

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
INGENIERÍA INDUSTRIAL



**PLAN DE ESTANDARIZACIÓN DEL PROCESO PRODUCTIVO
DEL YOGURT PROBIÓTICO TRIFRUT DE LA EMPRESA
DELACTO EN LA CIUDAD DE TARIJA**

Por:

GIOVANNI BRYAN CAMACHO RIVERO

**Proyecto de Grado presentado a consideración de la “UNIVERSIDAD
AUTÓNOMA JUAN MISAEL SARACHO”, como requisito para optar el grado
académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial.**

Septiembre de 2025

TARIJA-BOLIVIA

El tribunal calificador del presente trabajo,
no se solidariza con la forma, términos,
modos y expresiones vertidas en el mismo,
siendo éstas responsabilidad del autor.

DEDICATORIA

A mis padres, Eve y Giovanni, cuyo amor incondicional, esfuerzo y sacrificio han sido la base sobre la que he construido cada uno de mis logros. Gracias por ser mi mayor inspiración y por darme las herramientas para alcanzar esta meta.

A mis hermanos, Malenkov, Raithza y Shaneska, y a mi sobrina Darinka, por su constante apoyo, acompañarme en cada desafío y por ser parte fundamental de este camino.

A toda mi familia y amigos, por sus consejos, su compañía y sus palabras de aliento, que me han impulsado a seguir adelante y a nunca rendirme en la búsqueda de mis sueños.

ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO.....	ii
RESUMEN.....	iv

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes	1
1.1.1 Antecedentes Sobre el Tema de Estudio	1
1.1.2 Antecedentes Históricos de la Empresa de Estudio	1
1.2 Descripción del Problema	3
1.2.1 Planteamiento del Problema.....	3
1.2.2 Formulación del Problema	4
1.2.3. Árbol de Problemas.....	6
1.2.4. Árbol de Soluciones	7
1.3 Objetivos	8
1.3.1 Objetivo General	8
1. 3.2 Objetivos Específicos.....	8
1.4 Justificación.....	9
1.4.1 Justificación Económica.....	9
1.4.2 Justificación Personal.....	9
1.4.3 Justificación Académica.....	9
1.5 Metodología	10

1.5.1 Tipo de Investigación	10
1.5.2 Métodos.....	11
1.5.2.1 Método Inductivo	11
1.5.2.2 Método Análisis Síntesis	11
1.5.2.3 Observación.....	12
1.5.2.4 Encuesta	12
1.5.2.5 Entrevista.....	12
1.5.2.6 Experimental	12
1.5.3 Técnicas e Instrumentos	13
1.5.3.1 Observación Directa.....	13
1.5.3.2 Encuesta	13
1.5.3.3 Entrevista Semi Estructurada	13
1.5.3.4 Experimentación Controlada.....	14
1.5.4 Población y Muestra.....	14

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Marco Conceptual	14
2.1.1 Proceso productivo.....	14
2.1.1.1 Capacidad productiva.....	14
2.1.1.2 Puntos Críticos	14
2.1.1.3 Eficiencia.....	15
2.1.1.3.1 Indicadores de Eficiencia	15
2.1.1.4 Estudio de Métodos.....	15
2.1.1.4.1 Medios para el Registro y Análisis de Métodos.....	16
2.1.1.4.1.1 Cursograma Analítico.....	16
2.1.1.4.1.2 Cursograma Sinóptico	16

