

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**



TESIS DE GRADO

**“OPTIMIZAR DOS TIPOS DE INOCULANTES A TRES TEMPERATURAS BAJO
LOS PARAMETROS DE CALIDAD ESTABLECIDOS PARA LA ELABORACION
DE YOURT EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA”**

YOVANA AMIRA ROBLES ALIPAZ

La Paz – Bolivia

2010

**UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRES
FACULTAD DE AGRONOMIA
CARRERA DE INGENIERIA AGRONOMICA**

**OPTIMIZAR DOS TIPOS DE INOCULANTES A TRES TEMPERATURAS BAJO
LOS PARAMETROS DE CALIDAD ESTABLECIDOS PARA LA ELABORACION
DE YOGURT EN LA ESTACION EXPERIMENTAL DE CHOQUENAIRA**

Tesis de grado presentado como requisito
Parcial para optar el Título de
Ingeniería Agronómica

YOVANA AMIRA ROBLES ALIPAZ

Asesores:

Ing. José Miguel Nogales Soldevilla

M.Sc. Edgar Ramón García Cárdenas

Tribunal Examinador:

Lic. Cinthya Lara Pizarroso

M.Sc. Ignacio Chirico Moreno

M.Sc. Cristal Taboada Belmonte

Aprobada

Presidente Tribunal Examinador:

2010

DEDICATORIA

*.A mi mamá por estar siempre al pendiente en mi formación personal
A mi hermano Hugo por apoyarme y confiar en todo momento
A mis hermanos Nair y Douglas por darme animos
A Gabriel por estar siempre a mi lado
A todos ellos un agradecimiento especial y sincero por su
apoyo constante para la culminación del presente
Trabajo de Tesis de Grado*

AGRADECIMIENTOS

A Dios por la fortaleza dada para poder superar obstáculos que se me presentan.

A mi mamá, hermanos y familia por toda la comprensión, amor incondicional y apoyo durante toda mi vida.

A Gabriel por siempre estar conmigo en los buenos y malos momentos de mi vida. Por su comprensión, paciencia y sabios consejos que me ha brindado a lo largo de nuestra relación y futura vida juntos.

A la familia Claros Velasco por apoyarme siempre

A mis asesores, Lic. Edgar Ramón García Cárdenas, por su apoyo incondicional para la culminación del presente Trabajo de Tesis de Grado y por brindarme su amistad apoyo y experiencia.

Asimismo agradecimiento al Ing. Miguel Nogales Soldevilla por sus valiosas sugerencias y comentarios que mejoraron la presentación de mi trabajo.

A mis Revisores por brindarme su apoyo y recomendaciones para mejorar el presente trabajo de Tesis de grado.

A mis amigos de la planta de Transformación de Productos Lácteos por la ayuda brindada para la elaboración de esta Tesis de grado y la amistad cultivada.

Y a todos mis compañeros de la carrera a quienes agradezco por su apoyo sincero y desprendido de una u otra manera coadyuvaron para la culminación del presente trabajo.

Gracias por su apoyo.

RESUMEN

La leche constituye un alimento de importancia universal, por su riqueza en proteína, energía y minerales hacen que esta forme parte esencial en la dieta del hombre como un alimento natural de mayor número de sustancias nutritivas.

En la Planta de Transformación de Productos Lácteos de la Estación Experimental de Choquenaira, se procedió a la elaboración del yogurt según normas establecidas por el Instituto Boliviano de Normalización y Calidad (IBNORCA). Las cuales indican que un producto de buena calidad debe seguir normas vigentes para su consumo.

La elaboración del yogurt se realizó a diferentes temperaturas y se utilizó dos diferentes inoculos para determinar la mejor propuesta, se tomó en cuenta los parámetros establecidos por IBNORCA además del rendimiento y proteína, de todos los parámetros evaluados solo uno no se encuentra dentro de la Norma (sólidos no grasos), es necesario que este parámetro entre en las Normas para que el producto sea de calidad.

Mediante el análisis sensorial se determinó que existe una aceptación del producto elaborado por parte de los consumidores.

INDICE GENERAL

	Pág.	
1	INTRODUCCIÓN	1
1.1	Planteamiento del Problema	2
1,2	Objetivos	3
1.2.1	Objetivo General	3
1.2.2	Objetivo Especifico	3
2	REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	4
2.1	Propiedades de la Leche	5
2.1.1	Valor Nutricional de la Leche en la Dieta Humana	6
2.1.2	Destino de la leche en el Departamento de La Paz.....	7
2.1.2.1	Industria Empresarial.....	8
2.1.2.2	Industria Artesanal de la Leche.....	10
2.2	Planta de Transformación.....	11
2.2.1	Sistema de Recepción.....	11
2.2.2	Sistema de Refrigeración.....	12
2.2.3	Sistema de Agua Caliente.....	12
2.2.4	Sistema de Procesamiento.....	13
2.2.5	Sistema de Envasado.....	14
2.2.6	Sistema de Control de Calidad.....	14
2.2.6.1	Parámetros de Control de calidad para la Elaboración del Yogurt	14
2.2.6.2	Parámetros de Control de Calidad de la Leche Pasteurizada...	14
2.2.6.3	Parámetros de Control de calidad de la leche cruda y fresca...	15
2.2.6.4	Limpieza de Equipos.....	15
2.3	Leche.....	16
2.3.1	Ordeño y Conservación.....	16
2.3.1.1	Métodos de Ordeño.....	16
2.3.2	Leche Estandarizada.....	19
2.3.3	Leche Compuesta.....	19
2.3.4	Leches Fermentadas.....	19
2.3.5	Microbiología de la Leche.....	19
2.3.6	Leche Pasteurizada.....	20
2.3.6.1	Objetivo de la Pasteurización.....	20
2.3.6.2	Pasteurización.....	21
2.3.6.3	Tipos de Pasteurización.....	21
2.3.6.3.1	Pasteurización Lenta.....	21
2.3.6.3.2	Pasteurización Rápida.....	22
2.3.6.3.3	Ultra Pasteurización.....	23
2.4	Derivados Lácteos.....	23
2.4.1	Crema.....	23
2.4.2	Queso.....	23
2.4.3	Mantequilla.....	24
2.4.4	Helados.....	24

2.4.5	Sueros.....	25
2.4.6	Yogurt.....	25
2.4.6.1	Definición del Yogurt.....	25
2.4.6.2	Clasificación del Yogurt.....	25
2.4.6.2.1	De acuerdo a su Composición.....	25
2.4.6.2.2	De acuerdo al Proceso de Elaboración.....	26
2.4.6.2.3	De acuerdo a su Origen.....	27
2.4.6.3	Cualidades del Yogurt.....	28
2.4.6.4	Preparación del Yogurt.....	30
2.4.6.4.1	Características de los Cultivos.....	31
2.4.6.4.2	Preparación del Cultivo.....	33
2.4.6.4.3	Inoculación y Fermentación.....	34
2.4.6.4.4	Adición de Colorantes, Aromatizantes y Envasado.....	34
2.4.6.4.5	Enfriado.....	34
2.4.6.4.6	Sellado y Almacenamiento.....	35
2.4.6.4.7	Distribución.....	35
2.4.6.5	Calidad de Yogurt.....	35
2.4.6.5.1	Requisitos Organolépticos.....	36
2.4.6.5.2	Requisitos Físico-Químico.....	38
2.4.6.5.3	Características Microbiológicas.....	42
3	MATERIALES Y METODOLOGIA.....	46
3.1	Localización.....	46
3.2	Característica Ecológicas.....	47
3.3	Materiales.....	47
3.3.1	Equipo de Campo.....	47
3.3.2	Equipo de Laboratorio.....	48
3.3.3	Reactivos de Campo.....	49
3.3.4	Reactivos de Laboratorio.....	49
3.3.5	Insumos.....	50
3.4	Metodología.....	50
3.4.1	Fase de Campo.....	50
3.4.1.1	Recolección.....	51
3.4.1.1.3	Análisis de Leche y yogurt.....	52
3.4.1.2	Elaboración de Yogurt.....	62
3.4.1.2.1	Pasteurización.....	62
3.4.1.2.2	Preparación de los Insumos.....	63
3.4.1.2.3	Preparación de los Inoculos e Inoculación.....	64
3.4.1.2.4	Adición de los Insumos.....	65
3.4.1.2.5	Enfriado y Envasado.....	65
3.4.2	Control de Calidad de Yogurt.....	66
3.4.2.1	Toma de Muestras.....	66
3.4.2.2	Transporte de Muestras.....	67
3.4.2.3	Fase de Laboratorio.....	68
3.5	Análisis Estadístico.....	69
3.5.1	Diseño Experimental.....	69
3.5.2	Modelo Lineal Aditivo.....	69
3.5.3	Combinación de Tratamientos.....	69

3.5.4	Variables de Respuesta.....	69
3.5.4.1	Variables de Respuesta para el Yogurt.....	69
4	RESULTADOS Y DISCUSION.....	71
4.1	Rendimiento del Yogur.....	71
4.2	pH del Yogur.....	73
4.3	Acidez Titulable del Yogur.....	74
4.4	Materia Grasa del Yogur.....	76
4.5	Sólidos no Grasos del Yogur.....	77
4.6	Porcentaje de Proteína del Yogur.....	79
4.7	Coliformes Totales.....	80
4.8	Escherichia coli UFC/ml.....	82
4.9	Mohos y Levaduras UFC/ml.....	83
4.10	Análisis Sensorial.....	85
5	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	87
6	BIBLIOGRAFÍA.....	90
7	ANEXOS.....	96

INDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1	Promedio de Composición de algunos tipos de Leche.....	5
Tabla 2	Composición de la Leche del Ganado Vacuno.....	6
Tabla 3	Destino de la Leche de La Paz.....	8
Tabla 4	Capacidad de las Industrias en La Paz versus Acopio Local en litros de leche.....	9
Tabla 5	Requisitos físico-químicos para el Yogurt	38
Tabla 6	Rangos de pH para el Crecimiento de los Microorganismos.....	39
Tabla 7	Características Microbiológicas del Yogurt.....	42
Tabla 8	Combinación de Tratamientos.....	50
Tabla 9	Promedios de los Rendimientos de acuerdo a cada Tratamiento (Kg)	71
Tabla 10	Análisis de Varianza de Rendimiento del Yogurt.....	72
Tabla 11	Análisis de Varianza del pH del Yogurt.....	74
Tabla 12	Análisis de Varianza de la Acidez Titulable del Yogurt.....	75
Tabla 13	Análisis de Varianza de la Materia Grasa del Yogurt	77
Tabla 14	Análisis de Varianza de Sólidos no Grasos del Yogurt.....	78
Tabla 15	Análisis de Varianza del Porcentaje de Proteína del Yogurt.....	80
Tabla 16	Análisis de Varianza de UFC/ml de Coliformes Totales del Yogurt	81
Tabla 17	Análisis de Varianza de UFC/ml de Escherichia coli del Yogurt...	83
Tabla 18	Análisis de Varianza de UFC/ml de Mohos y Levaduras del Yogurt.....	84

INDICE DE G R A F I C O S

		Pág.
Grafico 1	Rendimiento del Yogurt	79
Grafico 2	pH del Yogurt.....	73
Grafico 3	Acidez Titulable del Yogurt.....	75
Grafico 4	Materia Grasa del Yogurt.....	76
Grafico 5	Sólidos no Grasos del Yogurt.....	78
Grafico 6	Porcentaje de Proteína.....	79
Grafico 7	UFC/ml de Coliformes Totales del Yogurt.....	81
Grafico 8	UFC/ml de Escherichia coli del Yogurt.....	82
Grafico 9	UFC/ml Mohos y Levaduras del Yogurt.....	84
Grafico 10	Resultado de las Encuestas del Análisis Sensorial.....	85
Grafico 11	Prueba de los Entrevistados. Calificación Global.....	86

INDICE DE FOTOGRAFIAS

		Pág.
Fotografía 1	Ubicación de la Estación Experimental de Choquenaira....	46
Fotografía 2	Estación Experimental de Choquenaira.....	47
Fotografía 3	Recolección de Leche Cruda.....	52
Fotografía 4	Determinación de Acidez Titulable.....	54
Fotografía 5	Determinación de Materia Grasa.....	56
Fotografía 6	pH-metro.....	57
Fotografía 7	Refractómetro.....	58
Fotografía 8	Pasteurización.....	63
Fotografía 9	Preparación de Insumos.....	63
Fotografía 10	Preparación del Inoculo.....	64
Fotografía 11	Adición de Insumo.....	65
Fotografía 12	Envasado.....	66
Fotografía 13	Frasco estéril para Toma de Muestra.....	67
Fotografía 14	Toma directa de Leche Cruda.....	67
Fotografía 15	Empaque de la Muestra con gel refrigerante.....	68
Fotografía 16	Muestras debidamente empacadas.....	68

INDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 1	Ordeño Manual.....	17
Figura 2	Ordeño Automático.....	17
Figura 3	Ordeño Automático de un puesto-Instalación de pezoneras...	17
Figura 4	Método de Enfriamiento en tinas metálicas.....	18
Figura 5	Lactobacillus bulgaricus.....	33
Figura 6	Streptococcus thermophilus.....	33
Figura 7	Elaboración de Yogurt.....	51

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1 Encuesta.....	96
Anexo 2 Panel de Degustación.....	98
Anexo 3 Sistema Estadístico de Analisis (SAS).....	99
Anexo 4 Variables de Respuesta.....	100
Anexo 5 Norma Boliviana	106
Anexo 6 Fotografías.....	111

1 INTRODUCCIÓN

El ganado bovino fue introducido en el altiplano por las misiones españolas, que se dirigían desde los puertos hacia el oriente boliviano. Estos animales tenían el propósito de brindar tracción, provisión de leche y carne. Las razas propiamente lecheras fueron introducidas posteriormente.

En el Altiplano de La Paz, existen conocimientos básicos acerca del desempeño actual y la perspectiva de la producción campesina. La actual ganadería lechera en el Altiplano, presenta un crecimiento positivo de la actividad lechera. Pil Andina, Delicia, Panda son empresas que van incentivando a los productores la crianza de ganado Lechero y el cultivo de especies forrajeras, con asistencia técnica y garantizando la compra del producto.

La leche constituye un alimento de importancia universal, por su riqueza en proteína de alto valor biológico, su aporte de energía y la contribución de minerales hacen que esta forme parte esencial en la dieta del hombre como un alimento natural de mayor número de sustancias nutritivas que aportan a la dieta.

Las personas consumen leche por dos razones fundamentales, porque es apetitosa y porque es un alimento nutricional. Asumiendo que esta leche fue producida, procesada y manejada correctamente; el sabor natural de la leche y su valor nutritivo se deben a la grasa y a los sólidos no grasos, estos últimos incluyen azúcar (lactosa), proteína (caseína) y minerales principalmente.

Dentro de los proyectos que se están desarrollando en la Carrera de Ingeniería Agronómica de la Facultad de Agronomía, se ha instalado una Planta de Transformación de Productos Lácteos con una capacidad de procesamiento de 1000 litros de leche diarios, para la producción de leche pasteurizada, yogurt.

La Planta también servirá para capacitar a los pequeños productores de leche que se agrupen y opten por la Transformación de Productos Lácteos en plantas similares como la existente en la Estación Experimental de Choquenaira (EE. Choquenaira).

El yogurt es el producto de la fermentación de la leche pasteurizada entera, (parcialmente descremada o descremada), originada por cultivos de las bacterias lácticas (*Lactobacillus bulgaricus* y *Streptococcus termophilus*). Dependiendo del tipo de yogurt, se acepta la presencia de agregados como frutas, azúcar y miel, así como saborizantes, colorantes y estabilizadores normados por el Instituto Boliviano de Normas y Calidad (IBNORCA).

1.1 Planteamiento del Problema

En la planta de Transformación de Productos Lácteos que se encuentra en EE. Choquenaira se procesara y elaborara yogurt que se introducirá en el mercado y deberá cumplir con todas las Normas establecidas por IBNORCA. Para este cometido es necesario determinar la forma de preparación, con relación de los inoculos y temperaturas que se utilizan en el proceso de elaboración del yogurt, además que se deberá tomar en cuenta todos los parámetros de calidad ya establecidos.

La leche es producida por los productores lecheros en el Altiplano para ser transformada en diferentes plantas de procesamiento de leche tales como Delicia, Panda y Pil para luego ser comercializada a los consumidores, por lo que la exigencia del mercado es de alta calidad.

La leche debe cumplir parámetros físicos, químicos y microbiológicos que deben ser considerados para obtener un producto de buena calidad, tales como: proteína, grasa, sólidos totales, densidad, acidez, calcio, fosforo, recuento de células somáticas, recuento de bacterias coliformes totales, pH, escherichia coli.

También el trabajo estará dirigido a los pequeños productores lecheros de la zona de influencia de la Estación Experimental de Choquenaira para que mejoren su producción de leche para incrementar sus ingresos económicos.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

Determinar la mejor propuesta de preparación de yogurt y los parámetros óptimos de calidad de la Planta de Transformación de Productos Lácteos de la Estación Experimental de Choquenaira

1.2.2 Objetivo específico

- Cuantificar el porcentaje de rendimiento en peso del producto de los dos diferentes inoculos a tres temperaturas.
- Evaluar la calidad del producto en base a las normas establecidas por IBNORCA.
- Determinar parámetros físicos que garanticen la calidad del yogurt de acuerdo a normas vigentes establecidas.
- Determinar parámetros químicos que garanticen la calidad del yogurt de acuerdo a las normas vigentes establecidas.
- Determinar parámetros microbiológicos que garanticen la calidad del yogurt de acuerdo a las normas vigentes establecidas.
- Evaluar el análisis sensorial para el producto.

2 REVISIÓN BIBLIOGRAFICA

En el altiplano, la historia se remonta a la introducción de los bovinos a Sud América con la llegada de los españoles en 1542. La actual ganadería de leche en el altiplano, se debe a que muchos ganaderos introdujeron vacas de Cochabamba y del exterior del país. Todo ese capital genético constituye el actual potencial lechero del altiplano, que ahora es una actividad productiva privada llevada a cabo por pequeños productores, (CEDLA, 1997).

Las vacas fueron introducidas en el altiplano por las misiones de evangelización españolas, que se dirigían desde los puertos (a donde el ganado había llegado en barcos) hacia el oriente boliviano, y dejaban en el camino algunos animales perdidos. Estos animales tenían un triple propósito: tracción, provisión de leche y de carne. Sin embargo, las razas propiamente lecheras fueron introducidas después de la Colonia. El reconocimiento de las razas “criollas” que viven en el altiplano no es difícil. Se trata de la raza Berrenda (negra y colorada) y la raza Asturias, principalmente, (Roque, 2000).

Los siguientes 350 años este ganado mantuvo un estado que se denomina “pereza racial”; la introducción de otras razas más productivas sólo comenzó a fines del siglo XIX, (Roque, 2000).

En el altiplano de La Paz la ganadería bovina lechera es una actividad muy importante por ser fuente de ingresos para las familias rurales desde hace mucho tiempo por la leche principalmente, carne y derivados, gracias a una demanda creciente, (Roque, 2000).

La leche es el alimento más nutritivo que podemos encontrar en la naturaleza, contiene mucho de los nutrientes necesarios para subsistir día a día. Es por eso que siempre ha sido consumida por todos los seres vivos desde que nacen, ya

que por ejemplo en los mamíferos, es el primer alimento que se ingiere proviniendo del mundo exterior. (Walstra, 2004).

La leche entera, fresca, limpia, obtenida por el ordeño regular completo de vacas sanas adecuadamente alimentadas y bien mantenidas debe estar libre de calostro, sustancias neutralizantes, conservantes y libres de antibióticos, (IBNORCA,2004 NB 33013).

2.1 Propiedades de la Leche

ABOPROLE (1995) establece que la leche presenta un alto valor nutritivo, ya que cuenta con componentes como la proteína láctea, una de las más completas, llevando un coeficiente de digestibilidad máxima de 98 a 100 por ciento. La grasa, constituida por una estructura lipóide con un balance de ácidos grasos saturados y no saturados, con alto contenido en vitamina A, es una fuente de energía. La lactosa, principal carbohidrato de la leche, es la única fuente de galactosa disponible durante los primeros días de vida para sintetizar importantes componentes del sistema nervioso. Por su valor nutritivo, la leche debería estar presente en la alimentación de madres en gestación o lactancia, niños y jóvenes. A pesar de todo esto, la leche es muy susceptible a sufrir alteraciones de diferente naturaleza, especialmente microbiológica, y puede convertirse en un vehículo de enfermedades.

