



UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

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

ESCUELA DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE YOGUR TIPO II ELABORADO
CON LECHE CONCENTRADA POR MICROFILTRACIÓN
TANGENCIAL UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE GRASAS Y
ESTABILIZANTE”**

**Tesis previa a la obtención del Título de
Ingeniera Agroindustrial**

AUTORA: Gloria Nohemy Zambrano Lucero

DIRECTOR: Ing. Marcelo Miranda

Ibarra-Ecuador

2008

UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE

Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales

Escuela de Ingeniería Agroindustrial

**“EVALUACIÓN DE LA CALIDAD DE YOGUR TIPO II ELABORADO
CON LECHE CONCENTRADA POR MICROFILTRACIÓN
TANGENCIAL UTILIZANDO DIFERENTES TIPOS DE GRASAS Y
ESTABILIZANTE”**

Tesis revisada por el Comité Asesor, por el cual se autoriza su presentación
como requisito parcial para obtener el Título de:

INGENIERA AGROINDUSTRIAL

APROBADA:

.....

Ing. Marcelo Miranda

DIRECTOR

.....

Ing. Luis Sandoval

ASESOR

.....

Dr. Luís Nájera

ASESOR

.....

Ing. Marcelo Vacas

ASESOR

Ibarra-Ecuador

PRESENTACIÓN

Las ideas, cuadros, datos, figuras, resultados y más información que se presentan en esta investigación son de exclusiva responsabilidad de su autora.

Gloria Zambrano.

DEDICATORIA

A Dios por haber permitido el milagro de la vida y haberme dado la oportunidad de participar en ella , por haber sido mi guía día a día y orientarme por el buen camino, por permitirme tener una familia maravillosa.

A mis padres Segundo Leonidas Zambrano Reascos y Aída María Lucero Ortiz quienes con esmero, sabiduría, entusiasmo me apoyaron durante toda mi vida y me inculcaron valores éticos y morales, los cuales me han servido para ser una persona de bien. En especial a mi madre quien durante todo este tiempo ha sido mi compañera, amiga, consejera, por haber estado conmigo en los buenos y malos momentos y por haber depositado toda su confianza en mí.

A mis hermanos Silvia, Vinicio y Martha quienes han estado conmigo apoyándome en todo momento.

Gloria

AGRADECIMIENTO

A Dios por haberme permitido un día más de vida y darme la satisfacción de culminar esta etapa tan importante en mi vida.

A mis padres por haberme apoyado en los buenos y malos momentos, por su paciencia, esfuerzo y confianza depositados en mí.

A la Universidad Técnica del Norte, en especial a la Facultad de Ingeniería en Ciencias Agropecuarias y Ambientales, quienes me dieron su acogida en sus instalaciones.

Al Ingeniero Marcelo Miranda quien con paciencia, esfuerzo y sabiduría supo apoyarme y guiarme para la culminación de este trabajo. Al Ing. Marcelo Vacas, Ing. Luis Sandoval, y Dr. Luis Nájera quienes con sus sabios conocimientos me orientaron para que este trabajo se realice de la mejor manera.

A los laboratorios de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial, en especial a la unidad productiva de lácteos quienes aportaron con sus instalaciones para la realización del proyecto. A la Ing. Cecilia Cadena por haber sido mi amiga, consejera y por haberme ayudado con sus conocimientos.

Al Ing. Edison Rodríguez por haber confiado en mi y haberme dado la oportunidad de participar del proyecto PIC-089, por guiarme y apoyarme en los buenos y malos momentos.

A los integrantes del proyecto PIC-089: Dr. Edwin Vera, Meri Arias, Alexandra Espinel, por haberme dado la oportunidad de participar y trabajar conjuntamente con ellos en el proyecto. A Alex Jácome, Sandro Molina, y Amable Cuaspud, quienes también participaron en el proyecto y me dieron la oportunidad de conocerles y compartir con ellos experiencias positivas dentro de nuestra vida profesional.

Al Ing. Marco Cahueñas, por la asesoría brindada durante el proceso de realización de los análisis estadísticos, Al Dr. José Luis Moreno por la ayuda brindada en la realización de análisis de laboratorio.

A todos los profesionales, familiares, compañeros y amigos que de una manera directa o indirecta contribuyeron para la culminación de la presente investigación.

CONTENIDO
CAPÍTULO I
GENERALIDADES

| | Pág. |
|----------------------------------|-------------|
| 1.1 Introducción..... | 2 |
| 1.2 Justificación..... | 4 |
| 1.3 Objetivos..... | 6 |
| 1.3.1 Objetivo general..... | 6 |
| 1.3.2 Objetivos específicos..... | 6 |
| 1.4 Hipótesis..... | 7 |

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

| | |
|--|----|
| 2.1 Micro filtración | 9 |
| 2.1.1 Concepto..... | 9 |
| 2.1.2 Principios de separación por membranas..... | 11 |
| 2.1.3 Ventajas y aplicaciones de microfiltración tangencial..... | 12 |
| 2.1.3.1 Ventajas..... | 12 |
| 2.1.3.2 Aplicaciones..... | 12 |
| 2.1.4 Tipos de membranas de microfiltración tangencial..... | 13 |
| 2.2 Leche..... | 15 |
| 2.2.1 Requisitos..... | 16 |
| 2.2.2 Requisitos físicos y químicos..... | 17 |
| 2.2.3 Otras propiedades físicas..... | 18 |
| 2.2.4 Composición de la leche de vaca..... | 18 |
| 2.2.5 Leches concentradas..... | 19 |
| 2.2.6 Composición nutricional de las leches concentradas..... | 19 |
| 2.3 Yogur | 20 |
| 2.3.1 Origen del yogur..... | 20 |
| 2.3.2 Definición..... | 20 |
| 2.3.3 Composición nutricional del Yogur..... | 21 |
| 2.3.4 Factores que afectan la calidad del yogur..... | 21 |
| 2.3.4.1 Elección de la leche..... | 22 |
| 2.3.4.2 Normalización de la leche..... | 22 |
| 2.3.4.3 Aditivos de la leche..... | 23 |

| | |
|--|----|
| 2.3.4.4 Desaireación..... | 24 |
| 2.3.4.5 Homogenización..... | 24 |
| 2.3.4.6 Tratamiento térmico..... | 24 |
| 2.3.4.7 Elección del fermento..... | 25 |
| 2.3.5 Microorganismos encargados de la fermentación..... | 26 |
| 2.3.5.1 <i>Lactobacillus bulgaricus</i> | 26 |
| 2.3.5.1 <i>Sterptococcus thermophilus</i> | 26 |
| 2.3.6 Tipos de yogur..... | 27 |
| 2.3.7 Requisitos físico químicos del yogur..... | 28 |
| 2.3.8 Aditivos del yogur..... | 28 |
| 2.3.8.1 Emulsionante..... | 28 |
| 2.3.8.1.1 Obsiemul MGS-90..... | 29 |
| 2.3.8.2 Estabilizante..... | 30 |
| 2.3.8.2.1 Obsigel 8-AGT..... | 30 |
| 2.4 Grasas Vegetales..... | 31 |
| 2.4.1 Manteca Heladera MT H..... | 33 |
| 2.5 Grasa animal..... | 33 |
| 2.4.2 Crema de leche..... | 33 |

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

| | |
|---|----|
| 3.1 Localización del experimento..... | 35 |
| 3.1.1. Ubicación..... | 35 |
| 3.2 Condiciones metereológicas del lugar del experimento..... | 35 |
| 3.3 Materiales y suministros..... | 36 |
| 3.3.1 Materias primas e insumos..... | 36 |
| 3.3.2 Equipos y materiales..... | 36 |
| 3.4 Métodos..... | 37 |
| 3.4 Factores en estudio..... | 37 |
| 3.4.2 Tratamientos..... | 38 |
| 3.5 Diseño experimental..... | 38 |

| | |
|---|----|
| 3.5.1 Tipo de diseño..... | 38 |
| 3.5.2 Características del experimento..... | 38 |
| 3.5.3 Unidad experimental..... | 38 |
| 3.5.4 Análisis de variancia..... | 39 |
| 3.6 Variables..... | 39 |
| 3.7 Análisis funcional..... | 39 |
| 3.8 Manejo del experimento..... | 40 |
| 3.8.1 Análisis del producto terminado..... | 40 |
| 3.8.1.1 Determinación del tiempo de fermentación..... | 40 |
| 3.8.1.2 Determinación de acidez..... | 40 |
| 3.8.1.3 Determinación de viscosidad..... | 40 |
| 3.8.1.4 Determinación de sinéresis..... | 41 |
| 3.8.1.5 Determinación de grasa..... | 41 |
| 3.8.1.6 Determinación de sólidos totales..... | 41 |
| 3.8.1.7 Determinación de proteína..... | 42 |
| 3.8.1.8 Análisis organolépticos..... | 43 |
| 3.8.1.9 Análisis microbiológicos..... | 43 |
| 3.8.1.10 Determinación de rendimiento..... | 46 |
| 3.9 Métodos específicos de manejo del experimento..... | 47 |
| 3.9.1 Diagrama de elaboración de yogur con leche microfiltrada tangencialmente..... | 47 |
| 3.9.2. Descripción del proceso de elaboración de yogur..... | 48 |

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

| | |
|---|----|
| 4.1 Tiempo de fermentación..... | 54 |
| 4.2 Acidez a las 24 horas de elaboración..... | 59 |
| 4.3 Acidez a los 15 días de elaboración..... | 64 |
| 4.4 Viscosidad a las 24 horas de elaboración..... | 66 |

| | |
|--|----|
| 4.5 Viscosidad a los 15 días de elaboración..... | 73 |
| 4.6 Sinéresis a las 24 horas de elaboración..... | 78 |
| 4.7 Sinéresis a los 15 días de elaboración..... | 78 |
| 4.8 Sólidos totales..... | 84 |
| 4.9 Rendimiento..... | 89 |
| 4.10 Grasa..... | 91 |
| 4.11 Proteína..... | 92 |
| 4.12 Análisis organolépticos..... | 93 |

CAPÍTULO V

| | |
|-------------------|-----|
| CONCLUSIONES..... | 111 |
|-------------------|-----|

CAPÍTULO VI

| | |
|----------------------|-----|
| RECOMENDACIONES..... | 115 |
|----------------------|-----|

CAPÍTULO VII

| | |
|--------------|-----|
| RESUMEN..... | 117 |
|--------------|-----|

CAPÍTULO VIII

| | |
|--------------|-----|
| SUMMARY..... | 120 |
|--------------|-----|

CAPÍTULO IX

| | |
|-------------------|-----|
| BIBLIOGRAFÍA..... | 123 |
|-------------------|-----|

CAPÍTULO X

| | |
|--|-----|
| ANEXOS..... | 126 |
| Anexo 1: Descripción del equipo de MFT..... | 127 |
| Anexo 2: Leches fermentadas: requisitos..... | 129 |
| Anexo 3: Emulsionante obsidián MGS-90..... | 138 |
| Anexo 4: Estabilizante obsigel 8-AGT..... | 140 |

| | |
|---|-----|
| Anexo 5: Guia instructiva de degustación..... | 144 |
| Anexo 6: Resultados de prueba de degustación..... | 149 |
| Anexo 7: Resultados de análisis de leche y yogur..... | 154 |
| Anexo 8: Costos de producción del yogur..... | 157 |
| Anexo 9: Balance de materiales..... | 159 |
| Anexo 10: Especificaciones de grasa vegetal..... | 163 |

CUADROS

| | |
|--|----|
| Cuadro 1: Requisitos físico químicos de la leche cruda..... | 17 |
| Cuadro 2: Composición de la leche de vaca..... | 18 |
| Cuadro 3: Composición de leches concentradas..... | 19 |
| Cuadro 4: Valor comparativo del yogur en 150 gramos..... | 21 |
| Cuadro 5: Requisitos físico químicos de yogur..... | 28 |
| Cuadro 6: Localización de experimento..... | 35 |
| Cuadro 7: Condiciones metereológicas del lugar del experimento..... | 35 |
| Cuadro 8: Tratamientos..... | 38 |
| Cuadro 9: Esquema del ADEVA..... | 39 |
| Cuadro 10: Tiempo del yogur expresado en horas..... | 54 |
| Cuadro 11: Análisis de la varianza del tiempo de fermentación..... | 55 |
| Cuadro 12: Prueba de Tukey para tratamientos del tiempo de fermentación..... | 55 |
| Cuadro 13: Prueba de DMS para factor A del tiempo de fermentación..... | 56 |
| Cuadro 14: Prueba de DMS para factor B del tiempo de fermentación..... | 56 |
| Cuadro 15: Prueba de DMS para factor C del tiempo de fermentación..... | 57 |
| Cuadro 16: Acidez del yogur expresado en ° D..... | 60 |
| Cuadro 17: Análisis de la varianza de acidez a las 24h..... | 60 |
| Cuadro 18: Prueba de Tukey para tratamientos de acidez a las 24h..... | 61 |
| Cuadro 19: Prueba de DMS para factor A de acidez a las 24h..... | 61 |
| Cuadro 20: Prueba de DMS para factor B de acidez a las 24h..... | 61 |
| Cuadro 21: Prueba de DMS para factor C de acidez a las 24h..... | 62 |
| Cuadro 22: Acidez del yogur a los 15 días..... | 64 |
| Cuadro 23: Análisis de la varianza de acidez a los 15 días..... | 65 |
| Cuadro 24: Prueba de DMS para factor B de acidez..... | 65 |

| | |
|---|-----|
| Cuadro 25: Viscosidad del yogur a las 24 horas expresado en cm / seg..... | 67 |
| Cuadro 26: Análisis de la varianza de viscosidad a las 24h..... | 67 |
| Cuadro 27: Prueba de Tukey para tratamientos de viscosidad a las 24h..... | 68 |
| Cuadro 28: Prueba de DMS para factor A de viscosidad a las 24h..... | 68 |
| Cuadro 29: Prueba de DMS para factor B de viscosidad a las 24h..... | 68 |
| Cuadro 30: Prueba de DMS para factor C de viscosidad a las 24h..... | 69 |
| Cuadro 31: Viscosidad del yogur a los 15 días expresado en cm / seg..... | 73 |
| Cuadro 32: Análisis de la varianza de viscosidad a los 15 días..... | 74 |
| Cuadro 33: Prueba de Tukey para tratamientos de viscosidad a los 15 días..... | 74 |
| Cuadro 34: Prueba de DMS para factor B de viscosidad a los 15 días..... | 75 |
| Cuadro 35: Sinéresis del yogur expresado en ml..... | 79 |
| Cuadro 36: Análisis de la varianza de sinéresis a los 15 días..... | 79 |
| Cuadro 37: Prueba de Tukey para tratamientos de sinéresis..... | 80 |
| Cuadro 38: Prueba de DMS para factor B de sinéresis..... | 80 |
| Cuadro 39: Prueba de DMS para factor C de sinéresis..... | 80 |
| Cuadro 40: Sólidos totales expresado en %..... | 84 |
| Cuadro 41: Análisis de la varianza de sólidos totales..... | 85 |
| Cuadro 42: Prueba de Tukey para tratamientos de sólidos totales..... | 85 |
| Cuadro 43: Prueba de DMS para factor B de sólidos totales..... | 86 |
| Cuadro 44: Prueba de DMS para factor C de sólidos totales..... | 86 |
| Cuadro 45: Rendimiento del yogur expresado en %..... | 89 |
| Cuadro 46: Análisis de la varianza de rendimiento..... | 90 |
| Cuadro 47: Color a 1 día de elaborado el producto..... | 94 |
| Cuadro 48: Olor a 1 día de elaborado el producto..... | 96 |
| Cuadro 49: Sabor a 1 día de elaborado el producto..... | 98 |
| Cuadro 50: Textura a 1 día de elaborado el producto..... | 100 |
| Cuadro 51: Color a los 15 días de elaborado el producto..... | 102 |
| Cuadro 52: Olor a los 15 días de elaborado el producto..... | 104 |
| Cuadro 53: Sabor a los 15 días de elaborado el producto..... | 106 |
| Cuadro 54: Textura a los 15 días de elaborado el producto..... | 108 |

GRÁFICOS

| | |
|--|----|
| Gráfico 1: Membranas de microfiltración tangencial..... | 10 |
| Gráfico 2: Membranas cerámicas..... | 14 |
| Gráfico 3: Membranas tubulares..... | 14 |
| Gráfico 4: Recuento de mohos y levaduras..... | 44 |
| Gráfico 5: Interacción entre los factores A x C del tiempo de fermentación..... | 57 |
| Gráfico 6: Interacción de los factores A x B x C del tiempo de fermentación..... | 58 |
| Gráfico 7: Tiempo de fermentación..... | 59 |
| Gráfico 8: Interacción entre los factores A x C de acidez a las 24h..... | 62 |
| Gráfico 9: Interacción de los factores B x C de acidez a las 24h..... | 63 |
| Gráfico 10: Acidez a las 24 horas de elaborado el producto..... | 64 |
| Gráfico 11: Acidez a los 15 días de elaborado el producto..... | 66 |
| Gráfico 12: Interacción entre los factores A x B de viscosidad a las 24h..... | 69 |
| Gráfico 13: Interacción de los factores A x C de viscosidad a las 24h..... | 70 |
| Gráfico 14: Interacción entre los factores B x C de viscosidad a las 24h..... | 71 |
| Gráfico 15: Interacción de los factores A x B x C de viscosidad a las 24h..... | 72 |
| Gráfico 16: Viscosidad a las 24 horas de elaborado el producto..... | 73 |
| Gráfico 17: Interacción de los factores A x C de viscosidad a los 15 días..... | 75 |
| Gráfico 18: Interacción entre los factores B x C de viscosidad a los 15 días..... | 76 |
| Gráfico 19: Interacción de los factores A x B x C de viscosidad a los 15 días..... | 77 |
| Gráfico 20: Viscosidad a los 15 días de elaborado el producto..... | 78 |
| Gráfico 21: Interacción entre los factores A x C de sinéresis..... | 81 |
| Gráfico 22: Interacción de los factores B x C de sinéresis..... | 82 |
| Gráfico 23: Interacción de los factores A x B x C de sinéresis a los 15 días..... | 83 |
| Gráfico 24: Sinéresis a los 15 días de elaborado el producto..... | 84 |
| Gráfico 25: Interacción entre los factores A x B de sólidos totales..... | 87 |
| Gráfico 26: Interacción entre los factores B x C de sólidos totales..... | 88 |
| Gráfico 27: Sólidos totales..... | 89 |
| Gráfico 28: Rendimiento..... | 90 |
| Gráfico 29: Grasa..... | 91 |
| Gráfico 30: Proteína..... | 92 |

| | |
|---|-----|
| Gráfico 31: Color a un día de elaborado el producto..... | 95 |
| Gráfico 32: Olor a un día de elaborado el producto..... | 97 |
| Gráfico 33: Sabor a un día de elaborado el producto..... | 99 |
| Gráfico 34: Textura a un día de elaborado el producto..... | 101 |
| Gráfico 35: Color a los 15 días de elaborado el producto..... | 103 |
| Gráfico 36: Olor a los 15 días de elaborado el producto..... | 105 |
| Gráfico 37: Sabor a los 15 días de elaborado el producto..... | 107 |
| Gráfico 38: Textura a los 15 días de elaborado el producto..... | 109 |

CAPÍTULO I

1 GENERALIDADES

1.1 INTRODUCCIÓN

El equipo de microfiltración tangencial permite separar suspensiones, concentrar la leche utilizando membranas cuyo tamaño de poro oscilan entre 0.1 y 10 micras, en donde el flujo tangencial es introducido a lo largo de una superficie filtrante con el fin de remover micro partículas. No hay adición de productos químicos. En consecuencia, no hay modificación de la naturaleza de los productos tratados.

La utilización de la filtración por membranas permite la concentración de leche, cuyo principio es el incremento de sólidos y la eliminación de suero lácteo mediante centrifugación, el incremento de los sólidos es muy importante en el caso del yogur ya que éste requiere un mayor porcentaje de sólidos para obtener un producto con buenas características.

Generalmente la leche entera que se usa para la obtención de yogur de excelente calidad es necesario añadirle los respectivos sólidos lácteos que enriquezcan su composición.

Por esta razón se adicionan ciertos ingredientes funcionales como la leche en polvo que ayuda a incrementar la concentración de los mismos los cuales evitan la sinéresis y mejoran la consistencia en el producto terminado.

Los derivados lácteos presentan contenidos de grasa saturada muy elevados, lo cual afecta a la salud de las personas. En nuestro medio todavía no existen productos lácteos que reemplacen la grasa animal que contiene gran cantidad de glicéridos saturados por una grasa vegetal con bajo contenido de glicéridos saturados. Además aun no se han realizado pruebas utilizando emulsionantes y estabilizantes para lograr mayor rendimiento y mejor calidad del producto terminado.

La misión principal de la Universidad Técnica del Norte es formar profesionales de calidad, que ejecuten nuevos proyectos de investigación y se abran campo en el

ámbito profesional, se interrelacionen con otras instituciones para la culminación de los mismos, es por esta razón que se realizó una alianza con la Escuela Politécnica Nacional y la Universidad Técnica del Norte con el fin de aportar y fortalecer la educación y obtener resultados que sean aplicables a los estudiantes universitarios.

1.2 JUSTIFICACIÓN

La presente investigación se basa en la aplicación tecnológica de la microfiltración tangencial la cual es encargada de concentrar la leche y aumentar su porcentaje de sólidos para la elaboración de productos que satisfagan las exigencias del mercado, ofreciendo de esta manera nuevas alternativas para la industria láctea.

La microfiltración tangencial se caracteriza por una circulación rápida del líquido a filtrar tangencialmente a una membrana (el filtro). Así, al tiempo que se efectúa la filtración, se auto limpia la membrana, lo que permite trabajar en continuo con características de funcionamiento estables (composición, caudal).

Para lograr que la leche utilizada para elaboración de yogur mantenga el porcentaje de sólidos deseados se usó un equipo de micro filtración tangencial el cual se encargó de concentrar los sólidos y de esta manera ya no fue necesario adicionar otros insumos a la leche para lograr la concentración adecuada.

La leche obtenida del equipo de microfiltración tangencial tuvo un nivel de concentración 2 FRV (factor de retención volumétrico) con un porcentaje de 14% de sólidos totales al cual se le adicionó un porcentaje de grasa vegetal insaturada y crema de leche para lograr un producto con bajo contenido de grasa que tenga mayor aceptación por el consumidor. Además se realizaron pruebas con emulsionantes y estabilizantes que mejoraron la calidad y rendimiento en el producto.

Otro punto muy importante en esta investigación es el valor nutritivo que tiene este producto, ya que contiene mayor porcentaje sólidos totales y mayor concentración de proteína, además el reemplazo de la grasa animal por una grasa vegetal contribuyó a obtener un yogur con bajo contenido de glicéridos saturados por lo que no afecta la salud de las personas y tiene mayor aceptabilidad por todo tipo de cliente.

Cabe resaltar que la adición de de emulsionante a la leche ayuda a que exista una buena mezcla de la leche con la grasa vegetal MT-H y crema de leche, además el uso de estabilizante mejora las características físicas y organolépticas del yogur, obteniéndose un producto con mayor viscosidad, sin desuerado, y mejores características organolépticas.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 OBJETIVO GENERAL:

- Evaluar la calidad del yogurt tipo II elaborado con leche concentrada por microfiltración tangencial, utilizando dos tipos de grasas: vegetal y animal; y porcentajes de estabilizante.

1.1.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS:

- Comprobar que el equipo de micro filtración tangencial aumentó el porcentaje de sólidos de la leche concentrada, mediante análisis: determinación de sólidos totales y proteína.
- Evaluar el mejor tipo de grasa a añadir a la leche concentrada por micro filtración tangencial, en la elaboración de yogur.
- Evaluar la incidencia del uso de estabilizante (Obsigel 8-AGT) en la elaboración y calidad del yogur, mediante los análisis de viscosidad y sinéresis.
- Determinar el tiempo de fermentación en el proceso de fabricación del yogur.
- Evaluar la calidad del producto mediante análisis fisicoquímicos: sinéresis, viscosidad, acidez, contenido de grasa, rendimiento, tiempo de fermentación y organolépticos: olor, color, sabor, textura en el producto terminado.

1.2 HIPÓTESIS:

Hi: La utilización de leche concentrada por microfiltración tangencial con factor de retención volumétrica = 2 (FRV 2), diferentes grasas y porcentajes de estabilizante incide en la calidad del yogur tipo II.

Ho: La utilización de leche concentrada por microfiltración tangencial con factor de retención volumétrica = 2 (FRV 2), la adición de grasas, y porcentaje de estabilizante no inciden en la calidad del yogur tipo II.

CAPÍTULO II

2 MARCO TEÓRICO

2.1 LA MICROFILTRACIÓN

2.1.1 Concepto:

La microfiltración tangencial es una técnica de separación sólido-líquido que utiliza membranas, sirve para separar suspensiones. Permite retener las partículas cuyo tamaño varía entre 0,1 y 10 micras, lo que corresponde a coloides, levaduras, bacterias, emulsiones. No hay adición de productos químicos. En consecuencia, no hay modificación de la naturaleza de los productos tratados, punto muy importante cuando la meta es la reutilización de productos.

En efecto, el único medio de separación es una barrera selectiva llamada membrana. Se trata de una pared delgada, de porosidad controlada, que permite separar moléculas en función de su tamaño.

Las operaciones de filtración tangencial son procesos físicos de separación transmembrana que permiten separar y/o concentrar los constituyentes de una mezcla líquida en función de sus propiedades. Es un proceso en el que una solución fluye bajo presión sobre la superficie de una membrana. Como resultado de la presión aplicada y en función de las propiedades de la membrana el solvente y ciertos solutos pasan a través de la membrana mientras que otros son retenidos. Se puede emplear para procesos de concentración, fraccionamiento o clarificación con la obtención de dos fracciones líquidas de composición diferente entre ellas y del producto inicial.

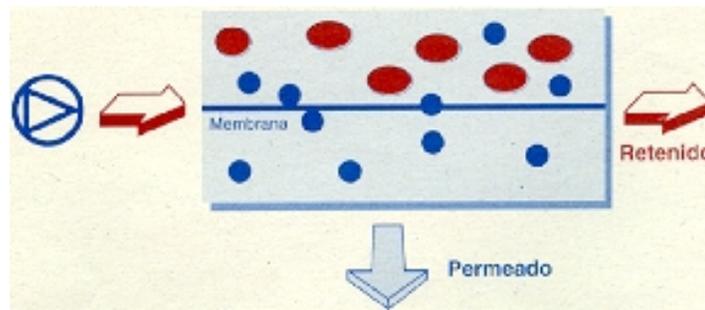
La microfiltración tangencial se caracteriza por una circulación rápida del líquido a filtrar tangencialmente a una membrana (el filtro). Así, al tiempo que se efectúa la filtración, se auto limpia la membrana, lo que permite trabajar en continuo con características de funcionamiento estables (composición, caudal).

Las técnicas de filtración tangencial son el grupo de nuevas tecnologías que ha adquirido, en los últimos años, una mayor importancia en la industria láctea. Esta aplicación surge para la mejora y optimización de los procesos de líneas de producción y como respuesta ante determinados problemas medioambientales.

La característica común a todos los procesos de filtración transmembrana es que se realizan en fase líquida, es decir, sin cambio de estado. El gran desarrollo surge a partir de los años 60. La primera aplicación conocida en industria Láctea surge para el tratamiento de lacto suero. Actualmente en industria láctea existen múltiples aplicaciones. (<http://www.infoleche.com>).

Como se puede ver en el dibujo siguiente, hay una entrada (el líquido a filtrar) y dos salidas: un filtrado / permeado empobrecido y un concentrado / retenido enriquecido. (<http://www.infoleche.com>).

GRÁFICO 1: Membrana de microfiltración tangencial



- El retenido es la parte de la suspensión, que no pasa a través de la membrana y contiene una alta concentración de partículas.
- El permeado en cambio, es un líquido libre de partículas (filtrado), que ha pasado a través de la membrana.
- FRV (Factor de retención volumétrica).- Es la relación entre el volumen de alimentación (VA) y el volumen de retención (VR) que pasa a través del módulo de microfiltración tangencial (MFT).

2.1.2 PRINCIPIOS DE SEPARACIÓN POR MEMBRANAS:

Según LOPEZ, A. (2003). En industria láctea las técnicas de separación por membranas se utilizan en diferentes procesos:

- La UF (Ultrafiltración).- Es la concentración de grandes moléculas y macromoléculas, Normalmente se utiliza para la concentración de proteínas en la leche y en el lacto suero y para la normalización proteica de la leche destinada a la fabricación de queso con desuerado anterior a la coagulación, yogur y otros productos lácteos o para el desuerado de pastas lácticas.

- La MF (Microfiltración).- Es la separación de macromoléculas y eliminación de bacterias. Básicamente se utiliza para la reducción del número de bacterias en la leche desnatada, lactosuero y salmueras, pero también para la reducción del contenido en grasa del lactosuero destinado a la fabricación de concentrados proteicos de lactosuero (CPL) y para el fraccionamiento de proteínas.

- La OI (Ósmosis Inversa).- Es la concentración de de soluciones por eliminación de agua. Se utiliza para la deshidratación del lactosuero, el permeado de UF y el condensado.

- La NF (Nanofiltración).- Es la concentración de componentes orgánicos por eliminación de parte de iones monovalentes como el sodio y cloruros (desmineralización parcial). Se utiliza cuando se desea la desalineación parcial del lactosuero, el permeado de ultra filtración UF y el retenido.

2.1.3 VENTAJAS Y APLICACIONES DE MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL:

2.1.3.1 Ventajas:

- Permite trabajar a temperatura ambiente por lo que permite ahorrar energía en el proceso.
- Los rendimientos en el proceso son altos y normalmente no requieren la utilización de compuestos químicos. En consecuencia, no hay modificación de la naturaleza de los productos tratados.
- Los equipos son compactos y se pueden adaptar a un sistema de control automático fácilmente.
- El funcionamiento del sistema puede ser continuo.
- La limpieza del equipo es relativamente fácil.
- Las condiciones de operación en el proceso, evitan la pérdida de las características nutricionales, físicas y químicas del producto.
- No se requiere altas inversiones de instrumentación, ya que la presión aplicada es baja (0.5-5 bares).
- Las membranas que se utilizan en la actualidad (membranas inorgánicas) son resistentes a las condiciones extremas de pH, tiene una estructura resistente y soportan el ataque de ácidos y bases gracias a sus buenas características químicas y térmicas.
- Permite minimizar residuos, reutilizar productos y por ende cuidar el medio ambiente.

2.1.3.2 Aplicaciones:

Además de la industria láctea, la filtración tangencial está muy extendida en otros ámbitos industriales: (www.processscientific.com/2005crosch.htm)

- Clarificación y concentración de de alimentos como leche, jugos de frutas, cervezas y vinos.
- En instalaciones de tratamiento y purificación de aguas residuales plantas, potabilizadoras de agua salada, y de efluentes.

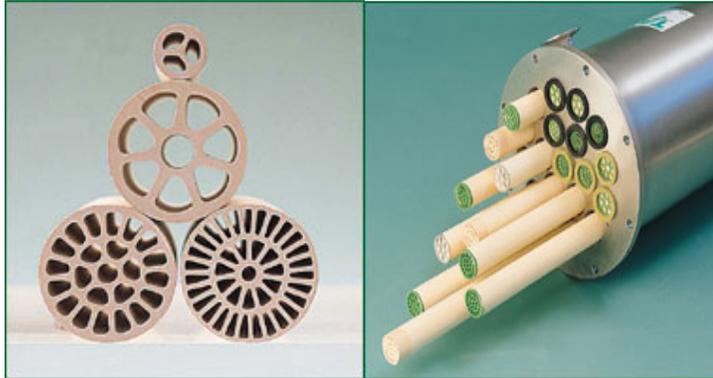
- Remoción de pigmentos de látex en las pinturas.
- En industria textil para recuperación y concentración de colorantes.
- En industria papelera se utiliza para el reciclado de líquidos y colorantes.
- En la industria automovilística para la recuperación de aceites y alcohol, la separación de agua y aceite.
- En la industria biotecnológica ha permitido la recuperación y purificación de enzimas y para la separación de células y restos de células presentes en soluciones.
- Para la eliminación de microorganismos (pasteurización en frío) presentes en la leche.
- Como proceso de pre-tratamiento de soluciones que serán sometidas a procesos ultrafiltración y ósmosis inversa.
- Proporciona oportunidades para regular el contenido de caseína de la leche o para eliminar microorganismos.
- Filtrar partículas de tamaño muy pequeño (de 10 elevado a menos 5, a 10 elevado a menos 9 micras).
- Aprovechar o reutilizar el residuo de la filtración.
- Efectuar una filtración continua.
- Asegurar una calidad constante de la filtración.
- Efectuar una selección por tipo de moléculas.

