros del 42 al 45.

**CUADRO 42: Variable Sinéresis del yogurt de leche de cabra saanen a 20 días.**

| TRAT.          | CODIGO | REPETICIONES |       |       |       | Σ<br>TRAT | MEDIA |
|----------------|--------|--------------|-------|-------|-------|-----------|-------|
|                |        | I            | II    | III   | IV    |           |       |
| T1             | A1B1   | 6,10         | 6,20  | 6,50  | 6,40  | 25,20     | 6,30  |
| T2             | A1B2   | 3,40         | 3,00  | 3,50  | 3,10  | 13,00     | 3,25  |
| T3             | A1B3   | 3,50         | 3,20  | 3,20  | 3,30  | 13,20     | 3,30  |
| T4             | A2B1   | 6,20         | 6,50  | 6,20  | 6,20  | 25,10     | 6,28  |
| T5             | A2B2   | 3,50         | 3,30  | 3,40  | 3,40  | 13,60     | 3,40  |
| T6             | A2B3   | 3,30         | 3,50  | 3,50  | 3,50  | 13,80     | 3,45  |
| Σ REPETICIONES |        | 26,00        | 25,70 | 26,30 | 25,90 | 103,90    | 4,33  |

**Fuente:** Los Autores.

**CUADRO 43: Adeva de la variable Sinéresis a 20 días de elaboración.**

| FUENTES<br>VARIACION | GL. | SC.   | CM.   | FC                   | F.TAB<br>5 % | F.TAB.<br>1 % |
|----------------------|-----|-------|-------|----------------------|--------------|---------------|
| Total                | 23  | 46,57 |       |                      |              |               |
| Tratamientos         | 5   | 46,12 | 9,22  | 371,04 <sup>**</sup> | 2,77         | 4.25          |
| F.A (ferment.)       | 1   | 0,05  | 0,05  | 2,03 <sup>NS</sup>   | 4,41         | 8.28          |
| F.B(% concent.)      | 2   | 46,03 | 23,02 | 925,76 <sup>**</sup> | 3,55         | 6.01          |
| Interac. (AxB)       | 2   | 0,04  | 0,02  | 0,82 <sup>NS</sup>   | 3,55         | 6.01          |
| Error Exp.           | 18  | 0,44  | 0,02  |                      |              |               |

**CV= 3,6421 %.**

En el análisis de la varianza para la variable sinéresis, desde la obtención del yogurt de leche de cabra hasta los 10 días hay alta significación estadística; a partir de este tiempo hasta los 20 días de almacenamiento del producto final existe alta significación estadísticas para tratamientos y factor B, por lo cual se procedió a realizar la prueba de Tukey para los tratamientos y DMS para el factor B.

No existe diferencia significativa para el factor A e interacción (AxB).

**CUADRO 44: Prueba de Tukey al 5 % para tratamientos variable Sinéresis a 20 días.**

| TRATAMIENTOS | CODIGO | MEDIAS | RANGOS<br>TUKEY 5% |
|--------------|--------|--------|--------------------|
| T1           | A1B1   | 6,30   | a                  |
| T4           | A2B1   | 6,27   | a                  |
| T6           | A2B3   | 3,45   | <b>b</b>           |
| T5           | A2B2   | 3,40   | <b>b</b>           |
| T3           | A1B3   | 3,30   | <b>b</b>           |
| T2           | A1B2   | 3,25   | <b>b</b>           |

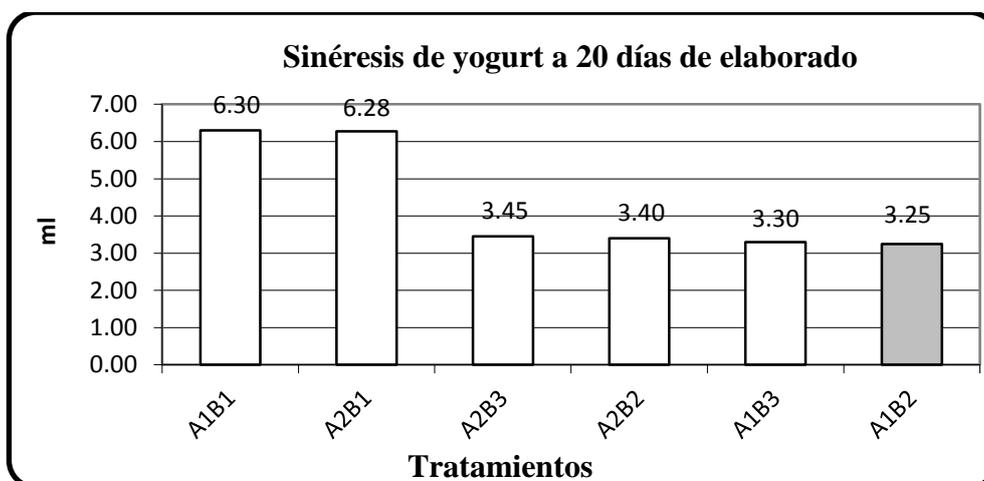
Al realizar la prueba de Tukey para la variable sinéresis a los veinte días, permitió diferenciar dos rangos (a y b) claramente definidos. En el rango b se encuentra los tratamientos T6 (fermento2, concentración 0,8%), T5 (fermento2 ,concentración 0,6%), T3 (fermento1, concentración 0,8%) y T2 (fermento1, concentración 0,6%) con una media de 3,35ml de suero lácteo, desprendido considerándose los mejores tratamientos; en el rango a se encuentran los tratamientos: T1 (fermento1, concentración 0,8%) y T4 (fermento2, concentración 0,4%), con un valor promedio de sinéresis de 6.28 ml de suero lácteo desprendido.

**CUADRO 45: Prueba de DMS Factor B (concentración fermento) variable Sinéresis a 20 días.**

| FACTORES | MEDIAS | RANGOS   |
|----------|--------|----------|
| B1       | 6,288  | a        |
| B3       | 3,375  | <b>b</b> |
| B2       | 3,325  | <b>b</b> |

Se procedió a realizar la prueba de DMS al 5%, de la variable sinéresis a los 20 días de elaborado el producto para el factor B (% de concentración del fermento), donde se determinó que en el rango b se encuentra las concentraciones de fermento B2 y B3 con (0,6% y 0,8%) respectivamente con una media de 3,35 ml de suero lácteo desprendido, considerándose los mejores factores.

**FIGURA 8:** Media de la variable Sinéresis a los 20 días de elaboración del producto.



Al graficar las medias de los tratamientos, se reportan los valores promedios de la variable sinéresis a 20 días de elaboración del yogurt de leche de cabra. Al analizar los resultados se observa que el T2 (fermento1, concentración de 0,6%) presenta menor volumen de suero lácteo desprendido en el yogurt, con una media de 3,25 ml, por lo tanto fue mejor tratamiento.

#### 4.2.7 Análisis estadístico Variable Rendimiento (%).

Una vez realizados los cálculos de la variable rendimiento, los resultados se muestran en los Cuadros del 46 al 51.

**CUADRO 46: Variable Rendimiento del Yogurt de leche de cabra saanen.**

| TRATA.         | CODIGO | REPETICIONES |        |        |        | ΣTRAT.  | MEDIA |
|----------------|--------|--------------|--------|--------|--------|---------|-------|
|                |        | I            | II     | III    | IV     |         |       |
| T1             | A1B1   | 97,50        | 96,50  | 94,50  | 95,50  | 384,00  | 96,00 |
| T2             | A1B2   | 94,50        | 93,50  | 93,50  | 97,00  | 378,50  | 94,63 |
| T3             | A1B3   | 96,00        | 90,00  | 98,00  | 93,00  | 377,00  | 94,25 |
| T4             | A2B1   | 99,00        | 96,50  | 95,50  | 95,00  | 386,00  | 96,50 |
| T5             | A2B2   | 95,50        | 98,00  | 90,00  | 96,50  | 380,00  | 95,00 |
| T6             | A2B3   | 97,50        | 97,50  | 96,00  | 98,00  | 389,00  | 97,25 |
| Σ REPETICIONES |        | 580,00       | 572,00 | 567,50 | 575,00 | 2294,50 | 95,60 |

**Fuente:** Los Autores.

**CUADRO 47: Adeva de la variable Rendimiento.**

| FUENTES VARIACIÓN | GL. | SC.    | CM.   | FC                 | F.TAB 5 % | F.TAB. 1 % |
|-------------------|-----|--------|-------|--------------------|-----------|------------|
| Total             | 23  | 125,49 |       |                    |           |            |
| Tratamientos      | 5   | 27,30  | 5,46  | 1,00 <sup>NS</sup> | 2,77      | 4,25       |
| F.A (ferment.)    | 1   | 10,01  | 10,01 | 1,83 <sup>NS</sup> | 4,41      | 8,28       |
| F.B(%concent.)    | 2   | 8,52   | 4,26  | 0,78 <sup>NS</sup> | 3,55      | 6,01       |
| Interac. (AxB)    | 2   | 8,77   | 4,38  | 0,80 <sup>NS</sup> | 3,55      | 6,01       |
| Error Exp.        | 18  | 98,19  | 5,45  |                    |           |            |

CV= 2,4430 %.

En el análisis de la varianza para la variable rendimiento se determinó que no existe significación estadística para tratamientos, factores A y B, e Interacción (AxB), por lo tanto todos los tratamientos se comportan de la misma manera.

#### 4.2.8 Análisis Tiempo de Vida Útil yogurt de leche de cabra saanen

Los datos obtenidos de esta variable se presentan en cuadro siguiente.

**CUADRO 48: Variable Tiempo de Vida Útil del yogurt de leche de cabra saanen.**

| TRATA.         | CODIGO | REPETICIONES |        |        |        | ΣTRAT. | MEDIA |
|----------------|--------|--------------|--------|--------|--------|--------|-------|
|                |        | I            | II     | III    | IV     |        |       |
| T1             | A1B1   | 25,00        | 25,00  | 25,00  | 25,00  | 100,00 | 25,00 |
| T2             | A1B2   | 21,00        | 20,00  | 24,00  | 23,00  | 88,00  | 22,00 |
| T3             | A1B3   | 25,00        | 25,00  | 20,00  | 25,00  | 95,00  | 23,75 |
| T4             | A2B1   | 24,00        | 25,00  | 25,00  | 26,00  | 100,00 | 25,00 |
| T5             | A2B2   | 25,00        | 25,00  | 25,00  | 26,00  | 101,00 | 25,25 |
| T6             | A2B3   | 27,00        | 25,00  | 28,00  | 28,00  | 108,00 | 27,00 |
| Σ REPETICIONES |        | 147,00       | 145,00 | 147,00 | 153,00 | 592,00 | 24,67 |

Fuente: Los Autores.

**CUADRO 49: Adeva de la variable Tiempo de Vida Útil del yogurt de leche de cabra saanen.**

| FUENTES VARIACION | GL. | SC.   | CM.   | FC                 | F.TAB 5 % | F.TAB. 1 % |
|-------------------|-----|-------|-------|--------------------|-----------|------------|
| Total             | 23  | 93,33 |       |                    |           |            |
| Tratamientos      | 5   | 55,83 | 11,17 | 5,36**             | 2,77      | 4,25       |
| F.A (ferment.)    | 1   | 28,16 | 28,17 | 13,52**            | 4,41      | 8,28       |
| F.B(%concent.)    | 2   | 13,58 | 6,80  | 3,26 <sup>NS</sup> | 3,55      | 6,01       |
| Interac. (AxB)    | 2   | 14,08 | 7,04  | 3,38 <sup>NS</sup> | 3,55      | 6,01       |
| Error Exp.        | 18  | 37,50 | 2,08  |                    |           |            |

CV = 5,8515 %

En el análisis de la varianza para la variable tiempo de vida útil del producto final, se determinó que existe alta significación estadística para tratamientos y factor A, por lo cual se procedió a realizar la prueba de Tukey para los tratamientos y DMS para el factor A.

No existe diferencia significativa para el factor B e interacción (AxB).

**CUADRO 50: Prueba de Tukey al 5% para la variable Tiempo de Vida Útil para el yogurt de leche de cabra saanen.**

| TRATAMIENTOS | CODIGO | MEDIAS | RANGOS<br>TUKEY 5% |
|--------------|--------|--------|--------------------|
| T6           | A2B3   | 27,000 | <b>a</b>           |
| T5           | A2B2   | 25,250 | <b>a</b>           |
| T1           | A1B1   | 25,000 | <b>a</b>           |
| T4           | A2B1   | 25,000 | <b>a</b>           |
| T3           | A1B3   | 23,750 | <b>b</b>           |
| T2           | A1B2   | 22,000 | <b>b</b>           |

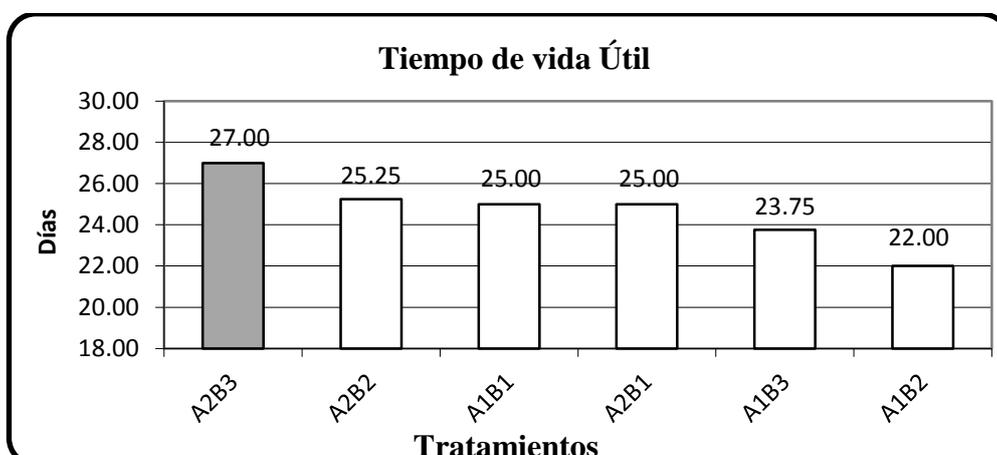
Al realizar la prueba de Tukey para la variable tiempo de vida útil, permitió diferenciar tres rangos (a y b) claramente definidos. En el rango a se encuentran los mejores tratamientos: T6 (fermento 2, concentración 0,8%) y T5 (fermento 2, concentración 0,6%) T1 (fermento1, concentración 0,4%) y T4 (fermento 2, concentración 0,4%) con un valor promedio de 25,5 días; en el rango b se encuentra los tratamientos T3 (fermento 2, concentración 0,8%) y T2 (fermento1, concentración 0,6%) con una promedio de 22,8 días.

