



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Industrial

**AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE YOGURT A BASE
DE LÁCTEOS, MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LLENADO, EN
UNA FÁBRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

Carolina Dessirée Tello Santos

Asesorado por la Inga. Mayra Leticia Gómez Palacios

Guatemala, junio de 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE YOGURT A BASE
DE LÁCTEOS, MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LLENADO, EN
UNA FABRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

CAROLINA DESSIRÉE TELLO SANTOS

ASESORADO POR LA INGA. MAYRA LETICIA GÓMEZ PALACIOS

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA INDUSTRIAL

GUATEMALA, JUNIO DE 2020

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Christian Moisés de la Cruz Leal
VOCAL V	Br. Kevin Armando Cruz Lorente
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
EXAMINADORA	Inga. Yocasta Ivanobla Ortiz del Cid
EXAMINADORA	Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
EXAMINADOR	Ing. Oscar Estuardo de León Maldonado
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE YOGURT A BASE DE LÁCTEOS, MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LLENADO, EN UNA FÁBRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Industrial, con fecha 20 de marzo de 2018.

Carolina Dessirée Tello Santos

Guatemala, 24 de abril de 2019

Ing. César Ernesto Urquizú Rodas
Director Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial
Facultad de Ingeniería
Universidad de San Carlos de Guatemala
Presente

Respetable Ingeniero:

De manera atenta, me dirijo a usted, para presentarle el trabajo de graduación titulado: "AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE YOGURT A BASE DE LÁCTEOS, MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LLENADO, EN UNA FABRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS", presentado por la estudiante de Ingeniería Industrial Carolina Dessirée Tello Santos, quien se identifica con carné 201114899, el cual fue asesorado por mi persona.

A mi juicio, el presente trabajo cumple a cabalidad con los objetivos planteados y los requisitos exigidos por la carrera de Ingeniería Industrial, así como con las restricciones de plagio que son requeridas por la Escuela de Mecánica Industrial, por tanto, extendiendo la presente aprobación en mi calidad de Asesora.

Al agradecer la atención a su presente, me suscribo prestándole un cordial saludo.

Atentamente,



Inga. Mayra Leticia Gómez Palacios
Colegiado No. 7073
ASESORA

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS
DE GUATEMALA**



FACULTAD DE INGENIERÍA

REF.REV.EMI.059.019

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE YOGURT A BASE DE LÁCTEOS, MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LLENADO, EN UNA FÁBRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS**, presentado por la estudiante universitaria **Carolina Dessirée Tello Santos**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Inga. Rocío Carolina Medina Galindo
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Rocío Carolina Medina Galindo
Ingeniera Industrial
Col. 8957

Guatemala, junio de 2019.

/mgp

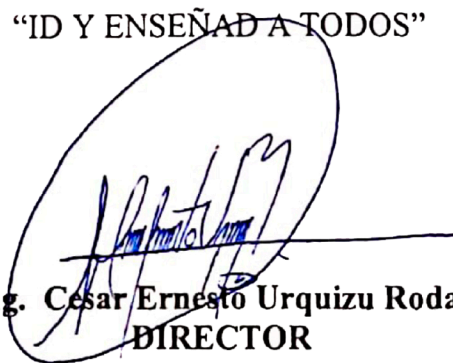


ESCUELA DE
INGENIERÍA MECÁNICA INDUSTRIAL
FACULTAD DE INGENIERÍA
UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA

REF.DIR.EMI.045A.020

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE YOGURT A BASE DE LÁCTEOS, MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LLENADO, EN UNA FÁBRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS**, presentado por la estudiante universitaria **Carolina Dessirée Tello Santos**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAR A TODOS”



Ing. Cesar Ernesto Urquiza Rodas
DIRECTOR

Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial



Guatemala, junio de 2020.

/mgp

DTG. 326.2020.

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE YOGURT A BASE DE LÁCTEOS, MEDIANTE LA AUTOMATIZACIÓN DE LA OPERACIÓN DE LLENADO, EN UNA FÁBRICA DE PRODUCTOS ALIMENTICIOS**, presentado por la estudiante universitaria: **Carolina Dessirée Tello Santos**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, octubre de 2020

AACE/asga

ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Porque soy afortunada y bendecida de poder llamarme su hija, pues nada de lo que tengo y soy en esta vida, podría agradecerlo a nadie más que a Él.
- Mis padres** María Teresa Santos y Oscar Tello, gracias porque sus consejos, apoyo y amor han sido mi sostén y fuerza toda la vida. Porque sin ustedes yo no estaría donde estoy. Espero que llegue el día en el que pueda compensarlos por todo lo que han hecho por mí, los amo.
- Mis abuelos** Filiberto Tello y Carmen Colindres, gracias por su apoyo y cariño incondicional, y por ser los mejores abuelos del mundo. No podría estar más agradecida con Dios por compartir esto con ustedes.
- Mis hermanas** Andrea, Joselyn y Estephany Tello, gracias por animarme, apoyarme y acompañarme siempre. Porque a pesar de que peleamos todo el tiempo, sé que no quisiera esta vida si alguna de ustedes no estuviera.

Mi familia

Tíos, tías, primos, primas y abuelos, quiero dedicarles esto porque han sido el más grande apoyo que he tenido en mi vida y mi carrera. Dicen que el corazón crea lazos más fuertes que la misma sangre, y yo soy afortunada porque lo que nos une como familia es más fuerte que la misma sangre.

Sara Tello

Tía, lo único que puedo decir es gracias, por todo lo que has hecho por mí, desde siempre.

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de
San Carlos de Guatemala**

Por brindarme la oportunidad de convertirme en una profesional.

Facultad de Ingeniería

Por darme la educación y las herramientas que necesitaba para convertirme en una profesional.

Mayra Gómez

Por su asesoría y apoyo para el desarrollo de este trabajo, a pesar de la distancia y las complicaciones.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XI
LISTA DE SÍMBOLOS	XVII
GLOSARIO	XIX
RESUMEN.....	XXV
OBJETIVOS.....	XXVII
INTRODUCCIÓN	XXIX
1. ANTECEDENTES GENERALES	1
1.1. La empresa de lácteos	1
1.1.1. Descripción de la empresa	2
1.1.2. Ubicación	2
1.1.3. Misión	2
1.1.4. Visión.....	3
1.1.5. Política de calidad.....	3
1.1.6. Política de seguridad alimentaria.....	3
1.2. Tipo de organización	4
1.2.1. Organigrama.....	4
1.2.2. Descripción de puestos	5
1.2.2.1. Gerente de operaciones	5
1.2.2.2. Jefe de producción	6
1.2.2.3. Encargado de calidad	7
1.2.2.4. Subjefe de producción	8
1.2.2.5. Encargado de envasado.....	9
1.2.2.6. Encargado de formulación	10
1.2.2.7. Auxiliares de producción.....	11

	1.2.2.8.	Jefe de bodega.....	12
	1.2.2.9.	Auxiliar de bodega.....	12
	1.2.2.10.	Encargado de fabricación de mermeladas.....	13
	1.2.2.11.	Encargado de fabricación de quesos, aderezos y <i>toppings</i>	14
1.3.		Productos de la empresa	14
	1.3.1.	Yogurt líquido	15
	1.3.2.	Helado de yogurt	15
1.4.		Leche	15
	1.4.1.	Composición de la leche	16
	1.4.2.	Tipos y características.....	16
	1.4.3.	Calidad y evaluación	17
	1.4.4.	Peligros para la salud.....	17
	1.4.5.	Código alimentario	18
	1.4.6.	Productos derivados de la leche	19
1.5.		Producción	20
	1.5.1.	Clases de procesos productivos.....	20
	1.5.2.	Capacidad de producción.....	21
	1.5.3.	Sistema de producción.....	21
	1.5.4.	Economía productiva.....	23
1.6.		Productividad	23
	1.6.1.	Características generales.....	23
	1.6.2.	Tipos de productividad	24
	1.6.3.	Factores que influyen en la productividad	25
	1.6.4.	Mejora de la productividad	26
1.7.		Automatización industrial	27
	1.7.1.	Tipos de automatización industrial	27
	1.7.2.	Formas de automatización industrial.....	28

1.7.3.	Ventajas de la automatización industrial.....	28
1.7.4.	Desventajas de la automatización industrial	29
1.8.	Sistema HACCP	30
1.8.1.	Los siete principios HACCP.....	31
1.8.1.1.	Principio 1: análisis de peligros (AP) ...	31
1.8.1.2.	Principio 2: identificar los puntos críticos de control (PCC).....	32
1.8.1.3.	Principio 3: establecer los límites críticos	33
1.8.1.4.	Principio 4: establecer un sistema de monitoreo de los PCC.....	33
1.8.1.5.	Principio 5: establecer las acciones correctivas	34
1.8.1.6.	Principio 6: establecer un sistema de verificación.....	34
1.8.1.7.	Principio 7: crear un sistema de documentación	34
1.8.2.	Pasos para la implementación.....	35
1.8.2.1.	Programas prerrequisito	36
1.8.3.	HACCP y sistemas de calidad.....	36
1.9.	Mantenimiento industrial.....	37
1.9.1.	Objetivo del mantenimiento	37
1.9.2.	Tipos de mantenimiento	38
1.9.2.1.	Mantenimiento preventivo.....	38
1.9.2.2.	Mantenimiento correctivo.....	38
1.9.2.3.	Mantenimiento predictivo	38
2.	SITUACIÓN ACTUAL.....	41
2.1.	Departamento de producción	41

2.1.1.	Diagrama de recorrido actual	41
2.1.2.	Líneas de producción actuales	45
2.1.2.1.	Línea de producción de jaleas.....	45
2.1.2.2.	Línea de producción de helados	46
2.1.2.3.	Línea de producción de yogurt.....	46
2.2.	Descripción del producto.....	47
2.2.1.	Yogurt bebible	47
2.2.1.1.	Materia prima	48
2.2.1.1.1.	Leche cruda	48
2.2.1.1.2.	Cultivo de lactobacilos búlgaros	49
2.2.1.2.	Insumos.....	50
2.2.1.3.	Tolerancias y especificaciones.....	51
2.3.	Proceso de producción de yogurt actual	52
2.3.1.	Diagramación del proceso.....	52
2.3.2.	Método semiautomático del proceso	55
2.3.3.	Descripción del proceso	55
2.3.3.1.	Recepción	55
2.3.3.1.1.	Materias primas.....	55
2.3.3.1.2.	Insumos.....	58
2.3.3.1.3.	Material de empaque	60
2.3.3.2.	Filtración de la leche	61
2.3.3.3.	Formulación de la leche	62
2.3.3.4.	Pasteurización de la leche.....	63
2.3.3.5.	Enfriado de la leche.....	63
2.3.3.6.	Fermentado de la leche.....	63
2.3.3.7.	Homogenizado del yogurt.....	64
2.3.3.8.	Llenado del envase con yogurt.....	64
2.3.3.9.	Almacenado del envase con yogurt	64

2.4.	Producción actual	65
2.4.1.	Tiempo productivo	65
2.4.2.	Cantidad producida.....	66
2.4.3.	Cálculo de la eficiencia	66
2.4.4.	Determinación de la productividad total.....	67
2.5.	Factores que afectan la productividad	68
2.5.1.	Reproceso de producto	68
2.5.2.	Rechazo de producto.....	69
2.6.	Equipo y maquinaria actual	69
2.6.1.	Mapeo del equipo de producción de yogurt.....	69
2.6.2.	Descripción de equipos y máquinas industriales	70
2.6.2.1.	Descremadora	70
2.6.2.2.	Pasteurizador.....	71
2.6.2.3.	Tanque de maduración.....	72
2.6.2.4.	Llenadora.....	73
2.6.2.5.	Homogenizador	73
2.7.	Condiciones laborales	74
2.7.1.	Mano de obra directa	74
2.7.2.	Mano de obra indirecta	75
2.7.3.	Jornada laboral	75
2.8.	Delimitación del problema	75
2.8.1.	Determinación de causas y efectos del problema ..	77
2.8.2.	Establecimiento de alternativas y soluciones para resolver el problema	77
3.	PROPUESTA PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE YOGURT	79
3.1.	Departamento de producción	79
3.2.	Propuesta de mejora en la línea de producción de yogurt.....	79

3.2.1.	Análisis del método semiautomático actual.....	79
3.2.2.	Análisis del método automático propuesto	80
3.2.3.	Aplicación del método automático	80
3.2.4.	Descripción de la maquinaria automática.....	80
3.3.	Ejecución del proceso	81
3.3.1.	Diagrama de recorrido.....	81
3.3.2.	Diagrama de operación de proceso	83
3.4.	Estimación de productividad del método automático	85
3.4.1.	Tiempo de producción.....	85
3.4.2.	Producción estimada.....	86
3.4.3.	Eficiencia requerida.....	87
3.4.4.	Productividad teórica.....	87
3.5.	Programa de mantenimiento para línea de producción de yogurt	88
3.5.1.	Mantenimiento preventivo	88
3.5.1.1.	Descremadora.....	88
3.5.1.2.	Pasteurizador	89
3.5.1.3.	Tanque de maduración	90
3.5.1.4.	Homogenizador	90
3.5.1.5.	Llenadora	91
3.5.2.	Mantenimiento correctivo	91
3.5.2.1.	Orden de mantenimiento.....	91
3.5.2.2.	Gestión de orden de mantenimiento	92
3.5.2.3.	Acciones correctivas	93
3.6.	Programa HACPP para línea de producción de yogurt.....	93
3.6.1.	Equipo de trabajo	93
3.6.1.1.	Entrenamiento de los miembros del equipo HACCP	94
3.6.2.	Programas de prerrequisito	96

3.6.3.	Perfil de producto terminado.....	98
3.6.4.	Diagrama de flujo del proceso	100
3.6.5.	Análisis de peligros.....	101
3.6.6.	Puntos críticos de control	105
3.6.7.	Plan maestro.....	110
3.6.8.	Formato de informe de acciones correctivas	112
3.7.	Estudio costo beneficio.....	112
3.7.1.	Establecimiento de costos de la línea de producción	113
3.7.1.1.	Costos del método semiautomático...	115
3.7.1.2.	Costos del método automático	122
3.7.2.	Establecimiento de beneficios de la línea de producción	129
3.7.2.1.	Método semiautomático.....	129
3.7.2.2.	Método automático	130
4.	IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....	131
4.1.	Departamento de producción	131
4.1.1.	Espacio físico disponible	131
4.1.2.	Instalación de maquinaria automática	132
4.1.2.1.	Equipo de instalación.....	132
4.1.2.2.	Fecha de instalación.....	133
4.1.2.3.	Costo de instalación	133
4.2.	Plan de acción del método automático.....	133
4.2.1.	Objetivos del plan de acción del método automático	134
4.2.2.	Estrategias del plan de acción del método automático	134

4.2.3.	Actividades del plan de acción del método automático.....	134
4.2.4.	Cronograma del plan de acción del método automático.....	136
4.3.	Análisis de variaciones en el proceso	137
4.4.	Análisis de la productividad.....	138
4.4.1.	Método semiautomático	138
4.4.2.	Método automático.....	139
4.4.3.	Análisis de datos reales.....	140
4.5.	Plan de acción del programa de mantenimiento	141
4.5.1.	Objetivos del programa de mantenimiento	141
4.5.2.	Estrategias del programa de mantenimiento	141
4.5.3.	Actividades del programa de mantenimiento.....	142
4.5.4.	Cronograma del programa de mantenimiento	143
4.6.	Plan de acción del programa HACCP	144
4.6.1.	Objetivos del programa HACCP	144
4.6.2.	Estrategias del programa HACCP	144
4.6.3.	Actividades del programa HACCP	145
4.6.4.	Cronograma del programa HACCP	146
4.7.	Análisis costo beneficio	148
5.	SEGUIMIENTO O MEJORA	151
5.1.	Índices de mejora.....	151
5.1.1.	Productividad.....	151
5.1.2.	Eficiencia.....	151
5.1.3.	Reprocesos	152
5.1.4.	Rechazos	152
5.2.	Plan de capacitaciones	153
5.2.1.	Cronograma	153

5.2.2.	Evaluación de la capacitación.....	155
5.3.	Evaluación de desempeño	158
5.4.	Auditorías	159
5.4.1.	Auditorías internas.....	159
5.4.2.	Auditorías externas.....	160
CONCLUSIONES		161
RECOMENDACIONES.....		163
BIBLIOGRAFÍA.....		165

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Ubicación de la empresa.....	2
2.	Organigrama de la empresa.....	4
3.	Diagrama de recorrido de la línea de producción de jaleas conforme al método semiautomático	41
4.	Diagrama de recorrido de la línea de producción de helados conforme al método semiautomático.....	42
5.	Diagrama de recorrido de la línea de producción de yogurt conforme al método semiautomático	44
6.	Diagrama de operaciones de proceso del método semiautomático de producción de yogurt.....	53
7.	Mapeo de equipos de la línea de producción de yogurt.....	69
8.	Mapeo de causas y efectos del problema	77
9.	Mapeo de alternativas y soluciones para resolver el problema.....	78
10.	Diagrama de recorrido de la línea de producción de yogurt conforme al método automático	81
11.	Diagrama de operaciones de proceso del método automático de producción de yogurt.....	83
12.	Orden de trabajo de mantenimiento	92
13.	Diagrama de flujo del proceso de elaboración de yogurt	100
14.	Mapeo del espacio físico disponible en la planta de producción.....	131
15.	Cronograma de actividades para instalación de maquinaria automática.....	136
16.	Cronograma de actividades del programa de mantenimiento	143

17.	Cronograma de actividades del programa HACCP	147
18.	Formato de evaluación de capacitación de HACCP	156
19.	Formato de evaluación de capacitación de auditorías	157

TABLAS





I.	Simbología del diagrama de recorrido de la línea de producción de jaleas conforme al método semiautomático	42
II.	Simbología del diagrama de recorrido de la línea de producción de helados conforme al método semiautomático	43
III.	Simbología de diagrama de recorrido de la línea de producción de yogurt conforme al método semiautomático	44
IV.	Propiedades fisicoquímicas del yogurt.....	51
V.	Propiedades microbiológicas del yogurt	52
VI.	Resumen de diagrama de operaciones de proceso del método semiautomático de producción de yogurt	54
VII.	Parámetros para leche cruda.....	56
VIII.	Parámetros para cultivos lácteos	58
IX.	Parámetros para cultivos lácteos	59
X.	Parámetros para azúcar	60
XI.	Tabla de parámetros para envase	61
XII.	Cantidad de tiempo productivo actual.....	65
XIII.	Cantidad de producto producido actualmente	66
XIV.	Datos de eficiencia actual	67
XV.	Datos de productividad actual.....	67
XVI.	Identificación de equipos mapeados.....	70
XVII.	Datos técnicos de la descremadora.....	71
XVIII.	Datos técnicos del pasteurizador	71
XIX.	Datos técnicos del tanque de maduración	72

XX.	Datos técnicos de la llenadora	73
XXI.	Datos técnicos del homogenizador	74
XXII.	Determinación de operaciones más lentas en el proceso	76
XXIII.	Simbología del diagrama de recorrido de la línea de producción de yogurt conforme al método automático	82
XXIV.	Resumen de diagrama de operaciones de proceso del método semiautomático de producción de yogurt.....	85
XXV.	Cantidad de tiempo de producción.....	86
XXVI.	Cantidad estimada de producto a producir.....	86
XXVII.	Productividad estimada	87
XXVIII.	Actividades de mantenimiento para la descremadora.....	89
XXIX.	Actividades de mantenimiento para el pasteurizador	89
XXX.	Actividades de mantenimiento para el tanque de maduración	90
XXXI.	Actividades de mantenimiento para el homogenizador	90
XXXII.	Actividades de mantenimiento para la llenadora	91
XXXIII.	Datos del equipo HACCP	94
XXXIV.	Cursos recibidos por los miembros del equipo HACCP	95
XXXV.	Ficha del programa de control de temperaturas.....	96
XXXVI.	Ficha del programa de mantenimiento	97
XXXVII.	Ficha del programa de control de proveedores	98
XXXVIII.	Perfil del yogurt líquido bebible	99
XXXIX.	Análisis de peligros en el proceso de elaboración de yogurt.....	102
XL.	Determinación de puntos críticos de control en el proceso de elaboración de yogurt.....	106
XLI.	Plan maestro de monitoreo de puntos críticos	110
XLII.	Formato de informe de acciones correctivas.....	112
XLIII.	Días disponibles por mes para producción	114
XLIV.	Bases para el cálculo de prestaciones laborales	115

XLV.	Salarios promedios mensuales de mano de obra directa del método semiautomático.....	115
XLVI.	Prestaciones laborales mensuales de mano de obra directa del método semiautomático.....	116
XLVII.	Costo mensual de mano de obra directa del método semiautomático.....	116
XLVIII.	Costo de materia prima por lote de producción del método semiautomático.....	117
XLIX.	Salarios promedios mensuales de mano de obra indirecta del método semiautomático.....	118
L.	Gastos indirectos mensuales de fabricación del método semiautomático.....	119
LI.	Prestaciones laborales mensuales de mano de obra indirecta del método semiautomático.....	119
LII.	Costo mensual de mano de obra indirecta del método semiautomático.....	119
LIII.	Cálculo de gastos indirectos de fabricación anual del método semiautomático.....	120
LIV.	Salarios promedios mensuales de mano de obra directa del método automático.....	122
LV.	Prestaciones laborales mensuales de mano de obra directa del método automático.....	123
LVI.	Costo mensual de mano de obra directa del método semiautomático.....	124
LVII.	Costo de materia prima por lote de producción del método automático.....	125
LVIII.	Gastos indirectos mensuales de fabricación del método automático.....	127

LIX.	Cálculo de gastos indirectos de fabricación anual del método automático.....	127
LX.	Cálculo del beneficio unitario del método semiautomático.....	129
LXI.	Cálculo del beneficio total anual del método semiautomático.....	129
LXII.	Cálculo del beneficio unitario del método automático.....	130
LXIII.	Cálculo del beneficio total anual del método automático.....	130
LXIV.	Listado de equipos mapeados en la planta de producción.....	132
LXV.	Cálculo del costo total de instalación.....	133
LXVI.	Actividades para instalación de maquinaria automática.....	135
LXVII.	Determinación de variaciones en el proceso.....	137
LXVIII.	Bases el análisis de la productividad.....	138
LXIX.	Cálculo de variación en la producción semiautomática.....	139
LXX.	Cálculo de variación en la producción automática.....	140
LXXI.	Cálculo de variaciones entre el método semiautomático y el método automático.....	140
LXXII.	Actividades del programa de mantenimiento.....	142
LXXIII.	Actividades del programa HACCP.....	145
LXXIV.	Variación de costos de producción anual.....	148
LXXV.	Variación de beneficios de producción anual.....	149
LXXVI.	Variaciones totales de costos y beneficios.....	149
LXXVII.	Variación porcentual de costos entre el método semiautomático y el método automático.....	150
LXXVIII.	Variación porcentual de beneficios entre el método semiautomático y el método automático.....	150
LXXIX.	Cronograma del programa de capacitaciones.....	154
LXXX.	Plantilla de evaluación de desempeño.....	158

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
	Almacenaje
AP	Análisis de peligros
gal	Galón
pH	Grado de acidez
°C	Grados centígrados
	Inspección
kW	Kilovatio
m	Metro
m ²	Metro cuadrado
cp	Nivel de viscosidad
	Operación
%	Porcentaje
PCC	Punto crítico de control
Q	Quetzales en moneda
	Transporte

GLOSARIO

Acción correctiva	Procedimientos que se deben implementar cuando se produce una desviación.
Análisis de peligros	El proceso de recolectar y evaluar información sobre los peligros asociados al alimento bajo estudio, para determinar cuáles peligros son significativos y deben ser incluidos en el plan HACCP.
Automatización	Sistema de fabricación diseñado con el fin de usar la capacidad de las máquinas para llevar a cabo determinadas tareas anteriormente efectuadas por seres humanos, y para controlar la secuencia de las operaciones sin intervención humana.
Capacidad	Cantidad de producción que un sistema es capaz de lograr durante un período específico de tiempo.
Control	Manejo de las condiciones de un proceso para complementar los criterios establecidos.
Criterio	El estado en que se realizan los procedimientos establecidos y se cumplen los criterios fijados.

Cuello de botella	Proceso u operación más lenta con menor capacidad en la producción total.
Demanda	Cantidad de producto que quiere adquirir el mercado.
Desperdicio	Materia prima que no es aprovechada en el proceso.
Eficacia	Medida del logro de resultados.
Eficiencia	Cumplir los resultados con la mayor optimización de recursos.
Enfriamiento	Disminución de la temperatura de un ambiente dado.
Estación de trabajo	Área física donde un trabajador con herramientas o con máquinas, efectúa un conjunto particular de tareas.
Estándar	Sirve como tipo, modelo, norma, patrón de referencia.
Desviación	No cumplimiento de un estándar, punto de control, PCC, límite crítico o normas de referencia.

Equipo HACCP	El grupo de personas responsables de desarrollar, implementar, evaluar y verificar que el plan se cumple de acuerdo a lo establecido.
Etapa	Un punto, procedimiento, operación o paso en el proceso de fabricación de alimentos entre la producción primaria y el consumidor final.
HACCP	Un enfoque sistemático para identificar, evaluar y controlar los peligros que pueden afectar la seguridad de los alimentos.
Inocuidad de los alimentos	La garantía de que los alimentos no causarán daño al consumidor cuando se preparen o consuman de acuerdo con el uso a que se destinen.
Límite crítico	El valor máximo/mínimo de un parámetro biológico, químico o físico que se debe alcanzar en un PCC para prevenir, eliminar o reducir a un nivel aceptable un peligro que afecta la seguridad del alimento.
Línea de producción	Grupo de varias estaciones de trabajo, en donde se llevan a cabo diferentes operaciones para elaborar un producto.
Medida de control	Una acción o actividad que sirve para prevenir, eliminar o reducir un peligro significativo.

Medidas preventivas	Es una herramienta que puede ser usada para controlar un peligro identificado, las medidas preventivas eliminan o reducen el peligro hasta un nivel aceptable.
Método	Proceso o camino sistemático establecido para realizar una tarea o trabajo, con el fin de alcanzar un objetivo predeterminado.
Monitoreo	Una secuencia planificada de observaciones o mediciones para determinar si un PCC está bajo control y prepara registros detallados que posteriormente se utilizarán para la verificación.
Optimizar	Buscar la mejor manera de realizar una actividad.
Operación	Ocurre cuando un objeto está siendo modificado en sus características, se está creando o agregando algo.
Proceso	Conjunto de tareas, actividades o acciones interrelacionadas entre sí para la transformación de un objeto.
Peligro	Un agente biológico, químico o físico que sería razonable pensar que podría causar una enfermedad o daños si no se controla.

Plan HACCP	Es un documento escrito, basado en los principios HACCP, se describen los procedimientos que se deben realizar, monitoreo, verificaciones y validaciones.
Productividad	Grado de rendimiento con que se emplean los recursos disponibles, para alcanzar objetivos predeterminados.
Punto de control	Una etapa en la cual se pueden controlar factores biológicos, químicos o físicos.
Punto crítico de control	La etapa en la que se realiza un control para prevenir o eliminar un peligro que puede afectar la seguridad del producto, o reducirlo a un nivel aceptable.
Riesgo	Es la probabilidad de que ocurra un peligro. Podrá ser de diversa índole, biológico, químico o físico.
Sistema HACCP	Es el resultado de la implementación del plan HACCP.
Validación	Parte de la verificación en la que se recopila y evalúa la información científica y técnica para determinar si el plan HACCP – si está debidamente implementado – controla efectivamente los peligros.

Verificación

Actividades que no son de monitoreo, pero que determinan la validez del plan HACCP y si el sistema se está implementando de acuerdo a lo establecido en el plan.

RESUMEN

El aumento de la productividad es de vital importancia en cualquier tipo de industria, por ello, constantemente se busca mejorar los métodos de producción, las herramientas y los equipos que intervienen en los procesos.

A partir del surgimiento de la industrialización en Europa, las técnicas y herramientas utilizadas en la elaboración de todo tipo de productos ha ido evolucionando continuamente. Actualmente la mayoría de los productos se fabrican mediante métodos de fabricación automáticos o semiautomáticos, con el objetivo de aumentar la eficiencia de la producción y disminuir la intervención del recurso humano al mínimo.

Es notable la variación en la cantidad de producto obtenido al mejorar un proceso de producción, por lo que la empresa se vio obligada a considerar la modificación del método de llenado de envases en la línea de yogurt líquido bebible, cambiando la maquinaria semiautomática por una automática, con el fin de eliminar el contacto directo del personal operativo con el producto y reducir la manipulación de la maquinaria en esta etapa del proceso.

Esta modificación en el proceso aumentó la productividad de la empresa y disminuyó considerablemente los riesgos de contaminación del producto durante el envasado del mismo, lo cual permitió llevar un mejor control del material utilizado y optimizar el producto en proceso.

OBJETIVOS

General

Aumentar la productividad en la línea de producción de yogurt a base de lácteos, mediante la automatización de la operación de llenado, en una fábrica de productos alimenticios.

Específicos

1. Analizar la situación actual de la empresa.
2. Disminuir el tiempo de producción al establecer el método de trabajo adecuado en el llenado de recipientes con yogurt.
3. Reducir el desperdicio provocado por manipulación inadecuada del alimento mejorando el método del manejo de materiales en la operación de llenado.
4. Establecer un plan de seguridad alimentaria para disminuir el riesgo de contaminación del alimento a lo largo del proceso de producción.
5. Determinar el aumento de la eficiencia y la productividad de la línea de producción de yogurt al cambiar el método de llenado de envases.
6. Determinar el costo-beneficio del proyecto para conocer su factibilidad.

INTRODUCCIÓN

Actualmente la empresa en estudio se dedica a la fabricación de productos a base de lácteos que tienen la principal característica de ser 100 % naturales, cuenta con tres líneas de producción, la primera de ellas se dedica a la producción de jaleas, que funcionan como insumos de las otras dos líneas de proceso; la segunda produce yogurt y la tercera helados. Estos productos están enfocados a un segmento de mercado de clase media-alta debido a que la calidad de sus procesos eleva los costos de producción.

La empresa cuenta con una sola planta de producción ya que recientemente era de tipo familiar, por ello al llevar a cabo la transición de pequeña a mediana empresa se consideró llevar a cabo los estudios pertinentes para evaluar la eficiencia de sus líneas de producción y con esto incrementar la productividad, desarrollando planes estratégicos que le permitan a la empresa cubrir su mercado objetivo y satisfacer las demandas de los clientes.

La línea de producción de yogurt es el producto líder de la empresa y por ello es imperativo que cada operación dentro de la línea de proceso sea eficiente ya que a medida que pasa el tiempo, sus productos sufren un aumento en la demanda. Para aumentar la productividad de la empresa es necesario incrementar la eficiencia en la línea de producción de yogurt y específicamente en la operación de llenado, por lo que se llevó a cabo un estudio del método en esta operación y se determinaron los cambios que requería el proceso, así como los recursos y el nuevo método a implementar para lograr los resultados esperados.

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. La empresa de lácteos

La empresa nace en 1983, su principal producto es el yogurt. La fundadora, siendo de origen búlgaro y conociendo ampliamente los beneficios de consumir frecuentemente el yogurt hecho en casa, tuvo la inquietud de continuar con la tradición y fomentar la buena salud de sus hijos y familiares cercanos. Pronto se percató que este tipo de yogurt era muy diferente a los que encontraban en el mercado por su consistencia cremosa y su proceso artesanal.

El producto que provee la empresa es el auténtico yogurt búlgaro, elaborado artesanalmente con altos estándares de calidad y con los más finos y mejores ingredientes frescos y naturales para así garantizar un producto saludable e inocuo, adicionando con sus cultivos importados de Bulgaria que lo hacen único y especial. La calidad de los productos de la empresa está garantizada con la alianza estratégica de LB Bulgaricum, líder mundial en el desarrollo de cultivos lácteos.