2.1.4 TIPOS DE MEMBRANAS DE MICROFILTRACIÓN TANGENCIAL

Básicamente se clasifican en membranas cerámicas o minerales, y membranas orgánicas: (<http://www.infoleche.com>)

CERÁMICAS

GRÁFICO 2: Membranas cerámicas

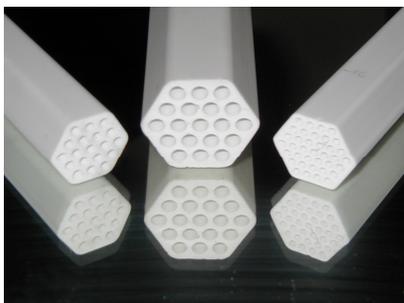


Configuração geométrica compacta multitubular.

- Diámetro de tubo 2 a 6 mm.
- Flujo de filtración; dentro - fuera.
- Alta resistencia mecánica, térmica y química, muy apta en procesos industriales.
- Vida útil muy prolongada.
- Instalaciones muy voluminosas, hay grandes volúmenes muertos.
- Costes de construcción muy elevados, son las más caras.
- Grandes pérdidas de carga, problemas de calentamiento.
- Alto consumo energético.

TUBULARES

GRÁFICO 3: Membranas tubulares



Membrana formada por un haz de 3 a 19 tubos encapsulados en un cartucho de material polimérico impermeable o de acero inoxidable. (<http://www.infoleche.com>).

- Diámetro de cada tubo: 10 – 25 mm.
- Tienen alta resistencia al atascamiento, lo que las hace muy apropiadas para filtración de mostos (y vino).
- Flujo de filtrado dentro - fuera.

2.2 LECHE

La Norma NTE INEN 010 (Conocimientos Básicos sobre la Leche, 2005). Señala que la leche, “Es el producto integro sin adición, ni sustracción alguna, exento de calostro, obtenido por ordeño higiénico, completo e interrumpido de vacas sanas y bien alimentadas.”

La Norma NTE INEN 9 (Leche cruda Requisitos, 2005). Señala que: La leche cruda se considera no apta para el consumo humano cuando no cumple con los siguientes requisitos:

1. Es obtenida de animales cansados, deficientemente alimentados, desnutridos, enfermos o manipulados por personas afectadas de enfermedades infectocontagiosas
2. 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. (Cuadro 1).
3. Contiene calostro, sangre o ha sido obtenida en el período comprendido entre los 12 días anteriores y los 10 días siguientes al parto.
4. Contiene sustancias tóxicas, gérmenes patógenos o un contaje microbiano superior al máximo permitido por la norma, toxinas microbianas, o residuos de plaguicidas y metales pesados en cantidad superior al máximo permitido.

5. La leche cruda después del ordeño debe ser enfriada lo más pronto posible, almacenada y transportada hasta los centros de acopio y/o plantas procesadoras en recipientes apropiados autorizados por la autoridad sanitaria competente.
6. En los centros de acopio la leche cruda debe ser filtrada y enfriada con agitación constante hasta una temperatura no superior a 10 ° C.

2.2.1 Requisitos:

- **Color.** El color normal de la leche varía de blanco porcelana a blanco amarillento, El color original se debe a la refracción de la luz por los glóbulos de grasa y por otros componentes en estado coloidal como: las miscelas de la caseína. BONILLA, J. (1994). La leche contiene dos pigmentos: el caroteno de color amarillo, que se encuentra en la materia grasa por ser liposoluble, y la vitamina B₂ (riboflavina) de color amarillo-verdoso, que se aprecia solamente en el suero.

La leche descremada y la leche aguada es de color blanco azulado.

- **Olor y Sabor.** La leche fresca tiene un olor agradable pero adquiere con facilidad los olores del ambiente que la rodea o de las vasijas en donde se depositan. El olor y sabor guardan estrecha relación. BONILLA, J. (1994). El sabor natural es debido, fundamentalmente a la lactosa (dulce) y a los cloruros (salados), aunque es de suma importancia el papel desempeñado por las proteínas, ya que si bien no poseen ni sabor ni olor, actúan amortiguando y equilibrando los demás sabores.

- **Consistencia.** La leche es líquida. Parece homogénea, pero en realidad es una emulsión de materias grasa en una solución acuosa que contiene varios solutos, unos en estado coloidal y otros disueltos. En efecto en la leche se encuentran:

- a) Azúcar y sales minerales en disolución.
- b) En suspensión, gotitas de grasa emulsificadas, que son más ligeras que el líquido;
- c) En suspensión, partículas de caseína y albúmina, que son más pesadas que el líquido; y,
- d) Agua.

La Norma NTE INEN 010 (Conocimientos básicos sobre la leche, 2005). Dice: “La leche es colante a causa de la grasa, el azúcar, de la caseína y la albúmina que contiene. La consistencia causa dificultad en el lavado de los utensilios”.

2.2.2 Requisitos físicos y químicos:

La leche cruda, de acuerdo con las normas ecuatorianas correspondientes, debe cumplir con las especificaciones que se indican en el Cuadro 1.

CUADRO 1: Requisitos físico-químicos de la leche cruda

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

FUENTE: NTE INEN 9:2003 Requisitos de la leche fresca.

2.2.3 Otras propiedades físicas:

Según NTE INEN 010, establece que existen otras propiedades físicas de la leche tales como:

- **Viscosidad.-** Es la resistencia del líquido a fluir o deformarse. Esta propiedad se relaciona con el contenido de lactosa, grasa, estructura de la caseína y los tamaños del glóbulo de grasa. La viscosidad varía con la temperatura, el estado de dispersión y la concentración de los componentes sólidos.
- **Densidad.-** Es el peso por unidad de volumen y es el promedio de las densidades de sus componentes individuales, del grado de hidratación de las proteínas y del volumen específico del sistema leche-grasa.
- **Punto de congelación o punto crioscópico.-** Es un valor constante e igual a 0.55°C , inferior al punto de congelación del agua, debido a la presencia de los sólidos disueltos de la leche; una disminución o aumento de la concentración de la solución influirá en este valor.
- **Índice de refracción.-** El poder de refracción depende de la concentración de sólidos disueltos en el suero; es un valor constante y su variación indica que la leche ha sufrido algún tratamiento para alterar su composición.

2.2.4 Composición de la leche de vaca:

La leche esta formada por 7/8 de agua y 1/8 de sólidos. Los sólidos constituyen la parte nutritiva de la leche y su composición promedio es la siguiente:

CUADRO 2: Composición de la leche de vaca

| COMPONENTE | PORCENTAJE (%) |
|-----------------|----------------|
| Agua | 87.0 |
| Lactosa | 4.8 |
| Grasa | 4.0 |
| Proteína | 3.5 |
| Sales minerales | 0.7 |
| TOTAL | 100 |

Fuente: JOSE DUBACH (El ABC para la quesería rural del Ecuador 1980).

2.2.5 Leches concentradas:

La leche concentrada es el producto al que se le ha extraído cierta cantidad de agua, esta remoción de agua se la puede realizar por diferentes métodos como pueden ser por evaporación, condensación, por micro filtración tangencial, entre otros. Todos los métodos están basados en la evaporación del contenido acuoso hasta un 70% aproximadamente.

Como consecuencia de la concentración, disminuye el peso y el volumen de la leche y aumenta la viscosidad y la densidad. De igual manera se concentran las sustancias nutritivas, el porcentaje de sólidos normales de la leche es duplicada o triplicada y aumenta con esto el período de conservación.

2.2.6 Composición nutricional de leches concentradas:

Según, FRANCIS, P. (1986). La composición final de este tipo de leches es variable y esta de acuerdo con las normas que se establezcan en su lugar de elaboración y consumo. En términos generales, los componentes de este tipo de leche podría ser el siguiente:

CUADRO 3: Composición de leches concentradas

| | |
|---------------|------------|
| MATERIA GRASA | 7-9 % |
| PROTEÍNA | 6.0- 6.5 % |
| LACTOSA | 9.4- 9,6 % |
| MINERALES | 1,4-1.6 % |
| AGUA | 73-75 % |

FUENTE: FRANCIS PATRICK, HOMERO RODRÍGUEZ (Introducción a la lactología 1986).

2.3 EL YOGUR

2.3.1 Origen del yogur:

Aunque no es fácil determinar el origen del yogur, algunos indicios permiten suponer que el antepasado del yogur nació en Asia y luego se extendió a Europa a través de Turquía y Bulgaria.

Su nombre tiene el origen en un término búlgaro: "jaurt".

Las primeras referencias a este alimento aparece en textos antiguos. Y dicen los especialistas que Moisés lo menciona como uno de los alimentos que Dios brindaba a su pueblo.

Según se supone, los primeros consumidores de yogur fueron pueblos nómades de las comunidades asiáticas, quienes fueron desarrollando las primitivas técnicas de producción. Se cree que los primeros surgieron de la fermentación de la leche a la simple acción del sol.

En la sociedad occidental, el consumo de yogurt recién se popularizó en el siglo XX, cuando los estudios científicos de Metchnikov indicaron una posible longevidad de los pueblos consumidores de este lácteo, especialmente de las comunidades de los Balcanes. Y el mismo científico llevó el fermento a Europa, y originó esta industria.

El yogur es un alimento derivado de la leche, de alto valor nutritivo, además de contener fermentos naturales que regularizan la flora intestinal; restablece las funciones hepáticas, brinda al organismo sustancias de alto valor nutricional, de fácil digestión. (<http://www.obesidad.net>)

2.3.2 Definición

LA NORMA NTE INEN 2 395:2006 Define al Yogur."Es el producto coagulado obtenido por fermentación láctica de la leche o mezcla de esta con derivados lácteos, mediante la acción de bacterias lácticas *Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus thermophilus*, 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 activas desde su inicio y durante toda la vida

útil del producto. Puede ser adicionado o no de los ingredientes y aditivos indicados.

2.3.3 Composición nutricional del yogur

Desde el punto de vista nutricional el yogur es igual a la leche pero por su fermentación presenta otras ventajas de digestibilidad.

Su sabor y su consistencia varían de acuerdo con la calidad y el tipo de leche que se utilice para su producción. Igualmente se le agrega fruta para cambiar su consistencia y aumentar su valor nutricional. (<http://www.educar.org/inventos/yogur.asp>).

CUADRO 4: Valor comparativo del yogur en 150 gramos

| Nutrimento | Yogur Entero | Yogur bajo en grasa | Yogur bajo en grasa con fruta |
|------------------------|--------------|---------------------|-------------------------------|
| Calorías | 163 | 85 | 141 |
| Carbohidratos(g) | 23.6 | 11 | 26.9 |
| Proteínas(g) | 7.7 | 7.7 | 6 |
| Grasas Insaturadas (g) | 4.2 | 1.2 | 1.1 |
| Grasas Saturadas(g) | 2.3 | 0.8 | 0.6 |
| Cálcio (mg) | 240 | 285 | 225 |

FUENTE: <http://www.educar.org/inventos/yogur.asp>.

2.3.4 Factores que afectan la calidad del yogur:

Según LÓPEZ, A. (2003). Diversos factores deben ser cuidadosamente controlados durante el proceso de fabricación con el objeto de obtener un yogur de alta calidad, con un adecuado sabor, aroma, viscosidad, consistencia apariencia y libre de suero separado y con un prolongado periodo de conservación.

- Elección de la leche.
- Normalización de la leche.

- Aditivos lácteos.
- Desaireación.
- Homogenización.
- Tratamiento térmico.
- Preparación de los cultivos.
- Diseño de planta.

2.3.4.1 Elección de la leche.- La leche para la producción de yogur debe ser de la más alta calidad bacteriológica. Debe contener un bajo contenido en bacterias y sustancias que puedan impedir el desarrollo de los cultivos típicos del yogur. La leche no debe contener antibióticos, bacteriófagos, ni residuos de soluciones de limpieza o agentes desinfectantes. Por ello, la industria Láctea debe obtener la leche para la producción de yogur de ganaderos seleccionados, con prácticas de producción apropiadas. Por otra parte, dicha leche debe ser cuidadosamente analizada en la industria láctea.

2.3.4.2 Normalización de la leche.- El contenido de grasa y en sólidos de la leche se normalizan habitualmente de acuerdo con las normas y principios FAO/OMS que se indican a continuación.

Grasa.- El yogur puede tener un contenido en grasa de 0-10%. Sin embargo, lo más habitual es un contenido de grasa de 0,5^a 3,5%. El yogur se puede clasificar en los siguientes grupos:

- | | | |
|-----------------------------------|---------------------------------|------|
| • Yogur | Contenido graso mínimo | 3% |
| • Yogur parcialmente Desnatado | Contenido graso máximo | <3% |
| | Contenido graso mínimo, mas del | 0,5% |
| • Yogur desnatado | Contenido graso máximo | 0,5% |

Contenido en materia seca (MS)

El contenido mínimo de sólidos no grasos de origen lácteo debe ser del 8.2%. El incremento del contenido total de materia seca, especialmente de la proporción de

caseína y proteínas del suero, dará lugar a un yogur de más consistencia, reduciéndose la tendencia a la separación del suero.

Los métodos más comunes para normalizar el contenido de MS son:

- Evaporación, donde normalmente se evapora un 10-20% del volumen de la leche.
- Adición de leche desnatada en polvo, normalmente hasta 3%.
- Adición de leche concentrada.
- Adición de retenido de UF de leche desnatada.

2.3.4.3 Aditivos de la leche.-En la producción de yogur se pueden adicionar a la leche sustancias estabilizantes, azúcar o edulcorantes.

Sustancias Estabilizantes: Los coloides hidrófilos tienen la propiedad de ligar el agua. Con ellos se aumenta la viscosidad del producto y contribuyen a la prevención de la separación del suero en el mismo. El tipo de estabilizante y la proporción en que se debe ser añadido se determina de forma experimental de cada fabricante. Si se utiliza un exceso de estabilizante, o este no es el correcto, el producto puede adquirir una consistencia dura y elástica, como de goma.

Si se produce de forma correcta el yogur no necesita la adición de estabilizantes, ya que se origina un gel fino y consistente con una alta viscosidad de forma natural.

Los estabilizantes para el yogur son:

- gelatina
- agar-agar
- pectina
- almidón
- CMC y otros.

2.3.4.4 Desaireación.- El contenido de aire de la leche utilizada en la fabricación de productos lácteos acidificados debe ser tan bajo como sea posible. Sin embargo es inevitable que tenga lugar una cierta entrada de aire si el contenido de SNG se aumenta mediante la adición de leche en polvo. Si se hace esto, la leche se ha de desairear en una etapa de proceso dedicada a este fin.

Cuando el contenido de SNG se aumenta mediante micro filtración tangencial, la desaireación es una parte de ese proceso. Mediante la desaireación se consiguen las siguientes ventajas:

- Mejoran las condiciones de trabajo del homogenizador.
- Menos riesgo de ensuciamiento durante el tratamiento térmico.
- Estabilidad y viscosidad mejoradas en el yogur obtenido.
- Eliminación de malos aromas volátiles (desodorización).

2.3.4.5 Homogenización.- Los motivos principales de la homogenización de la leche que se va a utilizar en la fabricación de yogur son prevenir la separación de la nata durante el periodo de incubación y asegurar una distribución uniforme de la grasa de la leche.

La estabilidad y consistencia del yogur se ve mejorada por la homogenización, incluso en aquellos productos con bajo contenido de grasa.

2.3.4.6 Tratamiento térmico.- La leche se trata térmicamente antes de proceder a la inoculación de los cultivos, esto se realiza con el objeto de:

- Mejorar las propiedades de la leche como sustrato para bacterias de cultivo industrial.
- Asegurar que el coágulo del yogur terminado sea firme.
- Reducir el riesgo de separación del suero en el producto terminado.

Se consiguen resultados óptimos por medio de la leche a 90 – 95 ° C durante unos 5 minutos. Esta combinación tiempo/temperatura desnaturaliza alrededor del 70-80% de las seroproteínas. En particular la β -lactoglobulina, que es la principal seroproteína, interactúa con la k-caseína, con lo que se facilita que el yogur adquiera cuerpo.

2.3.4.7 Elección del fermento.- Los cultivos bacterianos, conocidos también como fermentos o starters, se utilizan en la elaboración de yogur, kefir y otros productos lácteos acidificados o fermentados, así como la fabricación de mantequilla y queso. Los fermentos se añaden al producto y se les deja crecer en el bajo condiciones controladas. En el transcurso de la correspondiente

fermentación, las bacterias producen sustancias que dan al producto fermentado sus propiedades características tales como acidez, (pH), sabor, aroma y consistencia. La caída del pH, que se produce cuando las bacterias fermentan la lactosa y dan lugar a la producción de ácido láctico, tiene un efecto conservador sobre el producto, al mismo tiempo que mejora su valor nutritivo y su digestibilidad.

Los cultivos se pueden clasificar de acuerdo a sus temperaturas óptimas de crecimiento:

- Bacterias mesófilas – con unas temperaturas óptimas de 20 a 30 ° C.
- Bacterias termófilas – con unas temperaturas óptimas de crecimiento de 40 a 45 ° C.

La industria láctea utiliza cultivos comerciales procedentes de laboratorios especializados. Estos laboratorios ponen mucho esfuerzo en investigación y desarrollo para conseguir los cultivos especiales más adecuados para obtener cada producto. De esta manera, la industria láctea puede obtener cultivos con propiedades seleccionadas para conseguir las características específicas del producto, tales como textura, sabor y viscosidad.

Los fermentos lácticos tienen diferentes presentaciones:

- Líquidos.- Para la propagación a partir de un cultivo madre.
- Liofilizados.- Como concentrado de cultivos en forma de polvo, para propagación como cultivo industrial.
- Congelados.- Como un concentrado de cultivos para la propagación como cultivo industrial, y como cultivos superconcentrados en forma más soluble, para inoculación directa al producto.

2.3.5 Microorganismos encargados de la fermentación:

Los cultivos lácticos son encargados de proporcionar determinadas características a los productos tales como: mantequilla, yogur, queso, entre otros.

En estos cultivos se encuentran ciertas clases de bacterias que intervienen en la acidificación del producto y el desarrollo del aroma. En la elaboración de yogur se utiliza las siguientes bacterias que se describen a continuación:

2.3.5.1 *Lactobacillus bulgaricus*

FAO (1983). Se caracterizan por su alta temperatura de crecimiento, con un óptimo de 40 – 43° mínimo de 22° C y máximo de 52,5° C. Su resistencia frente a antibióticos es mayor que, *Streptococcus thermophilus*. Es inhibido por 0.3 - 0.6 U.I. penicilina/ml de leche.

Es una bacteria homo fermentativa, produciendo hasta 1.7 % de D (-) ácido láctico en leche. Pequeñas cantidades de compuestos secundarios incluyen compuestos carbonílicos, etanol y ácidos volátiles. Posee una actividad proteolítica media, llevando a una relativamente alta acumulación de aminoácidos libres.

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

2.3.5.2 *Streptococcus thermophilus*

FAO (1983). Se caracteriza por tener un amplio rango de crecimiento, con un óptimo de 40 – 45° C mínimo de 20° C y máximo de 50° C. Es muy sensible a sustancias inhibitoras, es inhibido por 0.01 U.I. de penicilina o 5 mg de estreptomycin/por ml de leche. Bacteria láctica del grupo homo fermentativo, produce 0,7 - 0,8 %l de L (+) ácido láctico; algunas cepas llegan hasta 1,0 %. Muestra una actividad proteolítica muy débil y la mayoría de los aminoácidos libres, bacteria catalasa (-).

2.3.6 Tipos de yogur

La Norma NTE INEN 2 395:2006. Manifiesta: “De acuerdo a sus características las leches fermentadas, se clasifican: según el contenido de grasa, de acuerdo a los ingredientes, de acuerdo al proceso de elaboración.

Según el contenido de Grasa:

- a) Tipo I. Elaborado con leche entera, leche integral o leche integral.
- b) Tipo II. Elaborado con leche semi descremada o semi desnatada.
- c) Tipo III. Elaborado con leche descremada o desnatada.

De acuerdo a los ingredientes:

- a) natural
- b) con fruta
- c) azucarado
- d) edulcorado
- e) con otros ingredientes
- f) saborizado o aromatizado.

De acuerdo al proceso de elaboración:

- a) batido
- b) coagulado o aflanado
- c) bebible
- d) concentrado
- e) deslactosado

2.3.7 Requisitos físico químicos del yogur:

Según la norma NTE INEN 2 395 las leches fermentadas deben cumplir las siguientes especificaciones:

CUADRO 5: Requisitos fisicoquímicos del yogur

| REQUISITOS | TIPO I | | TIPO II | | TIPO III | |
|---------------------|----------|-------|----------|-------|----------|-------|
| | Min % | Max % | Min % | Max % | Min % | Max % |
| Contenido de grasa | 3.0 | | 1.0 | <3.0 | | <1.0 |
| Acidez,% m/m | 0.6 | 1.5 | 0.6 | 1.5 | 0.6 | 1.5 |
| Proteína,% m/m | 2.7 | | 2.7 | | 2.7 | |
| Ensayo de fosfatasa | Negativo | | Negativo | | Negativo | |

FUENTE: NTE INEN 2 395 (Requisitos de leches fermentadas).

2.3.8 Aditivos del yogur

Los aditivos alimentarios son compuestos que no suelen considerarse alimentos, pero que se añaden a éstos para ayudar en su procesamiento o fabricación, o para mejorar la calidad de la conservación, el sabor, color, textura, aspecto o estabilidad, o para comodidad del consumidor.

2.3.8.1 Emulsionante:

Los emulsionantes son aditivos alimenticios que se utilizan para que los aceites y grasas se puedan mezclar con el agua o con cualquier componente líquido como puede ser el caso de la leche y formar así una emulsión, además ayudan a la conservación de los productos.

En este caso se utilizó el emulsionante Obsiemul MGH-90 para lograr que se mezcle la leche con la grasa vegetal MT-H y la crema de leche. El cual se describe a continuación:

2.3.8.1.1 Obsiemul MGS-90:

El Obsiemul MGS-90 es un emulsionante de calidad alimenticia basado en monoestearato de glicerilo destilado, al 90 % de concentración de alfa monoglicérido. Se lo utiliza en la fabricación de margarinas y en todos aquellos productos en que sea necesario estabilizar mezclas de productos grasos, sólidos y agua. (www.obsidian.com.ec)

2.3.8.1.2 Composición del obsiemul MGS-90

Es fabricado a partir de materias primas de origen natural, cuidadosamente seleccionadas y que cumplen con las normas de calidad, alimenticias y cosméticas.

2.3.8.1.3 Forma de aplicación

Hidratado en agua: una parte de obsiemul MGS-90 se dispersa en cuatro partes de agua a 65-70° C, y se mantiene a esa temperatura con permanente agitación por unos 15 minutos, con lo que se forma una pasta blanca homogénea.

Se debe evitar que el producto sufra sobrecalentamientos exagerados que pueden alterar su composición.

Dependiendo de las aplicaciones, el producto puede ser añadido en concentraciones del 0,05 al 2 %. Como emulsionante se lo usa del 0.05 al 1.2 %.

2.3.8.1.4 Características Físicas:

| | |
|--------------------|--|
| Aspecto | Sólido granulado micropelletizado |
| Color | Blanco cremoso |
| Olor y Sabor | Neutros |
| Solubilidad | Dispersionable en agua caliente. Soluble en alcoholes, aceites e hidrocarburos |
| Valor de acidez | Máximo 2 |
| Punto de Fusión | 65° C |
| Glicerina Libre | Máximo 1% |
| Índice de Yodo | 3 |
| Índice de Saponif. | 155 – 176 |

2.3.8.1.5 Almacenamiento

El producto debe ser almacenado en lugares frescos y secos. En esas condiciones el producto tiene un tiempo de vida de 12 meses.

2.3.9 Estabilizante:

Los estabilizantes son aditivos alimenticios que se utilizan con el fin de mejorar las características físicas y organolépticas de los productos, les proporcionan una textura cremosa y suave, además aumentan su período de duración.

Existen un sinnúmero de estabilizantes que se pueden adicionar a la leche para la elaboración de yogur, pero en este caso se utilizó el Obsigel 8-AGT el cual se describe a continuación:

2.3.9.1 Obsigel 8 - AGT:

El obsigel 8-AGT es un estabilizante completo para la fabricación de yogur. Es una formulación de varios hidrocoloides de calidad alimenticia, diseñada para fabricar yogur de tipo industrial con condiciones óptimas de calidad. Su uso confiere al producto terminado las siguientes ventajas: (www.obsidian.com.ec)

- Da la viscosidad y el cuerpo adecuado.
- Confiere una estructura cremosa y de excelente palatabilidad, sin enmascaramiento de sabor.
- Evita la sinéresis o separación del suero.
- Permite remplazar sólidos lácteos.
- Evita la sedimentación de la fruta incorporada.

2.3.9.2 Aplicación

Se aplica en yogur natural, yogur agitado y bebida de yogur. Estos pueden ser de tipo normal o dietético.

Se añade a 40° C mezclado con 3 a 5 partes de azúcar, preferentemente en polvo para facilitar su dispersión. En esta operación conviene agitar intensamente para evitar grumos.

2.3.9.3 Dosificación

Dependiendo del tipo de yogur que se fabrique, de su contenido de grasa, sólidos lácteos no grasos, azúcar y/o edulcorantes, la dosificación recomendada va desde 0,05 a 0,5%. A un menor contenido de grasa y de sólidos disueltos corresponde a una mayor cantidad de obsigel 8-AGT.

Para yogur natural tipo gel, fabricado a partir de leche entera, la dosis es de 0.05 a 0,2%. Para yogur agitado hecho a partir de leche enriquecida, entera o semidescremada, la dosificación varía correspondientemente desde 0,2 a 0,5%.

2.3.9.4 Propiedades

| | |
|-------------|---------------------|
| Apariencia | polvo blanco y fino |
| Solubilidad | dispersible en frío |
| Humedad | 8-12% |

2.4 GRASAS VEGETALES

Las grasas, aceites o Triglicéridos, son grupos de compuestos orgánicos existentes en la naturaleza que consisten en ésteres formados por tres moléculas de ácidos grasos y una molécula del alcohol glicerina. Son sustancias aceitosas, grasientas o cerosas, que en estado puro son normalmente incoloras, inodoras e insípidas. Las grasas y aceites son más ligeros que el agua e insolubles en ella; son poco solubles en alcohol y se disuelven fácilmente en éter y otros disolventes orgánicos. Las grasas son blandas y untuosas a temperaturas ordinarias, mientras que los aceites fijos (para distinguirlos de los aceites esenciales y el petróleo) son líquidos.

LA WSON, H. (1980) Define: Las grasas vegetales son usadas para sustituir la grasa de la leche en casi todos los productos lácteos básicos.

Entre los sustitutos más utilizados tenemos:

Grasa vegetal.

Margarinas.

Aceites, aceite de coco, aceite de semilla de palma.

Los productos lácteos estándar se producen según patrones de identidad dictados por la administración para alimentos y fármacos (FDA). Productos como la mantequilla, helado y helado de leche precisan una cantidad mínima de grasa láctea del 8, y 7% respectivamente.

Los productos lácteos bajos en grasa o sin grasa son también bien conocidos, y un buen segmento de consumidores parece estar satisfechos ya que manifiestan preferencia por estos productos de menor contenido en grasa.

Cuando se formula productos con grasas y aceites vegetales para sustituir la grasa de la leche, se debe tomar en cuenta algunas consideraciones. Además de las cuestiones nutritivas, las características del producto más importantes que hay que considerar son la textura, la lubricidad, el sabor, las propiedades de aireación, el aspecto y la estabilidad (o vida útil). La textura y la estructura se relacionan con la sensación en la boca. El aceite de coco y el de semilla de palma se han empleado en aplicaciones que necesitan una curva rápida de fusión y esto es especialmente deseable en productos como los blanqueadores del café. Cuanto más se sustituyen las grasas autóctonas por estas grasas, más necesario es proporcionar algunas de estas características del sentido del gusto.

Los aceites líquidos reducen el efecto abrasivo de otros ingredientes durante la mezcla. Los aceites que están líquidos entre las temperaturas de refrigeración y el ambiente son convenientes como sustitutos lácteos.

2.4.1 Manteca Heladera (MT-H):

La grasa vegetal MT-H es una sustancia grasienta y cremosa de color blanco, es muy utilizada en industrias lácteas en especial en heladería. Es muy apetecible ya que proporciona a los productos buenas características físicas y organolépticas.

La grasa vegetal contiene 0.1% de ácidos grasos libres, 0.1% de humedad e impurezas, Su punto de fusión es de 29-32° C, y contiene 70-90% de sólidos.

2.5 GRASA ANIMAL

2.5.1 Crema de Leche:

La crema de leche o Nata es un ingrediente espeso, graso y de color amarillo suave, que procede de la leche. La leche normal tiene un 3.5% de nata. Ésta tiene los mismos ingredientes que la leche, pero es rica en grasas. La nata con mayor proporción de grasas llega al 55%; dos tercios de este porcentaje son grasas saturadas y el resto monoinsaturadas.

Dado que es más ligera que otros componentes de la leche, la crema de leche asciende lentamente a la superficie y puede retirarse fácilmente. Sin embargo, lo habitual es que sea separada de la leche mediante una centrifugadora.

CAPÍTULO

III

3 MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 LOCALIZACIÓN DEL EXPERIMENTO

La presente investigación se realizó en los laboratorios de la FICAYA pertenecientes a la Universidad Técnica del Norte.

3.1.1 Ubicación

CUADRO 6: Localización del experimento

| | |
|-----------|---------------------------------------|
| Cantón | Ibarra |
| Provincia | Imbabura |
| Parroquia | El Sagrario |
| Sitio | Unidades Productivas Agroindustriales |

3.2 CONDICIONES METEREOLÓGICAS DEL LUGAR DEL EXPERIMENTO

CUADRO 7: Condiciones metereológicas

| | |
|---------------------------|---------------|
| Altitud | 2250 m.s.n.m. |
| Latitud | 0° 20' Norte |
| Humedad Relativa Promedio | 73% |
| Pluviosidad | 50,3 mm. año |
| Longitud | 78° 08' Oeste |
| Temperatura | 18° C |

Fuente: Departamento de Metereología de la dirección General de la Aviación Civil Aeropuerto Militar Atahualpa de la Ciudad de Ibarra, (2007).

3.3 MATERIALES Y SUMINISTROS

3.3.1 Materia prima e insumos:

- Leche descremada
- Grasa vegetal MT-H
- Estabilizante obsigel 8-AGT
- Emulsionante obsiemul MGS-90
- Fermento
- Agua destilada
- Fenolftaleína
- Ácido sulfúrico
- Hidróxido de sodio
- Sulfato de potasio
- Selenio en polvo
- Peróxido de hidrógeno
- Ácido clorhídrico
- Ácido bórico
- Alcohol Isoamílico
- Amonio

3.3.2 Materiales y equipos:

- Equipo de microfiltración tangencial
- Termómetro
- Balanza gramera y analítica
- Material de vidrio (pipetas, tubos, vasos, probeta, matraces, agitador, etc.)
- Acidómetro
- Jarras de capacidad de 1 litro
- Recipiente de hierro enlozado.
- Equipo para análisis de grasa
- Cocina
- Refrigeradora
- Termolactodensímetro

- Viscosímetro
- Cronómetro
- Cámara de fermentación
- Envases plásticos
- Placas petrifilm
- Crisoles
- Estufa
- Desecador
- Tubos de digestión
- Destilador

3.4 MÉTODOS

El ensayo se realizará con leche concentrada 2 FRV, de acuerdo al cálculo dicha leche tuvo 14 % de sólidos totales.