**CUADRO 51: Prueba DMS para el factor A (tipos de fermentos) de la variable Tiempo de Vida Útil del yogurt de leche de cabra saanen.**

| FACTORES | MEDIAS | RANGOS   |
|----------|--------|----------|
| A2       | 25,750 | <b>a</b> |
| A1       | 23,583 | <b>b</b> |

Se procedió a realizar la prueba de DMS al 5% de la variable tiempo de vida útil del producto final para el factor A (tipos de fermentos), donde se determinó dos rangos a y b, en el rango a se encuentra el fermento2 con una media de 25,750 días de vida útil del producto final.

FIGURA 9: Medias variable Tiempo de Vida Útil para el yogurt de leche de cabra saanen.



Al graficar las medias de los tratamientos, se reporta los valores promedios de la variable tiempo de vida útil del yogurt de leche de cabra. Al analizar los resultados se observa que el T6 (fermento 2, concentración de 0,8%) presenta mayor tiempo de vida útil, con una media de 27 días de durabilidad de producto.

### 4.3 Análisis de Variables Cualitativas.

Las variables cualitativas analizadas en esta investigación fueron: Color, Aroma, Sabor, Consistencia y Aceptabilidad del yogurt de leche de cabra saanen; en Ecuador es generalizado la cultura de consumo de yogurt de leche de vaca con sabor a frutas, por ello se optó emplear yogurt de cabra saanen sabor a mora.

Para la evaluación de estas variables se requirió un panel de 10 degustadores que valoraron a seis tratamientos y un testigo (yogurt tipo II de leche de vaca de sabor equivalente al mencionado y de marca comercial).

Los panelistas luego de recibir las muestras de yogurt de leche de cabra saanen más el testigo y un breve instructivo, utilizaron un test de evaluación sensorial adjuntada en el anexo; en el que se registraron valores del uno al tres; siendo la respuesta optima el número dos. Una vez realizada la medición de los datos, se

procedió al ranqueo de los mismos, posteriormente se aplicó el uso de ecuación matemática de Friedman:

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

Dónde:

- $X^2$  = Chi cuadrado
- R = rangos
- b = degustadores
- t = tratamientos

El Valor obtenido se comparó con los valores de la tabla de Chi cuadrado al 5% o (0,05) y al 1% o (0,01); considerando que este experimento tiene 18 grados de libertad, seis tratamientos más el testigo comercial.

#### 4.3.1 Evaluación sensorial de la variable Color del yogurt de leche de cabra saanen.

**CUADRO 52: Datos ranqueados de la valoración del Color del yogurt de leche de cabra saanen.**

| CAT.         | T1     | T2     | T3      | T4     | T5     | T6     | TESTI<br>GO | SUMA    |
|--------------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|-------------|---------|
| 1            | 2,00   | 2,00   | 2,00    | 5,00   | 5,00   | 5,00   | 7,00        | 28,00   |
| 2            | 5,00   | 2,00   | 2,00    | 5,00   | 5,00   | 7,00   | 2,00        | 28,00   |
| 3            | 6,00   | 6,00   | 6,00    | 3,00   | 3,00   | 3,00   | 1,00        | 28,00   |
| 4            | 4,50   | 4,50   | 4,50    | 4,50   | 4,50   | 4,50   | 1,00        | 28,00   |
| 5            | 4,50   | 4,50   | 4,50    | 4,50   | 1,50   | 7,00   | 1,50        | 28,00   |
| 6            | 7,00   | 4,00   | 4,00    | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 1,00        | 28,00   |
| 7            | 4,50   | 1,50   | 4,50    | 4,50   | 4,50   | 7,00   | 1,50        | 28,00   |
| 8            | 4,00   | 4,00   | 4,00    | 4,00   | 4,00   | 7,00   | 1,00        | 28,00   |
| 9            | 6,50   | 3,50   | 3,50    | 3,50   | 3,50   | 6,50   | 1,00        | 28,00   |
| 10           | 4,00   | 4,00   | 4,00    | 4,00   | 4,00   | 7,00   | 1,00        | 28,00   |
| $\Sigma X$   | 48,00  | 36,00  | 39,00   | 42,00  | 39,00  | 58,00  | 18,00       | 280,00  |
| $\Sigma X^2$ | 2304,0 | 1296,0 | 1521,00 | 1764,0 | 1521,0 | 3364,0 | 324,00      | 12094,0 |
| $\bar{X}$    | 4,80   | 3,60   | 3,90    | 4,20   | 3,90   | 5,80   | 1,80        | 4,00    |

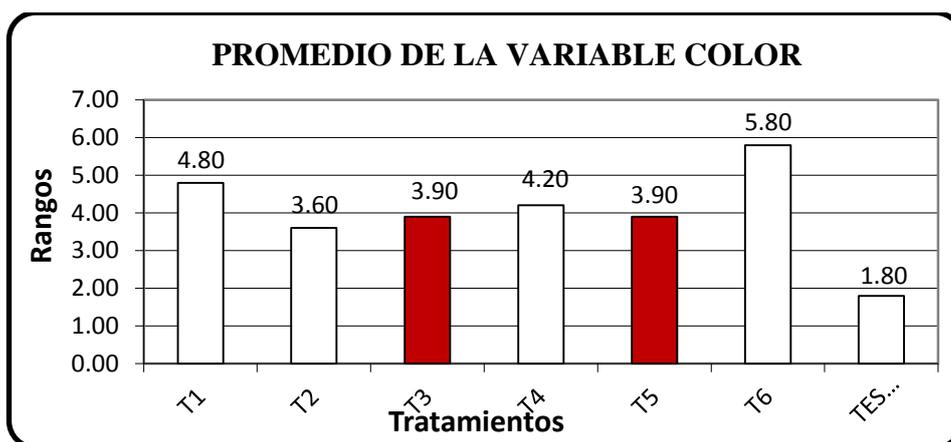
Fuente: Los Autores.

| VARIABLE | V. CAL. $X^2$ | VALOR TABULAR $X^2$ |      |
|----------|---------------|---------------------|------|
|          |               | 5 %                 | 1 %  |
| COLOR    | 19,16**       | 12,6                | 16,8 |

Al realizar la prueba de Friedman para la variable Color se encontró que existe diferencia altamente significativa para todos los tratamientos, por lo que se

concluye que todos los tratamientos son estadísticamente diferentes. Se determinó que T3 y T5 equivalente a (3,90 y 3,90) verificados en el cuadro 50, son los valores que más se acercan al valor promedio (3,80), fueron los tratamientos más aceptados por el panel de degustadores. Para mejor apreciación de esta característica se expone la gráfica siguiente:

**FIGURA 10:** Medias de la variable Color para el yogurt de leche de cabra saanen.



#### 4.3.2 Evaluación sensorial de la variable Aroma del yogurt de leche de cabra saanen.

**CUADRO 53:** Datos ranqueados de la valoración del Aroma del yogurt de leche de cabra saanen.

| CAT.         | T1     | T2    | T3     | T4     | T5     | T6      | TEST.  | SUMA    |
|--------------|--------|-------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|
| 1            | 5,50   | 2,00  | 2,00   | 5,50   | 2,00   | 5,50    | 5,50   | 28,00   |
| 2            | 7,00   | 3,00  | 3,00   | 3,00   | 3,00   | 3,00    | 6,00   | 28,00   |
| 3            | 5,50   | 2,50  | 2,50   | 2,50   | 2,50   | 5,50    | 7,00   | 28,00   |
| 4            | 6,50   | 2,50  | 2,50   | 5,00   | 2,50   | 2,50    | 6,50   | 28,00   |
| 5            | 7,00   | 2,50  | 5,50   | 2,50   | 2,50   | 2,50    | 5,50   | 28,00   |
| 6            | 3,00   | 3,00  | 3,00   | 3,00   | 3,00   | 3,00    | 6,50   | 28,00   |
| 7            | 6,50   | 2,50  | 2,50   | 2,50   | 2,50   | 5,00    | 6,50   | 28,00   |
| 8            | 6,50   | 6,50  | 3,00   | 3,00   | 3,00   | 3,00    | 3,00   | 28,00   |
| 9            | 3,00   | 3,00  | 6,50   | 6,50   | 3,00   | 3,00    | 3,00   | 28,00   |
| 10           | 7,00   | 3,50  | 3,50   | 3,50   | 3,50   | 3,50    | 3,50   | 28,00   |
| $\Sigma X$   | 61,00  | 31,00 | 34,00  | 37,00  | 27,50  | 36,50   | 53,00  | 280,00  |
| $\Sigma X^2$ | 3721,0 | 961,0 | 1156,0 | 1369,0 | 756,25 | 1332,25 | 2809,0 | 12104,5 |
| $\bar{X}$    | 6,10   | 3,10  | 3,40   | 3,70   | 2,75   | 3,65    | 5,30   | 4,00    |

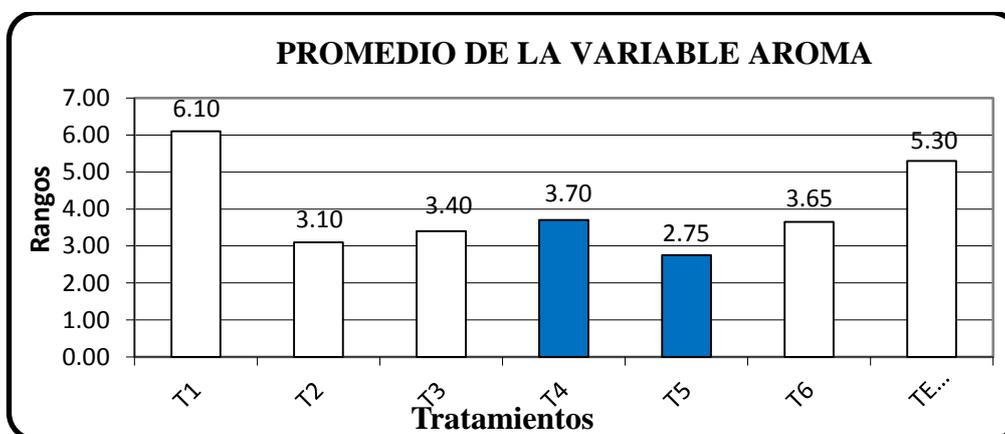
**Fuente:** Los Autores.

| VARIABLE | V. CAL. $X^2$ | VALOR TABULAR $X^2$ |      |
|----------|---------------|---------------------|------|
|          |               | 5 %                 | 1 %  |
| AROMA    | 19,16**       | 12,6                | 16,8 |

Al realizar la prueba de Friedman para la variable Aroma se encontró que existe diferencia altamente significativa para todos los tratamientos, por lo que se concluye que todos los tratamientos son estadísticamente diferentes.

Se determinó que T4 y T6 equivalente a (3,70 y 3,65) verificados en el cuadro 51, son los valores que más se acercan al valor promedio obtenido entre el mayor y menor tratamiento (4,43), fueron los tratamientos más aceptados por el panel de degustadores. Para mejor apreciación se expone la gráfica siguiente:

**FIGURA 11: Medias de la variable Aroma para el yogurt de leche de cabra saanen.**



#### 4.3.3 Evaluación sensorial de la variable Sabor del yogurt de leche de cabra saanen.

**CUADRO 54: Datos ranqueados de la valoración del Sabor del yogurt de leche de cabra saanen.**

| CAT.         | T1     | T2    | T3     | T4     | T5     | T6     | TESTIG | SUMA    |
|--------------|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| 1            | 1,50   | 1,50  | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 6,50   | 6,50   | 28,00   |
| 2            | 2,00   | 2,00  | 2,00   | 4,50   | 6,50   | 6,50   | 4,50   | 28,00   |
| 3            | 5,50   | 2,50  | 1,00   | 5,50   | 5,50   | 5,50   | 2,50   | 28,00   |
| 4            | 5,50   | 2,00  | 2,00   | 5,50   | 2,00   | 5,50   | 5,50   | 28,00   |
| 5            | 2,50   | 2,50  | 5,00   | 2,50   | 2,50   | 6,50   | 6,50   | 28,00   |
| 6            | 3,50   | 3,50  | 3,50   | 3,50   | 3,50   | 3,50   | 7,00   | 28,00   |
| 7            | 2,00   | 5,00  | 2,00   | 5,00   | 5,00   | 7,00   | 2,00   | 28,00   |
| 8            | 1,50   | 1,50  | 4,50   | 4,50   | 4,50   | 4,50   | 7,00   | 28,00   |
| 9            | 4,00   | 4,00  | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 28,00   |
| 10           | 5,00   | 5,00  | 5,00   | 5,00   | 1,50   | 5,00   | 1,50   | 28,00   |
| $\Sigma X$   | 33,00  | 29,50 | 33,00  | 44,00  | 39,00  | 54,50  | 47,00  | 280,00  |
| $\Sigma X^2$ | 1089,0 | 870,2 | 1089,0 | 1936,0 | 1521,0 | 2970,2 | 2209,0 | 11684,5 |
| $\bar{X}$    | 3,30   | 2,95  | 3,30   | 4,40   | 3,90   | 5,45   | 4,70   | 4,00    |

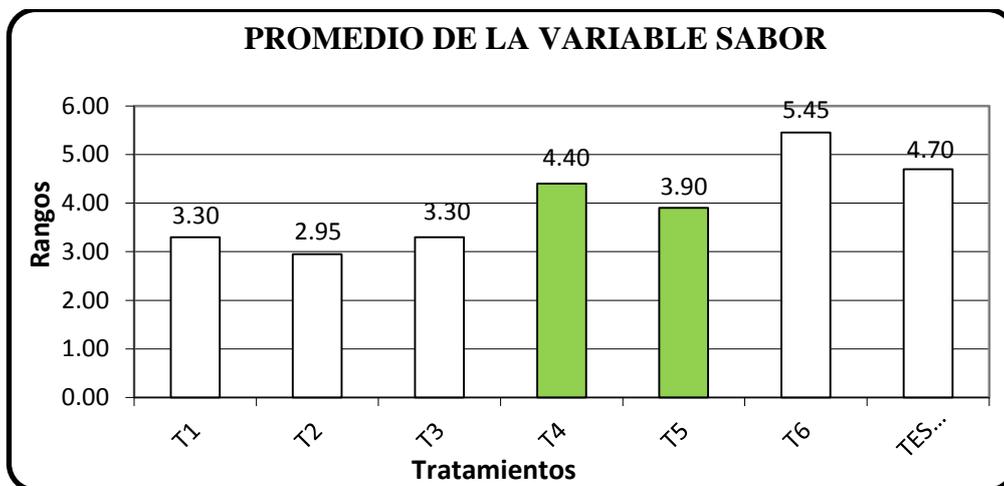
| VARIABLE | V. CAL. $X^2$       | VALOR TABULAR $X^2$ |      |
|----------|---------------------|---------------------|------|
|          |                     | 5 %                 | 1 %  |
| SABOR    | 10,38 <sup>NS</sup> | 12,6                | 16,8 |

**Fuente:** Los Autores.

Al realizar la prueba de Friedman para la variable sabor se encontró que no existe significación estadística para los tratamientos. Se determinó que T4 y T5 equivalente a (4,40 y 3,90) verificados en el cuadro 53, son los valores que más se acercan al valor promedio obtenido entre el mayor y menor tratamiento (4,20), fueron los tratamientos más aceptados por el panel de degustadores.