2.1.1.4.1.3 Diagrama de Recorridos.....	17
2.1.1.4.1.4 Diagrama Bimanual	17
2.1.1.4.1.5 Diagrama Hombre-Maquina	17
2.1.1.4.1.6 Flujograma	18
2.1.2 Estandarización	18
2.1.2.1 Características de la Estandarización	18
2.1.2.2 Elementos de la Estandarización de Procesos.....	19
2.1.2.3 Plan de Estandarización	21
2.1.2.3.1 Parámetros de Control Dentro del Plan de Estandarización	21
2.1.2.3.1.1 Tipos de Parámetros de Control	22
2.1.2.4 Capacitación en la Estandarización.....	22
2.1.2.4.1 Tipos de Capacitación	23
2.1.2.4.1.1 Capacitación Para el Trabajo.....	23
2.1.2.4.1.2 Capacitación Promocional	23
2.1.2.4.1.3 Capacitación en el Trabajo	23
2.1.2.4.2 Técnicas de Capacitación	24
2.1.2.4.2.1 Técnicas Aplicadas en el Sitio de Trabajo.....	24
2.1.2.4.2.2 Técnicas Aplicadas Fuera del Sitio de Trabajo	25
2.1.2.5 Manual de Procedimientos.....	26
2.1.2.6 Instructivo de Trabajo	26
2.1.3 Aplicaciones Técnicas en la Industria Láctea	27
2.1.3.1 Sistema de Bombeo.....	27
2.1.3.1.1 Selección de Bomba.....	27
2.1.3.2 Sistema de Enfriamiento por Transferencia de Energía Térmica.....	29
2.1.3.2.1 Calor.....	29
2.1.3.2.1.1 Calor Especifico	30
2.1.3.2.1.2 Calor Latente.....	30
2.1.3.2.1.3 Calorimetría.....	30
2.1.3.2.1.4 Transferencia de Calor	31

2.2 Marco Referencial	33
2.2.1 Probiótico	33
2.2.1.1 Características de un Yogurt Probiótico	33
2.2.1.2 Diferencia del Yogurt Probiótico con el Yogurt Natural	34
2.2.1.3 Beneficios del Yogurt Probiótico	35
2.2.2 Parámetros Óptimos de Control	35
2.2.2.1 Parámetros Óptimos de Control de la Leche Cruda.....	36
2.2.2.1.1 Requisitos Organolépticos	36
2.2.2.1.2 Requisitos Fisicoquímicos	36
2.2.2.1.3 Toma De Muestras, Transporte y Almacenamiento	37
2.2.2.2 Parámetros Óptimos de Control del Yogurt	37
2.2.2.2.1 Requisitos Organolépticos	37
2.2.2.2.2 Requisitos Fisicoquímicos	37

CAPÍTULO III

DIAGNÓSTICO DEL ÁREA DE ESTUDIO

3.1 Estructura Organizacional	38
3.1.1 Datos Comerciales	38
3.1.2 Dirección o Ubicación.....	38
3.2 Productos que Brinda	39
3.3 Organigrama.....	41
3.4 Materia Prima.....	44
3.5 Mano de Obra.....	46
3.6 Equipos y Maquinarias.....	46
3.7 Proceso Productivo Del Yogurt Probiótico TRIFRUT	47

3.7.1 Recepción de Materia Prima	48
3.7.2 Cargado y Prefiltrado	50
3.7.3 Precalentado	51
3.7.4 Descremado	52
3.7.5 Pasteurización	54
3.7.6 Preparación y Adición de Grenetina	55
3.7.7 Enfriado.....	56
3.7.8 Preparación y Adición del Cultivo	59
3.7.9 Inoculación.....	60
3.7.10 Refrigeración.....	61
3.7.11 Preparación.....	62
3.7.12 Adición de Conservantes y Edulcorante	63
3.7.13 Adición de la Pulpa de Frutas	64
3.7.14 Envasado y Etiquetado	66
3.7.15 Almacenamiento final	67
3.8 Balance Másico del Proceso Productivo del Yogurt Probiótico TRIFRUT	71
3.9 Tiempo Promedio de Cada Etapa del Proceso Productivo del Yogurt Probiótico TRIFRUT.	75
3.10 Lay Out	79
3.11 Análisis de los Puntos Críticos	81
3.11.1 Recepción de Materia Prima	81
3.11.2 Control de Calidad de la Leche	81
3.11.3 Cargado y Prefiltrado	84
3.11.4 Descremado	87