3.4.1 Factores en estudio:

| | | |
|---------------------------------------|--------------------------|----|
| Factor A: Tipos de grasa: | MT-H (Manteca heladera) | A1 |
| | Crema de leche | A2 |
| Factor B: Porcentaje de grasa: | 1,5 % | B1 |
| | 3 % | B2 |
| Factor C: Estabilizante: | Con obsigel 8-AGT (0,3%) | C1 |
| | Sin obsigel 8- AGT (0%) | C2 |

3.4.2 Tratamientos:

CUADRO 8: Tratamientos

| Tratamientos | Tipos de grasa | Porcentaje de grasa (%) | Estabilizante (%) | Combinaciones |
|--------------|----------------|-------------------------|-------------------|---------------|
| T1 | MT-H | 1,5 | 0,3 | A1B1C1 |
| T2 | MT-H | 3,0 | 0,3 | A1B2C1 |
| T3 | MT-H | 1,5 | 0,0 | A1B1C2 |
| T4 | MT-H | 3,0 | 0,0 | A1B2C2 |
| T5 | Crema de leche | 1,5 | 0,3 | A2B1C1 |
| T6 | Crema de leche | 3,0 | 0,3 | A2B2C1 |
| T7 | Crema de leche | 1,5 | 0,0 | A2B1C2 |
| T8 | Crema de leche | 3,0 | 0,0 | A2B2C2 |

3.5 DISEÑO EXPERIMENTAL

3.5.1 Tipo de diseño

En esta investigación se utilizó un diseño completamente al azar con arreglo factorial A x B x C.

3.5.2 Características del experimento

| | |
|------------------------------------|----------------------|
| Número de repeticiones: | Tres (3) |
| Número de tratamientos: | Ocho (8) |
| Número de unidades experimentales: | Veinte y cuatro (24) |

3.5.3 Unidad Experimental

Cada unidad experimental fue de 1 litro de leche concentrada por microfiltración tangencial.

3.5.4 Análisis de variancia:**CUADRO 9: Esquema del ADEVA**

| FUENTE DE VARIACIÓN | GRADOS DE LIBERTAD |
|----------------------------|---------------------------|
| Total | 23 |
| Tratamientos | 7 |
| Factor A (Tipos de grasa) | 2 |
| Factor B (% de grasa) | 1 |
| Factor C (estabilizante) | 1 |
| A x B | 2 |
| A x C | 2 |
| B x C | 1 |
| A x B x C | 2 |
| Error experimental | 16 |

3.6 VARIABLES A EVALUARSE:

- Rendimiento
- Acidez
- Viscosidad
- Contenido de grasa
- Tiempo de fermentación
- Análisis organoléptico
- Sinéresis
- Sólidos totales
- Proteína
- Microbiología: mohos, levaduras, coliformes y E.coli.

3.7 ANÁLISIS FUNCIONAL

Detectada la significación estadística en los tratamientos se realizó: Prueba de Tukey al 5%.

Para factor A, B y C Prueba de DMS, e Interacciones.

Para las variables no paramétricas se realizó la Prueba de Friedman al 1% y 5 %.

3.8 MANEJO ESPECÍFICO DEL EXPERIMENTO

3.8.1 Análisis del producto terminado

- El análisis para el tiempo de fermentación se realizó durante el proceso de elaboración.
- Los análisis de acidez, viscosidad, sinéresis y organolépticos se realizaron a un día de elaborado el producto y al cumplir los 15 días de elaboración.
- Los análisis de sólidos totales, grasa, proteína y microbiológicos se realizaron en el producto terminado, una vez por tratamiento.

3.8.1.1 Determinación del tiempo de fermentación

Para determinar esta variable se utilizó un cronómetro con el cual se midió el tiempo transcurrido desde que las muestras de yogur ingresaron a la cámara de fermentación hasta que estas aumentaron su acidez a 65° D. Para verificar en que momento el yogur alcanzó la acidez adecuada, se esperó dos horas después del inicio de la fermentación y se procedió a tomar muestras de yogur de cada tratamiento para medir la acidez cada treinta minutos.

3.8.1.2 Determinación de acidez

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

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

3.8.1.3 Determinación de viscosidad

Se realizó utilizando un viscosímetro exclusivo para esta prueba y un cronometro que determinó el tiempo.

Se procedió a tomar 100 ml de muestra de yogur la cual se calentó a una temperatura de 20° C. Se colocó en la celda del viscosímetro con la puerta cerrada, y se fue agitando constantemente para evitar que se introduzcan

burbujas. Cuando la muestra se encontraba en la celda del viscosímetro se procedió a abrir la puerta y con la ayuda de un cronometro se esperó 30 segundos. Luego de haber transcurrido ese tiempo se anotó los centímetros recorridos por el yogur.

3.8.1.4 Determinación de sinéresis

Se realizó a todos los tratamientos midiendo en cada una de las repeticiones la cantidad de suero que se queda en la parte superior de los envases de yogur. Para ello se utilizó probetas graduadas de 25 ml.

3.8.1.5 Determinación de grasa

Se realizó según las especificaciones señaladas en la norma NTE INEN 12.

Para poder realizar el análisis de grasa del yogur se realizó una dilución 1/10 debido a que la viscosidad del mismo no permitió medir el porcentaje de grasa directamente.

Se introdujo en el butirómetro 10 ml de ácido sulfúrico con una densidad 1.820 g/cm^3 , tratando de que el ácido se deslice lentamente por las paredes del butirómetro, y sin mojar el cuello. Se colocó lentamente con mucha precisión 11 ml de la dilución, evitando que los líquidos se mezclen. Se añadió 1 ml de alcohol isoamílico. Se procedió a cerrar fuertemente el butirómetro con un tapón de caucho. Se marcó el butirómetro con el número de muestra, se lo envolvió en una toalla y se procedió a voltearlo varias veces lentamente. Se centrifugó por 5 minutos, al sacar el butirómetro de la centrifuga se colocó a baño maría a 65° C durante 5 minutos. Transcurridos los 5 minutos se procedió a realizar la lectura.

3.8.1.6 Determinación de sólidos totales

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

Los crisoles previamente esterilizados y secos se los codificó y pesó, ya obtenido el peso de los mismos se procedió a colocar de 5 a 10 gramos de cada muestra de yogur en dichos crisoles. Se ubicó en la estufa a 105° C . Después de una hora de secado se retiró los crisoles de la estufa, se los tapó y colocó para enfriamiento en el desecador, luego de procedió a pesarlos con su contenido.

Con los pesos obtenidos durante el proceso de desecación se reemplazó en la fórmula que se describe a continuación y de esta manera se obtuvo los porcentajes de sólidos totales para todas las repeticiones de cada tratamiento.

$$ST = 100 \frac{m_2 - m}{m - m_1}$$

En donde: ST = sólidos totales

m = peso del crisol

m₁ = peso de muestra

m₂ = peso del crisol mas muestra

3.8.1.7 Determinación de proteína

Este análisis se determinó en el producto terminado utilizando el método KJELDAHL NTE INEN 16.

Se colocó 5 ml de muestra en un tubo de digestión (25+26 mg de nitrógeno en fresco con yogur), se agregó en el tubo de digestión los siguientes reactivos: 7 g de (K₂SO₄) sulfato de potasio, 5 mg de (Se) selenio en polvo, 7 ml de (H₂SO₄) ácido sulfúrico concentrado al 98%, 5 ml de (H₂O₂) peróxido de hidrogeno al 35%, se mezcló y se procedió a la digestión para ello se calentó a 420° C por 30 minutos. Transcurrido este tiempo se dejó enfriar los tubos de digestión a 50-60° C y se adicionó a cada tubo 50 ml de amonio disuelto en agua destilada. Luego se procedió a la destilación para ello se ubicó en posición el destilador de vapor unido al frasco de recolección erlenmeyer que contenía 25 ml de solución de ácido bórico al 4%, y se ubicó en posición el destilador de vapor unido al tubo de digestión con una muestra digerida, se adicionó 50 ml de (NaOH) hidróxido de sodio al 35%. El destilador de vapor tiene un mecanismo automático por lo que recolecta 100 ml de destilado por muestra. Finalmente se procedió a la titulación para ello se adicionó 10 gotas de indicador y se tituló con (HCl) ácido clorhídrico 0,2N.

3.8.1.8 Análisis organolépticos

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

Procedimiento:

- Se utilizó un panel de 10 catadores, los cuales con la ayuda de una guía instructiva para evaluar olor, color, sabor y consistencia se encargaron de calificar según sus preferencias.
- Con los resultados obtenidos a partir de la degustación se procedió a hacer los análisis estadísticos utilizando la siguiente ecuación matemática de Friedman:

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

Donde:

X^2 = Chi- cuadrado

R = Rangos

b = Degustadores

t = Tratamientos

3.8.1.9 Análisis microbiológicos

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

□ **Método AOAC 997.02: Recuento de Mohos y Levaduras**

Las placas Petrifilm para recuento de levaduras y mohos son un medio listo para usar, contienen nutrientes suplementados con antibióticos, un agente gelificante soluble en agua fría, y un indicador para realizar la visualización del cultivo en la placa.

Procedimiento:

1. Se Colocó las placas Petrifilm para recuento de levaduras y mohos sobre una superficie de trabajo totalmente plana, (Figura 1.)
2. Se levantó el film superior y depositó con cuidado 1 ml de la muestra a controlar en el centro del film inferior (Figura 2.)
3. Se recubrió delicadamente con el film superior, teniendo cuidado de no introducir burbujas de aire (Figura 3.)
4. Se levantó el difusor plástico por la manija circular. Se Colocó el centro del difusor en línea con el centro del film superior. Se distribuyó la muestra en forma pareja, ejerciendo una ligera presión sobre el difusor, (Figura 4.). Evitando que se desborde la muestra fuera del límite circular. Se Quitó el difusor y se dejó reposar el film durante un minuto, para permitir la solidificación del gel.
5. Se incubó las placas en posición horizontal, con el film superior (transparente) hacia arriba, a temperaturas de $20^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$. Evitando apilar más de 20 unidades. Se observó los films a los 3 y 5 días, para determinar crecimiento.
6. Para aislar las colonias destinadas a identificación, Se levantó el film superior, y se tomó la muestra de una colonia sobre el gel. (Figura 5.).

GRÁFICO 4: Recuento de mohos y levaduras

Figura 1.

Figura 2.



Figura 3.



Figura 4.



Figura 5.



□ Método AOAC 991.14 Coliformes y *E. coli*

El petrifilm *E. coli* es un test listo para usar para el recuento de *Escherichia coli* y de los coliformes. Contiene un medio biliado con cristal violeta y rojo neutro, un agente gelificante soluble en agua fría, y un indicador de beta-glucuronidasa para la identificación de *E. coli*. Un indicador de tefrazolium, facilita el conteo de los microorganismos gram negativos que no son *E. coli*.

Las placas Petrifilm para recuento de coliformes constituyen un sistema seguro y listo para usar para la enumeración de coliformes. Las placas Petrifilm para recuento de coliformes contienen nutrientes de un agente gelificante soluble en agua fría y un indicador de tetrazolium que facilita la enumeración de las colonias.

Los coliformes fermentan la lactosa del medio produciendo gas. El gas queda atrapado alrededor de la colonia y permite la diferenciación de las bacterias coliformes de otras bacterias Gram negativas.

Para recuento de coliformes y escherichia coli se realizó el mismo proceso utilizado para recuento de mohos y levaduras el cual se encuentra descrito en la página 41.

3.8.1.10 Determinación de rendimiento

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

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

Donde:

R = rendimiento

W_{mp} = peso de la materia prima

W_{pt} = peso del producto terminado

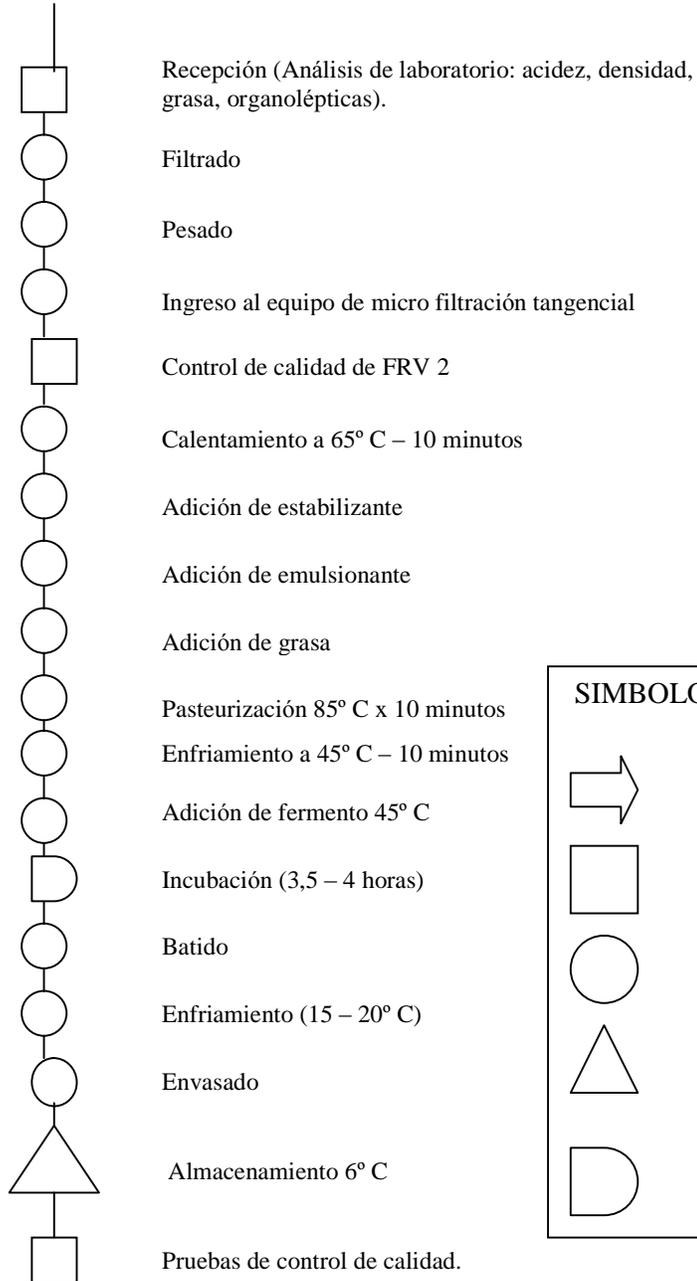
Con la ayuda de esta fórmula se obtuvo los datos de rendimiento en porcentaje.

Además con los pesos obtenidos de materia prima y producto terminado se realizó un balance de materiales.

3.9 MÉTODOS ESPECÍFICOS DE MANEJO DEL EXPERIMENTO

3.9.1 Diagrama de flujo de elaboración de yogur con leche microfiltrada tangencialmente

Leche
Descremada



SIMBOLOGÍA:



Transporte



Inspección



Operación



Almacenamiento



Demora

3.9.2 Descripción del proceso de elaboración de yogur

3.9.2.1 Recepción y control de calidad de la materia prima:

La leche descremada se obtuvo de la empresa láctea Floralp de la ciudad de Ibarra, la misma que fue transportada en recipientes de aluminio hasta la unidad productiva de lácteos de la Escuela de Ingeniería Agroindustrial.

3.9.2.2 Análisis:

Se realizaron análisis de: densidad, grasa, acidez, cálculo de sólidos totales y pruebas organolépticas: olor, color, sabor.

3.9.2.2.1 Acidez

La acidez se expresa como los ml de hidróxido de sodio necesarios para neutralizar 100 ml de muestra, la leche normal presenta una reacción ligeramente ácida debido en parte a la incompleta neutralización de los grupos ácidos de la caseína y por la particular composición salina (presencia de fosfatos y citratos ácidos). Se realizó según las especificaciones de la norma INEN 13.

3.9.2.2.2 Densidad

La densidad de la leche es el resultado del peso de sus componentes, los mismos que se encuentran en forma variable en la leche, con el análisis de densidad se puede observar que la leche se encuentra dentro de los valores que especifica la norma ecuatoriana INEN 11.

3.9.2.2.3 Grasa

Se midió el contenido de grasa con el fin de verificar que la leche se encuentra dentro de los valores que especifica la norma ecuatoriana INEN 12. Aplicando el método Gerber que se fundamenta en el uso de ácido sulfúrico para disolver todos los compuestos de la leche excepto la grasa, y el alcohol amílico ayuda a separar la grasa para poder realizar la lectura. Como es una leche descremada se obtuvo un valor de 0.3%.

3.9.2.2.4 Sólidos Totales

Los sólidos totales son la suma de grasa mas los sólidos no grasos de la leche, corresponden a la grasa, proteínas, azúcares y sales minerales los cuales suman alrededor del 12% en el caso de leche entera, en leche descremada baja el porcentaje de sólidos totales, en este caso se obtuvo un valor de 9,29%, se realizó mediante el análisis directo en estufa, que se describe a continuación:

Los crisoles previamente secos se los codificó y pesó, ya obtenido el peso de los mismas se procedió a pesar de 5 a 10 gramos de cada muestra de leche descremada, concentrada y permeado en dichos crisoles. Se colocó en la estufa a 105° C. Después de una hora de secado se retiró las cápsulas de la estufa, se la tapó y se colocó para enfriamiento en el desecador, luego de procedió a pesarlas con su contenido.

Con los pesos obtenidos se realizaron los cálculos necesarios y se obtuvo el porcentaje de sólidos totales de la materia prima.

3.9.2.2.5 Pruebas microbiológicas

Se realizaron pruebas microbiológicas a la leche descremada, a la leche obtenida luego del proceso de micro filtración tangencial con el fin de examinar si existe contaminación microbiana durante este proceso. Se determinó presencia de mohos, levaduras, coliformes y E.coli, se realizó según sistema petrifilm para análisis microbiológicos.

- Método AOAC 997.02: Recuento de mohos y levaduras.
- Método AOAC 991.14: Coliformes y E.coli.

3.9.2.3 Filtrado

La leche antes de ser procesada fue filtrada o tamizada con el fin de eliminar impurezas.

3.9.2.4 Pesado

Se pesó la leche con el fin de obtener el valor exacto de la cantidad de materia prima que ingresa al equipo de micro filtración tangencial para al final del proceso realizar un balance de materiales del peso que entra y del que sale del equipo.

3.9.2.5 Ingreso al equipo de microfiltrado tangencial

Cuando la leche se encontraba fría, se transvasó al equipo de micro filtración tangencial en donde se concentraron los sólidos y se obtuvo una leche de concentración de 2 FRV (factor de retención volumétrica) con un porcentaje 14% de sólidos totales.

3.9.2.6 Análisis de la leche en la etapa FRV 2

Se realizaron los análisis de: sólidos totales y proteína para con estos valores comprobar que el equipo de micro filtración tangencial efectivamente realizó su función de concentrar los sólidos.

Además se realizaron análisis de: acidez, densidad, temperatura, grasa, y microbiológicos con el fin de verificar que la leche obtenida es de buena calidad, y se pesó la cantidad de leche concentrada y permeado que salió del equipo de microfiltración tangencial con el fin de realizar un balance de materiales al final del proceso.

3.9.2.7 Calentamiento

La leche concentrada FRV 2 fue sometida al proceso de elaboración de yogur por lo que se procedió a calentar hasta una temperatura de 40° C para adicionar el estabilizante.

3.9.2.8 Adición estabilizante

Para lograr una buena estabilidad en el yogur se utilizó obsigel 8-AGT al 0,2% el cual se adicionó a la leche concentrada cuando se encontraba a una temperatura de 40° C.

El estabilizante antes de ser colocado a la leche se disolvió en una pequeña cantidad de azúcar con el fin de evitar que se formen grumos en la leche.

3.9.2.9 Adición de emulsionante

Se calentó la leche a 65° C, cuando se encontraba a esa temperatura se procedió a adicionar obsiemul MGS 90 al 2% el cual antes de su adición fue preparado de la siguiente manera.

- Se pesó la cantidad de obsiemul MGS 90 a usarse.
- Se disolvió en agua previamente hervida a 65° C, en una cantidad 4 veces más de su peso.
- Se mezcló durante 15 minutos a baño de maría a 65° C cuando estuvo bien disuelto se adicionó a la leche.

3.9.2.10 Adición de grasa

La leche a 65° C y con obsiemul MGS 90 incorporado se mezcló con la cantidad de grasa calculada, se agitó bien hasta obtener una buena emulsión.

3.9.2.11 Pasteurización

La leche de concentración FRV 2 y mezclada con estabilizante, emulsionante y grasa fue sometida a pasteurización durante 10 minutos a una temperatura de 85° C; con el propósito de eliminar microorganismos que ha adquirido la leche durante el proceso antes aplicado.

3.9.2.12 Enfriamiento

Luego de la pasterización se procedió a enfriar la leche hasta una temperatura de 45° C.

3.9.2.13 Adición de fermento

Cuando la mezcla estuvo a 45° C se adicionó el fermento industrial de Yogur (*Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus*) se agitó durante 3 minutos para luego dejar en reposo.

3.9.2.14 Incubación

La leche se dejó en la cámara de incubación a 45° C en un lapso de 3.5 horas aproximadamente o hasta que la fermentación llegó a los parámetros deseados de acidez.

3.9.2.15 Agitación y enfriamiento

La ruptura de coagulo se inició cuando se había alcanzado una acidez de 65° D, sin detener la agitación se enfrió rápidamente hasta que llegó a una temperatura de 15 – 20° C.

3.9.2.16 Envasado y almacenamiento

Se envasó el yogur en envases de polietileno de capacidad de 1 litro y se procedió a guardar en refrigeración a temperatura de 5 – 6° C.

3.9.2.17 Análisis de control de calidad

Se realizaron pruebas de control de calidad al producto terminado un día después de su elaboración y al cumplir los 15 días de la elaboración.

Los análisis realizados fueron: acidez, viscosidad, grasa, sinéresis, proteína, sólidos totales, microbiológicos: mohos, levaduras y coliformes. Todos estos análisis se realizaron con la intención de examinar si el yogur obtenido con leche concentrada por micro filtración tangencial tiene las mismas o mejores características que las de un yogur normal.

CAPÍTULO

IV

4 RESULTADOS Y DISCUSIONES

En este capítulo se muestran los resultados obtenidos de la investigación “Evaluación de la calidad del yogur tipo II elaborado con leche concentrada por micro filtración tangencial utilizando diferentes tipos de grasa y estabilizante”.

4.1 TIEMPO DE FERMENTACIÓN

Esta variable se midió durante el proceso de elaboración de yogur, los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO 10: Tiempo de fermentación del yogur expresado en horas

| TRAT/REPT. | I | II | III | SUMA | MEDIA |
|-------------|--------------|-----------|--------------|---------------|-------------|
| A1B1C1 | 9,2 | 9,15 | 9,2 | 27,55 | 9,18 |
| A1B2C1 | 6,05 | 6,2 | 6,3 | 18,55 | 6,18 |
| A1B1C2 | 9,5 | 9,55 | 9,38 | 28,43 | 9,48 |
| A1B2C2 | 9,35 | 9,3 | 9,36 | 28,01 | 9,34 |
| A2B1C1 | 9,4 | 9,3 | 9,45 | 28,15 | 9,38 |
| A2B2C1 | 8,25 | 8,4 | 8,25 | 24,89 | 8,30 |
| A2B1C2 | 6,4 | 7 | 9,1 | 22,50 | 7,50 |
| A2B2C2 | 4,4 | 5,1 | 5,15 | 14,65 | 4,88 |
| SUMA | 62,55 | 64 | 66,18 | 192,73 | 8,03 |

A = Tipos de grasa

B = Porcentajes de grasa

C = Porcentajes de estabilizante

CUADRO 11: Análisis de varianza del tiempo de fermentación

| F.V. | G.L. | S.C. | C.M. | F. Cal. | F.T. 1% | F. 5% |
|-----------------------------|------|-------|-------|--------------------|---------|-------|
| Total | 23 | 66,33 | | | | |
| Tratam. | 7 | 61,88 | 8,84 | 31,78** | 4,03 | 2,66 |
| Factor A (grasas) | 1 | 6,36 | 6,36 | 22,85** | 8,53 | 4,49 |
| Factor B (% grasa) | 1 | 8,18 | 8,18 | 29,40** | 8,53 | 4,49 |
| Factor C (Estabiliz) | 1 | 1,28 | 1,28 | 4,61* | 8,53 | 4,49 |
| I (AxB) | 1 | 0,97 | 0,97 | 3,49 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (AxC) | 1 | 28,67 | 28,67 | 103,07** | 8,53 | 4,49 |
| I (BxC) | 1 | 0,27 | 0,27 | 0,96 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (AxBxC) | 1 | 16,15 | 16,15 | 58,08** | 8,53 | 4,49 |
| ERROR EXP. | 16 | 4,45 | 0,28 | | | |

CV= 6,57%

* **Significativo 5%**** **Significativo 1%**NS **No Significativo**

Realizado el ADEVA del tiempo de fermentación se detectó que existe alta significación estadística para tratamientos, factores A y B, interacciones AxC y AxBxC; para el factor C existe significación al 5% y no existiendo ninguna significación para las interacciones AxB y BxC.

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

CUADRO 12: Prueba de Tukey para tratamientos de la variable tiempo de fermentación

| TRATAMIENTOS | | MEDIA | RANGO |
|--------------|--------|-------|-------|
| T8 | A2B2C2 | 4.88 | a |
| T2 | A1B2C1 | 6.18 | a |
| T7 | A2B1C2 | 7.50 | a |
| T6 | A2B2C1 | 8.30 | a |
| T1 | A1B1C1 | 9.18 | b |
| T4 | A1B2C2 | 9.34 | b |
| T5 | A2B1C1 | 9.38 | b |
| T3 | A1B1C2 | 9.48 | b |

Analizando los tratamientos se realizó la prueba de tukey encontrándose dos rangos diferentes, en este caso las medias han sido ordenadas de menor a mayor debido a que en el tiempo de fermentación el tratamiento que menos se demora es el mejor siendo el T8 (crema de leche al 3% con 0.0% de estabilizante), con un promedio de 4 horas.

CUADRO 13: Prueba de DMS para el factor A (tipos de grasa) de la variable tiempo de fermentación

| FACTOR A | MEDIAS | RANGOS |
|----------|--------|--------|
| A2 | 7.52 | a |
| A1 | 8.55 | b |

Analizando el factor A (tipos de grasa) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con crema de leche (A2) presenta un promedio más bajo, lo que indica que la crema de leche evita que el proceso fermentativo se demore, esto se debe a que los m/o presentes en el fermento actúan rápidamente en la grasa animal y al existir otro tipo de grasa se demoran más tiempo hasta que actúen sobre el nuevo sustrato.

CUADRO 14: Prueba de DMS para el factor B (porcentajes de grasa) de la variable tiempo de fermentación

| FACTOR B | | RANGOS |
|----------|------|--------|
| B2 | 7.18 | a |
| B1 | 8.89 | b |

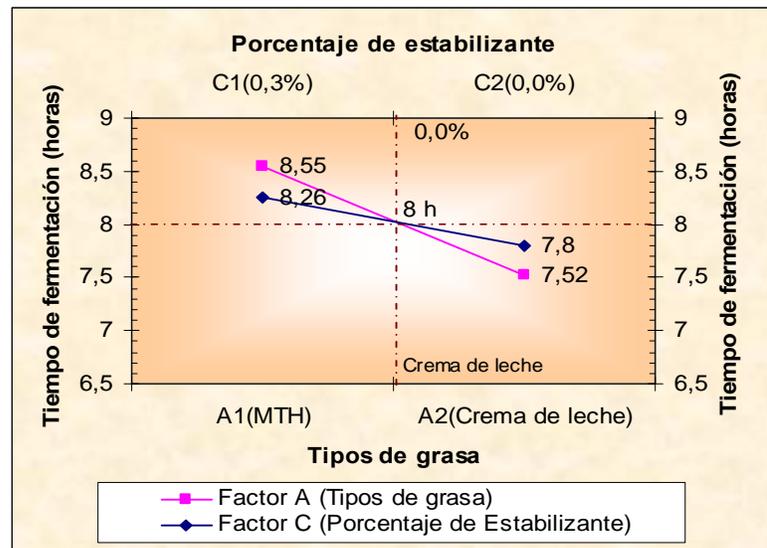
Analizando el factor B (porcentajes de grasa) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el 3% de grasa (B2) presenta un promedio más bajo, esto significa que con un porcentaje alto de crema de leche los m/o presentes en el fermento actúan más rápido.

CUADRO 15: Prueba de DMS para el factor C (porcentajes de estabilizante) de la variable tiempo de fermentación

| FACTOR C | | RANGOS |
|----------|------|--------|
| C2 | 7.80 | a |
| C1 | 8.26 | b |

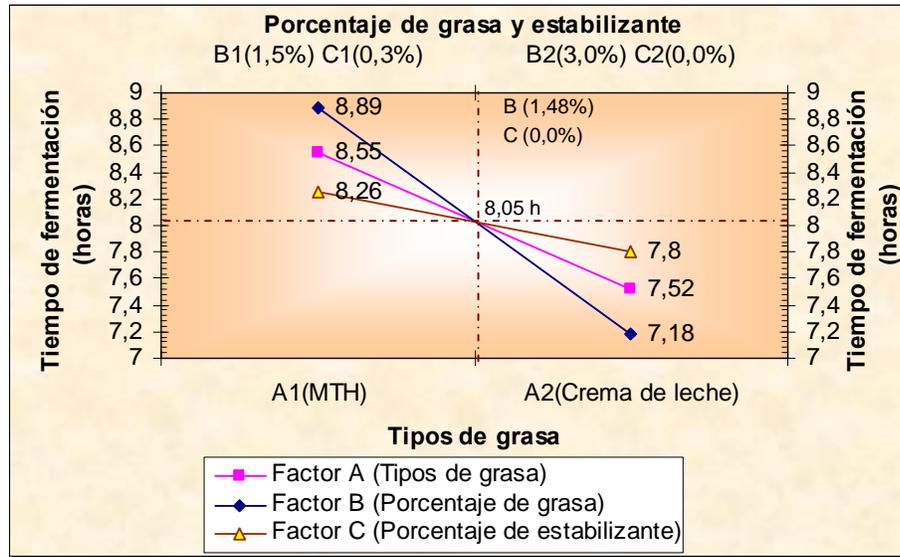
Analizando el factor C (porcentajes de estabilizante) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el 0.0 % de estabilizante (C2) presenta un promedio más bajo, lo que indica que la presencia de estabilizante retrasa la fermentación, esto se debe a que el estabilizante es un componente diferente a los presentes en la leche por lo que el fermento no actúa de manera correcta.

GRÁFICO 5: Interacción de los factores: A (tipos de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable tiempo de fermentación

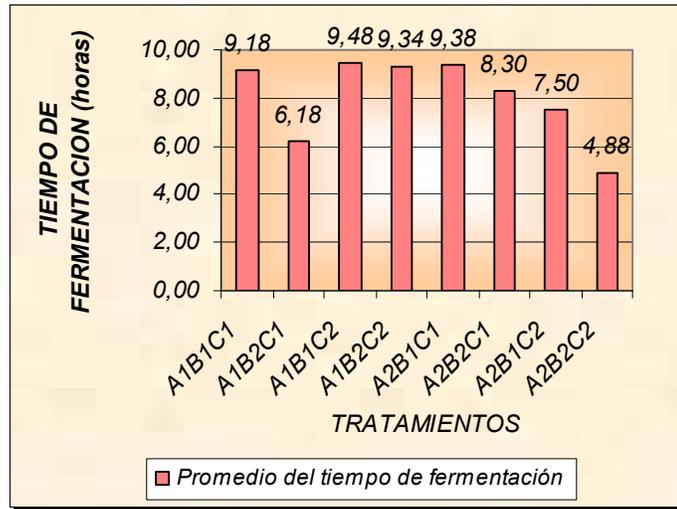


Se puede apreciar que el tiempo de fermentación presenta una relación directamente proporcional a los tipos de grasa e inversamente proporcional al porcentaje de estabilizante. La crema al ser una grasa proveniente de la leche ayuda a los m/o a realizar el proceso fermentativo más rápido, como se puede observar en el gráfico al adicionar crema de leche y disminuir el porcentaje de estabilizante (0,0%) se obtiene el mejor tiempo de fermentación (8 horas).

GRÁFICO 6: Interacción de los factores: A (tipos de grasa), B (porcentaje de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable tiempo de fermentación



En el gráfico se puede apreciar que el tiempo de fermentación presenta una relación directamente proporcional a los tipos y porcentaje de grasa e inversamente proporcional al porcentaje de estabilizante. La crema al ser una grasa proveniente de la leche ayuda a los m/o a realizar el proceso fermentativo más rápido, como se puede observar al aumentar el porcentaje de grasa (1,48%) y disminuir el porcentaje de estabilizante (0,0%) se obtiene el mejor tiempo de fermentación (8 horas).