Para mejor apreciación de esta característica se expone la gráfica siguiente:

**FIGURA 12:** Medias de la variable Sabor para el yogurt de leche de cabra saanen.



#### 4.3.4 Evaluación sensorial de la variable Consistencia del yogurt de leche de cabra saanen.

**CUADRO 55: Datos ranqueados de la valoración de la variable Consistencia del yogurt de leche de cabra saanen.**

| CAT.         | T1     | T2     | T3     | T4     | T5     | T6     | TESTG | SUMA    |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------|---------|
| 1            | 4,50   | 4,50   | 1,50   | 4,50   | 4,50   | 7,00   | 1,50  | 28,00   |
| 2            | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 4,00  | 28,00   |
| 3            | 2,50   | 2,50   | 2,50   | 6,00   | 6,00   | 6,00   | 2,50  | 28,00   |
| 4            | 4,50   | 1,50   | 4,50   | 4,50   | 4,50   | 7,00   | 1,50  | 28,00   |
| 5            | 3,00   | 3,00   | 3,00   | 1,00   | 6,00   | 6,00   | 6,00  | 28,00   |
| 6            | 4,50   | 4,50   | 4,50   | 4,50   | 4,50   | 4,50   | 1,00  | 28,00   |
| 7            | 4,50   | 4,50   | 4,50   | 4,50   | 4,50   | 4,50   | 1,00  | 28,00   |
| 8            | 1,50   | 1,50   | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 6,50   | 6,50  | 28,00   |
| 9            | 5,50   | 5,50   | 2,00   | 5,50   | 2,00   | 5,50   | 2,00  | 28,00   |
| 10           | 6,00   | 2,50   | 2,50   | 6,00   | 2,50   | 6,00   | 2,50  | 28,00   |
| $\Sigma X$   | 40,50  | 34,00  | 33,00  | 44,50  | 42,50  | 57,00  | 28,50 | 280,00  |
| $\Sigma X^2$ | 1640,2 | 1156,0 | 1089,0 | 1980,2 | 1806,2 | 3249,0 | 812,2 | 11733,0 |
| $\bar{X}$    | 4,05   | 3,40   | 3,30   | 4,45   | 4,25   | 5,70   | 2,85  | 4,00    |

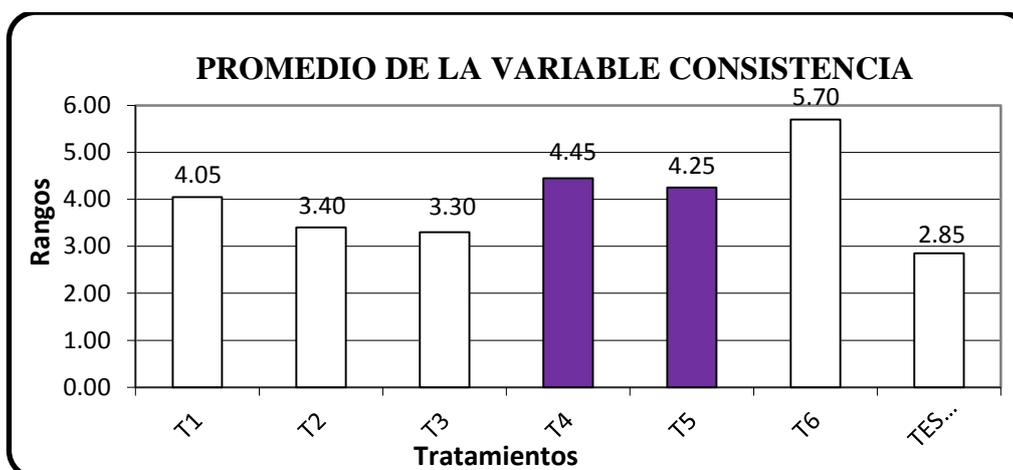
| VARIABLE     | V. CAL. $X^2$       | VALOR TABULAR $X^2$ |      |
|--------------|---------------------|---------------------|------|
|              |                     | 5 %                 | 1 %  |
| CONSISTENCIA | 11,42 <sup>NS</sup> | 12,6                | 16,8 |

**Fuente:** Los Autores.

Al realizar la prueba de Friedman para la variable Consistencia se encontró que no existe diferencia significativa para los tratamientos. Se determinó que T5 y T4 equivalente a (4,25 y 4,45) verificados en el cuadro 54, son los valores que más se acercan al valor promedio obtenido entre el tratamiento más alto y el más bajo de las medias de los tratamientos (4,27), fueron los tratamientos más aceptados por el panel de degustadores.

Para mejor apreciación de esta característica se expone la gráfica siguiente:

**FIGURA 13:** Medias de la variable Consistencia para el yogurt de leche de cabra saanen.



#### 4.3.5 Evaluación sensorial de la variable Aceptabilidad del yogurt de leche de cabra saanen.

**CUADRO 56:** Datos ranqueados de la valoración de la variable Aceptabilidad del yogurt de leche de cabra saanen.

| CAT.         | T1     | T2     | T3     | T4     | T5     | T6     | TESTIG<br>O | SUMA    |
|--------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|-------------|---------|
| 1            | 4,00   | 4,00   | 6,50   | 6,50   | 4,00   | 1,50   | 1,50        | 28,00   |
| 2            | 4,50   | 2,00   | 2,00   | 6,50   | 4,50   | 2,00   | 6,50        | 28,00   |
| 3            | 6,00   | 6,00   | 2,50   | 2,50   | 2,50   | 2,50   | 6,00        | 28,00   |
| 4            | 3,00   | 6,00   | 6,00   | 3,00   | 6,00   | 3,00   | 1,00        | 28,00   |
| 5            | 6,00   | 6,00   | 4,00   | 6,00   | 2,00   | 2,00   | 2,00        | 28,00   |
| 6            | 6,00   | 3,00   | 3,00   | 6,00   | 6,00   | 3,00   | 1,00        | 28,00   |
| 7            | 6,50   | 3,00   | 3,00   | 3,00   | 3,00   | 3,00   | 6,50        | 28,00   |
| 8            | 1,50   | 1,50   | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 6,50   | 6,50        | 28,00   |
| 9            | 2,00   | 2,00   | 2,00   | 4,50   | 6,50   | 4,50   | 6,50        | 28,00   |
| 10           | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 4,00   | 7,00   | 1,00        | 28,00   |
| $\Sigma X$   | 43,50  | 37,50  | 37,00  | 46,00  | 42,50  | 35,00  | 38,50       | 280,00  |
| $\Sigma X^2$ | 1892,2 | 1406,2 | 1369,0 | 2116,0 | 1806,2 | 1225,0 | 1482,2      | 11297,0 |
| $X$          | 4,35   | 3,75   | 3,70   | 4,60   | 4,25   | 3,50   | 3,85        | 4,00    |

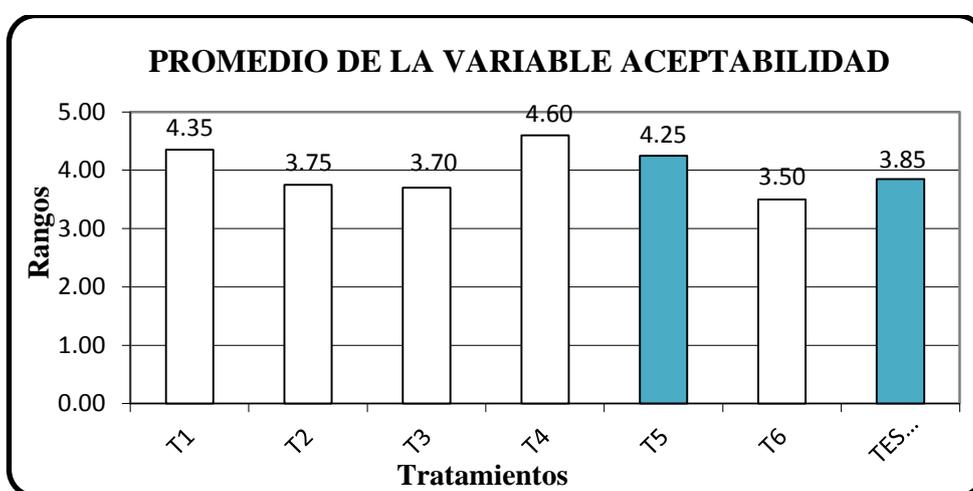
| VARIABLE      | V. CAL. $X^2$      | VALOR TABULAR $X^2$ |      |
|---------------|--------------------|---------------------|------|
|               |                    | 5 %                 | 1 %  |
| ACEPTABILIDAD | 2,08 <sup>NS</sup> | 12,6                | 16,8 |

**Fuente:** Los Autores.

Al realizar la prueba de Friedman para la variable Aceptabilidad se encontró que no existe diferencia significativa para los tratamientos. Se determinó que T5 y T7 equivalente a (4,25 y 3,85) verificados en el cuadro 55, son los valores que más se acercan al valor promedio obtenido entre el mayor y menor tratamiento (4,05), fueron los tratamientos más aceptados por el panel de degustadores.

Para mejor apreciación de esta característica se expone la gráfica siguiente

**FIGURA 14:** Medias de la variable Aceptabilidad para el yogurt de leche de cabra saanen.



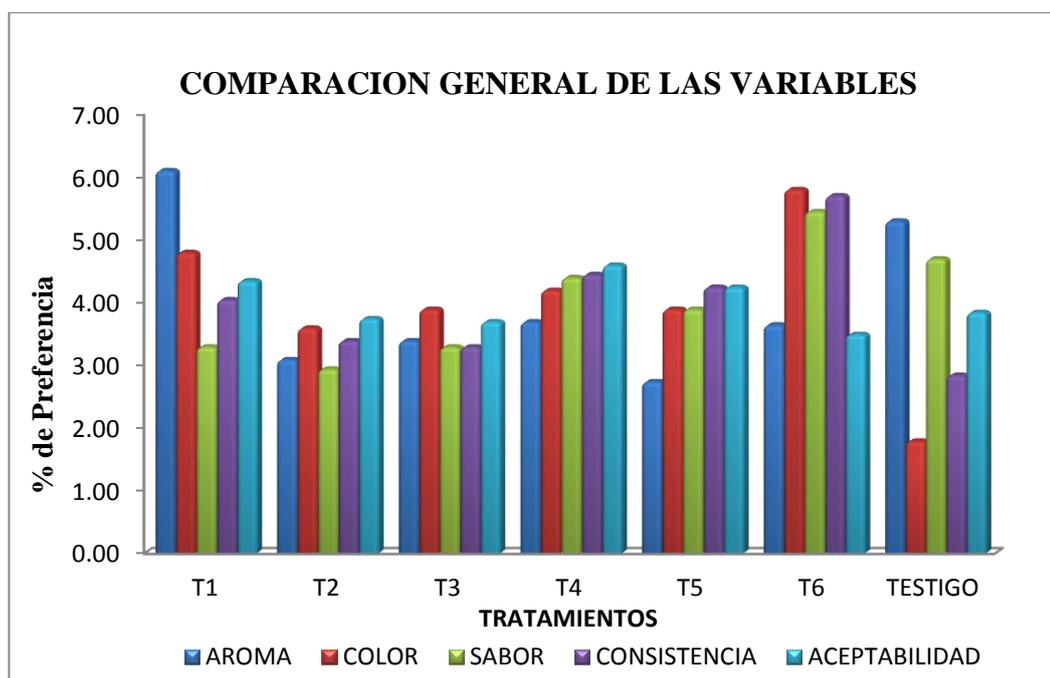
#### 4.3.6 Análisis de los resultados variables cualitativas.

**CUADRO 57:** Cuadro de medias Variables Cualitativas.

| VARIABLES     | T1    | T2    | T3    | T4    | T5    | T6    | T7    | E      |
|---------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|--------|
| COLOR         | 4,80  | 3,60  | 3,90  | 4,20  | 3,90  | 5,80  | 1,80  | 28,00  |
| AROMA         | 6,10  | 3,10  | 3,40  | 3,70  | 2,75  | 3,65  | 5,30  | 28,00  |
| SABOR         | 3,30  | 2,95  | 3,30  | 4,40  | 3,90  | 5,45  | 4,70  | 28,00  |
| CONSISTENCIA  | 4,05  | 3,40  | 3,30  | 4,45  | 4,25  | 5,70  | 2,85  | 28,00  |
| ACEPTABILIDAD | 4,35  | 3,75  | 3,70  | 4,60  | 4,25  | 3,50  | 3,85  | 28,00  |
| X             | 22,60 | 16,80 | 17,60 | 21,35 | 19,05 | 24,10 | 18,50 | 140,00 |
| E             | 4,52  | 3,36  | 3,52  | 4,27  | 3,81  | 4,82  | 3,70  | 4,00   |

**Fuente:** Los Autores.

**FIGURA 15:** Medias de la variables Cualitativas, yogurt de leche de cabra saanen.



**CUADRO 58:** Cuadro de resumen Variables Cualitativas.

| VARIABLES     | V.CAL.<br>X <sup>2</sup> | V.TAB.<br>X <sup>2</sup> 0,5% | V.TAB.<br>X <sup>2</sup> 0,1% | MEJORES<br>TRATAM. | PROME<br>DIOS |
|---------------|--------------------------|-------------------------------|-------------------------------|--------------------|---------------|
| COLOR         | 19,60**                  | 12,6                          | 16,8                          | T3 – T5            | 3,80          |
| AROMA         | 19,38**                  | 12,6                          | 16,8                          | T4 – T6            | 4,43          |
| SABOR         | 10,38 <sup>NS</sup>      | 12,6                          | 16,8                          | T4 – T5            | 4,20          |
| CONSISTENCIA  | 11,41 <sup>NS</sup>      | 12,6                          | 16,8                          | T5 – T4            | 4,27          |
| ACEPTABILIDAD | 2,08 <sup>NS</sup>       | 12,6                          | 16,8                          | T5 – T7            | 4,05          |

Para el análisis de las variables cualitativas se consideró el orden registrado en las fichas de degustación. Las variables Aroma y Color en esta investigación presentan un resultado altamente significativo es decir que los panelistas encuentran diferencias muy notorias entre los tratamientos detallados a continuación:

Para la variable Aroma se aprecia un valor altamente significativo, los mejores tratamientos T4 (fermento 2, concentración de 0,4%) y T6 (fermento 2, concentración de 0,8%), son los valores más cercanos al promedio de 4,43.