Tabla 1. Promedio de composición de algunos tipos de leche

Especie	Agua %	Grasa %	Proteína %	Lactosa %	Sales Minerales %
Mujer	87.6	3.6	1.9	6.6	0.2
Vaca	87.6	3.7	3.2	4.8	0.7
Cabra	87.5	4.1	3.4	4.2	0.8
Oveja	81.5	7.5	5.6	4.4	1.0
Llama	86.5	3.2	3.9	5.6	0.8

FUENTE. Meyer, 1988.

Keating y Rodríguez (1992) aseguran que los componentes más importantes de la leche, desde el punto de vista nutritivo e industrial para la fabricación de varios productos son: proteína, grasa y lactosa. En la tabla 2. Nos muestra la composición de la leche del ganado vacuno.

Tabla 2. Composición de la leche del ganado vacuno

Componentes	Mínimas	Máximas	Medias
Agua %	84	90.0	87
Grasa %	2.8	4.5	3.75
Proteínas %	3.3	3.9	3.7
Lactosa %	3.0	5.5	4.8
Minerales %	0.7	0.8	0.75
Peso Específico g/cm³	1.028	1.035	10.323
Materia Seca %	10.0	160	13.0

FUENTE. Meyer, 1988.

Meyer (1988), Keating y Rodríguez (1992) indican que la verificación de la calidad es el punto básico del cual depende la aceptación o rechazo de la leche.

2.1.1 Valor Nutricional de la Leche en la Dieta Humana

La leche es el primer alimento, que los seres humanos recibimos; en la actualidad se sabe que la leche materna es el único alimento que un bebé debe recibir desde los primeros minutos de vida hasta los seis meses, sin embargo, la leche es un alimento que debe acompañar al individuo durante toda la vida, su contenido en proteínas, carbohidratos, además calcio, otros minerales, la hacen muy valiosa, por ser la que más se aproxima a lo que entendemos por "alimento completo", sin embargo, no todas las personas la toleran (Wattiaux, 2002).

Así, el mismo autor indica que en el Altiplano de La Paz, la ganadería bovina lechera es una actividad muy importante, por ser fuente de ingresos para las familias rurales desde hace mucho tiempo, por la venta de leche principalmente, carne y derivados, gracias a una demanda creciente. Por tanto, la ganadería bovina en la zona andina es uno de los componentes del sistema de producción agropecuaria que en este momento es una estrategia prioritaria, en la economía de subsistencia de pequeños productores minifundarios, (Mendoza, 2002).

La baja productividad agrícola, dada su cercanía a la cordillera, incrementada por la incidencia de los fenómenos naturales como heladas y granizadas, lo que influye en la disminución de los cultivos forrajeros, limitando así la disponibilidad de forrajes, el manejo poco técnico del ganado. En gran parte de esta área, los diferentes tipos de suelos son susceptibles de erosión (hídrica y eólica), porque son suelos poco consolidados y con poca materia orgánica, este problema se agrava por el excesivo uso de suelos a causa del minifundio, (Roque, 2000).

En la Industria Nacional existen empresas de transformación de productos lácteos, como Planta Industrializadora de Leche (Pil Andina), Delicia, Panda, las cuales van incentivando a los productores en la crianza de ganado lechero y el cultivo de especies forrajeras mediante la dotación de créditos, asistencia técnica y garantizando la compra del producto, incrementando la expectativa de producción de leche entre los ganaderos de la zona, (Mendoza, 2000)

2.1.2 Destino de la Leche en el Departamento de La Paz

Las empresas privadas PIL Andina y Delizia, junto con otras industrias menores, acopian el 73,77% de la leche. Esta posición tan poderosa dentro del mercado se ve relativizada por la escasez de materia prima, que genera una competencia entre compradores, al punto de dividir a los productores según la empresa a la que éstos proveen, pese al aumento de la producción que se ha verificado en los últimos años, así como al mayor porcentaje de leche destinada por los

campesinos a la venta, las industrias no satisfacen toda su capacidad con la producción local, por lo que deben comprar de terceros o producir por debajo de su potencial, (SOBOCE, 2009).

Tablas 3. Destino de la Leche de La Paz

DESTINO	PORCENTAJE
Transformación Artesanal	9.33%
Autoconsumo	3.44%
Pil	56.00%
Delicia	17.77%
Otras industrias	10.87%
Venta directa	2.59%
Total venta	87.23%

FUENTE. SOBOCE, 2009

2.1.2.1 Industria Empresarial

Según SOBOCE, (2009) en el departamento de La Paz, existe mayor capacidad instalada, concentrándose esta capacidad en las Industrias grandes y medianas como PIL-La Paz, DELIZIA, ILPAZ y PANDA. La mayor oferta de productos en el departamento de La Paz, se debe a varios factores tales como:

1. El mercado de productos lácteos más grande de los tres departamentos (La Paz, Cochabamba y Santa Cruz) está en la ciudad de La Paz.
2. La antigüedad de la actividad lechera en el departamento de La Paz es mayor, comenzó en la década de los setenta con la puesta en marcha de PIL La Paz, la misma que en sus primeros años trabajaba con leche reconstituida y una pequeña cantidad de leche natural destinada a la producción de queso.

SOBOCE, 2009 menciona que las empresas privadas PIL Andina y Delizia, junto con otras industrias menores, acopian el 73,77% de la leche. Pese al aumento de la producción, que se ha verificado en los últimos años, así como al mayor porcentaje de leche destinada por los campesinos a la venta, las industrias no satisfacen toda su capacidad de producción para satisfacer la demanda local, por lo que deben comprar de terceros o producir por debajo de su potencial. (Véase la Tabla 4).

Tabla 4. Capacidad de las industrias en La Paz versus acopio local en litros de leche

INDUSTRIAS GRANDES	PIL La Paz S.A.	DELIZIA S.A.	ILPAZ S.R.L.	INAL Ltda.		
Capacidad instalada en L	60.000	70.000	40.000	20.000		
Volumen de acopio en L	47.187	28.253	4.000	6.500		
Capacidad utilizada en %	79	40	10	33		
Capacidad ociosa en %	0	40	73	49		
Días que labora por semana	7	7	7	7		
MEDIANA INDUSTRIA	ILPA	Flor de Leche	APROLAC	SUMA MILKI		
Capacidad instalada en L	2.000	500	1.000	1.500		
Volumen de acopio en L	1.200	300	600	400		
Capacidad utilizada en %	60	60	60	27%		
Capacidad ociosa en %	40	40	40	73		
Días que labora por semana	7	6	5	6		
PEQUEÑA EMPRESA ARTESANAL	APROLIV	AMPLAC-BIOLAC	Granja de la UAC Batallas	Agustin Cutili	Campo Belén	AMALIC
Capacidad instalada en L	600	1.000	500	250	1.600	600
Capacidad utilizada en %	100	40	100	60	44	75
Capacidad ociosa en %	0	60	0	40	56	25
Días que labora por semana	5	6	7	7	7	3

FUENTE. SOBOCE, 2009

2.1.2.2 Industria Artesanal de la Leche

La producción artesanal de derivados lácteos, ha logrado posicionarse en el mercado de las ciudades de La Paz y El Alto logrando niveles de comercialización muy interesantes, generando de esta manera un valor agregado adicional a la economía de los productores de leche, (SOBOCE, 2009).

Mediante la promoción de las Ferias del Queso Criollo, se ha logrado identificar nichos de mercado y masificar el consumo de derivados lácteos artesanales, pero elaborados con normas de calidad en las ciudades de La Paz y El Alto, (SOBOCE, 2009).

Con la línea de incentivos a la inversión privada se logro llegar a un 70 % de las familias de los productores, logrando satisfacer su requerimiento de infraestructura de apoyo a la producción, logrando resultados tangibles en el mejor manejo del hato ganadero y esto se traduce en un mayor volumen de leche producida y acopiada, (SOBOCE, 2009).

El 80% de los módulos de servicio cuentan con sistemas de frío, que permite acopiar alrededor de 100.000 litros de leche fría, cuya capacidad instalada al finalizar la gestión esta en 65 %, (SOBOCE, 2009).

- **Industria Artesanal del Queso**

La elaboración de quesos artesanales conocidos como “criollos, caseros o de campo”, antigua tradición en la Provincia de Corrientes, está implementada exclusivamente como un Sistema Agroalimentario Localizado, que se desarrolla en la mayoría de los establecimientos ganaderos como recurso económico complementario, y en el cual la mujer desarrolla un rol protagónico. (Vasek, O, et.al, 2004).

El queso artesanal se elabora en Corrientes, usando metodologías rudimentarias

que se transmiten familiarmente en forma oral. Como materia prima se utiliza leche entera cruda de vaca y agente coagulante artesanal. La fermentación es espontánea, el corte de la cuajada en granos pequeños se realiza en forma manual, el salado en la masa es mínimo, y el prensado es también manual. (Vasek, O, et.al, 2004).

- **Industria Artesanal del Yogurt**

La leche se recepciona y se filtra pasándola por un paño. Una vez alcanzado los 5°C o menos de temperatura se incorpora el azúcar en un 2% del contenido, puede variar hasta 7%. El azúcar es posible incorporarlo antes de la pasteurización de manera que se disuelvan bien sus gránulos, pero debido a que en el proceso artesanal no se cuenta con un homogeneizador, es preferible adicionar el azúcar en esta etapa, ya que para yogurt batido, la adición conlleva a una fuerte agitación, con lo que se eliminaran los grumos de grasa (objetivo de la homogeneización), lo que es un defecto del producto final (Curso de Capacitación para Monitoras de la Secretaria Nacional de la Mujer. 1981).

2.2 Planta de Transformación

Toda planta de transformación consta de los siguientes sistemas

2.2.1 Sistema de Recepción

Según Martínez, (2004), la leche después de ordeñada y filtrada debe ser transportada al centro de acopio, lugar en el que se la refrigerará (en caso de tener tanque de refrigeración) a 4° C hasta su recogida.

Si se ordeña dos veces al día se debe enfriar la leche del primer ordeño y mantenerla a baja temperatura, no mezclar la leche de ambos ordeños, enviar al centro de acopio la leche del primer y segundo ordeño en tachos o recipientes

tapados y separados.

En el centro de acopio, el acopiador de leche realiza control de sólidos no grasos y la prueba del alcohol. Si la leche pasa estas pruebas será recibida, de lo contrario será rechazada.

Se pesara la leche al recibirla y se la repartirá en tachos de aluminio de 50l para su transporte a la planta.

2.2.2 Sistema de Refrigeración

Según Martínez, (2004), la leche se refrigera para situarla fuera de la zona de peligro térmico y por tanto es necesario refrigerarla a temperaturas considerablemente inferiores a las del calentamiento. La temperatura final a elegir está en función al destino de la leche que se va a refrigerar. Si se va a someter a tratamientos posteriores suele bastar con refrigerarla a 10 - 25° C. Por el contrario, si la leche se ha destinado a la producción de leche de consumo o de productos similares, es necesario refrigerarla a bajas temperaturas, es decir a temperaturas mayores o iguales a 5° C.

2.2.3 Sistema de Agua Caliente

Según Martínez, (2004), este proceso consiste en calentar a fuego directo la leche que se recibe de los proveedores, en ollas de aluminio con una capacidad de 40 litros cada una, sobre una cocina a gas instalada en el sector de elaboración e incubación de yogur.

Mientras la leche aumenta de temperatura es preciso revolverla constantemente ya que de lo contrario ésta se quemará, pegándose al fondo de la olla; esta tarea se la realiza por medio de una pala larga de madera.

Cuando la leche alcanza una temperatura de aproximadamente 40°C, se adiciona el extracto seco, el cual fue preparado previamente en un recipiente plástico disolviendo leche en polvo en leche caliente (40°C).

2.2.4 Sistema de Procesamiento

Según Martínez, (2004), la leche, que ha sido concentrada por adición de leche en polvo, se pasteuriza alcanzando la temperatura de ebullición de la leche (100,2°C), ésta cual se mantiene por el lapso de 45 minutos, revolviéndola constantemente.

Al cabo de los 45 minutos de ebullición de la leche, se procede a trasladar las ollas tapadas a tinas que contienen agua fría, dentro del mismo sector, estas ollas se mantendrán en la tina hasta que la leche llegue a una temperatura de 45°C, temperatura que permite la adición del fermento.

Cuando la leche alcanza una temperatura un poco mayor a los 45°C, las ollas son retiradas de la tina de enfriamiento y se procede al filtrado de la leche, el cual se lo realiza haciendo pasar la leche de las ollas por medio de un colador y recipiente plásticos, hacia otra olla de acero inoxidable.

En el caso de que la leche bajara su temperatura a menos de 45°C, ésta es recalentada hasta alcanzar exactamente los 45°C que se precisan para la adición del fermento.

Alcanzados 45°C en la leche se procede a la adición del cultivo, este procedimiento se lo realiza sacando una pequeña cantidad de leche en un recipiente plástico para luego mezclarla con el cultivo en una botella de vidrio.

Comprobando que la mezcla de leche y cultivo esté homogénea, se procede a adicionar al resto de la leche mezclándola continuamente.

2.2.5 Sistema de Envasado

Según Martínez, (2004), terminada la adición del fermento a la leche, se procede a envasar el yogur en recipientes plásticos de 900 gr. de capacidad. Esta tarea se la realiza por medio de un recipiente plástico que transporta la leche fermentada a los envases.

Los envases llenos son acomodados en canastillas plásticas para posteriormente entrar a la incubadora de yogurt, la cual se encuentra en el mismo sector de elaboración de yogurt. La temperatura de la incubadora debe estar a 45°C y ésta se mantendrá durante 3 horas.

2.2.6 Sistema de Control de Calidad

Para medir la calidad de los productos se utiliza las Normas Bolivianas establecidas por IBNORCA, indicando los parámetros de calidad que se tomaran en cuenta en la elaboración de yogurt, leche pasteurizada y leche cruda.

2.2.6.1 Parámetros de Control de calidad para la Elaboración del Yogurt

Los parámetros establecidos para el control de calidad en la elaboración del yogurt son: Acidez Titulable, pH, Materia grasa, Sólidos no grasos, Coliformes totales UFC/ml, Escherichia coli UFC/ml, Mohos y levaduras UFC/ml, (IBNORCA, 2006 NB-33016)

2.2.6.2 Parámetros de Control de Calidad de la Leche Pasteurizada

Los parámetros establecidos para el control de calidad en la elaboración de leche pasteurizada son: Densidad Relativa, Contenido de grasa, Acidez Titulable, Sólidos totales, Sólidos no grasos, Ceniza, Proteínas (IBNORCA, 2006 NB-33016).

2.2.6.3 Parámetros de Control de calidad de la leche cruda y fresca

Los parámetros establecidos para el control de calidad en la leche cruda y fresca son: Acidez Titulable, Densidad, pH, Materia grasa, Sólidos no grasos, Sólidos totales, Recuento total bacterias mesófilas, Recuento de células somáticas, Bacterias esporuladas, (IBNORCA, 2004 NB-33013) .

2.2.6.4 Limpieza de Equipos

El objeto de la esterilización es eliminar o destruir todos los microorganismos presente en la superficie del lugar que se desea esterilizar. La esterilización es un proceso diferente del lavado y es indispensable realizarla inmediatamente antes de que la leche sea puesta en contacto con el utensilio o equipo. (Revilla, 1982).

Según Revilla, (1982) la desinfección puede ser lograda por métodos físicos o químicos; en ambos casos es necesario que el agente esterilizante reúna los siguientes requisitos:

- No tóxico para los humanos
- Rápida acción germicida
- Nula acción corrosiva
- De aplicación rápida y sencilla
- Económico.

La esterilización física es realizada por la acción del calor, por medio del agua caliente o del vapor de agua. La esterilización química es el método más común para desinfectar utensilios y equipó; es de acción rápida y puede ser hecha por medio de compuestos clorinados, yodados, compuestos cuaternarios amoniacaes y otras. (Revilla, 1982).

2.3 Leche

2.3.1 Ordeño y Conservación

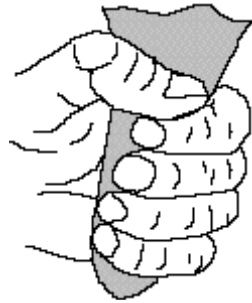
La obtención de la leche cruda se realiza a través del ordeño que debe llevarse a cabo siguiendo unas pautas para garantizar la salubridad del producto obtenido. El ordeño se ha de realizar sin interrupciones, lo más rápidamente posible y de forma completa. De esta manera se asegura que la leche contiene todos los nutrientes, ya que la composición de la leche varía desde el principio y hasta el final del ordeño. (Pinzón, 2004).

La leche cruda, aunque proceda de animales sanos y haya sido obtenida bajo condiciones adecuadas, es un producto más o menos contaminado, y supone un excelente vehículo de enfermedades como la brucelosis y la tuberculosis. (Pinzón, 2004).

2.3.1.1 Métodos de Ordeño

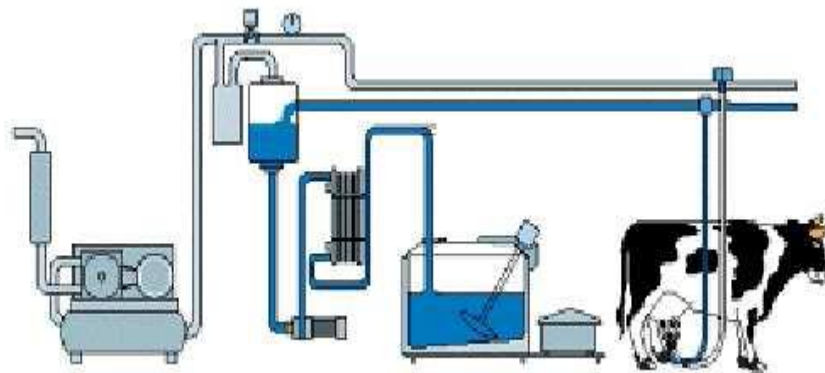
Al hablar de los métodos de ordeño podemos decir que, existen desde lo más rústico y convencional que es de manera manual, y es: usado generalmente por personas con poco ganado, hasta los sistemas altamente automatizados que llegan a ofrecer muchas ventajas como mayor higiene, velocidad y conservación de la leche, ya que no se expone al ambiente, evitando así cualquier contacto con microorganismos u otro tipo de contaminación que pueda dañarla (Pinzón, 2004).

Figura 1. Ordeño Manual



FUENTE. Elaboración propia

Figura 2. Ordeño Automático



FUENTE. Elaboración propia

Figura 3. Ordeño Automático de un puesto-Instalación de pezoneras



FUENTE. Elaboración propia

Toda la leche obtenida se recoge en un tanque de almacenamiento en el que el producto se mantiene a temperaturas de refrigeración. De los tanques, la leche es recogida por camiones cisterna, también refrigerados, a través de los cuales se transporta hasta la planta procesadora. (Pinzón, 2004).

Una vez ordeñada la vaca, es importante refrigerar la leche por debajo de los 4°C, para evitar que los microorganismos que pudiera contener empiecen a degradarla y descomponerla. Para ello, se utilizan tanques enfriadores que cuentan con un agitador, el cual evita que se separe la grasa de la leche o capuchones aislantes cuando se deposita en tinas (Pinzón, 2004).

Figura 4. Método de Enfriamiento en tinas metálicas



FUENTE. Elaboración propia

Una vez en la central lechera, la leche cruda que se recibe se trata para obtener leche de consumo o derivados lácteos. El tipo de tratamiento que se le aplica depende del producto a elaborar. Sin embargo, antes de su procesado la leche siempre se somete a unos tratamientos generales que tienen por objeto destruir los microorganismos patógenos y adecuar su composición a los tratamientos de elaboración a los que será sometida. (Pinzón, 2004).