GRÁFICO 7: Tiempo de fermentación

Al graficar las medias de los tratamientos del tiempo de fermentación se puede observar gran diferencia entre los tratamientos T2 y T8 con respecto a los tratamientos T1, T3, T4, T5, T6, T7, pero cabe resaltar que el T3 (MT-H al 1,5% y 0,0% de estabilizante) necesita mayor tiempo para fermentarse debido a que ha menor porcentaje de grasa aumenta el tiempo de fermentación; mientras que el T8 (crema de leche al 3% y sin estabilizante) necesita de un tiempo más corto debido a que con crema de leche, mayor porcentaje de grasa y sin estabilizante disminuyen el tiempo de fermentación.

4.2 ACIDEZ A LAS 24 HORAS DE ELABORACIÓN

Esta variable se midió en el producto terminado a las 24 horas de elaboración de yogur, los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO 16: Acidez del yogur expresado en ° D

| TRAT/REPET | I | II | III | SUMA | MEDIA |
|-------------|------------|------------|------------|----------------|--------------|
| A1B1C1 | 82 | 85 | 99 | 266,00 | 88,67 |
| A1B2C1 | 84 | 90 | 88 | 262,00 | 87,33 |
| A1B1C2 | 82 | 72 | 78 | 232,00 | 77,33 |
| A1B2C2 | 64 | 66 | 67 | 197,00 | 65,67 |
| A2B1C1 | 92 | 95 | 90 | 277,00 | 92,33 |
| A2B2C1 | 91 | 95 | 89 | 275,00 | 91,67 |
| A2B1C2 | 91 | 96 | 99 | 286,00 | 95,33 |
| A2B2C2 | 78 | 76 | 75 | 229,00 | 76,33 |
| SUMA | 664 | 675 | 685 | 2024,00 | 84,33 |

CUADRO 17: Análisis de varianza de acidez a las 24 horas de elaborado el producto

| F.V. | G.L. | S.C | C.M | F. Cal. | F.T 1% | F. 5% |
|-----------------------------|------|---------|--------|--------------------|--------|-------|
| Total | 23 | 2491,33 | | | | |
| Tratam. | 7 | 2184,00 | 312,00 | 16,24** | 4,03 | 2,66 |
| Factor A (grasas) | 1 | 504,17 | 504,17 | 26,25** | 8,53 | 4,49 |
| Factor B (% grasa) | 1 | 368,17 | 368,17 | 19,17** | 8,53 | 4,49 |
| Factor C (Estabiliz) | 1 | 770,67 | 770,67 | 40,12** | 8,53 | 4,49 |
| I (AxB) | 1 | 10,67 | 10,67 | 0,56 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (AxC) | 1 | 160,17 | 160,17 | 8,3* | 8,53 | 4,49 |
| I (BxC) | 1 | 337,50 | 337,50 | 17,57** | 8,53 | 4,49 |
| I (AxBxC) | 1 | 32,67 | 32,67 | 1,70 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| ERROR EXP. | 16 | 307,33 | 19,21 | | | |

CV= 5,20%

Realizado el ADEVA de acidez a las 24 horas de elaborado el producto se detectó que existe alta significación estadística para tratamientos, factores A, B, C, interacción BxC, para la interacción A x C existe significación al 5% y ninguna significación existente para las interacciones AxB y AxBxC.

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

CUADRO 18: Prueba de Tukey para tratamientos de la variable acidez a las 24 horas de elaboración

| TRATAMIENTOS | | MEDIA | RANGO |
|--------------|--------|-------|-------|
| T4 | A1B2C2 | 65,67 | a |
| T8 | A2B2C2 | 76,33 | b |
| T3 | A1B1C2 | 77,33 | c |
| T2 | A1B2C1 | 87,33 | d |
| T1 | A1B1C1 | 88,67 | d |
| T6 | A2B1C1 | 91,67 | d |
| T5 | A2B2C1 | 92,33 | d |
| T7 | A2B1C2 | 95,33 | d |

Analizando los tratamientos se realizó la prueba de tukey encontrándose cuatro rangos diferentes, siendo el mejor el T4 (MTH al 3% y 0.0% de estabilizante) con una media de 65,67 ° D, mientras que el T7 (crema de leche al 1,5% y 0,0% de estabilizante), tiene el promedio de acidez más alto encontrándose en el mismo rango con los tratamientos T2, T1, T6 y T5.

CUADRO 19: Prueba de DMS para el factor A (tipos de grasa) de la variable acidez a las 24 horas de elaboración

| FACTOR A | | RANGOS |
|----------|-------|--------|
| A1 | 79,75 | a |
| A2 | 88,92 | b |

Analizando el factor A (tipos de grasa), se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con grasa MTH (A1) presenta un promedio más bajo, lo que significa que con grasa MTH la acidez disminuye debido a que esta presenta aditivos que hacen que los m/o no actúen con facilidad evitando que suba la acidez.

CUADRO 20: Prueba de DMS para el factor B (porcentajes de grasa) de la variable acidez a las 24 horas

| FACTOR B | | RANGOS |
|----------|-------|--------|
| B2 | 80,42 | a |
| B1 | 88,25 | b |

Analizando el factor B (porcentajes de grasa) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el

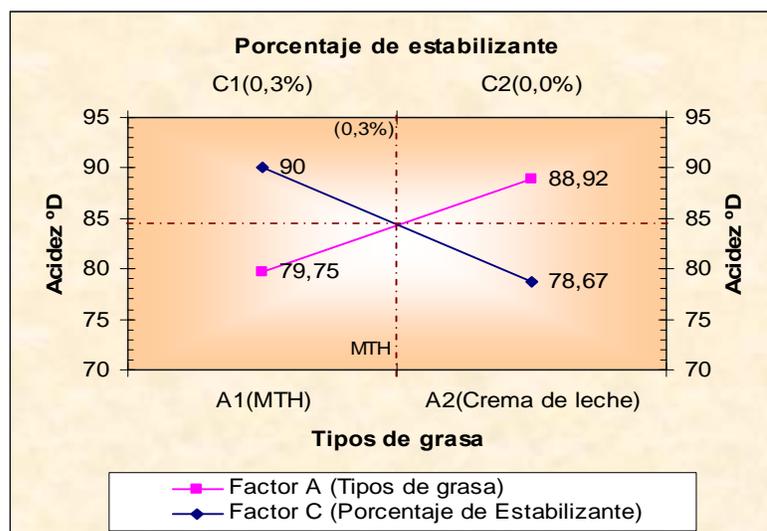
3% de grasa (B2) presenta un promedio más bajo, esto significa que al aumentar el porcentaje de grasa MTH la acidez no sube porque los m/o no actúan con facilidad.

CUADRO 21: Prueba de DMS para el factor C (porcentajes de estabilizante) de la variable acidez a las 24 horas de elaboración

| FACTOR C | | RANGOS |
|----------|-------|--------|
| C2 | 75,58 | a |
| C1 | 90,00 | b |

Analizando el factor C (porcentajes de estabilizante) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el 0,00% de estabilizante (C2) presenta un promedio más bajo, esto significa que la presencia de estabilizante aumenta la acidez, debido a que este contiene carrageninas beneficiosas para el yogur, ayudando a los m/o a la producción de ácido láctico.

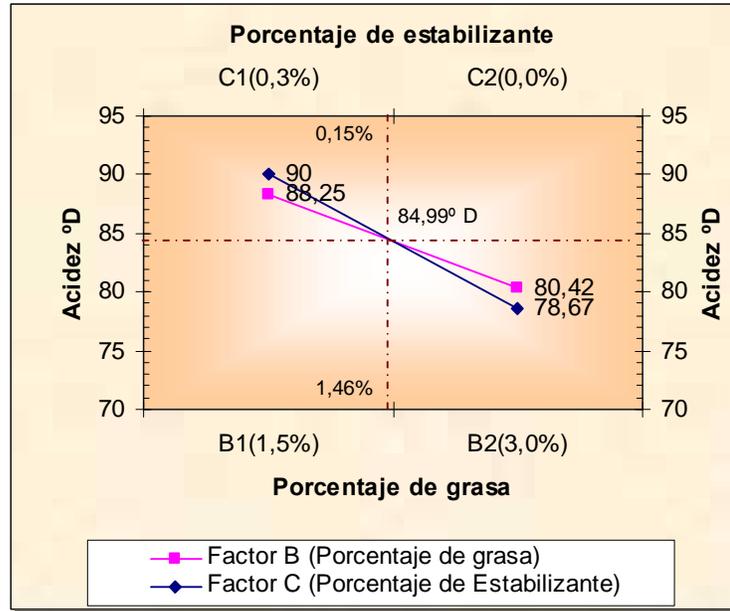
GRÁFICO 8: Interacción de los Factores: A (tipos de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable acidez a las 24 horas de elaboración



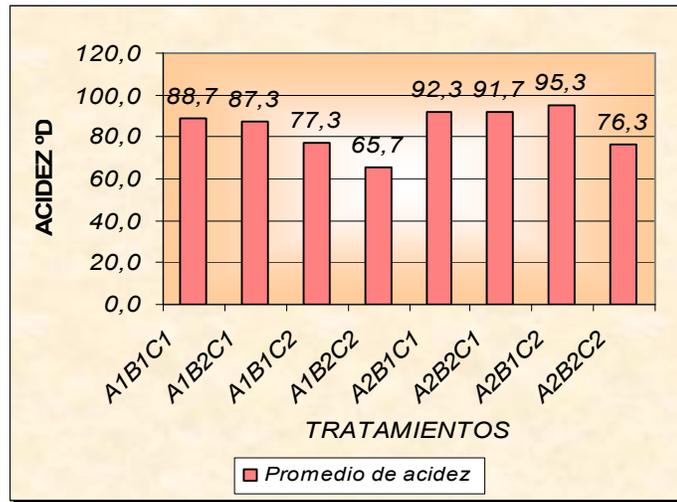
En el gráfico se aprecia que la acidez es inversamente proporcional a los tipos de grasa y directamente proporcional a al porcentaje de estabilizante. La grasa MTH contiene ciertos aditivos que impiden que los m/o actúen de manera adecuada

evitando que suba la acidez en el yogur. Como se observa al utilizar MTH y estabilizante (0,3%) se obtiene el mejor valor de acidez (84.5° D)

GRÁFICO 9: Interacción de los Factores: B (porcentaje de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable acidez a las 24 horas de elaboración



Se aprecia que la acidez es inversamente proporcional al porcentaje de grasa y directamente proporcional a al porcentaje de estabilizante. El estabilizante contiene carrageninas beneficiosas para el yogur por lo que ayuda a los m/o a producir mayor ácido láctico y aumentar la acidez. Como se observa en el gráfico al disminuir el porcentaje de grasa (1,46%) e incrementar el porcentaje de estabilizante (0,3%) se obtiene el mejor valor de acidez (84.99° D)

GRÁFICO 10: Acidez a las 24 horas de elaborado el producto

EL gráfico 10 indica que el T7 (crema de leche al 1,5% y 0.0% de estabilizante), tiene mayor acidez y el T4 (MTH al 3% y 0.0% de estabilizante) tiene una menor acidez, debido a que con crema de leche y menor porcentaje de grasa aumenta la acidez y con MT-H, mayor porcentaje de grasa y sin estabilizante disminuye la acidez.

4.3 ACIDEZ A LOS 15 DÍAS DE ELABORACIÓN

Esta variable se midió en el producto terminado a los 15 días de elaboración de yogur, los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO 22: Acidez del yogur expresado en ° D

| TRAT/REPT | I | II | III | SUMA | MEDIA |
|-------------|------------|------------|------------|----------------|---------------|
| A1B1C1 | 109 | 129 | 110 | 348,00 | 116,00 |
| A1B2C1 | 101 | 116 | 127 | 344,00 | 114,67 |
| A1B1C2 | 130 | 121 | 120 | 371,00 | 123,67 |
| A1B2C2 | 127 | 111 | 113 | 345,00 | 117,00 |
| A2B1C1 | 111 | 118 | 116 | 345,00 | 115,00 |
| A2B2C1 | 118 | 125 | 128 | 371,00 | 123,67 |
| A2B1C2 | 120 | 125 | 127 | 372,00 | 124,00 |
| A2B2C2 | 104 | 105 | 110 | 319,00 | 106,33 |
| SUMA | 920 | 950 | 951 | 2821,00 | 117,54 |

CUADRO 23: Análisis de varianza de acidez a los 15 días de elaborado el producto

| F.V. | G.L. | S.C | C.M | F. Cal. | F.T 1% | F. 5% |
|----------------------|------|---------|--------|--------------------|--------|-------|
| Total | 23 | 1711,96 | | | | |
| Tratam. | 7 | 779,29 | 111,33 | 1,91 ^{NS} | 4,03 | 2,66 |
| Factor A (grasas) | 1 | 2,04 | 2,04 | 0,04 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| Factor B (% grasa) | 1 | 442,04 | 442,04 | 7,58 [*] | 8,53 | 4,49 |
| Factor C (Estabiliz) | 1 | 1,04 | 1,04 | 0,02 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (AxB) | 1 | 126,04 | 126,04 | 2,16 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (AxC) | 1 | 126,04 | 126,04 | 2,16 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (BxC) | 1 | 77,04 | 77,04 | 1,32 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (AxBxC) | 1 | 5,04 | 5,04 | 0,09 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| ERROR EXP. | 16 | 932,67 | 58,29 | | | |

CV= 6,50%

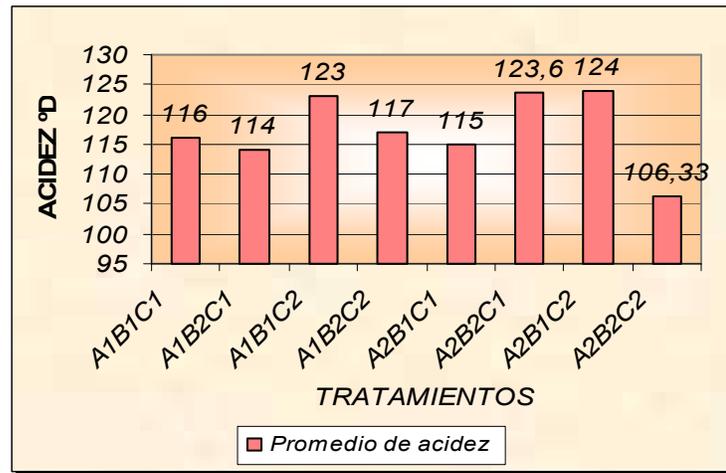
Según el ADEVA de acidez del yogur a los 15 días de elaborado el producto se pudo observar que existe significación al 5% para el factor B y no existe significación estadística para tratamientos, factores A y C, e interacciones.

Luego de detectada la significación estadística se realizó la prueba de DMS para el factor B.

CUADRO 24: Prueba de DMS para el factor B (porcentajes de grasa) de la variable acidez a los 15 días de elaboración

| FACTOR B | | RANGOS |
|----------|--------|--------|
| B2 | 113,25 | a |
| B1 | 121,83 | b |

Analizando el factor B (porcentajes de grasa) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el 3.0% de grasa (B2) presenta un promedio más bajo, esto significa que un porcentaje de grasa alto la acidez disminuye.

GRÁFICO 11: Acidez a los 15 días de elaborado el producto

En esta gráfica se puede apreciar que al transcurrir 15 días de elaborar el producto ha aumentado la acidez en todos los tratamientos ya que a las 24 horas la media general de acidez fue de 82,79° D y a los 15 días fue de 117,54° D, este aumento se debe a que los m/o presentes en el yogur siguen actuando y provocando el aumento de la acidez, siendo nuevamente el T7 (crema de leche al 1,5% y 0.0% de estabilizante) el que tiene mayor acidez y en este caso el T8 (crema de leche al 3% y 0.0% de estabilizante) el que tiene menor acidez, esto significa que con un menor porcentaje de grasa aumenta la acidez y con mayor porcentaje de grasa y sin estabilizante disminuye la acidez.

4.4 VISCOSIDAD A LAS 24 HORAS DE ELABORACIÓN

Esta variable se midió en el producto terminado a las 24 horas de elaboración de yogur, los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO 25: Viscosidad del yogur expresado en cm /seg

| TRAT/REPT. | I | II | III | SUMA | MEDIA |
|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
| A1B1C1 | 8 | 8,4 | 8,6 | 25,00 | 8,33 |
| A1B2C1 | 7 | 7,4 | 7,9 | 22,30 | 7,43 |
| A1B1C2 | 7 | 8 | 7,9 | 22,90 | 7,63 |
| A1B2C2 | 7 | 8 | 7,2 | 22,20 | 7,40 |
| A2B1C1 | 6,9 | 6 | 5,9 | 18,80 | 6,27 |
| A2B2C1 | 5,9 | 5,5 | 5,1 | 16,50 | 5,50 |
| A2B1C2 | 5,5 | 6 | 6,8 | 18,30 | 6,10 |
| A2B2C2 | 9,8 | 9,3 | 8,9 | 28,00 | 9,33 |
| SUMA | 57,1 | 58,6 | 58,3 | 174,00 | 7,25 |

CUADRO 26: Análisis de varianza de viscosidad a las 24 horas de elaborado el producto

| F.V. | G.L. | S.C | C.M | F. Cal. | F.T 1% | F. 5% |
|-----------------------------|------|-------|------|---------|--------|-------|
| Total | 23 | 37,16 | | | | |
| Tratam. | 7 | 33,21 | 4,74 | 19,20** | 4,03 | 2,66 |
| Factor A (grasas) | 1 | 4,86 | 4,86 | 19,67** | 8,53 | 4,49 |
| Factor B (% grasa) | 1 | 3,08 | 3,08 | 12,47** | 8,53 | 4,49 |
| Factor C (Estabiliz) | 1 | 3,23 | 3,23 | 13,06** | 8,53 | 4,49 |
| I (AxB) | 1 | 9,88 | 9,88 | 39,99** | 8,53 | 4,49 |
| I (AxC) | 1 | 7,26 | 7,26 | 29,38** | 8,53 | 4,49 |
| I (BxC) | 1 | 3,68 | 3,68 | 14,90** | 8,53 | 4,49 |
| I (AxBxC) | 1 | 1,21 | 1,21 | 4,92* | 8,53 | 4,49 |
| ERROR EXP. | 16 | 3,95 | 0,25 | | | |

CV= 6,86%

Realizado el ADEVA de viscosidad a las 24 horas de elaboración se detectó que existe alta significación estadística para tratamientos, factores A, B y C, interacciones AxB, AxC, BxC, y existe significación al 5% para la interacción AxBxC.

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

CUADRO 27: Prueba de Tukey para tratamientos de la variable viscosidad elaborado a las 24 horas de elaboración

| TRATAMIENTOS | | MEDIA | RANGO |
|--------------|--------|-------|-------|
| T6 | A2B1C1 | 5,50 | a |
| T7 | A2B1C2 | 6,10 | b |
| T5 | A2B2C1 | 6,27 | c |
| T4 | A1B2C2 | 7,40 | d |
| T2 | A1B2C1 | 7,43 | e |
| T3 | A1B1C2 | 7,63 | f |
| T1 | A1B1C1 | 8,33 | g |
| T8 | A2B2C2 | 9,33 | g |

Analizando los tratamientos se realizó la prueba de tukey encontrándose rangos diferentes, siendo el mejor tratamiento el T6 (crema de leche al 3% y 0,3% de estabilizante) con un media de 5,50 cm/seg, mientras que el T8, y T9 tiene un promedio mas alto de viscosidad por lo tanto son menos viscosos.

CUADRO 28: Prueba de DMS para el factor A (tipos de grasa) de la variable viscosidad a las 24 horas de elaboración

| FACTOR A | | RANGOS |
|----------|------|--------|
| A2 | 6,80 | a |
| A1 | 7,70 | b |

Analizando el factor A (tipos de grasa) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con crema de leche (A2) presenta un promedio más bajo.

CUADRO 29: Prueba de DMS para el factor B (porcentajes de grasa) de la variable viscosidad a las 24 horas de elaboración

| FACTOR B | | RANGOS |
|----------|------|--------|
| B1 | 6,89 | a |
| B2 | 7,61 | b |

Analizando el factor B (porcentajes de grasa) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente.

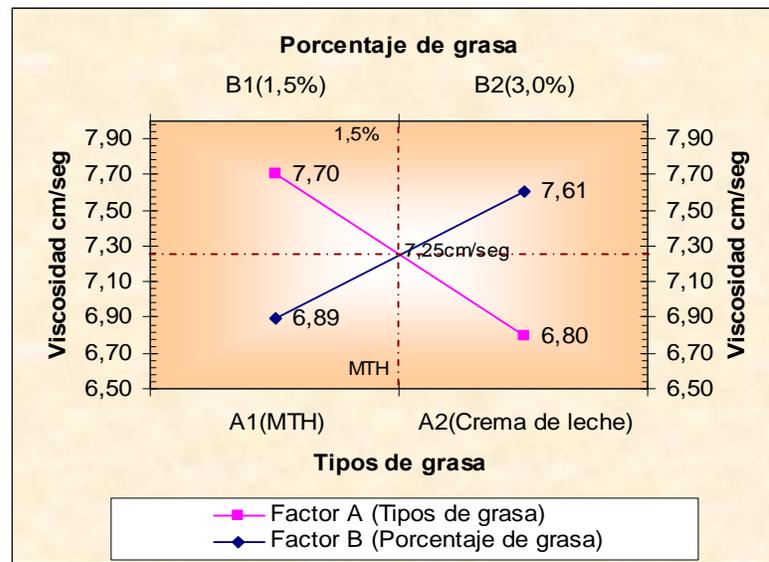
Con 1.5% de grasa (B1) presenta un promedio más bajo, esto significa que un porcentaje de grasa bajo el producto tiene mayor viscosidad.

CUADRO 30: Prueba de DMS para el factor C (porcentajes de estabilizante) de la variable viscosidad a las 24 horas de elaboración

| FACTOR C | | RANGOS |
|----------|------|--------|
| C1 | 6,88 | a |
| C2 | 7,62 | b |

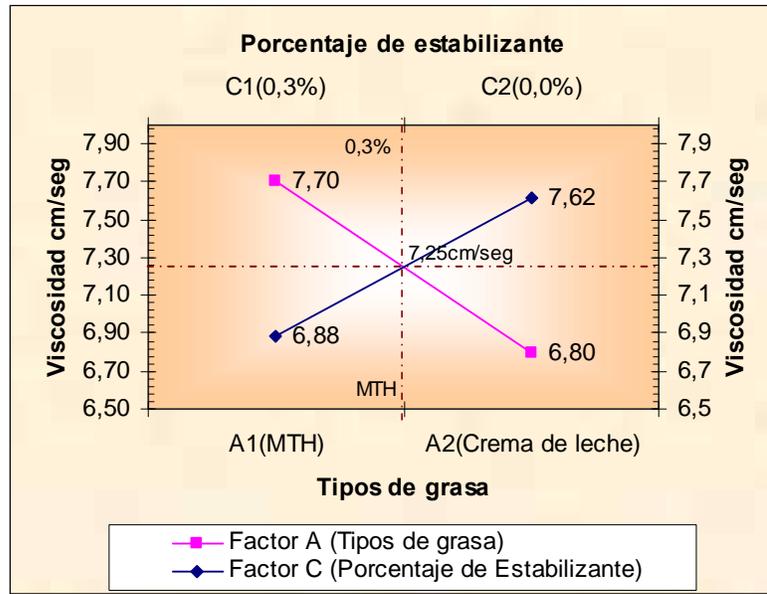
Analizando el factor C (porcentajes de estabilizante) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el 0.3% de estabilizante (C1) presenta un promedio más bajo, esto significa que con estabilizante el producto tiene mayor viscosidad.

GRÁFICO 12: Interacción de los factores: A (tipos de grasa) y B (porcentaje de grasa) para la variable viscosidad a las 24 horas de elaboración



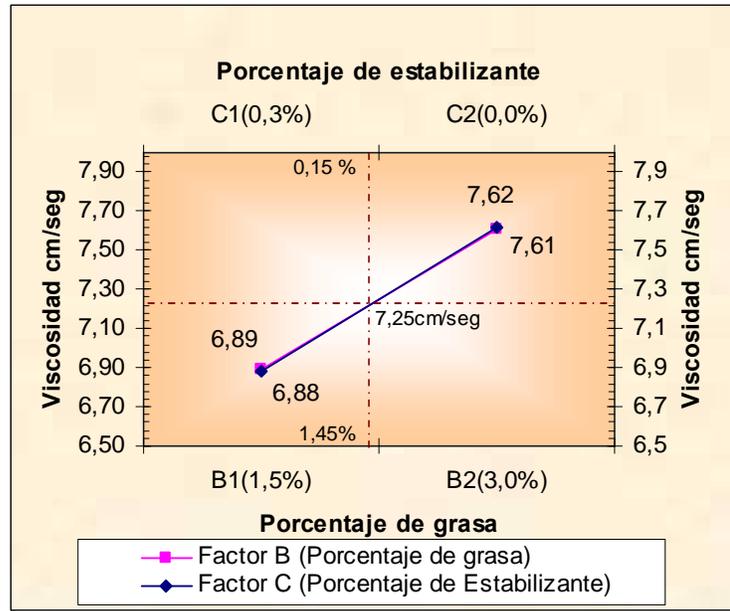
Se aprecia que la viscosidad es inversamente proporcional a los tipos de grasa y al porcentaje de grasa. La grasa MTH al ser un producto de origen vegetal produce mayor viscosidad en el producto. Como se observa en el gráfico con el 1,5% de grasa MTH se obtiene el valor óptimo de viscosidad (7,25 cm/seg).

GRÁFICO 13: Interacción de los factores: A (tipos de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable viscosidad a las 24 horas de elaboración



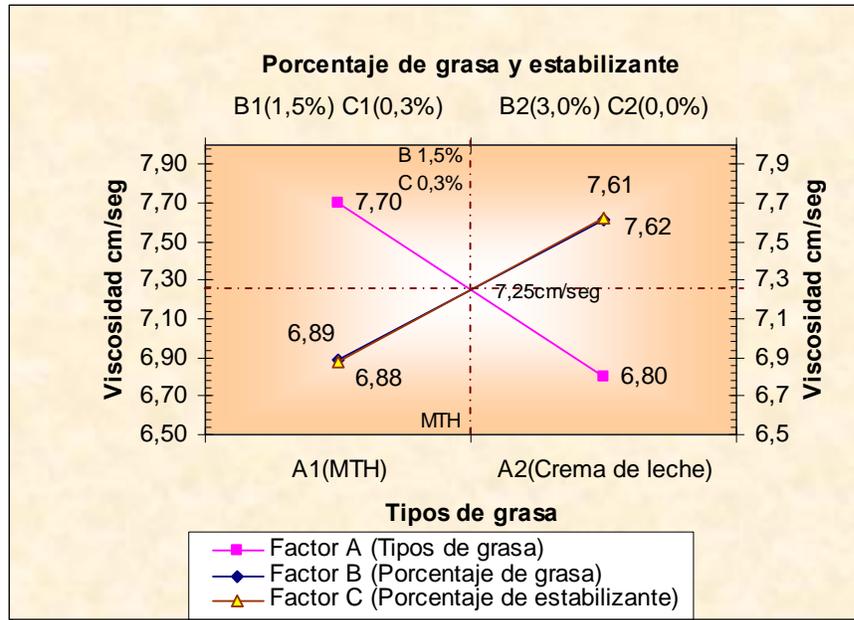
Se aprecia que la viscosidad es inversamente proporcional a los tipos de grasa y directamente proporcional al porcentaje de estabilizante. La grasa MTH al ser un de origen vegetal al igual que las carrageninas que contiene el estabilizante ayudan a mejorar la consistencia del producto. Como se observa en el gráfico con grasa MTH y 0,3% de estabilizante se obtiene el valor óptimo de viscosidad (7,25 cm/seg).

GRÁFICO 14: Interacción de los factores: B (porcentaje de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable viscosidad a las 24 horas de elaboración

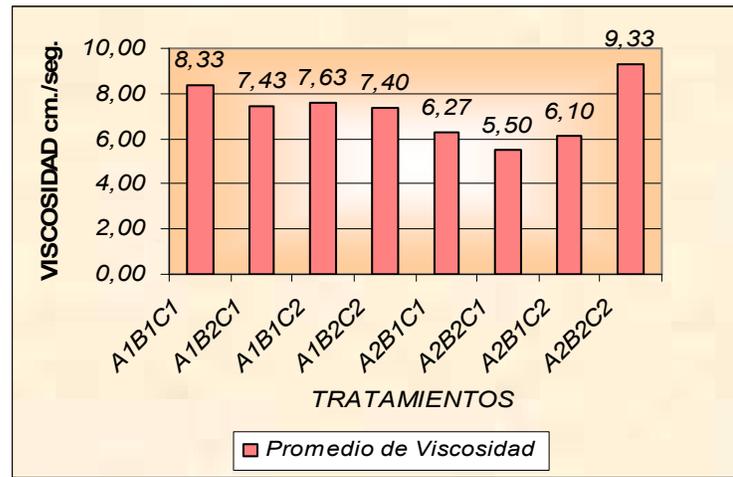


Se aprecia que la viscosidad es inversamente proporcional al porcentaje de grasa y directamente proporcional al porcentaje de estabilizante. El estabilizante al ser un compuesto que contiene carrageninas ayuda a mejorar la consistencia del producto. Como se observa en el gráfico al disminuir el porcentaje de grasa (1,45%) y aumentar el porcentaje de estabilizante (0,15%) se obtiene la mejor viscosidad (7,25 cm/seg).

GRÁFICO 15: Interacción de los factores: A (tipos de grasa), B (porcentaje de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable viscosidad a las 24 horas de elaboración



Se aprecia que la viscosidad es inversamente proporcional a los tipos de grasa y porcentaje de grasa y directamente proporcional al porcentaje de estabilizante. La grasa MTH al igual que el estabilizante son de origen vegetal por lo que proporcionan mayor consistencia del producto. Como se observa en el gráfico al disminuir el porcentaje de grasa MTH (1,45%) y aumentar el porcentaje de estabilizante (0,15%) se obtiene la mejor viscosidad (7,25 cm/seg).

GRÁFICO 16: Viscosidad a las 24 horas de elaborado el producto

El gráfico 16 indica que el T8 (crema de leche al 3% y sin estabilizante) tiene una menor viscosidad con valor alto de 9.33 cm/seg y el T6 (crema de leche al 3,0% y 0,3% de estabilizante) con valor bajo de 5.50 cm/seg es más viscoso, esto significa que la presencia del estabilizante en el yogur produce mayor viscosidad.

4.5 VISCOSIDAD A LOS 15 DÍAS DE ELABORACIÓN

Esta variable se midió en el producto terminado a los 15 días de elaboración de yogur, los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO 31: Viscosidad del yogur expresado en cm /seg

| TRAT/REPT. | I | II | III | SUMA | MEDIA |
|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|-------------|
| A1B1C1 | 7,4 | 7,5 | 7,8 | 22,70 | 7,57 |
| A1B2C1 | 7,8 | 8,5 | 8,6 | 24,90 | 8,30 |
| A1B1C2 | 7,8 | 6,8 | 5,5 | 20,10 | 6,70 |
| A1B2C2 | 7,6 | 7,9 | 7,5 | 23,00 | 7,67 |
| A2B1C1 | 6,5 | 5,9 | 6,4 | 18,80 | 6,27 |
| A2B2C1 | 6,5 | 7,7 | 6,8 | 21,00 | 7,00 |
| A2B1C2 | 7,2 | 6,8 | 7 | 21,00 | 7,00 |
| A2B2C2 | 10,4 | 9,5 | 8,9 | 28,80 | 9,60 |
| SUMA | 61,2 | 60,6 | 58,5 | 180,30 | 7,51 |

CUADRO 32: Análisis de varianza de viscosidad a los 15 días de elaborado el producto

| F.V. | G.L. | S.C | C.M | F. Cal. | F.T 1% | F. 5% |
|-----------------------------|------|-------|------|--------------------|--------|-------|
| Total | 23 | 28,65 | | | | |
| Tratam. | 7 | 23,23 | 3,32 | 9,79** | 4,03 | 2,66 |
| Factor A (grasas) | 1 | 0,05 | 0,05 | 0,15 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| Factor B (% grasa) | 1 | 4,77 | 4,77 | 14,08** | 8,53 | 4,49 |
| Factor C (Estabiliz) | 1 | 1,26 | 1,26 | 3,72 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (AxB) | 1 | 0,01 | 0,01 | 0,03 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (AxC) | 1 | 8,76 | 8,76 | 25,86** | 8,53 | 4,49 |
| I (BxC) | 1 | 4,77 | 4,77 | 14,08** | 8,53 | 4,49 |
| I (AxBxC) | 1 | 3,60 | 3,60 | 10,64** | 8,53 | 4,49 |
| ERROR EXP. | 16 | 5,42 | 0,34 | | | |

CV= 7,75%

Realizado el ADEVA de viscosidad a las 24 horas de elaboración se detectó que existe alta significación estadística para tratamientos, factores B, interacciones AxC, BxC, AxBxC; y no existe significación estadística para el factor A y C, y para la interacción AxB.