La variable Color los mejores tratamientos son T3 (fermento 1, concentración de 0,8%) y T5 (fermento 2, concentración de 0,6%), que se acercan al promedio de las medias 3,80.

Para las variables Sabor, Consistencia y Aceptabilidad, los resultados son no significativos por lo tanto todos los tratamientos fueron aceptados de igual manera por los panelistas, incluyendo el testigo (yogurt tipo II, de leche de vaca) de marca comercial.

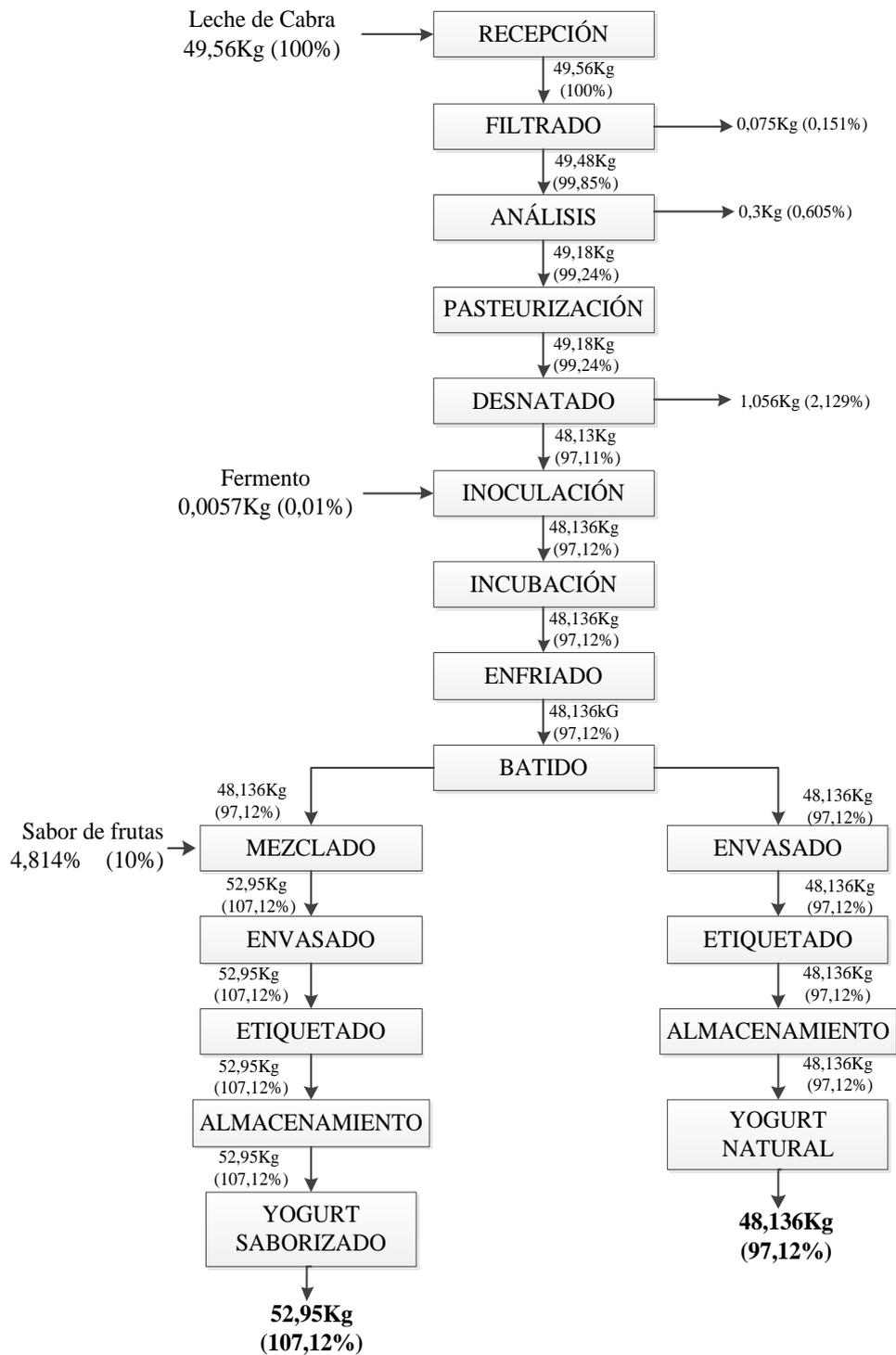
En escala repetitiva se aprecia la preferencia de los degustadores por el tratamiento T5 (fermento2, concentración 0,6%).

#### **4.3.7 Análisis del Rendimiento de yogurt de leche de cabra saanen.**

Para el análisis de la variable Rendimiento, se consideró la cantidad de materia prima empleada para elaborar el yogurt en cada uno de los tratamientos en la fase experimental y la cantidad de producto total envasado.

El rendimiento se lo expresa en porcentaje a través del Balance de Materiales; para la obtención de yogurt se empleó leche de cabra saanen entera que entra al proceso y al final se registró la cantidad de yogurt obtenido envasado.

**FIGURA 16:** Flujograma de proceso para la determinación del rendimiento del yogurt de leche de cabra saanen.



**RENDIMIENTO:**

YOGURT NATURAL= 97,12%

YOGURT SABORIZADO= 107,12%

El balance de materiales nos indicó que para obtener 48,136 kilogramos de yogurt natural y 52,95 kilogramos de yogurt con sabor a frutas se requiere de 49,56 Kg de materia prima

Con respecto al rendimiento se tiene que 49,56 kg de leche de cabra que corresponde al 100%, al elaborar el yogurt natural de leche de cabra existe un rendimiento de 97,12%, con respecto al yogurt saborizado el rendimiento es de 107,12%

Se determinó que existe la mayor pérdida en la operación de desnatado, con un porcentaje de 2,129%, tomándose en cuenta que es un yogurt tipo II.

#### 4.3.8 Costo de producción yogurt de leche de cabra.

En la elaboración de yogurt de leche de cabra se tomaron en cuenta los costos directos e indirectos en el proceso de producción.

**CUADRO 59: Costo de Producción yogurt de leche de cabra saanen.**

| COSTOS            | UNI.                | CANT.   | V.UNIT(USD)        |                    | V. TOTAL (USD) |        |
|-------------------|---------------------|---------|--------------------|--------------------|----------------|--------|
|                   |                     |         | NATURAL            | SABOR              | NATURAL        | SABOR  |
| <b>C DIRECTOS</b> |                     |         |                    |                    |                |        |
| <b>Materias P</b> |                     |         |                    |                    |                |        |
| Leche de C        | Kg                  | 49.56   | 1,50               | 1,50               | 72,00          | 72,00  |
| <b>Insumos</b>    |                     |         |                    |                    |                |        |
| Fermentos         | Kg                  | 0,00576 | 0,87               | 0,87               | 5,04           | 5,04   |
| Azúcar            | Kg                  | 2,475   | -                  | 1,05               | -              | 2,60   |
| Frutas            | Kg                  | 2,475   | -                  | 0,6                | -              | 1,48   |
| Envases(L)        | U                   | 48      | 0,40               | 0,40               | 19,20          | 19,20  |
| <b>MANO OBRA</b>  | usd/día             | 23,027  | 48.14<br>Kg/yogurt | 52,95<br>kg/yogurt | 0,43           | 0,48   |
| <b>C INDIRECT</b> |                     |         |                    |                    |                |        |
| Mat Desinfecc.    | usd                 | global  | -                  | -                  | 2,50           | 2,50   |
| Energía elect     | Kw/día              | 6,3     | 0,10               | 0,1                | 0,63           | 0,63   |
| Agua potable      | m <sup>3</sup> /día | 4       | 0,41               | 0,41               | 1,64           | 1,64   |
| Gas doméstico     | Kg                  | 3,5     | 0,083              | 0,083              | 0,30           | 0,30   |
| Transporte        | usd                 | global  | -                  | -                  | 5,00           | 5,00   |
| Dep. Ferment.     | usd                 | 400,00  | -                  | -                  | 0,04           | 0,04   |
| <b>TOTAL</b>      |                     |         | 3,29               | 4,943              | 106,78         | 110.91 |

Según al análisis de costos de producción por cada litro de producto, para el yogurt tipo II, elaborado con leche de cabra saanen, equivalente a 2,21 dólares

para el yogur natural y 2,09 dólares para el yogurt con fruta, siendo este el más rentable en virtud del incremento del volumen total.

## **5 CONCLUSIONES.**

- ✓ El desarrollo de la investigación admitió demostrar que si es posible la elaboración de yogurt tipo II empleando leche de cabra saanen con la utilización de dos tipos de fermentos comerciales, que usualmente son empleados para la leche de vaca.
- ✓ El desarrollo de la investigación permitió demostrar que las dosis de fermentos comerciales influyeron en las características organolépticas del producto elaborado, por lo tanto se acepta la hipótesis alternativa.
- ✓ El estudio de la investigación admitió hacer un seguimiento de las características fisicoquímicas de la leche de cabra saanen de la Granja Caprina San Vicente, por el lapso de dos meses; los valores promedios son los siguientes: Grasa 5,2 (%); Proteína 4,1 (%); Densidad 32,4 (%); Sólidos Totales 15,2 (%); Acidez Titulable 18,4 Grados Dornic, evaluadas A 5,5 °C.
- ✓ Durante el desarrollo de esta tesis se pudo establecer los parámetros de proceso para la obtención de yogurt tipo II, empleando leche de cabra saanen; los mismos que se detallan a continuación: Para la Pasteurización a 78 °C por 20 minutos, para la Inoculación del fermento se requiere leche pasteurizada a 44 °C, además de un baño maría a 45 °C; en cuanto a la Incubación se requiere, mantener la temperatura de los tratamientos a 42°C, hasta obtener la acidez normal del yogurt entre (63 y 70) ° Dornic; para el Enfriado se necesita llegar a temperaturas inferiores a 20° C; en el caso del almacenamiento en ambiente refrigerado fue de (4 – 10) °C.
- ✓ Después de analizar las variables cualitativas se llegó a determinar que el mejor tratamiento en la elaboración de yogurt tipo II, empleando leche de

cabra saanen es el tratamiento T5 (fermento 2, con una concentración de 0,6%) en virtud de ser el tratamiento más aceptado por el panel de degustadores; en preferencia le sigue tratamiento T4 (fermento 2, con una concentración de 0,4%). Los resultados de las variables aroma y color son altamente significativos. En cuanto a las variables sabor, consistencia y aceptabilidad las diferencias son no significativas en esta investigación.

- ✓ Al final de la investigación se concluye que el tiempo de vida útil del producto final en stand fueron los tratamientos T6 (fermento 2, concentración 0,8%), seguido por el tratamiento T5 (fermento 2, concentración 0,6%), por lo tanto fueron los mejores tratamientos para esta variable, pero a razón de costos el más aceptado es el T5.
- ✓ Finalmente al realizar el análisis de costos, se establece que el yogurt tipo II de leche de cabra con sabor de frutas tiene un costo de 2,09 dólares por cada litro de producto, siendo este el más rentable en virtud del incremento del volumen total.

## **6 RECOMENDACIONES**

- ✓ Se recomienda realizar estudios de Prefactibilidad para la instalación de una planta procesadora de derivados lácteos empleando leche de cabra.
- ✓ Se sugiere probar la utilización de ingredientes adicionales permitidos en la elaboración de yogurt tipo II de leche de cabra saanen, (estabilizantes, saborizantes, colorantes, etc).
- ✓ Se recomienda mantener los parámetros de proceso, en especial la temperatura y tiempo de pasteurización (78°C por 20 minutos) para evitar la precipitación de la caseína y sales de calcio.

- ✓ Difundir esta investigación entre los pequeños y medianos productores de leche de cabra saanen en Ibarra o Mira, para incentivar la producción de leche y sus derivados.

## 7 RESUMEN EJECUTIVO.



La presente investigación tuvo como objetivo estudiar la incidencia de dos fermentos comerciales en la elaboración de yogurt tipo II, empleando leche de cabra saanen proveniente de la Granja Caprina San Vicente, ubicada en la parroquia San Antonio de la ciudad de Ibarra. La fuente natural de calcio son la leche y sus derivados, la mayoría de las personas no la consumen debido a que el 18% de las personas sufren de intolerancia a la lactosa de la leche de vaca y por el tiempo que tarda en digerirse en el organismo.

El yogurt es un producto fermentado, debido a sus excelentes beneficios nutricionales, contribuye a minimizar la incidencia de enfermedades relacionadas con la desnutrición, la osteopenia, la osteoporosis, el sobrepeso, el síndrome de mala absorción que causan trastornos digestivos en las personas. .

Las características primarias de la leche de cabra saanen se determinaron en la Granja Caprina San Vicente y en la Universidad Central; las variables durante el proceso de elaboración del yogurt de esta investigación se evaluaron en la unidad Eduproductiva de Lácteos de la Carrera de Ingeniería Agroindustrial de la Universidad Técnica del Norte; los análisis en producto terminado se desarrollaron en el área Experimental y Laboratorios de la PUCE Sede Ibarra.

Para la investigación se utilizó un diseño Completamente al Azar con arreglo factorial (AxB), seis tratamientos con cuatro repeticiones; la unidad experimental fue de dos litros de leche de cabra saanen. Los factores que se estudiaron en la elaboración de yogurt de leche de cabra saanen fueron dos: Factor A: Dos tipos de fermentos comerciales de origen italiano. Factor B: Concentración de fermentos,

utilizando tres porcentajes: 0,4%; 0,6%; 0,8%. Para la evaluación de los tratamientos se recurrió al análisis funcional que fue determinado por la Prueba de Tukey al 5% y para factores se empleó la prueba de DMS.