En el 2013 la empresa se incorpora a la familia de productos de *Livsmart*, que es una compañía de *health and wellness* para todas las Américas. Una empresa dedicada a mejorar la calidad de vida de sus consumidores, haciéndoles llegar a alternativas de alimentación sanas y balanceadas. *Livsmart* pertenece al consorcio CBC, una corporación de bebidas con más de 125 años de experiencia y operaciones en Centro América, el Caribe, y Sudamérica con el portafolio de productos más grandes de la región.

1.1.1. Descripción de la empresa

La empresa produce y comercializa una gama de productos lácteos 100 % naturales que cumplen con los más altos estándares de calidad e inocuidad.

1.1.2. Ubicación

29 calle 14-60 Zona 13 Col. La Libertad, Ciudad de Guatemala, Guatemala.

Figura 1. Ubicación de la empresa



Fuente: Google Earth. www.earth.google.com

Consulta: octubre 2018.

1.1.3. Misión

Promover con dedicación la cultura láctea, generando bienestar por medio del consumo de productos innovadores de alto valor agregado, utilizando en

todos nuestros procesos ingredientes naturales de óptima calidad que permitan disfrutar de estilo de vida saludable.

1.1.4. Visión

Ser la empresa líder en optimización de procesos y desarrollo de auténticos productos lácteos que proporcionen una mejor calidad de vida a nuestros consumidores.

1.1.5. Política de calidad

En nuestra empresa estamos comprometidos a brindar a los clientes y consumidores productos lácteos, que no solo cumplan con sus expectativas, sino que estén por encima de las mismas. Ofreciendo productos con altos estándares de calidad, seguridad e inocuidad alimentaria con políticas claras de mejora continua, lo cual se logrará por medio de capacitaciones a todo el personal, mantenimiento de instalaciones físicas adecuadas y atendiendo las necesidades del cliente.

1.1.6. Política de seguridad alimentaria

La empresa de lácteos garantiza a sus clientes que todos los productos que fabrica cumplen con los requisitos legales aplicables y con los máximos niveles de calidad para la producción de alimentos seguros y nutritivos que satisfagan sus necesidades energéticas diarias y preferencias alimentarias, velando en todo momento por la inocuidad de los insumos, equipos y procesos involucrados en la cadena productiva y de distribución.

1.2. Tipo de organización

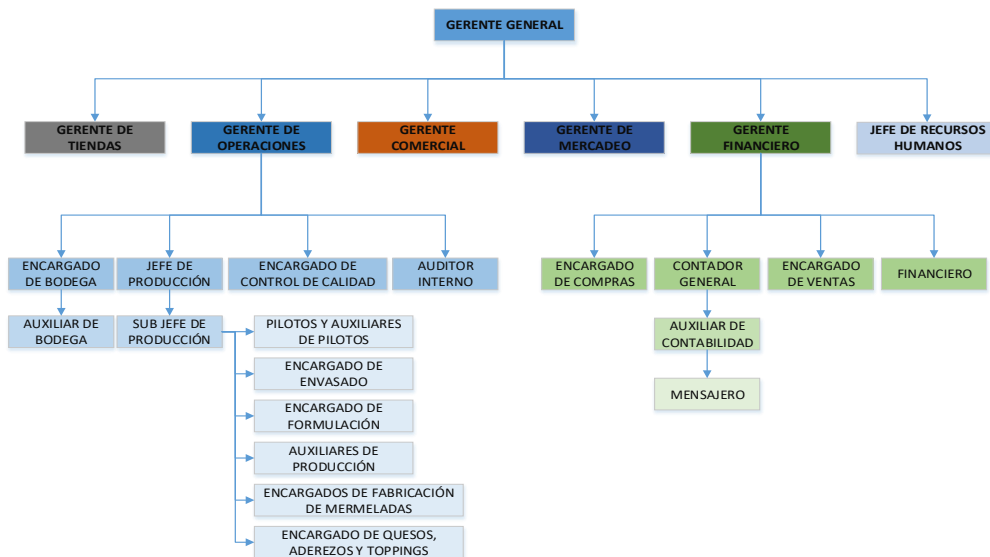
La empresa tiene un tipo de organización funcional, basada en que cada operario reporta no solo a su jefe superior, sino a varios, pero cada uno en su especialidad. Las características principales de la organización funcional son:

- Autoridad funcional o dividida: esta se basa en la especialización, es autoridad de conocimiento y se expande a toda la organización.
- Línea directa de comunicación: las comunicaciones son efectuadas directamente sin necesidad de intermediarios.

1.2.1. Organigrama

El organigrama de la empresa se presenta a continuación:

Figura 2. Organigrama de la empresa



Fuente: elaboración propia.

1.2.2. Descripción de puestos

Algunos de los siguientes puestos de trabajo son esenciales para la producción de yogurt en la empresa, por lo que se describen a continuación su autoridad, funciones, responsabilidades y características referidas.

1.2.2.1. Gerente de operaciones

- Depende de: gerente general.
- Función básica: administrar de forma eficiente todos los procesos productivos para que cumplan con lo establecido por la gerencia.
- Responsabilidades:
 - Mantener actualizadas las funciones y responsabilidades de las diferentes organizaciones de su dependencia, de acuerdo a los procesos operativos y administrativos en que ellas están involucradas.
 - Definir y controlar el cumplimiento de la misión de las divisiones y de la administración.
 - Administrar los recursos humanos, financieros y materiales que le sean asignados para el cumplimiento de la planificación anual de la Empresa y las funciones y procesos que le son propios.
 - Mantener excelentes relaciones y compromiso con todo el personal bajo su cargo.
 - Definir y priorizar las inversiones, que cada una de las Divisiones dependientes de la Gerencia requieran, para mejorar sus procesos productivos y administrativos.
- Características referidas: tener un conocimiento especializado de una materia. Capaz de tener una visión de hacia dónde quieren llevar su

empresa o su equipo de trabajo más allá de la operación del día a día. Ser capaces de convencer a sus equipos de que ese es el lugar al que hay que ir y que las personas involucradas trabajen en esa dirección. Actitud positiva hacia el triunfo.

1.2.2.2. Jefe de producción

- Depende de: gerente de operaciones.
- Función básica: supervisar que el producto producido sea con los estándares de calidad establecidos y sea un producto inocuo.
- Responsabilidades:
 - Responsable de verificar que todos los procedimientos creados y aprobados por gerencia sean aplicados por sus colaboradores.
 - Velar por la calidad del producto en cada etapa de la producción, bajo un riguroso proceso de control de las actividades que se ejecutan.
 - Es responsable directo del producto terminado y su respectiva revisión para presentar al mercado.
 - Capacita al personal bajo su cargo en materia de procedimientos y normas emitidos por la gerencia de control de calidad.
 - Lleva un control de todos los procedimientos implementados por el departamento y los diversos certificados de análisis recibidos y conserva los formularios emitidos por la empresa.
 - Mantiene un *stock* de muestras de retención de los lotes fabricados, a través de los correspondientes protocolos de análisis define los estatutos de calidad de la materia prima u otros.
 - Supervisar que el producto producido sea con los estándares de calidad establecidos y sea un producto inocuo.

- Informa a la gerencia de operaciones los demás departamentos involucrados sobre los respectivos procedimientos.
- Características referidas: debe ser una persona comprometida con su trabajo y consiente de la importancia de su labor, ya que algún error o falta de atención oportuna, puede representar grandes pérdidas a la empresa. No puede compartir información con alguna persona ajena a la empresa que no sean los asesores externos y sin previa autorización del gerente de operaciones.

1.2.2.3. Encargado de calidad

- Depende de: gerente de operaciones.
- Función básica: hacerse cargo de todo lo referente a los procesos productivos, para lograr la eficiencia y un producto de calidad.
- Responsabilidades:
 - Es responsable de crear y dirigir nuevos métodos de producción para simplificar los tiempos y recursos que se invierten en producción.
 - Controlar el buen uso de materiales y herramientas básicas para el desarrollo de funciones, así como instalar la maquinaria y capacitar al personal sobre el adecuado uso de la misma.
 - Crear técnicas para simplificar procesos y supervisar a su equipo de trabajo, tanto técnicos como operadores.
 - Colaborar con los demás departamentos en sus necesidades y dificultades a fin de facilitar la gestión, analizar procesos, estudiar el comportamiento del personal ante los equipos industriales y los avances tecnológicos.

- Establece y da seguimiento a la base de datos técnicos, planes de producción, propone mejoras en el sistema de planeación, toma medidas preventivas y correctivas en el sistema e instruir al personal para su implementación.
- Participa activamente en las reuniones de empresa e informa al personal bajo su cargo sobre los avances, las nuevas exigencias y proyectos a cumplir.
- Características referidas: ser observador, tener facilidad para fijarse en los detalles. Ser paciente, ya que algunas pruebas son complejas y tardan mucho tiempo en completarse. Tener un enfoque lógico y metódico en el trabajo. Ser exacto al tomar medidas y al registrar cifras. Buenas aptitudes para el cálculo aritmético, por ejemplo, para medir y pesar las muestras. Buenos conocimientos de informática para analizar, almacenar y presentar en ordenador los resultados de las pruebas. Tacto y discreción para señalar los problemas a los trabajadores de producción. Saber comunicar para motivar a otros con miras a mejorar la calidad del trabajo, así como para explicar claramente sus conclusiones a otras personas. Saber redactar informes.

1.2.2.4. Subjefe de producción

- Depende de: jefe de producción.
- Función básica: hacerse cargo de todo lo referente a los procesos productivos, para lograr la eficiencia y un producto de calidad.
- Responsabilidades:

- Es el responsable de administrar, dirigir y coordinar los procesos de elaboración y producción de productos, así como de la materia prima que será utilizada para cubrir con la demanda del mercado.
 - Es supervisor de los procesos productivos de acuerdo a los estándares de calidad estipulados, traslado de producto a las diferentes sucursales, unidades o departamentos a fin de que la operación de la empresa sea efectiva.
 - Programar la producción según la demanda.
 - Supervisa la calidad de los productos que ingresan por parte de proveedores, supervisa la calidad de los productos que se elaboran y los que se distribuyen o exportan.
 - Lleva un registro de los pedidos existentes, rutas a seguir, destino de exportación de productos.
 - Vela por el adecuado mantenimiento y resguardo de materiales y equipos.
 - Administra personal, reporta a la gerencia cualquier anomalía que se presente en el transcurso de la operación.
- Características referidas: debe ser una persona responsable que esté al pendiente de todo lo que le confiere a su puesto, con capacidad de mando para manejar varias personas.

1.2.2.5. Encargado de envasado

- Depende de: subjefe de producción.
- Función básica: hacerse cargo de todo lo relacionado al envasado.
- Responsabilidades:

- Es el responsable de administrar, dirigir y coordinar los procesos de envasado de productos lácteos.
 - Verificar que las envasadoras se encuentren en buen estado.
 - Manejar de forma responsable las envasadoras.
 - Tener orden y limpieza con las piezas de las envasadoras.
 - Controlar que no existan piezas faltantes cuando se está realizando el envasado.
 - Limpiar las envasadoras antes, durante y después de cada producción.
- Características referidas: debe ser una persona que esté pendiente de todo lo que le confiere a su puesto y con capacidad de realizar varias tareas al mismo tiempo. Debe tener conocimiento del funcionamiento de las máquinas de envasado y las BPM.

1.2.2.6. Encargado de formulación

- Depende de: subjefe de producción.
- Función básica: hacerse cargo de todo lo relacionado a la formulación.
- Responsabilidades:
 - Controlar que las materias primas que se utilizarán se hayan pesado de forma correcta según lo establecido los procedimientos correspondientes.
 - Realizar la mezcla de ingredientes según corresponda a cada producto.
 - Proveer la materia prima y en orden para cuando sea necesario agregarlas al proceso que corresponda.

- Verificar que las materias primas por parte de bodega sean las adecuadas y utilizar el método PEPS (primero en entrar primero en salir) en bodega de materia prima.
 - Limpiar el área de pesaje al terminar con cada materia prima pesada.
 - Limpiar el área en producción cuando se termine de realizar la mezcla de las materias primas.
- Características referidas: debe ser una persona responsable y consiente de la importancia de realizar los pesajes de materia prima de forma correcta. Una persona paciente y que realice su trabajo con exactitud y precisión. Tener conocimiento de las BPM.

1.2.2.7. Auxiliares de producción

- Depende de: subjefe de producción.
- Función básica: realizar las funciones solicitadas por el subjefe de producción.
- Responsabilidades:
 - Seguir las indicaciones del subjefe de producción y realizar el trabajo con los parámetros establecidos.
 - Ayudar en el proceso de envasado.
 - Ayudar en la limpieza de los equipos.
 - Ayudar al encargado de formulación en lo que sea necesario.
- Características referidas: debe ser una persona responsable y hábil, que tenga conocimiento de la importancia de seguir los procedimientos de acuerdo a lo establecido, dispuesto a ayudar en lo que sea necesario, ordenados. Tener conocimiento de las BPM.

1.2.2.8. Jefe de bodega

- Depende de: gerente de operaciones.
- Función básica: mantener el inventario de materias primas, material de empaque, insumos y producto terminado al día y sin faltantes.
- Responsabilidades:
 - Ingresar en el sistema los productos de los cuales se realizó una compra.
 - Realizar inventarios diarios del producto terminado.
 - Llevar el orden de los cuartos fríos, bodega seca, bodega de herramientas y bodega de químicos.
 - Realizar limpiezas profundas de los cuartos fríos.
 - Dar ingreso en el sistema de las producciones.
- Características referidas: debe ser una persona responsable, ordenada, paciente, honrada, con capacidad de manejo del sistema SAP, que tenga conocimiento del método PEPS. Tener conocimiento de las BPM.

1.2.2.9. Auxiliar de bodega

- Depende de: encargado de bodega.
- Función básica: mantener el inventario de materias primas, material de empaque, insumos y producto terminado al día y sin faltantes.
- Responsabilidades:
 - Manejar el producto terminado, materias primas, insumos, entre otros, de forma ordenada y mantenerlos en los lugares establecidos.

- Transportar el producto terminado hacia los cuartos fríos o bodega seca según corresponda.
 - Realizar las limpiezas de las bodegas a su cargo.
 - Manejar los químicos con precaución.
 - Ayudar en lo que sea necesario al encargado de bodega.
- Características referidas: debe ser una persona responsable, ordenada, paciente, honrada, que tenga conocimiento del método PEPS. Tener conocimiento de las BPM.

1.2.2.10. Encargado de fabricación de mermeladas

- Depende de: subjefe de producción.
- Función básica: realizar las mermeladas solicitadas de forma inocua y siguiendo las BPM.
- Responsabilidades:
 - Realizar las mermeladas solicitadas siguiendo los procedimientos establecidos.
 - Realizar la limpieza y desinfección de las frutas utilizadas para la elaboración de las mermeladas, controlando el tiempo y las concentraciones.
 - Controlar el tiempo de pasteurización de las mermeladas como alta prioridad.
 - Realizar el pesaje de las materias primas para la elaboración de mermelada de forma correcta.
 - Realizar las limpiezas correspondientes al área de mermeladas.

- Características referidas: debe ser responsable, paciente, que tenga el conocimiento necesario para seleccionar, pelar, lavar y desinfectar frutas, paciente, debe ser una persona que realice su trabajo de forma exacta y precisa.

1.2.2.11. Encargado de fabricación de quesos, aderezos y *toppings*

- Depende de: subjefe de producción.
- Función básica: realizar los quesos, aderezos y *toppings* solicitados.
- Responsabilidades:
 - Realizar la limpieza y desinfección de las bandejas y mantas para el desuerado del queso.
 - Envasar el queso.
 - Realizar la limpieza y desinfección de las verduras utilizadas para el aderezo y envasarlo.
 - Envasar los *toppings* solicitados, según la presentación correspondiente y realizando el procedimiento acorde a cada uno como: molido, solo pesaje, vertido, entre otros.
 - Manejar los productos alérgenos de forma responsable y cuidadosa.
- Características referidas: debe ser responsable, paciente, que tenga el conocimiento necesario para el manejo de productos alérgenos, ser una persona que realiza su trabajo de forma exacta y precisa, tener conocimiento y aplicar las BPM.

1.3. Productos de la empresa

Los productos que produce la empresa son los siguientes:

1.3.1. Yogurt líquido

El yogurt es una leche fermentada, coagulada y acidificada por la acción de dos bacterias (*lactobacillus bulgaricus* y *streptococcus thermophilus*), que se obtiene a partir de la leche, ya sea entera, desnatada o concentrada, pero siempre pasteurizada.

Los microorganismos que producen la fermentación deben estar presentes, vivos y activos en el producto terminado.

1.3.2. Helado de yogurt

Este producto es fabricado a base de yogurt natural, se envasa en tres presentaciones diferentes: 200 gramos, ½ litro y 1 litro. Se puede encontrar en dos sabores (natural y fresa) y dos sabores de temporada (mango o mora), además, cuenta con una variedad de 30 *toppings* diferentes. Estos *toppings* incluyen una variación de jaleas, frutas, dulces, y cereales que permiten crear un alimento saludable.

1.4. Leche

La leche, por su composición en nutrientes, es considerada como uno de los alimentos más completos que existen. Los mamíferos, al nacer, se alimentan exclusivamente de la leche de su especie, ya que durante esta época la leche cubre completamente las necesidades nutricionales del recién nacido. Se trata del alimento más completo. Es destacable su alto contenido en calcio.

1.4.1. Composición de la leche

La leche está compuesta de varios componentes orgánicos como glúcidos, lípidos, proteínas, vitaminas, y otros componentes minerales como calcio, sodio, potasio, magnesio y cloro. Los cuales se pueden encontrar en cantidades parecidas o semejantes y son una fuente considerable de energía.

1.4.2. Tipos y características

La leche y los productos lácteos son alimentos ricos en nutrientes y su consumo puede hacer más diversa las dietas basadas principalmente en el consumo de vegetales. La leche de origen animal puede desempeñar un papel importante en las dietas de los niños en poblaciones con bajo nivel de ingestión de grasas y acceso limitado a otros alimentos de origen animal.

La composición de la leche varía en color, sabor y propiedades dependiendo de la especie del animal lechero, su raza, edad y dieta, junto con el estado de lactancia, el número de pariciones, el sistema agrícola, el entorno físico y la estación del año, ya que influyen en el color, sabor y composición.

- Leche de vaca: presenta dentro de su contenido sólido entre un 3 % - 4 % de grasa, 3,5 % de proteínas y un 5 % de lactosa.
- Leche de búfala: tiene un contenido elevado en grasas que, teniendo una relación aproximada de grasa/proteína equivalente a 2:1.
- Leche de cabra: esta contiene un tipo de proteína diferente a la de la leche de vaca, siendo equivalente al 3,3 %, así como un 4 % de grasas y un alto contenido en vitaminas A, D y C.

- Leche de oveja: tiene un contenido de materias grasas y proteínas mayor que el de la leche de cabra y de vaca; siendo del 6 % y el 5,29 % respectivamente, y los minerales más presentes son el calcio y el potasio.

1.4.3. Calidad y evaluación

La leche cruda de buena calidad no debe contener residuos ni sedimentos; no debe ser insípida ni tener color y olor anormales; debe tener un contenido de bacterias bajo; no debe contener sustancias químicas (por ejemplo, antibióticos y detergentes) y debe tener una composición y acidez normales. La calidad de la leche cruda es el principal factor determinante de la calidad de los productos lácteos. No es posible obtener productos lácteos de buena calidad si la leche cruda no es de buena calidad.

Para evaluar la calidad de la leche cruda se deben hacer pruebas, como las siguientes:

- Características organolépticas: aspecto, sabor y olor.
- Características de composición: especialmente contenido de materia grasa, de materia sólida y de proteínas.
- Características físicas y químicas.
- Características higiénicas: condiciones higiénicas, limpieza y calidad.
- Adulteración: con agua, conservantes, sólidos añadidos, entre otros.
- Residuos de medicamentos.

1.4.4. Peligros para la salud

Los alimentos de origen animal, como la leche y los productos lácteos son sensibles a la contaminación y el crecimiento de patógenos, así como a los

aditivos químicos, la contaminación ambiental y la descomposición de los nutrientes.

Los peligros microbiológicos más comunes que provocan problemas de inocuidad en la leche pueden introducirse a partir del medio ambiente o de los mismos animales lecheros, y estos pueden ser: salmonella, *escherichia coli* O157:H7, *brucella abortus*, *staphylococcus aureus*, *mycobacterium bovis*, y *brucella melitensis*, entre otros.

Los peligros químicos se pueden introducir accidentalmente en la leche o cuando los animales lecheros consumen piensos o agua que contienen sustancias químicas. Otras causas de contaminación pueden ser el control inadecuado del equipo, el entorno y las instalaciones de almacenamiento de la leche. Entre los peligros químicos se encuentran: desinfectantes lácteos, detergentes, desinfectantes de pezones, antibióticos, antiparasitarios, herbicidas, plaguicidas y funguicidas.

1.4.5. Código alimentario

El código alimentario es un compendio de normas alimentarias, directrices y códigos de prácticas con el objetivo de proteger la salud de los consumidores y asegurar prácticas equitativas en el comercio de alimentos.

La Norma del Codex para leches fermentadas es el CODEX STAN 243-2003, el cual se aplica a toda la variedad de leches fermentadas, incluyendo las leches fermentadas tratadas térmicamente, las leches fermentadas concentradas y los productos lácteos compuestos basados en estos productos, para consumo directo o procesamiento ulterior.

1.4.6. Productos derivados de la leche

Los procesadores de leche producen una amplia variedad de productos lácteos:

- Leche líquida: es el producto lácteo más consumido, elaborado y comercializado. La leche líquida abarca productos como la leche pasteurizada, la leche desnatada, la leche normalizada, la leche reconstituida, la leche de larga conservación y la leche enriquecida.
- Leche fermentada: se utiliza frecuentemente para fabricar otros productos lácteos. Se obtiene de la fermentación de la leche utilizando microorganismos adecuados para llegar a un nivel deseado de acidez. Entre los productos fermentados figuran yogur, kumys, dahi, laban, ergo, tarag, ayran, kurut y kefir.
- Queso: se obtienen mediante la coagulación de la proteína de la leche, que se separa del suero. Los quesos pueden ser duros, semiduros, blandos madurados o no madurados. Las distintas características de los quesos derivan de las diferencias en la composición de la leche y los tipos de esta, los procedimientos de elaboración aplicados y los microorganismos utilizados.
- Mantequilla: se obtiene del batido de la leche o nata; en muchos países en desarrollo, la mantequilla tradicional se obtiene batiendo la leche entera agria.
- Leche en polvo: se obtiene de la deshidratación de la leche y generalmente se presenta en forma de polvo o gránulos.
- Nata: es la parte de la leche que es comparativamente rica en grasas; se obtiene descremando o centrifugando la leche. Entra las natas figuran la nata re combinada, reconstituida, preparada, líquida preenvasada, la nata

para montar o batir, la nata envasada a presión, la nata fermentada y la nata acidificada.

1.5. Producción

Es el proceso a través del cual una materia, ya sea de origen natural o con algún grado de elaboración, se transforma en un producto útil para el consumo o para iniciar otro proceso productivo. La producción se realiza por la actividad humana de trabajo y con la ayuda de determinados instrumentos que tienen una mayor o menor perfección desde el punto de vista técnico.

1.5.1. Clases de procesos productivos

Existen diferentes tipos de procesos productivos, entre los cuales se encuentran:

- Producción continua: procesos en los que la transformación de materias primas en productos se realiza de forma ininterrumpida en el tiempo.
- Producción simple: proceso que elabora un solo tipo de producto de características técnicas homogéneas.
- Producción múltiple: proceso que obtiene varios productos diferenciados y que técnicamente pueden ser interdependientes o no. En el primer caso se habla de producción múltiple independiente o con procesos simultáneos; en el segundo (el más normal), si del proceso se obtienen diferentes productos con factores comunes, se define la producción compuesta o conjunta, y si los factores se pueden aplicar alternativamente a uno u otro proceso y producto, se tiene la producción alternativa.

1.5.2. Capacidad de producción

La capacidad productiva hace referencia al máximo nivel de producción que puede soportar una unidad productiva concreta, en circunstancias normales de funcionamiento durante un periodo de tiempo determinado. Se expresa en unidades relacionadas con periodos de tiempo: horas máquina diarias, horas hombre por semana, volumen anual, entre otras.

Para determinar la capacidad productiva se debe considerar lo siguiente:

- La inversión llevada a cabo.
- Predecir la demanda, sus perspectivas y el ciclo de vida de los productos existentes.
- La tecnología, los aumentos de capital, fiabilidad, calidad y costos.
- Determinar el volumen óptimo de producción.
- Adaptación al cambio, mejoras y avances continuos.

1.5.3. Sistema de producción

El sistema de producción es aquel sistema que proporciona una estructura que agiliza la descripción, la ejecución y el planteamiento de un proceso industrial, y se refiere a una serie de elementos organizados, relacionados y que interactúan entre ellos y que van desde las máquinas, las personas, los materiales hasta los procedimientos y el estilo de administración. Todos esos componentes relacionados hacen que las materias primas o información que entre en el proceso sea transformada y llegue a ser un producto o servicio terminado teniendo un resultado de calidad, costo y plazo.

Los tipos de sistemas de producción son:

- Producción por trabajo: a esta modalidad productiva también se la conoce como producción bajo pedido. Consiste en concentrar todos los esfuerzos en elaborar un solo producto cada vez. El resultado es diferente en cada ocasión, por lo que se trata de un concepto asociado a un uso intensivo en mano de obra. Los productos pueden hacerse a mano o mediante una combinación de métodos manuales y mecánicos.
- Producción por lotes: se definen así a los sistemas de producción industrial mediante los que se crea una pequeña cantidad de productos idénticos y limitada. Los lotes de producto se pueden hacer con la frecuencia necesaria y las máquinas pueden también sustituirse por otras fácilmente cuando es necesario producir un lote de un producto diferente.
- Producción en masa: es la que se ocupa de la producción de cientos de productos idénticos, por lo general en una línea de producción. Generalmente, cuando se trata de este tipo de sistemas de producción industrial existen tareas automatizadas, lo que permite dar salida a un volumen de productos más elevado, utilizando menos trabajadores.
- Producción de flujo continuo: es cuando se realizan muchos miles de productos idénticos. La diferencia entre esta y la producción en masa es que, en este caso, la línea de producción se mantiene en funcionamiento 24 horas al día, siete días a la semana. De esta forma se consigue maximizar la producción y eliminar los costes adicionales de iniciar y detener el proceso productivo.

Estos tipos de procesos productivos deben responder a requerimientos relacionados con tres variables:

- Costo
- Plazo
- Calidad

Las operaciones y procesos deben alinearse con los recursos disponibles (humanos, de maquinaria y equipos y relativos a infraestructuras) para que las actividades alcancen un equilibrio óptimo. Lograrlo dependerá de la capacidad de control y de la eficiencia en la gestión, que permitan que, desde una buena planificación, se logren objetivos en condiciones de sostenibilidad y máxima productividad.

1.5.4. Economía productiva

Desde el punto de vista de la economía, la producción es la actividad que aporta valor agregado por creación y suministro de bienes y servicios, es decir, consiste en la creación de productos o servicios y, al mismo tiempo, la creación de valor. Es la actividad que se desarrolla dentro de un sistema económico. Más específicamente, se trata de la capacidad que tiene un factor productivo para crear determinados bienes en un periodo determinado.

1.6. Productividad

Es una medida económica que calcula cuántos bienes y servicios se han producido por cada factor utilizado (trabajador, capital, tiempo, costes, entre otros) durante un periodo determinado. Por ejemplo, cuanto produce al mes un trabajador o cuánto produce una maquinaria.

1.6.1. Características generales

Las principales características que posee la productividad son las siguientes:

- Determina la producción total de los trabajadores en un período de tiempo. Esta puede expresarse en términos de valor monetario o en términos de unidades producidas.
- Determina el número total de horas hombre que fueron dedicadas a la producción dentro del mismo período de tiempo. Estas deberían incluir no solo las horas dedicadas al proceso de fabricación sino también el proceso de administración y seguimiento también.
- Divide la producción total por el número total de horas hombre. El resultado de la división será una expresión de productividad del trabajo.

1.6.2. Tipos de productividad

Según los factores a considerar la productividad puede clasificarse en:

- Productividad parcial: en ella, los parámetros que intervienen para su medición son la cantidad producida y un solo tipo de insumo o indicador. Gracias al resultado de este tipo de indicador, se puede establecer cuál fue el rendimiento de cada uno de los factores de manera aislada, y si fueron productivos o no.
- Productividad de factor total: en esta intervienen la suma de varios factores para su deducción, siendo estos la mano de obra, los insumos y el capital utilizado. La cantidad producida se expresa en términos netos, es decir, que tiene incluido el valor agregado que esta poseerá una vez incorporada al mercado.
- Productividad total: este indicador permite saber la productividad a escala total de todos los insumos y la cantidad producida. A través de su resultado, se puede dar cuenta del aumento o disminución que la producción ha experimentado en su proceso. Puede medirse en unidades físicas o monetarias, en relación a un período de referencia que

temporalmente permite observar el aumento o descenso de la productividad alcanzada.

1.6.3. Factores que influyen en la productividad

Existen numerosos y diversos factores que influyen en la productividad, ya sea de forma beneficiosa o bien negativa. Entre los factores que influyen positivamente en la productividad se encuentran los siguientes:

- **Innovación:** es la única forma de conseguir una mejora y desarrollo de aspectos tecnológicos, de producción o de calidad de los materiales, entre otras cuestiones, que permitan producir más y con mayor calidad y eficacia.
- **Organización y procesos:** elegir el tipo de proceso que mejor se adapta al producto o servicio y su mercado, es fundamental para alcanzar los niveles de productividad que requiere un entorno cada vez más globalizado y competitivo.
- **Motivación:** los empleados son el principal valor de una empresa y la productividad es sobre todo una cuestión de actitud. Factores como el bienestar y la satisfacción de los trabajadores, así como el cuidado de su salud laboral y bienestar juegan un papel totalmente relevante y protagonista en la productividad de todas las organizaciones.
- **Cuestiones externas:** temas como la normativa o legislación, la demanda, el nivel de la competencia o la disponibilidad de las materias primas son factores que escapan al control directo de una empresa pero que, sin embargo, tienen también un alto nivel de influencia en la productividad.

Los siguientes factores influyen negativamente en la productividad:

- Excesiva rigidez en los horarios: si no se facilita la conciliación entre la vida familiar y la laboral de los trabajadores muy difícilmente se logrará la satisfacción y máxima implicación con la empresa, lo que influyen negativamente en la motivación y la productividad.
- Plantillas con escaso margen de promoción: mantenerlos en el mismo puesto de trabajo durante años es el peor enemigo de la motivación y, en consecuencia, de la productividad.
- La sobreexigencia: si se pone a los trabajadores al límite de su esfuerzo o capacidad, es muy probable que su productividad disminuya e, incluso, que acaben cayendo en una baja laboral por motivos físicos o psicológicos.
- Mala planificación de los viajes de trabajo: hoy en día las videoconferencias y otros avances tecnológicos hacen innecesarios muchos viajes y desplazamientos, los cuales pueden cortar el ritmo de trabajo y además son costosos.
- Equipamiento obsoleto: muchas veces la pérdida de productividad de una empresa se produce por no disponer del equipamiento adecuado para trabajar. Es necesario adaptarse e implementar las tecnologías de la información en aquellas tareas diarias monótonas y de escasa calidad.