3.11.5 Preparación y Adición de Grenetina.....	88
3.11.6 Enfriado	92
3.11.7 Preparación y Adición del Cultivo	95
3.11.8 Inoculación	98
3.11.9 Preparación de las Pulpas	101
3.11.10 Envasado	107
3.11.11 Etiquetado.....	113
3.11.12 Almacenamiento Final.....	116
3.12 Evaluación del Personal	120

CAPÍTULO IV

INGENIERÍA DEL PROYECTO

4.1 Alternativas de Optimización	123
4.1.1 Fase 1: Optimización Operativa de Impacto Inmediato.....	123
4.1.1.1 Recepción De Materia Prima, Cargado Y Prefiltrado	124
4.1.1.1.1 Cálculos del Sistema de Bombeo	129
4.1.1.1.2 Descripción Final del Funcionamiento del Sistema para esta Etapa	132
4.1.1.2 Control de Calidad de la Leche	134
4.1.1.2.1 Análisis organoléptico	137
4.1.1.2.2 Análisis físicoquímicos	137
4.1.1.3 Preparación y Adición de Grenetina	139
4.1.1.4 Enfriado	144
4.1.1.4.1 Proceso de Enfriado Bajo la Incorporación de Hielos Mediante la Transferencia de Calor por Convección.....	144
4.1.1.4.2 Resultados Obtenidos.....	157

4.1.1.4.3 Respaldo Teórico.....	160
4.1.1.5 Preparación y Adición del Cultivo	163
4.1.1.5.1 Resultados Obtenidos.....	169
4.1.1.5.2 Parámetros Fisicoquímicos	172
4.1.1.5.3 Parámetros Sensoriales.....	174
4.1.1.6 Envasado, Etiquetado y Almacenamiento Final	176
4.1.1.6.1 Descripción del Proceso Propuesto.....	177
4.1.2 Fase 2: Transformación Tecnológica Hacia el Escalamiento Productivo Industrial	181
4.1.2.1 Descremado.....	182
4.1.2.2 Enfriado.....	185
4.1.2.3 Envasado	187
4.1.2.4 Etiquetado	190
4.2 Evaluación de los Resultados Obtenidos a Partir del Desarrollo de las Alternativas Propuestas de Optimización en el Proceso Productivo del Yogurt Probiótico TRIFRUT	192
4.3 Procedimientos Estándares del Proceso Productivo del Yogurt probiótico TRIFRUT	198
4.4 Programa de Capacitación Cruzada para el Área de Producción del Yogurt Probiótico TRIFRUT	202
4.4.1 Objetivo.....	202
4.4.2 Objetivos Específicos.....	202
4.4.3 Público Objetivo	202
4.4.4 Meta	203
4.4.5 Duración.....	203
4.4.6 Tipo de Capacitación y Modalidad	204
4.4.7 Nivel de capacitación	204

4.4.8 Métodos.....	204
4.4.9 Técnicas.....	205
4.4.10 Medios.....	206
4.4.11 Estructura y Contenido del Programa	206
4.4.12 Evaluación.....	208
4.5 Análisis de Indicadores de Mejora con los Resultados Obtenidos en Relación con los Actuales	209
4.5.1 Recepción de Materia Prima, Cargado y Prefiltrado	210
4.5.2 Preparación y Adición de Grenetina	210
4.5.3 Enfriado.....	211
4.5.4 Preparación y Adición del Cultivo	212
4.5.5 Envasado y Etiquetado.....	212
4.5.6 Almacenamiento Final	213
4.5.7 Proceso Completo	214

CAPÍTULO V

ANÁLISIS ECONÓMICO

5.1 Análisis Económico de la Inversión para la Fase 1: Optimización Operativa de Impacto Inmediato	217
5.1.1 Presupuesto de Inversión Fase 1: Optimización Operativa de Impacto Inmediato.....	217
5.1.2 Evaluación de Ahorro de Costos Operativos	219
5.1.3 Calculo del ROI Para la inversión de la Fase 1: Optimización Operativa de Impacto Inmediato	220