2.3.2 Leche Estandarizada

Es aquella cuyo porcentaje de grasa ha sido alterado, pudiendo ser mayor o menor del que tenía originalmente, y por ello es aconsejable indicar el tanto por ciento de grasa al cual ha sido estandarizada la leche; sin embargo, en centro América se entiende por leche estandarizada a aquella cuyo contenido de grasa a sido ajustado como mínimo a 3 %. (Revilla, 1982).

2.3.3 Leche Compuesta

Es aquella a la que se le han agregado productos para darle un sabor determinado. Ejemplo: leche con chocolate, leche malteada o con sabor a frutas. A la leche compuesta normalmente se la conoce como leche con sabores. (Revilla, 1982).

2.3.4 Leches Fermentadas

Son aquellas que han sido sometidas a la acción de ciertos microorganismos específicos, según el tipo de leche deseada. Ejemplo: Leche ácida o *Buttermilk* a base de *Streptococcus lactis*, leche acidófila a base de *Lactobacillus acidophilus*, Yogurt a base de una mezcla de cultivos, y muchas otras más. (Revilla, 1982).

2.3.5 Microbiología de la Leche

Según Mossel (1995), citado por Pinzón, (2004) menciona que la leche es un alimento muy susceptible de sufrir cambios. Su composición resulta especialmente apta para el desarrollo de microorganismos, por lo que es importante tener un conocimiento básico de la microbiología de la leche cuando se planea introducir alguna mejora en su procesamiento.

Por su alto contenido de humedad, su abundante suministro de nutrientes combinados con un grado de acidez neutral (pH de 6,7)- y su temperatura, la leche cruda es un medio propicio para la proliferación de microorganismos, incluyendo los que causan intoxicación alimentaria y los que producen cambios enzimáticos, como aquellos que provocan la rancidez de la grasa de la leche.

Los microorganismos susceptibles de desarrollarse en la leche pueden clasificarse en tres grandes grupos:

- Los que causan la descomposición de la leche.
- Los que originan infecciones en las personas, llamados patógenos.
- Los beneficiosos, como aquellos que causan la fermentación natural de la lactosa en ácido láctico. Éstos son utilizados por quienes procesan la leche para elaborar productos tales como queso o yogurt.

2.3.6 Leche Pasteurizada

Es la que ha sido sometida a un tratamiento térmico específico y por un tiempo determinado para lograr la destrucción total de los organismos patógenos que pueda contener, sin alterar en forma considerable su composición, sabor y valor alimenticio. (Revilla, 1982).

2.3.6.1 Objetivo de la Pasteurización

Es destruir en ella, por el empleo apropiado del calor, casi toda la flora banal y la totalidad de su flora patógena, procurando alterar lo menos posible la estructura física de la leche, su equilibrio químico y vitaminas. (Pinzón, 2004).

2.3.6.2 Pasteurización

El proceso de pasteurización consiste en destruir, la totalidad de los microorganismos patógenos y casi la totalidad de los microorganismos no patógenos que pudiese estar presente en la leche, procurando alterar lo menos posible su estructura física, su equilibrio químico y vitaminas (Veisseyre, 1988).

La pasteurización consiste en cualquier tratamiento térmico que asegure la destrucción de *Mycobacterium tuberculosis*, sin afectar de manera importante a las propiedades físicas y químicas de la leche. Tras el tratamiento de pasteurización se necesita un envasado higiénico, para evitar contaminaciones. Actualmente podemos encontrar dos grandes grupos de tratamientos de pasteurización: alta y baja. (Veisseyre, 1988).

2.3.6.3 Tipos de Pasteurización

En la actualidad se aplican diferentes tipos de pasteurización: Pasteurización Lenta, Pasteurización Rápida y Ultra Pasteurización.

2.3.6.3.1 Pasteurización Lenta

También es conocida como pasteurización baja, discontinúa, por retención o por sostenimiento. Una de las grandes ventajas de este sistema es que no modifica en forma considerable las propiedades de la leche, mantiene el valor nutritivo y no destruye la línea de crema. Es realizada calentando la leche a 62.8 °C (145 °F) de temperatura durante 30 minutos como mínimo, con agitación constante en un equipo adecuado y apropiadamente operado. (Revilla, 1982).

Son tratamientos de larga duración (30 min.) a temperaturas suaves (63 °C). Pasteurización baja. (Gervilla, 2001).

El efecto germicida de este método esta cerca del 95 % y no es recomendable usarlo cuando la leche cruda tiene un alto computo bacterial. (Revilla, 1982).

La pasteurización baja. Se define por un calentamiento a 63° C durante 30 minutos un método lento y discontinuo, pero presenta la ventaja de no modificar las propiedades de la leche. (Pinzón, 2004).

2.3.6.3.2 Pasteurización Rápida

Es conocida como pasteurización alta, continua, relámpago, TATC (temperatura alta y tiempo corto) y en varios textos, también se le denomina HTST (High temperatura, short time). Este método consiste en calentar la leche a 72 – 77 °C (161.6 – 170.6 °F) durante 15 segundos como mínimo en un equipo adecuado y apropiadamente operado. (Revilla, 1982).

Son combinaciones de altas temperaturas (72-75 °C) durante tiempos cortos (15-20 seg.), estas combinaciones variarán según la carga microbiana inicial de la leche. Pasteurización baja. (Gervilla, 2001).

La eficiencia germicida de este método esta cerca del 99.5 % y las alteraciones en los componentes de la leche son mínimas. (Revilla, 1982).

La pasteurización alta. Se define como el calentamiento a 72° C durante 15 segundos. El método es rápido y continuo, pero modifica ligeramente las propiedades de la leche, si bien los aparatos modernos reducen este inconveniente, la albúmina y las globulinas sufren una coagulación parcial. . (Pinzón, 2004).

2.3.6.3.3 Ultra Pasteurización

Es conocida como ultra esterilización o tratamiento de la leche con temperaturas ultra altas (TUA) a 135 – 150 °C (275 – 302 °F) durante 2 a 8 segundos. La destrucción microbiana bajo este método varía de 99.9 a 100 %. La modificación física o química de la leche causada por este método es equivalente a la causada por la pasteurización por temperatura alta y tiempo corto (TATC); el sabor de leche hervida solo dura por pocos días por ello se recomienda para la producción de leche de consumo como bebida y de leches aromatizadas. (Revilla, 1982).

Suele aplicarse cuando, por algún motivo, se necesita prolongar la vida útil del producto. Consiste en combinaciones de 125-138 °C durante 2-4 seg. (Gervilla, 2001).

2.4 Derivados Lácteos

2.4.1 Crema

Es la porción de leche rica en grasa que resulta del descremado de la leche entera. En algunos países se exige que la crema tenga un mínimo de 18% de grasa, pero en Centroamérica se recomienda no menos de 25% de grasa, tanto para la crema dulce como para la crema ácida. La crema es también conocida como nata o natilla. (Revilla, 1982).

2.4.2 Queso

El queso es una de las formas más antiguas de conservar los principales elementos nutritivos de la leche. Esta compuesto por caseína, grasa, sales insolubles, agua y pequeñas cantidades de lactosa, albúmina y sales solubles de la leche que son concentradas por coagulación de la misma por medio de la renina o ácido láctico producido por micro organismos. Después de la coagulación parte

del agua de la leche es removida mediante el calentamiento, agitación, desuero y prensado de la cuajada. (Revilla, 1982).

Es el producto obtenido mediante la coagulación de la leche y eliminación del suero. Puede ser hecho de diferentes tipos de leche y mediante diferentes técnicas, según la clase de queso que se desee obtener. (Revilla, 1982).

2.4.3 Mantequilla

El producto obtenido del batido y desuerado de la crema contiene normalmente cerca de 80% de grasa. A este producto también se le conoce como mantequilla amarilla o mantequilla en barra. (Revilla, 1982).

Es un producto alto en contenido graso, obtenido a partir de la crema proveniente de la leche; puede ser de crema fresca o madurada por medio de la adición de cultivos lácticos especiales. (Revilla, 1982).

2.4.4 Helados

Son productos que resultan de la mezcla de varios ingredientes que después de ser tratados térmicamente son congelados con agitación constante. En algunos países se les conoce como mantecado y contienen como mínimo 10% de grasa de leche. (Revilla, 1982).

El helado es un alimento congelado que resulta de la mezcla de algunos productos lácteos (leche fresca, crema, leche en polvo) con azúcar, estabilizador, sabores naturales o sintéticos, colorantes y algunas veces otros productos como huevos o frutas. El helado es obtenido en forma suave, por agitación constante durante el enfriamiento y posteriormente endurecido por congelamiento rápido. (Revilla, 1982).

2.4.5 Sueros

Es un subproducto de la elaboración de quesos o mantequilla. Es igual al peso de la mezcla menos los pesos de la grasa, estabilizador, azúcares, huevos, etc. O sea, que está formado por el agua y los sólidos no grasos de la mezcla. (Revilla, 1982).

2.4.6 Yogurt

2.4.6.1 Definición de Yogurt

La legislación española define el yogurt como el producto de la leche coagulada obtenido por fermentación láctica, mediante la acción de los microorganismos *Lactobacillus bulgáricus* y *Streptococcus thermophilus*, a partir de leche pasteurizada, nata pasteurizada, leche concentrada, leche parcial o totalmente desnatada pasteurizada, con o sin adición de leche en polvo, entera o desnatada. Las bacterias lácticas citadas deben ser viables y abundantes en el producto terminado, (Madrid, 1996).

Quispe (2002) menciona que la FAO define el yogurt como la leche coagulada obtenida por la fermentación láctica, ácida debida a las bacterias *L. bulgaricus* y *S. thermophilus* sobre leche pasteurizada o concentrada, con o sin adición de leche en polvo, etc. Los microorganismos del producto final deben ser viables y abundantes.

2.4.6.2 Clasificación del Yogurt

2.4.6.2.1 De acuerdo a su Composición

De acuerdo a su composición el yogur se divide en Yogurt Natural, Yogurt Saborizado, y Yogurt con Fruta.

- **Yogurt Natural**

Producto obtenido, sin la adición alguna de saborizantes, azúcar y colorantes, permitiéndose solo la adición de estabilizantes y conservantes recomendados por la NB 33016. (IBNORCA, 2006 NB-33016).

- **Yogurt Saborizado**

Producto que puede contener los aditivos recomendados en la NB 33016 y los saborizantes y colorantes naturales y/o artificiales permitidos por el CODEX Alimentarius. Además podrá contener miel, Chocolate, café, especias, fibra y otros saborizantes naturales inocuos. (IBNORCA, 2006 NB-33016).

- **Yogurt con Fruta**

Producto obtenido con la adición procesada de pulpa, jugo, néctar, jalea o mermelada para productos industriales. Puede contener los aditivos recomendados y los saborizantes y colorantes naturales y/o artificiales permitidos por el CODEX Alimentarius. (IBNORCA, 2006 NB-33016).

2.4.6.2.2 De acuerdo al Proceso de Elaboración

De acuerdo al proceso de elaboración el yogur se clasifica en Yogurt Afinado, Yogurt Batido, Yogurt Líquido o Bebible, Yogurt Congelado y Yogurt Concentrado o Condensado

- **Yogurt Afinado**

Es el producto obtenido cuando la fermentación y la coagulación de la leche se lleva a cabo en el envase mismo; el yogurt así producido es una masa homogénea semi-sólida. (IBNORCA, 2006 NB-33016).

- **Yogurt Batido**

Es el producto en el que la inoculación de la mezcla pasteurizada, se realiza en tanques de incubación produciéndose en ellos la coagulación, luego se bate y posteriormente se envasa. (IBNORCA, 2006 NB-33016).

- **Yogurt Líquido o Bebible**

Se puede considerar como yogurt batido de baja viscosidad, se puede elaborar a partir de la leche con un contenido mínimo de sólidos no grasos de 6% u homogenizar el producto antes del enfriamiento. (IBNORCA, 2006 NB-33016).

- **Yogurt Congelado**

Es el producto semicongelado y batido para incorporación de aire y luego congelado en cámaras a 30 °C – 40 °C bajo cero. Los cultivos específicos pueden ser reactivados en cantidades razonables por descongelado. (IBNORCA, 2006 NB-33016).

- **Yogurt Concentrado o Condensado**

Se elabora eliminando parcialmente la fase líquida de yogurt, hasta un nivel aproximado de un 24 % de sólidos totales, obteniéndose un producto con propiedades reológicas y características muy diferentes a las del yogurt normal. (IBNORCA, 2006 NB-33016).

2.4.6.2.3 De acuerdo a su Origen

De acuerdo a su origen el yogur se clasifica en Yogurt y Yogurt Orgánico

- **Yogurt**

Producto obtenido por la coagulación de proteínas y fermentación ácido – láctica, mediante la acción simbiótica del *Strptococcus salivaius subesp. Thermophilus* y *Lactobacillus delbrueckii subesp. Bulgaricus*, sobre la leche y los derivados lácteos. Las bacterias lácticas estarán presentes en el producto final en cantidad abundante y con una viabilidad adecuada. (IBNORCA, 2006 NB-33016).

- **Yogurt Orgánico**

Producto obtenido sin la adición alguna de saborizantes, colorantes, estabilizantes y conservantes, en base a una leche agro biológica para cuya obtención se ha obviado el uso de agentes químicos de síntesis en los estamentos suelo, planta y animal. Esta producción esta certificada. La producción orgánica responde a normas de producción y calidad, mediante la cual se diferencia de la producción tradicional y debe estar avalado por la certificación de una tercera parte. (IBNORCA, 2006 NB-33016).

2.4.6.3 Cualidades del Yogurt

Las cualidades nutritivas del yogurt provienen no solo de la presencia de los compuestos de la leche, sino también de la trasformación de estos como resultado de la fermentación de ácido láctico causada por los microorganismos (Fox, y Cameron, 1992).

La ingestión de este producto es recomendable en todas las edades. Para la mayor parte de los lactantes intolerantes a las leches, constituye un magnífico alimento, pues la reducción moderada de su contenido de lactosa, en comparación con el de la leche, lo hace más apropiado para los pacientes con deficiencia de lactosa (Tamine, y Robinson, 1978).

Según Revilla (2000), éste producto ayuda en la salud de las personas que lo consumen, facilita la curación de algunos tipos de cáncer y disminuye el porcentaje de colesterol.

Las propiedades bacteriostáticas del yogurt contribuyen a la resistencia de infecciones. En efecto, este producto contiene bacterias activas que forman parte de nuestra flora intestinal indispensable, las cuales participan en la descomposición de los alimentos en el proceso digestivo. El yogurt se cataloga como un producto de alta digestibilidad, que aumenta el coeficiente de absorción de numerosas sustancias, tales como proteínas y grasas (Alais, 1985).

El consumo de yogurt intensifica la retención de fósforo, calcio y hierro en comparación con la leche; también cabe destacar su participación en la disminución de los problemas alérgicos (Tamine, y Robinson, 1978).

El consumo de yogurt reduce la población de bacterias perjudiciales en el intestino provocando un reequilibrio del ecosistema bacteriano intestinal de cada individuo, aumentando la cantidad de bacterias lácticas beneficiosas y disminuyendo el número de bacterias del grupo bacteroides y Prevotella, especialmente *Bacteroides vulgatus*, que está asociado a procesos cancerígenos y enfermedades inflamatorias intestinales. (Jano, 2006).

El yogurt natural puede ayudar a combatir la halitosis, las caries y las enfermedades de las encías, la clave radica en algunas bacterias activas que contiene el yogurt, específicamente la *Lactobacillus bulgaricus* y la *Streptococcus thermophilus* (Jano, 2005).

El consumo de 90 gramos de yogurt dos veces al día durante 6 semanas, provoca una disminución de sus niveles de sulfuro de hidrógeno u otras sustancias que contribuyen al mal aliento. (Jano, 2005).

2.4.6.4 Preparación del Yogurt

Los procedimientos para la preparación industrial del yogurt varían considerablemente en cuanto a ciertos detalles, pero el proceso fundamental es esencialmente el mismo en todas las instalaciones elaboradoras de productos lácteos. Se calienta leche de buena calidad tanto para rebajar su contenido microbiano como para mejorarla para la proliferación de los organismos que producen el yogurt. (Canadian Dairy Comisión, 2001).

Según, Madrid (1996) menciona que:

1. Tratamientos previos de la leche, que consisten en su concentración para aumentar su extracto seco en un 2-2.5%, con lo que el yogurt final tendrá la consistencia debida. También está permitida la adición de leche en polvo a la leche normal, evitando así el proceso de concentración antes citados. La leche utilizada debe haber pasado por una centrífuga para su higienización y normalización.
2. Se pasteuriza la leche ya preparada, a una temperatura alta (90-92°C), manteniendo dicha temperatura durante 4-5 minutos. A la vez que se realiza la pasterización y cuando se alcanza una temperatura de 60-65°C, se procede a su des aireación en una cámara bajo vacío y a su homogeneización, para dividir finalmente los glóbulos de grasa, lo que otorga mayor vistosidad y brillantez al yogurt que se obtenga con dicha leche. el mantenimiento de la temperatura de pasteurización se hace en un tubo de acero inoxidable.
3. La leche así preparada es inoculada con unos cultivos lácticos, en una proporción del 1.5 al 3 por 100, a una temperatura de 44-45° C, de donde pasa a su envasado en tarimas individuales de 125-150 g por unidad.

4. Durante tres o cuatro horas se mantienen los envases en cámaras a 45°C, para que se desarrollen los cultivos lácticos sembrados y se forme el yogurt.
5. Una vez alcanzado el punto justo (pH inferior a 4.6), en las mismas cámaras los yogures se enfrían a 4°C, llevándose a cámaras frigoríficas donde se mantienen a temperaturas comprendidas entre 1 y 10° C.
6. Como variante está la fabricación de yogures aromatizados azucarados. En este caso, antes del llenado en tarimas, además de los cultivos lácticos, se añaden también los aromas necesarios y el azúcar.
7. Otro variante en la elaboración del yogurt son los llamados, yogures batidos, que contienen en muchas ocasiones frutas, azúcar y otros productos alimenticios.

2.4.6.4.1 Características de los Cultivos

El yogurt es el más conocido de los productos acidificados alrededor del mundo. El yogurt por definición es un producto lácteo que se obtiene de la acidificación microbiológica de la leche (Revilla, 2000).

El término “fermentadas” deriva del hecho de ser la leche la materia prima que se inocula con un cultivo de fermentos que convierte la mayor parte de la lactosa en ácido láctico. Así mismo, estos microorganismos son capaces de multiplicarse y mantenerse en el interior de los intestinos, actuando como protectores de nuestra mucosa intestinal y facilitando el adecuado funcionamiento de este tramo del tubo digestivo. En las rutas metabólicas de estas bacterias también se produce dióxido de carbono, ácido acético, diacetilo, acetaldehído y muchos otros compuestos que determinan el sabor, textura y aroma característicos de cada uno de los productos lácteos fermentados (Bylund, 1996).

El ácido láctico ejerce un efecto protector porque inhibe el desarrollo de muchos Microorganismos alterantes y patógenos; por esta razón, los productos lácteos fermentados se conservan durante más tiempo que la leche no acidificada. Sin embargo, el bajo pH del medio impide el crecimiento de mohos que forman gas y alteran el sabor y aroma en el producto (Fraser, 1992).

Las leches fermentadas, debido precisamente a las características de la flora láctica, son productos microbiológicamente estables y seguros. Es por ello que sus propiedades están siendo consideradas para el diseño de diferentes reparaciones con gran futuro en lo que actualmente se ha dado en denominar alimentos funcionales y nutracéuticos. (Fraser, 1992).

Según Bylund (1996), la fermentación es conocida como etapa de acidificación y consta de la etapa de siembra e incubación. En la siembra se inoculan *Streptococcus thermophilus* y *Lactobacillus bulgaricus* en una relación de 1/1, entre las dos bacterias existe una relación simbiótica y provoca que cada cepa estimule el crecimiento de la otra, *Lactobacillus bulgaricus* estimula el crecimiento de *Streptococcus thermophilus* por la liberación de aminoácidos y péptidos, *Streptococcus thermophilus* en su turno produce ácido fórmico que estimula el crecimiento de *Lactobacillus bulgaricus*.