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

CUADRO 33: Prueba de Tukey para tratamientos de la variable viscosidad elaborado a los 15 días de elaboración

| TRATAMIENTOS | | MEDIA | RANGO |
|--------------|--------|-------|-------|
| T5 | A2B2C1 | 6.27 | a |
| T3 | A1B1C2 | 6.70 | b |
| T7 | A2B1C2 | 7.00 | c |
| T6 | A2B1C1 | 7.00 | d |
| T1 | A1B1C1 | 7,57 | e |
| T4 | A1B2C2 | 7,67 | f |
| T2 | A1B1C1 | 8.30 | g |
| T8 | A2B2C2 | 9.6 | g |

Analizando los tratamientos se realizó la prueba de tukey encontrándose rangos diferentes, siendo el T5 (crema de leche al 1,5% y 0.3% de estabilizante) el mejor

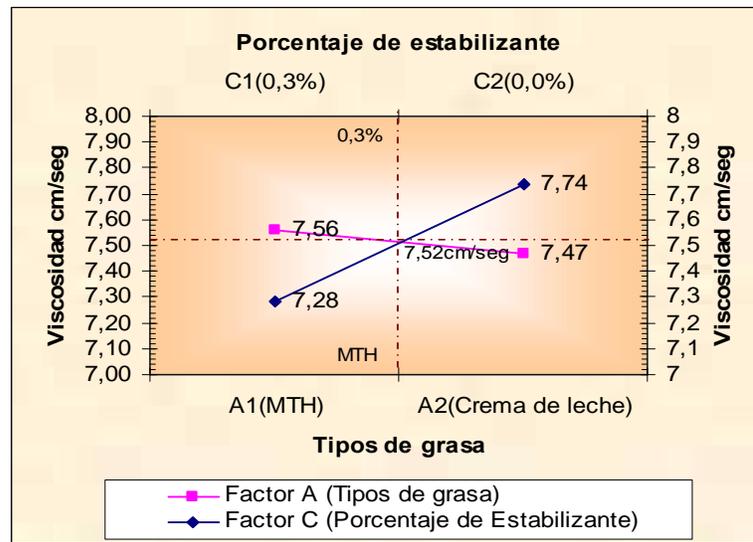
tratamiento con un media de 6.27 cm/seg, mientras que los tratamientos T2 y T8 con un rango g son iguales con valores de medias más altos y son menos viscosos.

CUADRO 34: Prueba de DMS para el factor B (porcentajes de estabilizante) de la variable viscosidad a los 15 días de elaboración

| FACTOR B | | RANGOS |
|----------|------|--------|
| B1 | 7,07 | a |
| B2 | 7,96 | b |

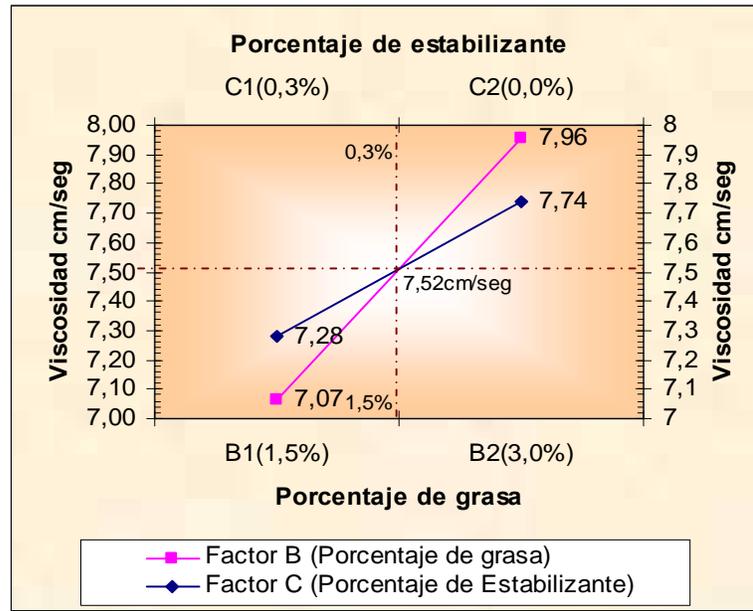
Analizando el factor B (porcentajes de grasa) se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el 1.5% de grasa (B1) presenta un promedio más bajo, esto significa que un menor porcentaje de grasa el producto es más viscoso.

GRÁFICA 17: Interacción de los factores: A (tipos de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable viscosidad a los 15 días de elaboración



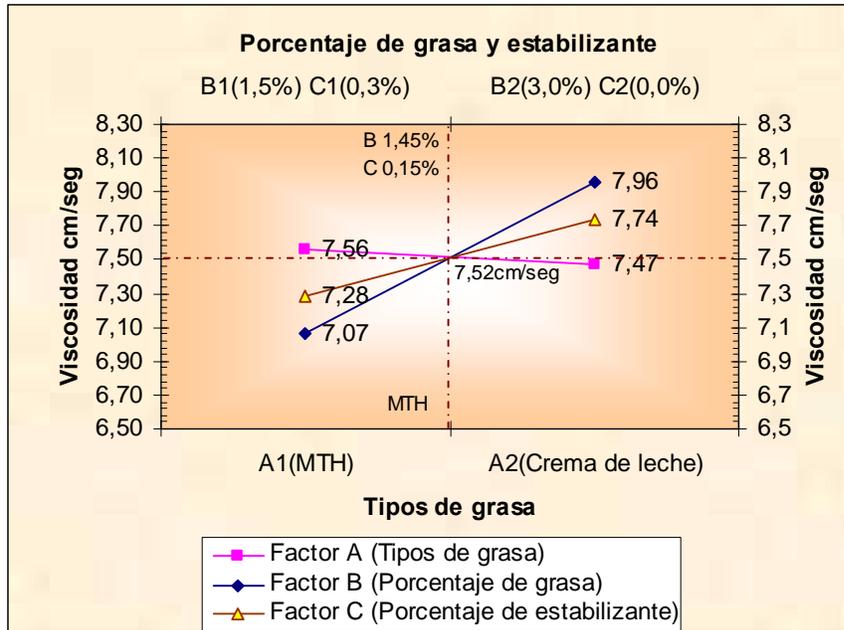
Se aprecia que la viscosidad es inversamente proporcional a los tipos de grasa y directamente proporcional al porcentaje de estabilizante. La grasa MTH es de origen vegetal por lo que proporcionan mayor consistencia del producto. Como se observa en el gráfico con grasa MTH y 0,3% de estabilizante se obtiene la mejor viscosidad (7,52 cm/seg).

GRÁFICO 18: Interacción de los factores: B (porcentaje de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable viscosidad a los 15 días de elaboración

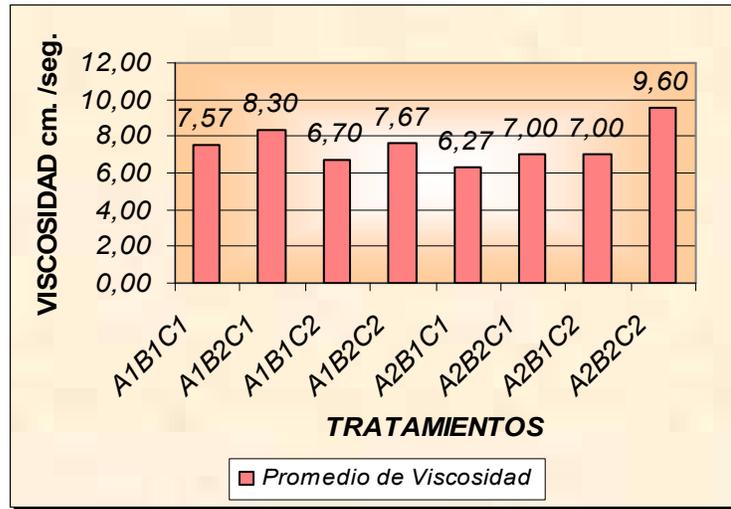


Se aprecia que la viscosidad es inversamente proporcional a los porcentajes de grasa y directamente proporcional al porcentaje de estabilizante. El estabilizante contiene carrageninas que ayudan a mejorar la consistencia del producto. Como se observa en el gráfico al disminuir el porcentaje de grasa (1,5%) y aumentar el porcentaje de estabilizante (0,3%) se obtiene la mejor viscosidad (7,52 cm/seg).

GRÁFICO 19: Interacción de los factores: A (tipos de grasa), B (porcentaje de grasa) y C (porcentaje de estabilizante) para la variable viscosidad a los 15 días de elaboración



Se aprecia que la viscosidad es inversamente proporcional a los tipos de grasa y porcentaje de grasa y directamente proporcional al porcentaje de estabilizante. La grasa MTH al igual que el estabilizante son de origen vegetal por lo que proporcionan mayor consistencia del producto. Como se observa en el gráfico al disminuir el porcentaje de grasa MTH (1,45%) y aumentar el porcentaje de estabilizante (0,15%) se obtiene la mejor viscosidad (7,52 cm/seg).

GRÁFICO 20: Viscosidad a los 15 días de elaborado el producto

El gráfico 20 indica que el T5 (crema de leche al 3% y 0,3 de estabilizante) tiene una menor viscosidad y el T8 (crema de leche al 3% y 0.0% de estabilizante) un valor más alto esto significa que la presencia del estabilizante en el yogur produce mayor viscosidad.

4.6 SINÉRESIS AL SIGUIENTE DIA DE ELABORACIÓN

Al día siguiente de elaboración de yogur natural no existió sinéresis en ninguno de los tratamientos, pero a los 15 días si existió sinéresis en pequeña cantidad en todos los tratamientos, esto se debe al aumento de la acidez que provoca el rompimiento del coagulo y producción de suero.

4.7 SINÉRESIS A LOS 15 DÍAS DE ELABORACIÓN

Esta variable se midió en el producto terminado a los 15 días de elaboración de yogur, los resultados se muestran en el siguiente cuadro:

CUADRO 35: Sinéresis del yogur expresado en ml

| TRAT/REPT | I | II | III | SUMA | MEDIA |
|-------------|-----------|-------------|------------|---------------|--------------|
| A1B1C1 | 11 | 10 | 11,6 | 32,60 | 10,87 |
| A1B2C1 | 12 | 12,5 | 12,8 | 37,30 | 12,43 |
| A1B1C2 | 15,9 | 16,8 | 17,9 | 50,60 | 16,87 |
| A1B2C2 | 9,8 | 8,9 | 10,5 | 29,20 | 9,73 |
| A2B1C1 | 7,8 | 8,8 | 9 | 25,60 | 8,53 |
| A2B2C1 | 7,9 | 8,5 | 10 | 26,40 | 8,80 |
| A2B1C2 | 17,6 | 16,8 | 18,2 | 52,60 | 17,53 |
| A2B2C2 | 13 | 14 | 12 | 39,00 | 13,00 |
| SUMA | 95 | 96,3 | 102 | 293,30 | 12,22 |

CUADRO 36: Análisis de varianza de sinéresis a los 15 días de elaborado el producto

| F.V. | G.L. | S.C | C.M | F. Cal. | F.T 1% | F. 5% |
|-----------------------------|------|--------|--------|--------------------|--------|-------|
| Total | 23 | 262,42 | | | | |
| Tratam. | 7 | 251,34 | 35,91 | 51,85** | 4,03 | 2,66 |
| Factor A (grasas) | 1 | 1,55 | 1,55 | 2,24 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| Factor B (% grasa) | 1 | 40,30 | 40,30 | 58,20** | 8,53 | 4,49 |
| Factor C (Estabiliz) | 1 | 102,09 | 102,09 | 147,43** | 8,53 | 4,49 |
| I (AxB) | 1 | 0,22 | 0,22 | 0,32 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (AxC) | 1 | 36,75 | 36,75 | 53,07** | 8,53 | 4,49 |
| I (BxC) | 1 | 63,05 | 63,05 | 91,05** | 8,53 | 4,49 |
| I (AxBxC) | 1 | 7,37 | 7,37 | 10,64** | 8,53 | 4,49 |
| ERROR EXP. | 16 | 11,08 | 0,69 | | | |

CV= 6,81%

Realizado el ADEVA para sinéresis se ha podido detectar que existe alta significación estadística para tratamientos, factor B, C, interacciones Ax C, Bx C, Ax Bx C; y no existe significación estadística para factor A, para la interacción Ax B.

Luego de detectada la significación estadística se realizaron pruebas correspondientes como: Tukey para tratamientos, DMS para factores y gráficos para interacciones.

CUADRO 37: Prueba de Tukey para los tratamientos de la variable sinéresis

| TRATAMIENTOS | | MEDIA | RANGO |
|--------------|--------|-------|-------|
| T5 | A2B2C1 | 8,53 | a |
| T6 | A2B1C1 | 8,80 | b |
| T4 | A1B2C2 | 9,73 | c |
| T1 | A1B1C1 | 10,87 | d |
| T2 | A1B2C1 | 12,43 | e |
| T8 | A2B2C2 | 13,00 | f |
| T3 | A1B1C2 | 16,87 | g |
| T7 | A2B1C2 | 17,53 | g |

Analizando los tratamientos se realizó la prueba de tukey encontrándose rangos diferentes, siendo el T5 (crema de leche al 1,5% y 0.3% estabilizante) el mejor con una media de 8,53 ml, mientras que los tratamientos T3 y T7 con medias más altas se encuentran en el rango g por lo tanto son iguales.

CUADRO 38: Prueba de DMS para el factor B (porcentajes de grasa) de la variable sinéresis

| FACTOR B | | RANGOS |
|----------|-------|--------|
| B2 | 10,93 | a |
| B1 | 13,52 | b |

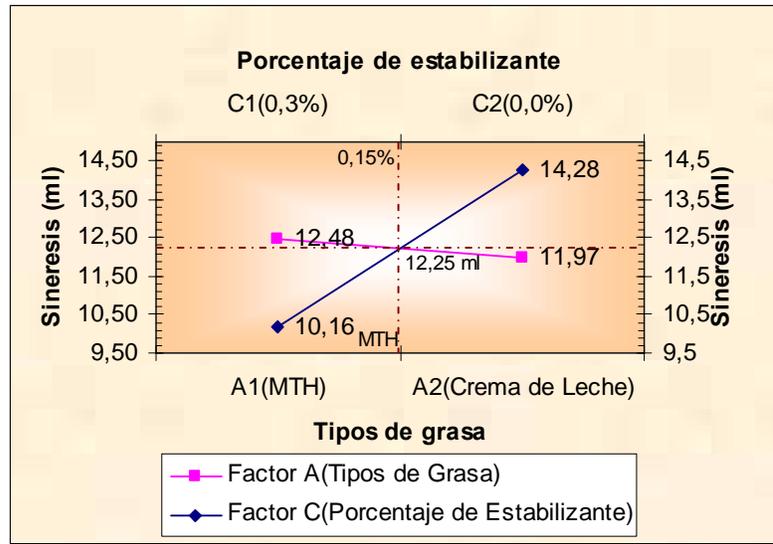
Analizando los porcentajes de grasa se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el 3,0% de grasa (B2) presenta un promedio más bajo, esto quiere decir que un mayor porcentaje de grasa evita la sinéresis.

CUADRO 39: Prueba de DMS para el factor C (porcentajes de estabilizante) de la variable sinéresis

| FACTOR C | MEDIAS | RANGOS |
|----------|--------|--------|
| C1 | 10,16 | a |
| C2 | 14,28 | b |

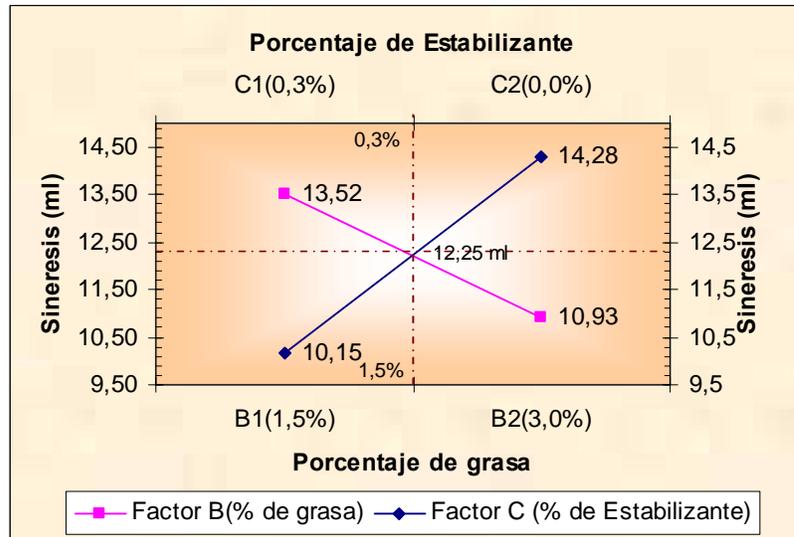
Analizando los porcentajes de estabilizante se realizó la prueba de DMS encontrándose dos rangos, los cuales tienen un comportamiento diferente. Con el 0.3% de estabilizante (C1) presenta un promedio más bajo, esto significa que la presencia de estabilizante en el yogur evita la sinéresis.

GRÁFICO 21: Interacción entre los tipos de grasa (A), por el porcentaje de estabilizante (C) para la variable sinéresis



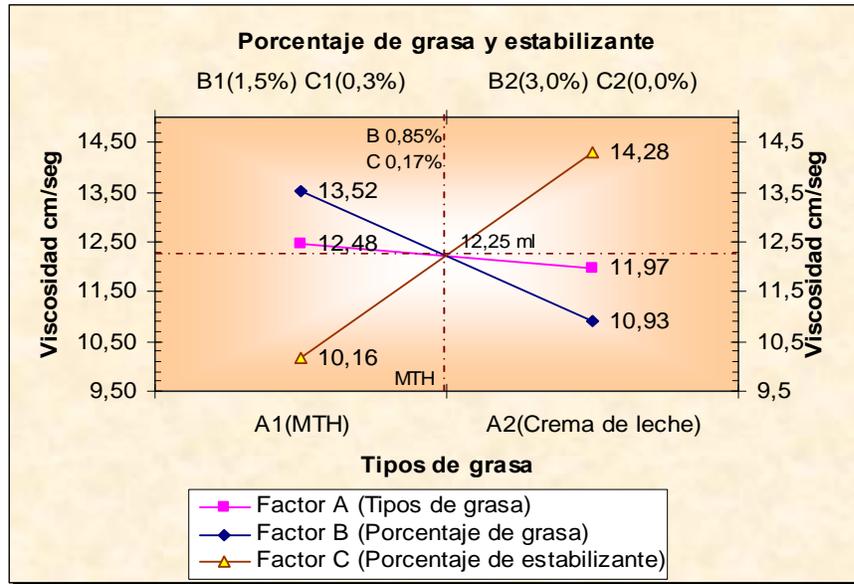
Se aprecia que la sinéresis es inversamente proporcional a los tipos de grasa y directamente proporcional al porcentaje de estabilizante. El estabilizante impide que se formen fases en el producto por la carragenina que contiene evitando así el desuerado. Como se observa en el gráfico adicionando grasa MTH y aumentando el valor de estabilizante (0,15%) se obtiene el mejor valor de sinéresis (12,25 ml).

GRÁFICO 22: Interacción entre los porcentajes de grasa (B), por el porcentaje de estabilizante (C), para la variable sinéresis

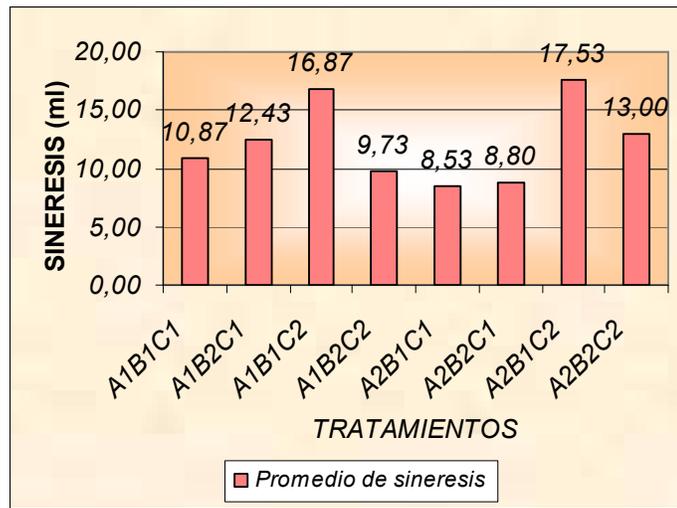


Se aprecia que la sinéresis es inversamente proporcional a los porcentajes de grasa y directamente proporcional al porcentaje de estabilizante. El estabilizante impide que se formen fases en el producto por la carragenina que contiene evitando así el desuerado. Como se observa en el gráfico si se disminuye el porcentaje de grasa (1,5%) y aumentando el valor de estabilizante (0,3%) se obtiene el mejor valor de sinéresis (12,25 ml).

GRÁFICO 23: Interacción entre los tipos de grasa (A), porcentajes de grasa (B), y porcentaje de estabilizante (C), para la variable sinéresis



Se aprecia que la sinéresis es inversamente proporcional a los tipos de grasa y los porcentajes de grasa y directamente proporcional al porcentaje de estabilizante. El estabilizante impide que se formen fases en el producto por la carragenina que contiene evitando así el desuerado. Como se observa en el gráfico si se disminuye el porcentaje de grasa MTH (0,85%) y se aumenta el valor de estabilizante (0,17%) se obtiene el mejor valor de sinéresis (12,25 ml).

GRÁFICO 24: Sinéresis a los 15 días de elaborado el producto

Al graficar las medias de los tratamientos de sinéresis se puede observar gran diferencia en todos los tratamientos pero cabe resaltar que el T7 (crema de leche al 1,5% sin estabilizante) es mas propenso a desuarse en el transcurso de los días, mientras que el T5 (crema de leche al 1,5% y 0.3% de estabilizante) tiene menos posibilidad de desuarse, lo que significa que con crema de leche y presencia de estabilizante evita la sinéresis.

4.8 SÓLIDOS TOTALES:

CUADRO 40: Sólidos totales del yogur expresado en porcentaje

| TRAT/REPT | I | II | III | SUMA | MEDIA |
|-------------|---------------|---------------|---------------|---------------|--------------|
| A1B1C1 | 15,68 | 15,97 | 15,8 | 47,45 | 15,82 |
| A1B2C1 | 17,02 | 18,05 | 17,98 | 53,05 | 17,68 |
| A1B1C2 | 13,05 | 16,22 | 16,41 | 45,68 | 15,23 |
| A1B2C2 | 16,44 | 16,32 | 16,77 | 49,53 | 16,51 |
| A2B1C1 | 17,81 | 17,74 | 17,26 | 52,81 | 17,60 |
| A2B2C1 | 17,85 | 17,19 | 17,29 | 52,33 | 17,44 |
| A2B1C2 | 16,26 | 15,98 | 16,14 | 48,38 | 16,13 |
| A2B2C2 | 16,03 | 16,08 | 16,14 | 48,25 | 16,08 |
| SUMA | 130,14 | 133,55 | 133,79 | 397,48 | 16,56 |

CUADRO 41: Análisis de varianza de sólidos totales

| F.V. | G.L. | S.C | C.M | F. Cal. | F.T 1% | F. 5% |
|-----------------------------|------|-------|------|--------------------|--------|-------|
| Total | 23 | 25,99 | | | | |
| Tratam. | 7 | 17,37 | 2,48 | 4,61* | 4,03 | 2,66 |
| Factor A (grasas) | 1 | 1,48 | 1,48 | 2,75 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| Factor B (% grasa) | 1 | 3,92 | 3,92 | 7,28* | 8,53 | 4,49 |
| Factor C (Estabiliz) | 1 | 7,82 | 7,82 | 14,51** | 8,53 | 4,49 |
| I (AxB) | 1 | 3,38 | 3,38 | 6,26* | 8,53 | 4,49 |
| I (AxC) | 1 | 0,46 | 0,46 | 0,85 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (BxC) | 1 | 0,25 | 0,25 | 0,47 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (AxBxC) | 1 | 0,06 | 0,06 | 0,12 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| ERROR EXP. | 16 | 8,62 | 0,54 | | | |

CV= 4,43%

Realizado el análisis del ADEVA de sólidos totales se ha podido detectar que existe alta significación estadística el factor C, mientras que tratamientos, factor B e interacción AxB son significativos al 5% y no existe significación para el factor A, interacciones AxC, BxC y AxBxC.

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

CUADRO 42: Prueba de tukey para tratamiento de la variable sólidos totales

| TRATAMIENTOS | | MEDIA | RANGOS |
|--------------|--------|-------|--------|
| T2 | A1B2C1 | 17,68 | a |
| T5 | A2B1C1 | 17,60 | a |
| T6 | A2B2C1 | 17,44 | a |
| T4 | A1B2C2 | 16,51 | a |
| T7 | A2B1C2 | 16,13 | b |
| T8 | A2B2C2 | 16,08 | b |
| T1 | A1B1C1 | 15,82 | b |
| T3 | A1B1C2 | 15,23 | b |

Analizando los tratamientos se realizó la prueba de tukey encontrándose dos rangos diferentes, siendo el T2 (MT-H al 3% y 0.3% de estabilizante) el mejor, tratamiento con un media de 17,68%. Esto indica que un mayor porcentaje de grasa y el uso de estabilizante aumentan el porcentaje de sólidos totales.

CUADRO 43: Prueba de DMS para el factor B (porcentaje de grasa) de la variable sólidos totales

| FACTOR B | MEDIAS | RANGOS |
|----------|--------|--------|
| B2 | 16,97 | a |
| B1 | 16,16 | b |

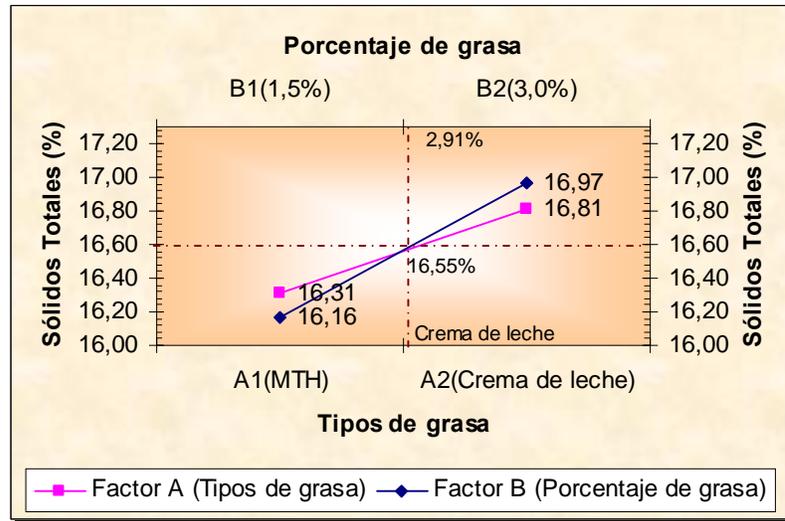
Luego de realizado la prueba de DMS para el factor B de sólidos totales se obtuvo dos rangos diferentes, con el 3% de grasa (B2) presenta un promedio más alto, lo que significa que con mayor porcentaje de grasa aumenta el porcentaje de sólidos totales.

CUADRO 44: Prueba de DMS para el factor C (porcentaje de estabilizante) de la variable sólidos totales

| FACTOR C | MEDIAS | RANGOS |
|----------|--------|--------|
| C1 | 17,14 | a |
| C2 | 16,00 | b |

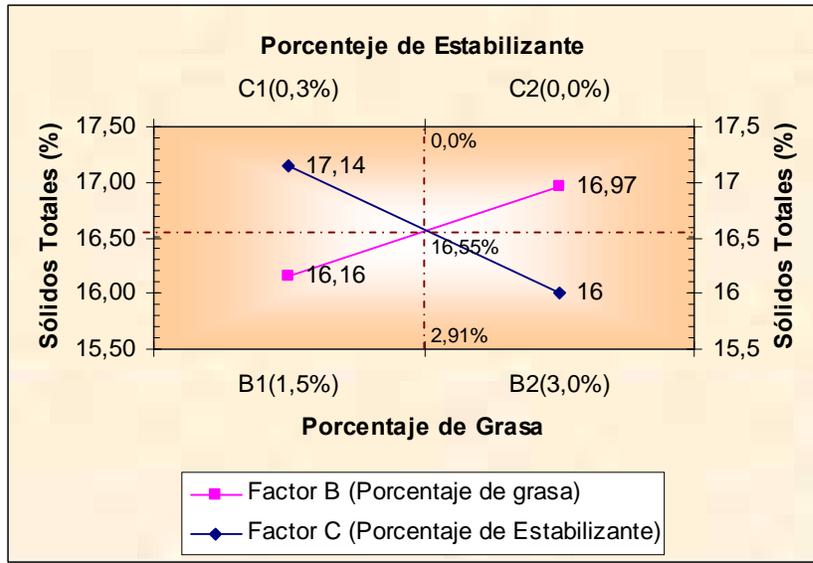
Luego de realizado la prueba de DMS para el factor C de sólidos totales se obtuvo dos rangos diferentes, con 0,3% de estabilizante (C1) presenta un promedio más alto, lo que significa que el estabilizante por contener carragenina incrementa el porcentaje de sólidos totales.

GRÁFICO 25: Interacción entre los tipos de grasa (A) y porcentaje de grasa (B), para la variable sólidos totales

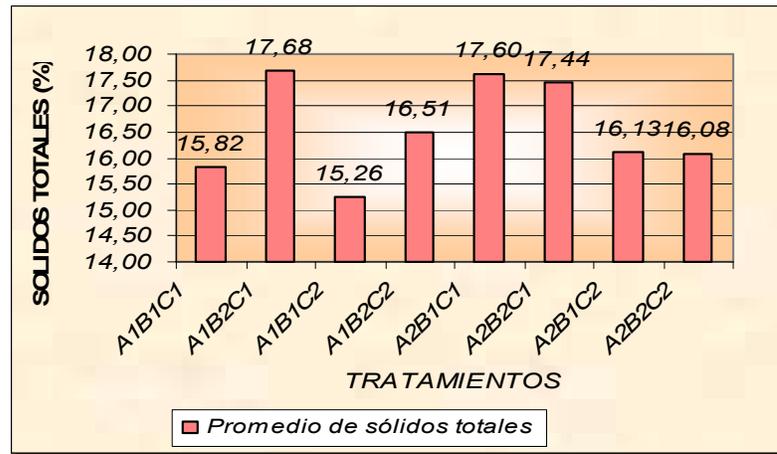


Se aprecia que los sólidos totales presenta una relación directamente proporcional a la crema de leche y a los porcentajes de grasa. La crema al ser un componente de la leche aporta con porcentaje de sólidos totales al producto. Como se observa en el gráfico al aumentar el porcentaje de crema de leche (2,91%) se obtiene el mejor valor de sólidos totales (16,55%).

GRÁFICO 26: Interacción entre los porcentaje de grasa (B) y los porcentajes de estabilizante (C), para la variable sólidos totales



Se aprecia que los sólidos totales presenta una relación directamente proporcional al porcentaje de grasa e inversamente proporcional al porcentaje de estabilizante. La crema al ser un componente nutritivo proveniente de la leche aporta al aumento de sólidos totales. Como se observa en el gráfico al disminuir el porcentaje de estabilizante (0,0%) y aumentar el porcentaje de grasa (2,91%) se obtiene el mejor valor de sólidos totales (16,55%).