1.6.4. Mejora de la productividad

La productividad, entendida como la relación que existe entre los recursos que su empresa invierte en su operación y los beneficios que obtiene de la misma, es un indicador fundamental al momento de analizar el estado de su compañía y la calidad de su gestión administrativa. Por lo tanto, se pueden considerar las siguientes recomendaciones:

- Modernización

- Innovación
- Capacitación del personal
- Motivación efectiva
- Planificación

1.7. Automatización industrial

La automatización industrial es el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos para controlar maquinarias o procesos industriales. Esta disciplina de la ingeniería abarca la instrumentación industrial, los sistemas de control y supervisión, los sistemas de transmisión y recolección de datos y las aplicaciones de software en tiempo real para supervisar y controlar las operaciones de plantas o procesos industriales.

1.7.1. Tipos de automatización industrial

Existen tres clases muy amplias de automatización industrial que son:

- La automatización fija: se utiliza cuando el volumen de producción es muy alto, y por tanto es adecuada para diseñar equipos especializados para procesar el producto o un componente de producto, con alto rendimiento y con elevadas tasas de producción.
- La automatización programable: se emplea cuando el volumen de producción es relativamente bajo y hay una diversidad de producción a obtener. Los equipos de producción se diseñan para ser adaptable a las variaciones de configuración de los productos en lotes.
- La automatización flexible: estos sistemas suelen estar constituidos por una serie de estaciones de trabajo interconectadas por un sistema de almacenamiento y manipulación de materiales. Con la automatización

flexible se puede obtener al mismo tiempo y en un mismo sistema de fabricación, diversos productos.

1.7.2. Formas de automatización industrial

La industria moderna tiene cinco formas de automatizar un proceso, por lo que antes de llevar a cabo un proyecto de automatización se debe analizar adecuada y detenidamente el proceso y determinar el esquema más adecuado.

Estos tipos de automatización son:

- Control automático de procesos
- El procesamiento electrónico de datos
- La automatización fija
- El control numérico computarizado
- La automatización flexible

1.7.3. Ventajas de la automatización industrial

Las principales ventajas de la automatización industrial son las siguientes:

- Repetición permanente: se da cuando el proceso se repite continuamente sin alteraciones ni fallos, lo que permite producir de forma ininterrumpida con una disponibilidad 24 horas.
- Niveles de calidad óptimos: se obtienen cuando los procesos son elaborados con un nivel de precisión elevado, reduce tiempos muertos e interrupciones por errores o cambios en el proceso.
- Ahorro de costes: debido a que se necesita menos personal de base en la cadena de producción, la automatización aumenta la eficiencia energética

y de uso de materias primas. Así, se reducen los costes asociados a suministros y *stock*.

- Tiempo de producción: dada la eficiencia y precisión del proceso automatizado, se reduce significativamente el tiempo de producción.
- Seguridad del personal: de incrementa la seguridad del personal, especialmente en procesos que incluyen grandes pesos, temperaturas elevadas o entornos peligrosos.

1.7.4. Desventajas de la automatización industrial

Las principales desventajas de la automatización industrial son las siguientes:

- Personal especializado: el personal necesario para gestionar procesos automatizados es más especializado, por lo que puede ser más difícil de encontrar y más caro de contratar.
- Coste de la inversión: para algunas empresas, el coste inicial de la inversión puede percibirse como elevado, si no tienen en cuenta el retorno de la inversión.
- Dependencia tecnológica: en función del proveedor escogido, y dada la elevada especialización de alguna maquinaria, la empresa puede verse ligada por contratos de mantenimiento o necesidades de desarrollo específicas.
- Obsolescencia tecnológica: se debe tener en cuenta el riesgo de obsolescencia debido a la amortización de la inversión y el retorno de la misma.

1.8. Sistema HACCP

HACCP es un Sistema de Gestión de Inocuidad orientado a la prevención de problemas para asegurar la producción de alimentos inocuos y seguros para el consumo humano. Por sus siglas en inglés HACCP significa en español:

Hazard = peligro

Analysis = análisis

Critical = crítico

Control = control

Point = punto

Por lo que se puede interpretar de la siguiente manera: análisis de peligros y puntos críticos de control.

El sistema HACCP es un sistema enfocado en la evaluación de los posibles peligros asociados con la fabricación, distribución y consumo de productos alimenticios y la determinación de los controles necesarios para reducir o eliminar los peligros que pueden resultar en una enfermedad o un daño al consumidor, y tiene como objetivos principales los siguientes:

- Identificar y controlar problemas relacionados con la inocuidad y seguridad del alimento.
- Determinar los factores específicos que se deben controlar para prevenir que problemas potenciales ocurran o reducirlos a niveles aceptables.
- Establecer programas mediante los cuales se pueda medir y documentar si estos factores están siendo controlados adecuadamente.

1.8.1. Los siete principios HACCP

El plan HACCP es un documento preparado de conformidad con los principios del sistema de HACCP, de tal forma que su cumplimiento asegura el control de los peligros que resultan significativos para la inocuidad de los alimentos en el segmento de la cadena alimentaria considerado. Por lo que es necesario conocer los siete principios HACCP, siendo estos los siguientes:

1.8.1.1. Principio 1: análisis de peligros (AP)

Consiste en el proceso de recolectar y evaluar información sobre los peligros asociados con el alimento bajo consideración para decidir cuáles son significativos y tienen que ser incluidos en el plan HACCP. Es la base para determinar los puntos críticos de control (PCCs). El análisis apropiado de peligros requiere:

- Conocimiento detallado de los materiales
- Conocimiento de los procesos de manufactura
- Conocimiento científico apropiado

Los pasos para realizar un análisis de peligros adecuado son los siguientes:

- Identificación de los peligros: se elabora una lista de peligros biológicos, químicos y físicos que se pueden introducir o incrementar en cada etapa del diagrama de flujo, se enumeran aquellos peligros potenciales que representan un riesgo significativo y que son razonablemente probables de causar daño o enfermedad si no solo controlados adecuadamente. Solamente se incluyen aquellos peligros que implican un riesgo significativo para la salud de los consumidores.

- Evaluación de los peligros: esta se realiza con base en la gravedad y probabilidad de que ocurra los peligros.

1.8.1.2. Principio 2: identificar los puntos críticos de control (PCC)

Una vez conocidos los peligros existentes y las medidas preventivas a tomar para evitarlos, se deben determinar los puntos en los que hay que realizar un control para lograr la seguridad del producto, es decir, determinar los PCC.

Para realizar la determinación de los PCC se deben tener en cuenta aspectos tales como materia prima, factores intrínsecos del producto, diseño del proceso, máquinas o equipos de producción, personal, envases, almacenamiento, distribución y prerequisites.

Existen diferentes metodologías para el estudio de los peligros. Lo primero que debe hacerse es definir cuáles de los peligros detectados a lo largo del análisis son significantes. Para definir la significancia se pueden utilizar dos métodos diferentes. Por un lado, se tiene el índice de criticidad que consiste en valorar de 1 a 5 en cada fase o etapa los peligros en función de su probabilidad, severidad y persistencia. Una vez aplicada la fórmula, todas aquellas fases analizadas cuyo índice de criticidad sea 20 o mayor de 20 serán analizadas mediante el árbol de decisión.

Otro método para la evaluación de la significancia es el modelo bidimensional, a través del cual se puede definir en función de la severidad y la probabilidad, cuáles de los peligros a estudio consideramos que son significantes o no.

1.8.1.3. Principio 3: establecer los límites críticos

Es necesario establecer parámetros para determinar si la medida implementada para controlar PCC, está dentro o fuera de control. Los criterios que separan la aceptabilidad de la no aceptabilidad de dichos parámetros representan los límites que se usan para evaluar si una operación está elaborando productos seguros e inocuos.

Los límites críticos son valores máximos o mínimos al cual un peligro biológico, químico o físico se controla en un PCC para prevenir, eliminar o reducir, a un nivel aceptable, que ocurra un peligro relacionado con la inocuidad de los alimentos. Estos son necesarios para la eliminación del peligro, deben ser medibles o condiciones observables, deben fundamentarse en criterios científicos y una vez establecidos, no son negociables.

1.8.1.4. Principio 4: establecer un sistema de monitoreo de los PCC

El monitoreo consiste en una secuencia planificada de observaciones o medidas realizadas para evaluar si el PCC está bajo control. Es una herramienta esencial para asegurar la inocuidad del alimento, detecta si se ha perdido el control y existe una desviación del PCC, incumpliendo un límite crítico, y proporciona documentación escrita que se usará durante la verificación.

Los sistemas de monitoreo dependerán de los límites críticos y también del método o dispositivo de vigilancia.

1.8.1.5. Principio 5: establecer las acciones correctivas

En un programa HACCP bien diseñado, cada vez que ocurra una desviación, debe estar asignada una acción correctiva inmediata; el PCC será puesto nuevamente bajo control, y ningún producto que esté potencialmente en violación, saldrá de la instalación. Una acción correctiva es la acción que debe ser realizada cuando el monitoreo establecido en un PCC indica que se produjo una pérdida de control.

1.8.1.6. Principio 6: establecer un sistema de verificación

El sistema de verificación está diseñado para asegurar que el plan HACCP está siendo implementado apropiadamente, involucra revisiones y auditorías basadas en evidencias.

La verificación es un conjunto de actividades diferentes a las de monitoreo, que establecen la validez del plan HACCP y que el sistema funciona de acuerdo con lo indicado en el plan.

1.8.1.7. Principio 7: crear un sistema de documentación

La documentación debe ser relativa a todos los procedimientos y registros apropiados para estos principios y su aplicación, y que estos sistemas de PCC puedan ser reconocidos por la norma establecida. Y debe contener lo siguiente: identificación, ubicación y tiempo de retención en la planta.

1.8.2. Pasos para la implementación

La implementación del HACCP consiste en aplicar de forma sostenida lo siguiente:

- Actividades de monitoreo
- Mantenimiento de registros
- Acciones correctivas

El proceso de implantación deberá seguir las diferentes fases para una implantación óptima:

- Formar el equipo de trabajo.
- Describir los productos.
- Identificar el uso esperado del producto por los consumidores.
- Desarrollar el diagrama de flujo y la descripción del proceso.
- Realizar el análisis de peligros asociados a la producción e identificar las medidas preventivas (principio HACCP número 1).
- Identificar los puntos de control críticos (principio HACCP número 2).
- Establecer límites críticos para cada PCC (principio HACCP número 3).
- Establecer un sistema de supervisión o vigilancia (principio HACCP número 4).
- Establecer las acciones correctoras (principio HACCP número 5).
- Establecer sistema de registro y archivo de datos (principio HACCP número 6).
- Establecer un sistema de verificación del sistema (principio HACCP número 7).
- Realizar una revisión del sistema.

1.8.2.1. Programas prerequisite

Son programas que le permiten al sistema HACCP ocuparse exclusivamente de los peligros eminentes contra la salud del consumidor. Todos los programas prerequisite deben estar debidamente documentados y deben asegurar la integridad del alimento y eliminar contaminantes. Se pueden mencionar los siguientes programas:

- Programa de capacitación y educación
- Programa de inspección
- Programa de prácticas del personal
- Programa de fluidos corporales
- Programa de seguridad de los empleados
- Programa de comunicación de peligros
- Programa de limpieza
- Programa de mantenimiento
- Programa de manejo de plagas
- Programa de control de proveedores

1.8.3. HACCP y sistemas de calidad

HACCP no es un sistema de gestión de calidad, sino un sistema de gestión de inocuidad alimentaria que se debe estar definido como premisa para la implantación de un sistema de gestión de calidad, como requisito legal obligatorio aplicable a todo establecimiento alimentario necesario para la obtención de la certificación.

Un sistema de gestión de calidad se supone que debe valorar todas las actividades desarrolladas en una empresa para producir un producto, además,

de cumplir la legislación que le aplique, es por ello que cuando una empresa de alimentación desea obtener un certificado tipo ISO 9001, debe demostrar que cumple la legislación y por ende que posee un plan HACCP.

Se puede diferenciar, distintos sistemas de calidad en función de su contenido o de las empresas a las que vaya dirigido. Por un lado, se tiene la familia de las Normas ISO a través de las cuales se analizan todos los procesos de la empresa con el fin de lograr una mejora continua en cada uno de ellos, la cual es de aplicación en todo tipo de empresas, ya que es un tipo de norma centrada en mejorar los procesos de gestión.

Se pueden diferenciar varios sistemas, como pueden ser BRC o Norma Mundial de Inocuidad Alimentaria, IFS o ISO 22000, que son específicos para empresas alimentarias y cuya estructura contempla por una parte una serie de requisitos higiénicos concretos de instalaciones, manipulación, transporte, entre otros. Y por otra parte incluye directrices para implantar un sistema de gestión de calidad similar al de la familia ISO 9001.

1.9. Mantenimiento industrial

El mantenimiento se define como un conjunto de actividades desarrolladas con el fin de asegurar que cualquier activo continúe desempeñando las funciones deseadas o de diseño.

1.9.1. Objetivo del mantenimiento

Asegurar la disponibilidad y confiabilidad prevista de las operaciones con respecto de la función deseada, dando cumplimiento además a todos los

requisitos del sistema de gestión de calidad, así como con las normas de seguridad y medio ambiente, buscado el máximo beneficio global.

1.9.2. Tipos de mantenimiento

Se han distinguido varios tipos de mantenimiento que se diferencian entre sí por el carácter de las tareas que incluyen, entre ellos se pueden mencionar los siguientes:

1.9.2.1. Mantenimiento preventivo

Este mantenimiento consiste en evitar la ocurrencia de fallas en las máquinas o los equipos del proceso, por medio de un plan que se basa en un programa de actividades establecidas con el fin de anticiparse a las anomalías. Su éxito radica en el constante análisis del programa, su reingeniería y el estricto cumplimiento de sus actividades.

1.9.2.2. Mantenimiento correctivo

El mantenimiento correctivo es aquel encaminado a reparar una falla que se presente en un momento determinado. Es el modelo más primitivo de mantenimiento, o su versión más básica, en él, es el equipo quien determina las paradas. Su principal objetivo es el de poner en marcha el equipo lo más pronto posible y con el mínimo costo que permita la situación.

1.9.2.3. Mantenimiento predictivo

El mantenimiento predictivo es una modalidad que supone una inversión considerable en tecnología que permite conocer el estado de funcionamiento de

máquinas y equipos en operación, mediante mediciones no destructivas. Las herramientas que se usan para tal fin son sofisticadas, por ello se consideran para maquinaria de alto costo, o que formen parte de un proceso vital.

2. SITUACIÓN ACTUAL

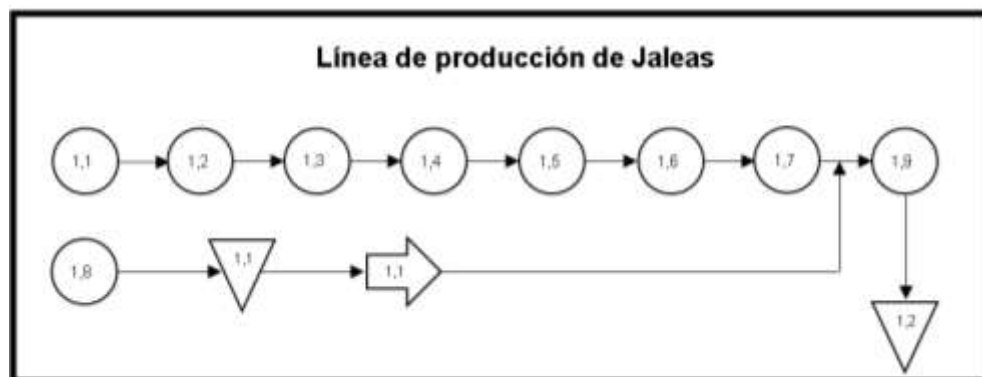
2.1. Departamento de producción

El departamento de producción se encuentra conformado por tres líneas de producción, cada una de ellas es independiente a las otras; sin embargo, trabajan bajo el mismo ideal de productos que se caracterizan por ser 100 % naturales.

2.1.1. Diagrama de recorrido actual

La planta de producción de yogurt se encuentra dividida en secciones según el proceso a llevarse a cabo, para cada uno de estos procesos se presentan a continuación los siguientes diagramas de recorrido:

Figura 3. **Diagrama de recorrido de la línea de producción de jaleas conforme al método semiautomático**



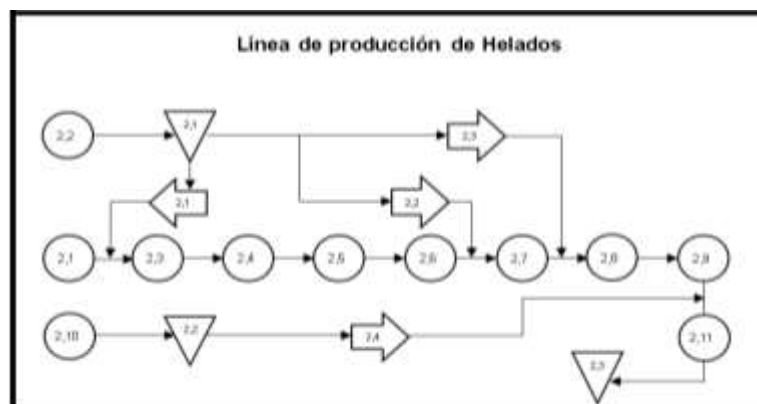
Fuente: elaboración propia.

Tabla I. **Simbología del diagrama de recorrido de la línea de producción de jaleas conforme al método semiautomático**

Línea de producción de Jaleas			
Simbología	Operación	Simbología	Operación
○	Recepción de frutas	○	Enfriamiento de la jalea
○	Recepción de envases	○	Homogenización de la jalea
○	Selección de frutas	○	Llenado de envases con la jalea
○	Esterilización de frutas	➡	Traslado de envases al proceso
○	Corte de frutas	▽	Almacenaje de envases
○	Cocimiento de frutas	▽	Almacenaje de producto terminado




Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Diagrama de recorrido de la línea de producción de helados conforme al método semiautomático**



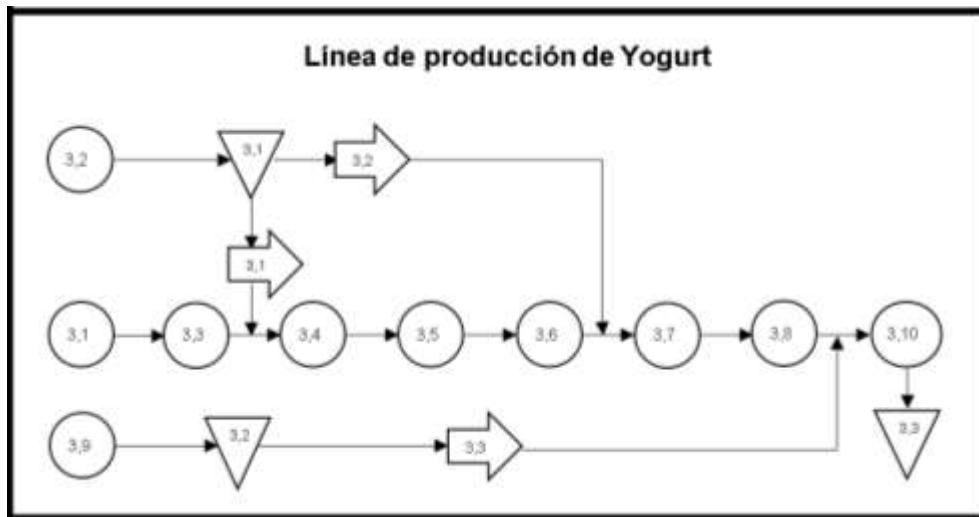
Fuente: elaboración propia.

Tabla II. **Simbología del diagrama de recorrido de la línea de producción de helados conforme al método semiautomático**

Línea de producción de Helados			
Simbología	Operación	Simbología	Operación
	Recepción de leche cruda		Recepción de envases
	Recepción de sólidos Recepción de cultivos lácteos Recepción de saborizante natural		Llenado de envases con la mezcla
	Formulación de leche cruda		Traslado de sólidos al proceso
	Pasteurización de la leche		Traslado de cultivos lácteos al proceso
	Enfriado de la leche		Traslado de saborizante natural al proceso
	Fermentación de la leche		Traslado de envases
	Adición de saborizantes al yogurt		Almacenaje de sólidos Almacenaje de cultivos lácteos Almacenaje de saborizante natural
	Mezclado del yogurt		Almacenaje de envases
	Homogenizado de la mezcla		Almacenaje de producto terminado

Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Diagrama de recorrido de la línea de producción de yogurt conforme al método semiautomático








Fuente: elaboración propia.

Tabla III. Simbología de diagrama de recorrido de la línea de producción de yogurt conforme al método semiautomático

Línea de producción de Yogurt			
Simbología	Operación	Simbología	Operación
○	Recepción de leche cruda	○	Homogenización del yogurt
○	Recepción de sólidos Recepción de cultivos lácteos	○	Recepción de envases
○	Formulación de leche cruda	○	Llenado de envases con el yogurt
○	Pasteurización de la leche	➡	Traslado de sólidos al proceso
○	Enfriado de la leche	➡	Traslado de cultivos lácteos al proceso

Continuación de la tabla III.

Simbología	Operación	Simbología	Operación
	Fermentación de la leche		Traslado de envases
	Almacenaje de sólidos Almacenaje de cultivos lácteos		Almacenaje de producto terminado
	Almacenaje de envases		

Fuente: elaboración propia.

2.1.2. Líneas de producción actuales

La empresa actualmente tiene tres líneas de proceso, la primera y más importante es la línea de producción de yogurt, la segunda es la línea de producción de helados y por último se encuentra la línea de producción de jaleas.

2.1.2.1. Línea de producción de jaleas

En esta línea de proceso se elaboran las jaleas que son utilizadas como insumos para el proceso de yogurt saborizado, para su fabricación se utilizan frutas frescas de la más alta calidad, obtenidas de pequeños agricultores que garantizan cosechas artesanales limpias y libres de cualquier contaminante para el alimento. La producción de jaleas se lleva a cabo mediante un proceso artesanal y utilizando insumos 100 % naturales, con el objetivo de entregar un producto que conserve todas sus características saludables.

2.1.2.2. Línea de producción de helados

En la línea de proceso de helado encontramos un método de producción automático a lo largo de toda la cadena productiva, contando con equipos y tecnología avanzada para la elaboración de mezclas para helados. Para esta línea productiva se deja de lado la fabricación artesanal y se da paso a la industrialización, por lo que la intervención del recurso humano es mínima. La materia prima de este proceso es la leche y los cultivos de lactobacilos, siendo ambos productos 100 % naturales, también son parte del producto final todos aquellos insumos utilizados para crear la variedad de sabores para el helado, y para ello se utilizan saborizantes naturales y las jaleas que son producidas también dentro de la empresa, ambos agregados a las mezclas en bajas concentraciones para que el sabor característico del yogurt prevalezca en el producto final. Se cuenta con un proceso controlado y las condiciones higiénicas respectivas para cuidar la seguridad del alimento.

2.1.2.3. Línea de producción de yogurt

La línea de producción de yogurt fabrica el producto principal de la empresa, y por ello debe encontrarse en óptimas condiciones y trabajando eficientemente, en la actualidad la línea cuenta con un método de proceso semiautomático, en el cual algunas de sus operaciones son llevadas a cabo por equipos o maquinas, pero otras requieren la intervención del recurso humano para poder desarrollarse. La producción es llevada a cabo en serie, y cada una de las operaciones dependen totalmente de la operación anterior. El yogurt tiene como materias primas la leche y los cultivos de lactobacilos, con la característica de que este producto puede o no ser saborizado. El producto tiene la característica de ser 100 % natural, por lo que requiere un proceso de

elaboración completamente controlado para garantizar la seguridad del alimento y el mantenimiento de sus características naturales y nutritivas.

2.2. Descripción del producto

La empresa tiene una gran variedad de productos que forman una línea de alimentos naturales y saludables, sin embargo, su producto líder y enfoque principal es el yogurt bebible.

2.2.1. Yogurt bebible

Es un producto popular entre los consumidores, que se obtiene de la fermentación de la leche por microorganismos específicos (*streptococcus*, *thermophilus* y *lactobacillus bulgaricus*). Tiene la característica de ser altamente nutritivo sabroso y fácil digestión. Su consumo en la actualidad se ha llevado en aumento por lo que el mercado lo demanda. Las bacterias ácido-lácticas constituyen un vasto conjunto de microorganismos benignos, dotados de propiedades similares, que fabrican ácido láctico como producto final del proceso de fermentación.

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

2.2.1.1. Materia prima

Para elaborar yogurt se debe contar con dos materias primas indispensables, las cuales son:

2.2.1.1.1. Leche cruda

La leche y los productos lácteos proporcionan abundantes beneficios nutricionales. Pero la leche cruda también puede albergar microorganismos peligrosos que representan riesgos graves para la salud de usted y su familia. Se conoce que más de 1 200 personas se enfermaron en Guatemala en los últimos 5 años por beber leche cruda o comer queso elaborado con esta. Además, se conoce que la leche sin pasteurizar tiene 150 veces más de probabilidades de causar enfermedades transmitidas por los alimentos y genera 13 veces más hospitalizaciones que las enfermedades que involucran productos lácteos pasteurizados.

La leche cruda es aquella que proviene de las vacas, ovejas o cabras y que no ha pasado por el proceso de pasteurización para matar las bacterias dañinas. Puede contener bacterias peligrosas como *Salmonella*, *E. coli* y *Listeria*, que son las responsables de causar numerosas enfermedades transmitidas por los alimentos.

Estas bacterias dañinas pueden afectar gravemente la salud de cualquier persona que beba leche cruda o consuma alimentos preparados a partir de ella. Sin embargo, los microorganismos de la leche cruda pueden ser particularmente peligrosos para las personas con sistemas inmunitarios debilitados, los adultos mayores, las mujeres embarazadas y los niños. De hecho, se ha revelado que

las enfermedades transmitidas por los alimentos provocadas por la leche cruda afectan en particular a adolescentes y niños.

Personas con sistemas inmunitarios debilitados, los adultos mayores, las mujeres embarazadas y los niños. De hecho, se ha revelado que las enfermedades transmitidas por los alimentos provocadas por la leche cruda afectan en particular a adolescentes y niños.

2.2.1.1.2. Cultivo de lactobacilos búlgaros

La empresa tiene una alianza estratégica con LB Bulgaricum, líder en el desarrollo de cultivos lácteos, los cultivos activos probióticos que se encuentran en este yogurt son:

- *S. Thermophilus*: es una especie de bacteria ácido láctico y se halla en los productos fermentados lácteos, el beneficio que ofrece esta bacteria es que mejora la digestión de la lactosa y disminuye así los problemas de la intolerancia, asociado también a combatir enfermedades de las encías.
- *L. Bulgáricus*: es una bacteria que trabaja en sintonía con *S. Thermophilus*, su función consiste en producir ácido láctico a partir de la lactosa y resulta esencial para el sabor del yogurt, al igual que el microorganismo anterior este también mejora la digestión y disminuye los problemas de intolerancia, asociado también a combatir enfermedades de las encías.
- *L. Acidophilus*: es un probiótico del cual han demostrado los beneficios en el tránsito intestinal (especialmente en las personas mayores). También

ejerce un efecto en el sistema inmune, estimulando así las defensas del organismo.

- *Bifidobacterium Longum*: destaca especialmente el interés de la cepa de *bífidus* activo, esencial para el tránsito intestinal. Asimismo, se ha demostrado que bífido como el BB12 ejerce un determinado efecto en el sistema inmunitario.
- *L. Casei*: se ha comprobado que esta especie particular de lactobacilo es muy resistente a rangos muy amplios de ph y temperatura, siendo además un complemento al crecimiento de *L. Acidophilus*, un productor de la enzima amilasa (una enzima digestiva de carbohidratos en la saliva y en el jugo pancreático de mamíferos). Se cree que mejora la digestión y la tolerancia a la leche. Asimismo, está demostrado que la variante GG (que es una cepa de esta bacteria) ayuda a la recuperación de la diarrea en niños.

2.2.1.2. Insumos

El yogurt natural debe contar con propiedades fisicoquímicas específicas para cumplir con los estándares de calidad establecidos por la empresa, y en ocasiones la materia prima que se utiliza no cuenta con las características requeridas, por lo que es necesario agregar al proceso algunos insumos, entre los cuales se encuentran:

- Leche descremada en polvo: este insumo es utilizado cuando la leche cruda no cuenta con las cantidades requeridas de grasa, lactosa, proteínas y fibra. Es agregado a la leche cruda en la operación de formulación, de forma que la leche cumpla con los estándares de calidad establecidos.

- **Azúcar:** este insumo es necesario debido a que el yogurt es un producto lácteo que se hace mediante la adición de cultivos de bacterias vivas y activas a la leche para provocar su fermentación. La fermentación consiste en convertir el azúcar presente en la leche en ácido láctico, por lo que es necesario que la leche tenga una cantidad específica de azúcar, y de no contar con ella, debe agregarse este insumo natural.

A este grupo de insumos se le llama sólidos totales para identificarlos en el producto final, y deben conformar entre el 8 % y el 10 % de la composición del yogurt.

2.2.1.3. Tolerancias y especificaciones

El yogurt bebible debe contar con las siguientes especificaciones para que pueda ser liberado para su consumo, de lo contrario se lleva un análisis y según el tipo de error se toman acciones. El producto debe contar con las siguientes propiedades para que pueda ser envasado y almacenado para su próxima distribución y consumo:

- **Propiedades fisicoquímicas**

Tabla IV. **Propiedades fisicoquímicas del yogurt**

Propiedad	Criterio
Viscosidad	3 000 cp – 6 000 cp
Ácido láctico	0,80 % - 0,90 %
Ph	4 – 4,5
Brix	14° - 17°
Sólidos totales	8 % - 10 %
Temperatura	20° - 25° C

Fuente: elaboración propia.

- Propiedades microbiológicas

Tabla V. **Propiedades microbiológicas del yogurt**

Propiedad	Valores (UFC)
Coliformes por gramo	10 máximo
<i>Escherichia coli</i>	Ausencia
<i>Salmonella ssp</i>	Ausencia
<i>Lysteria monocytogenes</i>	Ausencia

Fuente: elaboración propia.