Según Rasic y Kurmann (1978), ambas bacterias son termofilicas, *Lactobacillus bulgaricus* no crece por debajo de 22°C y *Streptococcus thermophilus* debajo de 20°C, así mismo no crecen por encima de 52 y 50°C. El *Streptococcus thermophilus* es responsable de la caída inicial del pH hasta aproximadamente 5.0, entre tanto el *Lactobacillus bulgaricus* es responsable del descenso del pH hasta 4.0.

Figura 5. *Lactobacillus bulgaricus*



FUENTE. Producciones De Derivados Lácteos

Figura 6. *Streptococcus thermophilus*



FUENTE. Producciones De Derivados Lácteos

2.4.6.4.2 Preparación del Cultivo

Se apartan 8 litros de leche fluida para realizar el Cultivo Madre. Primeramente se coloca la leche en botellones de 2 litros especiales, se los pasteuriza durante 1 hora y 30 minutos en Baño María y se deja enfriar hasta que alcance 40°C durante 1 hora, después se procede a la adición del cultivo, esta operación se realiza en un cuarto asépticamente para evitar cualquier probabilidad de contaminación de los cultivos, también se debe tener cuidado de no contaminar la siembra realizada

y cerrar bien los botellones, agitando para que el cultivo se distribuya uniformemente. Al finalizar el periodo de fermentación se enfría hasta 7°C o menos, disminuyendo la actividad del cultivo, hasta ser adicionado a los tanques de fermentación (Loza, 2002).

2.4.6.4.3 Inoculación y Fermentación

Según Loza (2002), en esta fase, la base de yogurt, se mantiene a la temperatura de 40°C mediante recirculación de agua caliente a 40°C por una camisa en los tanques de fermentación, después se realiza el inoculado de la base con el cultivo madre preparado en laboratorio y se deja fermentar el yogurt, esto tarda aproximadamente como 4 horas.

2.4.6.4.4 Adición de Colorantes, Aromatizantes y Envasado

Después de la fermentación del yogurt, se debe realizar la adición de los aromatizantes y los colorantes, estos colorantes y aromatizantes son proporcionados por laboratorio. (Loza, 2002).

El envasado se realiza en máquinas automáticas de sachets, se realiza en 6 diferentes máquinas con variables capacidades de producción. (Loza, 2002).

2.4.6.4.5 Enfriado

Para realizar el proceso de enfriado se debe tener ya listo la cámara de enfriamiento porque mientras más rápido se enfría el producto terminado, presenta una duración más larga en el tiempo. Siempre evitando que la temperatura no sobre pase los 4°C, evitando el congelamiento del producto y cuidado que la temperatura sea constante, (Loza, 2002).

2.4.6.4.6 Sellado y Almacenamiento

Las bolsas de los productos terminados se colocan en canastas de plástico para facilitar su almacenamiento, después de que se colocan 10 a 20 sachets en cada bolsa, se procede al sellado térmico de la bolsa de plástico colocándola después en canastas, se almacenan las canastas en cámaras refrigeradas para mantener una temperatura menor a los 5 °C. (Loza, 2002).

2.4.6.4.7 Distribución

La distribución de los productos se realiza por medio de camionetas con carrocería cerrada y como no tienen aire acondicionado se utilizan contenedores de plástico para mantener la temperatura de los productos. De esta forma se llevan los productos a las diferentes tiendas de expendio como ser en Colegios, Escuelas, Hospitales, etc. (Loza, 2002).

2.4.6.5 Calidad de Yogurt

Hodson (2001) sostiene que la palabra calidad tiene múltiples significados, los dos que utilizan con mayor frecuencia son que “La calidad consiste en aquellas características del producto que satisfacen las necesidades de los clientes y proporciona la satisfacción con el producto” además, “La calidad consiste en productos y procesos libres de deficiencias”.

El Instituto Boliviano de Normas y Calidad (IBNORCA) es la organización responsable del estudio y elaboración de las Normas Bolivianas de Calidad. Su utilización es un compromiso concienzudo y de responsabilidad del sector productivo y de exigencia del sector consumidor.

IBNORCA (2006) en su norma NB-33016, señala que, el yogurt de calidad intachable, es un producto de un valor elevado por el cual los componentes

principales de requerimiento del producto son los siguientes: Requisitos organolépticos, Requisitos físico-químico y Características microbiológicas.

2.4.6.5.1 Requisitos Organolépticos

- **Sabor**

El producto tendrá un sabor agradable con una acidez característica del mismo y libre de sabores extraños. (IBNORCA ,2006 NB-33016).

El sabor natural es difícil de definir, normalmente no es ácido ni amargo, sino más bien ligeramente dulce gracias a su contenido en lactosa. A veces se presenta con cierto sabor salado por la alta concentración de cloruros que tiene la leche de vaca que se encuentra al final del periodo de lactancia o que sufren estados infecciosos de la ubre (mastitis). Pero en general, el sabor de la leche fresca normal es agradable y puede describirse simplemente como característico. (Faria, 1974)

- **Olor**

Agradable y en relación con el producto. Libre de olores ajenos. . (IBNORCA ,2006 NB-33016).

El olor comercial es difícil de percibir salvo que sea un olor ajeno a ella. Entre esos olores ajenos están los que provienen de algunos alimentos, medio ambiente, utensilios y de los microorganismos. (Revilla, 1982).

El olor de la leche es también característico y se debe a la presencia de compuestos orgánicos volátiles de bajo peso molecular, entre ellos, ácidos, aldehídos, cetonas y trazas de sulfato de metilo. La leche puede adquirir, con cierta facilidad sabores u olores extraños, derivados de ciertos alimentos consumidos por la vaca antes del ordeño, de sustancia de olor penetrante o superficies

metálicas con las cuales ha estado en contacto o bien de cambios químicos o microbiológicos que el producto puede experimentar durante su manipulación. (Faria, 1974).

La técnica más común consiste en oler el contenido de un recipiente (cántara o tanque) inmediatamente después de haber sido destapado. Existen personas bien entrenadas que mediante esta prueba pueden detectar leches que han sido mal refrigeradas, que han estado en contacto con utensilios sucios y hasta leches mastíticas. (Faria, 1974).

- **Color**

Estará en relación con el producto. Blanco o ligeramente crema para el yogurt natural. Para los yogures frutados o saborizados, su color estará en lo posible, en relación con el sabor o fruta utilizada. (IBNORCA ,2006 NB-33016).

La leche es un líquido blanquecino amarillento y opaco, color característico que se debe principalmente a la dispersión de la luz por las miscelas de fosfocaseinato de calcio. Los glóbulos grasos también dispersan la luz pero contribuyen muy poco en el color blanco de la leche. Por último, el caroteno y la riboflamina contribuyen al color amarillento. (Revilla, 1982).

Asimismo, el color de la leche varía según el proceso al que haya sido sometida; por ejemplo, la pasteurización mediante el uso de temperaturas altas intensifica su blancura y opacidad, la esterilización la cambia a café claro, y el descremado deja a la leche descremada de color blanco azulado. (Revilla, 1982).

- **Aspecto**

Todas las variedades de yogurt deberán tener un aspecto uniforme, libre de burbujas y materiales ajenos, de consistencia característica al tipo de yogurt. (IBNORCA ,2006 NB-33016).

La viscosidad de la leche esta dada por el grado de resistencia a fluir, o sea que es el coeficiente de frotamiento entre las moléculas. La viscosidad aumenta con la disminución de la temperatura, el incremento del contenido graso, la homogenización, fermentación, envejecimiento y altas temperaturas seguidas de enfriamiento. (Revilla, 1982).

2.4.6.5.2 Requisitos Físico-Químico

En la siguiente tabla, IBNORCA menciona las características físico-químicos que deberá tener los diferentes tipos de yogurt:

Tabla 5. Requisitos físico-químicos para el yogurt

Parámetros	Yogurt		Yogurt ligero		Yogurt dietético		Método de ensayo
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	
pH	-	4.6	-	4.6	-	4.6	
Acidez titulable (ácido lácteo) % m/m	0.5	1.5	0.5	1.5	0.5	1.5	NB 229
Materia grasa	2.6	-	0.5	2.6	-	0.5	NB 330178**
Sólidos no grasos*	8.2	-	-	-	-	8.2	

FUENTE. IBNORCA, 2006 NB-33016

* El valor máximo admisible de sólidos no grasos dependerá de la composición de la leche utilizada

** Proceso de elaboración

- **pH**

El pH es una medida utilizada por la química para evaluar la acidez o alcalinidad de una sustancia. Se entiende por acidez la capacidad de una sustancia para aportar a una disolución acuosa iones de hidrógeno o hidrogeniones al medio. La alcalinidad o base aporta oxidrilo al medio. Por lo tanto, el pH mide la concentración de iones de hidrógeno de una sustancia. (Garcia, 2003).

El pH posee una escala propia, esta es una tabla que va del número cero al catorce, siendo de esta manera el siete el número del medio. Si el pH es de cero a seis, la solución es considerada ácida; por el contrario, si el pH es de ocho a catorce, la solución se considera alcalina. Si la solución posee un pH siete, es considerada neutra. (Bazaes, 2009).

El pH de la leche normal se encuentra entre 6.5 a 6.7, ligeramente ácido, esto favorece el crecimiento de una flora microbiana diversa. Sin embargo, son las bacterias y de ellas el grupo del ácido láctico las que se ven favorecidos para crecer en la leche a pH normal. (Casado, P.; Blanco, 1998.).

Tabla 6. Rangos de pH para el crecimiento de los microorganismos

GRUPO	RANGO	OPTIMO
Bacterias	4,5 - 9	6,5 - 7,5
Levaduras	2 - 11	4 - 6
Mohos	2 - 9	-

FUENTE. CASADO, P. Blanco, 1998.

- **Acidez Titulable**

Corresponde a la suma de la acidez natural más la acidez desarrollada. (IBNORCA, 1998 NB-229).

La descomposición de la lactosa en la leche es el resultado de la acción microbiana, el ácido láctico, producido a partir de la lactosa, aumenta la acidez valorable, dando un sabor y olor ácido debilitando la estabilidad coloidal de la leche fermentándola por acción anaeróbica. (Warner, 1989).

➤ **Acidez Natural**

Corresponde a la cantidad de hidróxido de sodio consumido por los componentes propios de la leche hasta el punto de neutralización y cuyo valor será expresado como equivalente de ácido láctico en porcentaje. (IBNORCA, 1998 NB-229).

➤ **Acidez Desarrollada**

Corresponde a la cantidad de hidróxido de sodio consumidos por la cantidad de ácido que se ha generado por el desarrollo de microorganismos, hasta el punto de generación expresado como ácido láctico en porcentaje. (IBNORCA, 1998 NB-229).

- **Materia Grasa**

El contenido de grasa del yogurt dependerá de la mezcla empleada, donde mezcla, es la leche estandarizada utilizada para la elaboración de yogurt, ya sea leche fluida o reconstituida a la cual puede o no adicionarse grasa vegetal para regular el contenido de grasa. (Pinto, y Houbraken, 1976).

El porcentaje de Materia Grasa en leche fluida es el compuesto más caro entre sus componentes. Por eso el valor de la leche y los productos lácteos dependen fuertemente del porcentaje de materia grasa (Pinto, y Houbraken, 1976).

Durante mucho tiempo la grasa a sido el único componente de la leche determinado sistémicamente con el objeto de estimar el valor del producto y las aptitudes del ganado lechero; sin embargo, esta simplificación es excesiva, puesto que la relación entre el porcentaje de la materia grasa y el de los otros elementos no es estrecha, sobre todo en lo que se refiere en materias nitrogenadas (Aláis, 1985).

- **Sólidos No Grasos**

Se trata de un valor más regular que el extracto seco total, por razón de haberse eliminado el componente más variable. En la industria, las regulaciones y normalizaciones se hacen frecuentemente sobre el extracto seco desengrasado. (Aláis, 1985).

- **Refractómetro**

Cuando se pone un lápiz en el agua, la punta del lápiz aparece inclinada. Luego, si se hace lo mismo pero colocando el lápiz en una solución de agua azucarada, la punta del mismo aparecerá más inclinada. Este es el fenómeno de la refracción de la luz. Los refractómetros son instrumentos de medición, en los que éste fenómeno de la refracción de la luz se pone en práctica. Ellos se basan en el principio por el cual, cuando aumenta la densidad de una sustancia (por ejemplo: cuando se disuelve el azúcar en el agua), el índice de refracción aumenta proporcionalmente (Infoagro, 2009).

La Escala de Medición (%) muestra el porcentaje de concentración de los sólidos solubles contenidos en una muestra (solución de agua). El contenido de los sólidos solubles es el total de todos los sólidos disueltos en el agua, incluso el azúcar, las sales, las proteínas, los ácidos, etc., y la medida leída es el total de la suma de éstos (Infoagro, 2009).

2.4.6.5.3 Características Microbiológicas

El producto debe estar libre de microorganismos patógenos y debe cumplir con lo especificado en la siguiente tabla:

Tabla 7. Características microbiológicas del yogurt

Microorganismos	n	c	m	M	Método de ensayo
Coliformes totales UFC/ml	5	2	10	100	NB 32005 NB 32016
Escherichia coli UFC/ml	5	2	0	10	NB 32005 NB 32016
Mohos y levaduras UFC/ml	5	2	50	200	NB 32018 NB 32006

FUENTE. IBNORCA, 2006 NB-33016

n: Número de unidades de muestras a ser examinadas

m: Valor del parámetro microbiológico por el cual o por debajo del cual el alimento no representa un riesgo para la salud.

C: Número más de unidades de muestra que puede contener un número de m.o. comprendidos entre "m" y "M".

M: Valor del parámetro microbiológico por encima del cual el alimento representa un riesgo para la salud

- **Coliformes Totales**

Las bacterias coliformes son bacilos cortos Gram-negativos, aerobios ó anaerobios facultativos no esporulados, que fermentan glucosa y lactosa con formación de ácido y gas. (IBNORCA, 2002 NB-32005).

Los coliformes son buenos indicadores de un proceso o de un estado sanitario inadecuado. La presencia de estos microorganismos en cantidades mayores al permitido indica.

- Mala manipulación y/o procesamiento del alimento
- Riesgo indirecto, mayor probabilidad de existencia de bacterias entéricas patógenas como salmonella. (IBNORCA, 2002 NB-32005).

Las bacterias coliformes pertenecen a la familia de las *Enterobacteriaceae* esta familia es una de las mas vastas y de las mas difíciles de subdividir. Las especies mas frecuentes en los productos lácteos son los que fermentan la lactosa. La mayor parte de las entero bacterias son huéspedes normales del intestino de los mamíferos; su presencia en el agua o en la leche puede atribuirse a una contaminación de origen fecal. Muchas de estas especies tienen fase de vida libre en el suelo y en agua. Se puede encontrar en productos vegetales (Aláis, 1985).

- **Escherichia coli**

Se utiliza como microorganismo indicador de la contaminación de origen fecal. Su hábitat natural es el hombre y animales de sangre caliente y debido a esto se ha utilizado como indicador dentro del grupo coliformes, es el microorganismo de mayor significado sanitario. (IBNORCA, 2002 NB-32005).

Tiene forma de bastoncillos, que miden 1.1 – 1.5 x 2.0 – 6.0 micrones (vivos) o 0.4 – 0.7 x 1.0 – 3.0 micrones (secos y teñidos); existen aislados o en parejas, y pueden tener flagelos, que les confiere motilidad; se desarrollan fácilmente sobre medios con nutrientes simples. Las colonias pueden ser lisas, poco convexas, húmedas, de superficie brillante, con el borde complejo o seco y áspero. (Refai, 1981).

Escherichia coli es un bacilo Gram-negativo puede estar aislado o en parejas y tener flagelos, se desarrolla fácilmente sobre medios con nutrientes simples. Las

colonias pueden ser lisas, poco convexas, húmedas, de superficie brillante, con el borde completo o seco y áspero. Casi todas las cepas fermentan la lactosa. (IBNORCA, 2002 NB-32005).

Este genero no comprende mas que una especie bien definida: E. coli, con con algunas variedades de caracteres antagónicos diferentes. Produce mucho gas y ácidos orgánicos (láctico, acético, succínico, etc.). Sin embargo, es menos acidificante que las bacterias lácticas. Como todas las bacterias entero bacterias, la E. coli reduce los nitritos y nitratos. (Aláis, 1985 y Soto, 1987).

- **Mohos y Levaduras**

Los mohos desempeñan una importante función en los alimentos: algunos son beneficiosos, por que segregan sustancias que intensifican el aroma de los alimentos, mientras que otros son perjudiciales, por que favorecen ciertos tipos de putrefacciones de los alimentos. Algunos mohos pueden producir toxinas, que son peligrosas para la salud de la población. (Refai, 1981).

Los mohos son protistas no fotosintéticos multicelulares, filamentos. Se los puede identificar por su aspecto algodonoso aterciopelado de coloración variable. Los mohos están constituidos por unos filamentos ramificados entrecruzadas llamadas hifas cuyo conjunto se llama micelio. Las hifas son de dos clases unas sumergidas y otras aéreas, también se las clasifica en vegetativas y fértiles que son las que contienen el órgano de reproducción. (IBNORCA, 2003 NB-32006).

Las levaduras son unicelulares, algunas tienen forma cilíndrica o alargada, y otras forma elipsoidal, y abundan mucho en la naturaleza. La célula de la levadura tiene de 2 a 6 micrones de anchura y de 10 a 30 micrones de longitud, y puede reproducirse asexualmente, por gemación, o sexualmente, mediante la producción de asco esporas. (Refai, 1981).

En general los mohos y las levaduras utilizan diversos tipos de nutrientes y sustratos tan sencillos como complejos, poseen gran cantidad de enzimas hidrolíticas y algunos se cultivan para obtener amilasa pecinosa, proteinasas y lipasa. (IBNORCA, 2003 NB-32006).

3. MATERIALES Y METODOLOGIA

3.1 Localización

Fotografía 1. Ubicación de la Estación Experimental de Choquenaira



FUENTE. Elaboración propia

La Estación Experimental de Choquenaira se encuentra ubicada a 32 Km al sud oeste de la ciudad de La Paz y a 5 Km de la localidad de Viacha a una altura de 3830 m.s.n.m. con una precipitación media anual de 610 mm, una temperatura media anual de 11 °C. Geográficamente se encuentra situada a 16°14'' de latitud Sur y 68°18'' de longitud Oeste.

3.2 Característica Ecológicas

De acuerdo a la clasificación de Holdridge (1982), basado en zonas de vida el altiplano central esta clasificado como estepa Montaña templado frío, Unzueta (1975) identifica dos paisajes fisiográficos; las serranías, de topografía abrupta con pendientes empinadas, valles estrechos en forma de V y ríos intermitentes; y la planicie con ondulaciones y causes poco profundos.

Fotografía 2. Estación Experimental de Choquenaira



FUENTE. Elaboración propia

3.4 Materiales

3.3.1 Equipo de Campo

- Cámara fotográfica
- Conservador para trasladar muestras a laboratorio
- Pipeta de 10 ml

- Tanques

3.3.2 Equipo de Laboratorio

- Butirometro calibrado de 0 a 8%.
- Pipeta de 17,6 cc
- Pipeta para Ácido sulfúrico de 17,5
- Centrifugadora de 18 pulgadas de diámetro y 800 rpm, o equivalente
- Mechero
- Vaso químico
- Termómetro
- Termómetro beckman
- Pinza para bureta
- Buretas de 25ml
- Soporte
- Matraz volumétrico de 2000 ml
- Tasa, de porcelana
- Pipetas de 20cc, 10cc, 1cc
- Gotero
- Balanza Analítica
- Cápsulas de 10ml.
- Horno eléctrico con regulación de temperatura
- Refrigerador de 2 -5 °C
- Microscopio óptico
- Vasos de precipitado de 50ml
- Lactodensímetro
- Probetas de 250ml
- Elenmeyer de 125 ml
- Cajas petri de 20 y 10cc
- Tubos de ensayo 20 ml

- Tubos de ensayo 10 ml
- Algodón
- Asa bacteriológica
- Ligas
- Papel madera
- Frascos de 500 y 100cc para la toma de muestras
- Estufa para cultivo de 37-38°C
- Autoclave
- Baño María
- Campanas de Durham

3.3.3 Reactivos de Campo

- Alcohol
- Agua destilada
- Pisseta
- Planilla de registros
- Gasas

3.3.4 Reactivos de Laboratorio

- Agua
- Agua destilada
- Acido sulfúrico
- Solución de 0.1 normal de NaOH
- Solución de 40% de formaldehído (37% de formaldehído y 3% de alcohol metílico).
- Alcohol Amilico

3.3.5 Insumos

- Leche fresca
- Saborizantes
- Colorantes
- Estabilizantes
- Azúcar
- Inoculo

3.4 Metodología

3.4.1 Fase de Campo

Para realizar el presente trabajo de investigación se procedió a elaborar los seis diferentes tratamientos, utilizando un diseño completamente al azar con arreglo bifactorial, como se muestra en la tabla 8, para la preparación del yogurt en la planta de transformación de productos lácteos de la granja experimental de Choquenaira.