5.2 Análisis Económico de Inversión Para la Fase 2: Transformación Tecnológica Hacia el Escalamiento Productivo Industrial	222
5.2.1 Presupuesto de Inversión Fase 2: Transformación Tecnológica Hacia el Escalamiento Productivo Industrial	222
5.2.2 Evaluación de los Beneficios	223
5.2.3 Calculo del ROI Para la Inversión de la Fase 2: Transformación Tecnológica Hacia el Escalamiento Productivo Industrial	223

CAPÍTULO VI

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1 Conclusiones	226
6.2 Recomendaciones.....	229

BIBLIOGRAFÍA

WEBGRAFÍA

ANEXOS

INDICE DE CUADROS

ÍNDICE DE CUADROS CAPÍTULO III

Cuadro III-1 <i>Datos comerciales de la empresa DELACTO</i>	38
Cuadro III-2 <i>Ubicación de la empresa DELACTO</i>	38
Cuadro III-3 <i>Línea de productos de DELACTO</i>	40
Cuadro III-4 <i>Materia prima para la elaboración del yogurt probiótico TRIFRUT</i> .	44
Cuadro III-5 <i>Equipos y maquinaria</i>	46
Cuadro III-6 <i>Cursograma analítico de la etapa de recepción, cargado y prefiltrado de la leche</i>	85
Cuadro III-7 <i>Cursograma analítico de la etapa de preparación y adición de grenetina</i>	90
Cuadro III-8 <i>Cursograma analítico de la etapa de enfriado</i>	93
Cuadro III-9 <i>Cursograma analítico de la etapa de preparación y adición del cultivo</i>	96
Cuadro III-10 <i>Cursograma analítico de la etapa de envasado del yogurt probiótico TRIFRUT FRUTOS ROJOS</i>	108
Cuadro III-11 <i>Cursograma analítico de la etapa de envasado del yogurt probiótico TRIFRUT TROPICAL</i>	111
Cuadro III-12 <i>Cursograma analítico de la etapa de etiquetado del yogurt probiótico TRIFRUT</i>	114
Cuadro III-13 <i>Resumen de aspectos relevantes del análisis del proceso productivo del yogurt probiótico TRIFRUT</i>	116
Cuadro III-14 <i>Resumen de los aspectos relevantes del personal de la empresa DELACTO</i>	122

ÍNDICE DE CUADROS CAPÍTULO IV

Cuadro IV-1 <i>Cursograma analítico estimado del funcionamiento propuesto para la etapa de recepción, cargado y prefiltrado de leche</i>	133
Cuadro IV-2 <i>Cursograma analítico correspondiente a la propuesta de optimización de la etapa de preparación y adición de grenetina</i>	142
Cuadro IV-3 <i>Cursograma analítico correspondiente a la propuesta de optimización de la etapa de enfriado.....</i>	158
Cuadro IV-4 <i>Cursograma analítico correspondiente a la propuesta de optimización de la etapa de preparación y adición del cultivo</i>	170

ÍNDICE DE TABLAS

ÍNDICE DE TABLAS CAPÍTULO III

Tabla III-1 <i>Tiempo resumen del proceso productivo del yogurt probiótico TRIFRUT</i>	77
Tabla III-2 <i>Rangos óptimos de grados brix de la pulpa de fruta</i>	102