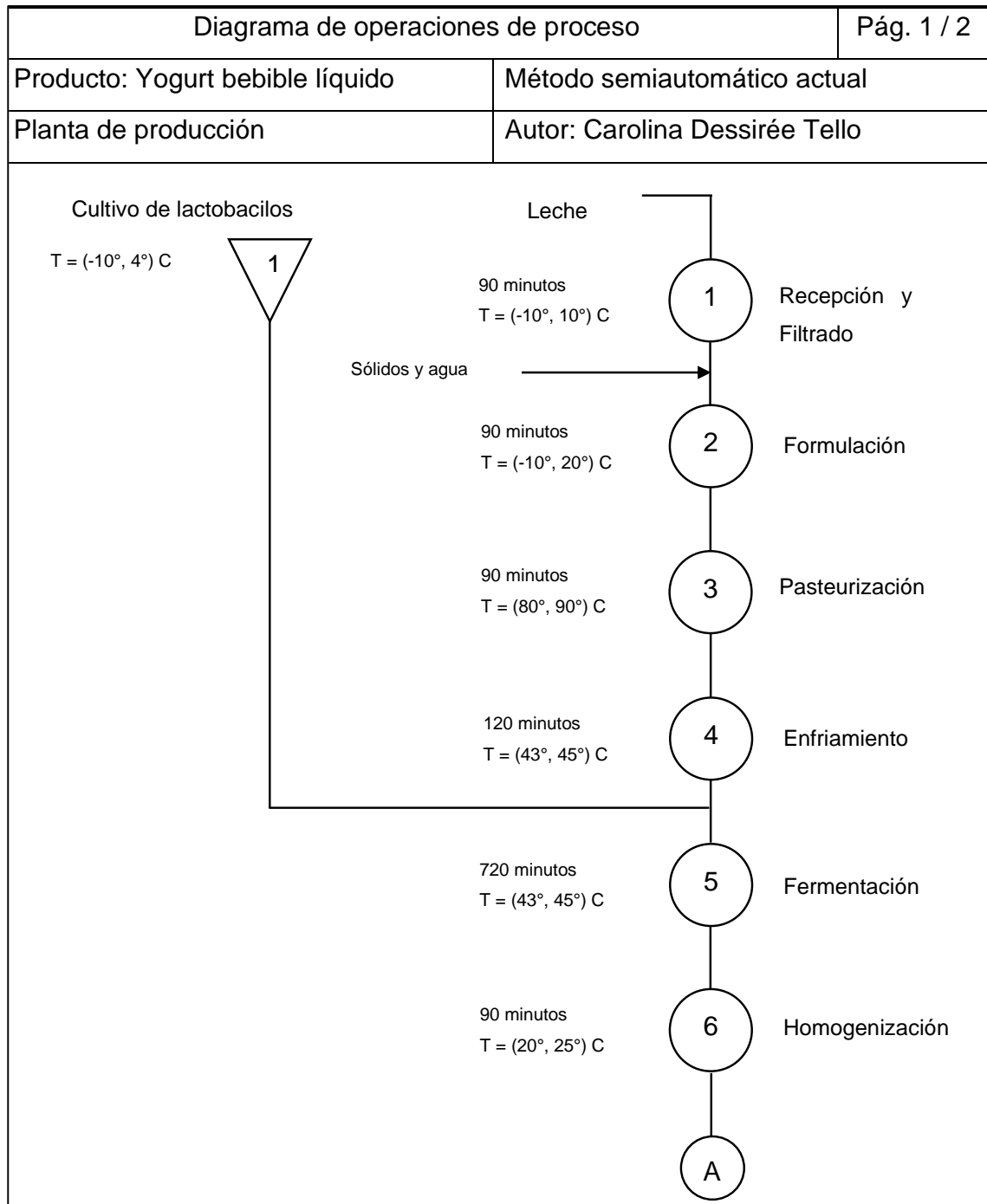
2.3. Proceso de producción de yogurt actual

Para conocer el proceso de elaboración de yogurt es necesario conocer lo siguiente:

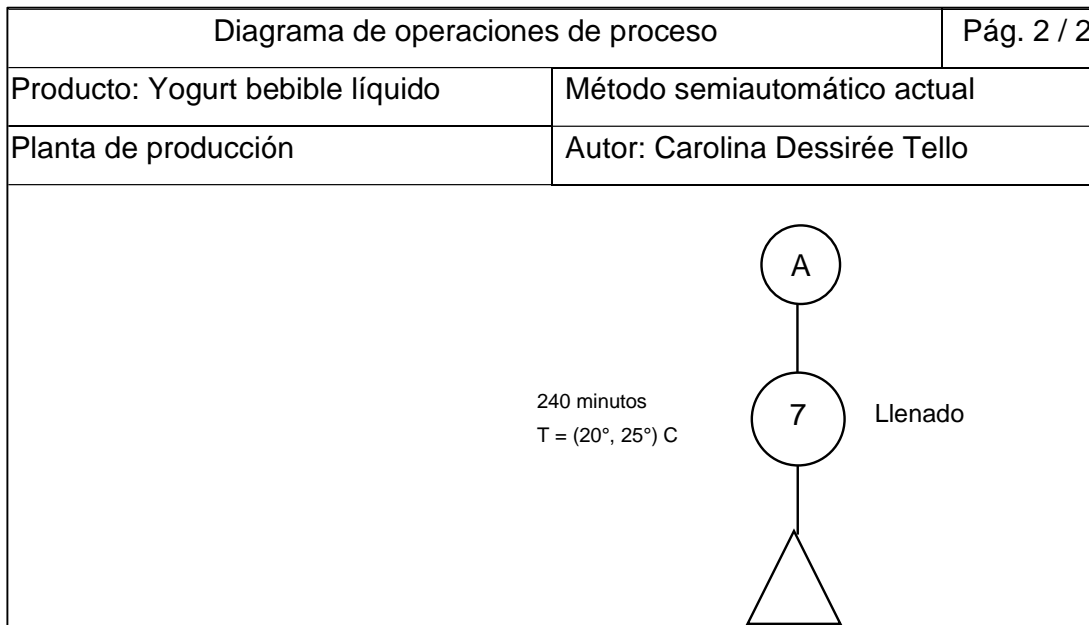
2.3.1. Diagramación del proceso

A continuación, se muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones, tiempos y materiales que se utilizan en el proceso de producción de yogurt según el método semiautomático actual:

Figura 6. Diagrama de operaciones de proceso del método semiautomático de producción de yogurt



Continuación de la figura 6.



Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Resumen de diagrama de operaciones de proceso del método semiautomático de producción de yogurt**

Resumen		
Símbolo	Cantidad	Tiempo
○	7	1 440 minutos
▽	1	---
△	1	---
Total	9	1 440 minutos

Fuente: elaboración propia.

2.3.2. Método semiautomático del proceso

El método semiautomático utilizado actualmente en la producción de yogurt líquido consiste en una línea de proceso continua, cada operación que se lleva a cabo depende directamente de la anterior. La línea es automática en todas sus operaciones con excepción a la operación de llenado, que es semiautomática y requiere la intervención del recurso humano para poder realizarse.

2.3.3. Descripción del proceso

El proceso consta de las siguientes operaciones:

2.3.3.1. Recepción

Para garantizar que las materias primas utilizadas son adecuadas para la producción de los productos de la empresa de lácteos, se determinaron una serie de parámetros y puntos clave importantes que se toman en cuenta en la recepción de las materias primas. Asimismo, se establecieron acciones correctivas en el caso que las materias primas no cumplan con las especificaciones definidas. En caso de que los problemas en cualquiera de los aspectos son frecuentes y el proveedor no da indicios de mejora se hará cambio de proveedor.

2.3.3.1.1. Materias primas

- Leche cruda: la leche cruda proveniente de la vaca puede contener bacterias peligrosas como *Salmonella*, *E. coli* y *Listeria*, y es muy poco probable que esta materia prima ingrese al proceso sin alguna de estas

bacterias, por lo que al no evitar su contaminación se establecieron parámetros para aceptarla, estos son los siguientes:

Tabla VII. **Parámetros para leche cruda**

Parámetros a considerar	Medidas de acción en caso de incumplimiento de las especificaciones
Condiciones del transporte: limpieza exterior adecuada del vehículo, salidas de leche selladas.	Por limpieza exterior inadecuada del vehículo se hace amonestación verbal al encargado, si ocurre con frecuencia reclamo formal al proveedor. Si las salidas de leche no están selladas se evalúa la leche para ver si no está contaminada o bien el volumen para ver si no hubo pérdidas, después de saber esto se rechaza y se hace reclamo formal a la empresa por pedido incompleto.
Cantidad ingresada según: Proveedor empresa y se establece la diferencia.	Si la diferencia entre las cantidades es alta (5 %) se hace reclamo formal al proveedor. Se solicita completar el pedido.
Análisis fisicoquímico: Temperatura < 10° C.	Si es mayor de este parámetro se rechaza ya que puede haber problemas de descomposición en el trayecto ya que se rompió cadena de frío.
pH (6,6- 6,8).	Si es menor indica descomposición por formación de ácido láctico: se rechaza. Si es mayor indica adición de alguna sustancia extraña que le proporcionó características alcalinas, por lo que también se rechaza.
Color, olor, sabor.	Color: blanco-crema, olor: agradable, sabor: bueno, sin indicios de descomposición. Este parámetro es muy importante, si no tiene buenas propiedades organolépticas se rechaza la materia prima, ya que cambia totalmente las propiedades del producto final. Si ocurre más de dos veces se estudia el cambio de proveedor.
Antibióticos (negativo).	Si es positivo se rechaza, ya que inhibe las funciones del cultivo utilizado en la elaboración del yogurt.
Peróxido (negativo).	Si es positivo se rechaza, ya que indica que se le adicionó este componente a la leche para cambiar alguna de sus propiedades.

Continuación de la tabla VII.

Parámetros a considerar	Medidas de acción en caso de incumplimiento de las especificaciones
% Grasa: min 3,5 % % Sólidos no grasos: min 8,2 %	Este valor tiene una aceptación de +/- 0,5 % por lo que si se pasará de este rango, se rechaza la materia prima.
Densidad: (1,028-1,034 g/ml) Punto de congelación: (-0,50 a -0,60)	Si hay variación de densidad o punto de congelación mayor fuera de estos rangos hay indicios que la leche fue modificada por alguna sustancia, por lo que se rechaza.
Porcentaje de Proteínas: min 3 %	Si el porcentaje de proteína es menor del 3 % se rechaza la materia prima. Entre mayor es el valor, mejores resultados se obtendrán.
Análisis microbiológico: <ul style="list-style-type: none"> • Coliformes totales • E. Coli • Recuento total 	Se realizan el mismo día de recepción, pero no son parámetro de aceptación o rechazo en ese momento. Se obtienen resultados al día siguiente y se realiza la verificación de eliminación de los mismos tomando una muestra después de la pasteurización. Si los resultados no son satisfactorios se volverá a pasteurizar. Se controla mucho que la temperatura y el tiempo de pasteurización sean los indicados para garantizar la eliminación de patógenos, si no se alcanza la temperatura y tiempo, se repite el proceso de pasteurización.

Fuente: elaboración propia.

- Cultivos lácteos: debido a que estos cultivos son microorganismos vivos deben ser manejados apropiadamente tanto por el proveedor como en la planta de producción, por lo tanto, para que el cultivo sea ingresado a la bodega para su almacenamiento debe cumplir con las siguientes características:

Tabla VIII. **Parámetros para cultivos lácteos**

Parámetros a considerar	Medidas de acción en caso de incumplimiento de las especificaciones
Fecha de vencimiento.	De acuerdo con lo estipulado en las fichas técnicas para ese producto. Si se encuentra próxima la fecha de vencimiento: reclamo y cambio de materia prima; si ya pasó la fecha de vencimiento: rechazar materia prima y reclamo a proveedor.
Cumplimiento de ficha técnica.	Si la materia prima no coincide con la ficha técnica se rechaza y se realiza reclamo al proveedor.
Condiciones de transporte: higiénicas.	Deben ser higiénicas, y manteniendo condiciones de congelamiento $\leq -18^{\circ} \text{C}$ si no lo fueran se hace amonestación verbal al encargado. Si es frecuente reclamo al proveedor.
Presentación de empaque: sellado, empaque original y libre de plagas.	Debe estar totalmente sellado, con sello de origen; si viene abierto o con indicios de plagas se rechaza y se hace reclamo al proveedor.

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.1.2. Insumos

- Leche en polvo: la leche en polvo es esencial para el proceso de producción ya que es de ayuda para regular las propiedades que debe tener la leche para el proceso de fermentación. La leche en polvo lo que hace es darle más consistencia al yogurt, que sea más espeso, aunque no por eso estará más cuajado. La leche en polvo utilizada para la elaboración del yogurt es semidescremada y debe cumplir con los siguientes parámetros para que pueda ser aceptada e ingresada a la planta de producción:

Tabla IX. **Parámetros para cultivos lácteos**

Parámetros a considerar	Medidas de acción en caso de incumplimiento de las especificaciones
Fecha de vencimiento.	De acuerdo con lo estipulado en las fichas técnicas para ese producto. Si se encuentra próxima la fecha de vencimiento: reclamo y cambio de materia prima; si ya pasó la fecha de vencimiento: rechazar materia prima y reclamo a proveedor.
Cumplimiento de ficha técnica.	Si la materia prima no coincide con la ficha técnica se rechaza y se realiza reclamo al proveedor. Se realiza análisis sensorial, determinación de grasa y proteína de una dilución y determinación de humedad.
Condiciones de transporte: higiénicas.	Deben ser higiénicas y a temperatura ambiente, si no lo fueran se hace amonestación verbal al encargado.
Presentación de empaque: sellado, empaque original y libre de plagas.	Debe estar totalmente sellado, con sello de origen; si viene abierto o con indicios de plagas se rechaza y se hace reclamo al proveedor.

Fuente: elaboración propia.

- **Azúcar:** este insumo es primordial para que el yogurt tenga la consistencia adecuada ya que las bacterias lácteas convierten el azúcar en ácido láctico, y según la cantidad de azúcar que posean, proporcionarán una cantidad porcentual de ácido láctico. Por lo que es indispensable que este insumo cuente con la más alta calidad y se encuentre libre de contaminación. y para garantizar ello, es necesario que cumpla con los siguientes parámetros para ingresar a la planta de producción:

Tabla X. **Parámetros para azúcar**

Parámetros a considerar	Medidas de acción en caso de incumplimiento de las especificaciones
Fecha de vencimiento.	De acuerdo a lo estipulado en las fichas técnicas para ese producto. Si se encuentra próxima la fecha de vencimiento: reclamo y cambio de materia prima; si ya pasó la fecha de vencimiento: rechazar materia prima y reclamo a proveedor. Dependiendo de la existencia en bodega se solicita el cambio de la materia prima en ese momento.
Cumplimiento de ficha técnica.	Si la materia prima no coincide con la ficha técnica se rechaza y se realiza reclamo al proveedor. Se realiza el análisis de laboratorio de apariencia y humedad.
Presentación de empaque: sellado, empaque original y libre de plagas.	Si no viene sellado se rechazará, si se observan indicios de plagas se rechazará. Reclamo formal al proveedor y se puede hacer estudio de cambio de proveedor.
Condiciones de transporte: higiénicas.	Observaciones del transporte sobre limpieza si no es buena se hará una amonestación verbal a la persona encargada de transporte. Si es frecuente reclamo a proveedor. No debe contener plagas, ya que es un producto alimenticio. Si se observa indicio de plaga se rechaza la materia prima.

Fuente: elaboración propia.

2.3.3.1.3. Material de empaque

Para garantizar que los materiales de empaque utilizados son adecuados para la producción de los productos de la empresa de lácteos, se determinaron una serie de parámetros y puntos clave importantes que se toman en cuenta en la recepción. Asimismo, se establecieron acciones correctivas en el caso de no cumplir con las especificaciones definidas.

- Envase de yogurt líquido: el material de grado alimenticio del cual está hecho este envase es polipropileno.

Tabla XI. **Tabla de parámetros para envase**

Parámetros a considerar	Medidas de acción en caso de incumplimiento de las especificaciones
Empaque sellado y limpio.	Se devolverá el producto al proveedor y se pedirá que se reponga en el menor tiempo posible.
Cumple con la ficha técnica, en cuanto a medidas, impresión con la misma calidad de color y la misma información, y que especifique que el envase puede ser utilizado en la industria alimenticia.	Si no cumple con alguno o varios de estos parámetros no se podrá aceptar el producto, y se hará hasta cumplir con las especificaciones acertadas, de acuerdo al caso.
Envase limpio, sin residuos de polvo o material extraño.	Si el envase esta sucio, se devolverá al proveedor, y se quedará a la espera de un nuevo lote de producto.

Fuente: elaboración propia

2.3.3.2. Filtración de la leche

Al ser aprobado el ingreso de la leche para el proceso, se conecta la manguera que succiona la leche del camión para depositarla en los tanques de formulación, pero debido a que la leche puede tener contaminación física es necesario que pase por una serie de filtros que se encuentra distribuida a lo largo de una tubería especial para el proceso de filtrado, esta serie de filtros son utilizados para la protección de la leche, ya que recogen la suciedad y los residuos sólidos que pueda contener, como por ejemplo: trozos de polvo, paja, estiércol, pelos e insectos, ya que estos se introducen de forma inevitable en el sistema durante el ordeño, y debido a que la leche que se recibe no es tratada

de ninguna forma es necesario llevar a cabo esta operación para garantizar una materia prima segura.

El sistema de filtrado de leche está certificado como de calidad alimentaria para asegurar que su uso en contacto con alimentos es seguro. También proporciona la combinación ideal de retención de sedimentos, caudal de flujo y resistencia en mojado.

Este sistema contiene una serie de filtros fuertes que pueden manejar un gran rendimiento, rápidamente. Son sustituidos regularmente para asegurar que todas las partículas extrañas sean filtradas de la leche cruda, siendo estos resistentes al rasgado independientemente del tipo y cantidad del sedimento que contengan.

2.3.3.3. Formulación de la leche

Después de que la leche cruda pasa por la tubería de filtración se deposita automáticamente en un tanque cilíndrico que contiene unas mezcladoras y un controlador de temperatura, estos tanques son utilizados para formular la leche cruda con ayuda de la leche descremada en polvo y el azúcar de ser necesario.

Al depositar la leche cruda en el tanque se le realiza un análisis para conocer el porcentaje de grasa, proteínas, grados brix y ph. Si las propiedades mencionadas anteriormente contenidas en la leche cruda no se encuentran dentro de los límites de calidad requeridos, se le agrega leche descremada en polvo y azúcar hasta que la leche cruda se encuentre dentro de los requerimientos.

En el lado superior del tanque hay una compuerta pequeña por la cual se depositan los insumos, y estos son colocados mientras las mezcladoras trabajan para homogeneizar el contenido del tanque a una temperatura controlada.

2.3.3.4. Pasteurización de la leche

En esta etapa del proceso la leche ya formulada pasa en pequeños volúmenes por una tubería que eleva la temperatura de la misma entre 80° y 90° C por 15 segundos, para eliminar las bacterias contenidas en la leche, al final de la tubería se encuentra un termómetro que toma la temperatura de la leche que va pasando, y si no se encuentra dentro del límite de temperatura especificado, automáticamente cierra la compuerta de la tubería que se dirige al tanque de fermentación, y abre la compuerta de la tubería que regresa la leche al tanque de formulación para que el proceso se repita hasta que toda la leche formulada cumpla con la elevación de temperatura requerida.

2.3.3.5. Enfriado de la leche

Para enfriar la leche se deposita en un tanque cilíndrico que controla la temperatura del líquido contenido, hasta que este se encuentre a una temperatura entre los 43° y 45° C, y luego mantiene esa temperatura para iniciar la siguiente etapa del proceso. El tiempo de enfriamiento para toda la leche contenida en el tanque es aproximadamente de 120 minutos.

2.3.3.6. Fermentado de la leche

Esta etapa del proceso se realiza en el tanque cilíndrico utilizado para enfriar y mantener la temperatura de la leche entre los 43° y 45° C, después de estabilizar la temperatura de la leche se procede a iniciar el fermentado de la

misma. Para fermentar la leche pasteurizada es necesario agregarle los cultivos lácteos encargados de convertir el azúcar de la leche en ácido láctico, y se debe dejar reposar la mezcla por 14 horas. A lo largo de las 14 horas de fermentación el tanque de fermentación mueve constantemente sus paletas mezcladoras para evitar que la mezcla no se espese homogéneamente.

2.3.3.7. Homogenizado del yogurt

Al terminar el tiempo de fermentación, el yogurt pasa por una tubería que baja la temperatura del líquido que transporta entre los 20° y 25° C, esta tubería contiene una serie de filtros que con ayuda del cambio de temperatura permite que la mezcla se homogenice debidamente, y luego la deposita en una llenadora de pistón que se utilizará para realizar la siguiente operación.

2.3.3.8. Llenado del envase con yogurt

Para llenar los envases con yogurt se utiliza una llenadora de pistón semiautomática, esto quiere decir, que el operario toma un envase y lo coloca en la boquilla de la llenadora y presiona un pedal que deja caer el yogurt de la llenadora por la boquilla, el volumen de yogurt que sale por la boquilla está determinado previamente, al llenarse el envase, el operario retira el envase de la boquilla y lo coloca en una mesa transportadora, luego otro operador toma el envase, le coloca la tapadera manualmente y coloca el envase cerrado en una canasta para su traslado al cuarto frío para su almacenamiento.

2.3.3.9. Almacenado del envase con yogurt

En esta etapa el operador toma los envases al final de la mesa transportadora y los deposita ordenadamente en un contenedor, y cuando este

se llena se traslada a la bodega fría para su almacenamiento a una temperatura entre los 0° y los 4° C.

2.4. Producción actual

Actualmente la producción de yogurt líquido se realiza en lotes de 4 000 litros de leche cruda, proporcionando al final del proceso 4 120 kg de yogurt bebible equivalentes a 20 600 unidades.

Por la cantidad de tiempo que conlleva la elaboración de yogurt líquido y por la política de la empresa solamente se puede producir 4 días por semana, esperando un total de 208 días de producción al año, y 4 284 600 unidades de 200 gramos de yogurt bebible al año. Pero debido a los imprevistos que se presentan la producción real de promediada según el historial de los últimos 5 años es de 4 087 616 unidades.

2.4.1. Tiempo productivo

El tiempo utilizado para la producción de yogurt bebible anual se determina de la siguiente manera:

Tabla XII. Cantidad de tiempo productivo actual

Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Horas productivas	24	24	24	24	12	108

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Horas productivas}_{\text{año}} = \frac{\text{horas productivas}}{\text{semana}} * \frac{\text{semanas laborales}}{\text{año}}$$

$$\text{Horas productivas}_{\text{año}} = \frac{108 \text{ horas}}{\text{semana}} * \frac{52 \text{ semanas}}{\text{año}}$$

$$\text{Horas productivas}_{\text{Año}} = 5\ 616$$

2.4.2. Cantidad producida

La producción actual es de 19 652 unidades de yogurt líquido de 200 gramos por lote de producción.

Tabla XIII. **Cantidad de producto producido actualmente**

Producción	Unidades estimadas
Diaria	19 652
Semanal	78 608
Mensual	340 635
Anual	4 087 616

Fuente: elaboración propia.

2.4.3. Cálculo de la eficiencia

Para calcular la eficiencia de la empresa se deben comparar las unidades esperadas y las que realmente se producen, y para ello se utilizará la siguiente fórmula e información:

Tabla XIV. **Datos de eficiencia actual**

Producción	Unidades esperadas	Unidades reales
Diaria	20 600	19 652
Semanal	82 400	78 608
Anual	4 284 800	4 087 616

Fuente: elaboración propia.

$$Eficiencia = \frac{Producción\ real}{Producción\ esperada} * 100$$

$$Eficiencia_{Anual} = \frac{4\ 087\ 616}{4\ 284\ 800} * 100$$

$$Eficiencia_{Anual} = 95,4\ \%$$

La eficiencia anual del método semiautomático es equivalente al 95,4 %.

2.4.4. **Determinación de la productividad total**

Para determinar la productividad que tiene la empresa correspondiente al último año, se deben considerar los siguientes factores:

Tabla XV. **Datos de productividad actual**

Factor	Cantidad anual
Horas productivas	5 616
Unidades producidas	4 087 616

Fuente: elaboración propia.

$$Productividad = \frac{Unidades\ producidas}{Insumos\ empleados}$$

$$Productividad = \frac{4\ 087\ 616\ unidades}{5\ 616\ horas\ productivas}$$

$$Productividad = 728\ unidades/hora$$

La productividad de la línea de producción de yogurt mediante el método semiautomático es de 728 unidades/hora.

2.5. Factores que afectan la productividad

Existen diversos factores que pueden afectar positiva o negativamente a la productividad de la empresa, a continuación, se consideran dos factores de gran importancia que al no ser controlados adecuadamente comprometerán negativamente la producción y los recursos utilizados:

2.5.1. Reproceso de producto

Para que un producto sea reprocesado debe encontrarse bajo circunstancias específicas, y estas deben ser solamente porque el producto no cumple con las propiedades fisicoquímicas de viscosidad, brix, sólidos totales y ácido láctico, o con las organolépticas correspondientes, siempre y cuando el producto se encuentre en sus óptimas condiciones nutritivas.

Según el historial de la empresa de los últimos 5 años se efectúan solamente 6 reprocesos de producción al año, de los cuales el 50 % cumple con las características requeridas para el producto final y con los estándares de inocuidad, pero no de calidad.

2.5.2. Rechazo de producto

Se toma la decisión de desechar un lote de producción en caso de que el yogurt no cumpla con las características microbiológicas requeridas y que el pH se encuentre por debajo de los límites mínimos establecidos.

Según el historial de la empresa de los últimos 5 años se efectúan en promedio 5 desechos de producción al año, de los cuales el 60 % se debe a un reproceso de producción que no cumplió con las características requeridas y con los estándares de calidad e inocuidad establecidos.

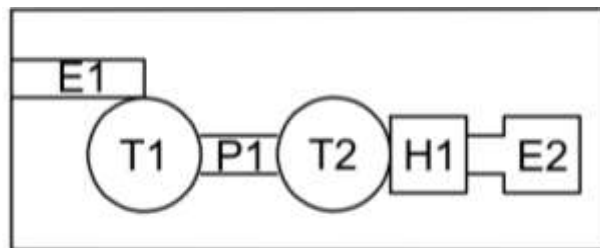
2.6. Equipo y maquinaria actual

Los equipos utilizados en la línea de producción de yogurt se mapean e identifican a continuación:

2.6.1. Mapeo del equipo de producción de yogurt

La línea de producción de yogurt líquido está conformada básicamente por 6 equipos que son:

Figura 7. Mapeo de equipos de la línea de producción de yogurt



Fuente: elaboración propia.

Tabla XVI. **Identificación de equipos mapeados**

Código	Equipo
E1	Equipo de filtrado
T1	Tanque de formulación
P1	Pasteurizador
T2	Tanque de fermentación
H1	Homogeneizador
E2	Equipo de llenado

Fuente: elaboración propia.

2.6.2. Descripción de equipos y máquinas industriales

Los equipos más importantes en el proceso de producción de la línea de yogurt bebible son los siguientes:

2.6.2.1. Descremadora

Se cuenta con una descremadora que consiste en una serie de discos apilados, en los que la leche es introducida por la parte superior de la bomba centrífuga y discurre por el interior de los discos y al llegar a la base pasa por los agujeros de los discos alineados, entonces la leche debido a la fuerza centrífuga se separa en dos flujos, uno de leche desnatada y otro de grasa. Este equipo puede actuar y desempeñar la función de clarificar y descremar.

Tabla XVII. **Datos técnicos de la descremadora**

Datos técnicos	
Datos técnicos de potencia	11 Kw
Voltaje	220 V, trifásico
Frecuencia	60 Hz
Marca	Frautech
Capacidad máxima	7500 L/h
Capacidad del tazón	11 L
Presión máxima de salida	5 bar
Horas de operación	1 518 h

Fuente: elaboración propia.

2.6.2.2. Pasteurizador

Se cuenta con un equipo de pasteurización diseñado para el tratamiento térmico de la leche y sus derivados que permite eliminar los microorganismos patógenos, mediante la aplicación de alta temperatura durante un corto período de tiempo.

Tabla XVIII. **Datos técnicos del pasteurizador**

Datos técnicos	
Voltaje	220 V, trifásico
Frecuencia	60 Hz
Marca	HTST
Consumo nominal	49 A
Potencia instalada	12,7 Kw

Fuente: elaboración propia.

2.6.2.3. Tanque de maduración

Se posee un tanque térmico cilíndrico vertical para maduración de yogurt construido en el interior de acero inoxidable AISI -304 pulido liso sanitario y forrado en su exterior con acero inoxidable AISI - 304 pulido 2B de origen. Totalmente estanco, que evita toda entrada de humedad a la aislación.

Tiene una boca entrada de hombre con tapa rebatible, hermética y escalera externa para inspección, construida en caño de acero inoxidable, con escalones de chapa plegada, un agitador con paletas conformadas en chapa de acero inoxidable accionado por motor eductor eléctrico y un pico aspersor para realizar el lavado químico del interior del tanque conectando al CIP de la fábrica.

Se provee con cuplas para: sensor de temperatura, nivel máximo y nivel mínimo. Venteo, visor e iluminación ubicados en el techo del tanque.

Tabla XIX. Datos técnicos del tanque de maduración

Datos técnicos	
Marca	Fischer
Potencia	7,5 HP
Capacidad	10 000 L
Voltaje	220 V, monofásico
Vida útil	10 años
Peso	80 Kg
Requiere para su instalación	Interruptor termo magnético de 60 A

Fuente: elaboración propia.

2.6.2.4. Llenadora

Se cuenta con una máquina llenadora de pistón utilizada para envasar el yogurt líquido en sus diferentes presentaciones, es una llenadora de mesa muy versátil y confiable, pero no se garantiza su precisión ya que requiere de la intervención del recurso humano para su funcionamiento.

Esta llenadora cuenta con un mecanismo de válvula de 3 vías de alta precisión, cilindro volumétrico y ocho boquillas a la medida. El desmontaje y limpieza se efectúa en cuestión de minutos. Con activar el pedal, la cantidad exacta de producto se extrae de la tolva y se dispensa en el envase.

Tabla XX. Datos técnicos de la llenadora

Datos técnicos	
Nombre	Llenadora volumétrica de pistón
Marca	Simplex
Modelo	AS-1
Velocidad	80 unidades/min
Dimensiones	171/2" Alto x 221/2" Ancho x 321/4" Largo

Fuente: elaboración propia.

2.6.2.5. Homogenizador

Se cuenta con un homogenizador de doble efecto cuya finalidad es romper la grasa en partículas de tamaño pequeño, de tal forma que no se separen en el futuro de la masa de líquido. Esta operación se realiza sometiendo a la leche a alta presión para que fluya por diminutos orificios. La estabilidad obtenida evita que la grasa se separe del resto de los componentes y pueda ascender hacia la superficie por su menor peso y su menor densidad.

Tabla XXI. **Datos técnicos del homogenizador**

Datos técnicos	
Marca	Gaulin Inc.
Modelo	660-MP12-2TPS
Serie	119011549
Máxima presión de trabajo	500 psi en primer paso 2 000 psig en segundo paso

Fuente: elaboración propia.

2.7. Condiciones laborales

Todo el personal que labora en la empresa cuenta con todos los beneficios de ley, siendo estos los siguientes: aguinaldo, bono 14, indemnización, séptimo día, vacaciones, bono incentivo, IGSS, IRTRA, INTECAP, jubilación y asuetos de ley.

2.7.1. Mano de obra directa

La empresa cuenta con personal especializado para laborar en la producción de yogurt bebible, siendo 14 empleados, este grupo de personas ocupa los siguientes puestos: gerente de operaciones, jefe de producción, jefe de control de calidad, subjefe de producción, encargados de envasado, encargado de formulación, encargado de lavado, auxiliares de producción, jefe de bodega y auxiliares de bodega. También se considera como mano de obra directa al resto del personal que forma parte del departamento de producción, siendo 18 personas más.

2.7.2. Mano de obra indirecta

Se considera como mano de obra indirecta a todo el personal que forma parte de la empresa pero que no está involucrado en el proceso de producción, este personal conforma un grupo de 38 personas divididas entre los siguientes departamentos: recursos humanos, distribución, finanzas, mercadeo y comercial.

2.7.3. Jornada laboral

La jornada laboral depende del departamento al que pertenezca el personal, siendo para el personal de producción una jornada diurna extendida, de lunes a jueves de 6:00 a 18:00 horas, y los días viernes de 6:00 a 13:00 horas, se pagan horas extras cada vez que se requiera; para el personal de distribución el horario es de lunes a sábado de 6:00 a 18:00 horas, según el turno que se les asigne, no se les paga horas extras al menos que sea necesario; y el resto del personal labora una jornada diurna normal de 8:00 a 17:00 horas.

2.8. Delimitación del problema

Para establecer el problema que impedía que la productividad de la línea de yogurt aumentara se realizó un estudio de la situación actual del proceso productivo, en el cual se determinó que las operaciones que requerían mayor inversión de tiempo eran las siguientes:

Tabla XXII. **Determinación de operaciones más lentas en el proceso**

Operación	Duración (minutos)
Enfriamiento	120
Fermentación	720
Llenado	240

Fuente: elaboración propia.