Para la evaluación organoléptica del yogurt leche de cabra saanen, se utilizaron seis tratamientos y un testigo de yogurt comercial tipo II de leche de vaca. Se determinó que existe una diferencia altamente significativa para las variables Aroma y Sabor; en cambio para las variables Color, Consistencia y Aceptabilidad los resultados fueron no significativos para todos los tratamientos incluyendo el testigo; el tratamiento de mayor aceptación en las variables cualitativas fue el T5 (fermento 2, concentración al 0,6%).

#### EXECUTIVE SUMMARY.

The present investigation had as objective to study the incidence of two commercial ferments in the elaboration of yogurt type II, using milk of goat saanen coming from the Granja Caprina San Vicente, located in the parish San Antonio of the city of Ibarra. The natural source of calcium is the milk and its derived, most of people don't consume it because 18% of people suffers from intolerance to the lactose of the cow milk and for the time that takes in being digested in the organism.

The yogurt is a fermented product, due to its excellent nutritional benefits, it contributes to minimize the incidence of illnesses related with the malnutrition, the osteopenia, the osteoporosis, the overweight, the syndrome of bad absorption that you/they cause digestive dysfunctions in people. .

The primary characteristics of the milk of goat saanen were determined in the Granja Caprina San Vicente and in the Central University; the variables during the process of elaboration of the yogurt of this investigation were evaluated in the unit Eduproductiva of Milky of the Career of Agroindustrial Engineering of the Technical University of the North; the analyses in finished product were developed in the Experimental area and Laboratories of the PUCE Sede Ibarra.

For the investigation a design was used Totally at random with factorial arrangement (AxB), six treatments with four repetitions; the experimental unit was of two liters of milk of goat saanen. The factors that were studied in the elaboration of yogurt of milk of goat saanen were two: Factor A: Two types of commercial ferments of Italian origin. Factor B: Concentration of ferments, using three percentages: 0,4%; 0,6%; 0,8%. for the evaluation of the treatments it was appealed to the functional analysis that was determined by the Test from Tukey to 5% and it stops factors the test of DMS it was used.

For the evaluation organoleptic of the yogurt milk of goat saanen, six treatments and a witness of yogurt commercial type II of cow milk were used. It was determined that a highly significant difference exists for the variable Aroma and Flavor; on the other hand for the variable Color, Consistency and Acceptability the results were not significant for all the treatments including the witness; the treatment of more acceptance in the qualitative variables was the T5 (I ferment 2, concentration to 0,6%).

## **8 BIBLIOGRAFIA.**

### **BIBLIOGRAFIA EN TEXTO.**

1. Proyecto Sica-BM7MAG-Ecuador (2002), Provincias: Imbabura, Carchi y Loja.
2. Sánchez, C. 2007. Ganado Caprino Crianza y Manejo. Ed. Ripalme. Lima Perú. (pp. 12, 26).
3. BARCO, A. Elaboración y Producción de Yogurt. Ed. Ripalme. Lima Perú. 2007, pp. 109, 111, 113.
4. Alais Charles.1995.Ciencia de la leche. Ed. Reverte. España. L. (pp. 152, 154, 162 y 164).
5. Según Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 395: 2006
6. Según Norma Técnica Ecuatoriana INEN 2 395.
7. Según Norma Técnica Ecuatoriana INEN 9: 2003.
8. Según Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-9
9. Según Norma Técnica Ecuatoriana INEN 1529-8
10. Según Norma Técnica Ecuatoriana INEN 11.
11. Según Norma Técnica Ecuatoriana INEN 12.
12. Según Norma Técnica Ecuatoriana INEN 13.
13. Según Norma Técnica Ecuatoriana INEN 14.
14. Departamento, Meteorología de la Dirección General Aviación Civil, Aeropuerto Militar Atahualpa, Ciudad Ibarra, Abril 2011.

## BIBLIOGRAFÍA ELECTRÓNICA.

1. <http://quito.ciudadenfamilia.com/233/1-de-junio-tambien-dia-de-la-leche>) [Consulta: 2011, abril 10]
2. <http://www.hoy.com.ec/noticias-ecuador/-144997.html> ) [Consulta: 2011, abril 10]
3. <http://www.abajarcolesterol.com/propiedades-de-la-leche-de-cabra-para-reducir-el-colesterol> ) [Consulta: 2010, Agosto10]
4. [http://cabralechera.com/index.php?id=1&principal\\_ajax\\_\\_state=noticia\\_principal\\_ajax#id=1&principal\\_ajax\\_\\_state=catalogo\\_completo](http://cabralechera.com/index.php?id=1&principal_ajax__state=noticia_principal_ajax#id=1&principal_ajax__state=catalogo_completo)) [Consultado: 2011, Enero 08]
5. [http://www.oeidrusbcs.gob.mx/Info\\_dependencias/INIFAP/Publicaciones\\_archivos/Folleto\\_Nutricion\\_caprinos.pdf](http://www.oeidrusbcs.gob.mx/Info_dependencias/INIFAP/Publicaciones_archivos/Folleto_Nutricion_caprinos.pdf)) [Consultado: 2011, Febrero 08]
6. <http://www.consumer.es/web/es/alimentacion/guia-alimentos/leche-y-derivados/2006/02/02/149053.php>) [Consultado: 2010, Agosto 08]
7. <http://www.capraispana.com/destacados/hombre/hombre.htm>) [Consulta:2010, Agosto 10]
8. [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v18n02221.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v18n02221.pdf) ) [consulta: 2010, Diciembre 28]
9. [http://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/doc/calidadagr/jornadasycursos/iiiquesto/4\\_calidaddelalechedecabra.pdf](http://www.gobiernodecanarias.org/agricultura/doc/calidadagr/jornadasycursos/iiiquesto/4_calidaddelalechedecabra.pdf) ) [Consulta: 2011, Enero 18]
10. <http://canalugr.es/ciencia-y-tecnologia-de-la-salud/item/5079-investigadoras-de-la-universidad-de-granada-demuestran-que-la-leche-de-cabra-es-en-muchos-aspectos-mas-beneficiosa-para-la-salud-que-la-de-vaca> ) [Consultado2011, Enero 12]
11. <http://www.uv.mx/agronomia/documents/PRODUCTOSNOTRADICIONALESDEL ECHECABRA.pdf> ) [Consulta: 2011, Enero 05]
12. <http://www.gastronomiaycia.com/2010/08/04/la-leche-de-cabra-es-mas-saludable-que-la-leche-de-vaca> ) [Consulta: 2010, Diciembre 09 ]
13. <http://www.capraispana.com/curiosidades/leche/cosmetico.htm> ) [Consulta: 2010, Octubre 20]
14. <http://www.viaresto.clarin.com/Notas/La-leche-de-cabra-es-mas-saludable-que-la-de-vaca-728.aspx> Consultado 12-12-10
15. <http://www.enbuenasmanos.com/articulos/muestra.asp?art=1226> ) [Consulta: 2010, Octubre 10]
16. <http://www.monografias.com/trabajos47/leche/leche2.shtml?monosearch> [Consulta: 2011, Enero 05]
17. <http://www.leche-de-cabra.com/Page/180/Intolerancia-a-lactosa.aspx> [Consulta: 2011, Abril 05]
18. <http://www.alfaeditores.com/carnilac/Octubre%20Noviembre%2005/TECNOLOGIA%20Leche%20de%20cabra.htm>) [Consulta: 2010, Agosto10]
19. <http://www.scribd.com/doc/20140896/Empresa-de-Produccion-de-Yogurt>) [Consulta: 2010, Agosto 28]
20. <http://www%20edifarm%20com.ec/>) [Consulta: 2011, Enero 12]
21. <http://www.taringa.net/posts/info/1762833/Lo-que-no-sab%C3%ADas-del-yogurt.html>) [Consulta: 2010, Noviembre 12]
22. <http://www.hayas.edu.mx/bach/alimentos/yoghurt.html>) [Consulta: 2010, Noviembre 12]
23. <http://www.capraispana.com/kit/yogur/yogur.htm>) [Consulta: 2010, Septiembre 12]
24. <http://www.uv.mx/agronomia/documents/PRODUCTOSNOTRADICIONALESDEL ECHECABRA.pdf> ) [Consulta: 2011, Enero 05]
25. [http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/mednat/tabla\\_de\\_alimentos.pdf](http://www.sld.cu/galerias/pdf/sitios/mednat/tabla_de_alimentos.pdf)) [Consulta: 2011, Febrero 02]
26. <http://www.gaza.es/productosYogurCabra.htm> ) [Consulta: 2010, Diciembre 08]
27. <http://www.gaza.es/productosYogurCabra.htm> ) [Consulta: 2010, Diciembre 08]
28. <http://www.textoscientificos.com/alimentos/yogur/bacterias>) [Consulta: 2011, Enero 04]

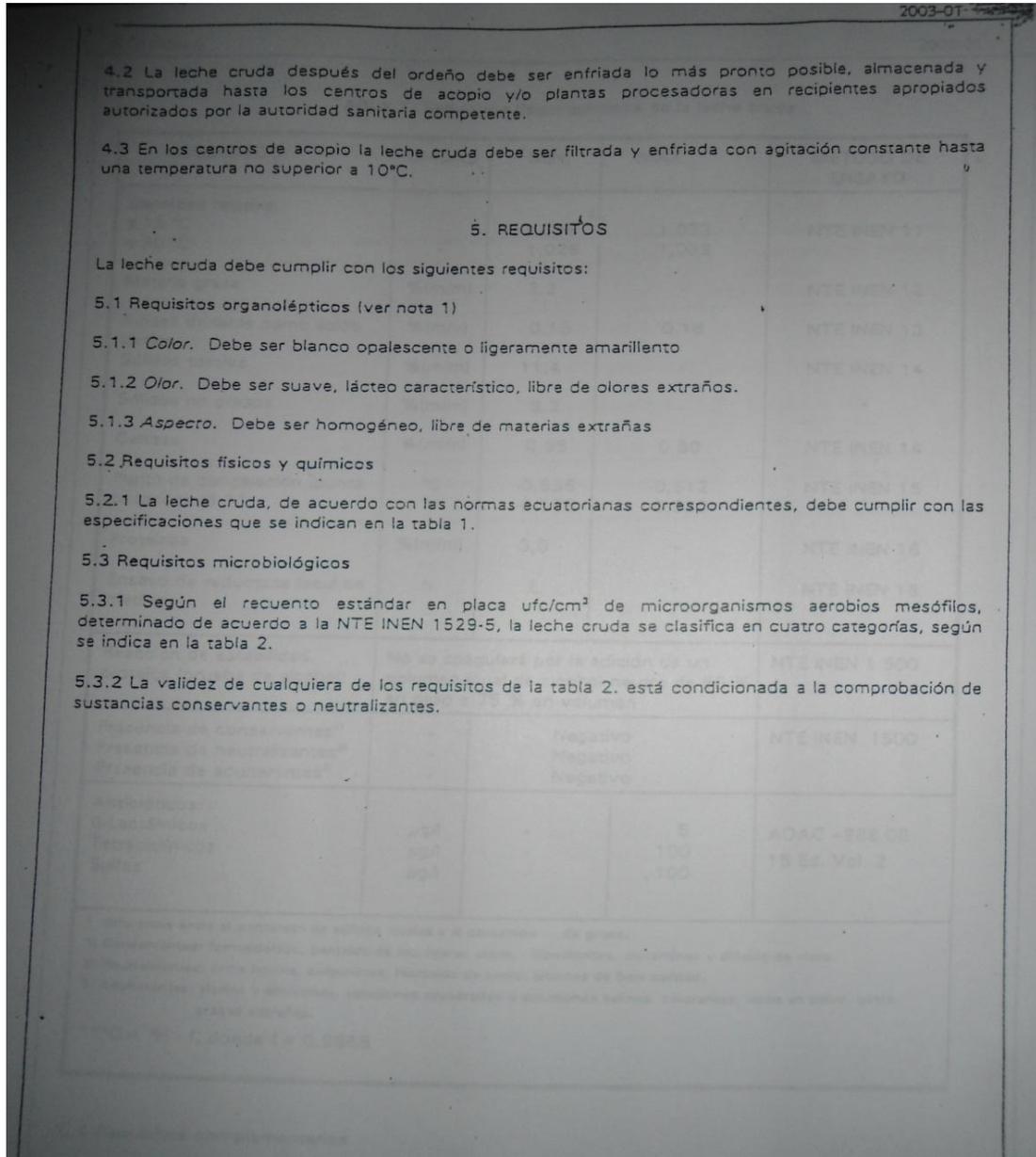
29. <http://www.monografias.com/trabajos30/leche-kefir/leche-kefir.shtml#bacter>) [Consulta: 2011, Enero 05]
30. <http://www.saludymedicinas.com.mx/articulos/1552/lactobacilos-bacterias-en-favor-de-la-salud/1>) [Consulta: 2010, Octubre 12]
31. [http://www.mag.go.cr/rev\\_meso/v18n02221.pdf](http://www.mag.go.cr/rev_meso/v18n02221.pdf) ) [Consulta: 2010, Diciembre 28]
32. <http://www.mundohelado.com/materiasprimas/yogurt/yogurt07.htm>) [Consulta: 2011, Enero 05]
33. <http://www.textoscientificos.com/alimentos/yogur/diagrama>) [Consulta: 2011, Enero 05]

## **9. ANEXOS.**

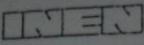
## ANEXO 1: LECHE CRUDA REQUISITOS.