GRÁFICO 27: Sólidos totales

Este gráfico muestra el promedio de sólidos totales existentes en el yogur, pudiéndose apreciar que el T3 (MTH al 1,5% y 0.0% de estabilizante) es el que tiene menos cantidad de sólidos totales, mientras que el T2 (MTH al 3% y 0.3% de estabilizante) tiene mayor porcentaje de sólidos totales, Esto indica que cuando hay mayor porcentaje de grasa y presencia de estabilizante aumenta el porcentaje de sólidos totales.

4.9 RENDIMIENTO

CUADRO 45: Rendimiento del yogur expresado en porcentaje (%)

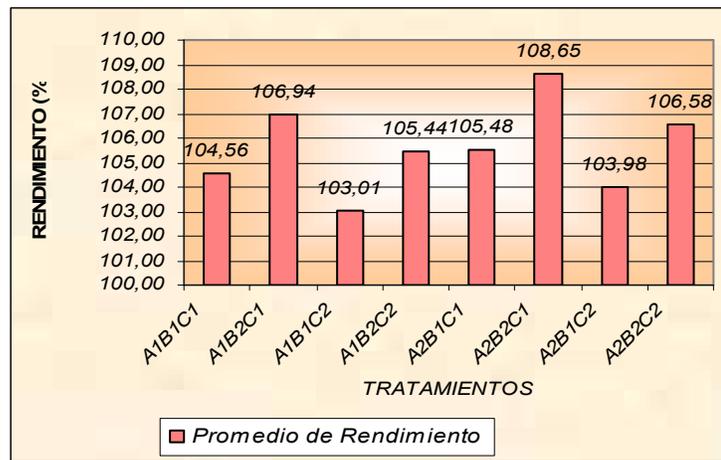
| TRAT/REP | I | II | III | SUMA | MEDIA |
|-------------|----------------|-----------------|------------------|----------------|---------------|
| A1B1C1 | 104,23 | 105,99 | 103,45 | 313,67 | 104,56 |
| A1B2C1 | 112,29 | 106,94 | 101,59 | 320,82 | 106,94 |
| A1B1C2 | 103,01 | 105,078 | 100,95 | 309,04 | 103,01 |
| A1B2C2 | 105,44 | 106,9219 | 103,9698 | 316,33 | 105,44 |
| A2B1C1 | 105,48 | 106,96 | 104,01 | 316,45 | 105,48 |
| A2B2C1 | 112,39 | 108,07 | 105,01 | 325,94 | 108,65 |
| A2B1C2 | 106,063 | 103,98 | 101,90 | 311,95 | 103,98 |
| A2B2C2 | 109,24 | 106,58 | 104 | 319,73 | 106,58 |
| SUMA | 858,143 | 850,5154 | 825,26288 | 2533,92 | 105,58 |

CUADRO 46: Análisis de varianza de rendimiento

| F.V. | G.L. | S.C | C.M | F. Cal. | F.T 1% | F. 5% |
|-----------------------------|------|--------|-------|--------------------|--------|-------|
| Total | 23 | 192,46 | | | | |
| Tratam. | 7 | 67,39 | 9,63 | 1,23 ^{NS} | 4,03 | 2,66 |
| Factor A (grasas) | 1 | 8,41 | 8,41 | 1,08 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| Factor B (% grasa) | 1 | 6,76 | 6,76 | 0,86 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| Factor C (Estabiliz) | 1 | 16,39 | 16,39 | 2,10 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (AxB) | 1 | 10,87 | 10,87 | 1,39 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (AxC) | 1 | 0,11 | 0,11 | 0,01 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (BxC) | 1 | 12,63 | 12,63 | 1,62 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| I (AxBxC) | 1 | 12,22 | 12,22 | 1,56 ^{NS} | 8,53 | 4,49 |
| ERROR EXP. | 16 | 125,07 | 7,82 | | | |

CV= 2,65%

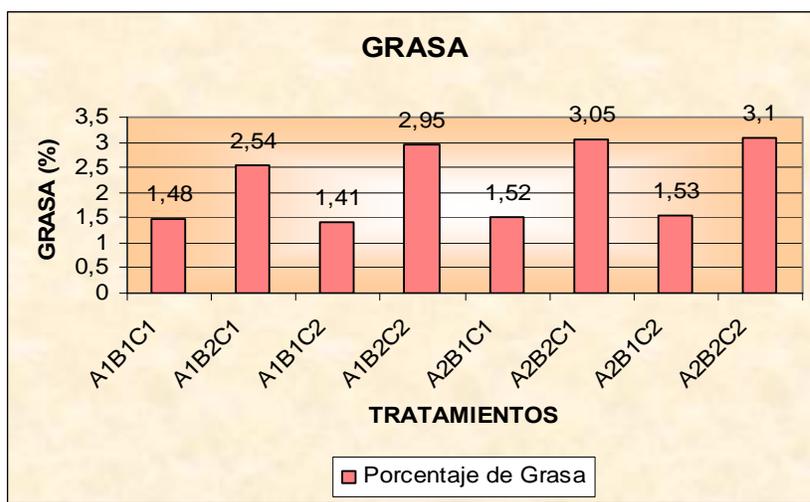
Luego de realizado el análisis de la varianza para rendimiento se detectó que no existe significación estadística en ninguno de los tratamientos lo que significa que todos son iguales.

GRÁFICO 28: Rendimiento

En el gráfico 28 se puede apreciar que el T6 (crema de leche al 3.0% y 0.3% de estabilizante) con una media de 108,65 es el mejor ya que produce mayor porcentaje de rendimiento y el T3 (MTH al 1,5% y sin estabilizante), tiene menor rendimiento, esto significa que con crema de leche al 3% y con estabilizante produce mayor cantidad de producto.

4.10 GRASA

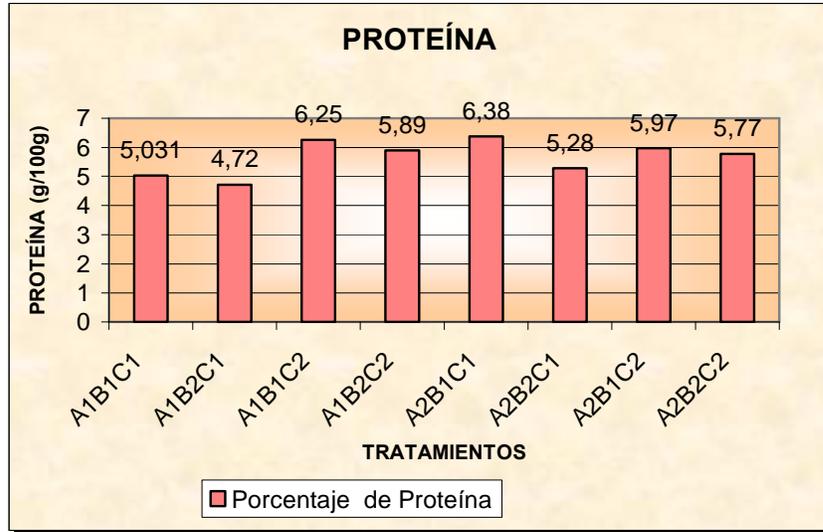
GRÁFICO 29: Grasa del yogur expresado en porcentaje



En este gráfico se puede apreciar que los tratamientos T1, T2, T3, T4, T5, T7 se encuentran entre los rangos establecidos por la norma INEN NTE 12 que dice que el yogur tipo II debe tener un porcentaje menor al 3.00% y mayor al 1.00% mientras que los tratamientos T6 y T8 sobrepasan ligeramente el 3.00%, por lo que se deduce que estos valores no son significativos por lo tanto todos los tratamientos son iguales.

4.11 PROTEÍNA

GRÁFICO 30: Proteína del yogur expresado en g/100g



El gráfico indica que el T5 (crema de leche al 1,5% y 0.3% de estabilizante) es el mejor ya que tiene mayor porcentaje de proteína con un valor de 6,38 g/100 g, pero cabe resaltar que todos los demás tratamientos tienen un porcentaje de proteína muy alto a comparación con un yogur natural normal, y esto es muy importante en el producto ya que la fuente de proteína influye en la alimentación del consumidor.

4.12. ANÁLISIS ORGANOLÉPTICOS.

Se utilizó un panel de degustación de 10 personas las cuales se guiaron en un instructivo en donde calificaron las características físicas y organolépticas del yogur tales como: olor, color, sabor y textura.

Ya obtenidos los datos se procedió a sacar los respectivos rangos y se midió estadísticamente las características organolépticas, para ello se utilizó la siguiente ecuación matemática de Friedman:

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

Donde:

X^2 = Chi- cuadrado

R = Rangos

b = Degustadores

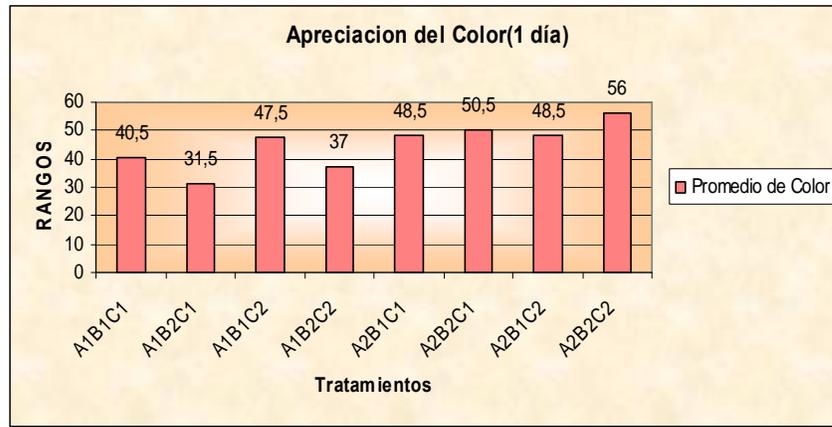
t = Tratamientos

CUADRO 47: Color a 1 día de elaborado el producto

| | T1 | R | T2 | R | T3 | R | T4 | R | T5 | R | T6 | R | T7 | R | T8 | R | SUMA |
|-----------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|-------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|-------------|--------------|
| 1 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 4 | 7,5 | 3 | 3,5 | 4 | 7,5 | 36 |
| 2 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 36 |
| 3 | 4 | 7 | 1 | 1,5 | 4 | 7 | 1 | 1,5 | 3 | 4 | 4 | 7 | 3 | 4 | 3 | 4 | 36 |
| 4 | 3 | 1,5 | 3 | 1,5 | 4 | 5,5 | 4 | 5,5 | 4 | 5,5 | 4 | 5,5 | 4 | 5,5 | 4 | 5,5 | 36 |
| 5 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 | 1 | 4 | 7,5 | 3 | 4 | 4 | 7,5 | 36 |
| 6 | 4 | 6 | 3 | 3 | 4 | 6 | 2 | 2 | 4 | 6 | 1 | 1 | 4 | 6 | 4 | 6 | 36 |
| 7 | 4 | 7,5 | 1 | 2,5 | 1 | 2,5 | 1 | 2,5 | 2 | 5,5 | 2 | 5,5 | 4 | 7,5 | 1 | 2,5 | 36 |
| 8 | 2 | 4,5 | 1 | 2 | 2 | 7 | 1 | 2 | 4 | 7 | 4 | 4,5 | 1 | 2 | 4 | 7 | 36 |
| 9 | 1 | 1 | 3 | 4 | 2 | 2,5 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 2 | 2,5 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 36 |
| 10 | 1 | 1 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 36 |
| SUMA | | 40,5 | | 31,5 | | 47,5 | | 37 | | 48,5 | | 50,5 | | 48,5 | | 56 | 360 |
| CUADRADO | | 1640,3 | | 992,25 | | 2256,3 | | 1369 | | 2352,3 | | 2550,3 | | 2352,3 | | 3136 | 16649 |
| MEDIA | 2,9 | | 2,6 | | 3,1 | | 2,7 | | 3,4 | | 3,3 | | 3,4 | | 3,6 | | |

| Valor tabular | | Valor Calculado |
|---------------|------|--------------------|
| 0.05 | 0.01 | 2,66 ^{NS} |
| 14.5 | 18.5 | |

Luego de realizado la prueba de Friedman se observa que no existe diferencia significativa en ninguno de los tratamientos lo que quiere decir que todos tuvieron la misma aceptabilidad.

GRÁFICO 31: Color a un día de elaborado el producto

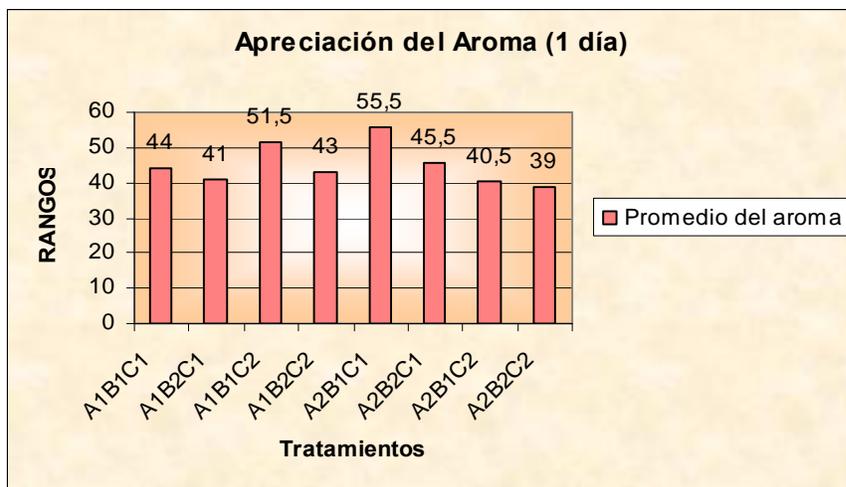
Como se puede observar en el gráfico el T8 (crema de leche al 3% y sin estabilizante) es el que tuvo mayor aceptabilidad con un rango de 56 lo que significa que tiene un color entre blanco intenso y blanco crema, color característico del yogur natural.

CUADRO 48: Olor a 1 día de elaborado el producto

| | T1 | R | T2 | R | T3 | R | T4 | R | T5 | R | T6 | R | T7 | R | T8 | R | SUMA |
|-----------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|---------------|-----|-------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|-------------|--------------|
| 1 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 36 |
| 2 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 3 | 1 | 4 | 5 | 36 |
| 3 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 36 |
| 4 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 36 |
| 5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 36 |
| 6 | 3 | 3 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 2 | 1 | 2 | 2 | 36 |
| 7 | 4 | 7 | 1 | 3 | 1 | 3 | 1 | 3 | 4 | 7 | 1 | 3 | 1 | 7 | 1 | 3 | 36 |
| 8 | 2 | 3 | 1 | 1 | 4 | 7,5 | 2 | 3 | 4 | 7,5 | 3 | 5,5 | 2 | 5,5 | 2 | 3 | 36 |
| 9 | 1 | 3,5 | 1 | 3,5 | 4 | 7,5 | 1 | 3,5 | 4 | 7,5 | 1 | 3,5 | 1 | 3,5 | 1 | 3,5 | 36 |
| 10 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 36 |
| SUMA | | 44 | | 41 | | 51,5 | | 43 | | 55,5 | | 45,5 | | 40,5 | | 39 | 360 |
| CUADRADO | | 1936 | | 1681 | | 2652,3 | | 1849 | | 3080,3 | | 2070,3 | | 1640,3 | | 1521 | 16430 |
| MEDIA | 3,1 | | 2,7 | | 3,3 | | 2,8 | | 3,6 | | 2,9 | | 2,7 | | 2,8 | | |

| Valor tabular | | Valor Calculado |
|---------------|------|--------------------|
| 0.05 | 0.01 | 3.83 ^{NS} |
| 14.5 | 18.5 | |

En cuanto al aroma a un día después de elaborado el producto, todos los tratamientos tuvieron la misma aceptabilidad, lo que indica que todos los tratamientos son iguales.

GRÁFICO 32: Olor a un día de elaborado el producto

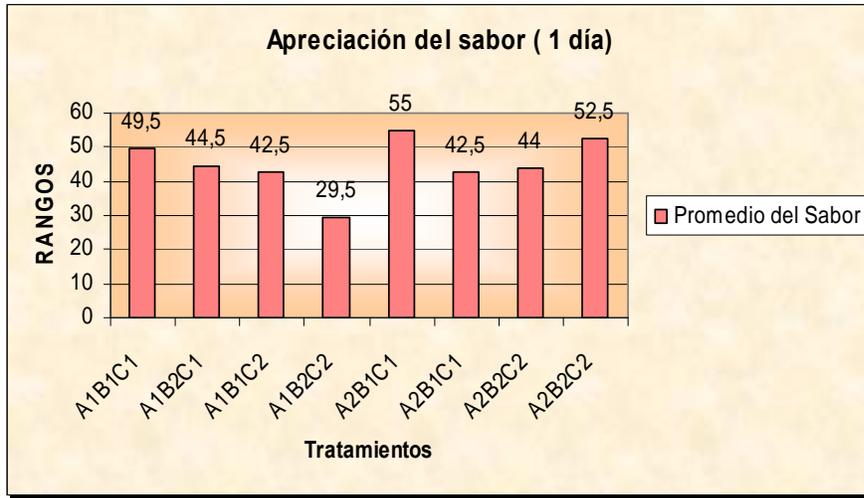
Según el gráfico se observa que el mejor tratamiento es el T5 (Crema de leche al 1,5% y 0,3% de estabilizante) con un rango de 55,5 lo que significa que tiene un olor ácido característico del yogur.

CUADRO 49: Sabor a 1 día de elaborado el producto

| | T1 | R | T2 | R | T3 | R | T4 | R | T5 | R | T6 | R | T7 | R | T8 | R | SUMA |
|-----------------|----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|-------------|-----|---------------|-----|-------------|-----|---------------|--------------|
| 1 | 2 | 1,5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 2 | 1,5 | 3 | 5 | 4 | 8 | 3 | 5 | 3 | 5 | 36 |
| 2 | 4 | 6 | 3 | 2,5 | 4 | 6 | 3 | 2,5 | 4 | 6 | 4 | 6 | 2 | 1 | 4 | 6 | 36 |
| 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 8 | 3 | 4 | 36 |
| 4 | 4 | 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 7 | 3 | 3 | 4 | 7 | 3 | 3 | 36 |
| 5 | 4 | 7,5 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 4 | 7,5 | 2 | 1,5 | 2 | 1,5 | 3 | 4,5 | 36 |
| 6 | 1 | 2,5 | 2 | 5,5 | 1 | 2,5 | 1 | 2,5 | 2 | 5,5 | 1 | 2,5 | 4 | 7,5 | 4 | 7,5 | 36 |
| 7 | 4 | 7 | 2 | 4,5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 2 | 4,5 | 1 | 2 | 4 | 7 | 4 | 7 | 36 |
| 8 | 1 | 1,5 | 4 | 7 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 7 | 4 | 7 | 1 | 1,5 | 2 | 4 | 36 |
| 9 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 2 | 7,5 | 2 | 1,5 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 2 | 1,5 | 4 | 7,5 | 36 |
| 10 | 4 | 8 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 36 |
| SUMA | | 49,5 | | 44,5 | | 42,5 | | 29,5 | | 55 | | 42,5 | | 44 | | 52,5 | 360 |
| CUADRADO | | 2450,3 | | 1980,3 | | 1806,3 | | 870,25 | | 3025 | | 1806,3 | | 1936 | | 2756,3 | 16631 |
| MEDIA | 3 | | 2,9 | | 2,5 | | 2,3 | | 3,2 | | 2,8 | | 2,9 | | 3,3 | | |

| Valor tabular | | Valor Calculado |
|---------------|------|--------------------|
| 0.05 | 0.01 | 7,18 ^{NS} |
| 14.5 | 18.5 | |

Luego del análisis de la prueba de Friedman se observa que no existe significación estadística para ninguno de los tratamientos lo que significa que todos tuvieron la misma aceptabilidad y por lo tanto son iguales.

GRÁFICO 33: Sabor a un día de elaborado el producto

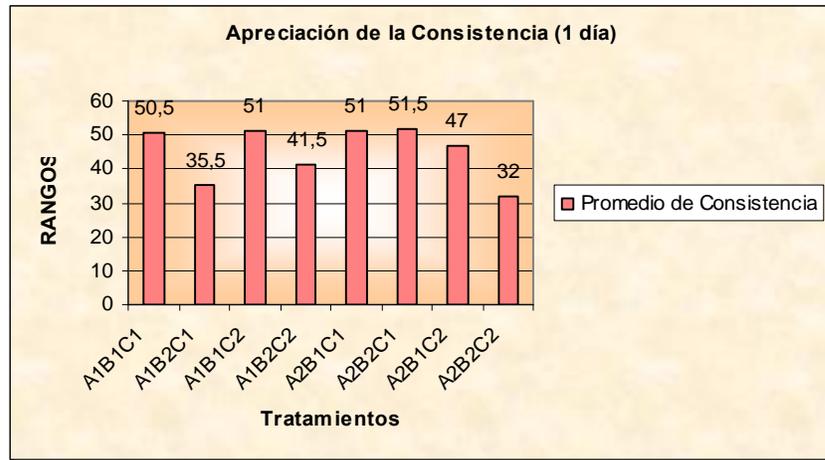
El gráfico indica que el mejor tratamiento es el T5 (crema de leche al 1,5% y 0,3% de estabilizante) con un rango de 55 lo que significa que tienen un sabor de poco ácido a ácido normal.

CUADRO 50: Textura a 1 día de elaborado el producto

| | T1 | R | T2 | R | T3 | R | T4 | R | T5 | R | T6 | R | T7 | R | T8 | R | SUMA |
|-----------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|-------------|-----|---------------|-----|-------------|-----|---------------|-----|-------------|----|-------------|--------------|
| 1 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 8 | 36 |
| 2 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 1 | 1,5 | 4 | 7,5 | 3 | 4,5 | 4 | 7,5 | 1 | 1,5 | 36 |
| 3 | 3 | 5 | 2 | 2,5 | 4 | 7 | 4 | 7 | 2 | 2,5 | 4 | 7 | 2 | 2,5 | 2 | 2,5 | 36 |
| 4 | 4 | 6,5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 2 | 1 | 4 | 6,5 | 36 |
| 5 | 4 | 6 | 3 | 2,5 | 4 | 6 | 3 | 2,5 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 1 | 1 | 36 |
| 6 | 3 | 3,5 | 2 | 1 | 4 | 7 | 4 | 7 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 4 | 7 | 3 | 3,5 | 36 |
| 7 | 4 | 7 | 3 | 4,5 | 1 | 2 | 1 | 2 | 4 | 7 | 3 | 4,5 | 4 | 7 | 1 | 2 | 36 |
| 8 | 2 | 3,5 | 4 | 7 | 4 | 7 | 4 | 7 | 2 | 3,5 | 3 | 5 | 1 | 1,5 | 1 | 1,5 | 36 |
| 9 | 4 | 6 | 2 | 2 | 4 | 6 | 3 | 3 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 1 | 1 | 36 |
| 10 | 2 | 4,5 | 2 | 4,5 | 2 | 4,5 | 2 | 4,5 | 2 | 4,5 | 2 | 4,5 | 2 | 4,5 | 2 | 4,5 | 36 |
| SUMA | | 50,5 | | 35,5 | | 51 | | 41,5 | | 51 | | 51,5 | | 47 | | 32 | 360 |
| CUADRADO | | 2550,3 | | 1260,3 | | 2601 | | 1722,3 | | 2601 | | 2652,3 | | 2209 | | 1024 | 16620 |
| MEDIA | 3,1 | | 2,6 | | 3,1 | | 2,7 | | 3,1 | | 3,2 | | 2,9 | | 2 | | |

| Valor tabular | | Valor Calculado |
|---------------|-------------|-----------------|
| 0.05 | 0.01 | 7^{NS} |
| 14.5 | 18.5 | |

Con respecto a la consistencia del yogur natural a un día de elaborado se puede decir que no existe diferencia estadística entre los tratamientos por lo tanto son iguales.

GRÁFICA N° 34: Consistencia a un día de elaborado el producto

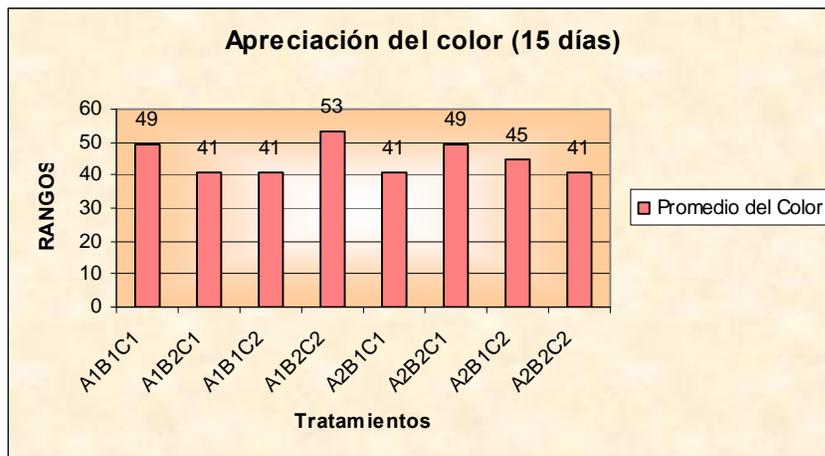
Según el gráfico muestra que el mejor tratamiento es el T6 (crema de leche al 3% y 0.3% de estabilizante) con un rango de 51,5 lo que significa que el yogur es medianamente viscoso.

CUADRO 51: Color a los 15 días de elaborado el producto

| | T1 | R | T2 | R | T3 | R | T4 | R | T5 | R | T6 | R | T7 | R | T8 | R | SUMA |
|-----------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|--------------|
| 1 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 36 |
| 2 | 4 | 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 7 | 3 | 3 | 4 | 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 36 |
| 3 | 3 | 2,5 | 3 | 2,5 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 3 | 2,5 | 3 | 2,5 | 36 |
| 4 | 4 | 5,5 | 4 | 5,5 | 4 | 5,5 | 3 | 1,5 | 4 | 5,5 | 4 | 5,5 | 4 | 5,5 | 3 | 1,5 | 36 |
| 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 3 | 1 | 4 | 5 | 4 | 5 | 36 |
| 6 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 7 | 4 | 7 | 36 |
| 7 | 3 | 6 | 3 | 6 | 1 | 2 | 3 | 6 | 1 | 2 | 3 | 6 | 1 | 2 | 3 | 6 | 36 |
| 8 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 36 |
| 9 | 4 | 5 | 3 | 1 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 36 |
| 10 | 4 | 6 | 4 | 6 | 3 | 2 | 4 | 6 | 3 | 2 | 4 | 6 | 4 | 6 | 3 | 2 | 36 |
| SUMA | | 49 | | 41 | | 41 | | 53 | | 41 | | 49 | | 45 | | 41 | 360 |
| CUADRADO | | 2401 | | 1681 | | 1681 | | 2809 | | 1681 | | 2401 | | 2025 | | 1681 | 16360 |
| | 3,6 | | 3,1 | | 3,3 | | 3,7 | | 3,3 | | 3,6 | | 3,4 | | 3,1 | | |

| Valor tabular | | Valor Calculado |
|---------------|------|--------------------|
| 0.05 | 0.01 | 2,67 ^{NS} |
| 14.5 | 18.5 | |

Luego de realizado la prueba de Friedman se observa que no existe diferencia significativa en ninguno de los tratamientos lo que quiere decir que todos tuvieron la misma aceptabilidad, y por lo tanto el color de yogur se mantiene igual en los 15 días.

GRÁFICO 35: Color a los 15 días de elaborado el producto

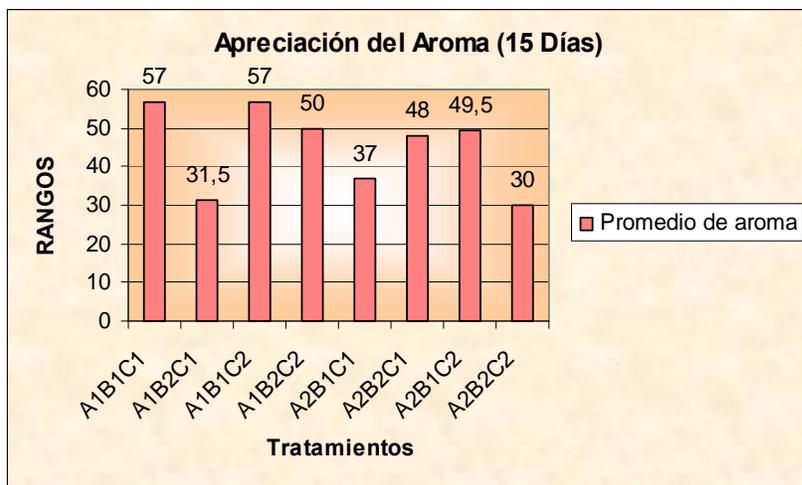
El gráfico muestra que el mejor tratamiento en este caso es el T4 (MTH al 3% y sin estabilizante) con un rango de 53 lo que indica que tiene un color entre blanco intenso y blanco crema característico del yogur, mientras que en el primer día el mejor tratamiento fue el T8 (crema de leche al 3% y 0,3% de estabilizante) con un rango de 56, los dos tratamientos se encuentran en los rangos de color entre blanco intenso y blanco crema característico del yogur natural, por lo que se deduce que en el transcurso de los quince días el color no cambió.

CUADRO 52: Olor a los 15 días de elaborado el producto

| | T1 | R | T2 | R | T3 | R | T4 | R | T5 | R | T6 | R | T7 | R | T8 | R | SUMA |
|-----------------|-----|-------------|-----|---------------|-----|-------------|-----|-------------|----|-------------|-----|-------------|-----|---------------|-----|------------|--------------|
| 1 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 4 | 4,5 | 36 |
| 2 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 4 | 7,5 | 4 | 7,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 36 |
| 3 | 2 | 3,5 | 2 | 3,5 | 3 | 6,5 | 2 | 3,5 | 3 | 6,5 | 2 | 3,5 | 4 | 8 | 1 | 1 | 36 |
| 4 | 4 | 6,5 | 1 | 1,5 | 2 | 3,5 | 2 | 3,5 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 1 | 1,5 | 36 |
| 5 | 4 | 7 | 3 | 3 | 4 | 7 | 4 | 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 36 |
| 6 | 4 | 7,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 4 | 7,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 36 |
| 7 | 4 | 5,5 | 2 | 1 | 4 | 5,5 | 4 | 5,5 | 3 | 2 | 4 | 5,5 | 4 | 5,5 | 4 | 5,5 | 36 |
| 8 | 3 | 5 | 3 | 5 | 3 | 5 | 4 | 5 | 1 | 1,5 | 3 | 8 | 3 | 5 | 1 | 1,5 | 36 |
| 9 | 4 | 7 | 3 | 3 | 4 | 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 7 | 3 | 3 | 36 |
| 10 | 4 | 7 | 3 | 3 | 4 | 7 | 4 | 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 36 |
| SUMA | | 57 | | 31,5 | | 57 | | 50 | | 37 | | 48 | | 49,5 | | 30 | 360 |
| CUADRADO | | 3249 | | 992,25 | | 3249 | | 2500 | | 1369 | | 2304 | | 2450,3 | | 900 | 17014 |
| MEDIA | 3,6 | | 2,7 | | 3,5 | | 3,4 | | 3 | | 3,3 | | 3,5 | | 2,6 | | |

| Valor tabular | | Valor Calculado |
|---------------|-------------|---------------------------|
| 0.05 | 0.01 | 13,56^{NS} |
| 14.5 | 18.5 | |

En cuanto al aroma a un día después de elaborado el producto, todos los tratamientos tuvieron la misma aceptabilidad, lo que indica que todos los tratamientos son iguales, por lo tanto todos tuvieron la misma aceptabilidad

GRÁFICO 36: Olor a los 15 días de elaborado el producto

El gráfico indica que el mejor tratamiento es el T1 (MTH al 1,5% y 0,3% de estabilizante) y el T3 (MTH al 1,5%, sin estabilizante) con un rango de 57 lo que significa que tiene un aroma entre fuertemente ácido y ácido normal, mientras que en el primer día el mejor tratamiento fue el T5 (crema de leche al 1,5% y 0,0% de estabilizante) con un rango de 55,5 lo que indica que tenía un olor ácido característico del yogur, esto significa que en el transcurso de los quince días el olor se volvió fuertemente ácido.