Debido a la naturaleza del producto la duración de las operaciones de enfriamiento y fermentación del producto no pueden ser modificadas, ya que afectarían la calidad y las propiedades del producto terminado. Por lo que se procedió a analizar la operación de llenado, y se determinó lo siguiente:

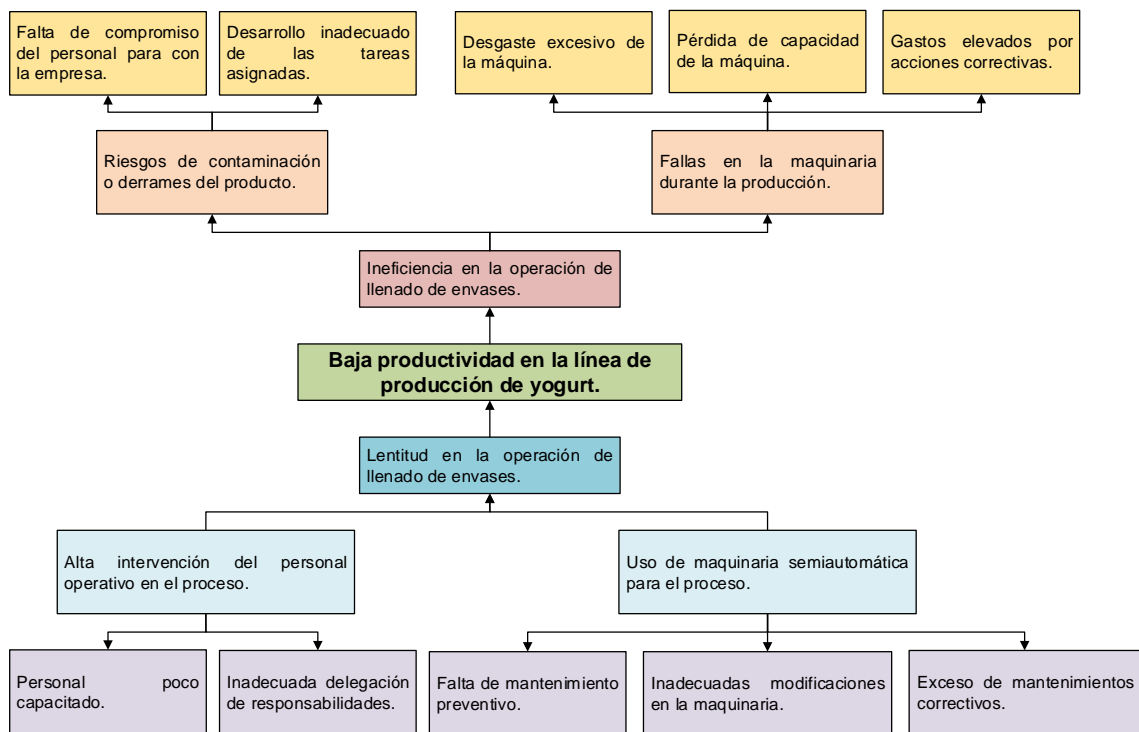
- La maquinaria semiautomática utilizada en el proceso requiere la intervención del personal operativo para poder cumplir con su función.
- El personal operativo que desarrolla esta actividad no se encuentra capacitado adecuadamente en las normas requeridas para garantizar la inocuidad del alimento que se encuentra en manipulación.
- La maquinaria presenta fallas continuas durante su operación debido a la antigüedad de la misma y por adaptaciones que se le han llevado a cabo de forma inadecuada a través de los años.

Estas causas producen que esta operación sea lenta innecesariamente e ineficiente por lo que se determinó que la mejor opción para subsanar todas las anteriores y aumentar la productividad es modificar el método de la operación de llenado mediante el reemplazo de la maquinaria semiautomática por una máquina automática.

2.8.1. Determinación de causas y efectos del problema

La determinación de las causas y efectos se realizó mediante un árbol de problemas que se presenta a continuación:

Figura 8. Mapeo de causas y efectos del problema

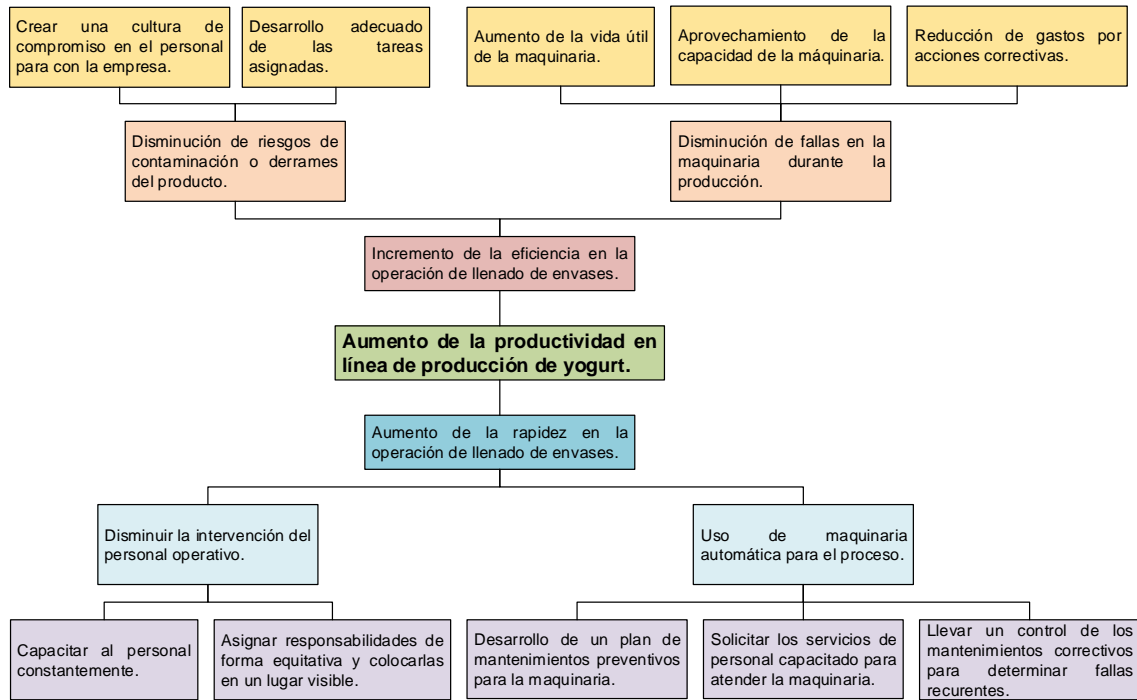


Fuente: elaboración propia.

2.8.2. Establecimiento de alternativas y soluciones para resolver el problema

Se establecieron las posibles alternativas y soluciones para resolver el problema mediante un árbol de objetivos que se presenta a continuación:

Figura 9. **Mapeo de alternativas y soluciones para resolver el problema**



Fuente: elaboración propia.

3. PROPUESTA PARA EL AUMENTO DE LA PRODUCTIVIDAD EN LA LÍNEA DE PRODUCCIÓN DE YOGURT

3.1. Departamento de producción

El departamento de producción tiene dificultades para aumentar la productividad en la línea de yogurt, ya que se encuentra adecuadamente automatizada en la mayoría de sus procesos, y estos se encuentran trabajando eficientemente, por lo que al analizar cada uno de ellos se determinó que era de vital importancia que las etapas con menor eficiencia que se llevan a cabo de forma semiautomática deben ser automatizadas. La operación que puede automatizarse de forma inmediata es la operación de llenado de envases.

3.2. Propuesta de mejora en la línea de producción de yogurt

Se propone cambiar la maquinaria que se utiliza para llevar a cabo el llenado de envases por un equipo completamente automático, que pueda aumentar un 15 % la eficiencia de la operación.

3.2.1. Análisis del método semiautomático actual

La operación de llenado actualmente requiere que el operario tome el envase de yogurt, lo coloque en la boquilla llenadora, accione el pedal que deja caer el producto y coloque la tapa al finalizar el llenado. Este método permite una variación del 30 % del tiempo estándar establecido para llenar los envases, provocando constantemente retrasos en la producción, desperdicio de producto y riesgos de contaminación del alimento debido a la intervención humana, ya que

se tiene la posibilidad de malas prácticas del personal al manipular los envases, los equipos y el producto.

3.2.2. Análisis del método automático propuesto

Para que la operación de llenado sea automatizada completamente la maquinaria que se instalará llevará a cabo lo siguiente: transportar los envases a las boquillas llenadoras, llene los envases con el yogurt, coloque las tapas y transporte el producto final a una mesa recolectora. Al no intervenir el recurso humano en ninguna etapa del proceso se disminuyen los riesgos de contaminación del alimento, además el equipo al trabajar de forma ininterrumpida reduciría en un 50 % el tiempo de llenado, eliminando así retrasos por fatiga, distracción o negligencia del personal operativo.

3.2.3. Aplicación del método automático

Para que pueda llevar a cabo la aplicación del método automático en la operación de llenado, en primer lugar, se debe realizar la instalación y adaptación de la llenadora automática a la línea de producción, seguidamente se deben llevar a cabo las pruebas pertinentes para autorizar la nueva metodología de llenado. También debe capacitarse de forma general a todo el personal operativo sobre el funcionamiento y los riesgos que implica el uso del nuevo equipo para luego adiestrar específicamente al personal que tendrá bajo su cargo el funcionamiento del mismo.

3.2.4. Descripción de la maquinaria automática

La máquina automática para envasar el yogurt líquido en sus diferentes presentaciones, es una llenadora industrial a volumen constante muy confiable y precisa. Esta llenadora cuenta con diseño sanitario que garantiza la inocuidad de

los productos que se envasan de alta precisión, cuenta con una banda que se encarga de transportar los envases hacia adentro de la cámara de llenado que contiene 16 boquillas de llenado, esta cámara no solo llena los envases, sino que también coloca las tapas en los mismos para luego por medio de otra banda transportadora sacar los envases hacia una mesa de recolección de producto terminado.

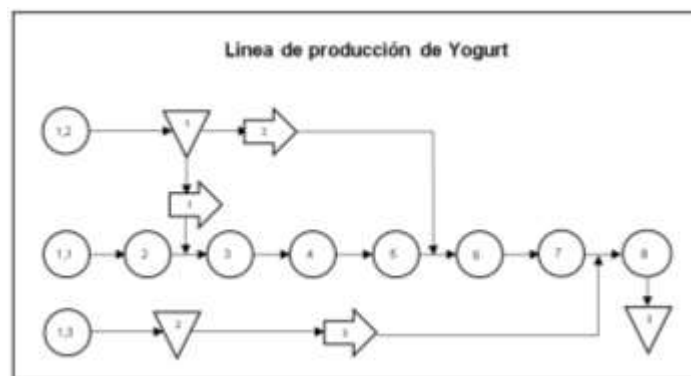
3.3. Ejecución del proceso

Para identificar la variación en el proceso de fabricación de yogurt mediante el nuevo método se debe analizar lo siguiente:

3.3.1. Diagrama de recorrido

















El diagrama muestra el nuevo recorrido del proceso de fabricación de yogurt:

Figura 10. **Diagrama de recorrido de la línea de producción de yogurt conforme al método automático**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Simbología del diagrama de recorrido de la línea de producción de yogurt conforme al método automático**

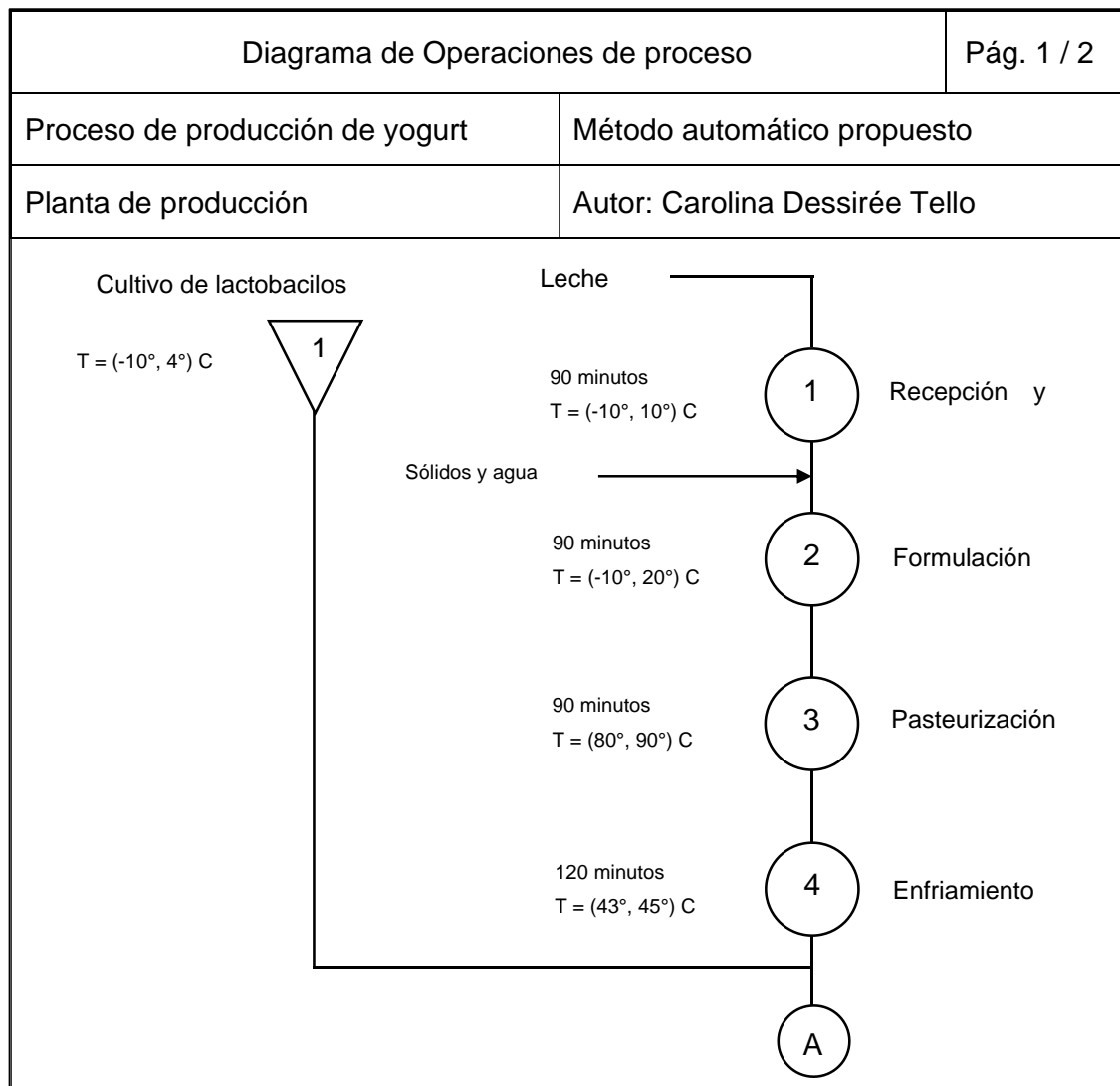
Simbología	Operación	Temperatura	Tiempo
	Recepción de cultivos lácteos Recepción de sólidos	(-22°, -18°) C (20°, 25°) C	No aplica
	Recepción de leche cruda	(-10°, 10°) C	No aplica
	Recepción de envases	Sin especificación	No aplica
	Filtrado de leche cruda	(-10°, 10°) C	90 minutos
	Formulación de leche cruda (adición de sólidos)	(-10°, 20°) C	90 minutos
	Pasteurización de la leche	(80°, 90°) C	90 minutos
	Enfriado de la leche	(43°, 45°) C	120 minutos
	Adición de cultivos lácteos Fermentación de la leche	(43°, 45°) C	720 minutos
	Homogenización del yogurt	(20°, -25°) C	90 minutos
	Llenado de envases	(20°, 25°) C	120 minutos
	Traslado de sólidos de la bodega al proceso	(-22°, 4°) C	No aplica
	Traslado de cultivos lácteos de la bodega al proceso	(0°, 4°) C	No aplica
	Traslado de envases de la bodega al proceso	Sin especificación	No aplica
	Almacenaje de cultivos lácteos Almacenaje de sólidos	(-22°, -18°) C (20°, 25°) C	No aplica
	Almacenaje de envases	(0°, 4°) C	No aplica
	Almacenaje de producto terminado	(0°, 4°) C	No aplica
Tiempo estándar			1 320 minutos

Fuente: elaboración propia.

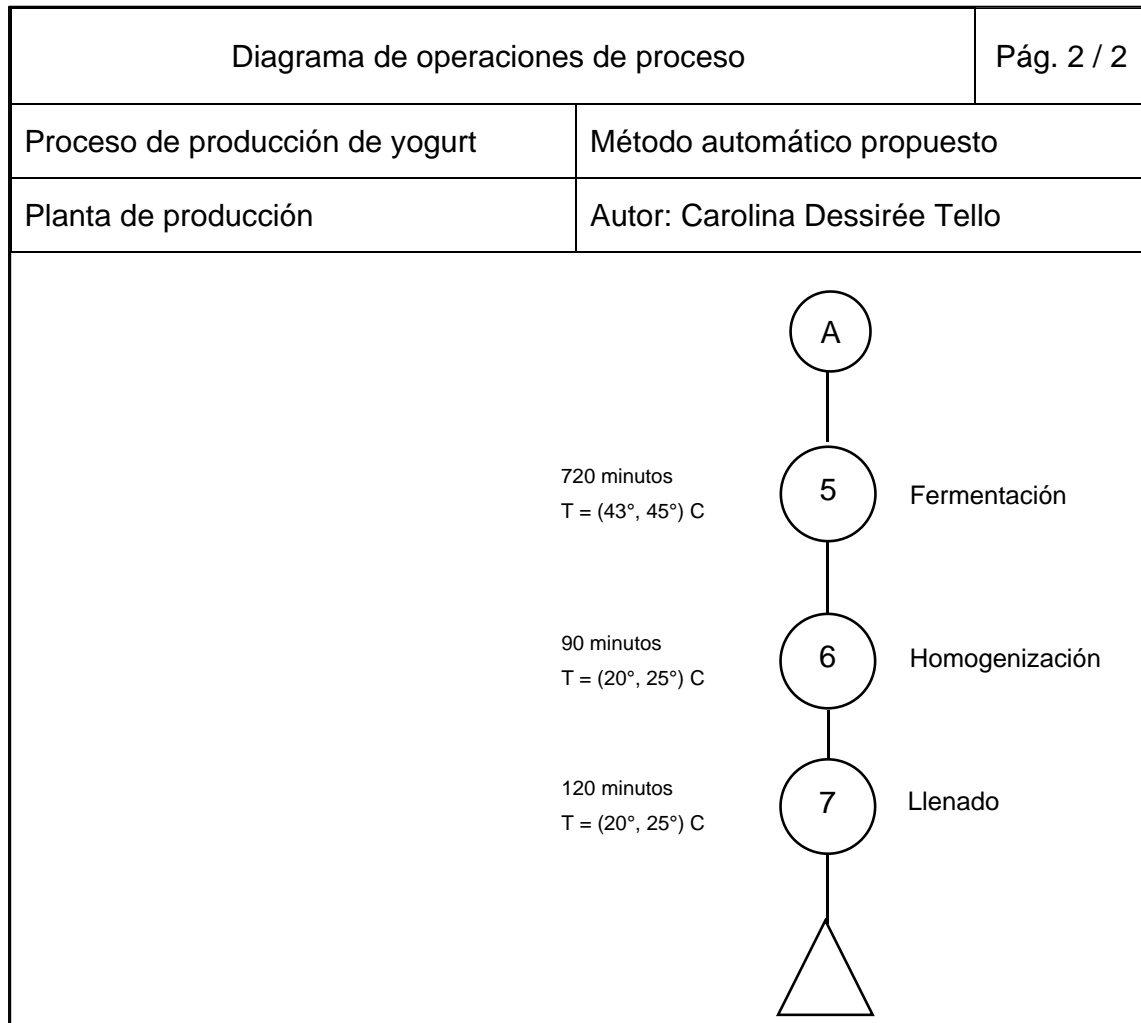
3.3.2. Diagrama de operación de proceso

A continuación, se muestra la secuencia cronológica de todas las operaciones de, tiempos y materiales que se utilizan en el nuevo proceso de producción de yogurt según el método automático:

Figura 11. **Diagrama de operaciones de proceso del método automático de producción de yogurt**






Continuación de la figura 11.



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIV. **Resumen de diagrama de operaciones de proceso del método semiautomático de producción de yogurt**

Resumen		
Símbolo	Cantidad	Tiempo
	7	1 320 minutos
	1	---
	1	---
Total	9	1 320 minutos

Fuente: elaboración propia.

3.4. Estimación de productividad del método automático

Para estimar adecuadamente la productividad del método automático es necesario determinar antes el tiempo de producción, la producción estimada y la eficiencia requerida, por lo que se determinan a continuación:

3.4.1. Tiempo de producción

Para completar el ciclo de producción de un batch de 20 600 unidades de yogurt líquido bebible, se requerirán 1 320 minutos, equivalentes a 22 horas productivas diarias de lunes a jueves, y 10 horas los viernes, dándonos un total de 98 horas productivas a la semana.

Tabla XXV. **Cantidad de tiempo de producción**

Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Total
Horas productivas	22	22	22	22	10	98

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Horas productivas}_{\text{Año}} = \frac{\text{horas productivas}}{\text{semana}} * \frac{\text{semanas laborales}}{\text{año}}$$

$$\text{Horas productivas}_{\text{Año}} = \frac{98 \text{ horas}}{\text{semana}} * \frac{52 \text{ semanas}}{\text{año}}$$

$$\text{Horas productivas}_{\text{Año}} = 5\,096$$

3.4.2. **Producción estimada**

La producción estimada es de 20 600 unidades de yogurt líquido de 200 gramos por lote de producción.

Tabla XXVI. **Cantidad estimada de producto a producir**

Producción	Unidades estimadas
Diaria	20 600
Semanal	82 400
Mensual	354 320
Anual	4 284 800

Fuente: elaboración propia.

3.4.3. Eficiencia requerida

Se requiere una eficiencia del 99 %, siendo la eficiencia meta el 100 % de las unidades a producir. El cálculo de la eficiencia se calculará anualmente en base a las unidades a producir:

$$Unidades_{requeridas} = \frac{Unidades_{Meta} * Eficiencia_{Requerida}}{Eficiencia_{Meta}}$$

$$Unidades_{requeridas} = \frac{4\,284\,800 \text{ unidades} * 99 \%}{100 \%}$$

$$Unidades_{requeridas} = 4\,241\,952$$

La eficiencia del 99 % es equivalente a 4 241 952 unidades a producir anualmente.

3.4.4. Productividad teórica

La productividad de la línea de producción de yogurt líquido se calculará en base a datos anuales.

Tabla XXVII. **Productividad estimada**

Factor	Cantidad anual
Horas productivas	5 096
Unidades producidas	4 241 952

Fuente: elaboración propia.

$$\textit{Productividad} = \frac{\textit{Unidades producidas}}{\textit{Insumos empleados}}$$

$$\textit{Productividad} = \frac{4\ 241\ 952\ \textit{unidades}}{5\ 096\ \textit{horas productivas}}$$

$$\textit{Productividad} = 832\ \textit{unidades/hora}$$

La productividad de la línea de producción de yogurt mediante el método automático es de 832 unidades/hora.

3.5. Programa de mantenimiento para línea de producción de yogurt

Este programa establece un tiempo determinado para darle mantenimiento a todos los equipos necesarios para la fabricación del producto.

3.5.1. Mantenimiento preventivo

El mantenimiento preventivo que se le prestará a los equipos claves de la línea de proceso son los siguientes:

3.5.1.1. Descremadora

El mantenimiento para la descremadora se describe a continuación:

Tabla XXVIII. **Actividades de mantenimiento para la descremadora**

Componente	Proveedor	Frecuencia	Detalle de mantenimiento
Aceite	Interno	1 500 h de operación.	Cambio inicial de aceite Aceites: EssoSpinesso 22, Fina Hydran 22, Texaco SpintexOil 22, Valvoine ETC 22, MobilVelocite 10/DTE22, Shell Telus 22 o 32.
Aceite	Interno	3 000 h de operación.	Cambio de aceite: Aceites: EssoSpinesso 22, Fina Hydran 22, Texaco SpintexOil 22, Valvoine ETC 22, MobilVelocite 10/DTE22, Shell Telus 22 o 32.
Faja	Externo	3 000 h de operación.	Revisión y ajuste.
		6 000 h de operación.	Cambio de faja.
Tazón	Externo	500 horas de operación.	Revisión general y de las juntas mecánicas.
		1 500 h de operación.	Cambio de juntas mecánicas.

Fuente: elaboración propia.

3.5.1.2. **Pasteurizador**

El mantenimiento para la descremadora se describe a continuación:

Tabla XXIX. **Actividades de mantenimiento para el pasteurizador**

Proveedor	Frecuencia	Detalle de mantenimiento
Externo	Trimestral	Revisar y Limpiar bombas
Interno	Trimestral	Revisión y limpieza de sensores
Externo	Semestral	Revisión y limpieza de motores

Fuente: elaboración propia.

3.5.1.3. Tanque de maduración

El mantenimiento para el tanque de maduración se describe a continuación:

Tabla XXX. **Actividades de mantenimiento para el tanque de maduración**

Proveedor	Frecuencia	Detalle de mantenimiento
Interno	Diario	Revisión del <i>timer</i> indicador de temperatura
Externo	Semanal	Revisión de agitador
Interno	Trimestral	Reemplazo del aceite en el área del agitador

Fuente: elaboración propia.

3.5.1.4. Homogenizador

El mantenimiento para el homogenizador se describe a continuación:

Tabla XXXI. **Actividades de mantenimiento para el homogenizador**

Proveedor	Frecuencia	Detalle de mantenimiento
Interno	Diaria	-Revisión del nivel de aceite -Drenado de condensado (llave posterior del equipo) -Revisión de presión de aceite 20-40 psi -Revisar sistema de lubricación hidráulica
Interno	Trimestral	-Revisar ajuste de tuercas, ensambles y tornillos -Revisar presión de aceite y ajustar si es necesario -Revisar fugas de aceite -Revisar sistema de lubricación y enfriamiento
Externo	Trimestral	-Drenado de aceite, limpieza del cigüeñal, engranajes, bielas y visor de aceite. Cambiar filtro de aceite. -Lubricar cojinetes del motor. -Revisar cojinetes de las bielas y cambiarlos si requiere. -Revisar torque de tornillo de bola de la cruceta y ajustar pistones .

Fuente: elaboración propia.

3.5.1.5. Llenadora

El mantenimiento para la llenadora se describe a continuación:

Tabla XXXII. **Actividades de mantenimiento para la llenadora**

Proveedor	Frecuencia	Detalle de mantenimiento
Interno	Cada uso	Revisar empaques, mangueras de aire Revisión medidor de cantidad manual
Interno	Semanal	Revisión de contactor del pedal
Interno	Cada uso	Revisión de cables eléctricos.

Fuente: elaboración propia.


3.5.2. Mantenimiento correctivo

A pesar del mantenimiento preventivo que se efectúa en la maquinaria y equipos de la línea de producción, ocasionalmente los mismos presentan alguna falla inesperada, por lo tanto, se estableció un protocolo para realizar las acciones correctivas lo más pronto posible.

3.5.2.1. Orden de mantenimiento

Para llevar un adecuado control de los mantenimientos correctivos que deben llevarse a cabo se desarrolló un formato de orden de trabajo de mantenimiento, en el cual deben colocarse todos los datos correspondientes al equipo y las fallas que presenta para poder darle un adecuado seguimiento a las acciones correctivas.

Figura 12. Orden de trabajo de mantenimiento

	ORDEN DE TRABAJO DE MANTENIMIENTO			Versión: 1.1
	Departamento: Mantenimiento		Área:	No. De Orden:
	Autorizado: Gerente de Planta		Vigencia: 2017-2018	Sector:
				Aprobado: Jefe de Mantenimiento
Solicitado por:				Fecha de solicitud
Responsable:				No. De SSM:
Actividad:				Fecha de ejecucio:
EQUIPO	UBICACIÓN	COMPONENTES	DESCRIPCION SERVICIO	RECOMENDACIONES
OBSERVACIONES:				
Evaluacion del Servicio:	Totalmente Atendido <input type="checkbox"/>	Parcialmente Atendido <input type="checkbox"/>	Reservicio <input type="checkbox"/>	No Atendido <input type="checkbox"/>

Fuente: elaboración propia.

3.5.2.2. Gestión de orden de mantenimiento

El proceso de gestión de una orden de mantenimiento consiste en recopilar la información del equipo que presenta las fallas y revisar su historial de mantenimiento preventivo y correctivo, luego se estudia detenidamente la falla y se elabora un diagnóstico que debe ser presentado por el técnico de equipos de la planta al gerente de operaciones, quien deberá autorizar las actividades para

la solución del problema, ya sea con el personal interno o externo asignado en casos de emergencias mecánicas.

3.5.2.3. Acciones correctivas

El técnico de los equipos es el encargado del diagnóstico de las fallas de la maquinaria de la planta de producción, por lo tanto, es el único que puede determinar las actividades que se deben llevar a cabo para la solución de los problemas, también debe dirigirlos y darle seguimiento al funcionamiento del equipo después del trabajo realizado para garantizar su efectividad. Sin embargo, en el caso de que las acciones correctivas deban ser realizadas por personal externo, es el gerente general el que debe asignar al técnico los procesos de seguimiento a las actividades a realizar, ya que la gestión de proveedores es responsabilidad de él.

3.6. Programa HACPP para línea de producción de yogurt

El programa HACCP analizará todo el proceso de producción de yogurt líquido, todos los factores que intervienen directa o indirectamente en el proceso y las personas involucradas en el mismo.

3.6.1. Equipo de trabajo

Los miembros del equipo HACCP fueron seleccionados debido a sus experiencias en el proceso de producción y sus conocimientos con respecto a la gestión de la calidad y la inocuidad de los alimentos.

Tabla XXXIII. **Datos del equipo HACCP**

Nombre	Cargo en la empresa	Cargo en el equipo HACCP
Cindy Pérez	Encargado de calidad	Coordinador
Mario Carrera	Jefe de producción	Auditor interno
Laura Díaz	Asesor externo	Asesor externo
Carlos Méndez	Encargado de formulación	Secretario
Estuardo Dubón	Gerente de operaciones	Integrante
Samuel Martínez	Encargado de envasado	Integrante
Javier Espinoza	Auxiliar de bodega	Integrante
Andrés Osorio	Subjefe de producción	Integrante

Fuente: elaboración propia.

3.6.1.1. Entrenamiento de los miembros del equipo HACCP

Cada miembro del equipo ha recibido capacitación externa e interna de acuerdo con las necesidades que su puesto de trabajo requiere, por lo que se listan a continuación:

Tabla XXXIV. **Cursos recibidos por los miembros del equipo HACCP**

Nombre	Cursos recibidos
Laura Díaz	<ul style="list-style-type: none"> • Diplomado auditor interno HACCP • Diplomado Norma ISO 9001:2015 • Diplomado Norma ISO 22000:2005 • Diplomado Norma ISO 19011:2011 • Diplomado Norma ISO 10013:2001
Cindy Pérez	<ul style="list-style-type: none"> • Diplomado auditor interno HACCP • Diplomado gestión de calidad e inocuidad • Diplomado Norma ISO 9001:2015 • Diplomado Norma ISO 22000:2005 • Taller práctico HACCP • Diplomado identificación de Riesgos • Taller buenas prácticas de manufactura • Taller buenas prácticas de higiene • Taller reglamento técnico centroamericano • Taller microbiología en alimentos
Mario Carrera	<ul style="list-style-type: none"> • Diplomado auditor interno HACCP • Diplomado gestión de calidad e inocuidad • Diplomado Norma ISO 9001:2015 • Diplomado Norma ISO 22000:2005 • Diplomado Norma ISO 19011:2011 • Diplomado Norma ISO 10013:2001 • Taller práctico HACCP • Diplomado identificación de riesgos
Carlos Méndez	<ul style="list-style-type: none"> • Taller buenas prácticas de manufactura • Taller buenas prácticas de higiene • Taller reglamento técnico centroamericano • Taller microbiología en alimentos • Taller evaluación de riesgos
Estuardo Dubón	<ul style="list-style-type: none"> • Diplomado gestión de calidad e inocuidad • Diplomado Norma ISO 9001:2015 • Diplomado Norma ISO 22000:2005 • Diplomado Norma ISO 19011:2011 • Diplomado Norma 10013:2001 • Taller evaluación de riesgos • Diplomado Norma ISO 45001:2018
Otto Ixcol	<ul style="list-style-type: none"> • Taller buenas prácticas de manufactura • Taller buenas prácticas de higiene • Taller reglamento técnico centroamericano • Taller microbiología en alimentos
Javier Espinoza	<ul style="list-style-type: none"> • Taller buenas prácticas de manufactura • Taller buenas prácticas de higiene • Taller reglamento técnico centroamericano • Taller microbiología en alimentos
Andrés Osorio	<ul style="list-style-type: none"> • Taller buenas prácticas de manufactura • Taller buenas prácticas de higiene • Taller microbiología en alimentos

Fuente: elaboración propia.