|  |                            |   |
|--|----------------------------|---|
| CDU: 637.133.4<br>ICS: 67.100.10   | INEN                       | CIU: 3112<br>AL 03.01-401                         |
| Norma Técnica<br>Ecuatoriana<br>Obligatoria  | LECHE CRUDA.<br>REQUISITOS | NTE INEN<br>9:2003<br>Tercera revisión<br>2003-01 |
| <b>1. OBJETO</b>   |                            |   |
| 1.1 Esta norma establece los requisitos que debe cumplir la leche cruda de vaca.   |                            |   |
| <b>2. ALCANCE</b>  |                            |   |
| 2.1 La presente norma se aplican únicamente a la leche de vaca.  |                            |   |
| 2.2 La denominación de leche cruda se aplica para la leche que no ha sufrido tratamiento térmico, salvo el de enfriamiento, para su conservación ni ha tenido modificación alguna en su composición.   |                            |   |
| <b>3. DEFINICIONES</b>   |                            |   |
| Para los efectos de esta norma se establecen las siguientes:   |                            |   |
| 3.1 Leche cruda. Es el producto de la secreción normal de las glándulas mamarias obtenido a partir del ordeño íntegro e higiénico de vacas sanas, sin adición ni sustracción alguna y exento de calostro, destinado al consumo en su forma natural o a elaboración ulterior.   |                            |   |
| 3.2 Calostro. Es la secreción mamaria de la vaca obtenida desde 12 días antes (calostro pre-parto) hasta 10 días después del parto (calostro propiamente dicho).   |                            |   |
| <b>4. DISPOSICIONES GENERALES</b>  |                            |   |
| 4.1 La leche cruda se considera no apta para el consumo humano cuando:   |                            |   |
| 4.1.1 No cumple con los requisitos establecidos en el Capítulo 5 de la presente norma.   |                            |   |
| 4.1.2 Es obtenida de animales cansados, deficientemente alimentados, desnutridos, enfermos o manipulados por personas afectadas de enfermedades infectocontagiosas.  |                            |   |
| 4.1.3 Contiene sustancias extrañas ajenas a la naturaleza del producto como: sustancias conservantes (formaldehído, peróxido de hidrógeno, hipocloritos, cloraminas, dicromato de potasio), adulterantes (harinas y almidones, sacarosa, cloruros), neutralizantes, colorantes y antibióticos (en cantidades que superen los límites indicados en la tabla 1). |                            |   |
| 4.1.4 Contiene calostro, sangre o ha sido obtenida en el período comprendido entre los 12 días anteriores y los 10 días siguientes al parto; y   |                            |   |
| 4.1.5 Contiene sustancias tóxicas, gérmenes patógenos o un contaje microbiano superior al máximo permitido por la presente norma, toxinas microbianas, o residuos de plaguicidas y metales pesados en cantidad superior al máximo permitido.   |                            |   |

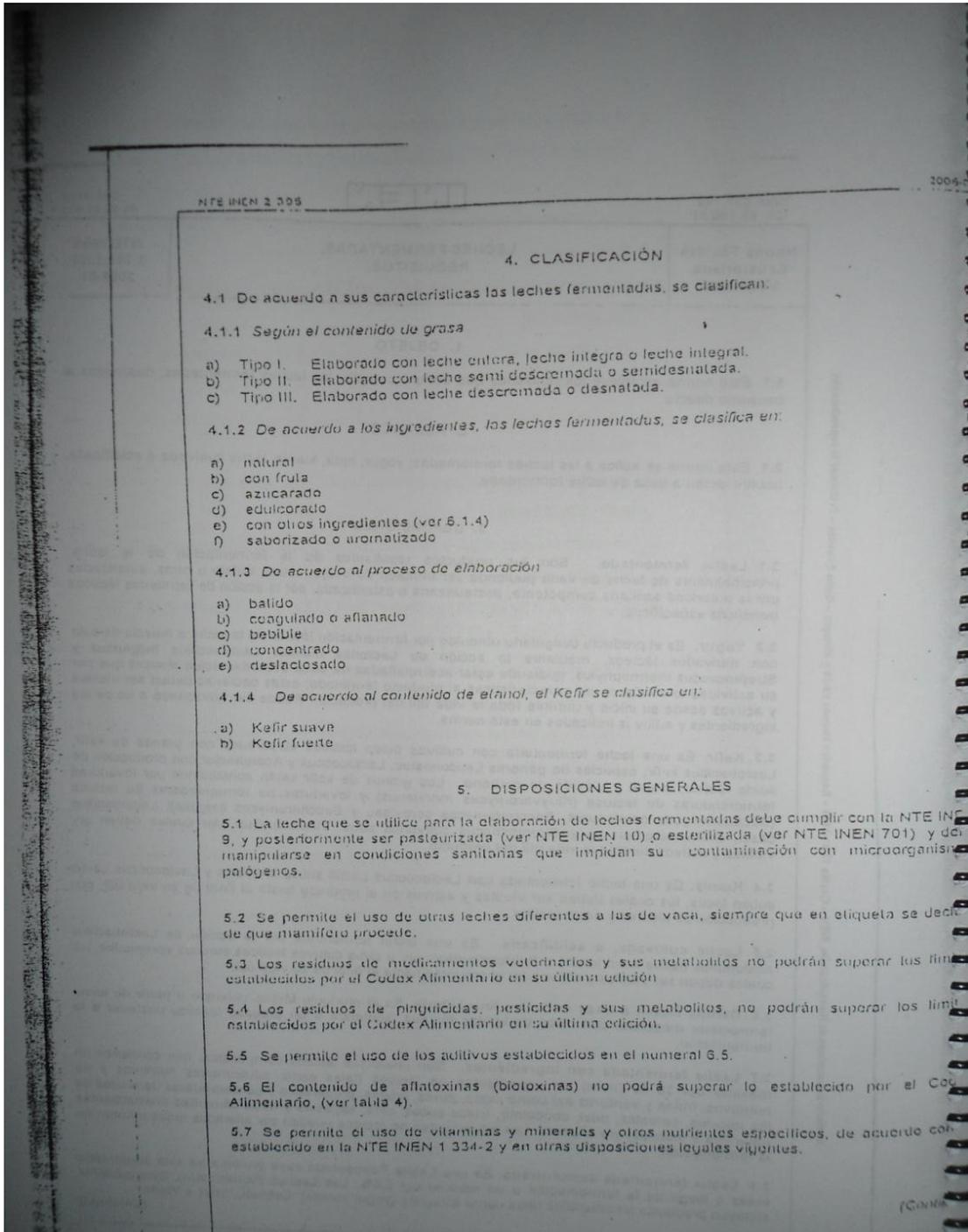
## LECHE CRUDA REQUISITOS.



## ANEXO 2: LECHE FERMENTADAS REQUISITOS.

|   |   |                                    |
|---|---|------------------------------------|
| CDU: 637.140<br>ICS: 67.100.01  |  | GRU: 3112<br>AL: 03 01.442         |
| Norma Técnica<br>Ecuatoriana<br>Voluntaria  | <b>LECHES FERMENTADAS.<br/>         REQUISITOS.</b>                               | INTE INEN<br>2 395:2006<br>2006-03 |
| <b>1. OBJETO</b>  |   |                                    |
| 1.1 Esta norma establece los requisitos que deben cumplir las leches fermentadas, destinadas al consumo directo.  |   |                                    |
| <b>2. ALCANCE</b>   |   |                                    |
| 2.1 Esta norma se aplica a las leches fermentadas: yogur, kefir, kumis, leche cultivada o acidificada, bebida láctea a base de leche fermentada.  |   |                                    |
| <b>3. DEFINICIONES</b>  |   |                                    |
| 3.1 Leche fermentada. Son los productos resultantes de la fermentación de la leche, principalmente de leche de vaca pudiendo ser también de oveja, cabra, búfalo u otras, autorizadas por la autoridad sanitaria competente, pasteurizada o esterilizada, por la acción de fermentos lácteos beneficios específicos.  |   |                                    |
| 3.2 Yogur. Es el producto congelado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas <i>Lactobacillus bulgaricus</i> y <i>Streptococcus thermophilus</i> , pudiendo estar acompañadas de otras bacterias ácido lácticas que por su actividad le confieren las características al producto terminado; estas bacterias deben ser viables y activos desde su inicio y durante toda la vida útil del producto. Puede ser adicionado o no de los ingredientes y aditivos indicados en esta norma.  |   |                                    |
| 3.3 Kefir. Es una leche fermentada con cultivos ácido láctico elaborados con granos de kefir, <i>Lactobacillus kefir</i> , especies de géneros <i>Leuconostoc</i> , <i>Lactococcus</i> y <i>Acetobacter</i> con producción de ácido láctico, etanol y dióxido de carbono. Los granos de kefir están constituidos por levaduras fermentadoras de lactosa ( <i>Kluyveromyces marxianus</i> ) y levaduras no fermentadoras de lactosa ( <i>Saccharomyces omnispuris</i> , <i>Saccharomyces cerevisiae</i> y <i>Saccharomyces exiguus</i> ), <i>Lactobacillus casei</i> , <i>Bifidobacterium</i> sp y <i>Streptococcus salivarius</i> subs. <i>Thermophilus</i> , por cuales deben ser viables y activos durante la vida útil del producto. |   |                                    |
| 3.4 Kumis. Es una leche fermentada con <i>Lactococcus Lactis</i> subsp <i>cremoris</i> y <i>Lactococcus Lactis</i> subsp <i>lactis</i> , los cuales deben ser viables y activos en el producto hasta el final de su vida útil, con producción de alcohol y ácido láctico.   |   |                                    |
| 3.5 Leche cultivada, o acidificada. Es una leche fermentada por la acción de <i>Lactobacillus acidophilus</i> (leche acidificada) o <i>Bifidobacterium</i> sp. u otros cultivos lácteos inocuos apropiados, los cuales deben ser viables y activos en el producto hasta el final de su vida útil.   |   |                                    |
| 3.6 Bebida láctea a base de leche fermentada. Es el producto lácteo obtenido a partir de leche fermentada mezclada con otros derivados lácteos, sometida a un proceso térmico posterior a la fermentación.  |   |                                    |
| 3.7 Leche fermentada con ingredientes. Son productos lácteos compuestos, que contienen un máximo del 30 % (m/m) de ingredientes no lácteos (tales como edulcorantes nutritivos y no nutritivos, frutas y verduras así como jugos, purés, pastas, preparados y conservadores derivados de los mismos, cereales, miel, chocolate, frutos secos, café, especias y otros alimentos aromatizantes naturales e inocuos) y/o sabores. Los ingredientes no lácteos pueden ser añadidos antes o luego de la fermentación.  |   |                                    |
| 3.8 Leche fermentada concentrada. Es una Leche Fermentada cuya proteína ha sido aumentada antes o luego de la fermentación a un mínimo del 5,6%. Las Leches Fermentadas Concentradas incluyen productos tradicionales tales como Stragislo (yogur colado), Labneh, Ymer e Ylette.   |   |                                    |
| (Continúa)  |   |                                    |
| DESCRIPCIÓN: Alimentos, leche y productos lácteos, leches fermentadas, requisitos   |   |                                    |

## LECHES FERMENTADAS REQUISITOS.



## LECHES FERMENTADAS REQUISITOS.

| 6. REQUISITOS   |          |       |          |       |          |       |                  |
|---|----------|-------|----------|-------|----------|-------|------------------|
| 6.1 Requisitos Específicos  |          |       |          |       |          |       |                  |
| 6.1.1 Las leches fermentadas, deben presentar aspecto homogéneo, el sabor y olor deben ser característicos del producto fresco, sin materias extrañas, de color blanco cremoso u otro propio resultante del color de la fruta o colorante natural añadido, de consistencia pastosa; textura lisa y uniforme.      |          |       |          |       |          |       |                  |
| 6.1.2 A las leches fermentadas pueden agregarse, durante el proceso de fabricación, crema previamente pasteurizada, leche en polvo, leche evaporada, grasa láctea anhidra, proteínas lácteas y otros sólidos de origen lácteo, sueros lácteos y concentrados de sueros lácteos.                                   |          |       |          |       |          |       |                  |
| 6.1.3 A las leches fermentadas podrán añadirse: azúcares o edulcorantes permitidos, frutas frescas enteras o en trozos, pulpa de frutas, frutas secas y otros preparados a base de frutas. El contenido de fruta adicionada no debe ser inferior al 12 % m/m en el producto final.                                |          |       |          |       |          |       |                  |
| 6.1.4 Se permite la adición de otros ingredientes como: hortalizas, miel, chocolate, cacao, frutos secos, coco, café, cereales, ingredientes funcionales (nutracéuticos), especias y otros ingredientes naturales. Cuando se utiliza café el contenido máximo de cafeína será de 200 mg/kg, en el producto final. |          |       |          |       |          |       |                  |
| 6.1.5 La leche fermentada con frutas u hortalizas, al realizar el análisis histológico debe presentar las características propias de la fruta u hortaliza adicionada.   |          |       |          |       |          |       |                  |
| 6.1.6 El peso total de las sustancias no lácteas agregadas a las leches fermentadas no será superior al 30% del peso total del producto.  |          |       |          |       |          |       |                  |
| 6.2 Requisitos físico químicos  |          |       |          |       |          |       |                  |
| 6.2.1 Las leches fermentadas, ensayadas de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes deberán cumplir con establecido en las tablas 1 y 2.  |          |       |          |       |          |       |                  |
| TABLA 1. Especificaciones de las Leches Fermentadas   |          |       |          |       |          |       |                  |
| REQUISITOS  | TIPO I   |       | TIPO II  |       | TIPO III |       | METODO DE ENSAYO |
|   | Min %    | Max % | Min %    | Max % | Min %    | Max % |                  |
| Contenido de grasa  | 3,0      | ---   | 1,0      | <3,0  | ---      | <1,0  | NTE INEN 12      |
| Acidez*, % m/m  |          |       |          |       |          |       |                  |
| Yogur   | 0,8      | 1,5   | 0,6      | 1,5   | 0,8      | 1,5   | NTF INEN 13      |
| Kefir   | 0,5      | 1,5   | 0,5      | 1,5   | 0,5      | 1,5   |                  |
| Kumis   | --       | 0,7   | --       | 0,7   | --       | 0,7   |                  |
| Leche cultivada   | 0,0      | 2,0   | 0,5      | 2,0   | 0,5      | 2,0   |                  |
| Bebida láctea   | 0,5      | 1,5   | 0,5      | 1,5   | 0,5      | 1,5   |                  |
| Proteína, % m/m   |          |       |          |       |          |       |                  |
| En yogur, kefir, kumis, leche cultivada   | 2,7      | --    | 2,7      | --    | 2,7      | --    |                  |
| En bebidas lácteas a base de leche fermentada   | 1,8      | --    | 1,8      | --    | 1,8      | --    | NTE INEN 16      |
| Alcohol etílico, % m/v  |          |       |          |       |          |       |                  |
| En kefir suave  | 0,5      | 1,5   | 0,5      | 1,5   | 0,5      | 1,5   | HTC INEN 379     |
| En kefir fuerte   | --       | 3,0   | --       | 3,0   | --       | 3,0   |                  |
| Kumis   | 0,5      | ---   | 0,5      | ---   | 0,5      | ---   |                  |
| Ensayo de Fosfatasa   | negativo |       | negativo |       | negativo |       | NTE INEN 10      |
| * Expresado como ácido láctico  |          |       |          |       |          |       |                  |

### ANEXO 3: FICHA TÉCNICA FERMENTO 1.




**Scheda tecnica** → **Lyofast SBS 6.43 = 1/1.60 B**

**Descrizione** Coltura liofilizzata  
Streptococcus thermophilus e Lactobacillus delbrueckii subsp. bulgaricus

**Applicazione** ✓ Yogurt dolce di buona cremosità - ALTA VISCOSITÀ - BAJA POST ACIDEZ

**Istruzioni d'uso** Rivitalizzazione del fermento in una piccola quantità di latte per circa 30 minuti a 35-40°C; inoculo nel serbatoio di maturazione.