CUADRO 53: Sabor a los 15 días de elaborado el producto

| | T1 | R | T2 | R | T3 | R | T4 | R | T5 | R | T6 | R | T7 | R | T8 | R | SUMA |
|-----------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|-------------|-----|---------------|-----|-------------|-----|---------------|----|---------------|-----|---------------|--------------|
| 1 | 4 | 8 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 36 |
| 2 | 4 | 7,5 | 1 | 1,5 | 4 | 7,5 | 1 | 1,5 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 3 | 4,5 | 36 |
| 3 | 2 | 1 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 7,5 | 4 | 7,5 | 3 | 4 | 36 |
| 4 | 4 | 7 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 7 | 4 | 7 | 3 | 3 | 36 |
| 5 | 4 | 7,5 | 4 | 7,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 36 |
| 6 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 2 | 1 | 4 | 6,5 | 3 | 3 | 36 |
| 7 | 4 | 6,5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 3 | 3 | 1 | 1 | 36 |
| 8 | 2 | 2 | 3 | 5,5 | 2 | 2 | 4 | 8 | 3 | 5,5 | 3 | 5,5 | 2 | 2 | 3 | 5,5 | 36 |
| 9 | 2 | 1 | 3 | 4 | 4 | 7,5 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 7,5 | 3 | 4 | 36 |
| 10 | 4 | 8 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 2 | 4 | 36 |
| SUMA | | 55 | | 43 | | 45 | | 41,5 | | 42 | | 47,5 | | 49,5 | | 36,5 | 360 |
| CUADRADO | | 3025 | | 1849 | | 2025 | | 1722,3 | | 1764 | | 2256,3 | | 2450,3 | | 1332,3 | 16424 |
| MEDIA | 3,4 | | 2,7 | | 2,9 | | 2,7 | | 2,8 | | 2,9 | | 3 | | 2,5 | | |

| Valor tabular | | Valor Calculado |
|---------------|------|--------------------|
| 0.05 | 0.01 | 3,73 ^{NS} |
| 14.5 | 18.5 | |

Luego del análisis de la prueba de Friedman, se encontró que no existe diferencia significativa, por lo tanto todos los tratamientos tuvieron la misma aceptabilidad.

GRÁFICO 37: Sabor a los 15 días de elaborado el producto

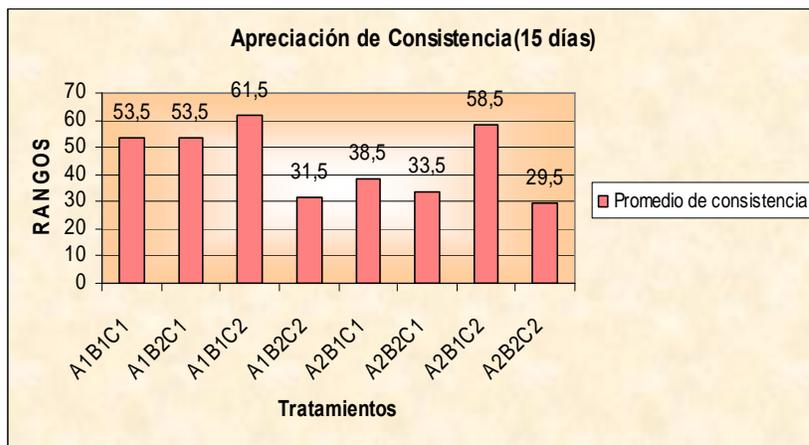
El gráfico indica que el T1 (MTH al 1,5% y 0,3% de estabilizante) es el mejor con un rango de 55 lo que indica que el sabor del yogur es entre poco ácido y ácido normal, mientras que en el primer día el mejor tratamiento fue el T5 (crema de leche al 1,5% y 0,0% de estabilizante) con un rango de 55, los dos tratamientos se encuentran en los dos rangos de un sabor poco ácido y ácido normal lo que significa que en el transcurso de los quince días no cambio el sabor del yogur.

CUADRO 54: Textura a los 15 días de elaborado el producto

| | T1 | R | T2 | R | T3 | R | T4 | R | T5 | R | T6 | R | T7 | R | T8 | R | SUMA |
|-----------------|-----|---------------|-----|---------------|----------|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|-----|---------------|--------------|
| 1 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 2 | 1 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 36 |
| 2 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 3 | 1 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 36 |
| 3 | 2 | 2,5 | 2 | 2,5 | 4 | 7 | 4 | 7 | 2 | 2,5 | 2 | 2,5 | 4 | 7 | 3 | 5 | 36 |
| 4 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 3 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 6,5 | 2 | 2 | 36 |
| 5 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 1 | 1,5 | 4 | 6,5 | 2 | 3,5 | 2 | 3,5 | 1 | 1,5 | 36 |
| 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 3 | 2,5 | 4 | 6 | 2 | 1 | 4 | 6 | 3 | 2,5 | 36 |
| 7 | 3 | 3,5 | 4 | 7 | 4 | 7 | 3 | 3,5 | 3 | 3,5 | 2 | 1 | 4 | 7 | 3 | 3,5 | 36 |
| 8 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 1 | 1,5 | 3 | 3 | 4 | 6 | 4 | 6 | 1 | 1,5 | 36 |
| 9 | 4 | 6,5 | 3 | 3 | 4 | 6,5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 6,5 | 4 | 6,5 | 2 | 1 | 36 |
| 10 | 4 | 6 | 4 | 6 | 4 | 6 | 3 | 2,5 | 4 | 6 | 2 | 1 | 4 | 6 | 3 | 2,5 | 36 |
| SUMA | | 53,5 | | 53,5 | 4 | 61,5 | | 31,5 | | 38,5 | | 33,5 | | 58,5 | | 29,5 | 360 |
| CUADRADO | | 2862,3 | | 2862,3 | | 3782,3 | | 992,25 | | 1482,3 | | 1122,3 | | 3422,3 | | 870,25 | 17396 |
| MEDIA | 3,7 | | 3,7 | | 4 | | 2,8 | | 3,1 | | 2,8 | | 3,8 | | 2,6 | | |

| Valor tabular | | Valor Calculado |
|---------------|-------------|-----------------|
| 0.05 | 0.01 | 19,93** |
| 14.5 | 18.5 | |

Después de realizada la prueba de Friedman para la característica organoléptica de textura del yogur a los 15 días de elaborado se encontró que existe diferencia altamente significativa, es decir que todos los tratamientos son diferentes, esto indica que en el transcurso de los 15 días cambia la consistencia del yogur en todos los tratamientos.

GRÁFICO 38: Textura a los 15 días de elaborado el producto

En el gráfico 38 se puede apreciar una gran diferencia en todos los tratamientos pero cabe resaltar que el T3 (MTH al 3% y sin estabilizante) con un rango de 61,5 cumple con las características de viscosidad del yogur, mientras que en el primer día el mejor tratamiento fue el T6 (crema de leche al 3% y 0.3% de estabilizante) con un rango de 51,5 lo que indica que era un yogur medianamente viscoso, esto significa que en el transcurso de los quince días cambio de medianamente viscoso a viscoso normal.

CAPÍTULO V

5 CONCLUSIONES

- * El yogur tipo II elaborado con leche concentrada por micro filtración tangencial, utilizando dos tipos de grasa y porcentaje de estabilizante es de muy buena calidad, ya que se obtuvo un producto con mayor porcentaje de proteína, sólidos totales, mayor viscosidad y se evitó al máximo el desuerado, por lo que se concluye que se cumple la hipótesis alternativa.
- * Luego de realizar análisis de sólidos totales y proteína en la leche concentrada se puede decir que existió un aumento de 9.29% (leche descremada) a 14,78% (leche concentrada) en sólidos totales; con respecto a proteína aumentó de 3.03 g/100 g (leche descremada) a 5.86 g/100 g (leche concentrada); por lo que se concluye que el equipo de micro filtración tangencial si desempeña su función de concentración correctamente.
- * Los tipos de grasa utilizados para la elaboración de yogur dieron excelentes resultados, ya que cada tipo influye en determinadas características del yogur, la crema de leche ayudó a disminuir el tiempo de fermentación, produjo mayor viscosidad, disminuyó el desuerado y produjo mayor rendimiento, mientras que la grasa MTH ayudó a disminuir la acidez y aumentó el porcentaje de sólidos totales.
- * Luego de realizados los análisis de viscosidad y sinéresis se puede concluir que el uso de estabilizante ayudó a obtener una mayor consistencia en el caso de la viscosidad, evitó que exista sinéresis en el yogur, además incrementó el porcentaje de sólidos totales y aumentó el rendimiento en el producto final.
- * En el tiempo de fermentación el mejor tratamiento es el T8 (crema de leche al 3% de grasa y sin estabilizante), con una media de 4 horas, este

valor se debe a que con crema de leche, un porcentaje alto de grasa y sin presencia de estabilizante ayudan a disminuir el tiempo de fermentación.

- * En la sinéresis el mejor tratamiento es el T5 (crema de leche al 1,5% y 0.3% de estabilizante) ya que es el que menos se desuera, esto indica que la crema de leche en un porcentaje del 3% de grasa y la presencia de estabilizante evitan que exista sinéresis.
- * En la viscosidad los mejores tratamiento son el T5 (crema de leche al 1.5% y 0.3% de estabilizante) y el T6 (crema de leche al 3% y 0.3% de estabilizante) con una consistencia mayor a los demás tratamientos lo que indica que la presencia de crema de leche y estabilizante en el yogur produce mayor viscosidad.
- * En la acidez del yogur el mejor tratamiento son T4 (MTH con 3% de grasa y 0.0% de estabilizante), lo indica que con MTH, mayor porcentaje de grasa y sin estabilizante disminuye la acidez, mientras que con un menor porcentaje de grasa y presencia de estabilizante aumenta la acidez.
- * En el rendimiento con referencia al volumen inicial de la leche es de 50,52%, es decir que el 49,48% que no se utiliza es eliminado en el permeado, el 50,52% de leche concentrada obtenida tiene un 14,48% de sólidos totales por lo que los costos de producción son bajos y si se reutilizara el permeado bajaría aún más los costos de producción de yogur.
- * En el rendimiento con referencia al volumen de leche concentrada es de 108,65%, siendo el mejor tratamiento el T6 (crema de leche al 3% y 0.3% de estabilizante), lo que indica que con crema de leche al 3% y con estabilizante produce mayor cantidad de producto.
- * En los análisis organolépticos se puede concluir que tuvieron buenas características en cuanto al color, olor, sabor y no existió diferencia estadística en ninguno de los tratamientos, además cabe resaltar que todos

tuvieron la misma aceptabilidad por parte de los degustadores por lo tanto se obtuvo un yogur natural de buena calidad, lo que significa que la utilización de leche concentrada por micro filtración tangencial, el uso de grasa y estabilizante no influye en las características organolépticas del yogur.

- * En cuanto a la consistencia del yogur a los 15 días de elaborado el producto si existió significación estadística, lo que significa que la utilización de leche concentrada por micro filtración tangencial, el uso de grasa y estabilizante influyen en la consistencia del yogur.
- * El T5 (crema de leche al 1,5% y 0.3% de estabilizante) es el mejor ya que influye en las características organolépticas, mejora el rendimiento, aumenta el porcentaje de sólidos totales, proteína, y evita la sinéresis ayudando de esta manera a mejorar las condiciones económicas del producto, debido a que este tendrá mayor aceptación por el cliente y por lo crea mayor rentabilidad.

CAPÍTULO

VI

6 RECOMENDACIONES

- * Controlar con más frecuencia la acidez durante la fermentación para evitar que se sobrepase los ° D normales del yogur.
- * Realizar otras investigaciones aplicando microfiltración en otros tipos de productos para mayor utilización de esta nueva tecnología.
- * Probar diferentes niveles de grasa MT-H y Crema de leche en la elaboración de yogur y otros productos lácteos.
- * Utilizar el permeado en otros procesos para rebajar los costos de producción.
- * En cuanto a lo económico se recomienda el T5 (crema de leche al 3% y 0,3% de estabilizante) ya que este aumenta el porcentaje de rendimiento del producto por ende produce mayor rentabilidad, evita la sinéresis mejora las características organolépticas del producto creando de esta manera mayor aceptación del cliente, y aumenta el porcentaje de sólidos totales siendo este un factor muy importante en la composición nutricional del yogur. Para bajar los costos de producción se recomienda el T8 (crema de leche al 3% de grasa con 0,0 de estabilizante), debido a que es el tratamiento que ocupa menos tiempo en la fermentación.
- * Investigar mas acerca de nuevas tecnologías y realizar alianzas con universidades como lo que se realizó con la Escuela Politécnica Nacional y la Universidad Técnica del Norte con el fin de dar nuevas oportunidades a los estudiantes y dar a conocer a las grandes empresas sobre las opciones que ofrecen las nuevas tecnologías, para de esta manera mejorar las condiciones de vida de nuestro entorno.

CAPÍTULO

VII

7 RESUMEN

Esta investigación se realizó con la utilización de un equipo de microfiltración tangencial el cual concentró la leche descremada aumentando su porcentaje de sólidos totales para la elaboración de yogur Tipo II, también a esta leche se le incorporó dos tipos de grasa: una vegetal (MT-H = manteca heladera) y una animal proveniente de la misma leche, la crema, en porcentajes del 1,5% y al 3 % para cumplir con las características de porcentaje de grasa de yogur tipo II que especifica la norma ecuatoriana.

El yogur proveniente de la leche con adición de crema disminuye el tiempo de fermentación, produce mayor viscosidad y mayor rendimiento, disminuye la sinéresis; mientras que el yogur proveniente de la adición de leche con grasa MTH disminuye la acidez, aumenta la sinéresis y el porcentaje de sólidos totales; El yogur con porcentaje de grasa del 3,0% con respecto al yogur con 1,5% de grasa disminuye el tiempo de fermentación, disminuye la acidez y la sinéresis, aumenta el porcentaje de sólidos totales y produce mayor rendimiento.

Se utilizó un tipo de estabilizante con el fin de probar su eficiencia en la elaboración de yogur y comprobar la influencia que produce en la viscosidad y sinéresis del mismo, luego de analizar los resultados se obtuvo que el estabilizante evita la sinéresis, aumenta la viscosidad y el porcentaje de sólidos totales, produce mayor rendimiento, aumenta el tiempo de fermentación y los valores de acidez.

Con respecto a las características organolépticas todos los tratamientos tuvieron la misma aceptabilidad por el panel de degustación por lo tanto se obtuvo un yogur tipo II de muy buena calidad, lo que significa que la utilización de leche concentrada por micro filtración tangencial mejora la calidad de los productos lácteos.

Luego de terminada la investigación se llegó a la conclusión que el mejor tratamiento es el T5 (crema de leche al 3% y 0,3% de estabilizante) ya que este aumenta el rendimiento del producto, evita la sinéresis mejora las características

organolépticas del producto creando de esta manera mayor aceptación del cliente, y aumenta el porcentaje de sólidos totales (proteína y grasa) siendo este un factor muy importante en la composición nutricional del yogur, creando así mayor rentabilidad.

La investigación se la realizó en la Provincia de Imbabura, en los laboratorios de la UTN (FICAYA), en la unidad productiva de lácteos. El equipo de micro filtración tangencial fue facilitado por la escuela politécnica nacional. Para esta investigación se utilizó leche descremada.

CAPÍTULO VIII

8 SUMMARY

This investigation is based on the use of a equipment of micro tangential filtration which takes charge of concentrating the uncream milk increasing its percentage of total solids and protein for the elaboration of yogurt Type II, which was incorporated two types of fat: a vegetable fat (MT-H = fat freezer) and an animal fat (milk's cream) in different percentages to 1,5% and 3% to prove their efficiency in the physiochemical characteristics of the yogurt, being that the cream of milk diminishes the time of fermentation, the acidity increases it produces bigger viscosity and bigger yield, it diminishes the syneresis and the percentage of total solids; the fatty MTH increases the time of fermentation it diminishes the acidity, it produces smaller viscosity and smaller yield, it increases the syneresis and the percentage of total solids; With a percentage of fat of 1,5% it increases the time of fermentation, the acidity and the syneresis, it diminishes the percentage of total solids and it produces smaller yield, while with 3% of fat it diminishes the time of fermentation, the acidity, it avoids the syneresis, it increases the percentage of total solids and it produces bigger yield, The percentage of fat it doesn't influence in the viscosity of the product.

A new estabilizer was also used (Obsigel 8-AGT) with the purpose of to prove its efficiency in the elaboration of yogurt and to check the influence that takes place in the viscosity and syneresis of the same one; after analyzing the results it was obtained that the estabilizer Obsigel 8-AGT avoid the syneresis and the viscosity, the percentage of total solids increases; it produces bigger yield; but it increases the time of fermentation and the acidity values.

With regard to the characteristic organoleptic all the treatments had the same acceptability therefore for the tasting panel a yogurt type it was obtained II of very good quality, what means that the use of concentrated milk for micro filtration tangential improvement the quality of the milky products.

The investigation was carried out it in the Imbabura Province, in the laboratories of the NTU (FICAYA), in the productive unit of milky. The team of micro tangential filtration was facilitated by the National Polytechnic School; the uncreamed milk was obtained of the milky company FLORALP.

CAPÍTULO

IX

9 BIBLIOGRAFÍA

1. ALAIS, CH. (1985) “Ciencia de la leche” Editorial Reverte S.A.
2. A.M.M. (1985). “Manual de tecnología y control de calidad de productos lácteos”. Editorial MVC.
3. BONILLA, J. (1982) “Manual didáctico sobre método analíticos para el control de calidad en leche en sus productos”. Imprenta Cosmos, Loja – Ecuador. p. 30, 31, 37, 50.
4. CHISHE, J. KOPLIS, G. (1982) “Proceso de Transporte y Operaciones Unitarias “. Lengua española- Primera Edición. p. 66-70, 698-700.
5. DUBACH, J. (1980) “El ABC para quesería rural del Ecuador”. Publicado por proyecto de queserías rurales .Quito- Ecuador. p. 2.
6. FAO (1983) “Composición y propiedades de la leche” Redactado por Héctor Covacevich. Santiago Chile.
7. FRANCIS, P. RODRÍGUEZ, H. (1986) “Introducción a la lactología”.
8. <http://www.infoleche.com/fepale/fepale/capacitacion/filtracion.php>(2007)
9. <http://www.obesidad.net/spanish2002/default.htm>(2007)
10. <http://www.educar.org/inventos/yogur.asp>(2007)
11. <http://www.processscientific.com/cross.htm>(2005)
12. <http://www.obsidian.com.ec>(2007).
13. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 6. Quito – Ecuador. p. 2.

14. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 010. Quito – Ecuador. p. 1,4.
15. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 9:2003. Quito – Ecuador. p.3.
16. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 11. Quito – Ecuador. p.2, 3.
17. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 12. Quito – Ecuador. p.3, 4.
18. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 13. Quito – Ecuador. p.1-3.
19. INEN Instituto Ecuatoriano de Normalización. Norma Técnica No 2 395:2066 Quito –Ecuador. p.1, 3.
20. LA WSON. H (1980). “Aceites y grasas alimenticias” Editorial Acribia S.A. p.61.
21. LOPEZ A. (2003). “Manual de industrias lácteas”. Madrid-España 2003 Tetra Pak Processigg System A.B. p. 21, 123, 125, 244, 246.
22. “Manual para el control de la calidad de la leche fresca recibida en fábricas y estaciones”. Nestle - Cayambe. p.38, 52.
23. OROZCO F. (1982). Manuales para educación agropecuaria. “Elaboración de Productos lácteos”. Editorial Trillas- México. p. 37, 45, 59, 60.

24. OROZCO, F. (1982). Manuales para educación agropecuaria. “Taller de leche”. Editorial Trillas- México. p. 99,100.

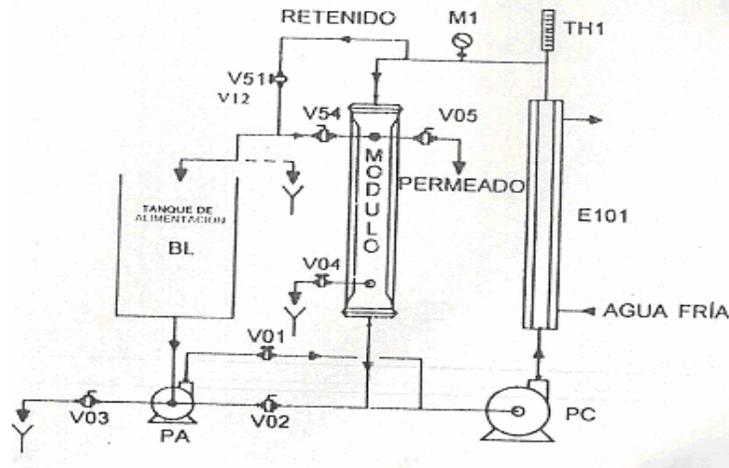
CAPÍTULO

X

ANEXO N° 1
Microfiltración Tangencial

DESCRIPCIÓN DEL MODULO DE MFT

El equipo es una unidad que opera en modo batch, y que consta de los siguientes elementos:



Unidad Piloto de Micro filtración tangencial

Un tanque de alimentación de 20 litros de capacidad (BL).

Una bomba de alimentación tipo centrífuga (PA).

Una bomba de circulación tipo centrífuga (PC).

Un Intercambiador de calor tubular (E101).

Un módulo de filtración que contiene en su interior una membrana de cerámica (soporte de albúmina de estructura macroporosa) de 0,1 μm o 0,2 μm de diámetro de poro y con una superficie de membrana de 0,2 m^2 .

Una válvula para regular el flujo de alimentación (V01).

Una válvula para eliminar el contenido del módulo (V02) – cerrada durante el proceso.

Una válvula para vaciar el tanque de alimentación (V03) – cerrada durante el proceso.

Dos válvulas (V04) (V05) para la salida del permeado – abierta durante el proceso.

Una válvula para flujo de toma corriente (V54) – cerrada durante el proceso.

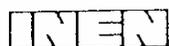
Las válvulas V01 y V51 para regular el flujo de recirculación y la presión.

Un manómetro para medir la presión en la entrada del módulo (M1).

Un termómetro para medir la temperatura a la salida del intercambiador (TH1).

ANEXO N° 2

Leches fermentadas: Requisitos



INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN

Quito - Ecuador

NORMA TÉCNICA ECUATORIANA

NTE INEN 2 395:2006

LECHES FERMENTADAS. REQUISITOS.

Primera Edición

FERMENTED MILKS - SPECIFICATIONS.

First Edition

INSTITUTO ECUATORIANO DE NORMALIZACIÓN
BIBLIOTECA

DESCRIPTORES: Alimentos, leche y productos lácteos, leches fermentadas, requisitos.
AI 03 01 442
CDU: 637.146
CDD: 3112
ICS: 67.100.01

Nombre de la Compañía
Industrial
Sociedad

LEY DE PROTECCIÓN DE LOS DERECHOS
INDUSTRIALES

1950
100-100

1. OBJETO

1.1 La presente ley tiene por objeto establecer las bases legales para la protección de los derechos industriales.

2. ALCANCE

2.1 La presente ley aplica a las leyes de los Estados Unidos, las leyes de los Estados Unidos y las leyes de los Estados Unidos.

a. DEFINICIONES

3.1 En esta ley, las palabras "derechos industriales" significan los derechos de propiedad intelectual en los Estados Unidos, las patentes, los derechos de autor, los derechos de marca y los derechos de diseño industrial, y las leyes de los Estados Unidos y las leyes de los Estados Unidos.

3.2 En esta ley, las palabras "derechos industriales" significan los derechos de propiedad intelectual en los Estados Unidos, las patentes, los derechos de autor, los derechos de marca y los derechos de diseño industrial, y las leyes de los Estados Unidos y las leyes de los Estados Unidos.

3.3 En esta ley, las palabras "derechos industriales" significan los derechos de propiedad intelectual en los Estados Unidos, las patentes, los derechos de autor, los derechos de marca y los derechos de diseño industrial, y las leyes de los Estados Unidos y las leyes de los Estados Unidos.

3.4 En esta ley, las palabras "derechos industriales" significan los derechos de propiedad intelectual en los Estados Unidos, las patentes, los derechos de autor, los derechos de marca y los derechos de diseño industrial, y las leyes de los Estados Unidos y las leyes de los Estados Unidos.

3.5 En esta ley, las palabras "derechos industriales" significan los derechos de propiedad intelectual en los Estados Unidos, las patentes, los derechos de autor, los derechos de marca y los derechos de diseño industrial, y las leyes de los Estados Unidos y las leyes de los Estados Unidos.

3.6 En esta ley, las palabras "derechos industriales" significan los derechos de propiedad intelectual en los Estados Unidos, las patentes, los derechos de autor, los derechos de marca y los derechos de diseño industrial, y las leyes de los Estados Unidos y las leyes de los Estados Unidos.

3.7 En esta ley, las palabras "derechos industriales" significan los derechos de propiedad intelectual en los Estados Unidos, las patentes, los derechos de autor, los derechos de marca y los derechos de diseño industrial, y las leyes de los Estados Unidos y las leyes de los Estados Unidos.

3.8 En esta ley, las palabras "derechos industriales" significan los derechos de propiedad intelectual en los Estados Unidos, las patentes, los derechos de autor, los derechos de marca y los derechos de diseño industrial, y las leyes de los Estados Unidos y las leyes de los Estados Unidos.

ESTA LEY SE APLICARÁ A LOS DERECHOS INDUSTRIALES QUE SE ADQUIERAN DESPUÉS DE LA PROMULGACIÓN DE ESTA LEY.

(Continúa)

LEY DE PROTECCIÓN DE LOS DERECHOS INDUSTRIALES

4. CLASIFICACIÓN

4.1 De acuerdo a sus características las leches fermentadas, se clasifican:

4.1.1 Según el contenido de grasa

- a) Tipo I. Elaborado con leche entera, leche integra o leche integral.
- b) Tipo II. Elaborado con leche semi descremada o semidesnatada.
- c) Tipo III. Elaborado con leche descremada o desnatada.

4.1.2 De acuerdo a los ingredientes, las leches fermentadas, se clasifica en:

- a) natural
- b) con fruta
- c) azucarado
- d) edulcorado
- e) con otros ingredientes (ver 6.1.4)
- f) saborizado o aromatizado

4.1.3 De acuerdo al proceso de elaboración

- a) batido
- b) coagulado o afianado
- c) bebible
- d) concentrado
- e) deslactosado

4.1.4 De acuerdo al contenido de etanol, el Kefir se clasifica en:

- a) Kefir suave
- b) Kefir fuerte

5. DISPOSICIONES GENERALES

5.1 La leche que se utilice para la elaboración de leches fermentadas debe cumplir con la NTE INEN 9, y posteriormente ser pasteurizada (ver NTE INEN 10) o esterilizada (ver NTE INEN 701) y debe manipularse en condiciones sanitarias que impidan su contaminación con microorganismos patógenos.

5.2 Se permite el uso de otras leches diferentes a las de vaca, siempre que en etiqueta se declare de que mamífero procede.

5.3 Los residuos de medicamentos veterinarios y sus metabolitos no podrán superar los límites establecidos por el Codex Alimentario en su última edición.

5.4 Los residuos de plaguicidas, pesticidas y sus metabolitos, no podrán superar los límites establecidos por el Codex Alimentario en su última edición.

5.5 Se permite el uso de los aditivos establecidos en el numeral 6.5.

5.6 El contenido de aflatoxinas (biotoxinas) no podrá superar lo establecido por el Codex Alimentario, (ver tabla 4).

5.7 Se permite el uso de vitaminas y minerales y otros nutrientes específicos, de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 1 334-2 y en otras disposiciones legales vigentes.

(Continúa)

TABLA 4. Contaminantes

| Contaminante | Límite máximo |
|-------------------|---------------|
| Arsénico, como As | 0,1 mg/kg |
| Plomo, como Pb | 0,5 mg/kg |
| Aflatoxina M1 | 0,5 µg/kg |

6.5 Aditivos

6.5.1 Aromatizantes: los permitidos en la NTE INEN 2 074 (tabla 10 Lista positiva de aromas).

6.5.2 Colorantes: los permitidos en la NTE INEN 2 074 (tabla 14 Lista positiva de colorantes)

6.5.3 Espesantes, estabilizantes: Límite Máximo mg/kg (solos o mezclados)

| | |
|---|-------|
| Alginato de sodio | 5000 |
| Alginato de potasio | 5000 |
| Alginato de amonio | 1000 |
| Alginato de calcio | 5000 |
| Alginato de propilenglicol | 5000 |
| Agar | 2500 |
| Carragenina | 5000 |
| Goma de Algarrobo | 5000 |
| Goma guar | 5000 |
| Goma tragacanto | 1000 |
| Goma arábica | 5000 |
| Goma Xantan | 5000 |
| Goma guaraya | 5000 |
| Metilcelulosa | PCF |
| Metilcelulosa | 5000 |
| Carboxi metil celulosa sódica | 10000 |
| Pectina y pectina amilasa | 10000 |
| Gelatina | PCF |
| Adipato acetilado de di almidón | 10000 |
| Almidón acetilado | 10000 |
| Almidón oxidado | 10000 |
| Caragenato de Na, K, NH ₄ | 5000 |
| Fosfato acetilado de di almidón | 10000 |
| Fosfato de dialmidón | 10000 |
| Fosfato de hidroxil propil de dialmidón | 10000 |
| Fosfato de monoalmidón | 10000 |
| Fosfato fosfatado de dialmidón | 10000 |
| Hidroxipropil almidón | 10000 |

6.5.4 Edulcorantes

Sacarina y sus sales de Ca, K, Na
Aspartame
Sorbitol
Xilitol
Manitol
Sucralosa
Acesulfame de K

} PCF

6.5.5 Enzimas

Estearasa
Lactasa

} PCF

(Continúa)

6.5.6 Conservantes (que proceden exclusivamente de sustancias aromatizantes por efecto de la transferencia).

Acido sórbico y sus sales de sodio, potasio y calcio }
Dióxido de azufre } 50 mg/kg (solos o mezclados)
Acido benzoico }

6.6 Requisitos complementarios

6.6.1 Las leches fermentadas, siempre que no se hayan sometido al proceso de esterilización, deben mantenerse en refrigeración durante toda su vida útil

6.6.2 La comercialización de este producto cumplirá con lo dispuesto en las Regulaciones y Resoluciones dictadas, con sujeción a la Ley de Pesas y Medidas.

7. INSPECCION

7.1 Muestreo

7.1.1 El muestreo debe realizarse de acuerdo con lo establecido en la NTE INEN 4.

7.2 Aceptación o rechazo

7.2.1 Se acepta el lote si cumple con los requisitos establecidos en esta norma; caso contrario se rechaza.

8. ENVASADO Y EMBALADO

8.1 Envasado. Las leches fermentadas deben expenderse en envases asépticos, y herméticamente cerrados, que aseguren la adecuada conservación de la calidad del producto.

8.2 Las leches fermentadas deben acondicionarse en envases cuyo material, en contacto con el producto, sea resistente a su acción y no altere las características organolépticas del mismo.

8.3 El embalaje debe hacerse en condiciones que mantenga las características del producto y aseguren su inocuidad durante el almacenamiento, transporte y expendio.

9. ROTULADO

9.1 El Rotulado debe cumplir con los requisitos establecidos en la NTE INEN 1 334-1; 1 334-2 y en otras disposiciones legales vigentes.

9.2 A excepción de las Bebidas lácteas a base de leche fermentada, en los otros productos, en el rotulado y deben incluir el siguiente texto: "MANTENGASE EN REGRIFERACIÓN".

9.3 Cuando contenga sorbitol se debe declarar: "CONTIENE SORBITOL" "EL CONSUMO EN EXCESO DE SORBITOL PUEDE CAUSAR EFECTO LAXANTE".

ANEXO N° 3
Emulsionante obsiemul MGS-9
Especificaciones



El Telégrafo #715 y Ultimas Noticias Telf.: 2247025 / 2247026

Apartado 17-03-0161

Fax: 2247026

Quito - Ecuador

Email: obsidian@uio.satnet.net

www.obsidian.com.ec

BOLETIN TECNICO

OBSIEMUL MGS-90 **Mono estearato de glicerilo destilado**

Reg. Sanitario N° 1487INHGAN0203

DESCRIPCION

El Obsiemul MGS-90 es un emulsionante de calidad alimenticia basado en monoestearato de glicerilo destilado, al 90 % de concentración de alfa monoglicérido. Se lo utiliza en la fabricación de margarinas y en todos aquellos productos en que sea necesario estabilizar mezclas de productos grasos, sólidos y agua. En panificación desempeña además un efecto acondicionador de masas. Producto no iónico.

COMPOSICIÓN

El Obsiemul MGS-90 es fabricado a partir de materias primas de origen natural, cuidadosamente seleccionadas y que cumplen con las normas de calidad alimenticias y cosméticas.

FORMA DE APLICACIÓN

Al producto se lo añade a la masa antes o durante el amasado de dos formas: 1) Hidratado en agua: una parte de Obsiemul MGS-90 se dispersa en cuatro partes de agua a 65-70°C, y se mantiene a esa temperatura con permanente agitación por unos 15 min, con lo que se forma una pasta blanca homogénea. 2) Disuelto en la fase oleosa: el producto se disuelve a 65-70°C en parte de la grasa de panificación. Se debe evitar que el producto sufra sobrecalentamientos exagerados que pueden alterar su composición.

Dependiendo de las aplicaciones, el producto puede ser añadido en concentraciones del 0.05 al 2 %. Como emulsionante se lo usa del 0.05 al 1.2 %. Como mejorador de masas en mantecas de panificación, del 1 al 3 %.

CARACTERISTICAS FÍSICAS

| | |
|--------------------|---|
| Aspecto | Sólido granulado micropelletizado |
| Color | Blanco cremoso |
| Olor y sabor | Neutros |
| Solubilidad | Dispersible en agua caliente. Soluble en alcoholes, aceites e hidrocarburos |
| Valor de acidez | Máximo 2 |
| Punto de fusión | 65 °C |
| Glicerina libre | Máximo 1 % |
| Índice de yodo | 3 |
| Índice de saponif. | 155 - 176 |

ALMACENAMIENTO

El producto debe ser almacenado en lugares frescos y secos. En esas condiciones el producto tiene un tiempo de vida de 12 meses. La información contenida en este boletín se basa en nuestra mejor experiencia y buena intención, pero no constituye una garantía ni un compromiso de responsabilidad por los usos que se puedan dar al producto.

ANEXO N° 4

Estabilizante obsigel 8-AGT: Especificaciones

BOLETIN TECNICO

OBSIGEL 8-AGT Estabilizante para yogurt

DESCRIPCION

El OBSIGEL 8-AGT es un estabilizante completo para la fabricación de yogurt. Es una formulación equilibrada de varios hidrocoloides de calidad alimenticia, diseñada para fabricar yogurt de tipo industrial con condiciones óptimas de calidad. Su uso confiere al producto terminado las siguientes ventajas:

- Da la viscosidad y el cuerpo adecuados
- Confiere una estructura cremosa y de excelente palatabilidad, sin enmascaramiento del sabor.
- Evita la sinéresis o separación del suero
- Permite reemplazar sólidos lácteos
- Evita las sedimentaciones de fruta incorporada

APLICACIÓN

Se aplica a yogurt natural, yogurt agitado y bebida de yogurt. Estos pueden ser de tipo normal o dietéticos.

RECOMENDACIONES PARA LA FABRICACIÓN DEL YOGURT

Para obtener un yogurt de calidad óptima se deben seguir las siguientes recomendaciones:

La materia prima: la leche es la materia prima fundamental. Ésta puede ser leche entera, leche entera enriquecida por evaporación o por adición de leche en polvo o crema de leche, o leche semidescremada. Otras materias primas son el azúcar, edulcorantes artificiales o naturales, saborizantes, colorantes y fruta natural.

Procedimiento: la mezcla base de leche, azúcar o edulcorantes se calienta con permanente agitación. A 40 °C se añade el Obsigel 8-AGT mezclado con 3 a 5 partes de azúcar, preferentemente en polvo, para facilitar su dispersión. En esta operación conviene agitar intensamente para evitar grumos.

1/3



El Telégrafo #715 y Ultimas Noticias Telf.: 2247025 / 2247026
Apartado 17-03-0161 Fax: 2247026
Quito - Ecuador Email: obsidian@uio.satnet.net
www.obsidian.com.ec

BOLETIN TECNICO

Luego se calienta rápidamente, siempre con agitación, hasta una temperatura mínima de 85-90 °C y se la mantiene por 15 a 20 minutos. Esto tiene por finalidad pasteurizar la mezcla, garantizar la disolución completa del estabilizante y desnaturalizar las proteínas solubles, lo cual permite obtener un óptimo de consistencia y estabilidad. Luego se enfría rápidamente hasta la temperatura de fermentación, la cual normalmente es de 35 a 42 °C.

Yogurt al natural de tipo gel: Se añade el fermento y se envasa en los recipientes definitivos, los cuales se mantienen en quietud a la temperatura de fermentación por el tiempo necesario hasta alcanzar el pH de 4,5 a 4,3. A continuación se enfrían para detener el proceso fermentativo y se mantienen en refrigeración a 4 °C por unas 24 horas.

Yogurt agitado y bebida de yogurt: en el tanque de proceso se añade el fermento y se mantiene en quietud hasta que el pH alcance el valor de 4,5 a 4,3. A continuación se enfría hasta 25 – 18 °C, para detener el proceso fermentativo. El gel formado se agita en forma moderada con el objeto de disgregar los grumos y obtener un producto viscoso y homogéneo. Luego se envasa en los recipientes definitivos, los cuales se mantienen bajo refrigeración a 4 °C por un lapso de 24 horas, con lo cual se desarrolla totalmente la viscosidad.

DOSIFICACION

Dependiendo del tipo de yogurt que se fabrique, de su contenido de grasa, sólidos lácteos no grasos, azúcar y/o edulcorantes, la dosificación recomendada va desde 0.05 a 0.5 %. A un menor contenido de grasa y de sólidos disueltos corresponde una mayor cantidad de Obsigel 8-AGT.

Para un yogurt natural tipo gel, fabricado a partir de leche entera, la dosis es de 0,05 a 0,2 %. Para yogurt agitado hecho a partir de leche enriquecida, entera o semidescremada, la dosificación varía correspondientemente desde 0,2 a 0,5 %.

VENTAJAS FRENTE A LA GELATINA

El Obsigel 8-AGT tiene las siguientes ventajas frente a la gelatina:

- El yogurt agitado o bebida de yogurt tienen una textura más tersa y homogénea, sin la presencia de grumos o gelación durante las condiciones de refrigeración que se requieren para el transporte y expendio.
- La viscosidad y consistencia no decaen con el tiempo
- Se produce una menor sinéresis, sin la separación de suero o de asentamientos de grasa o proteína



Carretera Pan de Azúcar y Carretera Nacional - 1000 - Santa Cruz, Bolivia
Avenida 17 00 01001
Telf: 22440000
E-mail: oxidlan@oxidlan.com.bo
www.oxidlan.com.bo

BOLETIN TECNICO

- La presencia del yopart mejora las mejores condiciones climáticas durante el transporte y el almacenaje
- Tiene una mejor relación de ESTABILIDAD A COSTO

PROPIEDADES

| | |
|-------------|---|
| apariencia | Polvo blanco y fino |
| Stabilidad | Disponibilidad en forma soluble en caliente |
| Composicion | 99.9% |

INDICACIONES: Usarse de 0.01 a 0.05 gramo por gramo de producto. El valor máximo es el normalmente aceptado para cualquier alimentación.

| | VALOR MAXIMO | ANALISIS TIPICO |
|--------------------|--------------|-----------------|
| - Columnas totales | 10.000 | 400 |
| - Cloruros | 500 | 5.000 |
| - Sulfatos | 500 | 5.100 |
| - Calcio | 100 | 5.3 |

ALMACENAMIENTO:

El producto debe ser almacenado en lugares frescos y secos. Los SACOS deben mantenerse siempre cerrados. El producto en estos envoltorios tiene un tiempo de vida de 12 meses.

PRESENTACION

Acumulo de 20 Kilogramos.

ANEXO Nº 5

Guía instructiva de degustación

**EVALUACIÓN ORGANOLÉPTICA DEL YOGUR ELABORADO A
PARTIR DE LECHE CONCENTRADA POR MICROFILTRACIÓN
TANGENCIAL**

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

INSTRUCCIONES:

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

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

CARACTERÍSTICAS ORGANOLÉPTICAS:

COLOR: El color del yogur natural debe ser blanco crema debido al color de la leche y a su contenido de grasa.

Se le ha dado a usted 8 muestras de yogur natural. Primero mírelas, y luego proceda a calificar de acuerdo al siguiente cuadro.

| Muestras | Color | | | |
|----------|--------------|--------------|--------------------|----------------|
| | Blanco Opaco | Blanco Crema | Blanco Amarillento | Blanco Intenso |
| T1 | | | | |
| T2 | | | | |
| T3 | | | | |
| T4 | | | | |
| T5 | | | | |
| T6 | | | | |
| T7 | | | | |
| T8 | | | | |

Comentarios:

.....
.....

- a) **AROMA:** El olor característico del yogur es láctico acidificado, este olor se debe a la fermentación provocada durante el proceso.

Se le ha dado a usted 8 muestras de olor láctico acidificado ácido. Primero pruébelas, y proceda a calificar de acuerdo al siguiente cuadro.

| Muestras | Aroma | | | |
|----------|-----------------------|-------------------|----------------------|-------|
| | Sin olor (Inodoro) | Ácido (Normal) | Fuertemente Ácido | Otros |
| T1 | | | | |
| T2 | | | | |
| T3 | | | | |
| T4 | | | | |
| T5 | | | | |
| T6 | | | | |
| T7 | | | | |
| T8 | | | | |

Comentarios:

.....
.....

SABOR: El yogur natural debe tener un sabor ligeramente ácido agradable al paladar.

Se le ha dado a usted 8 muestras de yogur natural. Primero pruébelas, y luego proceda a calificar de acuerdo al siguiente cuadro.

| Muestras | Sabor | | | |
|----------|------------|-------------------|-----------|-------------------------|
| | Poco Ácido | Ácido (Normal) | Muy Ácido | Extremadamente Ácido |
| T1 | | | | |
| T2 | | | | |
| T3 | | | | |
| T4 | | | | |
| T5 | | | | |
| T6 | | | | |
| T7 | | | | |
| T8 | | | | |

Comentarios:

.....
.....

APARIENCIA: E yogur natural debe tener una apariencia viscosa-cremosa, y no presentar grumos en su estructura.

Se le ha dado a usted 8 muestras de yogur natural. Primero pruébelas, y proceda a calificar de acuerdo al siguiente cuadro.

| Muestras | Apariencia | | | |
|----------|------------|-------------------------|---------|----------------|
| | Fluido | Medianamente Viscoso | Viscoso | Muy Viscoso |
| T1 | | | | |
| T2 | | | | |
| T3 | | | | |
| T4 | | | | |
| T5 | | | | |
| T6 | | | | |
| T7 | | | | |
| T8 | | | | |

Comentarios:

.....
.....

ANEXO N° 6

Resultados obtenidos de
la prueba de degustación

RESULTADOS OBTENIDOS DE LA PRUEBA DE DEGUSTACIÓN

Color a un día de elaborado el producto

| Catadores/Trat | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 3 | 4 | 1 | 4 | 1 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 |
| 6 | 4 | 3 | 4 | 2 | 1 | 4 | 4 | 4 |
| 7 | 4 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 1 |
| 8 | 2 | 1 | 2 | 1 | 4 | 4 | 1 | 4 |
| 9 | 1 | 3 | 2 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 |
| 10 | 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Olor a un día de elaborado el producto

| Catadores/Trat | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 6 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 2 |
| 7 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| 8 | 2 | 1 | 4 | 2 | 3 | 4 | 2 | 2 |
| 9 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 | 4 | 1 | 1 |
| 10 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |

Sabor a un día de elaborado el producto

| Catadores/Trat | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 2 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 4 | 2 | 4 |
| 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 |
| 5 | 4 | 3 | 3 | 3 | 2 | 4 | 2 | 3 |
| 6 | 1 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 |
| 7 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 2 | 4 | 4 |
| 8 | 1 | 4 | 2 | 2 | 4 | 4 | 1 | 2 |
| 9 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 4 |
| 10 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |

Color a los quince días de elaborado el producto

| Catadores/Trat | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 2 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 3 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 |
| 6 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 |
| 7 | 3 | 3 | 1 | 3 | 3 | 1 | 1 | 3 |
| 8 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 9 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 10 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 |

Olor a los quince días de elaborado el producto

| Catadores/Trat | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 2 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 4 | 1 |
| 4 | 4 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 | 4 | 1 |
| 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 6 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 |
| 7 | 4 | 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 |
| 8 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 1 | 3 | 1 |
| 9 | 4 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| 10 | 4 | 3 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 |

Sabor a los quince días de elaborado el producto

| Catadores/Trat | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 4 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| 2 | 4 | 1 | 4 | 1 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 3 | 2 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 | 3 |
| 6 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 |
| 7 | 4 | 3 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 1 |
| 8 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 3 | 2 | 3 |
| 9 | 2 | 3 | 4 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3 |
| 10 | 4 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 | 2 |

Textura a los quince días de elaborado el producto

| Catadores/Trat | T1 | T2 | T3 | T4 | T5 | T6 | T7 | T8 |
|----------------|----|----|----|----|----|----|----|----|
| 1 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 2 | 4 | 4 |
| 2 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 3 | 2 | 2 | 4 | 4 | 2 | 2 | 4 | 3 |
| 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 2 | 4 | 2 |
| 5 | 4 | 4 | 4 | 1 | 2 | 4 | 2 | 1 |
| 6 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 |
| 7 | 3 | 4 | 4 | 3 | 2 | 3 | 4 | 3 |
| 8 | 4 | 4 | 4 | 1 | 4 | 3 | 4 | 1 |
| 9 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3 | 4 | 2 |
| 10 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2 | 4 | 4 | 3 |

ANEXO N° 7
Resultados obtenidos del análisis
de leche y yogur



Universidad Técnica del Norte

Página 1 de 3

Laboratorio de Uso Múltiple – F.I.C.A.YA.

F.I.C.A.YA.

LABORATORIO DE USO MULTIPLE

Análisis N° 102 – 2007

Análisis Solicitado por: GLORIA ZAMBRANO

Número de Muestras: TREINTA Y DOS

Tipo de Muestra (s) : LECHE, YOGUR y PERMEADO

Recepción y Características de la (s) Muestra (s) : Se receptaron en envases plásticos.
Volumen aproximado: 500 ml.

Codificación de la (s) Muestra (s): P.F., L.C., P.I., L.D., L.Rv. 3%, L.Rv. 1.5%, L.Ra. 3%, L.Ra. 1.5%, T1R1, T1R2, T1R3, T2R1, T2R2, T2R3, T3R1, T3R2, T3R3, T4R1, T4R2, T4R3, T5R1, T5R2, T5R3, T6R1, T6R2, T6R3, T7R1, T7R2, T7R3, T8R1, T8R2, T8R3.

Fecha de Recepción de la (s) Muestra (s): 16 de enero del 2007

Fecha de Entrega de los Análisis: 08 de febrero del 2007

P.F. Permeado Final
L.C. Leche concentrada FRV2
P.I. Permeado Inicial
L.D. Leche descremada
L.Rv. 3% Leche reconstituida con MTH 3%
L.Rv. 1.5% Leche reconstituida con MTH 1,5%
L.Ra. 3% Leche reconstituida con crema de leche 3%
L.Ra. 1.5% Leche reconstituida con crema de leche 1,5%

ANÁLISIS SOLICITADOS:

| DESCRIPCION | METODO |
|-------------------------------|--------------------|
| PROTEÍNA | AOAC 960.52 – 1978 |
| SÓLIDOS TOTALES | NTE INEN 14 |
| RECuento MOHOS Y LEVADURAS | AOAC 997.02 |
| RECuento COLIFORMES Y E. COLI | AOAC 991.14 |





Universidad Técnica del Norte

INSTRUMENTOS

LABORATORIO DE QUÍMICA ANALÍTICA

RESULTADO DE LOS ANÁLISIS

| PARAMETROS ANALIZADOS | UNIDAD | MUESTRA | | | | | | | |
|------------------------------|--------|---------|-------|------|------|---------|-----------|---------|-----------|
| | | P.1 | P.2 | P.3 | P.4 | P.1a 1% | P.1a 1.5% | P.1a 2% | P.1a 2.5% |
| Proteína | % | 7.51 | 7.19 | 7.50 | 7.53 | 7.40 | 7.51 | 7.50 | 7.51 |
| Glúcidos Totales | % | 7.96 | 11.78 | 7.01 | 9.09 | 15.06 | 16.15 | 16.95 | 17.81 |
| Acidez Libre de los Glúcidos | UNIDAD | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Viscosidad Inicial | UNIDAD | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ |
| INDICADOR DE ALBÚMINA | UNIDAD | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Δ |
| Acidez de los ácidos | UNIDAD | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |

| PARAMETROS ANALIZADOS | UNIDAD | MUESTRA | | | | | | | |
|---------------------------|--------|---------|-------|------|------|-------|-------|-------|-------|
| | | P.1a | P.1b | P.1c | P.1d | P.1e | P.1f | P.1g | P.1h |
| Proteína | % | 7.51 | 7.19 | 7.50 | 7.53 | 7.40 | 7.51 | 7.50 | 7.51 |
| Glúcidos Totales | % | 7.96 | 11.78 | 7.01 | 9.09 | 15.06 | 16.15 | 16.95 | 17.81 |
| INDICADOR DE ALBÚMINA | UNIDAD | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Δ |
| INDICADOR DE ALBÚMINA P.1 | UNIDAD | 0 | 40 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | Δ |
| Acidez de los ácidos | UNIDAD | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Viscosidad Inicial | UNIDAD | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ | Δ |





Universidad Técnica del Norte

Página 3 de 3

Laboratorio de Uso Múltiple – F.I.C.A.Y.A.

| PARAMETROS ANALIZADOS | UNIDAD | MUESTRA | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | T3R3 | T4R1 | T4R2 | T4R3 | T5R1 | T5R2 | T5R3 | T6R1 |
| Proteína | % | ----- | 5.89 | ----- | ----- | 5.28 | ----- | ----- | 6.38 |
| Sólidos Totales | % | 16.41 | 16.44 | 16.32 | 16.77 | 17.85 | 17.19 | 17.29 | 17.81 |
| Recuento Coliformes Totales | UFC/ml | ----- | 0 | ----- | ----- | 0 | ----- | ----- | 0 |
| Recuento Escherichia coli | UFC/ml | ----- | 0 | ----- | ----- | 0 | ----- | ----- | 0 |
| Recuento de Mohos | UPM/ml | ----- | 0 | ----- | ----- | 0 | ----- | ----- | 0 |
| Recuento de Levaduras | UPL/ml | ----- | 0 | ----- | ----- | 0 | ----- | ----- | 0 |

| PARAMETROS ANALIZADOS | UNIDAD | MUESTRA | | | | | | | |
|-----------------------------|--------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | | T6R2 | T6R3 | T7R1 | T7R2 | T7R3 | T8R1 | T8R2 | T8R3 |
| Proteína | % | ----- | ----- | 5.97 | ----- | ----- | 5.77 | ----- | ----- |
| Sólidos Totales | % | 17.74 | 17.26 | 15.98 | 16.26 | 16.14 | 16.03 | 16.08 | 16.14 |
| Recuento Coliformes Totales | UFC/ml | ----- | ----- | 0 | ----- | ----- | 0 | ----- | ----- |
| Recuento Escherichia coli | UFC/ml | ----- | ----- | 0 | ----- | ----- | 0 | ----- | ----- |
| Recuento de Mohos | UPM/ml | ----- | ----- | 0 | ----- | ----- | 0 | ----- | ----- |
| Recuento de Levaduras | UPL/ml | ----- | ----- | 0 | ----- | ----- | 0 | ----- | ----- |

Nota: Los resultados obtenidos, corresponden solo para las muestras analizadas.

Df. José Luis Moreno C.
Analista



ANEXO N° 8
Costos de producción de yogur

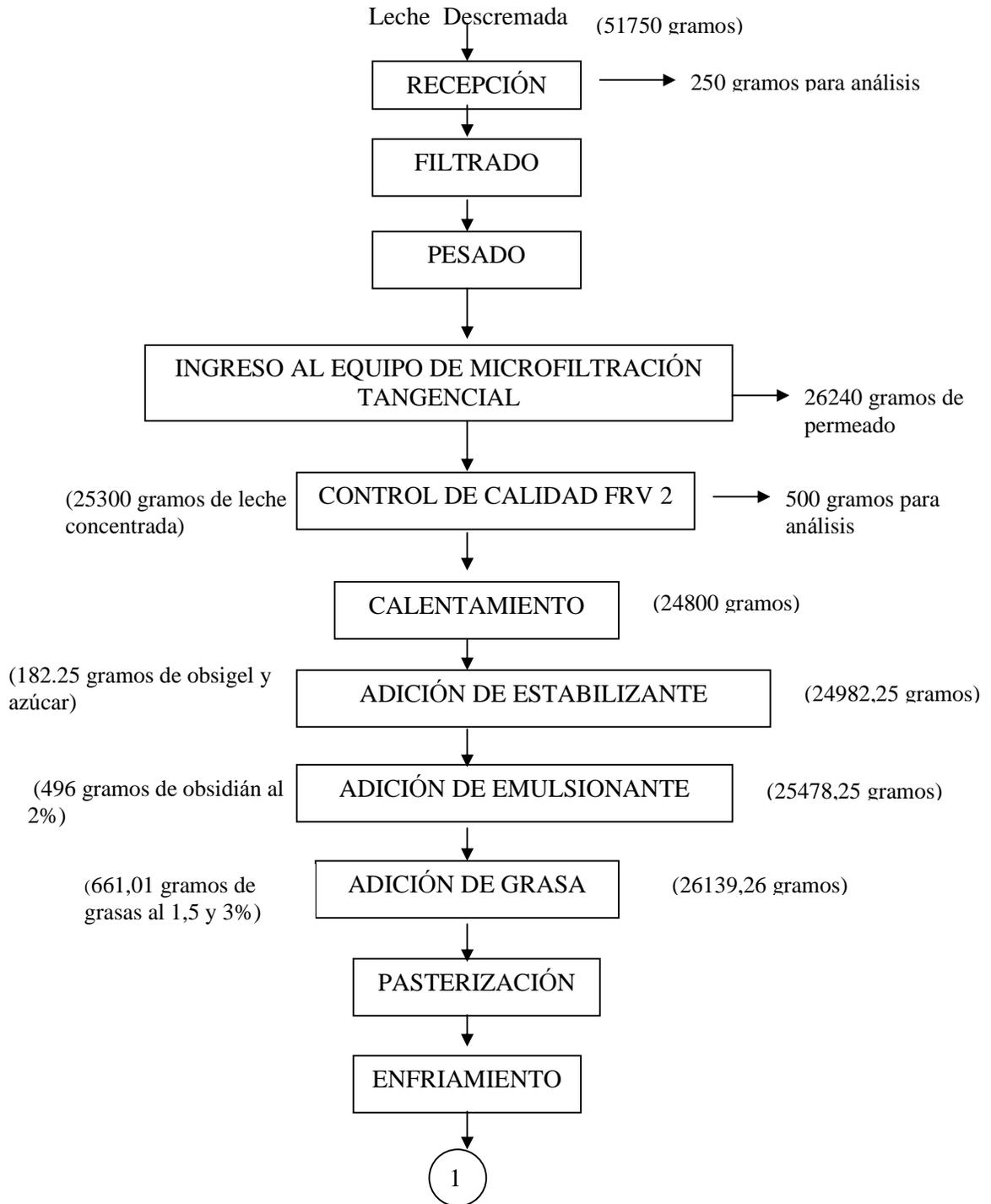
**COSTOS DE PRODUCCIÓN DE YOGUR NATURAL TIPO II
ELABORADO CON LECHE CONCENTRADA POR MICRO
FILTRACIÓN TANGENCIAL**

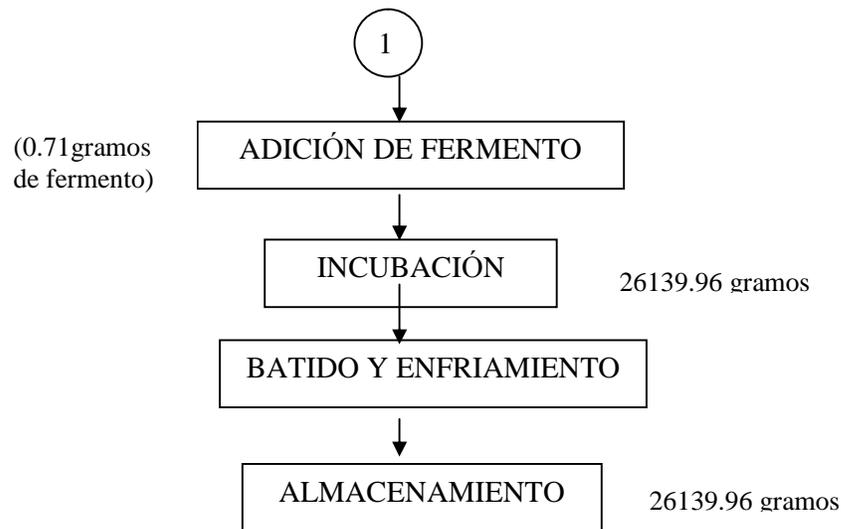
| COSTOS DIRECTOS | UNIDAD | CANTIDAD | VALOR UNITARIO USD | COSTO TOTAL USD |
|---------------------------------|---------|----------|-----------------------|--------------------|
| Leche descremada | litros | 48 | 0,35 | 16,8 |
| Crema de leche | litros | 1 | 0,8 | 0,8 |
| Grasa vegetal MTH | kg | 0,24395 | 0,94 | 0,23 |
| Emulsionante Obsiemul MGS-90 | kg | 0,514 | 6,72 | 3,45408 |
| Estabilizante Obsigel 8- AGT | kg | 0,039 | 7 | 0,273 |
| Fermento | gramos | 0,8002 | 0,02 | 0,02 |
| Azúcar | kg | 0,174 | 0,574712 | 0,10 |
| Envases plásticos | | 24 | 0,2 | 4,8 |
| SUMA | | | | 26,47 |
| COSTOS INDIRECTOS | | | | |
| Energía eléctrica | kw /día | 10 | 0,088 | 0,88 |
| Agua potable | mc /día | 6 | 0,07 | 0,42 |
| SUMA | | | | 1,3 |
| | | | | |
| SUMA TOTAL | | | | 27,77 |

La inversión realizada para obtener 24 litros de yogur natural fue de \$USD 27,77. El costo por unidad de cada litro de yogur fue de \$USD 1,15 por lo que se concluye que es un precio muy rentable, ya que en el proceso de concentración de la leche en el equipo de microfiltración tangencial el 50,51% de leche es utilizada y lo demás es eliminado en el permeado. Si se considera la utilización del permeado (40,48%) en otros procesos los costos de producción bajarían.

ANEXO N° 9
Balance de materiales

**BALANCE DE MATERIA PRIMA PARA LA PRODUCCIÓN DE YOGUR
CON LECHE MICROFILTRADA TANGENCIALMENTE**





RENDIMIENTO:

%R = Peso del producto terminado/ peso de la materia prima x 100

R₁ = Rendimiento con referencia al volumen inicial de la leche:

%R = 26139.9655 gramos / 51740 gramos x 100

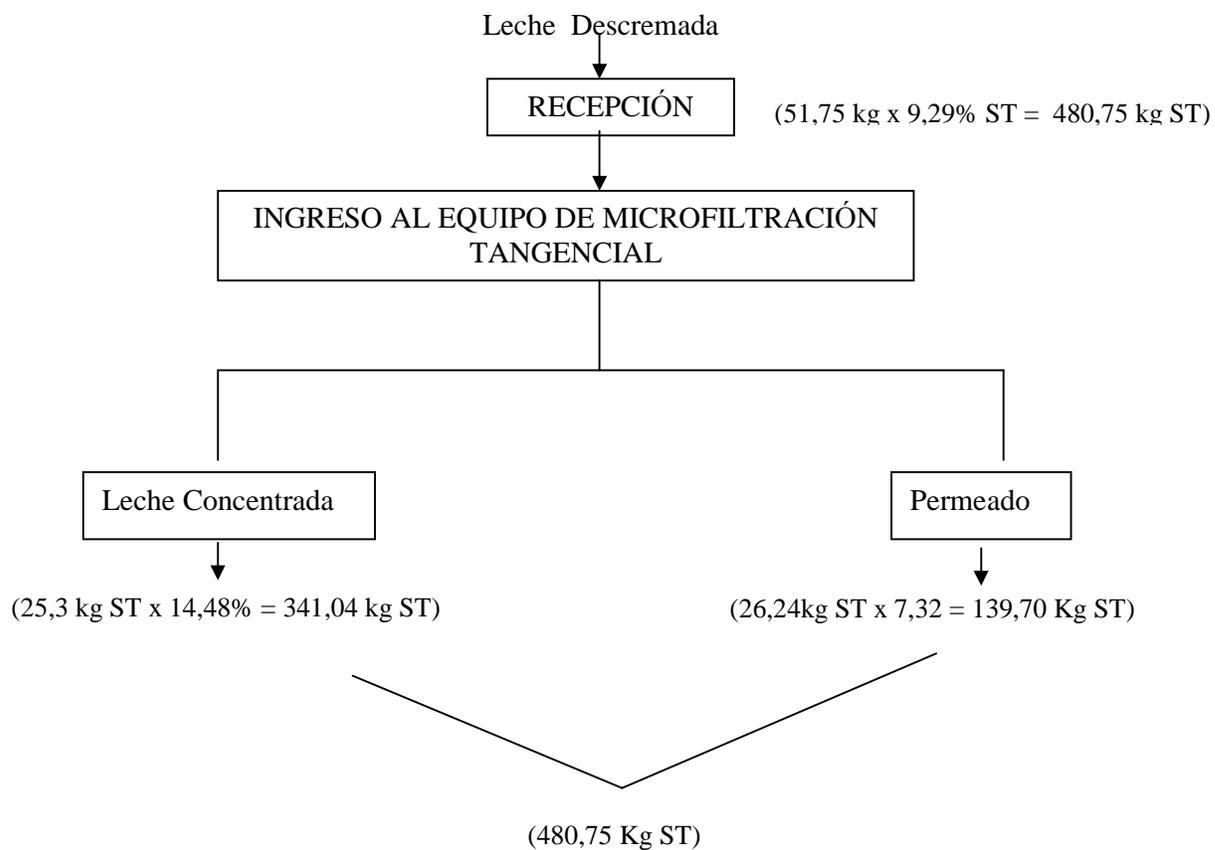
%R = 50.5217%

R₂ = Rendimiento con referencia al volumen de leche concentrada:

%R = 26139.9655 gramos / 24800gramos x 100

%R = 105,4%

BALANCE DE MATERIALES EN FUNCIÓN DE SÓLIDOS TOTALES



Ingreso: 480,75 kg ST de leche descremada

Sale: 341,04 kg de ST de leche concentrada

139,70 kg de ST de permeado

480,75 kg ST

ANEXO N° 10
Especificaciones de grasa vegetal

ESPECIFICACIONES DE LA GRASA VEGETAL

GRASA MT – H

| PARÁMETRO | UNIDADES | VALOR | MÉTODO |
|---------------------------------|-------------------------|-------------|---------------|
| Ácidos grasos libres | % | 0.1 máx | AOCS Ca5a-40 |
| Humedad e impurezas | % | 0.1 máx | AOCS Ca2c-25 |
| Índice de peróxidos | meq O ₂ / kg | 1.0 máx | AOCS Cd 8– 53 |
| Punto de fusión (deslizamiento) | ° C | 29.0 – 32.0 | AOCS Cc 3–25 |
| Contenido de sólidos (SFC) | | | IUPAC2.150(a) |
| | N10 | 70.0 – 90.0 | |
| | N20 | 44.0 – 59.0 | |
| | N25 | 16.0 – 37.0 | |
| | N30 | < 7.0 | |
| | N35 | < 2.0 | |
| Antioxidante | ppm | 200 | |
| Olor/sabor | | Buenos | Sensorial |

CARACTERÍSTICAS ADICIONALES (VALORES TÍPICOS)

| Ácidos graso | % |
|--------------|-------|
| C 8 : 0 | 3.37 |
| C10:0 | 3.34 |
| C12:0 | 48.17 |
| C14:0 | 16.65 |
| C16:0 | 9.36 |
| C18:0 | 5.29 |
| C18:1 | 11.57 |
| C18:2 | 2.01 |