Factor A: Inoculo

a1 = Inoculo de adición directa

a2 = Inoculo madre

Factor B: Temperaturas

b1 = Temperatura de 41 °C

b2 = Temperatura de 43 °C

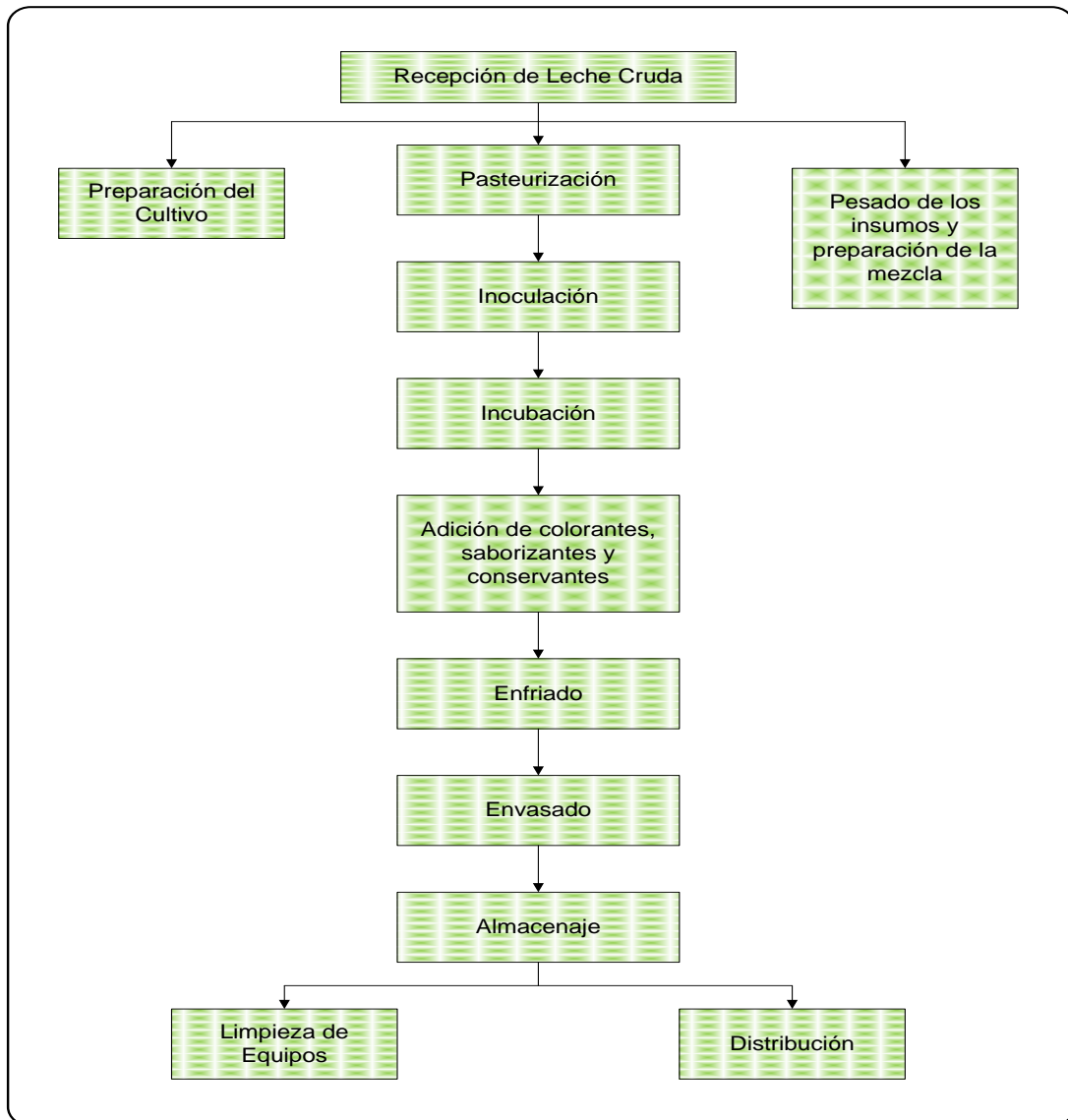
b3 = Temperatura de 47 °C

Tabla 8. Combinación de Tratamientos

Inoculo	Temperatura	Combinación	Tratamiento
a1	b1	a1*b1	T1
a1	b2	a1*b2	T2
a1	b3	a1*b3	T3
a2	b1	a2*b1	T4
a2	b2	a2*b2	T5
a2	b3	a2*b3	T6

FUENTE. Elaboración propia

Figura 7. Elaboración de Yogurt



FUENTE. Elaboración propia

3.4.1.1 Recolección

Se procedió a recolectar la leche a las 8:30 de la mañana, después del ordeño mecánico realizado en la Estación Experimental de Choquenaira. Se colocó la leche en tachos de recolección, los cuales presenta una tapa para evitar su contaminación al momento de llevar los mismos hacia la yogurtera.

Fotografía 3. Recolección de Leche cruda



FUENTE. Elaboración propia

3.4.1.1.2 Análisis de Leche y Yogurt

Se procedió al control de calidad de la leche que se utilizó en la elaboración del yogurt, además se realizó el control del producto final, tomando en cuenta los parámetros de calidad de acuerdo a la Norma.

a) Determinación de Acidez Titulable (leche, yogurt)

La técnica utilizada se basa en la norma IBNORCA NB-229, donde el principio de este método se basa en la titulación de la acidez con una solución normalizada de hidróxido de sodio, usando fenolftaleína como indicador. Como se menciona a continuación.

- **Preparación de la Muestra**

Se lleva la muestra a una temperatura de aproximadamente 20 °C, agitando hasta que este homogéneo, se mide o se pesa rápidamente la cantidad que se va utilizar en el ensayo.

Si se forman grumos de crema y estos no se dispersan, se calienta la muestra en baño maría a aproximadamente 40 °C usando una varilla se mezcla hasta que la emulsión este homogénea.

Los demás productos lácteos fluidos serán calentados hasta 20°C y posteriormente se pesa rápidamente la cantidad que se va utilizar en el ensayo.

- **Procedimiento**

La determinación se realiza por triplicado sobre la misma muestra preparada. Se lava cuidadosamente y se seca el matraz erlenmeyer en la estufa a 105 °C +/- 2 °C durante 30 min. Se deja enfriar en el desecador y se pesa con aproximación a 0.1 mg.

Se invierte, lentamente 3 o 4 veces, la botella que contiene la muestra preparada, inmediatamente se transfiera al matraz erlenmeyer y se pesa 20 g de muestra.

Se diluye el contenido del matraz con un volumen 2 veces mayor de agua destilada y se agrega 0.5 cm³ de solución indicadora de fenolftaleína.

Se agrega lentamente y con agitación, la solución 0.1 N de hidróxido de sodio, justamente hasta conseguir un color rosado fácilmente perceptible si se compara con una muestra de leche diluida que desaparece lentamente.

Se continúa agregando la solución hasta que el color rosado persista durante 30 segundos. Después se lee en la bureta el volumen de solución empleada con aproximación a 0.05 cm³.

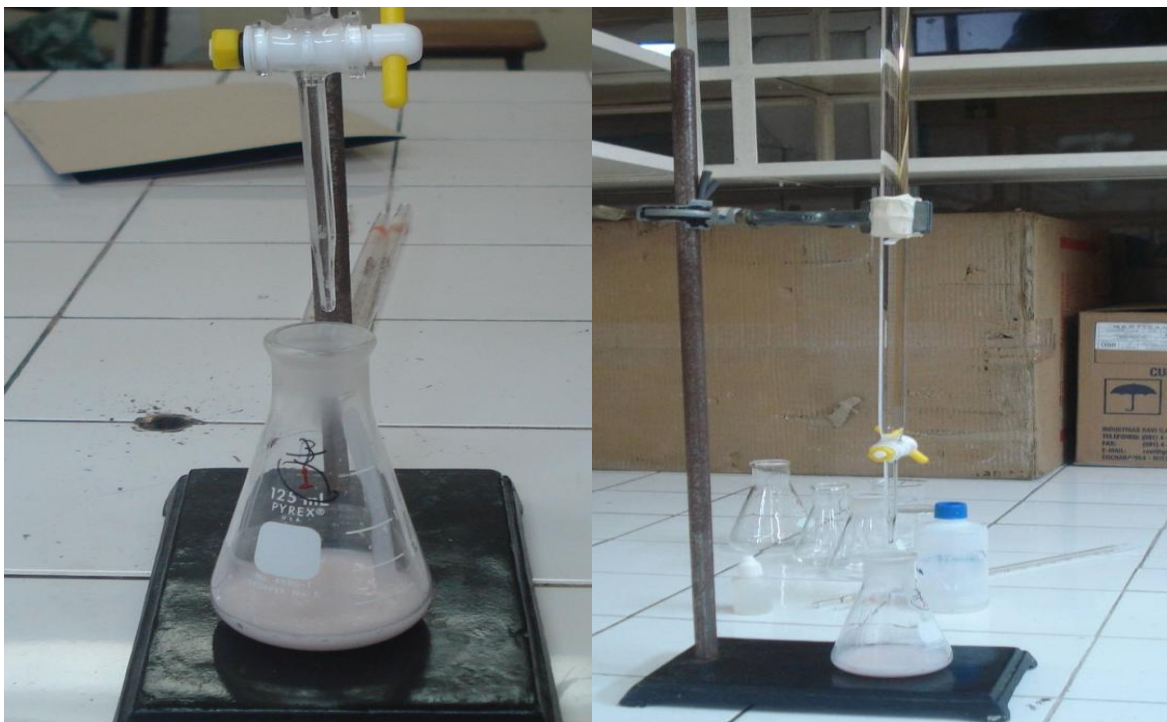
Para realizar los cálculos se utiliza la siguiente fórmula:

$$AT = \frac{\text{cc de NaOH } 0.1 \text{ N}}{\text{Gramos de la muestra}} \times 100$$

Donde:

AT = Acidez Titulable (°D)

Fotografía 4. Determinación de Acidez Titulable



FUENTE. Elaboración propia

b) Determinación de la Materia Grasa (leche, yogurt)

La técnica utilizada se basa en la norma IBNORCA NB-33017, donde el principio

del método Gerber, se determina volumétricamente mediante la acción del ácido sulfúrico sobre las sustancias proteicas y fosfatos presentes en el producto el cual ataca y destruye las mismas, libera la grasa que tiende a ascender por su menor densidad. La separación de la grasa se facilita por centrifugación y mediante la adición de una pequeña cantidad de alcohol amílico, se obtiene una columna de grasa nítida y se evita la formación de espuma. Como se menciona a continuación.

➤ **Procedimiento**

○ **Preparación de la Porción de Ensayo**

Se pesan 40 g de la muestra de ensayo con un error máximo de 0,1 g y se añaden 40 ml de agua destilada.

Se agita el contenido del vaso de precipitado con una varilla de vidrio hasta romper los primeros coágulos presentes.

○ **Determinación**

- El método utilizado fue el de Gerber, la muestra se preparo a una temperatura de 20 a 30°C, mezclando posteriormente para homogeneizarla sin, provocar espuma o solidificación de la grasa.
- Primeramente se tomó 11cc de muestra, transfiriéndola posteriormente al butirómetro, soplando hasta la última gota.
- Luego se agrego 10 cc de ácido sulfúrico a cada butirómetro, hasta que el ácido arrastre la leche adherida al cuello, Se midió posteriormente 1 ml de alcohol amílico, cerrando herméticamente. Se mezclo en forma lenta, con movimientos rotatorios, hasta disolver toda la muestra, lo cual generalmente

fue logrado en promedio de 3 a 4 segundos.

- Se colocaron los butirómetros en los depósitos externos de la centrifugadora, de tal manera que los butirómetros queden unos frente a otros para evitar exceso de vibración de la centrifugadora por unos minutos, sacando posteriormente los butirómetros a baño maría durante 5 minutos.

Nota: la columna de grasa debe ser traslúcida, de color amarillo o ámbar, debe estar expensa de partículas en suspensión que sean visibles. Si la columna de grasa es lechosa, contienen alguna materia carbonizada o coágulo, se deberá repetir el procedimiento.

Fotografía 5. Determinación de Materia Grasa



FUENTE. Elaboración propia

c) Determinación de pH (leche, yogurt)

El pH se lo determino mediante un pH-metro, este método consiste en colocar 200 ml de la muestra en un vaso de precipitado, se calienta la muestra a una

temperatura de aproximadamente 20 °C, se debe lavar el sensor del pH-metro con agua destilada, se coloca el sensor dentro del vaso de precipitado que contiene la muestra y se realiza la lectura.

Fotografía 6. pH-metro



FUENTE. Elaboración propia

d) Determinación de Sólidos Totales (leche, yogurt)

Los Sólidos Totales se obtuvieron mediante el método de Refractometría, se calienta la muestra a una temperatura de aproximadamente 20 °C, posteriormente se añade una gota de la muestra al refractómetro y se realiza la lectura. El porcentaje de Sólidos Totales que tiene el yogurt, se obtuvo directamente de la lectura del refractómetro el cual se mide en grados Brix.

Fotografía 7. Refractómetro



FUENTE. Elaboración propia

e) Determinación de Sólidos no Grasos (leche, yogurt)

Los sólidos no grasos son partículas que se encuentran en suspensión, las cuales no son grasas. Para determinar los sólidos no grasos existentes en la muestra se procede a utilizar la siguiente relación.

$$SNG = ST - \% \text{ de grasa}$$

Donde:

SNG = Sólidos no grasos

ST = Sólidos totales (IBNORCA, 1998 NB-706)

f) Determinación de Porcentaje de Proteína Método Kendal (leche, yogurt)

La técnica utilizada se basa en la norma IBNORCA NB-232, el principio del método Kendal se basa en la transformación del nitrógeno contenido en la

muestra en sulfato de amonio mediante la digestión con ácido sulfúrico en presencia de un catalizador. El ion amonio obtenido se transforma en medio básico en amoníaco que se destila y valora con una solución de ácido patrón. Como se menciona a continuación.

- **Preparación de la Muestra**

Pesar, 1 a 3 g de la muestra con precisión de 0,1 mg, Llevar la muestra pesada al tubo de digestión Kendal, introducir sucesivamente 15 g de Potasio Sulfato y 0,5 g de Cobre II Sulfato 5-hidrato. Luego agregar 10 ml de peróxido de hidrogeno y 25 ml de Acido Sulfúrico 96%

- **Digestión**

Mezclar suavemente por rotación y colocar el tubo de digestión en el equipo digestor. Calentar suavemente al principio, cuando el conjunto adquiere una cierta decoloración aumentar la intensidad de calefacción. (15 minutos a 80 °C y 15 minutos 150 °C)

Agitar suavemente por rotación de vez en cuando. Una vez que el líquido queda transparente, con una coloración azul verdosa, prolongar la ebullición al menos hora y media a 390 °C

Dejar enfriar hasta temperatura ambiente y añadir con precaución 100 ml de agua disolviendo por rotación suave el Potasio Sulfato cristalizado.

- **Destilación**

En un Erlenmeyer de 250 ml colocar 25 ml de ácido bórico solución al 4 % y unas gotas de Indicador Mixto (Rojo de Metilo - Azul de Metileno). Colocar el tubo de digestión en el destilador automático. Encender el equipo. Bombear 50 ml de

solución de hidróxido de sodio.

Encender la entrada de vapor. Destilar al menos 150 ml o prolongarlo hasta el momento en que se produzca una ebullición a golpes.

- **Titulación o Valoración**

Valorar con Acido Clorhídrico 0,1 mol/l (0,1 N) hasta obtener una coloración violeta. Efectuar una prueba en blanco, utilizando 5 ml de agua en lugar de la muestra.

- **Cálculos**

Porcentaje de nitrógeno total

$$\% N_{Total} = \frac{(V_1 - V_2) \times A \times 1.4007}{D}$$

Donde: V_1 = volumen HCl gastado en muestra

V_2 = volumen HCl gastado en blanco

A = normalidad HCl

D = masa en gramos de la muestra

Porcentaje proteína total

$$\% P_{Total} = \% N_{Total} \times 6.25$$

g) Determinación de las Características Microbiológicas (leche y yogurt)

Todas las pruebas de las características microbiológicas del yogurt, exigidas por IBNORCA, se realizaron en el Laboratorio Mollinedo.

- **Determinación de Mohos y Levaduras**

El método se basa en la siembra de una suspensión obtenida de una muestra con el diluyente y sus diluciones decimales, en un medio de cultivo selectivo, incubados a una temperatura de 22°C durante 72 horas para levaduras y 120 para mohos. (IBNORCA, 2003 NB-32006).

- **Determinación Coliformes totales UFC/ml**

La determinación de Coliformes totales; fecales y *Escherichia coli* se ha realizado por la técnica de NMP (Numero Mas Probable). El método se basa en la propiedad, que tienen los microorganismos denominados coliformes, de fermentar la lactosa con producción de ácido y gas a una temperatura entre 35°C +/- 2°C e incubados durante un periodo comprendido entre 24h a 48h. (IBNORCA, 2002 NB-32005).

- **Determinación de *Escherichia coli* UFC/ml**

De cada tubo que contiene caldo *Escherichia coli* con formación de gases se extrajo una porción con el asa de inoculación y se sembró por agotamiento sobre la superficie de placas de agar selectivo, luego se incubaron las placas a 35°C +/- 2°C por un periodo de 18 a 24 h y luego se examinaron las colonias sospechosas. (IBNORCA, 2002 NB-32005).

3.4.1.2 Elaboración de Yogurt

Previa elaboración de yogurt, se procedió a realizar el análisis de los resultados de los parámetros de calidad para determinar las características de la leche cruda fresca, presentando los siguientes resultados:

Tabla 9. Resultados de los parámetros de calidad de la leche fresca cruda con la que se elaboro el yogurt

Parámetro	Cantidad	Unidad de medida
Acidez titulable	0.17	%
pH	6.44	-
Sólidos totales	11	°Brix
Sólidos No Grasos	8.5	%
Proteína	3.3	%
Tenor graso	2.5	%
Recuento de bacterias coliformes	20000	UFC
Recuento de mohos y levaduras	0	UFC

FUENTE: Elaboración propia

Gracias a estos resultados podemos decir que la leche cruda y fresca con la que se elaboro esta investigación se encuentra dentro los parámetros de calidad establecidos por el Instituto Boliviano de Normas de Calidad en la norma NB 33013.

3.4.1.2.1 Pasteurización

Una vez en la yogurtera, se procedió a separar la leche en tres recipientes para poder realizar los distintos tratamientos, se procedió a ejecutar el proceso de pasteurización, el cual consiste en elevar la temperatura de la leche en baño maría hasta llegar a los 70 °C - 75 °C por un lapso de 15 a 20 minutos.

Fotografía 8. Pasteurización



FUENTE. Elaboración propia

3.4.1.2.2 Preparación de los insumos

Mientras se realizaba el proceso de pasteurización se pesaron los ingredientes para elaborar el yogurt, utilizando una balanza analítica, para lograr obtener pesos exactos. Se peso 840 g de azúcar, 3.6 g de conservante (sorbato de potasio) y 12 g de la gelatina neutra para la preparación de 6 litros de yogurt. Los ingredientes se añaden cuando la leche adquiere una temperatura de 65 °C, se debe batir constantemente para lograr que los ingredientes se mezclen adecuadamente con la leche.

Fotografía 9. Preparación de Insumos



FUENTE. Elaboración propia

3.4.1.2.3 Preparación de los Inoculos e Inoculación

Una vez acabada la pasteurización se lleva inmediatamente a enfriar la leche en recipientes que contienen agua fría, se debe agitar constantemente para que la leche se enfriara mas rápido, evitando que se pase de las temperaturas utilizadas en los distintos tipos de tratamientos para la incorporación de los inoculos.

Cuando la leche llega a la temperatura deseada de 41, 43 o 47 °C se coloca el inoculo rápidamente, los inoculos fueron preparados con anterioridad, estos fueron debidamente pesados para 6 litros de leche. Al realizar la inoculación se debe tener cuidado en el momento de adicionar el inoculo, porque si no se adiciona a la temperatura adecuada puede tener consecuencias en el proceso de cuajado.

Luego de colocar el inoculo adecuado se procede a llevar el producto rápidamente a una caja térmica ya que este debe mantener una temperatura constante por el lapso de 4 horas si es necesario se debe envolver el recipiente con papel periódico, esto si hace demasiado frio en el lugar de la elaboración del yogurt.

Fotografía 10. Preparación del Inoculo



FUENTE. Elaboración propia

3.4.1.2.4 Adición de los Insumos

Pasadas las 4 horas se procedió a realizar la mezcla del yogurt, para obtener uniformidad en el mismo, después de haber llegado al objetivo se debe colocar los colorantes y saborizantes calculados, volviendo a realizar la debida mezcla del yogurt para tener una homogenización completa.

Fotografía 11. Adición de Insumos



FUENTE. Elaboración propia

3.4.1.2.5 Enfriado y Envasado

Una vez finalizado el proceso de la elaboración del yogurt se debe realizar el envasado, bajando la temperatura a 4 °C. Finalmente el producto es transportado al lugar de venta.

Fotografía 12. Envasado



FUENTE. Elaboración propia

3.4.2 Control de Calidad de Yogurt

3.4.2.1 Toma de Muestras

Para la recolección de muestras se utilizó la norma IBNORCA NB-199, cuyos requisitos son:

- Recipientes de vidrio neutro de buena calidad que resistan el proceso de esterilización; con cierre hermético por medio de una tapa de metal, no absorbente para soportar el ataque de las grasas y sin alterar la composición del yogurt a analizar, teniendo cuidado que la temperatura se encuentre entre los 0 a 5°C.

Fotografía 13. Frasco estéril para toma de muestra



FUENTE. Elaboración propia

3.4.2.2 Transporte de Muestras

Las muestras se llevaron al laboratorio de análisis, inmediatamente después de haber sido recogidas de la planta de transformación de productos lácteos, para ser ensayadas en el día en que fueron tomadas. La temperatura durante el transporte no sobrepasó los 5°C porque se las colocaron en un conservador tratando en lo posible de no ser agitadas ya que podrían modificar la consistencia del producto.

Fotografía 14. Toma directa de leche cruda



FUENTE. Elaboración propia

Fotografía 15. Empaque de la muestra con gel refrigerante



FUENTE. Elaboración propia

Fotografía 16. Muestras debidamente empacadas



FUENTE. Elaboración propia

3.4.2.3 Fase de Laboratorio

Los análisis físicos y químicos se realizaron en los laboratorios de la Facultad de Agronomía y los análisis microbiológicos se realizaron en laboratorios Mollinedo.

3.5 Análisis Estadístico

3.5.1 Diseño Experimental

El diseño que se utilizó para realizar la elaboración del yogurt es el diseño completamente al azar con arreglo bifactorial con 3 repeticiones (Calzada, 1970).

3.5.2 Modelo Lineal Aditivo

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + E_{ijk}$$

Donde:

Y_{ijk}	= Una observación cualquiera
μ	= Media general
α_i	= Efecto de la i – ésimo inoculo
β_j	= Efecto de la i – ésimo temperatura
$(\alpha\beta)_{ij}$	= Interacción entre el inoculo y la temperatura
E_{ijk}	= Error experimental

3.5.3 Variables de Respuesta

Las variables de respuesta que se realizaron para el estudio se basan en los parámetros de calidad emitidos por IBNORCA

3.5.3.1 Variables de Respuesta para el Yogurt

- Rendimiento
- Porcentaje de Proteína
- pH

- Acidez titulable (ácido lácteo) % m/m
- Materia grasa
- Sólidos no grasos
- Coliformes totales UFC/ml
- Escherichia coli UFC/ml
- Mohos y levaduras UFC/ml
- Parámetros sensoriales

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1 Rendimiento del Yogurt

El rendimiento del yogurt fue estudiado, para determinar el aumento en la cantidad, en el proceso de incubación, el mismo se detalla en la tabla 10.

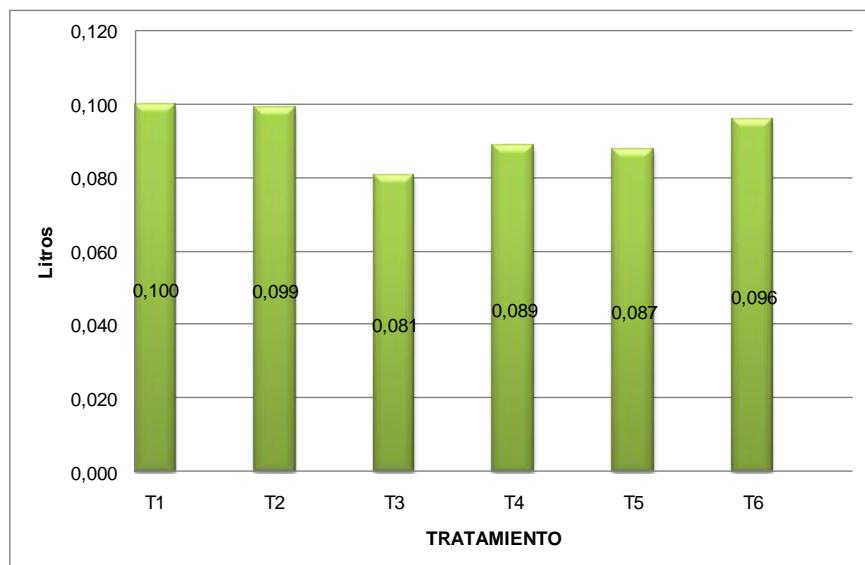
Tabla 10. Promedios de los rendimientos de acuerdo a cada tratamiento (Kg)

Tratamientos	Peso inicial (Kg)	Peso Final (Kg)	Rendimiento (Kg)
T1	1	1.100	0.100
T2	1	1.099	0.099
T3	1	1.081	0.081
T4	1	1.089	0.089
T5	1	1.087	0.087
T6	1	1.096	0.096

FUENTE. Elaboración propia

Para determinar el rendimiento del yogurt se tomo en cuenta el peso inicial conformado por la leche más los insumos utilizados (gelatina neutra, sorbato de potasio, azúcar y cultivo) y el peso final es el producto del proceso de elaboración del yogurt, como se puede apreciar en la tabla 10.

Podemos observar que de los seis tratamientos, el mejor rendimiento fue obtenido por el T1 con un promedio de 0.100 Kg, en comparación con los demás tratamientos, los cuales presentaron un rendimiento promedio menor a 0.099 Kg



FUENTE. Elaboración propia

Gráfico 1. Rendimiento del Yogurt en L

Tabla 11. Análisis de Varianza de Rendimiento del Yogurt

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Inoculo	1	0.00002939	0.00002939	0.09	4.75 ns
Temperaturas	2	0.00012400	0.00006200	0.18	3.89 ns
Inoculo*Temperaturas	2	0.00069378	0.00034689	1.03	3.89 ns
Error	12	0.00405933	0.00033828		
Total	17	0.00490650			

FUENTE. Elaboración propia

ns = No significativo

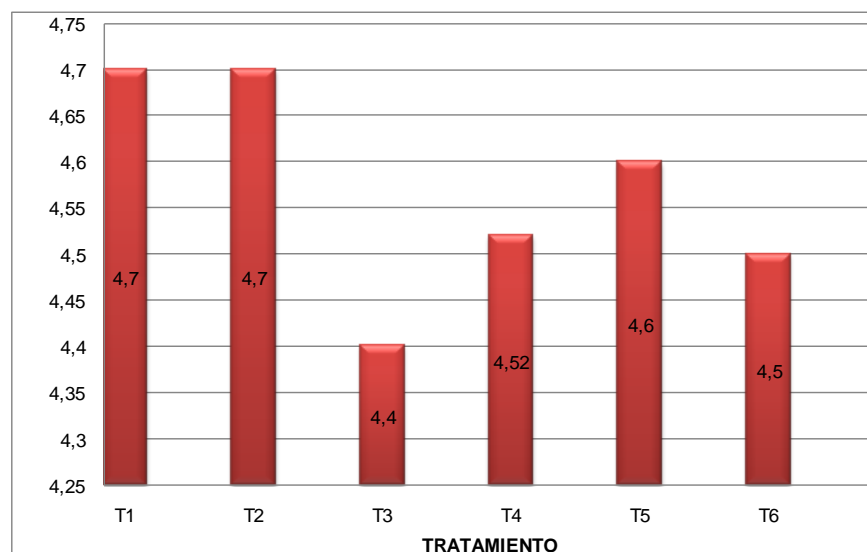
CV = 20.03 %

Los resultados obtenidos en el Análisis de Varianza sobre el rendimiento, observados en la Tabla 11 muestran que no existe diferencia significativa entre los diferentes inoculos y las temperaturas utilizados en la investigación, dándonos como resultado que los dos factores no influyen de manera directa en el rendimiento del yogurt. El coeficiente de variación de 20.03 % nos indica que los datos son confiables.

4.2 pH del Yogurt

La Norma Boliviana NB-33016, elaborada por IBNORCA, señala que el yogurt de calidad intachable, deberá presentar un pH de 4.6.

En la grafica 2 se puede observar que los tratamientos T1 y T2 presentan un pH de 4,7 indicando que está por encima de la norma establecida por IBNORCA, los restantes tratamientos se encuentran por debajo de lo establecido por esta norma, solo el tratamiento T5 fue el que obtuvo un pH de 4.6 el cual es el requerido para la elaboración del yogurt.



FUENTE. Elaboración propia

Grafico 2. pH del Yogurt

La tabla 12 nos muestra que no existe una diferencia significativa, entre los distintos inoculos y temperaturas utilizadas en la investigación, ni en la interacción de estas dos, es decir, que los inoculos y las temperaturas utilizadas no influyen de forma directa en el pH del yogurt. El coeficiente de variación de 3,92 % nos indica que los datos son confiables.

Tabla 12. Análisis de Varianza del pH del Yogurt

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Inoculo	1	0,013339	0,013338889	0,42	4.75 ns
Temperaturas	2	0,120433	0,060216667	1,88	3.89 ns
Inoculo*Temperaturas	2	0,063144	0,031572222	0,98	3.89 ns
Error	12	0,384933	0,032077778		
Total	17	0,581850			

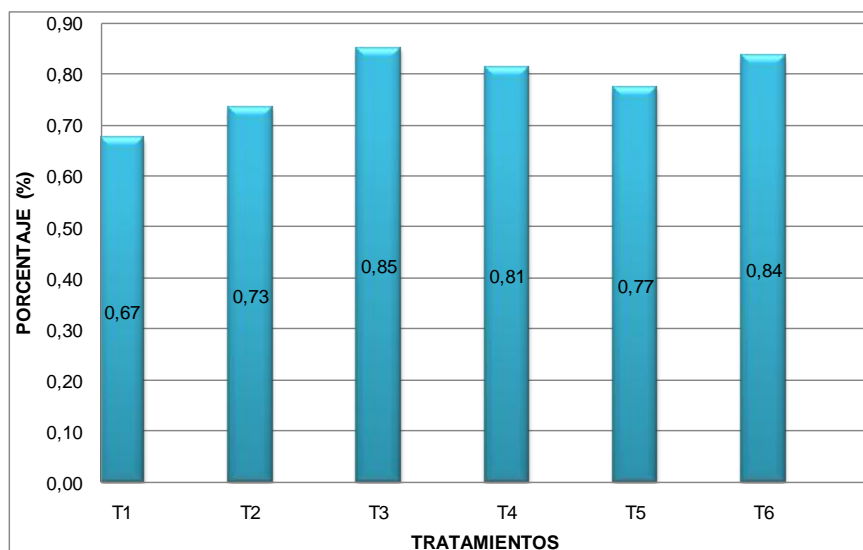
FUENTE. Elaboración propia

ns = No significativo

CV = 3.92 %

4.3 Acidez Titulable del Yogurt

La grafica 3, muestra que el mínimo y máximo de la Acidez Titulable en el yogurt es de 0.5% y 1.5%, indicando que todos los tratamientos son considerados aceptables ya que se hallan dentro del rango establecido por la norma NB-33016 de el Instituto Boliviano de Normas de Calidad para la elaboración de un yogurt de calidad.



FUENTE. Elaboración propia

Grafico 3. Porcentaje de Acidez Titulable del Yogurt

El análisis de varianza de Acidez Titulable, que se muestra en la tabla 13, nos indica que no existe diferencia significativa, entre los inoculos y temperaturas utilizados, ni entre la interacción de estos dos, es decir, que las tres temperaturas y los dos inoculos involucrados en esta investigación no influyen de manera directa en la Acidez Titulable del yogurt. El coeficiente de variación de 14.57 % nos indica que los datos son confiables.

Tabla 13. Análisis de Varianza de la Acidez Titulable del Yogurt

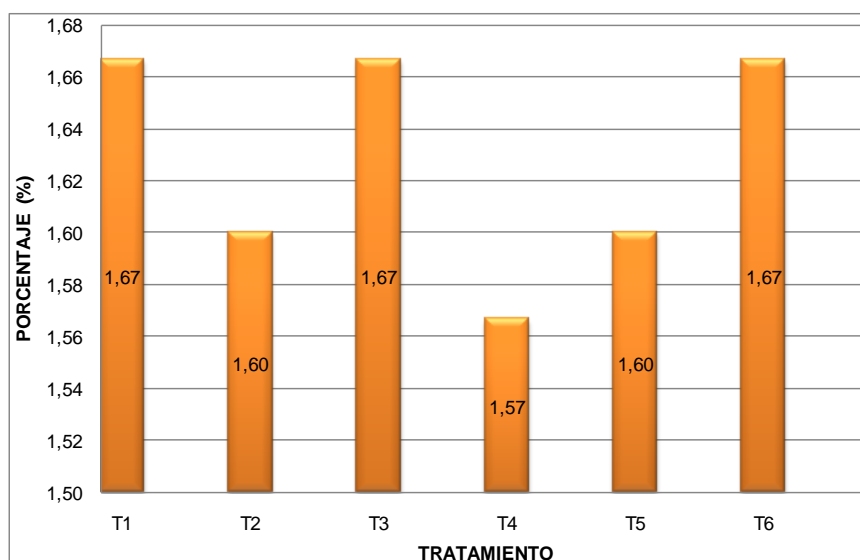
FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Inoculo	1	0,013889	0,0138889	1,08	4.75 ns
Temperaturas	2	0,036400	0,0182	1,41	3.89 ns
Inoculo*Temperaturas	2	0,018178	0,0090889	0,70	3.89 ns
Error	12	0,154933	0,0129111		
Total	17	0,223400			

FUENTE. Elaboración propia
CV = 14.57 %

ns = No significativo

4.4 Materia Grasa del Yogurt

En la grafica 4 se puede observar que no existe una variación entre los tratamientos T1, T3 y T6 porque estos presentan el mismo tenor graso de 1,67%, los tratamientos T2 y T5 también presentan el mismo tenor graso de 1,60% y el tratamiento T4 presenta un tenor graso de 1,57%, el cual es el más bajo. Todos los tratamientos cumplen con lo establecido por la norma, demostrando que el yogurt producido se clasifica como un yogurt ligero el cual debe presentar entre 0.5 – 2.6% de materia grasa, por lo que se encuentra dentro de las normas establecidas por IBNORCA.



FUENTE.: Elaboración propia

Grafico 4. Materia Grasa del Yogurt

En el Análisis de Varianza que muestra en la tabla 14, indica que no existe diferencia significativa, entre los inoculos y las temperaturas utilizados, ni en la interacción de estos dos, es decir, que los dos inoculos y las tres temperaturas utilizados en esta investigación no influyen de forma directa en el porcentaje de materia grasa del yogurt. El coeficiente de variación de 4.57 % nos indica que los datos son confiables.

Tabla 14. Análisis de Varianza de la Materia Grasa del Yogurt

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Inoculo	1	0,005000	0,005	0,90	4.75 ns
Temperaturas	2	0,014444	0,007222	1,30	3.89 ns
Inoculo*Temperaturas	2	0,010000	0,005	0,90	3.89 ns
Error	12	0,066667	0,005556		
Total	17	0,096111			

FUENTE. Elaboración propia

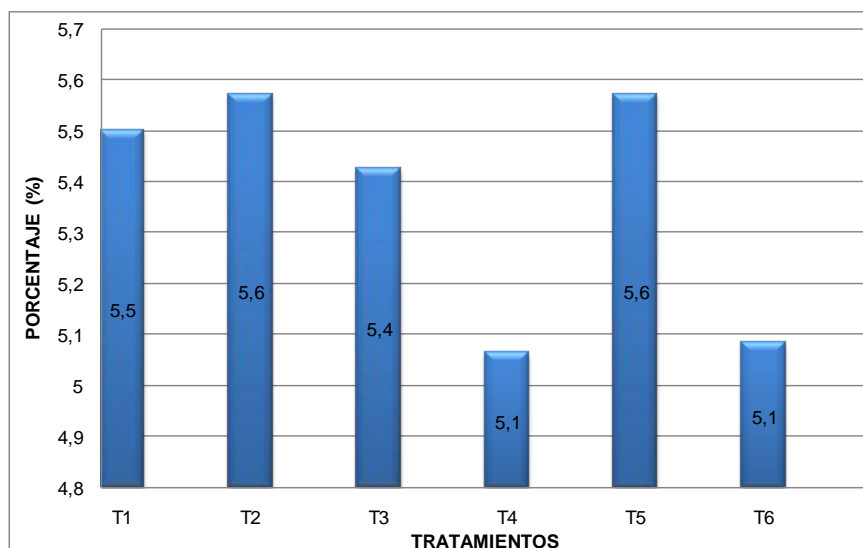
ns = No significativo

CV = 4.57 %

4.5 Sólidos no Grasos del Yogurt

IBNORCA establece rangos de 8.2 % como mínimo de sólidos no grasos para que el yogurt sea de buena calidad.

En la grafica 5 se puede observar que los tratamientos T2 y T5 presentan un 19,4% de sólidos no grasos, en comparación a los tratamientos T4 y T6 que presentan el menor porcentaje de 17,4 % y 17,3 % respectivamente. Esto nos indica que según la norma establecida por IBNORCA ninguno de los tratamientos es adecuado para la elaboración de un yogurt de calidad por lo que se encuentran por encima de las normas establecidas por IBNORCA.



FUENTE. Elaboración propia

Grafico 5. Sólidos no Grasos del Yogurt

La tabla 15, nos muestra que no existe diferencia significativa, entre las tres temperaturas y los dos inoculos utilizados, ni en la interacción de estos dos, es decir, que las tres temperaturas y los dos inoculos utilizadas en esta investigación no influyen de forma directa en los sólidos no grasos del yogurt. El coeficiente de variación de 5.97 % nos indica que los datos son confiables.

Tabla 15. Análisis de Varianza de Sólidos no Grasos del Yogurt

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Inoculo	1	4.302222	4.302222	3,50	4.75 ns
Temperaturas	2	6.707778	3.353888	2,73	3.89 ns
Inoculo*Temperaturas	2	2.181111	1.090555	0,89	3.89 ns
Error	12	14.733333	1.227777		
Total	17	27.924444			

FUENTE.: Elaboración propia

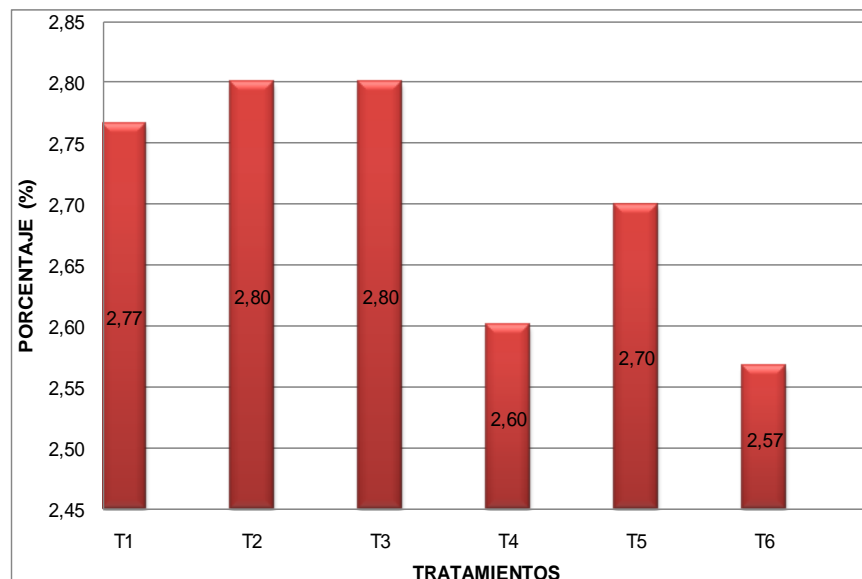
ns = No significativo

CV = 5.97 %

4.6 Proteína del Yogurt

Un componente esencial en el yogurt es la proteína; las proteínas son las que poseen mayor importancia desde el punto de vista nutricional, porque ayudan en el crecimiento y fortalecimiento de las personas que consumen el mismo. El Instituto de Normalización IBNORCA, no establece ningún rango sobre el porcentaje de proteína en el yogurt.

En la grafica 6 podemos observar que el tratamiento T6 presenta el más bajo porcentaje de proteína de 2,57% en comparación con los tratamientos T2 y T3 que presentan un 2.80 porciento de proteína, los cuales son los indicados para la elaboración del yogurt, dejando en claro que estos tratamientos son los que se debe tomar en cuenta para el consumo de las personas.



FUENTE. Elaboración propia

Grafico 6. Porcentaje de Proteína del Yogurt

La tabla 16, nos muestra que no existe diferencia significativa, entre los dos inoculos y las tres temperaturas utilizados, ni en la interacción de estas dos, es decir, que los dos inoculos y las tres temperaturas utilizadas en esta investigación

no influyen de forma directa en el porcentaje de proteína del yogurt. El coeficiente de variación de 6.16 % nos indica que los datos son confiables.

Tabla 16. Análisis de Varianza del Porcentaje de Proteína del Yogurt

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Inoculo	1	0,125000	0,1250000	4,50	4.75 ns
Temperaturas	2	0,017778	0,0088889	0,32	3.89 ns
Inoculo*Temperaturas	2	0,013333	0,0066667	0,24	3.89 ns
Error	12	0,333333	0,0277778		
Total	17	0,489444			

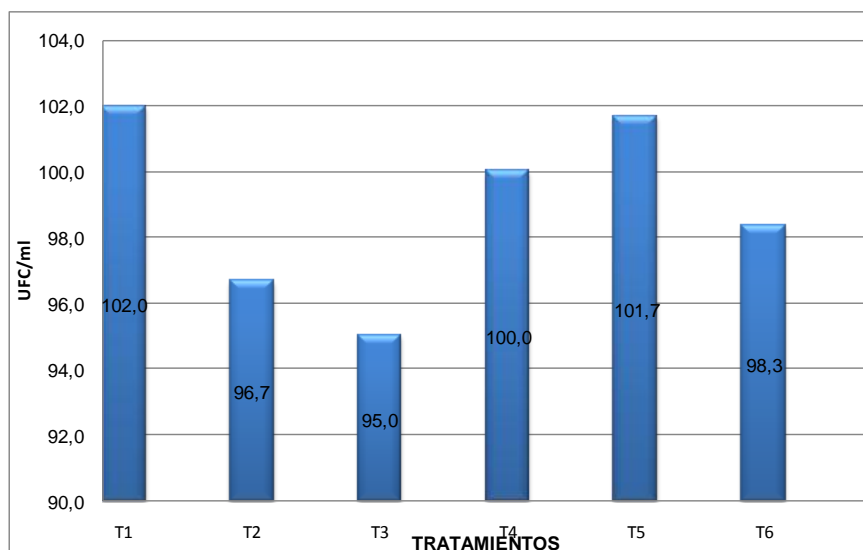
FUENTE. Elaboración propia

ns = No significativo

CV = 6.16 %

4.7 Coliformes Totales UFC/ml

Podemos observar en la grafica 7 que los tratamientos T2 (96.7), T3 (95.0) y T6 (98.3) en comparación con los restantes tratamientos se encuentran dentro del rango establecido por IBNORCA, (Véase tabla 7). Entonces podemos decir que los tres tratamientos son los que poseen la menor cantidad de coliformes totales hallados en el yogurt.



FUENTE. Elaboración propia

Grafico 7. UFC/ml de Coliformes Totales del Yogurt

La tabla 17, nos muestra que no existe diferencia significativa, entre las tres temperaturas y los dos inoculos utilizados, ni en la interacción de estas dos, es decir, que las tres temperaturas y los dos inoculos utilizadas en esta investigación no influyen de forma directa en la cantidad de Coliformes totales presentes en el yogurt. El coeficiente de variación de 5.86 % nos indica que los datos son confiables.

Tabla 17. Análisis de Varianza de UFC/ml de Coliformes Totales del Yogurt

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Inoculo	1	20,055556	20,055556	0,60	4.75 ns
Temperaturas	2	56,777778	28,388889	0,84	3.89 ns
Inoculo*Temperaturas	2	40,111111	20,055556	0,60	3.89 ns
Error	12	404,000000	33,666667		
Total	17	520,944444			

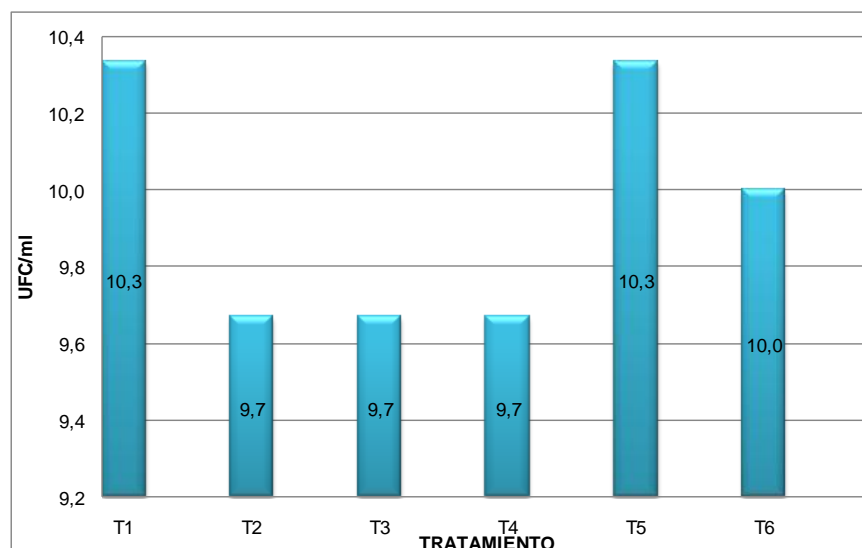
FUENTE. Elaboración propia

ns = No significativo

CV = 5.86 %

4.8 Escherichia coli UFC/ml

En la grafica 8 podemos observar que no existe una diferencia entre los tratamientos T2, T3 y T4 porque presentan una cantidad de Escherichia coli de 9.7 UFC/ml esto significa que se encuentra dentro de los parámetros establecidos por IBNORCA. (Véase tabla 7). En comparación con los restantes tratamientos.



FUENTE. Elaboración propia

Grafico 8. UFC/ml de Escherichia coli del Yogurt

La tabla 18, nos muestra que no existe diferencia significativa, entre las tres temperaturas y los dos inoculos utilizados, ni en la interacción entre estas, es decir, que las tres temperaturas y los dos inoculos utilizadas en esta investigación no influyen de forma directa en la cantidad de Escherichia coli presentes en el yogurt. El coeficiente de variación de 6.70 % nos indica que los datos son confiables.

Tabla 18. Análisis de Varianza de UFC/ml de Escherichia coli del Yogurt

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Inoculo	1	0.05555556	0.05555556	0.13	4.75 ns
Temperaturas	2	0.11111111	0.05555556	0.12	3.89 ns
Inoculo*Temperaturas	2	1.44444444	0.72222222	1.62	3.89 ns
Error	12	5.33333333	0.44444444		
Total	17	6.94444444			

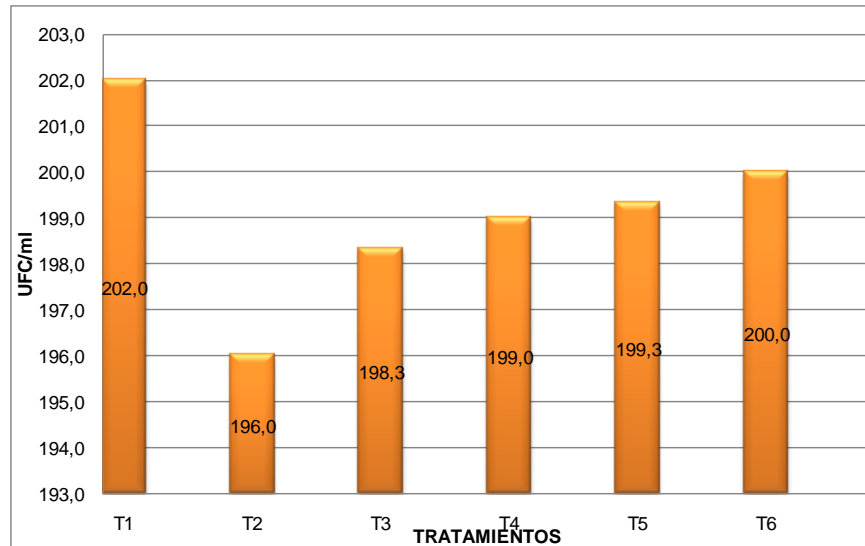
FUENTE. Elaboración propia

ns = No significativo

CV = 6.70 %

4.9 Mohos y Levaduras UFC/ml

Se puede observar en la grafica 9 que no existe una notable diferencia entre los tratamientos T4 (199.0) y T5 (199.3), en comparación con los restantes tratamientos, también podemos observar que el tratamiento T2 (196.0) obtuvo una menor cantidad de Mohos y levaduras, el tratamiento T1 (202.0) presenta un elevado UFC/ml de mohos y levaduras, el tratamiento T6 se encuentra en el rango porque presenta 200 UFC/ml de mohos y levaduras.(Véase tabla 7).



FUENTE. Elaboración propia

Grafico 9. Mohos y Levaduras UFC/ml del Yogurt

La tabla 19, nos muestra que no existe diferencia significativa, entre las tres temperaturas y los dos inoculos utilizados, ni y en la interacción de estas dos, es decir, que las tres temperaturas y los dos inoculos utilizadas en esta investigación no influyen de forma directa en los sólidos totales presentes en el yogurt. El coeficiente de variación de 4.05 % nos indica que los datos son confiables.

Tabla 19. Análisis de Varianza de UFC/ml de Mohos y Levaduras del Yogurt

FV	GL	SC	CM	Fc	Ft (5%)
Inoculo	1	2.00000000	2.00000000	0.03	4.75 ns
Temperaturas	2	24.11111111	12.05555556	0.19	3.89 ns
Inoculo*Temperaturas	2	32.33333333	16.16666667	0.25	3.89 ns
Error	12	781.33333333	65.11111111		
Total	17	839.77777778			

FUENTE. Elaboración propia

ns = No significativo

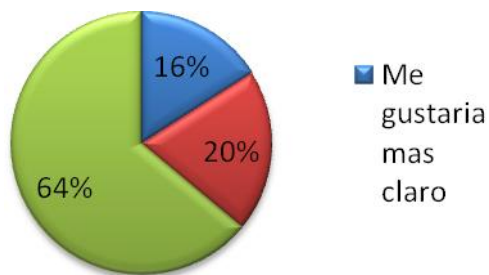
CV = 4.05 %

4.10 Análisis Sensorial

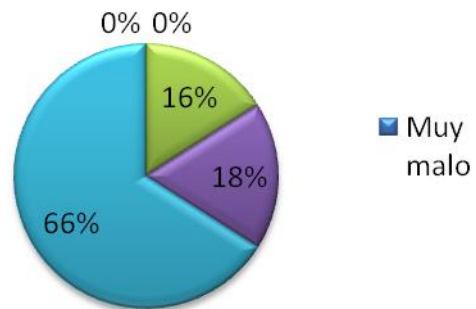
Para poder realizar el análisis sensorial se eligió un tratamiento, el cual fue determinado mediante los resultados obtenidos en los anteriores análisis, por lo que se determinó que el T1 sea el elegido para el análisis sensorial por el contenido de proteína.

Los consumidores convocados para el panel de degustación fueron trabajadores de diferentes áreas de la Universidad Mayor de San Andrés. Los resultados se dividieron en dos, de acuerdo con la naturaleza de las preguntas. Se tuvo una calificación de atributos, como se observa en los gráficos siguientes:

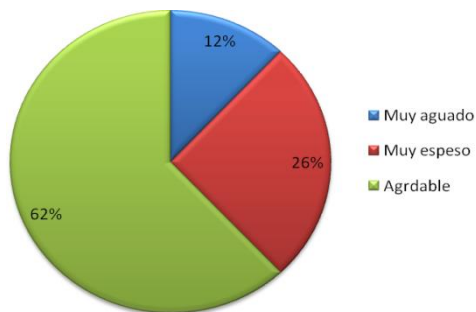
Observe el color del yogurt ¿Cómo le parece?



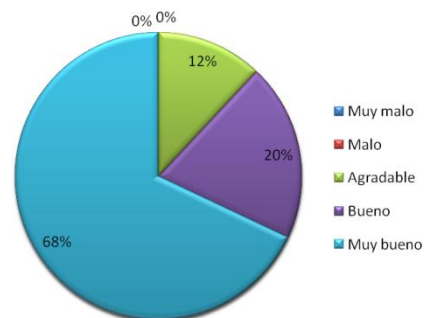
¿Cómo le parece el aroma del Yogurt?



Califique por favor la textura del yogurt



Califique por favor el sabor del yogurt

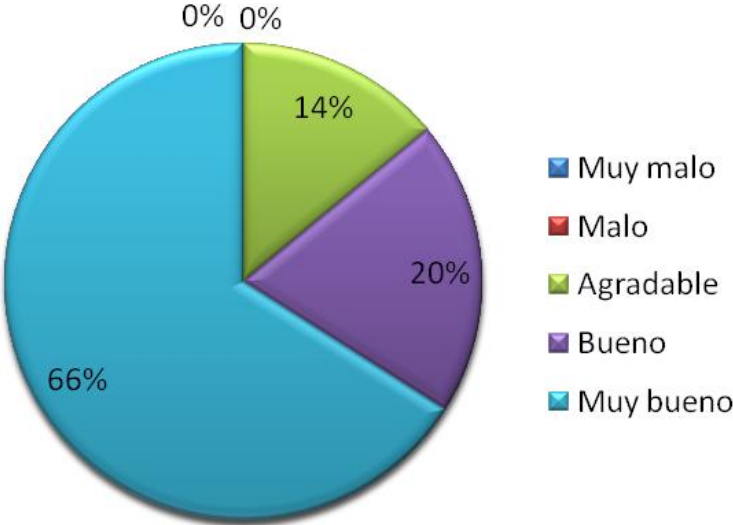


FUENTE. Elaboración propia

Gráfico 10. Resultado de las encuestas del análisis sensorial

Como se puede observar en la gráfica los consumidores convocados para el panel de degustación califican a los cuatro parámetros organolépticos como agradable como se menciona en las normas establecidas por IBNORCA (NB-320016).

La otra pregunta que se realizó en el panel fue una calificación global.



FUENTE. Elaboración propia

Grafico 11. Prueba de los entrevistados. Calificación global

En el grafico se observa que el 86% de los encuestados califican el producto como “Bueno” o “muy bueno”, solamente el 14% lo encuentra como “regular” y ninguno lo cataloga “malo”. Esto representa una aceptación alta del yogurt.

5 CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Una de las variables de respuesta en esta investigación es el rendimiento del yogurt en peso, mediante los resultados obtenidos se llegó a la conclusión que el tratamiento uno el cual fue realizado con un cultivo de adición directa a una temperatura de 41 °C, fue el que obtuvo el mayor aumento.

En cuanto a los parámetros físicos y químicos analizados a los diferentes tratamientos, se llegó a las siguientes conclusiones:

- Dentro de los parámetros establecidos por IBNORCA, el pH del yogurt debe tener como máximo 4.6, y de los seis tratamientos, 4 se encuentran dentro del rango establecido por esta institución, siendo que el tratamiento T5 es el mejor para la elaboración del yogurt.
- Los rangos establecidos de acidez titulable para obtener un yogurt de calidad está determinado por la Norma Boliviana 33016 establecida por IBNORCA estos rangos se encuentran entre 0.5 a 1.5 %, por este motivo se concluye que todos los tratamientos son aptos para la elaboración de un yogurt que posea características de calidad.
- Uno de los parámetros importantes para determinar el tipo de yogurt es el contenido de materia grasa, según la NB 33016 el yogurt se clasifica en normal con un mínimo del 2.6%, ligero de 0.5 a 2.6% y dietético con un máximo de 0.5%. Los resultados obtenidos nos muestran que el yogurt es del tipo ligero presentando un promedio de 1.67% de materia grasa.
- La cantidad de sólidos no grasos presentes en los diferentes tratamientos realizados en esta investigación, permite concluir que ninguno se encuentra dentro de los rangos establecidos por IBNORCA, por lo contrario se hallan por encima de estos con un promedio de 18,5%. Los sólidos no grasos en el yogurt,

son muy necesarios para obtener una textura más firme y un cuerpo más cremoso y esponjoso con mayor volumen.

- Asimismo se realizó el análisis del contenido de proteína que presentaron los distintos tratamientos, llegando a la conclusión que tanto el segundo tratamiento como el tercero presentan el mayor porcentaje de proteína (2.80%). Las proteínas permiten obtener un producto más cremoso debido a su estructura retienen tanto el agua como el aire, también mejora la estructura por su capacidad de absorción de agua y es emulsionante porque evita y/o reduce la separación de grasas obteniendo un yogurt más suave y compacto.
- Por los análisis físicos y químicos realizados a los diferentes tratamientos se puede concluir y recomendar que el yogurt que se deberá elaborar en la Planta de Transformación de Productos Lácteos será un yogurt de tipo ligero específicamente por el contenido de materia grasa que presenta, además que se deberá bajar el contenido de sólidos no grasos para lograr obtener un producto de calidad.

Se llegó a las siguientes conclusiones en relación a los parámetros microbiológicos analizado a los diferentes tratamientos:

- IBNORCA establece que el máximo de coliformes totales del yogurt deberá estar comprendido entre los 10 a 100 unidades formadoras de colonias por mililitro, teniendo como referencia este rango cuatro de los seis tratamientos son de calidad porque cumplen con lo establecido por esta norma. Teniendo en cuenta estos resultados se recomienda que se tenga cuidado en la manipulación del producto final para evitar contaminaciones con coliformes totales.
- Otro parámetro microbiológico para obtener un yogurt de calidad determinado por la Norma Boliviana 33016 es el contenido de Escherichia coli, el cual menciona que deberá existir como máximo 10 unidades formadoras de

colonia por mililitro y de igual manera que la cantidad de coliformes totales cuatro de los tratamientos se encuentran dentro del rango establecido por IBNORCA es por este motivo que cuatro tratamientos son de calidad, se deberá tener cuidado con el producto final debido a la cercanía de la planta con el establo.

- Con respecto a la cantidad de mohos y levaduras presentes en los seis tratamientos, cinco son de calidad debido a que se encuentran dentro del rango establecido por IBNORCA. Esta institución menciona que no deberá existir una cantidad mayor de 200 unidades formadoras de colonia por mililitro.
- De estos tres parámetros analizados se puede concluir, que en la Planta donde se elaboro los distintos tratamientos se procedió a tener el mayor cuidado posible para evitar la contaminación con estos tipos de microorganismos.
- Para realizar el análisis sensorial se vio por conveniente utilizar un solo tratamiento seleccionado mediante los resultados obtenidos de los análisis físicos y químicos, se eligió al tratamiento uno por poseer una mayor cantidad en proteína, el panel de degustación califico al yogurt como bueno o muy bueno por lo cual se espera que el producto tenga una aceptación grande en el mercado.

6. BIBLIOGRAFIA

ABROPOLE. 1995. Memoria desarrollo de la lechería. La Paz, Bolivia.

Alais, Ch. 1985. Ciencia de la leche; Principios de Técnica Lechera. (Trad. De la 4 ed. Francés por Lacasa, A.) Barcelona, Reverté S.A.

Basaez, L. 2009. ¿Qué es el Ph? Formas de medirlo. Facultad de Ciencias Químicas. Universidad de Concepción, Chile. Disponible en: [http://www. Ciencia-ahora.cl/Revista23/11BASAEZ.pdf](http://www.Ciencia-ahora.cl/Revista23/11BASAEZ.pdf)

Bylund, G. 1996. Manual de industrias lácteas. Trad. Iragra S.A. Madrid, España, Ediciones Calle Almasa. 436 p.

Calzada, B. 1970. Métodos Estadísticos para la investigación. Lima, Perú. Ed. Jurídica. Pág. 640

Casado, P. Blanco. 1998. Métodos Instrumentales para el Análisis de la leche. Madrid. Asociación Nacional de Químicos de España.

Canadian Dairy Comisión. 2001. Yogurt. S.n.

http://www.milkingredients.ca/DCP/article_e.asp?catid=145&page=721

Curso de Capacitación para Monitoras de la Secretaria Nacional de la Mujer. 1981. Industrialización Casera y Calidad de Productos Lácteos. Universidad de Chile. Santiago, Chile. 68 p.

CEDLA (Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario) 1997. Producción Campesina y Mercados:, Ganadería Lechera en el Altiplano de La Paz.

Faria, J. F. 1974. Algunas Características de Calidad Química de leche cruda del Distrito Perijá del Estado Zulia. (Trabajo de Ascenso). Facultad de Ciencias Veterinarias. Universidad del Zulia. 22 pp.

Fox, B. Cameron, A. 1992. Ciencia de los Alimentos, Nutrición y Salud. Trad. Por Carlos García. México, D.F. Limusa, S.A. de C.V. p. 94

Fraser, B. 1992. Fundamentos tecnológicos de la fabricación de yogur. 2 ed. McGraw-Hill. México. 114 p.

Garcia, E. 2003. Química analítica. Primera edición. Grupo Editorial Unidos. 22 p.

Gervilla R. 2001 estudio de los tratamientos por alta presión hidrostática en la leche de oveja memoria presentada para optar al grado de doctor en ciencia y tecnología de los alimentos Universidad Autónoma de Barcelona.

Hodson, K. 2001. Maynard, Manual del Ingeniero Industrial (4ta ed.). México D.F., México: Editorial Mc Graw Hill.

Holdridge, L. 1982. Ecología Basada en Zonas de Vida. Traducción del inglés por Humberto Jiménez. 1a. ed. San José, Costa Rica: IICA.

IBNORCA INSTITUTO BOLIVIANO DE NORMALIZACIÓN Y CALIDAD

_____. 2004. NORMA BOLIVIANA NB 33013, Productos Lácteos – Leche Cruda y Fresca. (Segunda revisión). – Requisitos. La Paz, Bolivia.

_____. 2006. NORMA BOLIVIANA NB 33016, Productos Lácteos – Yogurt – Requisitos. La Paz, Bolivia.

_____. 1998. NORMA BOLIVIANA NB 229, Productos Lácteos – Determinación de la acidez Titulable. (Primera revisión). La Paz, Bolivia

_____. 2002. NORMA BOLIVIANA NB 32005, Ensayos microbiológicos, recuento de bacterias coliformes. (Primera revisión). La Paz, Bolivia

_____. 2003. NORMA BOLIVIANA NB 32006, Ensayos microbiológicos, recuento de mohos y levaduras. (Primera revisión). Bolivia

_____. 1998. NORMA BOLIVIANA NB 232, Productos Lácteos – Determinación de proteínas – Requisitos. Bolivia.

_____. 2006. NORMA BOLIVIANA NB 33017, Yogurt – Determinación de la materia grasa. Bolivia.

_____. 2003. NORMA BOLIVIANA NB 199, Productos Lácteos – Toma de muestras. Bolivia.

_____. 1998. NORMA BOLIVIANA NB 706, Productos Lácteos – Determinación de sólidos no grasos. Bolivia.

Infoagro, 2009. Refractometro. Disponible en:

<http://www.infoagro.com/instrumentosmedida/docrefractometriarefracción.asp?k=20>

Jano. 2006. Yogurt contra las bacterias perjudiciales del intestino. Madrid: Ediciones Doyma S.L; g

Jano. 2005. El yogurt natural ayuda a combatir la halitosis, las caries y las enfermedades de las encías. [Monografía en Internet]. Madrid: Ediciones Doyma S.L; Disponible en: <http://db.doyma.es/cgi->

bin/wdbcgi.exe/doyma/press.plantilla?ident=37989

Jano. 2005. Yogurt contra la halitosis. [Monografía en Internet].Madrid: Ediciones Doyma S.L; Disponible en:

<http://db.doyma.es/cgi-bin/wdbcgi.exe/doyma/press.plantilla?ident=37888>

Keating y Rodríguez, 1992. Introducción a la Lactología. Mexico DF. Editorial Limusa, pag 15-92.

Loza, L. 2002. Diseño del sistema de análisis de riesgos y puntos críticos de control en la línea de productos de yogurt caso: compañía de alimentos Delizia. Proyecto de grado para obtener licenciatura en Ingeniera Industrial. Universidad Catolica Boliviana San Pablo. La Paz, Bolivia.

Madrid, A.1996. Curso de Industrias Lácteas. Ed. Mundi-Prensa. Pág. 169

Mendoza, F. 2000 Sistematización del ganado lechero en el Altiplano PROCADÉ, UNITAS, Pag 38

Martinez, D. 2004. Diseño de un sistema de análisis de peligros y puntos críticos de control para una Planta Industrializadora de Leche caso: Flor de Leche. Proyecto de grado para obtener licenciatura en Ingeniera Industrial. Universidad Catolica Boliviana San Pablo. La Paz, Bolivia.

Meyer, M. 1988. Elaboración de productos lacteos 6ta edición. Mexico df.editorial trillas.

Mossel, D. 1995. Microbiología de los Alimentos. Editorial Acribia. Zaragoza. España.

Pinto, M. Houbraken, A. 1976. Métodos de Análisis Químicos de la Leche y Productos Lácteos. Centro Regional de Capacitación en Leche de FAO. Provincia Chile, Pag 334

Pinzon A. 2004. Montaje de una Planta piloto para la producción y comercialización de leche pasteurizada en empaque biodegradable en la meseta de Popayán. Trabajo para optar el título de Tecnólogo en Producción Animal. UNAD. 2004.

Quispe, M. 2002. Estudio del mercado de carne de res y productos lácteos en Lima metropolitana y Huancayo. Lima, Perú, Pág. 11

Rasic, J. Kurman, R. 1978. Yogurt Pergamon Books Ltd. Oxford, England. 327p.

Refai, M. 1981. Manuales para el Control de los Alimentos. Análisis Microbiológico. Roma, Italia.

Revilla, A. 1982. Tecnología de la Leche. Procesamiento, Manufactura y Análisis. Ed. IICA. San José, Costa Rica. Pág. 132

Revilla, A. 2000. Tecnología de la leche. 4 ed. Zamorano Academia Press. Zamorano, Honduras. 392 p.

Roque, S. 2000. Comportamiento productivo y Reproductivo del Bovino lechero en la Provincia Avaroa del Departamento de Oruro: Tesis, Oruro-Bolivia.

SOBOCE, 2009. "Ingavi, 2020. estrategia decenal de desarrollo". Publicación de SOBOCE y el Gobierno Municipal de Viacha. Viacha –Bolivia.

Soto E. 1987, Tecnología de La Leche y sus Derivados I.S.C.A.H. la Habana Cuba

Tamine, A. y Robinson, R.K. 1978. Yogurt. Ciencia y Tecnología. Trad. Por María Díaz. Zaragoza, España, Acribia. P. 327 – 353.

Unzueta, Q. U. 1975. Mapa Ecológico de Botánica. 1ra Ed. MACA. La Paz, Bolivia. Pág. 312

Vasek, O.M., Fusco, A.J.V. y G.S. de Giori. 2004. Cultivo indicador de composición de fermento, proceso para su preparación, su uso para la elaboración de queso artesanales y dicho queso. Solicitud de patente de invención con carácter definitivo por 20 años.

Veisseryre, R. 1988. Lactología técnica. 2da. ed. Editorial Acribia. España. 186-189 p.

Walstra, P. 2004. Ciencia de la leche y tecnología de los productos lácteos. Ed. Acribia. Zaragoza, España.

Warner, J. 1989. Principios de la tecnología de lácteos. Ed. AGT Editos. Mexico DF- Mexico.

Wattiaux M, 2002. Metabolismo de las proteínas en vacas lecheras Instituto BABCOCK para el desarrollo y la investigación internacional de Lecheria, Universidad Wisconsin Madison con line. Pag. www.babcock.cals.wisc.edu/espanish/thefault_spn.

ANEXOS 1. Encuesta

Le solicitamos que califique la bebida láctea fermentada que se esta presentando.
Por favor tómese su tiempo para contestar con sinceridad todas las preguntas.

i. Observe el color de la bebida. ¿Cómo le parece?

- a) Me gustaría más oscuro
- b) Agradable
- c) Me gustaría más claro

ii. ¿Cómo le parece el aroma de la bebida?

- a) Muy bueno
- b) Bueno
- c) Agradable
- d) Malo
- e) Muy malo

iii. Califique por favor la textura del yogurt

- a) Muy aguado
- b) Agradable
- c) Muy espeso

iv. Califique por favor el sabor del yogurt

- a) Muy bueno
- b) Bueno
- c) Agradable
- d) Malo

e) Muy malo

v. Califique del 1 al 5 el producto. 1 es muy malo y 5 es muy bueno

Muy malo _____

Malo _____

Agradable _____

Bueno _____

Muy bueno _____

ANEXOS 2. Panel de Degustación

Nombre	1			2					3			4					5				
	a	b	c	a	b	c	d	e	a	b	c	a	b	c	d	e	1	2	3	4	5
Héctor			1			1				1		1								1	
Alberto		1		1						1			1							1	
tino	1					1				1		1								1	
Carina		1		1					1				1							1	
José			1	1						1			1							1	
Tatiana	1					1				1		1								1	
Roberto		1		1					1			1								1	
Javier		1		1						1		1								1	
Roberto p		1		1						1		1								1	
Cecilia	1				1					1			1							1	
francisco		1		1						1		1								1	
Fernando			1	1					1			1								1	
Jaime		1		1						1			1							1	
Javier			1		1						1	1								1	
Zúñiga	1				1					1				1					1		
Gabriela		1		1						1				1					1		
Luque		1		1						1		1								1	
Rubén		1		1						1		1								1	
Figueroa	1				1				1			1								1	
Hermenegildo		1		1							1	1								1	
Rafael		1		1							1			1					1		
Freddy		1		1							1		1							1	
Eduardo	1					1				1		1								1	
Waldo		1		1							1	1								1	
Yesica		1		1						1		1								1	
gloria			1	1						1		1								1	
Bermejo		1				1				1			1							1	
Quezada		1		1						1		1							1		
Lorena		1		1						1		1								1	
m. del Carmen		1		1							1	1								1	
yapú			1		1						1			1					1		
René			1	1						1		1								1	
Juan			1		1				1			1								1	
Eduardo		1		1						1		1								1	
Andy		1		1							1			1					1		
verónica		1				1				1		1								1	
marcó		1		1						1		1								1	
Pedro		1		1							1	1								1	
René		1			1					1			1							1	
Isaac	1			1						1			1							1	
Ricardo	1					1					1	1								1	
Heriberto	1			1							1	1								1	
medina		1			1					1		1								1	
Giovanna		1		1							1	1								1	
blanca		1			1					1		1								1	
Ramírez	1			1					1				1							1	
Carlos		1		1						1		1								1	
Freddy		1				1					1			1					1		
Waldo		1		1						1		1								1	
Luisa		1		1						1		1								1	

ANEXOS 3. Sistema Estadístico de Análisis (SAS)

```

input T R pH At Mg SnG PP Re EC CT ML;
cards;
  1      1  4.82      0.58  1.7  19.3  2.8  0.082  11  100  196
  1      2  4.72      0.61  1.5  19.5  2.9  0.100  9   100  198
  1      3  4.82      0.61  1.7  20.4  2.7  0.082  10   95  210
  2      1  4.50      0.85  1.6  17.4  2.8  0.086  9   110  198
  2      2  4.76      0.79  1.7  20.3  2.9  0.098  10   95  190
  2      3  4.45      0.90  1.7  19.3  2.8  0.115  9   100  210
  1      1  4.60      0.73  1.6  18.4  2.7  0.086  10   96  210
  1      2  4.77      0.73  1.6  19.4  2.6  0.082  10   95  200
  1      3  4.33      0.92  1.6  18.4  2.8  0.098  9   95  190
  2      1  4.49      0.75  1.5  16.5  2.4  0.098  10   95  199
  2      2  4.53      0.72  1.6  19.4  2.7  0.066  11  100  210
  2      3  4.52      0.77  1.6  16.4  2.4  0.086  11  100  190
  1      1  4.73      0.71  1.7  19.3  2.8  0.131  10  110  200
  1      2  4.52      0.86  1.7  19.3  2.9  0.115  10   95  190
  1      3  4.08      1.02  1.7  17.3  2.9  0.062  10   95  195
  2      1  4.57      0.84  1.6  18.4  2.6  0.082  10   95  200
  2      2  4.54      0.81  1.5  18.5  2.5  0.098  10  110  198
  2      3  4.54      0.84  1.7  16.3  2.5  0.086  10   95  200
proc anova;
class T R;
model pH At Mg SnG PP Re EC CT ML = T R T*R;
Means T R / Duncan;
Run;

```


ANEXOS 4. Variables de Respuesta

➤ pH

Tratamientos	Repeticiones	pH
T1	I	4.82
	II	4.6
	III	4.73
T2	I	4.72
	II	4.77
	III	4.52
T3	I	4.82
	II	4.33
	III	4.08
T4	I	4.5
	II	4.49
	III	4.57
T5	I	4.76
	II	4.53
	III	4.54
T6	I	4.45
	II	4.52
	III	4.54

➤ **Acides Titulable**

Tratamientos	Repeticiones	cm3	A t
T1	I	5.8	0.58
	II	7.3	0.73
	III	7.1	0.71
T2	I	6.1	0.61
	II	7.3	0.73
	III	8.6	0.86
T3	I	6.1	0.61
	II	9.2	0.92
	III	10.2	1.02
T4	I	8.5	0.85
	II	7.5	0.75
	III	8.4	0.84
T5	I	7.9	0.79
	II	7.2	0.72
	III	8.1	0.81
T6	I	9	0.9
	II	7.7	0.77
	III	8.4	0.84

➤ **Solidos Totales**

Tratamientos	Repeticiones	lectura	ST	Mg	SNG
T1	I	21	21	1,7	19,3
	II	20	20	1,6	18,4
	III	21	21	1,7	19,3
T2	I	21	21	1,5	19,5
	II	21	21	1,6	19,4
	III	21	21	1,7	19,3
T3	I	22,1	22,1	1,7	20,4
	II	20	20	1,6	18,4
	III	19	19	1,7	17,3
T4	I	19	19	1,6	17,4
	II	18	18	1,5	16,5
	III	20	20	1,6	18,4
T5	I	22	22	1,7	20,3
	II	21	21	1,6	19,4

	III	20	20	1,5	18,5
T6	I	21	21	1,7	19,3
	II	18	18	1,6	16,4
	III	18	18	1,7	16,3

1. Materia Grasa

Tratamientos	Repeticiones	Mg
T1	I	1.7
	II	1.6
	III	1.7
T2	I	1.5
	II	1.6
	III	1.7
T3	I	1.7
	II	1.6
	III	1.7
T4	I	1.6
	II	1.5
	III	1.6
T5	I	1.7
	II	1.6
	III	1.5
T6	I	1.7
	II	1.6
	III	1.7

2. Proteina

Tratamientos	Repeticiones	PP
T1	I	2,8
	II	2,7
	III	2,8
T2	I	2,9
	II	2,6
	III	2,9
T3	I	2,7

	II	2,8
	III	2,9
T4	I	2,8
	II	2,4
	III	2,6
T5	I	2,9
	II	2,7
	III	2,5
T6	I	2,8
	II	2,4
	III	2,5

3. Rendimiento

Tratamientos	Repeticiones	Pi	Pf	Rendimiento
T1	I	6.1	6.6	0,082
	II	8.1	8.8	0,086
	III	6.1	6.9	0,131
T2	I	7	7.7	0,100
	II	6.1	6.6	0,082
	III	6.1	6.8	0,115
T3	I	6.1	6.6	0,082
	II	6.1	6.7	0,098
	III	8.1	8.6	0,062
T4	I	8.1	8.8	0,086
	II	6.1	6.7	0,098
	III	6.1	6.6	0,082
T5	I	6.1	6.7	0,098

	II	6.1	6.5	0,066
	III	6.1	6.7	0,098
T6	I	6.1	6.8	0,115
	II	8.1	8.8	0,086
	III	8.1	8.8	0,086

4. E. coli

Tratamientos	Repeticiones	E. Coli
T1	I	11
	II	10
	III	10
T2	I	9
	II	10
	III	10
T3	I	10
	II	9
	III	10
T4	I	9
	II	10
	III	10
T5	I	10
	II	11
	III	10
T6	I	9
	II	11
	III	10

5. Coliformes Totales

Tratamientos	Repeticiones	Coliformes Totales
T1	I	100
	II	96

	III	110
T2	I	100
	II	95
	III	95
T3	I	95
	II	95
	III	95
T4	I	110
	II	95
	III	95
T5	I	95
	II	100
	III	110
T6	I	100
	II	100
	III	95

6. Mohos y Levaduras

Tratamientos	Repeticiones	Mohos y Levaduras
T1	I	196
	II	210
	III	200
T2	I	198
	II	200
	III	190
T3	I	210
	II	190
	III	195
T4	I	198
	II	199
	III	200
T5	I	190
	II	210
	III	198
T6	I	210
	II	190
	III	200

ANEXOS 5. NORMA BOLIVIANA

Norma Boliviana

NB 33016

**Productos lácteos –
Yogur- Requisitos**

Tercera revisión

ICS 67.100.10 Leche y Productos lácteos

Julio 2006

Norma Boliviana

NB 229

**Productos lácteos –
Determinación de la
acidez Titulable**

ICS 19.020 Condiciones y procedimientos
de ensayo en general

ICS 67.100.10 Leche. Productos lácteos

Primera revisión

Octubre 1998

NB 33017

NB 33017

**Productos lácteos-yogur -
Determinación de la
materia grasa**

ICS 67.100.10 LECHE Y PRODUCTOS LACTEOS

Octubre 2006

Norma Boliviana

NB 706

**Productos lácteos -
Determinación de
sólidos – no grasos**

ICS 19.020 Condiciones y procedimientos de
ensayo en general

ICS 67. 100 .01 Leche y productos lácteos en general

Diciembre 1998

NB 706

Productos lácteos

Norma Boliviana

NB32005

**Ensayos microbiológicos- recuento de
bacterias coliformes**

Primera revisión

Diciembre 2002

ANEXOS 6. FOTOGRAFIAS