**Confezionamento** Sulle singole confezioni sono riportati sigla dello starter, dosaggio espresso in UC, N° di preparazione, data di scadenza.

**Dosaggio** Sono disponibili dosaggi da 5UC, 10UC, 20UC, 50UC.

**Conservazione** La coltura conserva inalterate le proprie caratteristiche per 18 mesi a -18°C.

**Caratteristiche:**

**Temperatura** 34-45 °C

**Gas** assente

|                                    |                       |                      |
|------------------------------------|-----------------------|----------------------|
| <b>Specifiche microbiologiche:</b> |                       | <b>Metodi</b>        |
| Coliformi                          | Assenti in 0,1 grammi | FIL-IDF 73B:1998     |
| Enterobatteriacee                  | Assenti in 0,1 grammi | VRBG a 37°C per 48 h |
| Lieviti e muffe                    | Assenti in 0,1 grammi | FIL-IDF 94B:1990     |
| S. aureus                          | Assenti in 0,1 grammi | FIL-IDF 60C:1997     |
| Salmonella                         | Assente in 25 grammi  | FIL-IDF 93B:1995     |
| L. monocytogenes                   | Assente in 1 grammo   | FIL-IDF 143A:1995    |

**Curva di attività in funzione del pH**

**Temperatura** → 43°C  
**Modalità** latte magro UHT

|            |      |      |      |      |      |      |      |   |   |
|------------|------|------|------|------|------|------|------|---|---|
| <b>ORE</b> | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7 | 8 |
| <b>pH</b>  | 6,60 | 6,50 | 6,15 | 5,20 | 4,85 | 4,70 | 4,60 |   |   |



pH

ORE

✓

I dati sono ottenuti da test eseguiti in laboratorio in condizioni standard e sono da intendersi solo

ANEXO 3: FICHA TÉCNICA FERMENTO 2.



## Technical sheet

### Lyofast Y 4.80 F = (9.8.3. 6.32)



---

**Description** Freeze-dried starter for direct vat use.  
Defined strains culture of *Streptococcus thermophilus* and *Lactobacillus delbrueckii* subsp. *bulgaricus*.

---

**Application** ✓ Set and stirred yoghurt of very high consistency and viscosity.

---

**Use** Add culture to process milk under aseptic conditions, make sure that all the culture is well dissolved by gentle stirring.

**Packaging** The pouches are printed with the starter name, the dosage in UC, the preparation number, the expiry date.

**Size** Dosages available for 5UC, 10UC, 20 UC, 50 UC.

**Storage** If kept at least -18°C the starter shelf life is 18 months.

---

**Features:**

**Temperatura** 34-45 °C

**Gas production** Absent

---

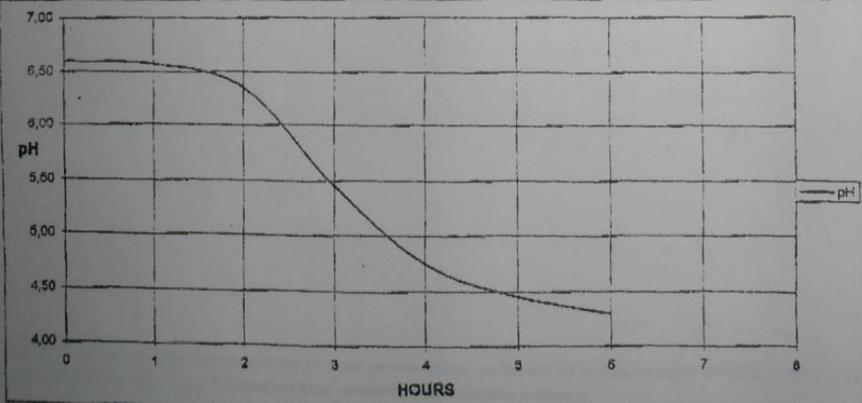
| Microbiological features:                 | Methods            |
|---|--------------------|
| Coliforms < 10 CFU/g                      | FIL-IDF 73B:1998   |
| Enterobacteriaceae < 10 CFU/g             | VRBG (37°C - 48 h) |
| Yeasts and molds < 10 CFU/g               | FIL-IDF 94B:1990   |
| <i>S. aureus</i> < 10 CFU/g               | FIL-IDF 60C:1997   |
| Salmonellae Absence in 25 grams           | FIL-IDF 93B:1995   |
| <i>L. monocytogenes</i> Absence in 1 gram | FIL-IDF 143A:1995  |

---

**Acidification curve in UHT skim milk**

Temperature → 43°C      pH ± 0,15

| HOURS | 0    | 1    | 2    | 3    | 4    | 5    | 6    | 7 | 8 |
|-------|------|------|------|------|------|------|------|---|---|
| pH    | 8,80 | 6,57 | 6,35 | 5,45 | 4,75 | 4,45 | 4,30 |   |   |



All these data are obtained by standardized laboratory tests and they are intended only as guidelines, the data could change depending on the conditions of the customer.

ANEXO 4: ANÁLISIS DE LABORATORIO DE LECHE ENTERA DE CABRA  
SAANEN.



**OFERTA DE SERVICIOS Y PRODUCTOS  
FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS  
UNIVERSIDAD CENTRAL DEL ECUADOR**

**LABORATORIO DE ALIMENTOS  
INFORME DE RESULTADOS**



INF-LAB-AL-16626  
ORDEN DE TRABAJO No 29939

|   |                             |
|---|-----------------------------|
| SOLICITADO POR:   | Marcia Proaño               |
| DIRECCIÓN DEL CLIENTE:  | Ibarra                      |
| MUESTRA DE:   | Alimento                    |
| DESCRIPCIÓN:  | Leche de Cabra              |
| LOTE:   | -----                       |
| FECHA DE ELABORACIÓN:   | -----                       |
| FECHA DE VENCIMIENTO:   | -----                       |
| FECHA DE RECEPCIÓN:   | 29/12/10                    |
| HORA DE RECEPCIÓN:  | 10:58                       |
| FECHA DE ANALISIS:  | 29,30/12/10                 |
| FECHA DE ENTREGA DE RESULTADOS<br>A LA SECRETARIA:  | 03/01/11                    |
| <b>CARACTERÍSTICAS DE LA MUESTRA</b>  |                             |
| COLOR:  | Característico              |
| OLOR:   | Característico              |
| ESTADO:   | Líquido                     |
| Contenido encontrado: 250 ml  | Contenido declarado: 250 ml |
| OBSERVACIONES:  |                             |
| Los resultados que constan en el presente informe se refieren a la muestra entregada por el cliente al OSP. |                             |
| MUESTREADO POR:   | El Cliente                  |

**INFORME**

| PARÁMETROS               | UNIDAD   | RESULTADO | METODO                                       |
|--------------------------|----------|-----------|--|
| Proteína (factor = 6.38) | %        | 4.13      | MAL-04<br>39.1.19 Método Oficial AOAC 981.10 |
| Grasa                    | %        | 6.65      | MAL-03<br>39.1.08 Método Oficial AOAC 991.36 |
| Cenizas                  | %        | 0.83      | MAL-02<br>32.1.05 Método Oficial AOAC 923.03 |
| *Densidad                | g/ml     | 1.03      | MAL-58                                       |
| *Viscosidad              | cp       | 7.30      | MAL-67                                       |
| *Acidez (ácido láctico)  | %        | 0.15      | MAL-01                                       |
| *Colesterol              | mg/100 g | 25.48     | MAL-15                                       |



**ENSAYOS**  
No OAE LE 1C 04-002  
\*Los ensayos marcados con ( \* ) no están incluidos en el alcance de la acreditación del OAE\*\*



*Sandra Morales*  
**Dra. Sandra Morales**  
JEFA AREA DE ALIMENTOS

1

RAL- 4.1-04

ANEXO 5: ANÁLISIS COMPLETO DE LECHE DE CABRA SAANEN Y SEIS TRATAMIENTOS DE YOGURT.


**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR**  
**SEDE IBARRA**  
**LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES**

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos:**  
 Solicitado por: Srta. Marcia Proaño  
 Muestra de: Leche, Yogurt  
 Número de Muestras: 07  
 Fecha de recepción: 25-01-11  
 Fecha de análisis: 25-26 de enero de 2011

**Descripción:**  
 Código: 05.0111  
 Código de laboratorio: 05.0111  
 Estado: Muestras líquidas  
 Fecha entrega de resultados: 26-01-11  
 Observaciones: Los Valores que se presentan en los resultados corresponden únicamente a las muestras analizadas en laboratorio.  
 Muestreado por: Cliente  
 Análisis Solicitado: COMPLETO, VISCOSIDAD

**RESULTADOS:**

**Propiedades Organolépticas:**

| Muestra | Corresponde    | Olor  | Color  | Material Particulado |
|---------|----------------|-------|--------|----------------------|
| M1      | Leche de cabra | Leche | Blanco | -                    |
| M2      | Tratamiento 4  | Leche | Crema  | -                    |
| M3      | Tratamiento 5  | Ácido | Crema  | -                    |
| M4      | Tratamiento 6  | Ácido | Crema  | -                    |
| M5      | Tratamiento 2  | Leche | Crema  | -                    |
| M6      | Tratamiento 1  | Leche | Crema  | -                    |
| M7      | Tratamiento 3  | Ácido | crema  | -                    |



# ANÁLISIS COMPLETO

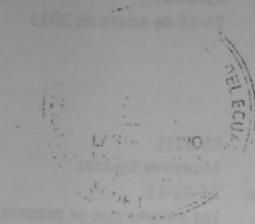
## COMPLETO

| Muestra | Grasa (%) | Densidad (g/ml) | Lactosa (%) | SNG (%) | Proteína (%) | Agua (%) | P. Congelación (°C) | Sales (%) | Temperatura (°C) |
|---------|-----------|-----------------|-------------|---------|--------------|----------|---------------------|-----------|------------------|
| M1      | 3.26      | 1.03711         | 3.8         | 10.54   | 5.74         | 0.38     | -0.519              | 1.0       | 20.0             |
| M2      | 6.30      | 1.02876         | 2.88        | 8.60    | 4.90         | 22.21    | -0.405              | 0.82      | 37.60            |
| M3      | 6.32      | 1.02839         | 2.83        | 8.47    | 4.85         | 23.03    | -0.400              | 0.81      | 36.20            |
| M4      | 6.52      | 1.02679         | 2.67        | 8.11    | 4.64         | 27.79    | -0.376              | 0.77      | 33.60            |
| M5      | 6.23      | 1.02746         | 2.74        | 8.24    | 4.70         | 26.18    | -0.384              | 0.79      | 36.05            |
| M6      | 6.91      | 1.03053         | 2.19        | 8.26    | 4.71         | 25.34    | -0.608              | 1.12      | 30.19            |
| M7      | 6.80      | 1.02806         | 2.80        | 8.47    | 4.86         | 23.85    | -0.396              | 0.81      | 35.50            |

SNG: Sólidos no grasos

Analizado por:

  
 Dra. Moraima Mera  
 JEFA DE LABORATORIOS ECAA



| Color  | Color  | Color  | Color  | Color  |
|--------|--------|--------|--------|--------|
| Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco |
| Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco |
| Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco |
| Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco |
| Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco |
| Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco |
| Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco |
| Blanco | Blanco | Blanco | Blanco | Blanco |

## ANEXO 6: ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO DEL YOGURT DE LECHE DE CABRA SAANEN


**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA**  
**LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES**

**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos:**

Solicitado por: Srta. Marcia Proaño  
Muestra de: Yogurt de cabra  
Número de Muestras: 02  
Fecha de recepción: 30-03-11  
Fecha de análisis: 31 de marzo de 2011

**Descripción:**

Código: 05.0350  
Estado: Muestra líquida  
Fecha entrega de resultados: 01-04-11  
Observaciones: Los resultados corresponden únicamente a las muestras analizadas en el laboratorio  
Muestreado por: Cliente  
Análisis Solicitado: **COMPLETO, MICROBIOLÓGICO**

**RESULTADOS:**

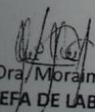
**MICROBIOLÓGICO**

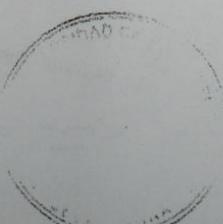
| Muestra | Corresponde | Coliformes Totales (UFC/ml) | E Coli (UFC/ml) |
|---------|-------------|-----------------------------|-----------------|
| M1      | T1          | 0.0                         | 0.0             |
| M2      | T2          | 0.0                         | 0.0             |

**COMPLETO**

| Muestra | Grasa (%) | Densidad (g/ml) | Lactosa (%) | SNG (%) | Proteína (%) | Agua (%) | P. Congelación (°C) | Sales (%) | Temperatura (°C) |
|---------|-----------|-----------------|-------------|---------|--------------|----------|---------------------|-----------|------------------|
| M1      | 5.76      | 1.03477         | 5.52        | 10.54   | 4.18         | 0.0      | -0.674              | 0.84      | 36.3             |
| M2      | 7.00      | 1.02222         | 3.90        | 6.40    | 2.86         | 0.0      | -0.462              | 0.58      | 32.5             |

Analizado por:

  
**Dra. Moraima Mera**  
**JEFA DE LABORATORIOS ECAA**



## ANEXO 7: ANÁLISIS DE PROTEÍNA DEL YOGURT DE LECHE DE CABRA SAANEN.

**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA**  
**LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES**  
**INFORME DE RESULTADOS**

**Datos:**  
Solicitado por: Srta. Marcia Proaño  
Muestra de: Yogurt de cabra  
Número de Muestras: 06  
Fecha de recepción: 31-01-11  
Fecha de análisis: 31 de enero, 01-02 de febrero 2011