3.6.2. Programas de prerequisite

Todos los programas prerequisite son necesarios y de vital importancia para poder controlar todos los aspectos importantes de la producción.

Tabla XXXV. **Ficha del programa de control de temperaturas**

Nombre del programa: programa de control de temperaturas
Persona responsable: encargado de calidad
Ubicación del programa en la planta: oficina de control de calidad
Aprobado por: gerente de operaciones
Frecuencia de revisión: 3 meses
Objetivo: identificar los productos sensibles a temperaturas extremas, establecer y monitorear los parámetros de control de tiempo y temperatura e implementar acciones correctivas cuando hayan variaciones fuera de los límites establecidos.
Alcance: materias primas, producto en proceso, producto terminado y material de empaque.
Elementos del programa: <ul style="list-style-type: none">• Áreas de refrigeración, congelación, enfriamiento y el descongelamiento/atemperado.• Recepción y manejo de materias primas y material de empaque.• Dispositivos para medir temperaturas.
Inspección: Cada elemento del programa contiene en su sección las temperaturas específicas de inspección y registro, así como sus actividades correctivas en caso de variaciones.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVI. **Ficha del programa de mantenimiento**

Nombre del programa: programa de mantenimiento
Persona responsable: gerente de operaciones
Ubicación del programa en la planta: oficina de mantenimiento
Aprobado por: gerente de operaciones
Frecuencia de revisión: 6 meses
Objetivo: asegurar el correcto desempeño de los procesos, optimizar la producción y minimizar los riesgos de inocuidad y adulteración de los alimentos que se fabrican o se almacenan dentro de la planta; como también evitar fallas de los equipos.
Alcance: instalaciones internas y externas de la planta, maquinaria y equipos que pertenezcan al departamento de producción.
Elementos del programa: <ul style="list-style-type: none"> • Programa de mantenimiento preventivo • Mantenimiento correctivo • Mantenimientos de emergencia • Incorporación al Programa de Químicos de todos los productos usados en mantenimiento • Descripción de procedimientos de mantenimiento • Documentación y especificaciones del diseño sanitario de la planta
Inspección: Cada elemento del programa contiene en su sección los tiempos específicos de inspección y registro, así como sus actividades correctivas en caso de variaciones.

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXVII. **Ficha del programa de control de proveedores**





Nombre del programa: programa de control de control de proveedores
Persona responsable: encargado de calidad
Ubicación del programa en la planta: oficina de control de calidad
Aprobado por: gerente de operaciones
Frecuencia de revisión: 3 meses
Objetivo: definir las actividades al recibir y almacenar las materias primas que ingresen a la planta de producción, y así tener un control que prevenga la contaminación de los productos por posibles problemas de las materias primas, además de ayudar al proceso de trazabilidad y de control de producción de los productos.
Alcance: materias primas y material de empaque
Elementos del programa: <ul style="list-style-type: none"> • Especificaciones de compra • Descripción de especificaciones de materias primas y material de empaque • Procedimientos de recepción • Procedimientos de rechazo • Evaluación de proveedores • Seguimiento a proveedores
Inspección: Cada elemento del programa contiene especificaciones de los productos y los procedimientos para su recepción y aceptación, así como las actividades correctivas a tomarse en cuenta en caso de incumplimiento de especificaciones.

Fuente: elaboración propia.

3.6.3. Perfil de producto terminado

El perfil del producto se presenta a continuación:

Tabla XXXVIII. **Perfil del yogurt líquido bebible**

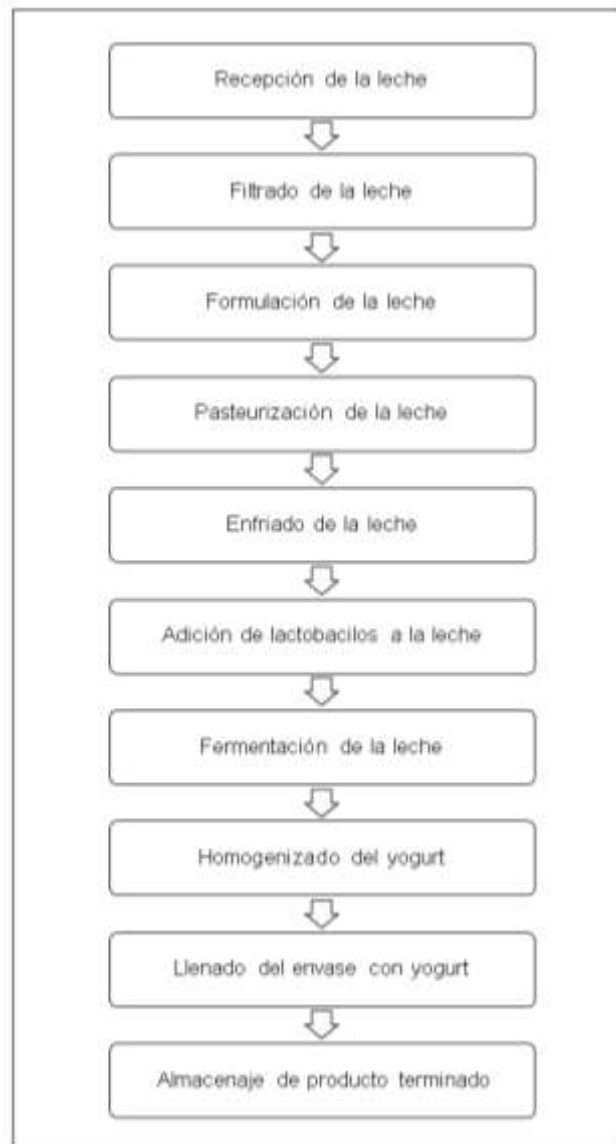
Información general del producto	
Nombre	Yogurt líquido bebible
Clientes	Consumidores mayores a 3 años, se excluyen personas alérgicas a lácteos o intolerantes a la lactosa.
Tiempo de vida de anaquel	45 días después de su producción manteniéndose en una temperatura de 4°C.
Requerimiento de almacenaje y distribución	Mantener en refrigeración a mínimo 4°C.
Información de trazabilidad	Se codifica cada unidad especificando fecha y lote de producción, luego se lleva un registro y control del producto al salir de la planta de producción.
Información técnica del producto	
Ingredientes conservantes	No contiene preservantes, colorantes ni saborizantes artificiales.
Empaque	Envase de polietileno con tapadera de rosca y termoencogible.
Ph	4,4 ± 0,2
Brix	18 ± 2
Ayudantes de proceso	Probióticos activos búlgaros.
Instrucciones de etiquetado	Producto listo para consumirse. No contiene preservantes, colorantes ni saborizantes artificiales. Consumidores mayores a 3 años, se excluyen personas alérgicas a lácteos o intolerantes a la lactosa. Mantener en refrigeración a 4°C. Agítese antes de consumir.
Peligros relacionados con el producto y proceso	Biológicos: Mycobacterium spp., Listeria monocytogenes, S. aureus, Salmonella typhi, Brucella spp., E. coli, Clostridium perfringens y C. botulinum. Químicos: Micotoxinas, toxinas preformadas, antibióticos, fertilizantes, herbicidas, insecticidas. Hormonas, antibióticos y otros fármacos. Físicos: Hojas, basura, tallos, semillas, cascaras.
Elaborado:	Jefe de control de calidad
Firma:	
Aprobado:	Gerente de operaciones
Fecha de aprobación:	01-01-2017
Firma:	
Fechas de	revisión:  01-06-2017
	 01-01-2018

Fuente: elaboración propia.

3.6.4. Diagrama de flujo del proceso

El diagrama de flujo del proceso se presenta a continuación:

Figura 13. Diagrama de flujo del proceso de elaboración de yogurt



Fuente: elaboración propia.

3.6.5. Análisis de peligros

El formato utilizado para la identificación de peligros potenciales se elaboró bajo las siguientes indicaciones:

- Columna número 1: se colocan todas las materias primas (ingredientes, aditivos, materiales de empaque en contacto con el producto, ayudantes de procesamiento). Así como todos los pasos del proceso que aparecen en el diagrama de flujo del proceso; iniciando con recepción y finalizando con despacho.
- Columna número 2: se colocan los peligros (B: Biológico, Q: Químico, F: Físico) potenciales relacionados con cada materia prima o que se pueden intensificar en cada etapa del proceso del diagrama de flujo.
- Columna número 3: en esta sección se determina el riesgo de los peligros identificados mediante el establecimiento de la probabilidad y gravedad usando A: Alto, M: Medio, B: Bajo, I: Insignificante.
- Columna número 4: se especifica si el peligro es significativo o no, en base a la combinación entre probabilidad y gravedad. Los peligros significativos son las combinaciones de: A/A, A/M, M/A, M/M, B/A, A/B o B/M (probabilidad / gravedad).
- Columna número 5: en esta sección se identifican los programas de prerrequisito que proporcionan medidas preventivas para el control de los peligros significativos, también se identifican etapas del proceso correspondiente capaces de controlar o reducir el peligro significativo a un nivel aceptable.

Tabla XXXIX.

Análisis de peligros en el proceso de elaboración de yogurt

(1) Materia prima y etapa del proceso	(2) Identificación de peligros potenciales	(3) Evaluación de peligros (determinación del riesgo)		(4) ¿Es este un peligro significativo? (SI/ NO)	(5) Medidas de control	
		Probabilidad (A, M, B, I)	Severidad (A, M, B, I)		Programas Prerrequisito	Etapas del proceso
Recepción: leche cruda	B: <i>Mycobacterium spp.</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Brucella spp.</i> , <i>E. coli</i> , <i>Clostridium perfringens</i> y <i>C. botulinum</i> .	A	A	SI	Control de proveedores	Pasteurización
	Q: Micotoxinas, toxinas preformadas, antibióticos, fertilizantes, herbicidas, insecticidas. Hormonas, antibióticos y otros fármacos.	B	A	SI	Control de proveedores	Recepción
	F: Hojas, basura, tallos, semillas, cascara.	A	A	SI	Control de proveedores	Filtración
Filtración: leche cruda	B: <i>Mycobacterium spp.</i> , <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Brucella spp.</i> , <i>E. coli</i> , <i>Clostridium perfringens</i> y <i>C. botulinum</i> .	I	A	NO	Control de proveedores	Pasteurización
	Q: Ninguno	-	-	-	-	-
Formulación: leche cruda	F: Hojas, basura, tallos, semillas, cascara.	A	B	SI	Control de proveedores	Filtración
	B: Esporas de <i>C. botulinum</i> , virus (Fiebre aftosa)	B	A	SI	BPH	Pasteurización
	Q: Micotoxinas, toxinas preformadas, antibióticos, fertilizantes, herbicidas, insecticidas. Hormonas, antibióticos.	B	A	SI	BPH, POES	-
	F: Ninguno.	-	-	-	-	-

Continuación de la tabla XXXIX.

(1) Materia prima y etapa del proceso	(2) Identificación de peligros potenciales	(3) Evaluación de peligros (determinación del riesgo)		(4) ¿Es este un peligro significativo? (SI/NO)	(5) Medidas de control	
		Probabilidad (A, M, B, I)	Severidad (A, M, B, I)		Programas prerequisite	Etapas de control proceso
Pasteurización: leche	B: <i>Mycobacterium</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Brucella</i> spp., <i>E. coli</i> , <i>Clostridium perfringens</i> y <i>C. botulinum</i> .	B	A	SI	Control de proveedores, BPM, BPH, POES	Pasteurización
	Q: Micotoxinas	M	A	SI		
	F: Ninguno	-	-	-	-	-
Enfriado: leche	B: Que sobrevivan MO'S patógenos (<i>Mycobacterium</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Brucella</i> spp., <i>E. coli</i> , <i>Clostridium perfringens</i> y <i>C. botulinum</i>).	B	A	SI	BPM, Control de producto terminado	Llenado
	Q: Ninguno	-	-	-	-	-
	F: Ninguno	-	-	-	-	-
Fermentado: leche	B: Población en desequilibrio de <i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus delbrueckii subsp. Bulgaricus</i> . Inoculación de agentes patógenos: (<i>Mycobacterium</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Brucella</i> spp., <i>E. Coli</i> , <i>Clostridium perfringens</i> y <i>C. Botulinum</i> y <i>Campylobacter</i> spp.)	A	B	SI	BPM, BPH, POES	Llenado
	Q: Exceso de ácido láctico, micotoxinas, toxinas preformadas.	M	M	SI	BPM, Control de producto terminado	Llenado
	F: Ninguno	-	-	-	-	-

Continuación de la tabla XXXIX.

(1) Materia prima y etapa del proceso	(2) Identificación de peligros potenciales	(3) Evaluación de peligros (determinación del riesgo)		(4) ¿Es este un peligro significativo? (SI/ NO)	(5) Medidas de control	
		Probabilidad (A, M, B, I)	Severidad (A, M, B, I)		Programas prerequisite	Etapas del proceso
Homogenizado: yogurt	B: Ninguno	-	-	-	-	-
	Q: Ninguno	-	-	-	-	-
	F: Grumos endurecidos	M	I	NO	Control de producto terminado	Homogenizado
Llenado: yogurt en envases	B: <i>Mycobacterium</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Brucella</i> spp., <i>E. coli</i> , <i>Clostridium perfringens</i> , <i>C. botulinum</i> .	B	A	SI	BPM, BPH, POES	Llenado
	Q: Micotoxinas, toxinas preformadas	M	M	SI	Control de producto terminado	Llenado
	F: Rebaba de envase	I	A	NO	Control de proveedores	-
Almacenado: producto terminado	B: Ninguno	-	-	-	-	-
	Q: Ninguno	-	-	-	-	-
	F: Ninguno	-	-	-	-	-

Fuente: elaboración propia.

3.6.6. Puntos críticos de control

El formato utilizado para la determinación de los puntos críticos de control se encuentra sujeto bajo las siguientes indicaciones:

- Columna número 1: se colocan todas las etapas del proceso que controlan o reducen un peligro a un nivel aceptable, así como detalladas en la columna número 5 del cuadro de análisis de peligros de la sección 6.
- Columna número 2: se colocan los peligros significativos y sus fuentes, que deben ser controlados o reducidos a un nivel aceptable en las etapas del proceso detalladas en la columna número 5 del cuadro de análisis de peligros de la sección 6.
- Columna número 3: indica si es posible el control en esta etapa del proceso para prevenir, reducir o eliminar el peligro a un nivel aceptable. Si no, no es un PCC. De ser si, se pasa a la columna número 4.
- Columna número 4: indica si existe una etapa subsiguiente que eliminará o reducirá el peligro a un nivel aceptable. Si no, pase a la siguiente pregunta. De ser si, este no es un PCC.
- Columna número 5: indica si el control de la etapa es esencial para la inocuidad. Esencial para la inocuidad es cuando la ausencia de control del proceso puede causar un daño a la salud del consumidor.
- Columna número 6: asigna un número de PCC y se coloca a la par entre paréntesis la letra B, Q, o F, de acuerdo al tipo de peligro (biológico, químico o físico).

Tabla XL. **Determinación de puntos críticos de control en el proceso de elaboración de yogurt**

(1) Etapa del proceso que controla o elimina los peligros	(2) Peligros Significativos y su fuente	(3) ¿Es posible el control en esta etapa del proceso para prevenir, reducir o eliminar el peligro a un nivel aceptable?	(4) ¿Existe una etapa subsiguiente que eliminará o reducirá el peligro a un nivel aceptable?	(5) ¿El control de la etapa es crítico para la inocuidad?	(6) Asignar un número de PCC
Recepción: leche cruda	B: <i>Mycobacterium</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Brucella</i> spp., <i>E. coli</i> , <i>Clostridium perfringens</i> y <i>C. botulinum</i> .	SI	SI	-	-
	Q: Micotoxinas, toxinas preformadas, antibióticos, fertilizantes, herbicidas, insecticidas. Hormonas, antibióticos y otros fármacos.	SI	NO	SI, ya que estos peligros no pueden ser eliminados de la materia prima en ninguna etapa del proceso, adhiriéndose al producto y provocando graves daños a la salud del consumidor.	1
	F: Hojas, basura, tallos, semillas, cascara.	SI	SI	-	-
Filtración: leche cruda	B: <i>Mycobacterium</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Brucella</i> spp., <i>E. coli</i> , <i>Clostridium perfringens</i> y <i>C. botulinum</i> .	NO	-	-	-
	Q: Ninguno	-	-	-	-
	F: Hojas, basura, tallos, semillas, cascara.	SI	NO	NO, ya que los registros de la planta demuestran que la contaminación con materiales extraños no ha ocurrido durante los últimos años gracias al cambio rutinario de filtros.	-
Formulación: leche cruda	B: Esporas de <i>C. botulinum</i> , virus (Fiebre aftosa)	SI	SI	-	-
	Q: Micotoxinas, toxinas preformadas, antibióticos, fertilizantes, herbicidas, insecticidas. Hormonas, antibióticos.	SI	NO	NO, ya que los registros de la planta demuestran que la contaminación en esta etapa es insignificante gracias al adecuado seguimiento del programa de Control de proveedores, BPM y POES.	-
	F: Ninguno.	-	-	-	-

Continuación de la tabla XL.

(1) Etapa del proceso que controla o elimina los peligros	(2) Peligros Significativos y su fuente	(3) ¿Es posible el control en esta etapa para prevenir, reducir o eliminar el peligro a un nivel aceptable?	(4) ¿Existe una etapa subsiguiente que eliminará o reducirá el peligro a un nivel aceptable?	(5) ¿El control de la etapa es crítico para la inocuidad?	(6) Asignar un número de PCC
Pasteurización: leche	<p>B: <i>Mycobacterium</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>S. aureus</i>, <i>Salmonella typhi</i>, <i>Brucella</i> spp., <i>E. coli</i>, <i>Clostridium perfringens</i> y <i>C. botulinum</i>.</p> <p>Q: Ninguno</p>	SI	NO	SI, ya que cualquiera de estos peligros puede causar graves daños a la salud del consumidor.	2
	F: Ninguno	-	-	-	-
Enfriado: leche	<p>B: Que sobrevivan MO'S patógenos (<i>Mycobacterium</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>S. aureus</i>, <i>Salmonella typhi</i>, <i>Brucella</i> spp., <i>E. coli</i>, <i>Clostridium perfringens</i> y <i>C. botulinum</i>).</p> <p>Q: Ninguno</p>	SI	NO	NO, ya que es claro que con el paso anterior se asegura la destrucción y eliminación de la mayor parte de los patógenos, sin embargo, debe cumplirse con la temperatura de enfriamiento ya que complementa en cierta manera la pasteurización. Pero los registros demuestran que el programa de Control de parámetros de temperatura y tiempos ha sido manejado adecuadamente durante los últimos años, por lo que no es necesario un punto crítico de control.	-
	F: Ninguno	-	-	-	-

Continuación de la tabla XL.

(1) Etapa del proceso que controla o elimina los peligros	(2) Peligros Significativos y su fuente	(3) ¿Es posible el control en esta etapa del proceso para prevenir, reducir o eliminar el peligro a un nivel aceptable?	(4) ¿Existe una etapa subsiguiente que eliminará o reducirá el peligro a un nivel aceptable?	(5) ¿El control de la etapa es crítico para la inocuidad?	(6) Asignar un número de PCC
Fermentado: leche	<p>B: Población en desequilibrio de <i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp <i>Bulgarius</i>. Inoculación de agentes patógenos: <i>Mycobacterium</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>S. aureus</i>, <i>Salmonella typhi</i>, <i>Brucella</i> spp., <i>E. Coli</i>, <i>Clostridium perfringens</i> y <i>C. Botulinum</i> y <i>Campylobacter</i> spp.</p> <p>Q: Exceso de ácido láctico, micotoxinas, toxinas preformadas.</p> <p>F: Ninguno</p> <p>B: Ninguno</p> <p>Q: Ninguno</p> <p>F: Grumos endurecidos</p>	SI	NO	SI, ya que a pesar de que en los pasos anteriores se pretende la ausencia o presencia en niveles aceptables de todos los peligros, no se descarta que, al momento de la fermentación, si no es controlado el proceso, mediante contaminación cruzada se presenten estos peligros, siendo un punto crítico de control ya que no existe tratamiento posterior a la fermentación. Además, una población en equilibrio de <i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp <i>Bulgarius</i> puede alterar el producto final, su acidez (cantidad de ácido láctico), pH y consistencia.	3
Homogenizado: yogurt		-	-	-	-
		SI	NO	NO, ya que los registros de la planta demuestran que no se han presentado grumos en el producto terminado durante los últimos años gracias al cambio rutinario de filtros.	-

Continuación de la tabla XL.

(1) Etapa del proceso que controla o elimina los peligros	(2) Peligros Significativos y su fuente	(3) ¿Es posible el control en esta etapa del proceso para prevenir, reducir o eliminar el peligro a un nivel aceptable?	(4) ¿Existe una etapa subsiguiente que eliminará o reducirá el peligro a un nivel aceptable?	(5) ¿El control de la etapa es crítico para la inocuidad?	(6) Asignar un número de PCC
Llenado: yogurt en envases	<p>B: <i>Mycobacterium</i> spp., <i>Listeria monocytogenes</i>, <i>S. aureus</i>, <i>Salmonella typhi</i>, <i>Brucella</i> spp., <i>E. coli</i>, <i>Clostridium perfringens</i> y <i>C. botulinum</i>.</p> <p>Q: Micotoxinas, toxinas preformadas</p> <p>F: Rebaba de envase</p>	SI	NO	NO, ya que a pesar de que se debe controlar el cierre del envase en una atmósfera estéril, en envase estéril y con tapadera estéril, se ha podido registrar que durante los últimos años no ha habido contaminación cruzada en esta etapa del proceso gracias a los programas de Capacitación de personal, BPM, BPH y POES.	-
Almacenado: producto terminado	<p>B: Ninguno</p> <p>Q: Ninguno</p> <p>F: Ninguno</p>	NO	-	NO, ya que los registros de la planta demuestran que la contaminación en esta etapa es insignificante gracias al adecuado seguimiento del programa de Control de proveedores, BPM y POES.	-

Fuente: elaboración propia.

3.6.7. Plan maestro

El plan maestro para monitoreo de puntos críticos de control se describe a continuación:

Tabla XLI. Plan maestro de monitoreo de puntos críticos

(1) Punto crítico de control (PCC)	(2) Peligros significativos	(3) Límite crítico de cada medida de control	(4) Monitoreo				(5) Acciones correctivas	(6) Verificación	(7) Registros
(PCC1) Recepción: leche cruda	Químicos: Microbios, toxinas, pronomadas, antibióticos, fertilizantes, herbicidas, insecticidas, Hormonas, antibióticos y otros farmacológicos.	Ausencia	(A.1) ¿Ove?	Presencia de cualquiera de los potenciales peligros químicos en la leche	Si se determina la presencia de cualquier de los peligros químicos mencionados, se rechaza la materia prima en su totalidad y se presenta una queja al proveedor.	Prueba rápida para la detección de antibióticos β-lactámicos en leche	Registro de ingreso de materia prima	Registro de acciones correctivas	
			(A.2) ¿Cómo?	Pruebas rápidas para la detección de antibióticos β-lactámicos en leche					
			(A.3) ¿Frecuencia?	Cada ingreso de leche cruda al proceso					
			(A.4) ¿Quién?	Jefe de control de calidad					
(PCC2) Pasteurización: leche	Biológicos: Mycobacterium spp., Listeria monocytogenes, S. aureus, Salmonella typhimurica, E. coli, Clostridium perfringens y C. botulinum.	Mínimo 82° Centígrados Máximo 85° Centígrados	(B.1) ¿Ove?	Temperatura de la leche y tiempo de sostenimiento	Si la temperatura no respeta los límites críticos, la autoridad procesadora evaluará la desviación de temperatura o tiempo del producto antes de que el producto pase a la siguiente etapa. Si el tiempo o la temperatura no es adecuada, el producto será rechazado cuanto tiempo hubiera fabricado a la temperatura adecuada, para asegurar la destrucción de los patógenos o será designado como no apto para el consumo.	Prueba de presencia de fructosa en la leche pasteurizada con resultado negativo.	Registro de temperaturas	Registro de tiempos	
			(B.2) ¿Cómo?	Observación y registro de la temperatura que aparece en el termómetro de la máquina, al igual que el tiempo de sostenimiento					
			(B.3) ¿Frecuencia?	Cada lote de producción					
			(B.4) ¿Quién?	Subjefe de producción					

Continuación de la tabla XLI.


(1) Punto crítico de control (PCC)	(2) Peligros significativos	(3) Límite crítico de cada medida de control	(4) Monitoreo		(5) Acciones correctivas	(6) Verificación	(7) Registros
(PCC3) Fermentado: leche	Biológicos: Población en desequilibrio de <i>Streptococcus thermophilus</i> y <i>Lactobacillus delbrueckii</i> subsp. <i>Bulgarius</i> . Inoculación de agentes patógenos: <i>Mycobacterium</i> spp., <i>Listeria monocitogenes</i> , <i>S. aureus</i> , <i>Salmonella typhi</i> , <i>Brucella</i> spp., <i>E. Coli</i> , <i>Clostridium perfringens</i> y <i>C. Botulinum</i> y <i>Campylobacter</i> spp.	Mínimo 43° Centígrados Máximo 45° Centígrados	(4,1) ¿Qué?	Temperatura de la leche	Si la temperatura no respeta los límites críticos, la autoridad procesadora evaluará la desviación de temperatura o tiempo del producto antes de que el producto pase a la siguiente etapa. Si el tiempo o la temperatura no es adecuada, el producto será reprocesado cuando tiempo hubiese faltado a la temperatura adecuada o será designado como no apto para el consumo.	Recuento de microorganismo mesofílicos, NMP coliformes totales, NMP coliformes fecales, recuento de esporas clostridium sulfito reductor y recuento de hongos y levaduras.	Registro de temperatura de fermentación Registro de tiempo de fermentación Registro de acciones correctivas
	(4,2) ¿Cómo?	Observación y registro de temperatura que aparece en el termómetro de la maquinaria					
	(4,3) ¿Frecuencia?	Cada 30 minutos					
	(4,4) ¿Quién?	Subje de producción					
	Químicos: Exceso de ácido láctico, micotoxinas, toxinas preformadas.	Mínimo 4 Máximo 4.5	(4,1) ¿Qué?	pH de la leche fermentada	Si el pH al finalizar la fermentación no fuese el correcto, el producto será designado como no apto para el consumo y se procederá a desecharse.	Medición del pH del yogurt después de 3 días de almacenamiento.	Registro de tiempo de fermentación Registro de pH al finalizar la fermentación Registro de acciones correctivas
	(4,2) ¿Cómo?	Medición del pH de la leche fermentada con un potenciómetro					
	(4,3) ¿Frecuencia?	Cada lote de producción al finalizar el tiempo de inoculación					
	(4,4) ¿Quién?	Subje de producción					

Fuente: elaboración propia.

3.6.8. Formato de informe de acciones correctivas

El formato para registrar las acciones correctivas que se llevan a cabo para el plan HACCP se presenta a continuación:

Tabla XLII. Formato de informe de acciones correctivas

Fecha: 02/05/2017
Plan HACCP: yogurt líquido bebible
Punto crítico de control: (PCC1) recepción: leche cruda
Explicación de la desviación: se detectó presencia de antibióticos en la materia prima.
Acción correctiva inmediata: rechazo de la materia prima en su totalidad y se presenta un documento de queja al proveedor explicando el motivo del rechazo.
Acción correctiva a largo plazo: solicitud de garantía de inocuidad de materia prima al proveedor, y en caso de reincidencia consecutiva se buscarán nuevos posibles proveedores.
Disposición del producto: se rechazó la materia prima en la recepción, por lo tanto no hubo producción que registrar.
Revisado por verificador: gerente de operaciones Fecha: 02/05/2017 Firma: 

Fuente: elaboración propia.

3.7. Estudio costo beneficio

Para determinar el beneficio económico que tendrá la empresa al automatizar la operación de llenado es necesario establecer el costo unitario del producto mediante la producción semiautomática de llenado actual y mediante la

producción automática de llenado, para luego compararlo con los beneficios que se obtendrán en cada una de las opciones de producción y de esta forma determinar la factibilidad del proyecto a corto plazo.

Para determinar el costo unitario es necesario determinar los siguientes costos de forma anual:

- Mano de obra directa
- Materia prima
- Gastos indirectos de fabricación:
 - Mano de obra indirecta
 - Energía eléctrica
 - Mantenimiento y reparaciones
 - Gastos de distribución
 - Gastos de mercadotecnia
 - Otros

Estos costos deben determinarse para establecer el costo unitario de una unidad de yogurt líquido mediante ambos métodos de producción para luego compararse entre sí y poder determinar la factibilidad del proyecto.

3.7.1. Establecimiento de costos de la línea de producción

Para establecer el costo unitario es necesario determinar los costos totales anuales de producción para luego dividirlos por las unidades a producir en el año, y para ello se requiere la siguiente información:

- Días hábiles para fabricar por año (año de referencia: 2019)

Estos días hábiles son determinados utilizando como base que se inicia un lote de producción al día, y solamente se inicia proceso los días lunes, martes, miércoles y jueves.

Tabla XLIII. **Días disponibles por mes para producción**

Mes	Días disponibles = Lotes de producción
Enero	18
Febrero	16
Marzo	16
Abril	18
Mayo	18
Junio	16
Julio	19
Agosto	17
Octubre	19
Septiembre	17
Noviembre	16
Diciembre	15
Total	205

Fuente: elaboración propia.

La cantidad total de días hábiles para producir es de 205, equivalentes a los lotes de producción a producir anualmente.

- Bases para el cálculo de las prestaciones laborales (Referencia: código de trabajo de Guatemala, septiembre de 1995).

Tabla XLIV. **Bases para el cálculo de prestaciones laborales**

Prestación	Base
IGSS	10,67 % del salario promedio mensual
IRTRA	1 % del salario promedio mensual
INTECAP	1 % del salario promedio mensual
Bono 14	Salario promedio mensual * $\frac{\text{días laborados}}{365}$
Aguinaldo	Salario promedio mensual * $\frac{\text{días laborados}}{365}$
Indemnización	Salario promedio mensual * $\frac{14}{12} * \frac{\text{días laborados}}{365}$

Fuente: elaboración propia.

3.7.1.1. Costos del método semiautomático

Para determinar el costo anual de la mano de obra directa se cuenta con los siguientes datos de los salarios promedios mensuales y de la cantidad de personas que los perciben, a cuyos totales mensuales se les deben calcular las prestaciones laborales mensuales y anuales:

Tabla XLV. **Salarios promedios mensuales de mano de obra directa del método semiautomático**

Salario promedio mensual	Cantidad	Subtotal mensual
3 000,00	23	69 000,00
6 000,00	5	30 000,00
15 000,00	4	60 000,00
Total		159 000,00

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de mano de obra directa anual

Primero debe establecerse el costo de mano de obra directa mensual, que se obtendrá al calcular las prestaciones laborales mensuales sumadas a la cantidad total de salarios mensuales y al presupuesto mensual establecido para horas extras y bonificaciones equivalente a Q. 38 500,00. y luego este costo debe ser multiplicado por los 12 meses del año.

- Cálculo de prestaciones laborales

Para el siguiente cálculo se utilizan las tablas XLIV y XLV como referencia.

Tabla XLVI. **Prestaciones laborales mensuales de mano de obra directa del método semiautomático**

Salarios promedios mensuales			Prestaciones laborales mensuales						
Salario	Cantidad	Total	IGGS	IRTRA	INTECAP	Bono 14	Aguinaldo	Indemnización	Subtotales
3 000,00	23	69 000,00	7 362,30	690,00	690,00	5 750,00	5 750,00	6 708,33	26 950,63
6 000,00	5	30 000,00	3 201,00	300,00	300,00	2 500,00	2 500,00	2 916,67	11 717,67
15 000,00	4	60 000,00	6 402,00	600,00	600,00	5 000,00	5 000,00	5 833,33	23 435,33
Total		159 000,00						Total	62 103,63

Fuente: elaboración propia.

Tabla XLVII. **Costo mensual de mano de obra directa del método semiautomático**

Renglón mensual	Cantidad
Total de salarios	159 000,00
Total de prestaciones laborales	62 103,63
Total horas extras y bonificaciones	38 100,00
Σ	= 259 203,63

Fuente: elaboración propia.

El costo de mano de obra directa mensual es Q 259 203,63, por lo que al multiplicarlo por los 12 meses del año obtendremos el costo de mano de obra directa anual como se muestra a continuación:

$$\text{Mano de obra directa}_{\text{Anual}} = \text{Mano de obra directa}_{\text{Mensual}} * 12 \text{ meses/año}$$

$$\text{MOD}_{\text{Anual}} = Q 259 203,63/\text{mes} * 12 \text{ meses/año}$$

$$\text{MOD}_{\text{Anual}} = Q 3 110 443,60$$

El costo de mano de obra directa anual del método semiautomático corresponde a Q 3 110 443,60.

- Cálculo de materia prima

Para determinar el costo de materia prima anual es necesario determinar el costo de materia prima por lote de producción y luego multiplicarlo por la cantidad de lotes a producir en el año y para ello se cuenta con la siguiente información:

Tabla XLVIII. **Costo de materia prima por lote de producción del método semiautomático**

	Material	Cantidad	Medida	Costo por unidad de medida	Total
Materia prima	Leche cruda	4 000	litros	1,50	6 000,00
	Cultivo de lactobacilos	70	gramos	4,50	280,00
Insumos	Leche descremada en polvo	400	gramos	0,04	16,00
	Azúcar	340	gramos	0,01	2,40
Material de empaque	Envases	19 052	unidades	0,25	4 913,00
	Etiquetas	19 052	unidades	0,08	1 572,18
Otros	Pruebas de análisis	6	unidades	18,00	108,00
Total	MP por lote de producción				12 891,56

Fuente: elaboración propia.

$Costo\ de\ Materia\ Prima_{Anual} = Costo\ de\ Materia\ Prima_{por\ lote} * 205\ lotes/año$

$$MP_{Anual} = Q\ 12\ 891,56/lote * 205\ lotes/año$$

$$MP_{Anual} = Q\ 2\ 642\ 769,80$$

El costo de materia prima para producción anual mediante el método semiautomático es de Q 2 642 769,80.

- Gastos indirectos de fabricación

Para determinar los gastos indirectos de fabricación se deben obtener y sumar todos los gastos mensuales que forman parte de este renglón contable, considerando que a la mano de obra indirecta debe sumársele la cantidad monetaria de prestaciones laborales que le corresponda y el presupuesto mensual establecido para horas extras y bonificaciones equivalente a Q. 16 750,00, y luego a este costo total debe ser multiplicado por los 12 meses del año. A continuación, se presentan los datos investigados:

Tabla XLIX. **Salarios promedios mensuales de mano de obra indirecta del método semiautomático**

Salario promedio Mensual	Cantidad	Subtotal mensual
3 000,00	24	72 000,00
6 000,00	8	48 000,00
15 000,00	6	90 000,00
	Total	210 000,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla L. **Gastos indirectos mensuales de fabricación del método semiautomático**

Gasto Indirecto	Mensual
Energía eléctrica	16 000,00
Mantenimiento y reparaciones	45 000,00
Gastos de distribución	54 382,12
Gastos de mercadotecnia	24 925,60
Otros	45 076,99

Fuente: elaboración propia.

Tabla LI. **Prestaciones laborales mensuales de mano de obra indirecta del método semiautomático**

Salarios promedios mensuales			Prestaciones laborales mensuales							
Salario	Cantidad	Total	IGGS	IRTRA	INTECAP	Bono 14	Aguinaldo	Indemnización	Subtotales	
3 000,00	24	72 000,00	7 682,40	720,00	720,00	6 000,00	6 000,00	7 000,00	28 122,40	
6 000,00	8	48 000,00	5 121,60	480,00	480,00	4 000,00	4 000,00	4 666,67	18 748,27	
15 000,00	6	90 000,00	9 603,00	900,00	900,00	7 500,00	7 500,00	8 750,00	35 153,00	
Total		210 000,00							Total	82 023,67

Fuente: elaboración propia.

Tabla LII. **Costo mensual de mano de obra indirecta del método semiautomático**

Renglón mensual	Cantidad
Total de salarios	210 000,00
Total de prestaciones laborales	82 023,67
Total horas extras y bonificaciones	16 750,00
Σ	= 308 773,67

Fuente: elaboración propia.

El costo de mano de obra indirecta mensual es Q 308 773,67, por lo que al multiplicarlo por los 12 meses del año se obtiene el costo de mano de obra indirecta anual, como se muestra a continuación:

$$\text{Mano de obra indirecta}_{Anual} = \text{Mano de obra indirecta}_{Mensual} * 12 \text{ meses/año}$$

$$MOI_{Anual} = Q 308 773,67/\text{mes} * 12 \text{ meses/año}$$

$$MOI_{Anual} = Q 3 705 284,04$$

El costo de mano de obra indirecta anual del método semiautomático corresponde a Q 3 705 284,04.

Tabla LIII. **Cálculo de gastos indirectos de fabricación anual del método semiautomático**

Gasto Indirecto	Mensual	Anual
Mano de obra indirecta	308 773,67	3 705 284,04
Energía eléctrica	16 000,00	192 000,00
Mantenimiento y reparaciones	45 000,00	540 000,00
Gastos de distribución	54 382,12	652 585,48
Gastos de mercadotecnia	24 925,60	299 107,20
Otros	45 076,99	540 923,88
Total	494 158,38	5 929 900,60

Fuente: elaboración propia.

$$GIF_{Anual} = \sum \text{Gastos indirectos}_{mensuales} * 12 \text{ meses/año}$$

$$GIF_{Anual} = Q 494 158,38/\text{mes} * 12 \text{ meses/año}$$

$$GIF_{Anual} = Q 5 929 900,60$$

Los gastos indirectos de fabricación anuales del método semiautomático corresponden a Q 5 929 900,60.

- Costo anual de producción

El costo anual de producción se obtendrá al sumar los costos anuales de mano de obra directa, de materia prima y gastos indirectos de fabricación, como se muestra a continuación:

$$\text{Costo producción}_{\text{Anual}} = \text{MOD}_{\text{Anual}} + \text{MP}_{\text{Anual}} + \text{GIF}_{\text{Anuales}}$$

$$\text{Costo producción}_{\text{Anual}} = 3\,110\,443,60 + 2\,642\,769,80 + 5\,929\,900,60$$

$$\text{Costo producción}_{\text{Anual}} = \text{Q } 11\,683\,114,00$$

Se puede concluir que el costo de producción anual mediante el método semiautomático es de Q 11 683 114,00.

- Costo por unidad

Al tener el costo de producción anual podemos calcular el costo de unitario de la siguiente manera:

$$\text{Costo}_{\text{Unidad}} = \frac{\text{Costo producción}_{\text{Anual}}}{\text{Lotes producción}_{\text{Anual}} * \text{Unidades}_{\text{Lote producción}}}$$

$$\text{Costo}_{\text{Unidad}} = \frac{\text{Q } 11\,683\,114,00/\text{año}}{205 \text{ lotes/año} * 19\,652 \text{ unidades/lote}}$$

$$\text{Costo}_{\text{Unidad}} = \text{Q } 2,90$$

El costo unitario del producto terminado mediante el método semiautomático de producción es de Q 2,90.

3.7.1.2. Costos del método automático

Para determinar el costo anual de la mano de obra directa para el método automático se cuenta con los siguientes datos de los salarios estimados promedios mensuales y de la cantidad de personas que los perciben, a cuyos totales mensuales se les deben calcular las prestaciones laborales mensuales y anuales. Los salarios siguen siendo los mismos pero la cantidad de personas disminuirá debido a que al modificar el método de trabajo se requiere menos personal operativo. A continuación, los datos estimados:

Tabla LIV. **Salarios promedios mensuales de mano de obra directa del método automático**

Salario promedio mensual	Cantidad	Subtotal mensual
3 000,00	16	48 000,00
6 000,00	4	24 000,00
15 000,00	4	60 000,00
	Total	132 000,00

Fuente: elaboración propia.

- Cálculo de mano de obra directa anual

Para establecerse el costo de mano de obra directa anual del método semiautomático se sigue el mismo procedimiento utilizado para calcular el costo de mano de obra directa anual del método automático, que se obtendrá al calcular las prestaciones laborales mensuales sumadas a la cantidad total de salarios

mensuales y al presupuesto mensual establecido para horas extras y bonificaciones, y luego este costo debe ser multiplicado por los 12 meses del año.

- Cálculo de prestaciones laborales

Para el siguiente cálculo se utilizan las tablas XLIII y LIII como referencia.

Tabla LV. **Prestaciones laborales mensuales de mano de obra directa del método automático**

Salarios promedios mensuales			Prestaciones laborales mensuales							
Salario	Cantidad	Total	IGGS	IRTRA	INTECAP	Bono 14	Aguinaldo	Indemnización	Subtotales	
3 000,00	16	48 000,00	5 121,60	480,00	480,00	4 000,00	4 000,00	4 666,67	18 748,27	
6 000,00	4	24 000,00	2 560,80	240,00	240,00	2 000,00	2 000,00	2 333,33	9 374,13	
15 000,00	4	60 000,00	6 402,00	600,00	600,00	5 000,00	5 000,00	5 833,33	23 435,33	
Total		132 000,00							Total	51 557,73

Fuente: elaboración propia.

El costo de prestaciones laborales mensuales para la mano de obra directa del método automático de producción es Q 51 557,73.

Para este método el presupuesto mensual establecido para horas extras y bonificaciones es equivalente a Q 17 500,00, siendo este menor al presupuesto del método semiautomático debido a la reducción de horas extras y bonificaciones para el personal operativo, y adecuado a la nueva metodología operativa.

Tabla LVI. **Costo mensual de mano de obra directa del método semiautomático**

Renglón mensual	Cantidad
Total de salarios	132 000,00
Total de prestaciones laborales	51 557,73
Total horas extras y bonificaciones	17 500,00
Σ	= 201 057,73

Fuente: elaboración propia.

El costo de mano de obra directa mensual para el método automático es equivalente a Q 201 057,73, por lo que al multiplicarlo por los 12 meses del año obtendremos el costo de mano de obra directa anual como se muestra a continuación:

$$\text{Mano de obra directa}_{Anual} = \text{Mano de obra directa}_{Mensual} * 12 \text{ meses/año}$$

$$MOD_{Anual} = Q 201 057,73/\text{mes} * 12 \text{ meses/año}$$

$$MOD_{Anual} = Q 2 412 692,80$$

El costo de mano de obra directa anual del método automático es correspondiente a Q 2 412 692,80.

- Cálculo de materia prima

Para determinar el costo de materia prima anual es necesario determinar el costo de materia prima por lote de producción y luego multiplicarlo por la cantidad de lotes a producir en el año. Para este método el costo varía del anterior debido

a que al aumentar el aprovechamiento del producto en la etapa de llenado y disminuir los derrames, se llenan más envases, y estas unidades aumentan la cantidad de materiales de empaque, que tienen un costo extra, por lo que los materiales estimados se muestran a continuación:

Tabla LVII. **Costo de materia prima por lote de producción del método automático**

Material		Cantidad	Medida	Costo por unidad de medida	Total
Materia prima	Leche cruda	4 000	Litros	1,50	6 000,00
	Cultivo de Lactobacilos	70	Gramos	4,00	280,00
Insumos	Leche descremada en polvo	400	Gramos	0,04	16,00
	Azúcar	240	Gramos	0,01	2,40
Material de empaque	Envases	20 394	unidades	0,25	5 098,50
	Etiquetas	20 394	unidades	0,08	1 631,52
Otros	Pruebas de análisis	4	unidades	18,00	72,00
Total	MP por lote de producción				13 100,42

Fuente: elaboración propia.

$$\text{Costo de Materia Prima}_{\text{Anual}} = \text{Costo de Materia Prima}_{\text{por lote}} * 205 \text{ lotes/año}$$

$$MP_{\text{Anual}} = Q 13 100,42/\text{lote} * 205 \text{ lotes/año}$$

$$MP_{\text{Anual}} = Q 2 685 586,10$$

El costo de materia prima para producción anual mediante el método automático es de Q 2 685 586,10.

- Gastos indirectos de fabricación

Para determinar los gastos indirectos de fabricación para este método se realiza el mismo proceso que para el método semiautomático contando con que para este método la mano de obra indirecta no varía con respecto al anterior por lo que se utilizan los mismos datos resultantes de la tabla LI, siendo el costo de mano de obra indirecta mensual de Q 308 773,67, que al multiplicarlo por los 12 meses del año dará como resultado el costo de mano de obra indirecta anual, como se muestra a continuación.

$$\text{Mano de obra indirecta}_{Anual} = \text{Mano de obra indirecta}_{Mensual} * 12 \text{ meses/año}$$

$$MOI_{Anual} = Q 308 773,67/\text{mes} * 12 \text{ meses/año}$$

$$MOI_{Anual} = Q 3 705 284,04$$

El costo de mano de obra indirecta anual del método automático corresponde a Q 3 705 284,04.

Teniendo los datos anteriores se procede a presentar los otros gastos estimados para el método automático que forman parte de este renglón contable, siendo los siguientes:

Tabla LVIII. **Gastos indirectos mensuales de fabricación del método automático**

Gasto Indirecto	Mensual
Energía eléctrica	12 000,00
Mantenimiento y reparaciones	37 500,00
Gastos de distribución	54 437,91
Gastos de mercadotecnia	24 925,60
Otros	8 500,00

Fuente: elaboración propia.

Tabla LIX. **Cálculo de gastos indirectos de fabricación anual del método automático**

Gasto Indirecto	Mensual	Anual
Mano de obra indirecta	308 773,67	3 705 284,00
Energía eléctrica	12 000,00	144 000,00
Mantenimiento y reparaciones	37 500,00	450 000,00
Gastos de distribución	54 437,91	653 254,90
Gastos de mercadotecnia	24 925,60	299 107,20
Otros	8 500,00	102 000,00
Total	446 137,18	5 353 646,10

Fuente: elaboración propia.

$$GIF_{Anual} = \sum \text{Gastos indirectos}_{mensuales} * 12 \text{ meses/año}$$

$$GIF_{Anual} = Q 446 137,18/\text{mes} * 12 \text{ meses/año}$$

$$GIF_{Anual} = Q 5 353 646,10$$

Los gastos indirectos de fabricación anuales del método automático corresponden a Q 5 353 646,10.

- Costo anual de producción

El costo anual de producción lo obtendremos al sumar los costos anuales de mano de obra directa, de materia prima y gastos indirectos de fabricación, al igual que en el método semiautomático, como se muestra a continuación:

$$\text{Costo producción}_{\text{Anual}} = \text{MOD}_{\text{Anual}} + \text{MP}_{\text{Anual}} + \text{GIF}_{\text{Anuales}}$$

$$\text{Costo producción}_{\text{Anual}} = 2\,412\,692,80 + 2\,685\,586,10 + 5\,353\,646,10$$

$$\text{Costo producción}_{\text{Anual}} = Q\,10\,451\,925,00$$

El costo de producción anual mediante el método automático es Q 10 451 925,00.

- Costo por unidad

Al tener el costo de producción anual podemos calcular el costo de unitario de la siguiente manera:

$$\text{Costo}_{\text{Unidad}} = \frac{\text{Costo producción}_{\text{Anual}}}{\text{Lotes producción}_{\text{Anual}} * \text{Unidades}_{\text{Lote producción}}}$$

$$\text{Costo}_{\text{Unidad}} = \frac{Q\,10\,451\,925,00/\text{año}}{205 \frac{\text{lotes}}{\text{año}} * 20\,394 \text{ unidades/lote}}$$

$$\text{Costo}_{\text{Unidad}} = Q\,2,50$$

El costo unitario del producto terminado mediante el método automático de producción es de Q 2,50.

3.7.2. Establecimiento de beneficios de la línea de producción

Es necesario establecer los beneficios económicos que tendrá la línea de producción de yogurt, para poder visualizar de forma más sencilla la optimización de los recursos económicos de la misma reflejados en el producto terminado.

3.7.2.1. Método semiautomático

El beneficio para el método semiautomático se determinó por unidad producida y vendida, para luego determinar el beneficio total de la producción anual.

Tabla LX. **Cálculo del beneficio unitario del método semiautomático**

Costo unitario	Precio venta unitario	Beneficio unitario
Q 2,90	Q 6,00	Q 3,10

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXI. **Cálculo del beneficio total anual del método semiautomático**

Producción	Cantidad (unidades)	Beneficio unitario	Beneficio Total
Diaria (1 lote)	19 652	Q 3,10	Q 60 921,20
Anual (205 lotes)	4 028 660	Q 3,10	Q 12 488 846,00

Fuente: elaboración propia.

El beneficio por unidad vendida es de Q 3,10 mediante el método semiautomático, por lo que el beneficio anual corresponde a Q 12 488 846,00.

3.7.2.2. Método automático

El beneficio para el método automático se determinó de igual manera que por el método semiautomático, por unidad producida y vendida, para luego determinar el beneficio total de la producción anual, como se muestra a continuación:

Tabla LXII. **Cálculo del beneficio unitario del método automático**

Costo unitario	Precio venta unitario	Beneficio unitario
Q 2,50	Q 6,00	Q 3,50

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXIII. **Cálculo del beneficio total anual del método automático**

Producción	Cantidad (unidades)	Beneficio unitario	Beneficio Total
Diaria (1 lote)	19 652	Q 3,50	Q 68 782,00
Anual (205 lotes)	4 028 660	Q 3,50	Q 14 100 310,00

Fuente: elaboración propia.

El beneficio por unidad vendida es de Q 3,50 mediante el método automático, por lo que el beneficio anual corresponde a Q 14 100 310,00.

4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA

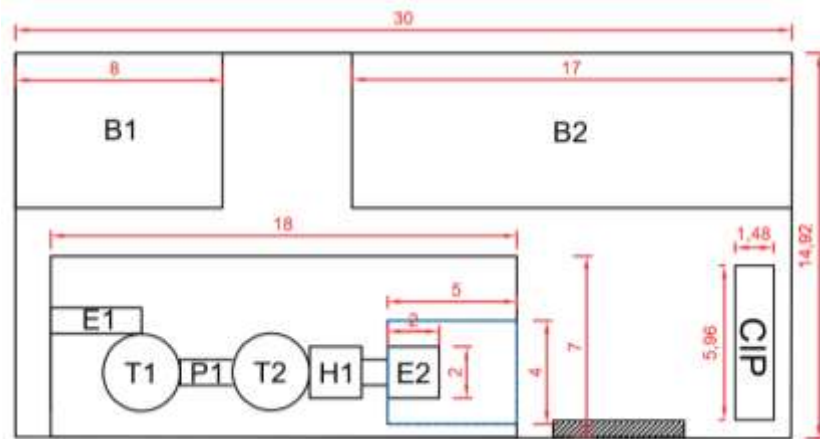
4.1. Departamento de producción

Para llevar a cabo la instalación de la nueva maquinaria automática de forma eficiente es imperativo que el departamento de producción evalúe los siguientes aspectos:

4.1.1. Espacio físico disponible

El espacio físico disponible es el espacio que puede ser utilizado para la instalación y uso de la nueva maquinaria y para ello se elaboró el siguiente plano de la planta de producción:

Figura 14. **Mapeo del espacio físico disponible en la planta de producción**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2016.

Tabla LXIV. **Listado de equipos mapeados en la planta de producción**

Código	Equipo
E1	Equipo de filtrado
T1	Tanque de formulación
P1	Pasteurizador
T2	Tanque de fermentación
H1	Homogeneizador
E2	Equipo de llenado
B1	Bodega de materia prima
B2	Bodega de producto terminado

Fuente: elaboración propia.

El equipo de llenado semiautomático utiliza un espacio aproximado de 4 m^2 y cuenta con un espacio disponible de 20 m^2 para la instalación de la nueva máquina de llenado.

4.1.2. Instalación de maquinaria automática

Para llevar a cabo la instalación de la nueva maquinaria para llevar a cabo el llenado de recipientes es de vital importancia considerar lo siguiente:

4.1.2.1. Equipo de instalación

Para facilitar la instalación de la maquinaria y garantizar su adecuado acoplamiento a la línea de producción, se contratará a un equipo externo especializado en los equipos para que lleven a cabo la desinstalación de la llenadora semiautomática e instalación de la llenadora automática.

4.1.2.2. Fecha de instalación

Se tienen programados cinco días para la desinstalación de la llenadora semiautomática, la instalación y las pruebas de instalación de la llenadora automática. Estos días serán del 13 al 17 de agosto de 2018.

4.1.2.3. Costo de instalación

Debido a que se tienen que elaborar tres lotes de producción de prueba para aprobar la instalación de la maquinaria, se necesita contabilizar el costo de esta producción que debe analizarse para aprobarse o desecharse, según corresponda. Además de esto, debe contabilizarse el costo del equipo de instalación. A continuación, se presenta un resumen de los costos de instalación:

Tabla LXV. **Cálculo del costo total de instalación**

Cantidad	Actividad	Costo Unitario	Costo Total
3	Lote de producción de 4 120 kg de yogurt bebible	Q 56 990,80	Q 170 972,40
1	Equipo de instalación de maquinaria automática	Q 50 000,00	Q 50 000,00
	Otros	Q 25 000,00	Q 25 000,00
Total			Q 245 972,40

Fuente: elaboración propia.

4.2. Plan de acción del método automático

Este plan de acción para el nuevo método de llenado define las actividades, los responsables y el tiempo en que deben desarrollarse las mismas, para que la transición del método semiautomático al método automático sea lo más eficiente posible.

4.2.1. Objetivos del plan de acción del método automático

- Contar con espacio físico suficiente y seguro para la desinstalación de la maquinaria semiautomática y la instalación de la maquinaria automática.
- Capacitar al personal para afrontar las complicaciones que pueda presentar la nueva maquinaria durante su operación.
- Minimizar el tiempo muerto de la línea de producción durante el cambio del método.
- Aprovechar al máximo el producto que se fabricará durante las pruebas de instalación disminuyendo los factores que pueden contaminarlo.

4.2.2. Estrategias del plan de acción del método automático

- Capacitación constante de todo el personal involucrado de forma directa con la implementación del nuevo método.
- Comunicación fluida y constante entre los responsables de las actividades y los operarios.
- Mejora y rediseño del nuevo método de producción.

4.2.3. Actividades del plan de acción del método automático

Las actividades a ejecutarse y las personas responsables de ejecutarlas para lograr una transición adecuada al nuevo método automático son las siguientes:

Tabla LXVI. **Actividades para instalación de maquinaria automática**

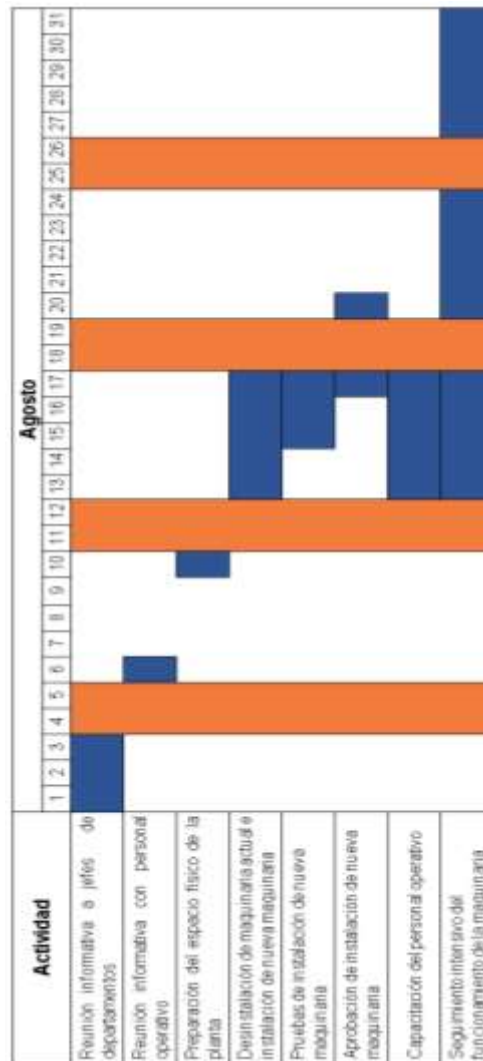
Actividad	Descripción	Responsable
Reunión informativa a jefes de departamentos.	Esta reunión informativa tiene como objetivo dar a conocer en términos generales el cambio de maquinaria.	Proveedor externo, Gerente de operaciones.
Reunión informativa con personal operativo.	El objetivo de esta reunión es informar al personal operativo el cambio de la maquinaria y todos los beneficios que obtendrá la empresa y el departamento específicamente, así como el cambio que surgirá en sus laborales cotidianas.	Gerente de operaciones.
Preparación del espacio físico de la planta.	Se debe despejar el espacio necesario para que al llevar a cabo la desinstalación de la maquinaria semiautomática haya suficiente espacio para colocarla mientras instalan la maquinaria automática, y también debe haber espacio suficiente para acoplar la nueva maquinaria a la línea de producción, ya que esta es de mayor tamaño que la anterior.	Jefe de producción, equipo operativo.
Desinstalación de maquinaria actual e instalación de nueva maquinaria.	Esta actividad se llevará a cabo por el proveedor de la maquinaria automática, mientras que el equipo operativo, los técnicos y el jefe de mantenimiento observan a una distancia prudente.	Proveedor externo, gerente de operaciones, jefe de producción.
Pruebas de instalación de nueva maquinaria.	Las pruebas de instalación consisten en elaborar tres lotes de producción de yogurt líquido de 4 000 litros de leche.	Proveedor externo, gerente de operaciones, jefe de producción.
Aprobación de instalación de nueva maquinaria.	Al terminar las pruebas de instalación si el producto cumple con todos los estándares de calidad y requisitos de inocuidad alimentaria, y si la maquinaria funciona adecuadamente, se aprueba.	Proveedor externo, gerente de operaciones, jefe de producción.
Capacitación del personal operativo.	Durante esta capacitación el personal operativo aprenderá el funcionamiento de la nueva maquinaria, así como los riesgos y como detectar fallas rápidamente en el mismo. También se les adiestrará en los procedimientos de limpieza.	Gerente de operaciones, jefe de producción.
Seguimiento intensivo del funcionamiento de la maquinaria.	Se debe dar seguimiento intensivo del funcionamiento de la nueva maquinaria desde el momento en que se realiza la instalación hasta cumplir los primeros 12 lotes de producción. Luego se lleva un seguimiento más rutinario y menos específico.	Gerente de operaciones, jefe de producción, jefe de mantenimiento.

Fuente: elaboración propia.

4.2.4. Cronograma del plan de acción del método automático

El cronograma del plan de acción del método automático se presenta a continuación:

Figura 15. Cronograma de actividades para instalación de maquinaria automática



Fuente: elaboración propia.

Nota: el color azul representa los días en los que se llevará a cabo la actividad correspondiente y el color naranja representa los días inhábiles para llevar a cabo cualquier actividad.

4.3. Análisis de variaciones en el proceso

Para establecer el porcentaje de las variaciones de tiempo entre la producción mediante el método semiautomático y el método automático es necesario comparar los datos de la duración de cada una de las operaciones del proceso y del tiempo total, como se muestra a continuación:

Tabla LXVII. **Determinación de variaciones en el proceso**

Operación	Duración (minutos)		Variación
	Método semiautomático	Método automático	
Recepción y filtrado	90	90	0 %
Formulación	90	90	0 %
Pasteurización	90	90	0 %
Enfriamiento	120	120	0 %
Fermentación	720	720	0 %
Homogenización	90	90	0 %
Llenado	240	120	50 %
Total	1 440	1 320	8,3 %

Fuente: elaboración propia.

En la operación de llenado se observa una variación en la duración del método semiautomático al método automático de un 50 %, por lo que se puede concluir que la cantidad de tiempo con el nuevo método disminuye a la mitad de su duración inicial y por lo tanto la eficiencia de la operación aumenta en un 50 %.

Esta variación en la operación de llenado provoca una variación en la duración del proceso completo, y esta variación es equivalente al 8,3 %, reduciendo 2 horas a la duración del ciclo operativo semiautomático de 24 horas.

4.4. Análisis de la productividad

Para obtener una conclusión concreta respecto a la variación en la productividad del proceso al cambiar el método semiautomático por el método automático, es imperativo analizar la producción, la eficiencia y la productividad teórica y real de cada método, para luego analizar los valores reales de cada uno de ellos comparados entre sí.

Tabla LXVIII. Bases el análisis de la productividad

Prestación	Base
Horas de producción anual	Horas de producción por lote * Lotes de producción al año
Productividad	$\frac{\text{Cantidad de unidades producidas al año}}{\text{Horas de producción anual}}$
Eficiencia	$\frac{\text{Producción anual real} * 100}{\text{Producción anual teórica}}$
Variación	$\text{Valor anual teórico} - \text{Valor anual real}$

Fuente: elaboración propia.

4.4.1. Método semiautomático

Para calcular las variaciones en el método semiautomático se requieren los siguientes datos, tomando como referencia para los cálculos la tabla LXVII:

- Producción anual teórica = 4 284 800 u
- Producción anual real = 4 087 616 u

- Horas de producción anual = 4 920 h

Tabla LXIX. **Cálculo de variación en la producción semiautomática**

	Valor teórico	Valor real	Variación	Eficiencia
Producción anual	4 284 800 u	4 087 616 u	(-) 197 184 u	95,4 %
Productividad	871 u/h	831 u/h	40 u/h	

Fuente: elaboración propia.

La variación en la producción anual entre el valor teórico y el valor real es de 197 184 unidades, dando una eficiencia del proceso de 95,4 % que condiciona la productividad real de la empresa con una variación negativa de 35 unidades por hora con respecto a la productividad teórica esperada.

4.4.2. Método automático

Para calcular las variaciones en el método automático se requieren los siguientes datos, tomando como referencia para los procedimientos la tabla LXVII:

- Producción anual teórica = 4 284 800 u
- Producción anual real = 4 241 952 u
- Horas de producción anual = 4 510 h

Tabla LXX. **Cálculo de variación en la producción automática**

	Valor teórico	Valor real	Variación	Eficiencia
Producción anual	4 284 800 u	4 241 952 u	(-) 42 848 u	99 %
Productividad	950 u/h	941 u/h	9 u/h	

Fuente: elaboración propia.

El método automático presenta tentativamente una variación en la producción anual entre el valor teórico y el valor real de 42 848 unidades, dando una eficiencia del proceso de un 99 % que condiciona la productividad real de la empresa con una variación negativa de 9 unidades por hora con respecto a la productividad teórica esperada.

4.4.3. Análisis de datos reales

Para analizar las variaciones de los datos reales de producción, eficiencia y productividad entre los dos métodos se utilizan como referencia los datos de las tablas LXVIII y LXIX.

Tabla LXXI. **Cálculo de variaciones entre el método semiautomático y el método automático**

Datos anuales reales	Método semiautomático	Método automático	Variación
Producción	4 087 616 u	4 241 952 u	(+) 154 336 u
Eficiencia	95,4 %	99 %	(+) 3,6 %
Productividad	831 u/h	941 u/h	(+) 110 u/h

Fuente: elaboración propia.

Se puede concluir, con el cambio del método semiautomático al método automático, que la producción anual aumentará en 154 336 unidades y mejorará

su eficiencia en un 3,6 %, presentando, asimismo, un aumento en la productividad de 110 unidades por hora equivalente al 13,2 % más.

4.5. Plan de acción del programa de mantenimiento

El plan de acción del programa de mantenimiento proporciona una calendarización de las actividades que deben llevarse a cabo para desarrollar un programa de mantenimiento adecuado para los equipos de la planta de producción, con la finalidad de alargar su vida útil, mantenerlos en buenas condiciones, y brindar disponibilidad y confiabilidad en los mismos.

4.5.1. Objetivos del programa de mantenimiento

- Generar monitoreos programados para los equipos críticos de la planta de producción.
- Tener una calibración continua de los equipos para asegurar que los resultados obtenidos de los mismos sean confiables.
- Disminuir los tiempos muertos o tiempos de paradas, de equipos en líneas de producción debido a mantenimientos correctivos.
- Disminuir los costos de reparaciones totales o parciales de algunos elementos de los equipos operativos.

4.5.2. Estrategias del programa de mantenimiento

- Diagnóstico general de los equipos
- Detección de fallas en equipos críticos
- Mantenimiento preventivo
- Seguimiento y reducción de mantenimientos correctivos

4.5.3. Actividades del programa de mantenimiento

Con base en las estrategias se determinarán las actividades que se llevarán a cabo para desarrollar el programa de mantenimiento adecuado para los equipos utilizados en la planta de producción. También deben asignarse las personas responsables de verificar el cumplimiento de dichas actividades.

Tabla LXXII. **Actividades del programa de mantenimiento**

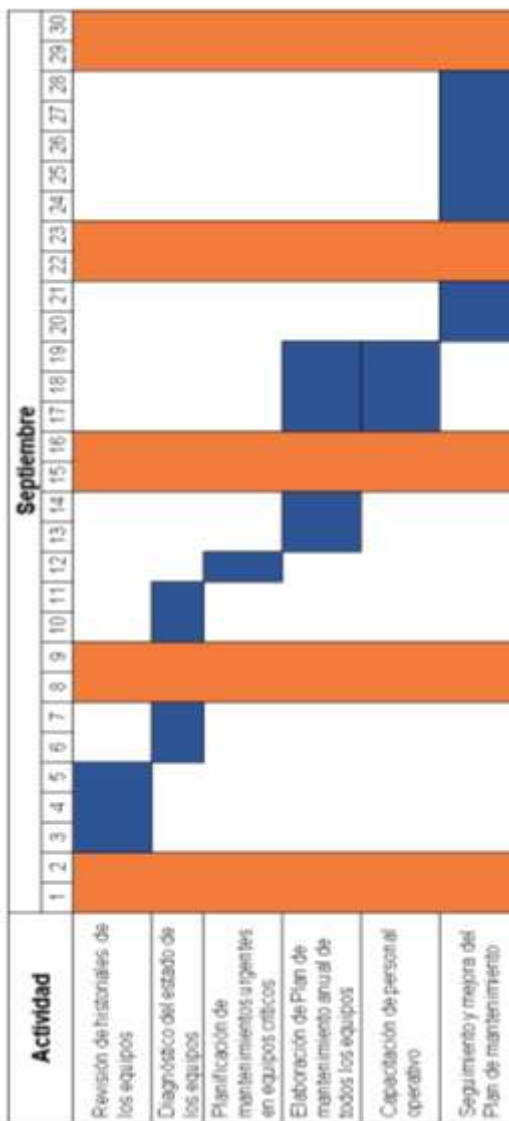
Actividad	Descripción	Responsable
Revisión de historiales de los equipos.	Revisión de los mantenimientos preventivos y correctivos realizados a los equipos en los últimos 3 años.	Jefe de mantenimiento.
Diagnóstico del estado de los equipos.	Revisión física de los equipos, recopilación y agrupación de los datos de mantenimientos obtenidos de los historiales de cada equipo. Determinación de los equipos que requieren atención inmediata y que son de vital importancia para el proceso.	Jefe de mantenimiento, gerente de operaciones.
Planificación de mantenimientos urgentes en equipos críticos.	Asignación de mantenimientos preventivos o correctivos de los equipos que requieren atención inmediata.	Jefe de mantenimiento.
Elaboración del plan de mantenimiento anual de todos los equipos.	Asignación de mantenimientos preventivos a todos los equipos de la planta de producción.	Jefe de mantenimiento.
Capacitación de personal operativo.	Todo el personal operativo debe ser capacitado en general sobre el uso de los equipos y adiestrado a profundidad para utilizar los equipos pertenecientes al área en el que se realice sus actividades, para detectar fallas en los mismos.	Jefe de mantenimiento, gerente de operaciones.
Seguimiento y mejora del plan de mantenimiento.	Se debe llevar un control mensual de las acciones correctivas y preventivas, y controles anuales de los mantenimientos realizados a todos los equipos.	Jefe de mantenimiento, gerente de operaciones.

Fuente: elaboración propia.

4.5.4. Cronograma del programa de mantenimiento

Para cada actividad del plan de acción se tienen fechas estimadas, distribuidas de la siguiente manera:

Figura 16. Cronograma de actividades del programa de mantenimiento



Fuente: elaboración propia.

Nota: el color azul representa los días en los que se llevará a cabo la actividad correspondiente y el color naranja representa los días inhábiles para llevar a cabo cualquier actividad.

4.6. Plan de acción del programa HACCP

Este plan de acción permite identificar las actividades requeridas para elaborar un programa HACCP que se adecue a las necesidades del producto, y así determinar las estrategias que ayuden a cumplir con los objetivos del departamento de calidad e inocuidad alimentaria.

4.6.1. Objetivos del programa HACCP

- Generar un proceso de producción de yogurt controlado e inocuo.
- Implementar la inclusión de todo el personal operativo con el compromiso de fabricar un producto seguro
- Determinar los peligros que pueden afectar el alimento durante el proceso de producción.
- Establecer los puntos críticos de control en la línea de producción.

4.6.2. Estrategias del programa HACCP

- Asesoría para la implantación del sistema de gestión.
- Inspecciones higiénico sanitarias.
- Auditorías internas.
- Mejora de programas prerrequisitos.
- Capacitación y adiestramiento del personal operativo.
- Concientización de la importancia de todo el personal en la fabricación de un alimento seguro para el consumo.

4.6.3. Actividades del programa HACCP

Las actividades que deben realizarse para elaborar e implementar un programa HACCP se presentan a continuación, y se asignarán las personas responsables de verificar el cumplimiento de dichas actividades.

Tabla LXXIII. **Actividades del programa HACCP**

Actividad	Descripción	Responsable
Capacitación general del uso del Programa HACCP.	Esta capacitación será para todo el personal operativo y los jefes que conforman el área operativa, y el objetivo principal es darles a conocer la importancia de tener un programa HACCP en la empresa para garantizar un producto inocuo.	Asesor externo, gerente de operaciones.
Conformación del equipo HACCP.	Se realizará una reunión de todo el personal operativo y los jefes del área operativa en el cual se conformará el equipo HACCP por voluntarios.	Gerente de operaciones.
Capacitación del equipo HACCP.	Esta capacitación es específica para el equipo HACCP ya que aprenderán como encontrar los peligros potenciales que se presentan en todas las etapas del proceso y cómo controlarlos.	Proveedor externo, gerente de operaciones.
Desarrollo o revisión y actualización de programas prerequisite.	Se revisarán los programas prerequisite existentes y se actualizarán, modificándolos en todo su contenido de ser necesarios.	Encargado de calidad, jefe de producción, asesor externo.
Elaboración del perfil del producto.	Esta actividad consiste en definir las características y cualidades del producto .	Encargado de calidad, jefe de producción.
Desarrollo del diagrama de flujo del proceso.	Se graficarán los pasos para fabricar el producto.	Jefe de producción.
Análisis de peligros.	Se determinarán los peligros potenciales que pueden afectar la calidad e inocuidad del producto en cada etapa del proceso productivo.	Encargado de calidad, asesor externo.
Determinación de puntos críticos de control.	Esta actividad consistirá en establecer las etapas del proceso que deben ser controladas con cuidado, ya que son fuentes potenciales de contaminación para el producto.	Encargado de calidad, jefe de producción, asesor externo.

Continuación de la tabla LXXIII.

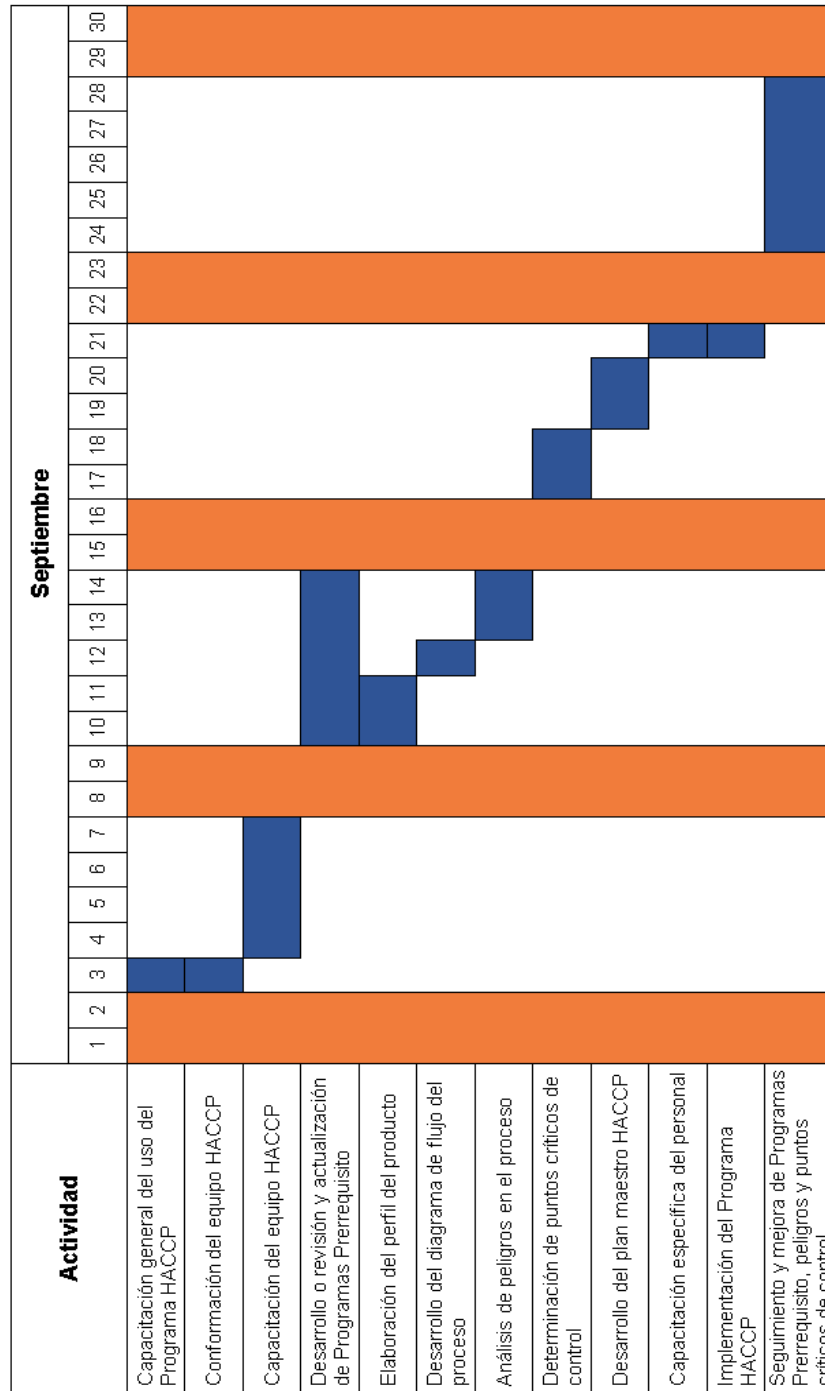
Desarrollo del plan maestro HACCP.	Se agrupará y ordenará toda la información acumulada en las actividades anteriores para darle forma al plan y establecerlo.	Encargado de calidad, jefe de producción, asesor externo.
Capacitación específica del personal.	Se debe capacitar al personal involucrado en la producción de yogurt con ayuda del plan maestro, para que puedan conocer los peligros potenciales y los puntos críticos de control en el proceso de producción y cómo puede afectar a la inocuidad del producto.	Encargado de calidad, asesor externo.
Implementación del programa HACCP.	Se implementarán controles y registros para asegurar que el programa está funcionando como se espera, y se realizarán capacitación sobre temas importantes como microbiología y mantenimiento.	Encargado de calidad, jefe de producción.
Implementación del programa HACCP.	Se implementarán controles y registros para asegurar que el programa está funcionando como se espera, y se realizarán capacitación sobre temas importantes como microbiología y mantenimiento.	Encargado de calidad, jefe de producción.
Seguimiento y mejora.	Se dará seguimiento constante al proceso y a los nuevos controles implementados en los puntos críticos de control, y se realizarán revisiones a los programas prerequisites para verificar que estos funcionen adecuadamente respecto a las necesidades del proceso y el producto final.	Encargado de calidad.

Fuente: elaboración propia.

4.6.4. Cronograma del programa HACCP

Cada una de las actividades que deben realizarse para llevar a cabo el programa HACCP se cuenta con fechas establecidas y distribuidas de la siguiente manera:

Figura 17. Cronograma de actividades del programa HACCP



Fuente: elaboración propia.

Nota: el color azul representa los días en los que se llevará a cabo la actividad correspondiente y el color naranja representa los días inhábiles para llevar a cabo cualquier actividad.

4.7. Análisis costo beneficio

Para realizar el análisis costo beneficio de la implementación del nuevo método de llenado en la línea de producción de yogurt líquido, se realizarán las siguientes comparaciones en los datos resultantes entre el método semiautomático y el método automático.

Tabla LXXIV. **Variación de costos de producción anual**

Costo	Método semiautomático	Método automático	Variación
Unitario	Q 2,90	Q 2,50	- Q 0,40
Diario (1 lote)	Q 56 990,80	Q 50 985,00	- Q 6 005,80
Anual (205 lotes)	Q 11 683 114,00	Q 10 451 925,00	- Q 1 231 189,00

Fuente: elaboración propia.

El costo unitario del yogurt líquido bebible disminuye 40 centavos al cambiar el método de llenado semiautomático por el automático, por lo que se puede determinar que durante un año el costo de producción mediante el método semiautomático equivalente a Q 11 683 114,00 disminuye a Q 10 451 925,00 mediante el método automático, teniendo una variación de Q 1 231 189,00.

Tabla LXXV. **Variación de beneficios de producción anual**

Beneficio	Método semiautomático	Método automático	Variación
Unitario	Q 3,10	Q 3,50	+ Q 0,40
Diario (1 lote)	Q 60 921,20	Q 71 379,00	+ Q 10 457,80
Anual (205 lotes)	Q 12 488 846,00	Q 14 632 695,00	+ Q 2 143 849,00

Fuente: elaboración propia.

El beneficio unitario del yogurt líquido bebible aumenta inversamente proporcional a la disminución del costo unitario, debido a que el beneficio se obtiene de disminuir el costo de producción sin variar el precio de venta del producto. Por lo tanto, se considera un aumento del beneficio de 40 centavos por unidad producida al cambiar el método de llenado semiautomático por el automático, por lo que se puede determinar que durante un año el beneficio de producción mediante el método semiautomático equivalente a Q 12 488 846,00 aumenta a Q 14 632 695,00 mediante el método automático, teniendo una variación de Q 2 143 849,00.

Tabla LXXVI. **Variaciones totales de costos y beneficios**

Estimaciones anuales	Método semiautomático	Método automático	Variación
Costo	Q 11 683 114,00	Q 10 451 925,00	- Q 1 231 189,00
Beneficio	Q 12 488 846,00	Q 14 632 695,00	+ Q 2 143 849,00
Totales	Q 24 171 960,00	Q 25 084 620,00	+ Q 911 660,00

Fuente: elaboración propia.

La cantidad monetaria movilizada durante un año de actividades mediante el método semiautomático corresponderá a Q 24 171 960,00, y mediante el

método automático corresponderá a Q 25 084 620,00, esta variación representa un aumento del 3,78 % equivalente a Q 911 660,00.

Tabla LXXVII. **Variación porcentual de costos entre el método semiautomático y el método automático**

Método	Cantidad movilizada anualmente	Costo	
		Valor	Porcentaje
Semiautomático	Q 24 171 960,00	Q 11 683 114,00	100 %
Automático	Q 25 084 620,00	Q 10 451 925,00	89,46 %
Variación	Q 912 660,00	Q 1 231 189,00	10,54 %

Fuente: elaboración propia.

Tabla LXXVIII. **Variación porcentual de beneficios entre el método semiautomático y el método automático**

Método	Cantidad movilizada anualmente	Beneficio	
		Valor	Porcentaje
Semiautomático	Q 24 171 960,00	Q 12 488 846,00	100 %
Automático	Q 25 084 620,00	Q 14 632 695,00	117,17 %
Variación	Q 912 660,00	Q 2 143 849,00	17,17 %

Fuente: elaboración propia.

El costo del método automático con respecto al semiautomático disminuye en un 10,54 %, mientras que el beneficio aumenta en un 17,17 % respectivamente.

5. SEGUIMIENTO O MEJORA

5.1. Índices de mejora

Los índices que deben analizarse para identificar variaciones en el proceso de producción de yogurt bebible son los siguientes:

5.1.1. Productividad

La productividad de la línea de producción de yogurt bebible deberá ser determinada mensualmente para llevar el control de los cambios en la misma durante períodos cortos de tiempo, pero también debe realizarse un reporte de las variaciones que pueden observarse cada 4 meses, para que al terminar el primer año de producción pueda observarse con mayor facilidad el comportamiento que tuvo, y determinar si hay algún tipo de patrón visible que pueda ayudar a encontrar mejoras en el método.

5.1.2. Eficiencia

La eficiencia de la línea de producción debe ser monitoreada mensualmente durante el primer año de implementación del método automático de llenado, para determinar de forma inmediata si el método está funcionando correctamente, y de no ser así, poder llevar a cabo las acciones adecuadas para identificar las fallas y proponer soluciones. Debido a que se tiene una eficiencia estimada del 99 % para el método, se puede contar con un valor para comparar los datos reales.

Se considera que los primeros 3 meses de producción automática en la operación de llenado serán los más inestables debido a las implicaciones de la nueva metodología, por lo que estos datos no serán tan relevantes como los que se obtendrán en los siguientes 9 meses de producción, a los cuales se les debe prestar mayor atención.

5.1.3. Reprocesos

Los reprocesos de producto se llevan a cabo normalmente por falta de cumplimiento de los requerimientos de calidad, y debido a que el método semiautomático utilizado con anterioridad exponía al producto a un proceso de espera de 4 horas para envasado, las características de éste podían sufrir alteraciones que condicionaran la calidad del producto. Por lo que al realizar el cambio del método y disminuir en un 50 % el tiempo de espera del producto para ser envasado, se estima una disminución del 20 % en reprocesos de producto durante el primer año de producción utilizando el nuevo método de llenado.

5.1.4. Rechazos

Se debe tener bajo control la cantidad de rechazos que se tendrán durante el primer año de producción con el método automático, debido a que al imposibilitar la probabilidad de contaminación del producto por contacto humano modificando el método de la operación de llenado, estos rechazos deberían disminuir considerablemente. Tomando en cuenta que la mayoría de los rechazos se lleva a cabo debido al incumplimiento de las características de calidad e inocuidad mínimas requeridas, mismas que eran difíciles de controlar mediante el método semiautomático de llenado por los elevados riesgos de contaminación cruzada durante el envasado del producto. Por lo que gracias a la posibilidad de un mejor control en esta etapa del proceso se estima una

disminución de rechazo de producto en un 40 % durante el primer año de producción utilizando el nuevo método de llenado.

5.2. Plan de capacitaciones

Este plan servirá para programar las capacitaciones de todo el personal involucrado directa e indirectamente en la producción de yogurt líquido. Para las capacitaciones de todo el personal operativo se preparan talleres y conferencias trimestralmente, utilizando 1 hora diaria durante 3 días a la semana, estos talleres estarán enfocados en los aspectos más importantes que afectan la producción. Esta planificación también se enfocará en preparar al personal encargado de alguna tarea, área o departamento en particular que requiera de conocimientos específicos para garantizar el adecuado desarrollo de su trabajo, por lo que se estimarán talleres o conferencias de carácter externo semestralmente para el personal que lo requiera.

5.2.1. Cronograma

A continuación, se presenta una propuesta de las capacitaciones que se recomiendan para preparar al personal operativo de la empresa.

Tabla LXXIX. **Cronograma del programa de capacitaciones**

Actividad	Tema	Fecha	Hora	Participantes
Taller de inocuidad	Microbiología	Primer trimestre	6 horas	Todo el personal operativo.
	BPM			
	BPH			
Taller de auditorías	Auditorías internas	Primer trimestre	18 horas	Encargados de departamentos operativos.
	Auditorías externas			
	Control de documentos			
Taller de control	Métodos de muestreo	Segundo trimestre	3 horas	Personal operativo de producción y de control de calidad.
	Registro de variaciones			
	Control de variaciones en el proceso			
Taller de calidad	Programas Prerrequisito	Tercer trimestre	6 horas	Todo el personal operativo.
	Métodos de control de calidad			
	Métodos de análisis			
Taller HACCP	Microbiología	Tercer trimestre	20 horas	Encargados de departamentos operativos.
	Análisis de peligros			
	Puntos críticos de control			
Taller de mantenimiento	Cuidado de los equipos	Cuarto trimestre	4 horas	Todo el personal operativo.
	Mantenimientos preventivos			
	Mantenimientos correctivos			

Fuente: elaboración propia.

5.2.2. Evaluación de la capacitación

Después de una capacitación se debe realizar una prueba en la que debe evaluar el conocimiento absorbido por cada persona, de esta manera se puede determinar la efectividad de la actividad.

Al tener los resultados de la evaluación se puede establecer si los métodos de instrucción son los adecuados para adiestrar al personal o si se deben buscar otras formas de enseñanza para una mayor absorción de información por parte de los asistentes.

Es imperativo que para cada capacitación se elaborare un formato de evaluación adecuado al tema a tratar, que valore objetivamente la información presentada por el capacitador y retenida por espectadores, por ello a continuación, se proponen dos evaluaciones que tienen el mismo enfoque de objetividad a pesar de ser temas totalmente diferentes.

Figura 18. **Formato de evaluación de capacitación de HACCP**

Evaluación de la capacitación	
Tema: Taller HACCP	Fecha:
Nombre:	Puesto:
1. Mencione dos peligros que puedan comprometer la inocuidad del producto:	
2. Realice un diagrama de flujo general del proceso de fabricación de yogurt líquido.	
3. Seleccione una etapa del proceso y mencione dos peligros que puedan presentarse.	
4. Determine si esta etapa del proceso es un punto crítico de control y por qué.	
5. ¿Para qué sirve un plan HACCP?	

Fuente: elaboración propia.

Figura 19. **Formato de evaluación de capacitación de auditorías**

Evaluación de la capacitación	
Tema: Taller de auditorías	Fecha:
Nombre:	Puesto:
1. ¿En qué consiste una auditoría interna?	
2. ¿En qué consiste una auditoría externa?	
3. ¿Qué es una no conformidad?	
4. ¿Por qué son importantes las auditorías en la empresa?	
6. ¿Considera más importante una auditoría interna o una auditoría externa?	

Fuente: elaboración propia.

5.3. Evaluación de desempeño

Es de vital importancia evaluar el rendimiento y cumplimiento de las obligaciones laborales de los empleados pertenecientes al área operativa y al área administrativa. Para ello, se recomienda que el jefe de cada departamento evalúe objetivamente el desempeño de todo el personal bajo su mando, con ayuda de los indicadores que correspondan a su área de trabajo. Para evaluar a los jefes de departamentos, se requiere del gerente general, ya que él es el único que puede valorar el trabajo de cada uno de ellos objetivamente.

A continuación, se propone una plantilla para realizar este tipo de evaluaciones.

Tabla LXXX. **Plantilla de evaluación de desempeño**

Evaluación de desempeño				
Nombre:			Puesto:	
Evaluador:			Fecha:	
Instrucciones: Evalúe del 1 al 5 las siguientes métricas:				
1. Malo	2. Regular	3. Bueno	4. Muy Bueno	5. Excelente
Desempeño laboral				Calificación
Cumplimiento oportuno de sus deberes				
Exactitud y calidad de trabajo				
Muestra autodisciplina en su actuar				
Respetar los horarios de entrada y salida				
Cumplimiento de fechas estimadas / pautadas				
Capacidad de realización				
Alto grado de conocimiento funcional				
Constante y perseverante por cumplir sus labores				
Factor humano/actitudinal				Calificación
Emprende o desarrolla tareas por iniciativa propia				
Procura superar dificultades que se presentan				
Dispuesto a colaborar en actividades con los demás				
Cuidadoso con sus pertenencias				
Generoso en ayudar				
Honesto				

Continuación de la tabla LXXX.

Reconoce errores y asume las consecuencias sin culpar a otros	
Demuestra sinceridad y transparencia	
Reconoce debilidades y fortalezas en su persona	
Acepta las críticas que se le hacen	
Buena actitud hacia los compañeros	
Adecuada presentación personal	
Puntual	
Habilidades	Calificación
Iniciativa	
Adaptabilidad	
Lenguaje correcto y moderado	
Potencialidad - Capacidad de aprendizaje	
Coordinación y liderazgo	
Manejo de conflictos	
Compromiso hacia el equipo	
Respuesta bajo presión	

Fuente: elaboración propia.

5.4. Auditorías

Las auditorías son parte esencial del control del nuevo método, ya que ayudan a corroborar el estado y comportamiento de las actividades, procesos, documentos, personal, instalaciones y equipos de la planta de producción. Por lo que se recomienda llevar a cabo dos tipos de auditorías que son:

5.4.1. Auditorías internas

El sistema de gestión de la calidad es el encargado de conformar el equipo encargado de llevar a cabo estas auditorías internas, mismas que tienen como objetivo crear una cultura de mejora continua en la empresa, ya que al realizarlas constante y prudentemente permiten identificar con mayor facilidad fallas y oportunidades.

Estas auditorías deben ser realizadas como mínimo cada 6 meses, para dar una cantidad de tiempo adecuada y prudente para que los departamentos preparen toda la documentación que será requerida para la evaluación, así como para desvanecer las no conformidades que les correspondan de anteriores auditorías internas o externas.

5.4.2. Auditorías externas

Estas auditorías están conformadas por las que deben ser realizadas obligatoriamente ya que los clientes de la empresa y las entidades gubernamentales lo exigen, así como por aquellas que la empresa decide realizar por voluntad propia, por ejemplo: para obtener la acreditación de una norma específica.

Para llevar a cabo estas auditorías el sistema de gestión debe organizar que todos los departamentos de la empresa preparen la documentación y las instalaciones que tienen bajo su control para que sean auditadas, y debe determinar al personal encargado de atender al equipo auditor visitante. Al finalizar la actividad cada departamento se encargará de encontrar solución a las no conformidades obtenidas mientras que el sistema de gestión se encargará de dar seguimiento a los avances para la solución de las no conformidades correspondientes a todos los departamentos de la empresa.

CONCLUSIONES

1. La empresa contaba con ineficiencia en la operación de llenado de envases en la línea de producción de yogurt por lo que para aumentar su productividad se mejoró el método de producción y para ello se cambió la maquinaria semiautomática por una automática en esta etapa del proceso, tal cambio permitió disminuir su tiempo de operación en un 50 %.
2. Se estableció que el método automático es el adecuado en la operación de llenado, ya que permitió que el tiempo de producción se redujera en un 8,33 %.
3. Se determinó que el método automático en la operación de llenado limita considerablemente la intervención del recurso humano por lo que se espera la disminución de rechazos de producto en un 40 %, durante el primer año de producción.
4. Al establecer un plan de seguridad alimentaria se garantiza un mejor control del producto en todas las etapas del proceso y se reducen en un 80 % los riesgos de contaminación.
5. La línea de producción de yogurt a base de lácteos aumenta su productividad en un 13,3 %, equivalente a 110 u/h, y su eficiencia en un 3,6 % mediante la automatización de la operación de llenado.

6. El costo del método automático con respecto al semiautomático disminuye en un 10,54 %, mientras que el beneficio aumenta en un 17,17 % respectivamente.

RECOMENDACIONES

1. Darle seguimiento al método automático de llenado para garantizar que la eficiencia alcanzada será constante a través del tiempo.
2. Capacitar al personal sobre la importancia de la modificación del método en la operación de llenado y la aplicación de nuevas técnicas de producción que permiten mejorar la veracidad de los procesos y la optimización de los recursos, para aumentar la participación y aceptación de las nuevas formas de trabajo.
3. Implementar una cultura comprometida a la mejora continua que permita crear consciencia y capacitar a todo el personal operativo de la empresa sobre la importancia de su adecuado desempeño y el cumplimiento de las normativas de inocuidad y calidad alimentaria.
4. Dar seguimiento y verificar que se cumplan las actividades establecidas en los cronogramas de los programas de mantenimiento y HACCP, para evaluar adecuadamente el desempeño del personal y la efectividad de los mismos programas.

BIBLIOGRAFÍA

1. ALEGRE DELGADO, Christian Omar. *Adaptación del reglamento técnico centroamericano RTCA 67.01.33.06, en la industria de alimentos y bebidas procesados, para aplicar las buenas prácticas de manufactura en una fábrica de chicles*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014. 227 p.
2. BARRERA REYES, Julio Enrique. *Procedimiento de muestreo, para la inspección por atributos en el proceso de llenado y empaque, en una planta procesadora de alimentos*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011. 122 p.
3. BARRERA TRABANINO, Diana Milendry. *Incremento en la productividad de la línea de empaque de botellas y estudio de condiciones laborales en Proctor & Gamble planta Escuintla*. Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011. 261 p.
4. BOCHE LÓPEZ, Adan Misael de Jesús. *Análisis de métodos y propuesta de mejora en el área de pesaje de ingredientes para la producción y empaque de premezclas en Industria Harinera Guatemalteca INHSA, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2011. 112 p.

5. BRAN GIRÓN, Braulio Bladimir. *Actualización del sistema de gestión de calidad basado en la Norma ISO 22,000 en las líneas de procesamiento de Palmito y Piña de Grupo Layta, S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Industrial, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2014. 228 p.

6. MOLINA CABRERA, Rafael Alexander. *Montaje de una inyectora de crema presurizada de pasteles, de la planta Bimbo de Centroamérica S.A.* Trabajo de graduación de Ing. Mecánico, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2009. 97 p.

7. NIEBEL, Benjamín, FREIVALDS Andris, *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo* 10a ed. Alfa omega, México, D.F. 2001 p.