ÍNDICE DE TABLAS CAPÍTULO IV

Tabla IV-1 <i>Materiales y equipos para la etapa de recepción de materia prima, cargado y prefiltrado</i>	125
Tabla IV-2 <i>Materiales y equipos para el diseño del sistema de bombeo de leche al pasteurizador</i>	127
Tabla IV-3 <i>Valores del sistema de bombeo</i>	129
Tabla IV-4 <i>Valores requeridos para los cálculos de succión</i>	130
Tabla IV-5 <i>Valores requeridos para los cálculos de descarga</i>	131
Tabla IV-6 <i>Planilla de control de recepción de materia prima (leche cruda) actualizada</i>	136
Tabla IV-7 <i>Recipiente propuesto para la grenetina</i>	140
Tabla IV-8 <i>Materiales y equipos de la actividad 1 del proceso de enfriado propuesto</i>	145
Tabla IV-9 <i>Materiales y equipos de la actividad 2 del proceso de enfriado propuesto</i>	150
Tabla IV-10 <i>Materiales y equipos de la actividad 3 del proceso de enfriado propuesto</i>	152
Tabla IV-11 <i>Resultados de las pruebas experimentales del método propuesto de enfriamiento</i>	157
Tabla IV-12 <i>Valores obtenidos para el respaldo teórico del sistema de enfriado</i> ...	160

Tabla IV-13 <i>Materiales y equipo del proceso de inoculación madre</i>	164
Tabla IV-14 <i>Resultados promedios obtenidos del sistema de inoculación "madre"</i>	170
Tabla IV-15 <i>Promedio de tiempos de la etapa propuesta de envasado y etiquetado bajo el sistema en parejas</i>	181
Tabla IV-16 <i>Datos históricos de producción de yogurt probiótico anual en la empresa DELACTO</i>	182
Tabla IV-17 <i>Pronostico de producción de yogurt probiótico con datos históricos</i>	182
Tabla IV-18 <i>Características del equipo de descremado</i>	184
Tabla IV-19 <i>Características del tanque de enfriado</i>	186
Tabla IV-20 <i>Características del equipo de dosificación automático</i>	189
Tabla IV-21 <i>Características de la etiquetadora</i>	191
Tabla IV-22 <i>Resultados Globales del desarrollo de las Alternativas de Optimización en el Proceso Productivo del Yogurt Probiótico TRIFRUT</i>	192
Tabla IV-23 <i>Compendio integral de los procedimientos estándares del proceso productivo del yogurt probiótico TRIFRUT</i>	199
Tabla IV-24 <i>Distribución de la carga horaria del programa de capacitación de acuerdo con cada módulo.</i>	203
Tabla IV-25 <i>Comparación del proceso anterior con el propuesto estimado en la etapa de recepción de materia prima, cargado y prefiltrado</i>	210
Tabla IV-26 <i>Comparación del proceso actual con el propuesto en la etapa de preparación y adición de grenetina</i>	210
Tabla IV-27 <i>Comparación del proceso actual con el propuesto en el enfriado</i>	211
Tabla IV-28 <i>Comparación del proceso anterior con el propuesto en la etapa de preparación y adición de cultivo</i>	212

Tabla IV-29 <i>Comparación del proceso anterior con el propuesto en la etapa de envasado y etiquetado</i>	212
Tabla IV-30 <i>Comparación del proceso anterior con el propuesto en la etapa almacenamiento final</i>	213
Tabla IV-31 <i>Comparación del proceso productivo del yogurt probiótico TRIFRUT anterior con el propuesto</i>	215

ÍNDICE DE TABLAS CAPÍTULO V

Tabla V-1 <i>Presupuesto de inversión del plan de estandarización de la fase 1: Optimización operativa de Impacto Inmediato</i>	218
Tabla V-2 <i>Relación de ahorro de recursos del proceso anterior con el propuesto ..</i>	220
Tabla V-3 <i>Ahorro estimado en costos operativos por mejoras en tiempo de mano de obra y uso de agua</i>	220
Tabla V-4 <i>Presupuesto de inversión de la fase 2: Transformación tecnológica hacia el escalamiento productivo industrial</i>	222

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE FIGURAS CAPÍTULO I

Figura 1-1 <i>Árbol de problemas</i>	6
Figura 1-2 <i>Árbol de soluciones</i>	7

ÍNDICE DE FIGURAS CAPÍTULO III

Figura 3-1 <i>Ubicación de la empresa DELACTO</i>	39
Figura 3-2 <i>Organigrama de la empresa DELACTO</i>	42
Figura 3-3 <i>Lote de leche recepcionado</i>	48
Figura 3-4 <i>Control de calidad de la leche</i>	49
Figura 3-5 <i>Planilla de control</i>	50
Figura 3-6 <i>Cargado de leche</i>	51
Figura 3-7 <i>Precalentado en el pasteurizador</i>	52
Figura 3-8 <i>Descremadora en funcionamiento</i>	53
Figura 3-9 <i>Cargado de la leche a la descremadora</i>	54
Figura 3-10 <i>Pasteurización de la leche</i>	55
Figura 3-11 <i>Filtrado y descarga de la leche</i>	56
Figura 3-12 <i>Recirculación del agua</i>	58
Figura 3-13 <i>Control de la temperatura de enfriado</i>	59
Figura 3-14 <i>Pesaje del cultivo</i>	60
Figura 3-15 <i>Consistencia del yogurt pasado el periodo de inoculación</i>	61
Figura 3-16 <i>Homogenización del yogurt</i>	62
Figura 3-17 <i>Adición de conservantes y homogenización</i>	63
Figura 3-18 <i>Proceso de filtración de posibles residuos de la pulpa</i>	64

Figura 3-19	<i>Adición de la pulpa de frutas para TROPICAL y FRUTOS ROJOS.....</i>	65
Figura 3-20	<i>Envasado del yogurt probiótico TRIFRUT</i>	66
Figura 3-21	<i>Etiquetado</i>	67
Figura 3-22	<i>Almacenamiento final del yogurt probiótico TRIFRUT</i>	67
Figura 3-23	<i>Flujograma del proceso productivo del yogurt probiótico TRIFRUT ..</i>	68
Figura 3-24	<i>Balance másico del proceso productivo del yogurt probiótico</i>	71
Figura 3-25	<i>Balance másico del yogurt probiótico TRIFRUT presentación TROPICAL</i>	73
Figura 3-26	<i>Balance másico del yogurt probiótico TRIFRUT presentación FRUTOS ROJOS.....</i>	74
Figura 3-27	<i>Lay out de la empresa DELACTO.....</i>	79
Figura 3-28	<i>Control del pH de la muestra de la leche recepcionada</i>	82
Figura 3-29	<i>Control de la acidez de la muestra de la leche recepcionada.....</i>	83
Figura 3-30	<i>Cursograma sinóptico de la etapa de recepción, cargado y prefiltrado de la leche</i>	85
Figura 3-31	<i>Recipiente para la preparación de la grenetina.....</i>	89
Figura 3-32	<i>Cursograma sinóptico de la etapa de preparación y adición de grenetina</i>	91
Figura 3-33	<i>Cursograma sinóptico de la etapa de enfriado</i>	94
Figura 3-34	<i>Cursograma sinóptico de la etapa de preparación y adición del cultivo</i>	97
Figura 3-35	<i>pH del yogurt probiótico</i>	99
Figura 3-36	<i>Acidez del yogurt probiótico</i>	99
Figura 3-37	<i>Comportamiento de la acidez vs tiempo en la etapa de inoculación ..</i>	100

Figura 3-38	<i>Comportamiento del pH vs tiempo en la etapa de inoculación</i>	100
Figura 3-39	<i>Análisis de los grados brix de la pulpa de frutilla</i>	102
Figura 3-40	<i>Análisis de los grados brix de la pulpa de mora</i>	103
Figura 3-41	<i>Análisis de los grados brix de la pulpa de frambuesa</i>	103
Figura 3-42	<i>Análisis de los grados brix de la pulpa de manzana</i>	104
Figura 3-43	<i>Análisis de los grados brix de la pulpa de piña</i>	104
Figura 3-44	<i>Análisis de los grados brix de la pulpa de maracuyá</i>	105
Figura 3-45	<i>Control de la pulpa</i>	106
Figura 3-46	<i>Cursograma sinóptico de la etapa de envasado del yogurt probiótico TRIFRUT FRUTOS ROJOS (muestra de 10 botellas)</i>	110
Figura 3-47	<i>Cursograma sinóptico de la etapa de envasado del yogurt probiótico TRIFRUT TROPICAL</i>	113
Figura 3-48	<i>Cursograma sinóptico de la etapa de etiquetado</i>	115

ÍNDICE DE FIGURAS CAPÍTULO IV

Figura 4-1	<i>Área de producción del yogurt. Recepción de materia prima</i>	126
Figura 4-2	<i>Vista lateral del sistema de bombeo de la leche al pasteurizador</i>	129
Figura 4-3	<i>Cursograma sinóptico propuesto para la etapa de la recepción, cargado y prefiltrado de la leche</i>	134
Figura 4-4	<i>Recipiente utilizado para las muestras pilotos</i>	141
Figura 4-5	<i>Grenetina preparada en su fase sólida y líquida</i>	141
Figura 4-6	<i>Cursograma sinóptico correspondiente a la propuesta de optimización de la etapa de preparación y adición de grenetina</i>	143
Figura 4-7	<i>Recipiente para el hielo</i>	147
Figura 4-8	<i>Desinfección de las botellas</i>	147

Figura 4-9 <i>Marcado del corte de la botella</i>	148
Figura 4-10 <i>Corte de la botella</i>	148
Figura 4-11 <i>Suavizado de Bordes en Botellas Plásticas</i>	149
Figura 4-12 <i>Pesaje de los envases</i>	151
Figura 4-13 <i>Pesaje de los envases con agua</i>	151
Figura 4-14 <i>Pesaje de los envases con hielo</i>	153
Figura 4-15 <i>Adición de los envases con hielo a las ollas de enfriamiento</i>	154
Figura 4-16 <i>Hielos en las ollas de enfriado</i>	154
Figura 4-17 <i>Control de la temperatura</i>	155
Figura 4-18 <i>Recirculación de agua</i>	156
Figura 4-19 <i>Control de temperatura</i>	156
Figura 4-20 <i>Cursograma sinóptico correspondiente a la propuesta de optimización de la etapa de enfriado</i>	159
Figura 4-21 <i>Materiales y equipo listo para el método de “inoculación madre”</i>	165
Figura 4-22 <i>Pesaje del cultivo</i>	167
Figura 4-23 <i>Cultivo madre disuelto y homogenizado</i>	168
Figura 4-24 <i>Homogenización del cultivo madre</i>	168
Figura 4-25 <i>Adición de cultivo madre a las ollas de leche</i>	169
Figura 4-26 <i>Cursograma sinóptico de la etapa propuesta de la optimización de la preparación y adición de cultivo con el método de inoculación madre</i>	171
Figura 4-27 <i>PH del yogurt probiótico bajo el método de inoculación madre</i>	172
Figura 4-28 <i>Acidez del yogurt probiótico bajo el método de inoculación madre</i>	173
Figura 4-29 <i>Comportamiento del pH vs tiempo en la etapa de inoculación</i>	173
Figura 4-30 <i>Comportamiento de la acidez vs tiempo en la etapa de inoculación</i> ...	174

Figura 4-31 <i>Evaluación sensorial del yogurt probiótico</i>	175
Figura 4-32 <i>Evaluación del color del yogurt probiótico</i>	176
Figura 4-33 <i>Envasado y etiquetado del yogurt probiótico TRIFRUT FRUTOS ROJOS bajo el sistema de parejas</i>	178
Figura 4-34 <i>Envasado y etiquetado del yogurt probiótico TRIFRUT TROPICAL bajo el sistema de parejas</i>	179
Figura 4-35 <i>Almacenamiento final del yogurt probiótico TRIFRUT bajo el sistema en pareja propuesto</i>	180
Figura 4-36 <i>Equipo de descremado eléctrico Milky FJ 350</i>	184
Figura 4-37 <i>Tanque de enfriado de leche de 500 litros</i>	186
Figura 4-38 <i>Dosificador automático GTSP4G</i>	189
Figura 4-39 <i>Etiquetadora automática SKILT</i>	191

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1 <i>Muestras de tiempos de cada etapa del proceso de producción del yogurt probiótico TRIFRUT</i>	273
Anexo 2 <i>Cursograma analítico del proceso productivo del yogurt probiótico</i>	279
Anexo 3 <i>Cursograma analítico del proceso productivo del yogurt probiótico TRIFRUT</i>	280
Anexo 4 <i>Muestras del pH y acidez de la leche recepcionado</i>	281
Anexo 5 <i>Muestras del pH y acidez del yogurt probiótico bajo el proceso actual</i>	282
Anexo 6 <i>Muestras de los grados brix de las pulpas</i>	282
Anexo 7 <i>Encuesta de evaluación del conocimiento del personal en la Fábrica de Productos Lácteos DELACTO</i>	283
Anexo 8 <i>Resultados de la encuesta</i>	286
Anexo 9 <i>Muestras de tiempos operativos propuesto de la etapa de preparación y adición de grenetina</i>	292
Anexo 10 <i>Muestras del proceso de enfriado propuesto</i>	293
Anexo 11 <i>Muestras del tiempo operativo, pH y acidez del yogurt probiótico bajo el sistema propuesto en la etapa de adición y preparación del cultivo bajo el método de “inoculación madre”</i>	294
Anexo 12 <i>Muestras de los tiempos operativos del sistema en parejas propuesto de la etapa de envasado, etiquetado y almacenamiento final</i>	295
Anexo 13 <i>Procedimiento operativo estándar (POE) para el proceso productivo del yogurt probiótico TRIFRUT</i>	265
Anexo 14 <i>Manual de procedimientos para el proceso productivo del yogurt probiótico TRIFRUT</i>	265
Anexo 15 <i>Instructivos de trabajo de control de calidad de la leche cruda</i>	265

Anexo 16 <i>Instructivo de trabajo de instructivo de registro de la planilla de control de calidad de la leche</i>	271
Anexo 17 <i>Instructivo de trabajo de preparación de la pulpa de frutas</i>	277
Anexo 18 <i>Instructivo de trabajo de control de calidad del yogurt probiótico</i>	282
Anexo 19 <i>Instructivo de trabajo de registro de la planilla de control de calidad del yogurt probiótico</i>	287
Anexo 20 <i>Registro de la etapa de recepción de materia prima (leche cruda) del proceso productivo del yogurt probiótico TRIFRUT.....</i>	294
Anexo 21 <i>Registro del proceso productivo del yogurt probiótico</i>	296
Anexo 22 <i>Registro del proceso de preparación, envasado, etiquetado y almacenamiento final del yogurt probiótico TRIFRUT</i>	298
Anexo 23 <i>Registro del control de calidad del yogurt probiótico</i>	300
Anexo 24 <i>Cursograma analítico del Proceso productivo del yogurt probiótico propuesto</i>	302
Anexo 25 <i>Cursograma analítico del Proceso productivo del yogurt probiótico TRIFRUT propuesto</i>	303
Anexo 26 <i>Cotización de los equipos, insumos y activos de los ítems presupuestarios de la fase 1: Optimización operativa de Impacto Inmediato</i>	304
Anexo 27 <i>Cotización de los equipos y maquinaria de los ítems presupuestados de la fase 2: Transformación Tecnológica hacia el Escalamiento Productivo Industrial</i>	307