**Descripción:**  
Código: 05.0115  
Código de laboratorio: 05.0115  
Estado: Muestra líquida  
Fecha entrega de resultados: 03-02-11  
Observaciones: Los resultados corresponden únicamente a las muestras analizadas en el laboratorio  
Muestreado por: Cliente  
Análisis Solicitado: **PROTEÍNA**

**RESULTADOS:**

| Muestra | Corresponde | Proteína (%) |
|---------|-------------|--------------|
| M1      | T1          | 4.42         |
| M2      | T2          | 4.48         |
| M3      | T3          | 4.33         |
| M4      | T4          | 4.41         |
| M5      | T5          | 4.47         |
| M6      | T6          | 4.39         |

Analizado por:  
  
Dra. Moraima Mera  
JEFA DE LABORATORIOS ECAA



## ANEXO 8: ANÁLISIS PROXIMAL Y MICROBIOLÓGICO DEL TRATAMIENTO CINCO DEL YOGURT DE LECHE DE CABRA SAANEN.



**PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL ECUADOR SEDE IBARRA**  
**LABORATORIO ESCUELA DE CIENCIAS AGRÍCOLAS Y AMBIENTALES**

### INFORME DE RESULTADOS

**Datos:**  
 Solicitado por: Srta. Marcia Proaño  
 Muestra de: Yogurt de cabra  
 Número de Muestras: 01  
 Fecha de recepción: 29-11-2011  
 Fecha de análisis: 29 -30 de noviembre, 01-02 de diciembre de 2011

**Descripción:**  
 Código: 05.11182  
 Estado: Muestra líquida  
 Fecha entrega de resultados: 06-12-2011  
 Observaciones: Los resultados corresponden únicamente a las muestras analizadas en el laboratorio  
 Muestreado por: Cliente  
 Análisis Solicitado: **COMPLETO, PROXIMAL, MACRO-MICRO ELEMENTOS, MICROBIOLÓGICO**

**RESULTADOS:**

**COMPLETO**

| Muestra | Grasa (%) | Densidad (g/ml) | Lactosa (%) | SNG (%) | Proteína (%) | Agua (%) | P. Congelación (°C) | Sales (%) | Temperatura (°C) |
|---------|-----------|-----------------|-------------|---------|--------------|----------|---------------------|-----------|------------------|
| M1      | 7.83      | 1.02003         | 3.79        | 7.18    | 2.83         | 13.26    | -0.451              | 0.56      | 31.0             |

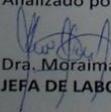
**PROXIMAL, MACRO-MICRO ELEMENTOS**

| Parámetro   | Unidad | Resultado |
|-------------|--------|-----------|
| Cenizas     | %      | 0.80      |
| Fibra       | %      | 0.66      |
| Fósforo     | mg/L   | 22.20     |
| Calcio      | mg/L   | 40.00     |
| Potasio     | mg/L   | 28.40     |
| Calor total | cal/g  | 5871.83   |

**MICROBIOLÓGICO**

| Muestra | Aerobios Totales (UFC/ml) | Coliformes Totales (UFC/ml) | E Coli (UFC/ml) | Mohos y levadoras (UFC/ml) |
|---------|---------------------------|-----------------------------|-----------------|----------------------------|
| M1      | MNPC                      | 0.0                         | 0.0             | 0.0                        |

MNPC: Muy numerosas para contar

Analizado por:  
  
 Dra. Moraima Mera  
**JEFA DE LABORATORIOS ECAA**



ANEXO 9. VARIABLES CUALITATIVAS DATOS ORIGINALES.

a. Variable Color: yogurt de leche de cabra saanen.

| CATA<br>DORES | TRATAMIENTOS |    |    |    |    |    |    |
|---------------|--------------|----|----|----|----|----|----|
|               | T1           | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 |
| 1             | 1            | 1  | 1  | 2  | 2  | 2  | 3  |
| 2             | 2            | 1  | 1  | 2  | 2  | 3  | 1  |
| 3             | 3            | 3  | 3  | 2  | 2  | 2  | 1  |
| 4             | 2            | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  |
| 5             | 2            | 2  | 2  | 2  | 1  | 3  | 1  |
| 6             | 3            | 2  | 2  | 2  | 2  | 2  | 1  |
| 7             | 2            | 1  | 2  | 2  | 2  | 3  | 1  |
| 8             | 2            | 2  | 2  | 2  | 2  | 3  | 1  |
| 9             | 3            | 2  | 2  | 2  | 2  | 3  | 1  |
| 10            | 2            | 2  | 2  | 2  | 2  | 3  | 1  |

b. Variable Aroma: yogurt de leche de cabra saanen

| CATA<br>DORES | TRATAMIENTOS |    |    |    |    |    |    |
|---------------|--------------|----|----|----|----|----|----|
|               | T1           | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 |
| 1             | 2            | 1  | 1  | 2  | 1  | 2  | 2  |
| 2             | 3            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  |
| 3             | 2            | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 3  |
| 4             | 3            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 3  |
| 5             | 3            | 1  | 2  | 1  | 1  | 1  | 2  |
| 6             | 2            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  |
| 7             | 3            | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  | 3  |
| 8             | 2            | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |
| 9             | 1            | 1  | 2  | 2  | 1  | 1  | 1  |
| 10            | 2            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  |

**c. Variable Sabor: yogurt de leche de cabra saanen.**

| <b>CATA<br/>DORES</b> | <b>TRATAMIENTOS</b> |           |           |           |           |           |           |
|-----------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                       | <b>T1</b>           | <b>T2</b> | <b>T3</b> | <b>T4</b> | <b>T5</b> | <b>T6</b> | <b>T7</b> |
| <b>1</b>              | 1                   | 1         | 2         | 2         | 2         | 3         | 3         |
| <b>2</b>              | 1                   | 1         | 1         | 2         | 3         | 3         | 2         |
| <b>3</b>              | 3                   | 2         | 1         | 3         | 3         | 3         | 2         |
| <b>4</b>              | 2                   | 1         | 1         | 2         | 1         | 2         | 2         |
| <b>5</b>              | 1                   | 1         | 2         | 1         | 1         | 3         | 3         |
| <b>6</b>              | 1                   | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 2         |
| <b>7</b>              | 1                   | 2         | 1         | 2         | 2         | 3         | 1         |
| <b>8</b>              | 1                   | 1         | 2         | 2         | 2         | 2         | 3         |
| <b>9</b>              | 1                   | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         | 1         |
| <b>10</b>             | 2                   | 2         | 2         | 2         | 1         | 2         | 1         |

**d. Variable Consistencia: yogurt de leche de cabra saanen.**

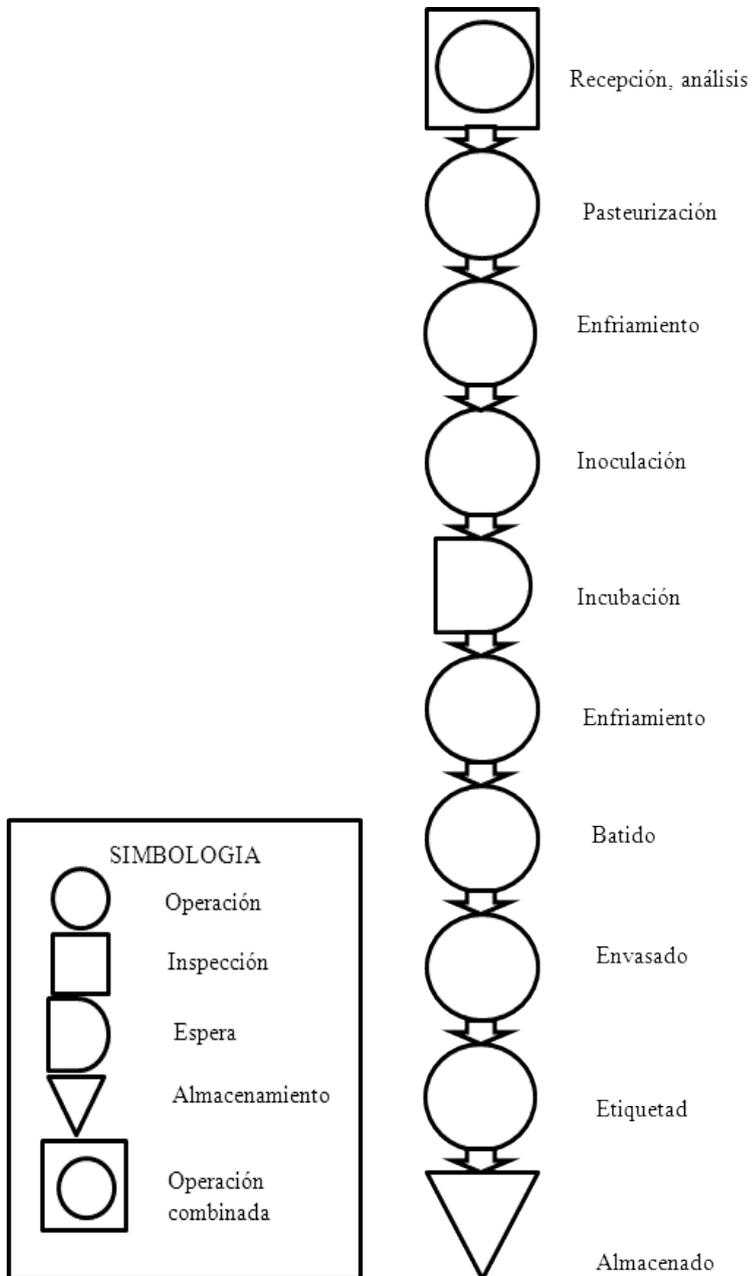
| <b>CATA<br/>DORES</b> | <b>TRATAMIENTOS</b> |           |           |           |           |           |           |
|-----------------------|---------------------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|
|                       | <b>T1</b>           | <b>T2</b> | <b>T3</b> | <b>T4</b> | <b>T5</b> | <b>T6</b> | <b>T7</b> |
| <b>1</b>              | 2                   | 2         | 1         | 2         | 2         | 3         | 1         |
| <b>2</b>              | 2                   | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         |
| <b>3</b>              | 2                   | 2         | 2         | 3         | 3         | 3         | 2         |
| <b>4</b>              | 2                   | 1         | 2         | 2         | 2         | 3         | 1         |
| <b>5</b>              | 2                   | 2         | 2         | 1         | 2         | 2         | 2         |
| <b>6</b>              | 2                   | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 1         |
| <b>7</b>              | 2                   | 2         | 2         | 2         | 2         | 2         | 1         |
| <b>8</b>              | 1                   | 1         | 2         | 2         | 2         | 3         | 3         |
| <b>9</b>              | 2                   | 2         | 1         | 2         | 1         | 2         | 1         |
| <b>10</b>             | 2                   | 1         | 1         | 2         | 1         | 2         | 1         |

e. Variable Aceptabilidad: yogurt de leche de cabra saanen.

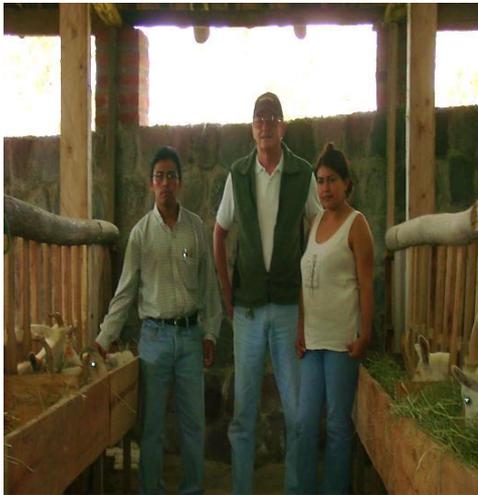
| CATA<br>DORES | TRATAMIENTOS |    |    |    |    |    |    |
|---------------|--------------|----|----|----|----|----|----|
|               | T1           | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 |
| 1             | 2            | 2  | 3  | 3  | 2  | 1  | 1  |
| 2             | 2            | 1  | 1  | 3  | 2  | 1  | 3  |
| 3             | 2            | 2  | 1  | 1  | 1  | 1  | 2  |
| 4             | 2            | 3  | 3  | 2  | 3  | 2  | 1  |
| 5             | 3            | 3  | 2  | 3  | 1  | 1  | 1  |
| 6             | 3            | 2  | 2  | 3  | 3  | 2  | 1  |
| 7             | 3            | 1  | 1  | 1  | 1  | 1  | 3  |
| 8             | 1            | 1  | 2  | 2  | 2  | 3  | 3  |
| 9             | 1            | 1  | 1  | 2  | 3  | 2  | 3  |
| 10            | 2            | 2  | 2  | 2  | 2  | 3  | 1  |

## DIAGRAMA OPERACIONAL PARA ELABORACION DE YOGURT CON LECHE DE CABRA

Leche entera de cabra



ANEXO 10: FOTOS GRANJA CAPRINA SAN VICENTE Y FASE EXPERIMENTAL.



## Formato del Registro Bibliográfico

Guía: FICAYA-UTN

Fecha:

**GUAMAN CATUCUAMBA, JUAN CARLOS; PROAÑO MOLINA, MARCIA YOMARA.** "INCIDENCIA DE DOS TIPOS DE FERMENTOS COMERCIALES EN LA ELABORACIÓN DE YOGURT TIPO II, EMPLEANDO LECHE DE CABRA. (*Capra saanen*)"/ TRABAJO DE GRADO. Ingeniero Agroindustrial, Universidad Técnica del Norte. Carrera de Ingeniería Agroindustrial, Ibarra. EC. 2012. 103 p. mas anexos, diagramas, fotos.

**DIRECTOR: Satama Tene, Ángel.**

Resumen { Incidencia de dos tipos de fermentos comerciales al elaborar yogurt Tipo II, con leche de cabra saanen. Experimentalmente se utilizó un Diseño completamente al Azar con arreglo factorial (AxB); seis tratamientos con cuatro repeticiones. Se estudiaron 2 Factores A (2 Tipos de fermentos) y B: 3 concentraciones: (0,4 - 0,6 - 0,8) %. Para el análisis Funcional de los tratamientos se recurrió a la Prueba de Tukey al 5% y DMS para los Factores. Para la evaluación Cualitativa se utilizaron seis tratamientos y un testigo: yogurt de leche de vaca de marca comercial tipo II, se empleó al Análisis de Friedman.

Fecha: 12-01-2012.

Ing. Ángel Satama.

DIRECTOR.

f) Juan Carlos Guamán Catucuamba.

f) Marcia Yomara Proaño Molina.

AUTORES: