



**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL**

**Trabajo final de graduación para optar por el grado de licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis en Mejora continua**

**Título del proyecto:**

**“REDUCCIÓN DE LA MERMA GENERADA DE LAS MIXTURAS SABORIZADAS EN LA PRODUCCIÓN DE LA ENVASADORA VITALINE EN PALETA CHOCOLETA 75G”**

**AUTOR:**

**Henry Antonio Urbina Valverde**

**Tutor:**

**Ing. Eduardo Muñoz Cárdenas. MBA**

**Heredia, diciembre, 2021**

## CARTA DE APROBACIÓN DEL TRIBUNAL EXAMINADOR



### TRIBUNAL EXAMINADOR

Este proyecto titulado: “**Reducción de la Merma Generada de las Mixturas Saborizadas en la Producción de la Envasadora Vitaline en Paleta Chocolatea 75 gramos**”, por el estudiante: **Henry Urbina Valverde**, fue aprobada por el Tribunal Examinador de la carrera de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina, Sede Heredia, como requisito para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial:

EDUARDO  
ANTONIO  
MUÑOZ  
CARDENAS  
(FIRMA)

Firmado digitalmente  
por EDUARDO  
ANTONIO MUÑOZ  
CARDENAS (FIRMA)  
Fecha: 2022.04.08  
09:34:17 -06'00'

---

**EDUARDO ANTONIO MUÑOZ CARDENAS**

### TUTOR

JORGE  
EDUARDO  
PEREIRA  
CALVO (FIRMA)

Firmado digitalmente  
por JORGE EDUARDO  
PEREIRA CALVO  
(FIRMA)  
Fecha: 2022.04.11  
11:02:47 -06'00'

---

**JORGE EDUARDO PEREIRA CALVO**

### LECTOR

LUCIA  
CATALINA  
SANCHEZ  
RAMIREZ  
(FIRMA)

Firmado digitalmente  
por LUCIA CATALINA  
SANCHEZ RAMIREZ  
(FIRMA)  
Fecha: 2022.04.13  
15:09:50 -06'00'

---

**LUCIA CATALINA SANCHEZ RAMIREZ**

**REPRESENTANTE DE RECTORÍA**

## CARTA DEL COMITÉ ASESOR

### COMITÉ ASESOR

EDUARDO  
ANTONIO MUÑOZ  
CARDENAS  
(FIRMA)

Firmado digitalmente por  
EDUARDO ANTONIO  
MUÑOZ CARDENAS  
(FIRMA)  
Fecha: 2022.04.08  
09:35:17 -06'00'

**EDUARDO ANTONIO MUÑOZ CARDENAS**

**TUTOR**

JORGE  
EDUARDO  
PEREIRA  
CALVO  
(FIRMA)

Firmado  
digitalmente por  
JORGE EDUARDO  
PEREIRA CALVO  
(FIRMA)  
Fecha: 2022.04.11  
11:01:21 -06'00'

**JORGE EDUARDO PEREIRA CALVO**

**LECTOR**

LUCIA  
CATALINA  
SANCHEZ  
RAMIREZ  
(FIRMA)

Firmado  
digitalmente por  
LUCIA CATALINA  
SANCHEZ  
RAMIREZ (FIRMA)  
Fecha:  
2022.04.13  
15:08:54 -06'00'

**LUCIA CATALINA SANCHEZ RAMIREZ**

**REPRESENTANTE DE RECTORÍA**

## CARTA DEL TUTOR

Heredia, **05 de Enero** de 2022

Señores  
Universidad Latina (campus Heredia)

Atención  
Departamento de Registro

Por medio del presente deseo hacer constar que, en mi calidad de Tutor, apruebo el presente documento de la Tesis titulada **“Reducción de la Merma Generada de las Mixturas Saborizadas en la Producción de la Envasadora Vitaline en Paleta Chocoleta 75 gramos”**, elaborada por el estudiante **Henry Urbina Valverde**, cédula de identidad **1-1492-0142**.

Este trabajo fue realizado con el fin de optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina de Costa Rica; y certifico que he revisado el documento de graduación y este cumple con todos los requisitos de forma y fondo que se solicita para esta modalidad por lo cual se le autoriza para ser presentado y defendido públicamente ante el Tribunal Académico de la Universidad, después de que sea revisado por el Lector y aprobado por el profesional en Filología.

Sin otro particular

EDUARDO  
ANTONIO MUÑOZ  
CARDENAS (FIRMA)



Firmado digitalmente por  
EDUARDO ANTONIO MUÑOZ  
CARDENAS (FIRMA)  
Fecha: 2022.04.08 09:34:50 -06'00'

**EDUARDO ANTONIO MUÑOZ CARDENAS**  
Tutor

## CARTA DEL LECTOR

Heredia, **05 de Enero** de 2022

Señores  
Universidad Latina (campus Heredia)

Atención  
Departamento de Registro

Por medio del presente deseo hacer constar que, en mi calidad de Lector, apruebo el presente documento de la Tesis titulada "**Reducción de la Merma Generada de las Mixturas Saborizadas en la Producción de la Envasadora Vitaline en Paleta Chocoleta 75 gramos**", elaborada por el estudiante **Henry Urbina Valverde**, cédula de identidad **1-1492-0142**.

Este trabajo fue realizado con el fin de optar por el grado académico de Licenciatura en Ingeniería Industrial de la Universidad Latina de Costa Rica; y certifico que he revisado el documento de graduación y este cumple con todos los requisitos de forma y fondo que se solicita para esta modalidad por lo cual se le autoriza para ser presentado y defendido públicamente ante el Tribunal Académico de la Universidad, después de que sea revisado por el Tutor y aprobado por el profesional en Filología.

Sin otro particular

JORGE  
EDUARDO  
PEREIRA  
CALVO (FIRMA)

Firmado digitalmente  
por JORGE EDUARDO  
PEREIRA CALVO  
(FIRMA)  
Fecha: 2022.04.11  
11:02:16 -06'00'

**JORGE EDUARDO PEREIRA CALVO**

Lector

## CARTA DEL FILÓLOGO

### Carta de revisión filológica

San José, 8 de febrero de 2022

Señores  
Escuela de Ingeniería Industrial  
Facultad de Ingeniería y Arquitectura  
Universidad Latina de Costa Rica

Estimados señores:

He revisado y corregido en todos los extremos filológicos: la redacción, la ortografía, la puntuación, la morfología, la sintaxis y los vicios del trabajo titulado **“Reducción de la merma generada de las mixturas saborizadas en la producción de la envasadora Vitaline en paleta chocoleta 75g”**, presentado por el estudiante Henry Antonio Urbina Valverde, para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial con énfasis Mejora Continúa

Con las correcciones realizadas en este trabajo de investigación, este es un documento con valor filológico y cumple con los requisitos necesarios para ser presentado ante las autoridades universitarias correspondientes.

Atentamente,

MARGARITA  
SIRLENE CHAVES  
BONILLA (FIRMA)

Firmado digitalmente por  
MARGARITA SIRLENE  
CHAVES BONILLA (FIRMA)  
Fecha: 2022.02.08  
15:24:49 -06'00'

Margarita Sirlene Chaves Bonilla

Filóloga

Cédula 2 0717 0620

Carné 83791 (COLYPRO)

## CARTA DE AUTORIZACIÓN CRAI

**Licencia De Distribución No Exclusiva (carta de la persona autora para uso didáctico)**

**Universidad Latina de Costa Rica**

**Yo (Nosotros):** Henry Antonio Urbina Valverde

**De la Carrera / Programa:** Ingeniería Industrial con énfasis en mejora continua

**Modalidad de TFG:** Proyecto

**Titulado:** “REDUCCIÓN DE LA MERMA GENERADA DE LAS MIXTURAS SABORIZADAS EN LA PRODUCCIÓN DE LA ENVASADORA VITALINE EN PALETA CHOCOLETA 75G”

Al firmar y enviar esta licencia, usted, el autor (es) y/o propietario (en adelante el “AUTOR”), declara lo siguiente: **PRIMERO:** Ser titular de todos los derechos patrimoniales de autor, o contar con todas las autorizaciones pertinentes de los titulares de los derechos patrimoniales de autor, en su caso, necesarias para la cesión del trabajo original del presente TFG (en adelante la “OBRA”). **SEGUNDO:** El AUTOR autoriza y cede a favor de la UNIVERSIDAD U LATINA S.R.L. con cédula jurídica número 3-102-177510 (en adelante la “UNIVERSIDAD”), quien adquiere la totalidad de los derechos patrimoniales de la OBRA necesarios para usar y reusar, publicar y republicar y modificar o alterar la OBRA con el propósito de divulgar de manera digital, de forma perpetua en la comunidad universitaria. **TERCERO:** El AUTOR acepta que la cesión se realiza a título gratuito, por lo que la UNIVERSIDAD no deberá abonar al autor retribución económica y/o patrimonial de ninguna especie. **CUARTO:** El AUTOR garantiza la originalidad de la OBRA, así como el hecho de que goza de la libre disponibilidad de los derechos que cede. En caso de impugnación de los derechos autorales o reclamaciones instadas por terceros relacionadas con el contenido o la autoría de la OBRA, la responsabilidad que pudiera derivarse será exclusivamente de cargo del AUTOR y este garantiza mantener indemne a la UNIVERSIDAD ante cualquier reclamo de algún tercero. **QUINTO:** El AUTOR se compromete a guardar confidencialidad sobre los alcances de la presente cesión; incluyendo todos aquellos temas que sean de orden meramente institucional o de organización interna de la UNIVERSIDAD **SEXTO:** La presente autorización y cesión se regirá por las leyes de la República de Costa Rica. Todas las controversias, diferencias, disputas o reclamos que pudieran derivarse de la presente cesión y la materia a la que este se refiere, su ejecución, incumplimiento, liquidación, interpretación o validez, se resolverán por medio de los Tribunales de Justicia de la República de Costa Rica, a cuyas normas se someten el AUTOR y la UNIVERSIDAD, en forma voluntaria e incondicional. **SÉPTIMO:** El AUTOR acepta que la UNIVERSIDAD, no se hace responsable del uso, reproducciones, venta y distribuciones de todo tipo de fotografías, audios, imágenes, grabaciones, o cualquier otro tipo de

presentación relacionado con la **OBRA**, y el **AUTOR**, está consciente de que no recibirá ningún tipo de compensación económica por parte de la **UNIVERSIDAD**, por lo que el **AUTOR** haya realizado antes de la firma de la presente autorización y cesión. **OCTAVO**: El **AUTOR** concede a **UNIVERSIDAD**, el derecho no exclusivo de reproducción, traducción y/o distribuir su envío (incluyendo el resumen) en todo el mundo en formato impreso y electrónico y en cualquier medio, incluyendo, pero no limitado a audio o video. El **AUTOR** acepta que **UNIVERSIDAD**, puede, sin cambiar el contenido, traducir la **OBRA** a cualquier lenguaje, medio o formato con fines de conservación. **NOVENO**: El **AUTOR** acepta que **UNIVERSIDAD** puede conservar más de una copia de este envío de la **OBRA** por fines de seguridad, respaldo y preservación. El **AUTOR** declara que el envío de la **OBRA** es su trabajo original y que tiene el derecho a otorgar los derechos contenidos en esta licencia. **DÉCIMO**: El **AUTOR** manifiesta que la **OBRA** y/o trabajo original no infringe derechos de autor de cualquier persona. Si el envío de la **OBRA** contiene material del que no posee los derechos de autor, el **AUTOR** declara que ha obtenido el permiso irrestricto del propietario de los derechos de autor para otorgar a **UNIVERSIDAD** los derechos requeridos por esta licencia, y que dicho material de propiedad de terceros está claramente identificado y reconocido dentro del texto o contenido de la presentación. Asimismo, el **AUTOR** autoriza a que en caso de que no sea posible, en algunos casos la **UNIVERSIDAD** utiliza la **OBRA** sin incluir algunos o todos los derechos morales de autor de esta. **SI AL ENVÍO DE LA OBRA SE BASA EN UN TRABAJO QUE HA SIDO PATROCINADO O APOYADO POR UNA AGENCIA U ORGANIZACIÓN QUE NO SEA UNIVERSIDAD U LATINA, S.R.L., EL AUTOR DECLARA QUE HA CUMPLIDO CUALQUIER DERECHO DE REVISIÓN U OTRAS OBLIGACIONES REQUERIDAS POR DICHO CONTRATO O ACUERDO. La presente autorización se extiende el día 29 de Marzo de 2022 a las 19:00**

**Firma del estudiante(s):**

Henry Cibrán Valverde



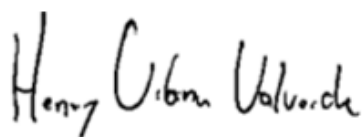
**DECLARACIÓN JURADA****DECLARACIÓN JURADA**

Yo, Henry Antonio Urbina Valverde estudiante de la Universidad Latina de Costa Rica, declaro bajo la fe de juramento y consciente de las responsabilidades penales de este acto, que soy Autor Intelectual del Proyecto de Graduación/Tesis/Práctica Profesional titulado:

“REDUCCIÓN DE LA MERMA GENERADA DE LAS MIXTURAS SABORIZADAS EN LA PRODUCCIÓN DE LA ENVASADORA VITALINE EN PALETA CHOCOLETA 75G”

Por lo que libero a la Universidad de cualquier responsabilidad en caso de que mi declaración sea falsa.

Firmo en Heredia, marzo 2022



---

Henry Antonio Urbina Valverde

Cedula 1-1492-0142

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios y a todas las personas que lograron que esto fuera posible.

## **DEDICATORIA**

A toda mi familia que siempre ha sido incondicional conmigo.

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente trabajo final de investigación describe el proyecto en relación con la disminución de merma de mixtura saborizada que genera la envasadora Vitaline, al momento de producir el helado identificado como Chocoleta en presentación de 75g. Actualmente, el establecimiento cuenta con una cantidad de mixtura teórica para elaborar un lote de helados, sin embargo, al momento de producir, se utiliza una cantidad real muy distinta que difiere y que genera una pérdida extraordinaria de su materia prima más costosa, traduciéndose en pérdidas económicas importantes.

El estudio y análisis para este proyecto se enfocó en la búsqueda e identificación de las principales causas presentes en el proceso que estaban generando la diferencia entre el valor teórico y el valor real, con el fin de disminuir la merma de mixtura saborizada. Debido a la complejidad del proceso y a las múltiples variables que pueden generar una variación, se lograron detectar 8 principales causas que estaban generando la diferencia, en donde 5 de esas causas están relacionadas con la máquina utilizada para envasar el producto, 1 de ellas está vinculada con el personal y 2 de ellas se relacionan con el método utilizado.

Las causas fueron identificadas como llenado disparejo de boquillas dispensadoras de mixtura, goteo de mixtura en boquillas de llenado, incorporación de aire en la mixtura, extractores pegados, problemas de insertador de paletas, problemas con video jet, ajuste de empujadores y la última causa está relacionada con las mandíbulas de sellado. Una vez que estas se lograron identificar, se procedió con la elaboración de una o varias acciones de mejora para cada una de ellas, de tal manera que la propuesta fuera integral para la solución del problema detectado.

Las acciones de mejora fueron identificadas como cambio de resortes y balines en mal estado; cambio de empaques en mal estado; elaboración de matriz de asignación de tareas RACI para la ejecución de la revisión y cambio; cambio del cilindro de refrigeración que se encuentra en mal estado y que permite la incorporación y mezcla del aire en la mixtura; creación de una guía visual para determinar si las placas de los extractores cumplen con las dimensiones adecuadas que permiten su correcto funcionamiento; elaboración de un procedimiento estándar operativo para determinar la velocidad de los extractores; confección de una guía visual para

identificar la correcta posición de las guías de bronce y evitar que los extractores bajen de manera correcta; elaboración de matriz de asignación de tareas para la revisión de las latas y resortes de los extractores para que sujeten las paletas de los helados de manera adecuada; creación de un cronograma para la revisión del estado del insertador de paletas; identificación de las mangueras de aire con numeración para evitar que se coloquen de manera errónea; elaboración de un procedimiento estándar operativo para delegar al operador la tarea de revisión de las paletas, mientras el ayudante realiza alguna otra actividad; confección de un cronograma de revisión y limpieza de cabezote; identificación de los equipos con el uso correcto de tintas que utiliza la video jet; elaboración de una LUP (Lección en un punto) para tener la guía visual del correcto armado de la cadena de los empujadores; así como la creación de documento en donde se le indique al operador la temperatura a utilizar en las mandíbulas de sellado, según el tipo de envoltura requerida.

El costo de la sumatoria de todas las propuestas planteadas como acciones de mejora para cada una de las causas asciende a un monto de ¢3 164 973, sin embargo, el ingreso en el primer mes en relación con el volumen de producción corresponde a un monto de ¢5 499 000. De tal manera que la inversión realizada se pueda recuperar en un periodo de tiempo de 17,2 días, a partir del momento en que estén implementadas todas las propuestas.

El proyecto se conforma de ocho capítulos conformados por la introducción, marco teórico del proyecto, marco metodológico, marco situacional, análisis de la situación actual, propuesta de mejora, impacto financiero de la propuesta, conclusiones y recomendaciones. Lo anterior permite que el proyecto mantenga una estructura e hilo conductor que facilite su entendimiento para una mejor aplicación.

**TABLA DE CONTENIDOS**

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN .....	1
1.1 Descripción general del proyecto .....	2
1.2 Antecedentes del problema de estudio .....	2
1.3 Justificación del problema de estudio .....	4
1.4 Planteamiento del problema .....	6
1.5 Preguntas de investigación .....	7
1.6 Objetivos del proyecto .....	7
1.6.1 Objetivo general .....	7
1.6.2 Objetivos específicos .....	7
1.7 Alcances del proyecto .....	8
1.8 Limitaciones del proyecto .....	9
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....	10
2.1 MARCO CONCEPTUAL.....	11
2.1.1 Diagrama de Flujo .....	11
2.1.2 Diagrama Ishikawa .....	13
2.1.3 Diagrama de Pareto .....	13
2.1.4 Histogramas .....	14
2.1.5 Desperdicios de Manufactura (Muda) .....	15

2.1.6 Proceso.....	16
2.1.7 Diagrama de Dispersión .....	16
2.1.8 Mejora de la productividad.....	17
2.1.9 Gráficas de Control.....	17
2.1.10 Muestreo estadístico .....	17
2.1.11 Media Aritmética.....	18
2.1.12 Desviación estándar .....	18
2.1.13 Rango.....	19
2.1.14 Overrun de un Helado.....	19
2.1.15 Distribución normal.....	20
2.1.16 Gráfico de barras .....	21
2.1.17 Lluvia de ideas.....	21
2.1.18 Diagrama SIPOC .....	21
2.1.19 Prueba de hipótesis .....	22
2.1.20 Metodología DMAIC .....	22
2.1.21 ANOVA.....	23
2.1.22 Observación .....	23
2.1.23 Entrevistas .....	24
2.1.24 Poka Yoke.....	24
2.1.25 Diagrama RACI.....	24

2.1.26 ROI .....	25
2.1.27 Tiempo de recuperación .....	25
2.1.28 Diagrama de Gantt.....	25
2.1.29 Diagrama de cajas.....	26
CAPÍTULO III.....	27
MARCO METODOLOGICO.....	27
3.1 Tipo de investigación.....	28
3.1.1 Método cualitativo.....	28
3.1.2 Método cuantitativo .....	28
3.2 Alcance de la investigación .....	29
3.3 Fuentes de información .....	30
3.4 Técnicas y recolección de datos .....	32
3.5 Procedimiento metodológico de la investigación.....	33
3.6 Cuadro de variables .....	33
3.7 Cronograma de actividades .....	39
3.8 Diagrama Gantt.....	40
CAPÍTULO IV.....	42
MARCO SITUACIONAL .....	42
4.1 Historia de la empresa.....	43
4.2 Ubicación de la empresa .....	44



4.3 Organigrama de la empresa.....	44
4.4 Estrategia organizacional .....	46
4.4.1 Misión.....	47
4.4.2 Visión.....	47
4.4.3 Valores de la empresa.....	47
4.4.3.1 Compromiso .....	47
4.4.3.2 Humildad .....	47
4.4.3.3 Excelencia.....	48
4.4.3.4 Integridad.....	48
4.4.4 Pilares .....	48
4.5 Mercado comercial.....	48
4.5.1 Modelo corporativo .....	48
4.5.2 Operaciones en Costa Rica.....	48
4.5.3 Descripción de marcas registradas .....	49
4.5.4 Descripción de productos .....	50
4.5.5 FODA .....	51
4.5.6 FODA Analizado.....	52
4.5.6.1 Fortalezas.....	52
4.5.6.2 Oportunidades.....	53
4.5.6.3 Debilidades .....	53

4.5.6.4 Amenazas.....	54
CAPÍTULO V.....	55
ANÁLISIS DE LA SITUACION ACTUAL.....	55
5.1 Cantidad de mixtura teórica versus cantidad real utilizada.....	57
5.2 Diagrama SIPOC del proceso.....	58
5.3 Flujo de proceso.....	58
5.3.1 Mezclado de mixtura .....	60
5.3.2 Pasteurización.....	61
5.3.3 Homogenización.....	62
5.3.4 Maduración.....	63
5.3.5 Dosificación de mixtura.....	64
5.3.6 Incorporación de aire a la mixtura.....	65
5.3.6 Llenado de mixtura.....	66
5.3.7 Insertador de paletas .....	68
5.3.8 Visión general del funcionamiento de la envasadora .....	68
5.3.9 Extractores de paletas .....	70
5.4 Revisión de paradas de envasadora Vitaline .....	70
5.5 Diagrama de Ishikawa .....	72
5.7.1 Llenado disperejo de boquillas, causa 3.1 .....	76
5.7.1.2 Prueba de normalidad 4 en 1 .....	78

5.7.1.3 Prueba de igualdad de varianzas.....	80
5.7.1.5 Método de la diferencia menos significativa.....	82
5.7.2 Goteo de mixtura de las boquillas de llenado, causa 3.2.....	83
5.7.3 Incorporación de aire en la mixtura, causa 3.3.....	85
5.7.3.1 Grafico de cajas de boquillas 1 – 8.....	86
5.7.4 Extractores pegados, causa 3.4.....	88
5.7.4.1 Placas dobladas.....	88
5.7.4.2 Velocidad de la cadena.....	90
5.7.4.3 Guías de bronce flojas.....	91
5.7.4.4 Latas de extractores en mal estado.....	92
5.7.5 Problemas con insertador de paletas, causa 3.5.....	93
5.7.5.1 Ajuste de uñas insertadoras de paletas.....	93
5.7.5.2 Abastecimiento de paletas.....	94
5.7.6 Problemas con video jet, causa 4.1.....	95
5.7.6.1 Cabezote sucio.....	96
5.7.6.2 Uso inadecuado de tintas.....	97
5.7.7 Ajuste de cadena de empujadores, causa 2.1.....	98
5.7.8 Ajuste de mandíbulas de sellado, causa 2.2.....	98
5.7.8.1 Temperatura de sellado.....	99
CAPÍTULO VI.....	100

PROPUESTA DE MEJORA .....	100
6.1 Propuesta de mejora en goteo y llenado de boquillas.....	101
6.1.1 Matriz de asignación de tareas RACI revisión boquillas .....	102
6.2 Propuesta de mejora incorporación de aire en la mixtura .....	103
6.3 Propuesta de mejora extractores pegados .....	105
6.3.1 Propuesta de mejora placas dobladas .....	105
6.3.1.1 Poka Yoke para placas dobladas .....	106
6.3.2 Propuesta de mejora velocidad de la cadena .....	106
6.3.3 Procedimiento para ajuste de velocidad de extractores .....	107
6.3.3 Propuesta de mejora guías de bronce flojas.....	108
6.3.3.1 Poka Yoke de guías de bronce.....	108
6.3.4 Propuesta de mejora latas de extractores en mal estado.....	109
6.3.4.1 Matriz de asignación de tareas RACI revisión latas extractores .....	109
6.4 Propuesta de mejora insertador de paletas.....	110
6.4.1 Propuesta de mejora ajuste de uñas insertadoras de paletas.....	110
6.4.1.1 Cronograma de revisión de uña de insertadores .....	111
6.4.1.2 Poka Yoke identificación de mangueras .....	112
6.4.2 Propuesta de mejora abastecimiento de paletas.....	112
6.5 Propuesta de mejora problemas con video jet .....	113
6.5.1 Propuesta de mejora cabezote sucio .....	113

6.5.1.1 Cronograma de cabezote video jet.....	114
6.5.2 Propuesta de mejora uso inadecuado de tintas .....	114
6.5.2.1 Poka Yoke identificación de tintas video jet .....	115
6.6 Propuesta de mejora ajuste de cadena de empujadores .....	115
6.6.1 Lección en un punto de cadena de empujadores .....	116
6.7 Propuesta de mejora ajuste de mandíbulas de sellado.....	117
6.7.1 Guía de temperaturas por producto .....	117
6.8 Resumen de causas detectadas y propuesta de plan de acción .....	118
6.9 Cronograma de cumplimiento de propuestas .....	120
<b>CAPÍTULO VII .....</b>	<b>123</b>
<b>IMPACTO FINANCIERO DE LA PROPUESTA.....</b>	<b>123</b>
7.1 Salarios de personal involucrado en propuestas de mejora .....	124
7.2 Costo de propuesta de mejora en goteo y llenado de boquillas.....	125
7.3 Costo de propuesta de mejora incorporación de aire en la mixtura.....	126
7.4. Costo de propuesta de mejora placas dobladas .....	126
7.5. Costo de propuesta de mejora velocidad de extractores.....	127
7.6 Costo de propuesta de mejora guías de bronce flojas.....	127
7.7 Costo de propuesta para mejora latas de extractores en mal estado .....	128
7.8 Costo de propuesta ajuste de uñas insertadoras de paletas .....	129
7.9 Costo Poka Yoke identificación de mangueras .....	129

7.10 Costo de propuesta de mejora cabezote sucio .....	130
7.11 Costo Poka Yoke para identificación de tintas video jet .....	130
7.12 Costo de propuesta de mejora ajuste de cadena de empujadores .....	131
7.13 Costo de propuesta de mejora ajuste de mandíbulas de sellado .....	132
7.14 Consolidado de costo de propuestas de mejora .....	132
7.15 ROI Retorno de la inversión .....	134
7.16 Periodo de recuperación .....	135
<b>CAPÍTULO VIII</b> .....	<b>136</b>
<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....	<b>136</b>
8.1 Conclusiones.....	137
8.2 Recomendaciones .....	138
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS</b> .....	<b>140</b>

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Gráfica de Cantidad de Toneladas de mixtura Producida Setiembre 2020.....	5
<b>Figura 2</b>	Diagrama de Pareto, Cantidad de unidades producidas mes Octubre.....	6
<b>Figura 3</b>	Simbología para elaborar Diagrama de Flujo.....	12
<b>Figura 4</b>	Ejemplo de Diagrama de Ishikawa por Factores.....	13
<b>Figura 5</b>	Ejemplo de Diagrama de Pareto.....	14
<b>Figura 6</b>	Ejemplo de Histograma.....	15
<b>Figura 7</b>	Ejemplo Diagrama de Dispersión.....	16
<b>Figura 8</b>	Fórmula para el muestreo simple.....	18
<b>Figura 9</b>	Fórmula Utilizada para el Cálculo de la Media Aritmética.....	18
<b>Figura 10</b>	Fórmulas utilizadas para la desviación estándar.....	19
<b>Figura 11</b>	Fórmula para el cálculo del rango de los datos.....	19
<b>Figura 12</b>	Cálculo para la Incorporación de Aire para un Helado sin Partículas.....	20
<b>Figura 13</b>	Ejemplo de Gráfica de una Distribución Normal.....	20
<b>Figura 14</b>	Diagrama SIPOC.....	22
<b>Figura 15</b>	Ejemplo de prueba de hipótesis.....	22
<b>Figura 16</b>	Propósito y valor de los diferentes alcances de la investigación.....	30
<b>Figura 17</b>	Diagrama de Gantt.....	40
<b>Figura 18</b>	Ubicación de Planta de Producción Coyol.....	44
<b>Figura 19</b>	Organigrama del Departamento de Helados.....	45
<b>Figura 20</b>	Distribución de las Plantas de Producción.....	46
<b>Figura 21</b>	Diagrama SIPOC del Helado Chocoleta.....	58
<b>Figura 22</b>	Flujo del Proceso.....	59

<b>Figura 23</b>	Proceso de Mezclado.....	60
<b>Figura 24</b>	Proceso de Pasteurización .....	61
<b>Figura 25</b>	Proceso de Homogenización .....	62
<b>Figura 26</b>	Aspecto Microscópico de un helado homogenizado .....	63
<b>Figura 27</b>	Tanques de maduración.....	64
<b>Figura 28</b>	Dosificación de mixtura .....	65
<b>Figura 29</b>	Tolva de llenado de mixtura.....	66
<b>Figura 30</b>	Proceso de Dosificación y Congelado de un Helado de Paleta.....	67
<b>Figura 31</b>	Insertador de Paletas.....	68
<b>Figura 32</b>	Visión General de la Paleta .....	69
<b>Figura 33</b>	Extractores de Helados de Paleta .....	70
<b>Figura 34</b>	Diagrama Pareto, Detalle de Principales Paradas .....	71
<b>Figura 35</b>	Diagrama de Ishikawa .....	73
<b>Figura 36</b>	Prueba de Normalidad 4 en 1 .....	78
<b>Figura 37</b>	Gráfico de Probabilidad.....	79
<b>Figura 38</b>	Prueba de Igualdad de Varianzas .....	80
<b>Figura 39</b>	Prueba de Bartlett .....	81
<b>Figura 40</b>	Prueba de Fisher .....	82
<b>Figura 41</b>	Goteo de mixtura en Boquillas de Llenado .....	83
<b>Figura 42</b>	Deterioro de Balín que Forma Parte Interna de Boquilla de Llenado .....	84
<b>Figura 43</b>	Gráfico de cajas, Boquillas 1-8 .....	86
<b>Figura 44</b>	Placas dobladas.....	89
<b>Figura 45</b>	Velocidad de la cadena.....	90



<b>Figura 46</b>	Guías de Bronce Flojas.....	91
<b>Figura 47</b>	Latas de Extractores en Mal Estado .....	92
<b>Figura 48</b>	Ajuste de Unas Insertadoras de Paletas .....	93
<b>Figura 49</b>	Abastecimiento en Magazinne de Paletas .....	94
<b>Figura 50</b>	Cabezote Sucio de Video Jet .....	96
<b>Figura 51</b>	Uso Inadecuado de Tintas de Video Jet .....	97
<b>Figura 52</b>	Cadena de empujadores.....	98
<b>Figura 53</b>	Panel de Temperatura de Mandíbulas de Sellado .....	99
<b>Figura 54</b>	Matriz de asignación de tareas RACI Revisión de Boquillas .....	102
<b>Figura 55</b>	Parte Interna de un Cilindro de Refrigeración de Helado .....	104
<b>Figura 56</b>	Guía Poka Yoke para Placas Dobladas .....	106
<b>Figura 57</b>	Procedimiento para Ajuste de Velocidad de Extractores .....	107
<b>Figura 58</b>	Poka Yoke para Guías de Bronce.....	108
<b>Figura 59</b>	Matriz de Asignación de tareas RACI Revisión Latas Extractores.....	109
<b>Figura 60</b>	Poka Yoke Identificación de Mangueras.....	112
<b>Figura 61</b>	Poka Yoke Identificación de Tintas Video Jet .....	115
<b>Figura 62</b>	Lección en un Punto Empujadores .....	116

## Lista de tablas

<b>Tabla 1</b>	Fuentes de Información.....	31
<b>Tabla 2</b>	Cuadro de Variables.....	34
<b>Tabla 3</b>	Cronograma de Actividades.....	39
<b>Tabla 4</b>	Descripción de Productos Elaborados en la Planta de Congelados .....	50
<b>Tabla 5</b>	FODA de la compañía .....	51
<b>Tabla 6</b>	Valor Teórico real versus Cantidad Real Utilizada .....	57
<b>Tabla 7</b>	Cuadro de Clasificación de causas.....	74
<b>Tabla 8</b>	Cuadro de Causas con Pesos Asignados .....	75
<b>Tabla 9</b>	Tabla con pesos de helados.....	76
<b>Tabla 10</b>	Cronograma de Revisión de uña de Insertadores.....	111
<b>Tabla 11</b>	Cronograma de cabezote Video Jet.....	114
<b>Tabla 12</b>	Guía de Temperatura por Producto.....	117
<b>Tabla 13</b>	Salario de Personal.....	124
<b>Tabla 14</b>	Costo Propuesta en goteo y llenado de boquillas .....	125
<b>Tabla 15</b>	Costo Propuesta Incorporación de Aire en la Mixtura.....	126
<b>Tabla 16</b>	Costo de mejora para placas dobladas .....	126
<b>Tabla 17</b>	Costo de Propuesta Velocidad de Extractores .....	127
<b>Tabla 18</b>	Costo de Propuesta para Guías de Bronce .....	127
<b>Tabla 19</b>	Costo Propuesta Latas Extractores Mal Estado .....	128
<b>Tabla 20</b>	Costo Propuesta Ajuste de Uñas Insertadores .....	129
<b>Tabla 21</b>	Costo Poka Yoke Identificación de Mangueras.....	129
<b>Tabla 22</b>	Costo de Propuesta Cabezote Sucio.....	130

<b>Tabla 23</b>	Costo Poka Yoke Identificación de Tintas Video Jet .....	131
<b>Tabla 24</b>	Costo Propuesta Ajuste de Cadena de Empujadores .....	131
<b>Tabla 25</b>	Costo Propuesta Ajuste de mandíbulas de Sellado .....	132
<b>Tabla 26</b>	Consolidado de Costo de Propuesta de Mejora .....	132

## **CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN**

## **1.1 Descripción general del proyecto**

El siguiente proyecto de graduación para optar por el grado de Licenciatura en Ingeniería Industrial se ha realizado en el área de elaboración de helados de la empresa Cooperativa de Productores de Leche Dos Pinos R. L. Este se enfoca en la identificación de las causas que están generando merma de mixtura saborizada, al momento de envasar helados tipo paleta en la envasadora Vitaline.

El proyecto busca dar respuesta mediante herramientas ingenieriles, así como el uso de la metodología DMAIC a la necesidad detectada por la empresa, al momento de envasar helado tipo paleta. Lo anterior debido a que actualmente la cantidad de mixtura teórica que indica la ingeniería del producto versus la cantidad de mixtura real utilizada para poder completar el pedido del programa de producción mantiene diferencias significativas y no hay claridad de que es lo que está generando estas diferencias y, finalmente, se destina esta diferencia como merma de producción.

La solución a esta oportunidad de mejora le permitirá a la empresa tener la información necesaria para la identificación y el mejoramiento de las etapas que se vean involucradas para alcanzar una optimización de sus procesos permitiendo un beneficio en sus costos de producción.

## **1.2 Antecedentes del problema de estudio**

A continuación, se presentan algunas tesis o trabajos finales de graduación, realizadas por estudiantes de ingeniería industrial de diferentes universidades de Latinoamérica, en donde su enfoque estuvo radicado principalmente en la disminución de mermas de producción.

1.2.1 Trabajo final de graduación para la reducción de la merma en el proceso de fabricación de la empresa NEXPOL S.A.C LIMA.

Este trabajo de graduación, elaborado por Garay (2017), pretendió estudiar cómo reducir la cantidad de merma y sus respectivos costos, mediante la propuesta de alternativas sustentadas

en el análisis de las principales causas que causan el exceso de merma en el proceso de fabricación de la empresa.

Dentro de las conclusiones a las que pudo llegar el autor están que muchas de los productos están fabricadas según especificaciones de un cliente, además que se evidenció la falta de procedimientos y capacitación al personal operario. Por último, menciona la necesidad de adquirir maquinaria que se ajuste a las necesidades de la empresa y el mercado.

Este proyecto es de importancia para el presente proyecto, ya que su principal objetivo es la disminución de la cantidad de merma producida y utiliza herramientas ingenieriles que aportan ideas de apoyo para la adecuada ejecución del proyecto.

#### 1.2.2 Trabajo final de graduación para la reducción de la merma de productos químicos a granel, caso Quibarca.

Este trabajo de Pérez Muñoz (2008) presenta “como objetivo general el reducir el volumen de mermas originadas en los productos químicos a granel de la empresa Quibarca, ajustados a los parámetros internos de la organización y de las características de estos”. El trabajo presenta una metodología que consta de 3 etapas, que son la de recolección y análisis de datos, elaboración de propuestas y, por último, la evaluación económica. Dentro de las conclusiones a las que llegó el autor están que la mayor cantidad de mermas se generan en los procesos de almacenamiento y manejo de materiales, así como un inadecuado control de inventario, por lo que se establece la necesidad de la definición de mejores prácticas de manejo de materiales.

Este proyecto es de importancia para el presente, ya que permite comparar la metodología utilizada con el autor contra la metodología propuesta, así como el uso y referencia del modelo económico utilizado.

#### 1.2.3 Tesis para la reducción de mermas basadas en los patrones de ventas de productos de Pizza Hut.

Esta tesis de Chiscul Villasis y Castillo Rodríguez (2013) lo que busca es encontrar patrones definidos en el mercado de tal manera que se puedan ajustar las necesidades y

requerimientos de la empresa para reducir la cantidad de merma presente en almacenaje. Para ello, realizan una recopilación de información, mediante herramientas estadísticas que permitan tabular los datos de una manera adecuada. Dentro de las conclusiones a las que llegan las autoras del documento, destacan que la empresa no cuenta con un control adecuado para realizar los pedidos, es necesario también identificar los hábitos de consumos de los usuarios, hay productos con poca rotación, la empresa no cuenta con personal capacitado y la falta de control hace que los productos lleguen a su etapa de vencimiento, por lo que un plan a estas situaciones planteadas lograría una menor generación de mermas.

Esta tesis es de importancia para el presente proyecto, ya que brinda una arista desde el punto de visto de control de inventarios y comportamiento de consumo.

### **1.3 Justificación del problema de estudio**

Según la persona encargada de asignar este proyecto, actualmente, se maneja una cantidad teórica de mixtura saborizada para la elaboración de helados. Esta cantidad mencionada está basada en la ingeniería de cada producto, que indica cuánta es la cantidad de mixtura que se debe utilizar para poder completar un pedido; sin embargo, al momento de envasar el helado paleta Chocoleta de 75g en la máquina Vitaline, se utiliza una cantidad real diferente y mayor al valor teórico, convirtiéndose esta diferencia en una pérdida extraordinaria para la planta. Esto provoca que sea un punto importante para el análisis y solución, ya que la mixtura es una de las materias prima más cara e importante para la planta y es utilizado en la elaboración de todos sus productos, por lo que el no control total en toda su línea de producción permite la generación de pérdidas económicas significativas, ocultas en sus procesos.

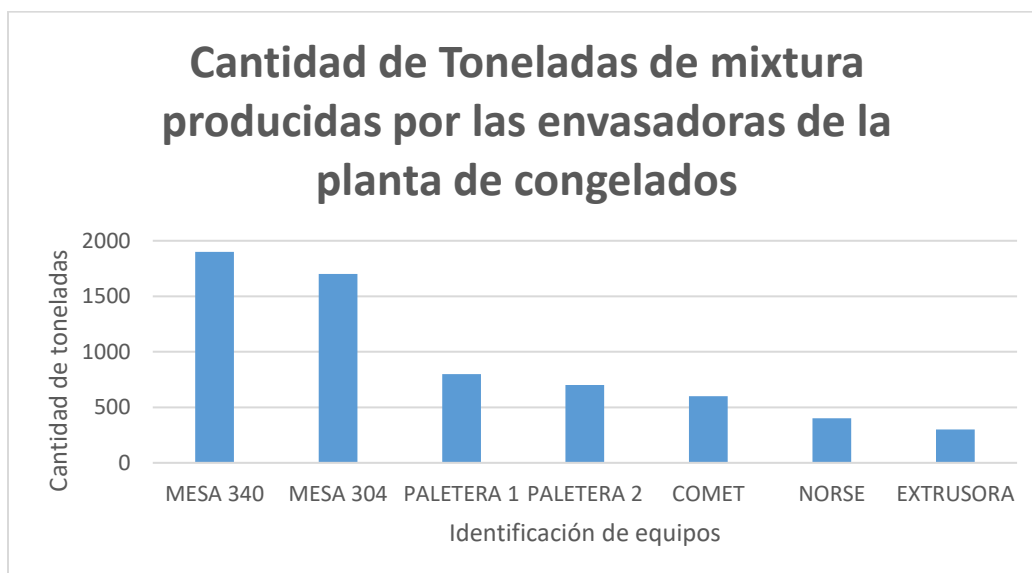
El siguiente proyecto sirve para que la empresa estudiada obtenga la información necesaria para detectar las principales causas que generan esta diferencia a nivel operativo y permitan exponer propuestas que logren generar propuestas para el análisis, medición, control y mejora de las mermas actuales, disminuyendo de esta manera pérdidas económicas.

Según datos ofrecidos por el establecimiento, en el mes de setiembre del año 2020, el equipo donde se va a realizar el proyecto utilizó alrededor de 700 toneladas de mixtura para la

elaboración de sus productos, una cantidad importante que provoca que su intervención se considere justificable.

**Figura 1**

*Gráfica de cantidad de toneladas de mixtura producida setiembre 2020*



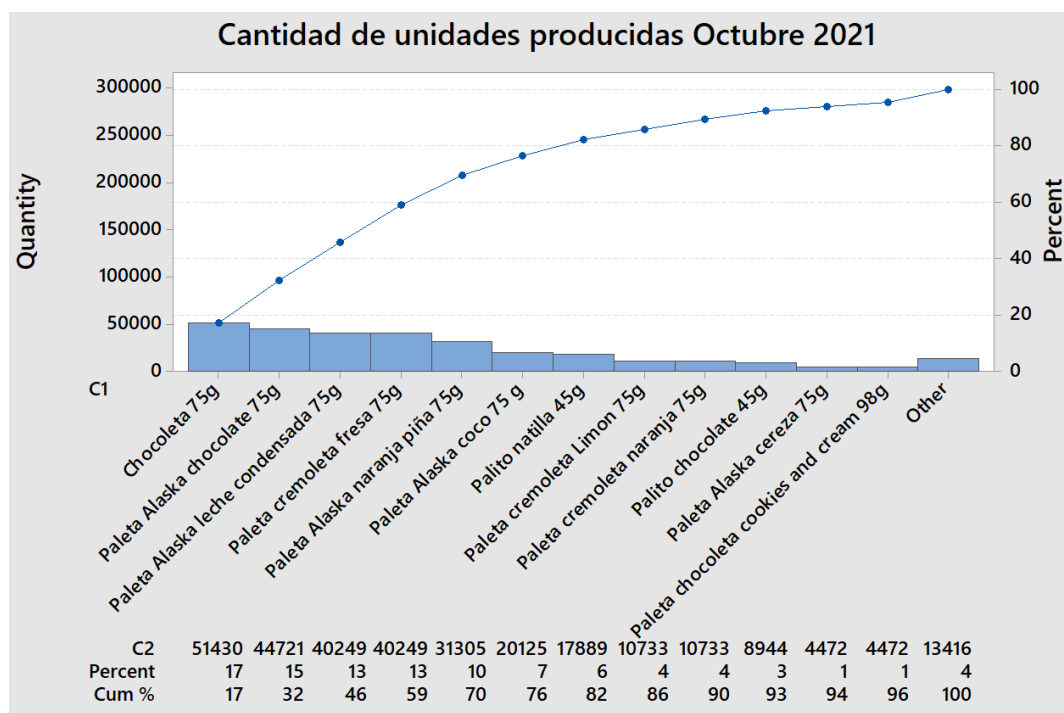
*Nota:* Brindado por la empresa.

En la gráfica anterior, se evidencia que la cantidad de toneladas de producción de la envasadora Vitaline es de una cantidad importante con alrededor de 700 toneladas de mixtura correspondiente al mes de setiembre del año 2020. Sumado a lo anterior, tomando información de producción correspondiente al mes de octubre del presente año, se destaca el helado paleta Chocoleta como el *SKU (Stock Keeping Unit)* que más producción mantuvo en ese mes.



**Figura 2**

Diagrama de Pareto, cantidad de unidades producidas mes octubre



*Nota:* Elaboración propia.

Con el gráfico anterior, se puede observar que el helado Chocoleta es el que tuvo más producción en el mes de octubre con un 17 % de la producción total de la envasadora Vitaline. Esto permite delimitar el proyecto para esta presentación.

## 1.4 Planteamiento del problema

La cantidad teórica de mixtura saborizada que se debe utilizar para la elaboración del helado paleta Chocoleta de 75g no coincide con la cantidad de mixtura saborizada real, generando una diferencia importante que se traduce en pérdidas extraordinarias. Actualmente, el negocio no cuenta con la información suficiente para determinar cuáles son las principales causas que están generando dicha diferencia y se acepta la merma, pues es necesario poder

completar los pedidos. La mixtura saborizada corresponde a la materia prima de más valor para la empresa, por lo que la reducción de merma busca mejorar el rendimiento del equipo, así como un beneficio económico importante.

#### ***1.4.1 Preguntas de investigación***

1. ¿Qué impacto generaría la identificación de las causas que generan la merma de mixtura saborizada que arroja la diferencia entre el valor teórico y el valor real utilizado?
2. ¿Cuáles son las etapas que están involucradas en el trasiego de la mixtura desde su elaboración hasta el envasado?
3. ¿Cuáles son los parámetros necesarios que debe contar la envasadora Vitaline para preparar el equipo a producción?

### **1.6 Objetivos del proyecto**

#### ***1.6.1 Objetivo general***

Conocer las principales causas que generan merma de mixtura saborizada utilizada en la elaboración de helado Chocoleta de 75g elaborado en la envasadora Vitaline, mediante la metodología DMAIC para lograr la reducción y control de mermas saborizadas.

#### ***1.6.2 Objetivos específicos***

- 1.6.2.1 Identificar las principales causas en el proceso que generan mermas de mixturas saborizadas en la envasadora Vitaline, mediante los registros de producción.
- 1.6.2.2 Medir, por medio de registros utilizados para el control de mixtura y observación del proceso, la cantidad de merma de mixtura saborizada generada por las causas identificadas.

- 1.6.2.3 Analizar las mediciones tomadas, de tal manera que se pueda encontrar relación con las principales causas identificadas en los registros de producción.
- 1.6.2.4 Proponer posibles mejoras que mantengan una relación a las causas identificadas y que permitan ofrecer una solución para la reducción y control de mermas de mixtura saborizada.
- 1.6.2.5 Establecer controles a las mejoras propuestas que permitan mantenerlas y se pueda dar seguimiento a través del tiempo.
- 1.6.2.6 Demostrar mediante un análisis financiero los beneficios económicos que pueden generar las mejoras establecidas para cada una de las causas identificadas.

## **1.7 Alcances del proyecto**

La empresa cooperativa de productores de leche Dos Pinos posee en la actualidad alrededor de 7 plantas de producción en el país dedicadas a la producción de bebidas, chocolates y productos lácteos; sin embargo, este proyecto final de graduación se realizó en la planta de producción de helados ubicada en El Coyol de Alajuela, 6 km al este del aeropuerto Juan Santamaría.

El desarrollo del proyecto está enfocado en la envasadora de helados llamada Vitaline que es una de las máquinas encargadas de envasar los helados tipo paleta y tiene como objetivo principal identificar las principales causas en el proceso que generan merma de mixtura saborizada.

Para conocer la viabilidad de la propuesta planteada en el proyecto “Reducción de la merma generada de las mixturas saborizadas en la producción de la envasadora Vitaline”, es necesario comprender los resultados que se obtendrán con la metodología establecida aplicada en la planta de helados de la cooperativa de productores de leche Dos Pinos, en el II semestre del año 2021.

## **1.8 Limitaciones del proyecto**

La documentación brindada puede presentar información desactualizada, así como falta de información que puede ser suplantada por aproximaciones que favorezcan a que los resultados pueden presentar sesgo. Por otra parte, la empresa puede contar con información confidencial en sus etapas del proceso que evita que se pueda compartir toda la información. En el proyecto no se presentarán datos económicos reales y, en su lugar, serán codificados por un valor exponencial establecido por el autor.

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO**

## 2.1 MARCO CONCEPTUAL










Esta sección corresponde al marco conceptual atinente a la carrera, donde se mencionan los conceptos y conocimientos teóricos de ingeniería que respalden el desarrollo de la propuesta del proyecto.

### *2.1.1 Diagrama de flujo*

Es la representación gráfica del flujo o secuencia de los diferentes procesos o actividades mediante la utilización de símbolos *ANSI* desarrollada por el *American National Standard Institute*. Cada uno de los símbolos cuenta con un significado correspondiente, que nos permite en el proyecto tener mayor claridad del proceso y de cada una de las diferentes fases y tareas que se realizan. (Manene, 2011). En el trabajo final de graduación se utilizó para describir el proceso de elaboración de helado. A continuación, se muestra una tabla con los símbolos y sus respectivos significados.

**Figura 3**

*Simbología para elaborar diagrama de flujo*

<b>Símbolo</b>	<b>Significado</b>	<b>Uso</b>
	Inicio / Fin	Se coloca al inicio y final de un diagrama de flujo
	Operación / Actividad	Símbolo de proceso. Indica la ejecución de una actividad relativa a un procedimiento.
	Decisión	Indica la posible toma de dos o más caminos alternativos durante la ejecución de un proceso.
	Documento	Representa cualquier tipo de documento que se desprenda de la actividad ejecutada.
	Datos	Indica la entrada de datos necesarios para la ejecución de las actividades próximas.
	Almacenamiento	Indica el archivo permanente o temporal de un documento.
	Líneas de Flujo	Se utiliza para conectar los símbolos y generar la trazabilidad de proceso.
	Conector	Enlaza dos actividades no consecutivas dentro de una misma página
	Conector de Página	Indica la continuidad del diagrama de flujo en otra página.

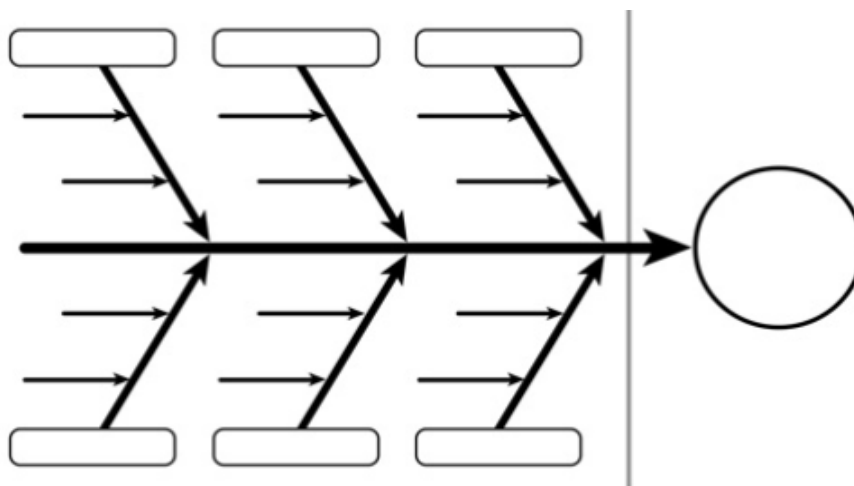
*Nota:* Elaboración propia

### 2.1.2 Diagrama Ishikawa

El también conocido diagrama de pescado es un medio para recolectar información de los procesos. Para el siguiente proyecto, se realiza un diagrama de Ishikawa por factores, que consiste en colocar las características asociadas a los factores establecidos en el diagrama (Acuña Acuña, 2012). Esta herramienta se utilizó para identificar cuáles eran los principales factores que estaban favoreciendo en la generación de merma de mixtura saborizada.

#### Figura 4

*Ejemplo de diagrama de Ishikawa por factores*



*Nota:* (Acuña Acuña, 2012).

### 2.1.3 Diagrama de Pareto

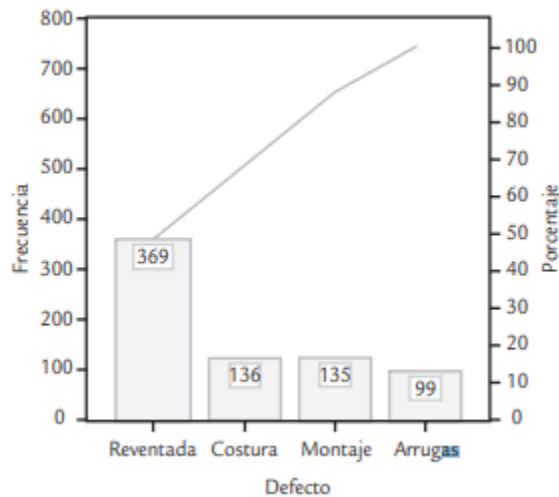
Corresponde a un gráfico de barras que permite localizar el o los problemas principales, así como sus causas, evitando, de esta manera, tener que trabajar sobre todos los problemas al mismo tiempo y, en lugar de ello, establecer prioridades donde enfocar los esfuerzos que puedan generar un mayor impacto (Pulido y De la Vara Salazar, s.f., p. 136). En el proyecto se utilizó para



organizar las principales causas que generan el mayor porcentaje de paradas de la máquina según el registro de producción.

### **Figura 5**

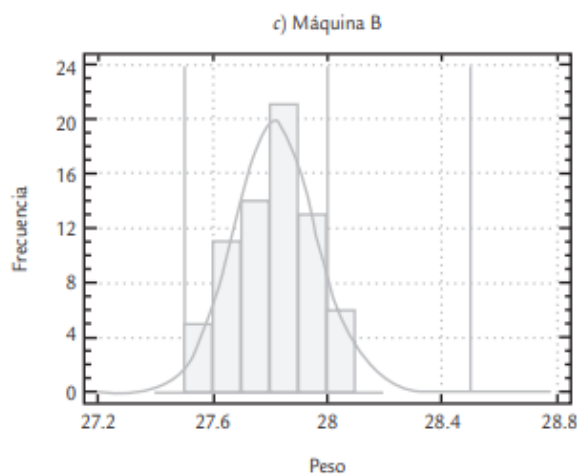
*Ejemplo de diagrama de Pareto*



*Nota:* (Pulido & De la Vara Salazar, s.f.).

#### **2.1.4 Histogramas**

Este permite analizar la variación que presentan los datos tomados de una muestra y se marca una serie de intervalos sobre el eje horizontal y sobre cada intervalo se coloca un rectángulo a la altura del número de observaciones creando una distribución de frecuencias (Bartés, 2000). Esta herramienta será de ayuda para conocer la distribución de los datos recopilados para el proyecto. En el proyecto se utilizó para reconocer el comportamiento de los datos que se estaban utilizando para identificar si los datos eran paramétricos y, de esta manera, utilizar los métodos adecuados.

**Figura 6***Ejemplo de histograma*

*Nota:* (Gutiérrez Pulido, Calidad Total y Productividad, 2010).

### ***2.1.5 Desperdicios de manufactura (Muda)***

Corresponde a todo aquello que sobrepase la cantidad mínima de equipos, materiales, insumos, tiempos y que no añaden valor al producto. En la actualidad se tienen identificados 7 tipos de mudas o desperdicios nombrados como sobreproducción, que consiste en la planificación y producción de productos que no son requeridos por el cliente: los inventarios consisten en el costo que se incurre en el almacenamiento de producto que sale a la venta o permanece mucho tiempo en almacenado; el transporte, que consiste en todos los movimientos que la empresa realice y que el cliente no está dispuesto a pagar; los movimientos innecesarios, que consta de la cantidad de movimientos y esfuerzo necesario requeridos por el personal para realizar una tarea; los procesos innecesarios, que comprenden todos aquellos procesos que no son requeridos o que se generan como reproceso a partir de un sistema poco robusto, y, por último, se encuentra la muda de los Defectos, que nace de los productos o servicios que se producen y estos no cumplen con las especificaciones del clientes o especificaciones internas (Pérez Rave et al., 2011).

### 2.1.6 Proceso

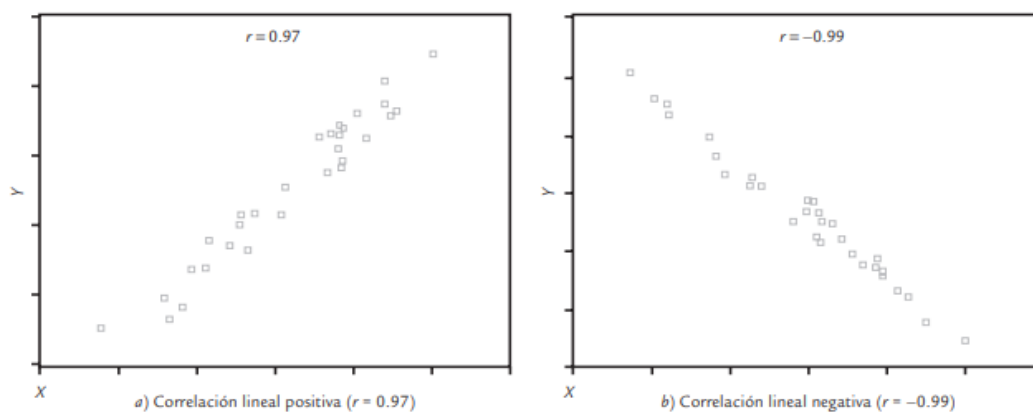
Es el conjunto de todas las actividades o tareas mapeadas orientadas a la transformación de productos o servicios. (EAE Business School , 2017). La identificación del proceso permite un mejor entendimiento de este lo que permite poder realizar mejoras mucho más ajustables a la realidad del proceso.

### 2.1.7 Diagrama de dispersión

Es una representación gráfica que permite analizar la relación entre dos variables numéricas establecidas en el proyecto (Gutiérrez Pulido, Calidad Total y Productividad, 2010). Para el present proyecto, se utiliza este diagrama, con el fin de conocer y entender la relación de los datos recopilados y las variables establecidas. Esta prueba de dispersión se utilizó para poder identificar si los datos utilizados eran normales.

#### Figura 7

Ejemplo diagrama de dispersión



Nota: (Gutiérrez Pulido, Calidad Total y Productividad, 2010).

### ***2.1.8 Mejora de la productividad***

Tiene que ver con los resultados que se obtienen de un proceso o sistema, por lo que el aumento de la productividad otorga mejores resultados considerando los recursos empleados para generarlos, medido por el coeficiente formado por los resultados logrados y los recursos empleados. Los componentes eficiencia y eficacia son componentes usuales en la productividad, ya que la primera es la relación entre resultado alcanzado y los recursos utilizados, mientras que la eficacia permite obtener el grado en que realizan las actividades planeadas y se alcanzan los resultados planeados, así que mientras la eficacia nos permite hacer un mejor ahorro de desperdicio, la eficiencia implica la utilización de recursos para el logro de objetivos (Gutiérrez Pulido, Calidad Total y Productividad, 2010).

### ***2.1.9 Gráficas de control***

Son una representación gráfica que permite determinar si un proceso medido se encuentra dentro de los parámetros establecidos y nos muestra el comportamiento en un intervalo de tiempo para la toma de decisiones (Pulido Gutiérrez, 2004). En el proyecto se utilizó la gráfica de control, con el propósito de determinar que los datos analizados tuvieran un comportamiento con características aleatorias.

### ***2.1.10 Muestreo estadístico***

Es la selección de una porción de datos correspondientes a una población N, para el análisis y toma de decisiones. En el siguiente proyecto, se utiliza el muestreo aleatorio simple, utilizando la siguiente ecuación que se muestra a continuación. En el proyecto, se utilizó un muestreo estadístico aleatorio.

**Figura 8**

*Fórmula para el muestreo simple*

$$n \geq \frac{Z^2 * N * p * q}{Z^2 * p * q + N * E^2}$$

*Nota:* (Acuña Acuña, 2012).

**2.1.11 Media aritmética**

También llamada media o promedio, es el resultado de la suma de todos los datos analizados dividido entre la cantidad de datos analizados (Acuña Acuña, 2012). En el proyecto se utilizó para conocer el comportamiento de los datos.

**Figura 9**

*Fórmula utilizada para el cálculo de la media aritmética*

$$\bar{x} = \sum_{i=1}^n \frac{x_i}{n} = \frac{x_1 + x_2 + \dots + x_n}{n}.$$

*Nota:* (Acuña Acuña, 2012).

**2.1.12 Desviación estándar**

Es una medida de dispersión conocida y utilizada que consiste en indicar que tan distante están los valores con respecto a la media aritmética. Para el estudio de la desviación estándar, se puede utilizar la desviación poblacional identificada mediante el símbolo  $\sigma$  y la desviación

maestral identificada mediante el símbolo S (Acuña Acuña, 2012). En el proyecto, se utilizó para conocer qué tanto se alejaban los datos de la media aritmética.

**Figura 10**

*Fórmulas utilizadas para la desviación estándar*

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum(X - \mu)^2}{N}} \quad s = \sqrt{\frac{\sum(X - \bar{X})^2}{n - 1}}$$

*Nota:* (Acuña Acuña, 2012).

**2.1.13 Rango**

Consiste en tomar el dato mayor y restarle el dato menor, esto permite obtener una idea de la dispersión de los datos y permite conocer que tan distantes o que tan dispersos están los datos analizados (Acuña Acuña, 2012). En el proyecto, se empleó para conocer el comportamiento de los datos, mediante los límites superiores e inferiores.

**Figura 11**

*Fórmula para el cálculo del rango de los datos*

$$R = x(Max) - x(Min)$$

*Nota:* (Acuña Acuña, 2012).

**2.1.14 Overrun de un helado**

El *overrun* es el cálculo industrial del aire agregado al helado, y se calcula como el aumento porcentual en el volumen de mezcla que ocurre como resultado de la adición de aire, es decir, volumen de aire / volumen de mezcla (Goff y Hartel, 2013).

**Figura 12**

*Cálculo para la incorporación de aire para un helado sin partículas*

$$\text{Peso del Helado} = \frac{\text{Densidad de la mezcla}}{(\text{Overrun deseado}/100) + 1}$$

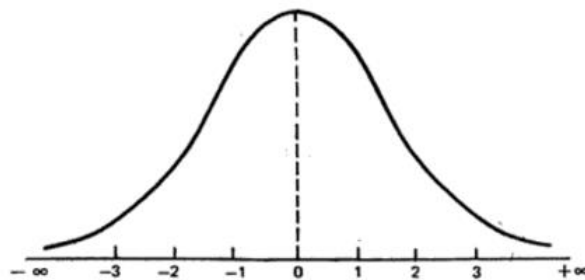
*Nota:* (Goff y Hartel, 2013).

**2.1.15 Distribución normal**

La distribución normal es la ecuación que permite determinar el comportamiento de los datos. Es una curva simétrica que agrupa un conjunto de datos alrededor de su media. En el proyecto, se usó para conocer si la distribución de los datos formaban una distribución normal.

**Figura 13**

*Ejemplo de gráfica de una distribución normal*



*Nota:* (Walpole, Myers y Myers, 2012).

### ***2.1.16 Gráfico de barras***

Es el gráfico que resume toda la información contenida de un conjunto de datos y ayuda a visualizar de mejor manera la información recolectada (Perez Castañeda y León Salazar, 2018).

### ***2.1.17 Lluvia de ideas***

Son sesiones encadenadas a un proceso disciplinado en donde los miembros de un grupo pueden participar en equipo y libremente de manera creativa puedan aportar ideas sobre determinado tema o problema (Pulido & De la Vara Salazar, s.f. p. 153). En el proyecto se utilizó escuchando las observaciones y recomendaciones de las personas involucradas en el proceso.

### ***2.1.18 Diagrama SIPOC***

Diagrama que no solo permite analizar el proceso, sino que también permite conocer el entorno. Sus siglas en inglés corresponden a proveedores, entradas, proceso, salidas y clientes. Las entradas son necesarias para que el proceso funcione adecuadamente, las salidas son el resultado de bienes o servicios que generan el proceso y los proveedores son quienes proporcionan las entradas. (Gutiérrez Pulido, 2010). En el proyecto, este es de utilidad para organizar y definir a los proveedores para la elaboración helados en la envasadora Vitaline, las entradas que generan, el proceso, las salidas y los clientes potenciales a los que están destinados los productos.



**Figura 14***Diagrama SIPOC*

PROVEEDORES	ENTRADAS	PROCESO	SALIDAS	USUARIOS
• Operaciones	• Fecha de entrega del producto	↓	• Factura	• Cliente
• Ventas	• Datos del cliente		• Fecha de vencimiento	• Cuentas por cobrar
• Contabilidad	• Condiciones de pago		• Datos de las ventas	• Ventas
• Jurídico	• Reglas del IVA		• Datos del IVA	• Contabilidad

*Nota:* (Gutiérrez Pulido, Calidad Total y Productividad, 2010).

### **2.1.19 Prueba de hipótesis**

Es la “preposición o declaración realizada por el investigador cuando este especula acerca del resultado final de una investigación” (Pulido y De la Vara Salazar, s.f., p. 69). Las hipótesis se dividen en nulas y alternativas.

**Figura 15***Ejemplo de prueba de hipótesis*

$$H_0 : \mu = \mu_0$$

$$H_A : \mu \neq \mu_0$$

*Nota:* (Pulido y De la Vara Salazar, s.f., p. 73).

### **2.1.20 Metodología DMAIC**

DMAIC corresponde a una metodología de 5 fases que son identificadas por una letra para el mejoramiento de los procesos utilizando *Lean Six Sigma*. Dicha metodología presenta características, tales como ser fácil de comprender, presenta una secuencia lógica y es completa.

Además, es suficientemente general para poder abarcar la mayoría de las situaciones relacionadas con la mejora (Kubiak, 2014, p. 7). A continuación, se va a realizar una breve mención sobre el propósito de cada una de las fases de la metodología DMAIC.

**Definir:** en esta fase, se proporciona un caso de negocio conveniente o un problema a resolver, con los alcances adecuados, con metas establecidas y ligadas a un plan (Kubiak, 2014).

**Medir:** en esta fase se hace una recopilación de los datos de las métricas para ganar conocimiento, comprensión y un mejor entendimiento de las causas raíz, así como también para determinar el rendimiento actual y cuantificar el problema (Kubiak, 2014).

**Analizar:** esta fase permite analizar los datos medidos en la fase anterior de tal manera que permita determinar y analizar las razones que están generando inconvenientes en el proceso (Kubiak, 2014).

**Mejorar:** Esta fase permite identificar las mejoras que se pueden implementar de tal manera que puedan generar soluciones al caso de negocio o problema a resolver establecido en la etapa de definición (Kubiak, 2014).

**Controlar:** Esta fase permite establecer un plan de control de las mejoras de tal manera que asegure y mantenga las ganancias de rendimiento obtenidas (Kubiak, 2014).

### ***2.1.21 ANOVA***

Es una técnica de análisis de varianza en el que se prueban medias de la población para aceptar o rechazar una hipótesis establecida (Walpole y Myers, 2012). En el proyecto se comparan las cantidades de inyección de mixtura de cada una de las boquillas de llenado.

### ***2.1.22 Observación***

La observación es la metodología que permite conocer el proceso a primera mano, como lo indican los autores Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2010) “es palpar en carne propia el ambiente y las situaciones” (p. 417), por lo que es de suma importancia

comprobar *in situ* las acciones que se desarrollan en las etapas del proceso. El conocer los acontecimientos de primera mano va a permitir un análisis más certero y adecuado para una mejor propuesta de solución del problema planteado.

### ***2.1.23 Entrevistas***

Tal y como lo mencionan Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2010), “la entrevista se define como una reunión para conversar para cambiar información” (p. 418). Por lo tanto, intervienen 2 actores, quienes corresponden al entrevistador y el entrevistado. Para el proyecto, se espera entrevista a los involucrados del proceso, de tal manera que se puede extraer información relevante sobre los procesos que ejecutan en las diferentes etapas del proceso.

### ***2.1.24 Poka Yoke***

*Poka Yoke* corresponde a un método que se puede implementar en cualquier ambiente y permite disminuir y prevenir errores en los diferentes procesos y servicios a los que se desea aplicar (Kubiak, 2014). El proyecto se utilizó para las propuestas de mejora para las placas dobladas, las guías de bronce e identificación de mangueras.

### ***2.1.25 Diagrama RACI***

La matriz RACI corresponde a una herramienta para la asignación de responsabilidades que permite una mejor asignación de roles y determinar quiénes son los responsables de llevar a cabo las actividades. (Kubiak, 2014). En el presente proyecto se utilizó para la asignación de responsables en la propuesta de mejora de revisión de boquillas y revisión de condiciones de las latas de los extractores.

### ***2.1.26 ROI***

Son siglas en inglés que significan retorno sobre la inversión y es una métrica que se utiliza para conocer cuánto es la retribución que se adquiere a partir de una inversión realizada. (Walpole & Myers, Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias, 2012). En el presente proyecto se usó para calcular el beneficio económico esperado a partir de los recursos económicos necesarios para implementar todas las propuestas de mejora que se mencionaron a partir de las causas identificadas.

### ***2.1.27 Tiempo de recuperación***

Corresponde a un indicador que permite conocer el tiempo necesario para recuperar el total de la inversión. Este puede indicar el tiempo en años, meses, o bien en días la fecha cuando será cubierta la inversión. (Walpole y Myers, 2012). En el presente proyecto se utilizó para conocer el tiempo necesario para la recuperación de la inversión inicial de las propuestas de mejora.

### ***2.1.28 Diagrama de Gantt***

El diagrama de Gantt es una herramienta gráfica que tiene como objetivo el de presentar el tiempo requerido para realizar diferentes actividades o tareas requeridas para un proyecto. (Pulido y De la Vara Salazar, s.f.). En el presente proyecto se empleó para la descripción de las actividades requeridas para el cumplimiento del proyecto.

### ***2.1.29 Diagrama de cajas***

Corresponde a una herramienta de uso estadístico que permite visualizar medidas de estadística como la mediana, los cuartiles y los valores atípicos (Pulido Gutiérrez, 2004). En el presente proyecto se utilizó para valorar el comportamiento de las boquillas de llenado.

**CAPÍTULO III**  
**MARCO METODOLÓGICO**

### ***3.1 Tipo de investigación***

La preeminencia de los métodos de investigación permanece en el hecho de desarrollar conocimientos respaldados y confiables en distintas áreas del proyecto a desarrollar. Los diferentes métodos de investigación se logran adaptar a diferentes tipos de escenarios y contextos. Se establecen principalmente dos tipos de métodos: el método cualitativo y el método cuantitativo (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014).

#### ***3.1.1 Método cualitativo***

Para el método cualitativo, se “usa recolección de información basada en la observación de comportamientos naturales, discursos, respuestas abiertas para la posterior interpretación de significados” (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014).

#### ***3.1.2 Método cuantitativo***

La investigación, mediante el método cuantitativo, “usa la recolección de datos para probar hipótesis, con base en la medición numérica y el análisis estadístico, para establecer patrones de comportamiento y probar teorías” (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014).

En relación con lo mencionado, la investigación mixta se puede definir como aquella en la que es necesario analizar de dónde y cómo surge una problemática, así como también definir la importancia del desarrollo de la propuesta de trabajo y cómo se llevará a cabo. Para efectos de este proyecto, se dobló esfuerzos en la investigación cuantitativa, esto debido a que es suma importancia la medición de las problemáticas mediante la recolección y análisis de datos, que puedan ofrecer resultados para establecer conclusiones que logren identificar las principales causas que generan merma de mixtura, para así poder ofrecer opciones para mejorar. Por otra parte, y

siguiendo en el camino de la investigación mixta, se emplearon observaciones participativas *in situ*, con el objetivo de determinar las causas de los problemas que se pueden estar presentando en el sitio de trabajo que sean las causantes de la generación de mermas de mixtura saborizada.

### ***3.2 Alcance de la investigación***

La naturaleza de la problemática estudiada del proyecto parte de un estudio descriptivo que, según Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio (2014), busca especificar las propiedades y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

Como parte de un estudio descriptivo, se selecciona una serie de cuestiones y se mide cada una de estas de manera independiente, que permite describir lo que se investiga. Este tipo de estudio permite otorgar la posibilidad de establecer algún tipo de predicción, aunque sea de manera elemental.

El actual proyecto se vincula con el tipo de estudio descriptivo, esto debido a que se necesita conocer las principales causas que generan la merma de mixtura saborizada en la envasadora Vitaline, lo que va a permitir identificar la causa raíz de las causas que más relevancia presenten, priorizar y a partir de ahí generar estrategias que permitan eliminarlas o disminuirlas. Una vez avanzado el desarrollo de la investigación, esta podría cambiar a un alcance explicativo, esto porque generaría insumos para determinar las causas que generan el problema con un sentido de entendimiento y ayuda para estructurar la investigación.



**Figura 16**

*Propósito y valor de los diferentes alcances de la investigación*

Alcance	Propósito de las investigaciones	Valor
Exploratorio	Se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes.	Ayuda a familiarizarse con fenómenos desconocidos, obtener información para realizar una investigación más completa de un contexto particular, investigar nuevos problemas, identificar conceptos o variables promisorias, establecer prioridades para investigaciones futuras, o sugerir afirmaciones y postulados.
Descriptivo	Busca especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.	Es útil para mostrar con precisión los ángulos o dimensiones de un fenómeno, suceso, comunidad, contexto o situación.
Correlacional	Su finalidad es conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular.	En cierta medida tiene un valor explicativo, aunque parcial, ya que el hecho de saber que dos conceptos o variables se relacionan aporta cierta información explicativa.
Explicativo	Está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.	Se encuentra más estructurado que las demás investigaciones (de hecho implica los propósitos de éstas); además de que proporciona un sentido de entendimiento del fenómeno a que hacen referencia.

*Nota:* (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2014).

### ***3.3 Fuentes de información***

Las fuentes de información son todos aquellos recursos informativos combinados por datos escritos, orales, informales, formales, físicos o multimedia, capaces de llevar a cabo la investigación. Dentro de las fuentes de información más comunes se encuentran:

**Tabla 1***Fuentes de Información*

Fuentes primarias	Fuentes secundarias	Fuentes terciarias
Entrevista directa con los operadores y ayudantes de línea	Citas y documentos relacionados con temas de mermas en procesos de producción.	Reportes que mencionen información sobre mermas.
Tesis que contemplen información relacionada a temas de mermas de producción.	Comentarios en páginas web relacionados con tópicos de disminución de mermas.	Guías de índices de temas relacionados al tema de investigación.
Documentos de control de producción de la máquina en estudio.	Referencias sobre antecedentes de proyectos similares.	

*Nota:* Elaboración propia

Primarias: se realizó una revisión de todas las hojas de producción de los últimos 2 meses, en donde se detallan las principales paradas que presentó el equipo, además de las entrevistas que se le realiza a los operadores y ayudantes para determinar las principales afectaciones que presentan en el proceso.

Secundarias: se tomaron investigaciones anteriormente realizadas vinculadas a la generación de mermas en proceso de producción para utilizarlos de guía para la identificación de causas y generación de estrategias que brinden una posible solución al caso estudiado. Además, se utilizaron fuentes de información como libros que brinden apoyo y sustento teórico, que es clave para llevar con éxito el proyecto.

Dentro de las fuentes secundarias, se encuentran:

- Libros de texto.

- Documentos web.
- Revistas.

### ***3.4 Técnicas y recolección de datos***

Cuando se habla sobre recolección de datos, se hace referencia uso de diferentes técnicas y herramientas que pueden ser utilizadas por el analista para desarrollar los sistemas de información, las cuales pueden ser las entrevistas, la encuesta, el cuestionario, la observación, el diagrama de flujo entre algunos que podemos mencionar. Dentro de la versatilidad de técnicas de recolección de datos con las que se cuenta actualmente, para efectos del proyecto se emplearon los siguientes:

**Observación:** esta es una técnica en donde el investigador tiene como objetivo percibir la relación existente entre el fenómeno a estudiar y todas las situaciones que lo rodean. Para efectos del proyecto, se dio seguimiento al comportamiento en proceso de las principales fallas reportadas por los operadores en las hojas de producción, así como la observación de los efectos que este tipo de fallas provocaban al proceso de producción. Este tipo de observaciones se realizaron de manera aleatoria en los diferentes productos que se producen.

**Entrevistas:** para la recolección de datos con este tipo de información, se procedió a la intervención y entrevista de los principales involucrados en el proceso, tomando en cuenta al operador, ayudante de planta, así como a los mecánicos de mantienen intervenciones permanentes en la máquina, de tal manera que permita conocer un criterio más integral sobre las situaciones que se presentan en el equipo.

**Documentos:** para la recolección de datos, se procede con la recolección de información de los registros de producción que son llenados diariamente por los operadores del equipo, en el cual se registran todos los eventos, fallas y paradas que se registran durante el proceso de producción: Este insumo es de suma importancia, porque otorga información valiosa para el análisis de la información.

A partir de la recolección de datos, se pretendió identificar las principales causas que están afectando el equipo en el proceso de producción y permite analizar los datos, de tal manera que permita realizar un análisis estadístico que respalde las propuestas planteadas.

Tamaño de la muestra: hace referencia al número determinado de sujetos o cosas que componen la muestra extraída de una población, necesarios para que los datos obtenidos sean representativos de la población. Dentro de las muestras que se tomaron para realizar el proyecto, se tomaron 8 muestras de cada uno de los pistones de llenado de la tolva, esto como seguimiento a las causas encontradas. Para las mediciones de los equipos, se debe realizar un muestreo con un 95 % de nivel de confianza y de, al menos, un 20 % de error de estimación.

### ***3.5 Procedimiento metodológico de la investigación***

La investigación realizada en el proyecto es de beneficio para los involucrados en la planta de producción, productividad y calidad, ya que, con el objetivo y las conclusiones de este proyecto, se desea disminuir la cantidad de merma de mixtura saborizada y, de paso, ayuda a mejorar el rendimiento de los equipos, beneficiando los indicadores establecidos por la planta.

Las entrevistas, todas de datos y documentos recopilados facilitaron el entendimiento y desarrollo de la solución al problema, lo cual favorece a todos los involucrados en los procesos de producción relacionados con la envasadora Vitaline y todos los procesos que intervienen y la relacionan.

### ***3.6 Cuadro de variables***

El cuadro de variables es un esquema que resume la investigación desarrollada, puesto que permite la identificación, definición y operación de las variables estudiadas en el proyecto. A continuación, se muestra el cuadro de variables que se implementó:

**Tabla 2**

*Cuadro de variables*

<b>Objetivo específico</b>	<b>Definición de la variable de investigación</b>	<b>Conceptualización de variable</b>	<b>Definición instrumental</b>	<b>Indicadores</b>
Definir las principales causas que generan mermas de mixturas saborizadas.	Causas que generan mermas de mixturas saborizadas.	Son las principales variables presentes en el proceso que se convierten en las principales causas que generan mermas.	Diagrama de flujo Diagrama SIPOC Observación Diagrama de Ishikawa Lluvia de ideas Grafica de barras	Describir cada una de las etapas del flujo de proceso. Identificar los proveedores, las entradas, el proceso, las salidas y los clientes. Conocer a las especificaciones del producto, desde lo más general a lo más específico. Conocer las acciones realizadas por los operadores. Conocer las dificultades que atraviesan los operadores y el personal de proceso al momento de utilizar los equipos de dosificación y envasado. Conocer las diferentes causas

				<p>que me provocan el problema establecido.</p> <p>Identificar causas detectadas por los involucrados en el proceso.</p>
<p>Medir la cantidad de merma de mixtura saborizada generada en el proceso.</p>	<p>Cantidad de merma de mixtura que se genera.</p>	<p>Es la cantidad de merma de mixtura que se genera en el proceso de producción.</p>	<p>Observación</p> <p>Cronómetro</p> <p>Romana</p> <p>Diagrama dispersión</p> <p>Prueba de hipótesis</p>	<p>Conocer las acciones realizadas por los operadores.</p> <p>Medir los tiempos de las actividades realizadas por los operadores del proceso.</p> <p>Medir la cantidad de merma de mixtura generada en el arranque de producción por ajustes de la máquina.</p> <p>Conocer la inyección de aire aplicada en el helado.</p> <p>Tabular toda la información recolectada en los procesos anteriores.</p>

<p>Analizar las mediciones de merma de mixtura saborizada tomadas en el proceso.</p>	<p>Mediciones de mermas de mixtura.</p>	<p>Es el análisis de toda la información medida, para comprender a detalle las situaciones que se presentan en el proceso.</p>	<p>ANOVA  Histograma  Diagrama de Pareto  Diagrama de flujo  Distribución de datos  Diagrama Ishikawa  Diagrama dispersión</p>	<p>Comparar las cantidades de merma de mixtura, por turno y operador.</p> <p>Conocer la distribución de los datos recopilados.</p> <p>Conocer las principales causas que más variabilidad generan en el proceso.</p> <p>Entender el comportamiento de los datos.</p> <p>Modelar patrones de comportamientos de los datos para poder extraer inferencias acerca de los datos en estudio.</p> <p>Conocer cada una de las etapas del proceso.</p> <p>Conocer la relación entre la cantidad de merma y el tipo de producto.</p> <p>Conocer el comportamiento de distribución de datos para un</p>
--	---	--	--	---

				<p>análisis robusto de datos.</p> <p>Conocer las diferentes causas que me provocan el problema establecido.</p> <p>Identificar las causas raíz que me generan la problemática establecida.</p>
Proponer mejoras a las causas identificadas.	Mejoras para las causas que fueron identificadas.	Son las mejoras que debe llevar cada una de las causas que fueron identificadas y que se determinaron como influyentes para para disminución de la merma en el proceso.	<p>Histograma</p> <p>Poka yoke</p> <p>Matriz RACI</p>	<p>Observar las acciones realizadas por los operadores.</p> <p>Comparar los datos estadísticamente.</p> <p>Ver el nuevo comportamiento de los datos.</p> <p>Comparar los datos actuales versus los anteriores.</p> <p>Tabular toda la información recopilada.</p> <p>Asignar responsabilidades de actividades</p>
Establecer controles de los nuevos valores	Controles que permiten mantener los parámetros.	Lineamientos que permiten mantener bajo control los parámetros establecidos.	Gráficas de control	Medir las cantidades de mixtura saborizada con



establecidos en el proceso.			<p>Procedimientos visuales y estandarizados</p> <p>Poka Yoke</p>	<p>los nuevos parámetros.</p> <p>Controlar las cantidades de merma con los nuevos parámetros establecidos.</p> <p>Ofrecer una guía visual para el uso del equipo.</p> <p>Identificar incumplimientos al momento de utilizar los equipos según los procedimientos establecidos.</p>
Demostrar mediante un análisis financiero los beneficios económicos que generan las mejoras establecidas.	Beneficio económico	Análisis financiero de las pérdidas y ganancias generadas con la implementación de las mejoras establecidas.	<p>ROI</p> <p>Periodo de recuperación</p> <p>Diagrama de Gantt</p>	<p>Conocer el retorno de la inversión que se genera con la implementación de las mejoras establecidas.</p> <p>Conocer el periodo de recuperación de la inversión requerida.</p> <p>Establecer el cronograma de actividades de desarrollo del proyecto.</p>

*Nota:* Elaboración propia.

### 3.7 Cronograma de actividades

El cronograma de actividades corresponde a una herramienta de uso sencillo y accesible que permite definir y fijar los tiempos de ejecución de cada una de las fases de un proyecto. En referencia al presente proyecto, se definió el siguiente cronograma de actividades

**Tabla 3**

*Cronograma de actividades*

Nombre de la actividad	Fecha de inicio	Fecha final	Duración (días)
Clase introductoria	01/09/21	04/09/21	4
Presentación de la boleta de inscripción	04/09/21	08/09/21	5
Charla por parte de la Escuela de Ingeniería Industrial	08/09/21	13/09/21	6
Entrega de las correcciones de la boleta de inscripción	13/09/21	16/09/21	4
Avance del capítulo 1 “Introductorio”	16/09/21	20/09/21	5
Entrega de correcciones del capítulo 1	20/09/21	22/09/21	3
Avance del capítulo 3 “Marco metodológico”	22/09/21	25/09/21	4
Entrega de correcciones del capítulo 3	25/09/21	28/09/21	4
Avance del capítulo 2 “Marco teórico”	28/09/21	30/09/21	3
Entrega de correcciones del capítulo 2	30/09/21	04/10/21	5
Avance del capítulo 4 “Marco situacional”	04/10/21	06/10/21	3
Entrega de correcciones del capítulo 4	06/10/21	11/10/21	6
Correcciones finales al anteproyecto del TFG	11/10/21	13/10/21	3
Revisión del anteproyecto final	13/10/21	16/10/21	4
Entrega final del documento del anteproyecto	16/10/21	19/10/21	4
Presentación del anteproyecto	19/10/21	23/10/21	5
Fin del curso Métodos de Investigación	23/10/21	26/10/21	4
Avance del capítulo 5	26/10/21	28/10/21	3
Avance del capítulo 6	28/10/21	01/11/21	5
Revisión de avances para correcciones	01/11/21	05/11/21	5
Avance del capítulo 7	05/11/21	10/11/21	6
Avance del capítulo 8	10/11/21	17/11/21	7
Revisión de avances para correcciones	17/11/21	24/11/21	8
Correcciones finales del TFG	24/11/21	30/11/21	7
Revisión de correcciones finales del TFG	30/11/21	06/12/21	7

Últimas modificaciones al TFG final	06/12/21	11/12/21	6
Revisión del documento final	11/12/21	17/12/21	7
Entrega del documento final	17/12/21	22/12/21	6
Fin del 3 cuatrimestre del año 2021	22/12/21	27/12/21	6
Presentación del TFG	30/12/21	30/12/21	1

*Nota:* Elaboración propia, 2021

### 3.8 Diagrama Gantt

El diagrama de Gantt corresponde a una herramienta para la planificación y programación de tareas a lo largo de un periodo determinado. La cómoda visualización permite realizar el seguimiento y control del proceso de cada una de las etapas. Se realizó un diagrama de Gantt con el objetivo de planificar las actividades necesarias para la elaboración del proyecto.

A continuación, se presenta el diagrama de Gantt con las distintas tareas y tiempos planificados de ejecución para el proyecto.

**Figura 17**

*Diagrama de Gantt*

Nombre de actividad	Setiembre					Octubre					Noviembre					Diciembre				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Clase introductoria	■																			
Presentación de la boleta de inscripción	■	■																		
Charla por parte de la Escuela de Ingeniería Industrial		■	■																	
Entrega de las correcciones de la boleta de inscripción			■																	
Avance del capítulo 1 “Introducción”			■	■																
Entrega de correcciones del capítulo 1				■																
Avance del capítulo 3 “Marco metodológico”				■																
Nombre de actividad	Setiembre					Octubre					Noviembre					Diciembre				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Entrega de correcciones del capítulo 3				■																



**CAPÍTULO IV**  
**MARCO SITUACIONAL**

#### **4.1 Historia de la empresa**

La empresa Cooperativa de Productores de Leche, Dos Pinos R.L., sede de Coyol, Alajuela, cuenta con una trayectoria de más de 50 años en el mercado de los productos lácteos y bebidas, ofrece sus productos a nivel nacional, así como también la exportación de sus principales productos hacia a países como Panamá, Nicaragua, El Salvador, Honduras, Guatemala, Estados Unidos, Cuba, República Dominicana, Colombia, Venezuela, entre otros. La empresa mantiene una filosofía organización basada en su misión, visión, pilares y valores. (Cooperativa de productores de leche Dos Pinos S.A., 2020)

En 1947, fue fundada por 25 socios productores quienes iniciaron una planta de producción de alimentos balanceados ubicada en pavas. En el año de 1951, se inicia con la planta de embotellado y pasteurización envasada en botellas de vidrio siendo la planta ubicada en la zona de barrio Luján. En el año de 1953, se inició la planta de producción de helados con un producto de presentación de 3.5 onzas, siendo este el inicio de una gran variedad de diferentes helados ofrecidos al mercado. (Cooperativa de productores de leche Dos Pinos S.A., 2020)

En el año 2000, todas las operaciones de producción fueron trasladadas a El Coyol de Alajuela, siendo el complejo lácteo industrial más moderno del momento en la zona de Centroamérica y el Caribe. En el año 2013 se da inicio con la modernización de la planta de leche en polvo en San Carlos y ese mismo año de adquiere una planta de producción láctea ubicada en Panamá. En el año 2015, se adquirió una planta en el país de Nicaragua llamada la completa. En el año 2016 se dio la compra de la planta de bebidas ubicada en Belén, así como la planta de Gallito. (Cooperativa de productores de leche Dos Pinos S.A., 2020)

En el año 2017 se dio inicio con las heladerías estación, siendo la primera apertura en la zona de Escazú. En ese mismo año, se dio la modernización de la planta de quesos y en el año 2018 se inició operaciones con una planta de producción ubicada en República Dominicana. (Cooperativa de productores de leche Dos Pinos S.A., 2020)

## 4.2 Ubicación de la empresa

La empresa cuenta con distintas sedes en el país, sin embargo, el proyecto se va a realizar en la planta de congelados, ubicada en El Coyal de Alajuela.

**Figura 18**

*Ubicación de planta de producción Coyal*



*Nota:* (Dos Pinos, 2020)

## 4.3 Organigrama de la empresa

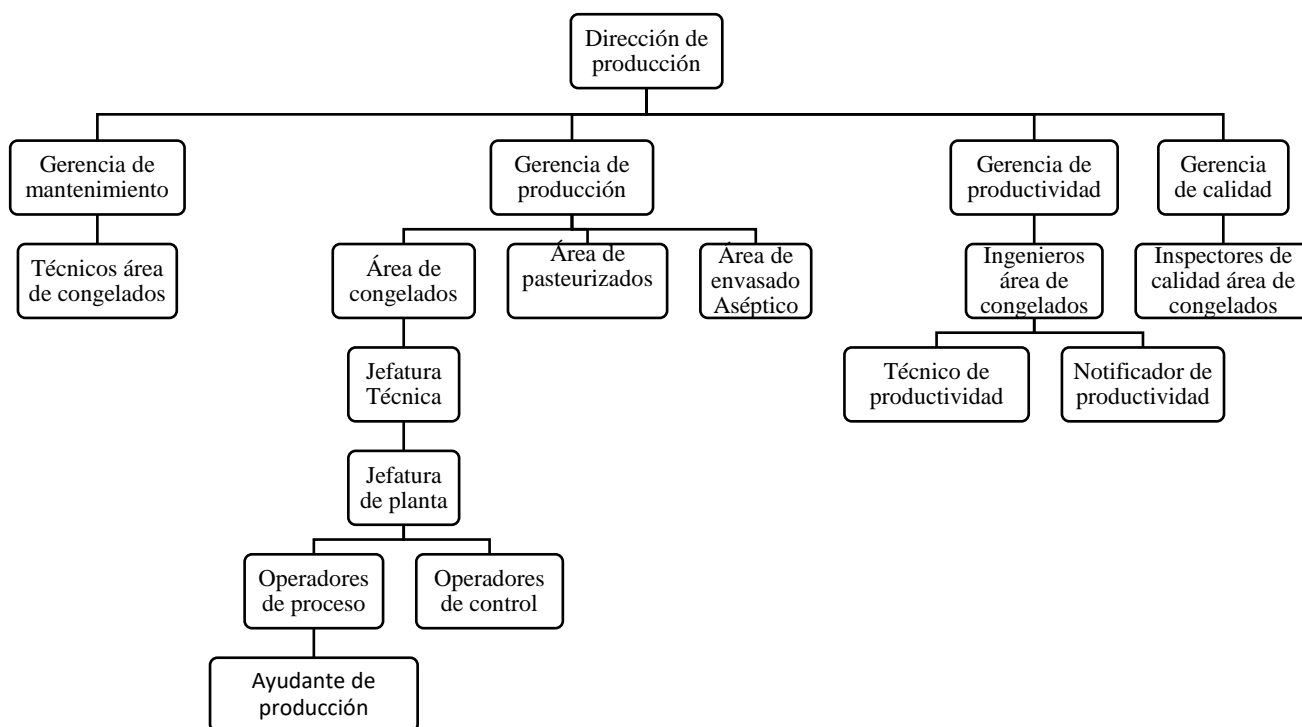
A continuación, se mostrará un organigrama concerniente al área donde se realizará el proyecto. La empresa internamente distribuye la producción en tres áreas: pasteurizadas, envasado aséptico y congelados. Es en el área de congelados donde se realizó el proyecto. Dicha área es la responsable de elaborar los helados que ofrece la empresa, cuentan con 145 diferentes tipos de helados que se distribuyen a nivel nacional y se exportan hacia los países de Centroamérica. Actualmente, el área de congelado cuenta con 205 colaboradores y labora en los tres turnos del

día. El área de congelados se compone además por un Director de producción, un Gerente de manufactura, dos jefaturas técnicas, cuatro jefaturas de planta, dos técnicos de mantenimiento, un ingeniero de productividad, un técnico de productividad, un notificador de productividad y 196 seis

**Figura 19**

*Organigrama del Departamento de Helados*

operadores y ayudantes de producción, quienes ofrecen apoyo al área.



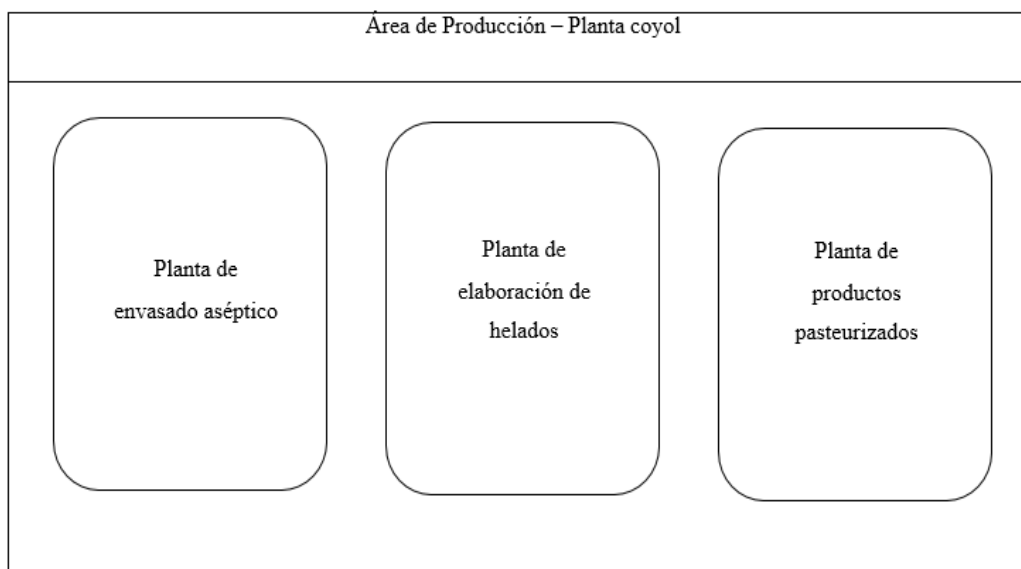
*Nota:* Elaboración propia



La siguiente imagen muestra la distribución en la que se conforma toda la estructura, dividida en 3 plantas internamente.

**Figura 20**

*Distribución de las Plantas de Producción*



*Nota:* Elaboración propia

#### **4.4 Estrategia organizacional**

A continuación, se realiza un análisis de la institución para conocer sus fundamentos principales, como lo son la misión, visión y valores de esta.

#### ***4.4.1 Misión***

“Proveer bienestar y salud a nuestros consumidores a través de un portafolio diversificado de alta calidad, promoviendo prácticas responsables y de excelencia operativa, para lograr al año 2021 beneficios al nivel de empresas de lácteos y alimentos de clase mundial” (Dos Pinos, 2020).

#### ***4.4.2 Visión***

“Crear valor y bienestar a nuestros clientes, asociados y colaboradores, contribuyendo a su desarrollo social y económico de manera sostenible, mediante una distribución equitativa de la riqueza” (Dos Pinos, 2020).

#### ***4.4.3 Valores de la empresa***

##### ***4.4.3.1 Compromiso***

“Compromiso al trabajo en equipo, dando lo mejor de las habilidades poniendo al máximo las capacidades del personal” (Dos Pinos, 2020).

##### ***4.4.3.2 Humildad***

“Caracteriza la sencillez, reconociendo las limitaciones y oportunidades, conscientes del origen de los trabajadores” (Dos Pinos, 2020).

#### ***4.4.3.3 Excelencia***

“Compromiso con la calidad y eficiencia, haciendo las cosas de la mejor manera”.

#### ***4.4.3.4 Integridad***

“Actuar correctamente en apego de nuestros principios y valores” (Dos Pinos, 2020).

#### ***4.4.4 Pilares***

“Propiciar la competitividad y rentabilidad del Sector Primario, Crecimiento sostenido y rentable de nuestro negocio central, Innovación como plataforma para dar valor agregado a los consumidores, Creación de una plataforma de productos económicamente accesibles, diversificación y expansión del negocio” (Dos Pinos, 2020).

### **4.5 Mercado comercial**

#### ***4.5.1 Modelo corporativo***

Como parte de la gobernanza de la Cooperativa, existe una Asamblea de Delegados Asociados que, entre otras cosas, elige a los directores que conforman el Consejo de Administración, el cual, en conjunto con la Administración liderada por la Gerencia General, establecen los planes estratégicos con los cuales se busca fortalecer el liderazgo y la diversificación de la Cooperativa de forma sostenible en el tiempo.

#### ***4.5.2 Operaciones en Costa Rica***

La empresa cuenta con diferentes plantas a nivel nacional con tecnología de alto nivel que permite ser una empresa competitiva. Dentro de las plantas se encuentran las siguientes:

Planta Coyol: ubicada en la zona de Alajuela, esta es una planta en donde se producen alimentos como leche fluida, helados, cremas lácteas y yogurt.

Planta San Carlos: ubicada en la zona norte del país, esta es una planta dedicada a la producción de quesos y leche en polvo.

Planta de alimentos balanceados: ubicada en la zona de Alajuela es una planta dedicada a la producción de concentrados para animales.

Planta de bebidas: esta es una planta ubicada en San Antonio de Belén en el que se producen bebidas no lácteas tales como té, jugos, néctares y refrescos.

Planta industrial gallito: ubicada en la ribera de Belén, esta es una planta dedicada a la producción de confites y chocolates.

#### ***4.5.3 Descripción de marcas registradas***

Dentro de las marcas con las que cuenta la empresa para la elaboración y distribución de productos alimenticios, se mencionan las siguientes:

- Dos Pinos
- La completa
- Coronado
- Gallito
- La estación
- La Chiricana
- Nevada
- Agro veterinario

#### 4.5.4 Descripción de productos

Dentro de la variedad de productos que ofrece la empresa, en el siguiente proyecto se mencionan los elaborados en la planta de congelados que es donde se va a realizar el proyecto.

**Tabla 4**

*Descripción de productos elaborados en la planta de congelados*

Presentación	Descripción
Paleta	Cremoleta fresa
Paleta	Cremoleta Piña colada
Paleta	Cremoleta naranja
Paleta	Chocoleta
Paleta	Corazón
Cono	Super Cono
Cono	Krunchy Krips
Trist	Pie de Limón
Barra	MMMio
½ Pinta	Vainilla
½ Pinta	Vainilla chips
¼ Galón	Krunchy
¼ Galón	Trists
¼ Galón	Guayabita
¼ Galón	Tapita
¼ Galón	Milan menta
¼ Galón	Mini Sandwich
¼ Galón	Vainilla
¼ Galón	Vainilla Chips

¼ Galón	Choco Bon
¼ Galón	Naranja Holandesa
¼ Galón	Caramelo Fudge
¼ Galón	Combinado limón
¼ Galón	Veteado Fresa
½ Galón	Veteado Fresa
½ Galón	Vainilla Chips
½ Galón	Veteado Chocolate

*Nota:* Elaboración propia, 2021

#### 4.5.5 FODA

Corresponde a una herramienta de planificación estratégica utilizada por las empresas, en donde se realiza un análisis interno revisando las fortalezas y debilidades, oportunidades y amenazas con los que cuenta la empresa (Hernández Sampieri, Fernández Collado y Baptista Lucio, 2010). La cooperativa de productores de leche Dos Pinos, es una empresa dedicada a la elaboración de productos lácteos de venta a nivel nacional e internacional. A continuación, se muestra un FODA a partir de entrevistas realizadas a colaboradores de la empresa.

**Tabla 5**

*FODA de la compañía*

Fortalezas	Oportunidades	Debilidades	Amenazas
Recurso Humano	Equipos de alta tecnología en todas las plantas	Horarios extensos	Cercanía con fábrica de productos químicos.
Equipo de ventas	Capacitación de todo el personal.	Alta rotación de personal de producción.	Pandemia COVID-19

Productos buena calidad	Uso de energía renovable.	-	Aumento de marcas extranjeras de productos lácteos.
Posicionamiento de marca	-	-	Caída de impuesto de importación a productos extranjeros.
Alto volumen de producción	-	-	Productos sustitutos.
Innovación de productos	-	-	-

*Nota:* Elaboración propia, 2021

#### **4.5.6 FODA analizado**

##### **4.5.6.1 Fortalezas**

Recurso humano: la compañía cuenta con personal capacitado y especializado con gran trayectoria en la industria de alimentos de origen animal y productos lácteos, lo que le permite dar ventaja competitiva sobre la competencia.

Equipo de ventas: este es una de las grandes fortalezas con las que cuenta la empresa, ya que el equipo de ventas logra colocar todo el volumen de producción alcanzada en la empresa y está en la constante búsqueda de nuevos mercados a nivel nacional o internacional.

Productos buena calidad: los productos de calidad caracterizan a la empresa, tal evidencia de ello lo demuestran las diferentes certificaciones con las que cuenta la empresa, tales como la ISO9001, ISO 14000, ISO 17025, certificación HACCP, ISO 22000, lo que permite dar solidez a sus procesos y verlo reflejado en la calidad de sus productos.

Posicionamiento de marca: los más de 50 años con los que cuenta la compañía en el mercado han permitido que la marca de la empresa esté posicionada a lo largo del país, siendo una garantía de productos confiable y de calidad.

Alto volumen de producción: la planta cuenta con capacidad de procesamiento de más de 1 000 000 de litros diarios, lo que la convierte en una compañía de alto volumen de producción.

Innovación de productos: dentro de las iniciativas y diferenciación con otras marcas, la empresa Dos Pinos ha logrado una gran diversificación de productos a lo largo del tiempo, ofreciendo y ampliando la variedad de productos. Para ello, se apoyan en el departamento de investigación y desarrollo quienes apoyan estas iniciativas.

#### ***4.5.6.2 Oportunidades***

Equipos de alta tecnología en todas las plantas: algunos equipos con los que cuenta la empresa ya han ofrecido toda su capacidad dentro de su vida útil, por lo que es de importancia mantener el constante cambio de tecnologías para lograr una adecuada optimización de los procesos.

Capacitación de todo el personal: al contar con tantos empleados, el cumplimiento de capacitación se vuelve un desafío importante para lograr su cumplimiento, ya que para su cumplimiento es necesario un despliegue de recursos importantes.

Uso de energía renovable: el uso de energía renovable siempre es de importancia para las empresas de altos volúmenes de producción, sin embargo, es importante la búsqueda de alianzas con las compañías gubernamentales para alcanzar resultados positivos.

#### ***4.5.6.3 Debilidades***



Horarios extensos: el personal de producción es requerido en horarios que exceden las 8 horas, por lo que, en muchas ocasiones, se convierten en puntos de mejora para evitar la fatiga de los colaboradores.

Alta rotación de personal de producción: la permanencia de diferentes plantas procesadores alrededor de la zona de El Coyol se convierte en un área de fácil empleabilidad laboral, lo que ocasiona que en muchas ocasiones se genere una alta rotación del personal.

#### ***4.5.6.4 Amenazas***

Cercanía con fábrica de productos químicos: la cercanía con empresas de elaboración de productos químicos convierte la zona en un área vulnerable a incendios provocados.

Pandemia COVID-19: la pandemia COVID-19 ha golpeado económicamente a toda la industria de producción, ya que limita el consumo de ciertos alimentos acentuando la austeridad de los consumidores.

Aumento de marcas extranjeras de productos lácteos: la industria de los lácteos ha crecido a nivel centroamericano y donde grandes compañías de marcas fuertes han logrado invertir en países vecinos, lo que hace que se logre producir productos que el país importa.

Caída de impuesto de importación a productos extranjeros: dentro de los próximos meses, se elimina el impuesto que permanecía vigente sobre los productos lácteos que se exportaban a Costa Rica. Lo anterior permite el ingreso de productos a un costo por debajo a los que ingresan en la actualidad.

Productos sustitutos: la elaboración de productos sustitutos en el mercado podría eventualmente engañar al consumidor haciendo creer que consumen un producto con características con las que no cuenta y ofreciéndolos a un precio mucho menor.

**CAPÍTULO V**  
**ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

En el capítulo de la situación actual, se procedió a demostrar con evidencia la problemática presentada sobre la diferencia de la cantidad de mixtura teórica versus la real. A partir de ahí, se procedió con la explicación del proceso para tener mucha más claridad de cada una de las etapas involucradas en la elaboración de helados.

Una vez descrita cada una de las etapas, se procedió a la revisión de las paradas relacionadas con la envasadora Vitaline reportadas en las hojas de producción para lo que se realizó un diagrama de Pareto que sumado a las causas identificadas por los operadores, ayudantes y personal de mantenimiento permitieron la elaboración de un diagrama de Ishikawa que ayudará a identificar las principales que generan merma de mixtura.

Del total de las causas se le asignó un peso para poder priorizar las causas que mayor relevancia pudieran mantener. En el punto 5.7.1, se habla sobre el llenado disparejo de boquillas, se hizo toma de datos y se procedió a realizar pruebas de hipótesis para demostrar situaciones planteadas como diferencia entre llenado de boquillas y la identificación de las boquillas que más llenaban. También se vio *in situ* principales causas como goteo de mixtura de las boquillas de llenado, se realizaron gráficos de cajas para la demostración de hipótesis planteadas como la incorporación de aire en la mixtura, se tomó evidencia fotográfica y se explicaron las principales causas detectadas en el lugar como latas en mal estado, problemas con extractores, revisión de guías de bronce, problemas con el insertador, problemas con las video jet, ajuste de los empujadores y ajustes de mandíbulas de sellado. Todo lo anterior permite conocer la situación actual de la empresa y da pie a presentar las propuestas de mejoras.

### 5.1 Cantidad de mixtura teórica versus cantidad real utilizada

En la siguiente tabla, se refleja la cantidad de mixtura teórica utilizada en la elaboración del helado Chocoleta de 75 g en las producciones correspondientes al mes de octubre. Para realizar el cálculo, se tomó en cuenta el valor teórico establecido para la elaboración del producto y la diferencia se tomó de la cantidad de paradas en el proceso y la diferencia del llenado según toma de muestra que se menciona posteriormente.

**Tabla 6**

*Valor teórico real versus cantidad real utilizada*

Producción	Cantidad unidades	Cantidad teórica kg	Cantidad real kg	Diferencia en kg	Diferencia %	Costo
1	80000	5280	6562	1282	19,5 %	¢1 923 000
2	80000	5280	6523	1243	19,06 %	¢1 864 500
3	70000	4620	5761	1141	19,8 %	¢1 711 500
Total	230 000	15 180	18 846	3 666	58,36 %	¢ 5 499 000

*Nota:* Elaboración propia, 2021


## 5.2 Diagrama SIPOC del proceso

Para un mejor entendimiento del proceso de elaboración de la paleta, se va a realizar un diagrama SIPOC en el que se incluye todas las entradas necesarias con sus respectivos proveedores, salidas y clientes a los que está destinado el producto en el proceso de producción.

Para complementar este diagrama SIPOC, se va a complementar un diagrama de proceso que va a permitir conocer, de manera más integral, toda la etapa de elaboración de la paleta Chocoleta de 75 g.

**Figura 21**

*Diagrama SIPOC del helado Chocoleta*

<i>Suppliers</i>	<i>Inputs</i>	<i>Process</i>	<i>Outputs</i>	<i>Customers</i>
Proveedor paletas	Paleta de madera 93 x 10 MM		Helado paleta Chocoleta 75g	Cámara de congelado centro de distribución
Proveedor impresiones	Impresión paleta Chocoleta			
Proveedor cajas cartón	Caja embalaje 24 unidades			
Cuarto control	Mixtura vainilla 13 %			
Proveedor chocolate	Cobertura chocolate			

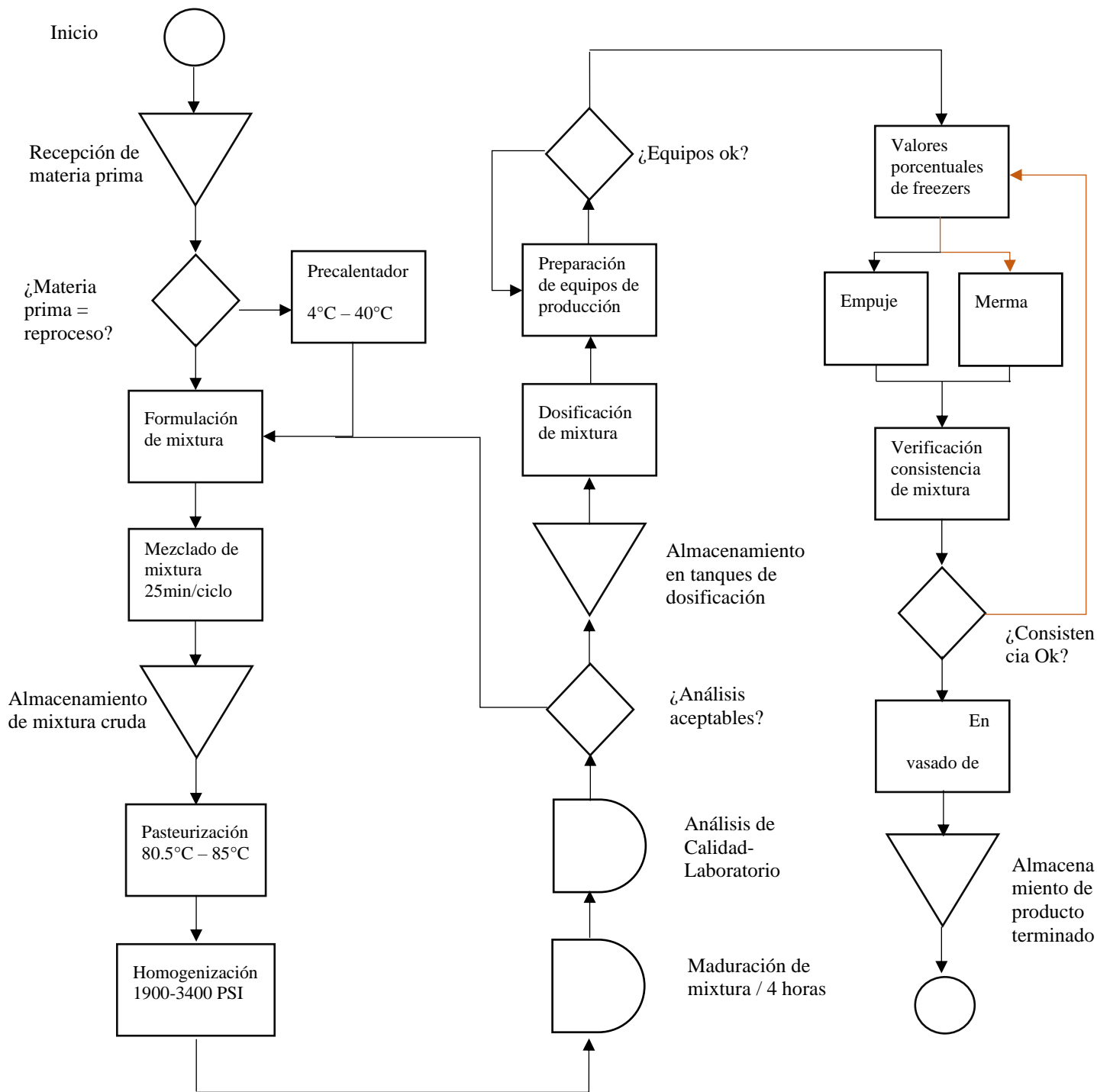
*Nota:* Elaboración propia

## 5.3 Flujo de proceso

A continuación, se procede con la elaboración de un diagrama de flujo que permite visualizar de mejor manera el proceso para la elaboración de helados.

Figura 22

Flujo del proceso



*Nota:* Elaboración propia.

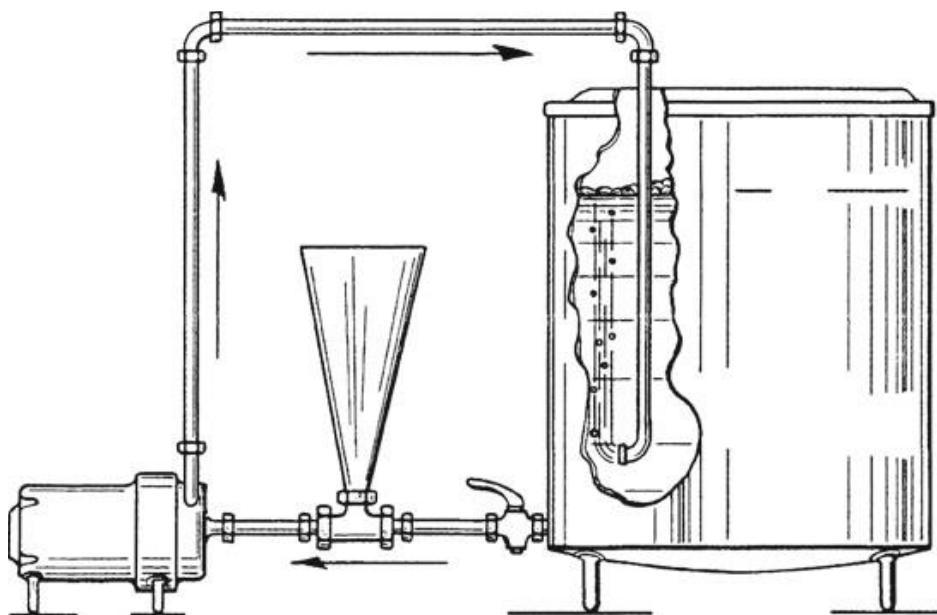
El diagrama de flujo anterior permite conocer el proceso de elaboración de helados, de igual forma, nos ofrece claridad para poder identificar la parte en el proceso donde está enfocado el proyecto y dónde se trabaja.

### **5.3.1 Mezclado de mixtura**

Este proceso consiste en la incorporación de todos los ingredientes necesarios para la preparación de la mezcla o mixtura. Los ingredientes son colocados en una tolva que mantiene un agitador que mantiene en movimiento la mixtura, para, posteriormente, almacenarse en tanque de mixtura cruda a la espera de la pasteurización.

**Figura 23**

*Proceso de mezclado*



*Nota:* (Goff & Hartel, 2013)

### ***5.3.2 Pasteurización***

Este proceso es requerido, ya que destruye todos los microorganismos patógenos que puedan causar daño a los consumidores, así como las enzimas hidrolíticas y naturales de la leche que podrían dañar el sabor y textura, esto mediante la aplicación de temperatura. Esta es una de las etapas más importantes del proceso.

***Figura 24***

*Proceso de pasteurización*





*Nota:* (Goff & Hartel, 2013)

### ***5.3.3 Homogenización***

El objetivo principal de la homogenización es realizar una suspensión estable y uniforme de la grasa, al reducir sus glóbulos de grasa a menos de 2 mm, esto permite que la grasa no se eleve ni tampoco forme una película o capa de crema. La homogenización se realiza ingresando la mezcla por un orificio a condiciones adecuadas de presión y temperatura.

***Figura 25***

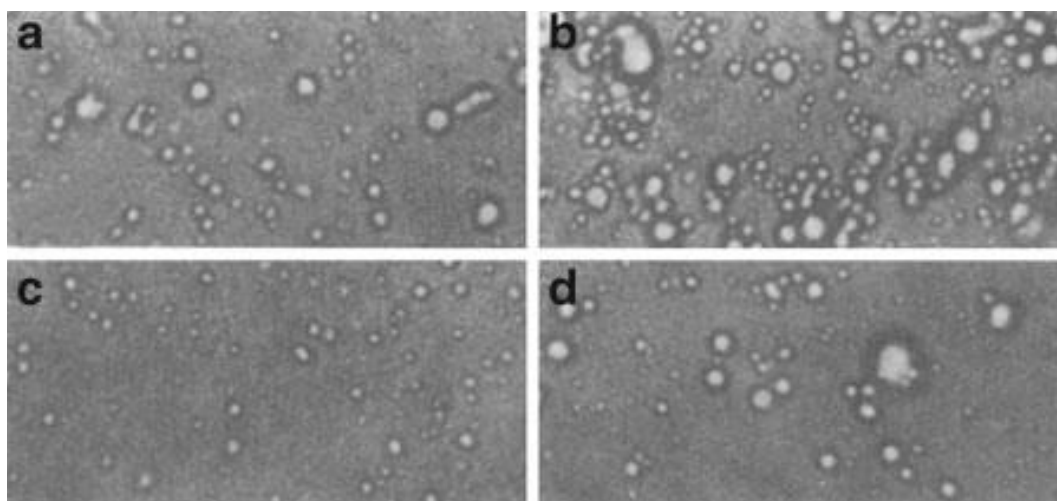
*Proceso de homogenización*



*Nota:* (Goff & Hartel, 2013)

**Figura 26**

*Aspecto microscópico de un helado homogenizado*



*Nota:* (Goff & Hartel, 2013)

Muestra de helado homogenizada, diluido con agua.

Etapa a: muestra de referencia homogenizada con presiones normales en 2 etapas, 3800 / 3500 MPa, segunda etapa (2000/500psi) y muestra una buena dispersión de grasa.

Etapa b: muestra sin homogenizar, con glóbulos de grasa, grandes y agrupados.

Etapa c: homogenizada a presión elevada, mostrando glóbulos pequeños y bien dispersos.

Etapa d: homogenizada en una sola etapa, mostrando reducción en comparación a la muestra b.

#### **5.3.4 Maduración**

Una vez pasteurizada y homogenizada la mezcla de helado, se procede a mantenerla en reposo por un tiempo determinado de aproximadamente 4 horas, esto porque la cristalización de la grasa después de los procesos de pasteurización y homogenización es mucho más lenta, así como algunos estabilizadores requieren de tiempo para su hidratación.

**Figura 27**

*Tanques de maduración*



*Nota:* (Goff & Hartel, 2013)

### ***5.3.5 Dosificación de mixtura***

En esta etapa del proceso, el operador prepara con color y sabor de la mixtura de helado, para, posteriormente, enviarla a los equipos de congelación.

**Figura 28**

*Dosificación de mixtura*



*Nota:* (Goff & Hartel, 2013)

### **5.3.6 Incorporación de aire a la mixtura**

Una vez que la mixtura está lista para el envasado, se procede con la incorporación de aire. El operador debe ajustar el equipo, agregando valores como velocidad, porcentaje de *overrun* y presión del batidor, esto para dar inicio al envasado.

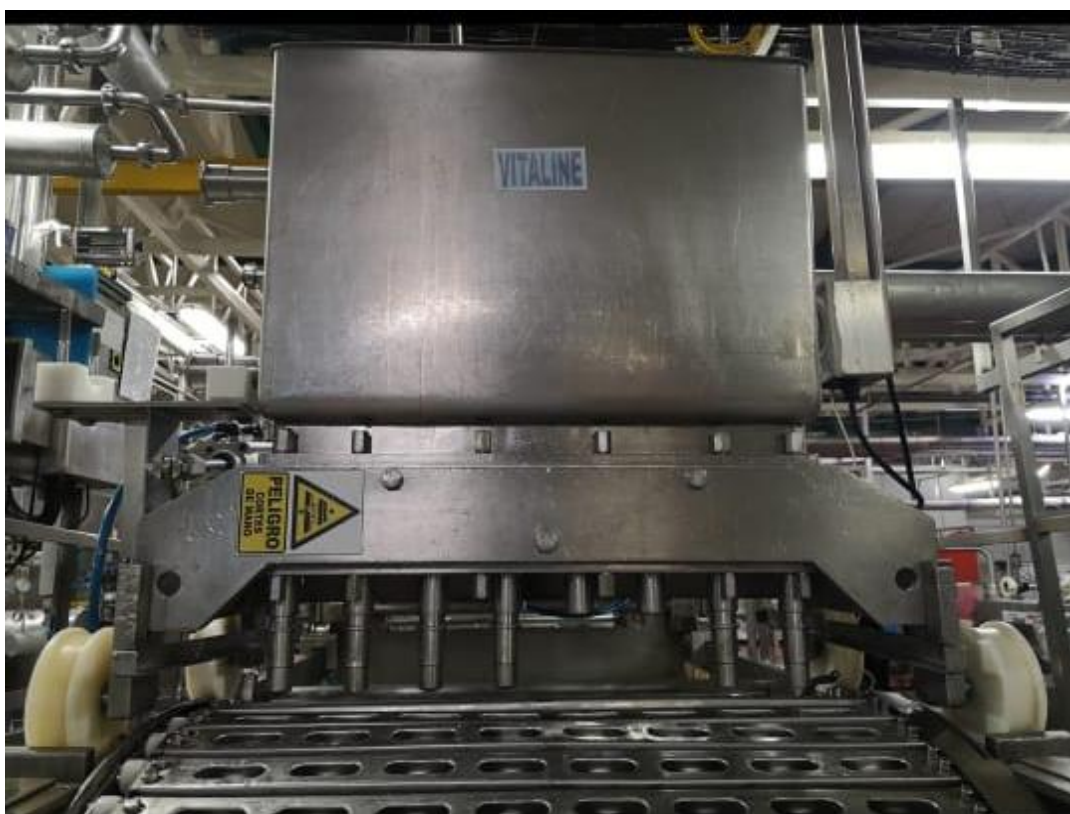
El funcionamiento consiste en que el cilindro cuenta con una capa de líquido refrigerante, dicho líquido congela la mixtura que ingresa al cilindro y una cuchilla que está girando, raspa el helado en partículas pequeñas para el envasado con la incorporación de aire. Este llega a una tolva de llenado, que dosifica la cantidad de mixtura necesaria.

### 5.3.6 Llenado de mixtura

Una vez la mixtura contenga aire, es enviada a una tolva de llenado que cuenta con 8 pistones encargados de dosificar la cantidad de mixtura necesaria en los moldes previamente colocados.

**Figura 29**

*Tolva de llenado de mixtura*

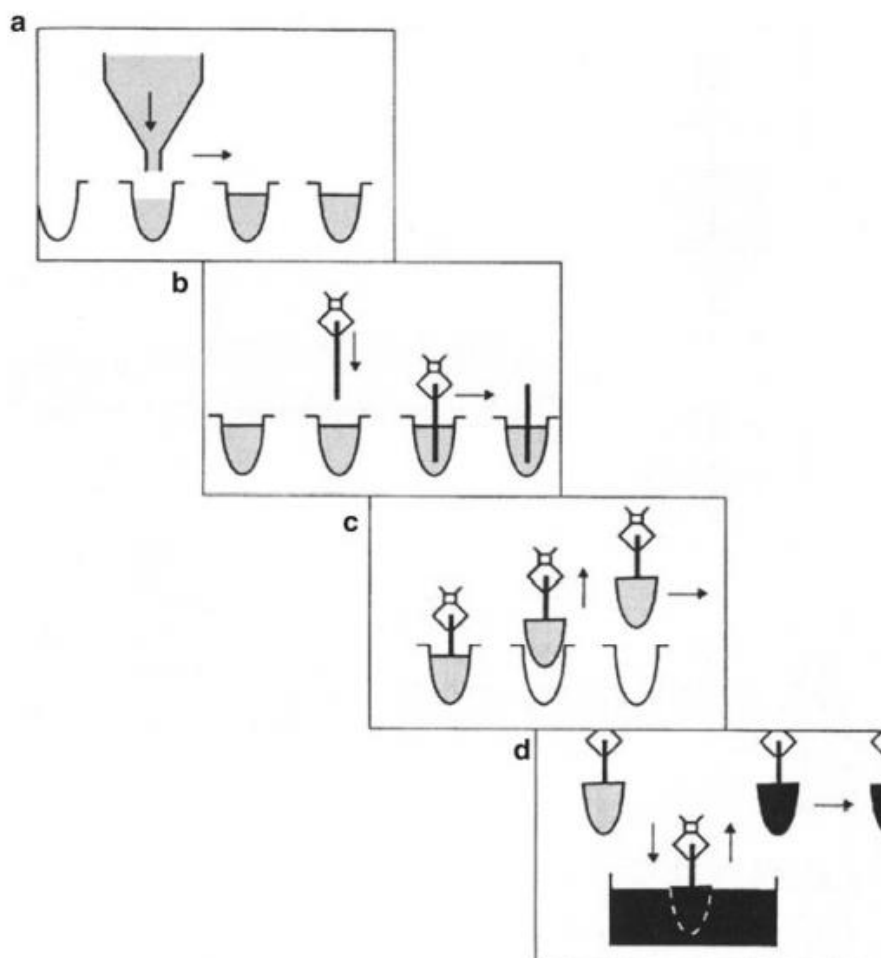


*Nota:* Elaboración propia

En la siguiente figura se puede detallar más el proceso desde que la tolva llena el molde, y coloca la paleta hasta el punto donde un extractor lo toma nuevamente y los envía a la empaquetadora.

**Figura 30**

*Proceso de dosificación y congelado de un helado de paleta*



*Nota:* (Goff & Hartel, 2013)

En la figura (a) se muestra donde el pisto de la tolva dosifica la mezcla en cada uno de los moldes, la figura (b) se observa donde un insertador de paletas coloca la paleta dentro del helado y este se traslada para su congelación; en la figura (c) se observa cuando el extractor de paletas toma el helado para posteriormente consumirlo en una tolva de chocolate, tal como se muestra en la figura (d). De ahí en adelante, pasa a la envolvedora para su embalaje. Es importante resaltar que desde el punto (a) hasta el punto (b) el helado sufre la etapa de congelación, por medio de un líquido refrigerante compuesto por salmuera.

### ***5.3.7 Insertador de paletas***

El insertador de paletas tiene como función introducir la paleta en el helado semiduro, para que, antes de llegar a los extractores, tenga unión adecuada y no se desprenda ni pierda posición.

***Figura 31***

*Insertador de paletas*



*Nota:* Elaboración propia

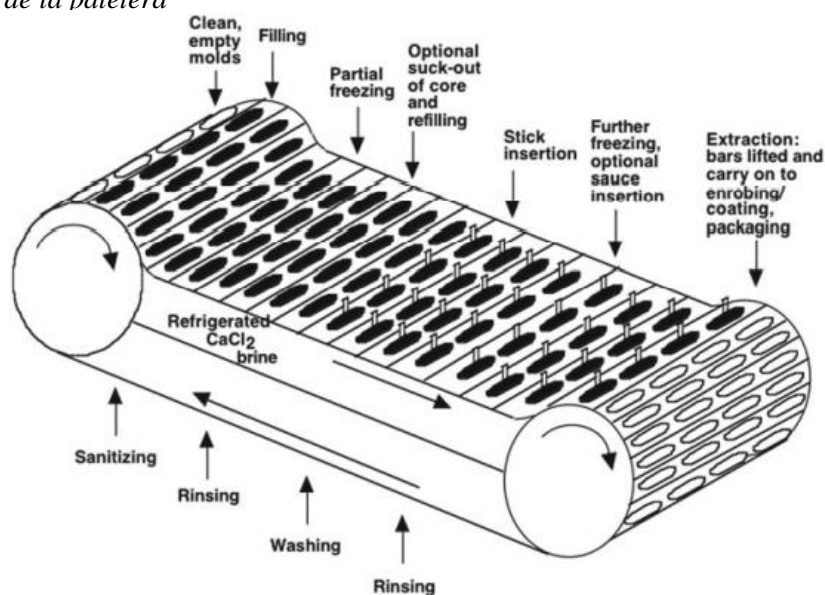
### ***5.3.8 Visión general del funcionamiento de la envasadora***

En la siguiente figura se puede tener una visión general del funcionamiento de la paleta, en donde arriba y de izquierda a derecha se inicia el llenado de la mixtura por medio de la tolva

que anteriormente se mencionó, luego, hay un congelamiento parcial para darle la textura al helado, para, posteriormente, introducir la paleta y congelación total del helado. Una vez que se obtiene la composición adecuada, los moldes pasan por un baño maría para ser tomados por un extractor que también los sumerge en una tolva bañada de chocolate y posterior empaque y embalaje en cajas de 24 unidades. Los moldes siguen un circuito en donde se enjuaga y lavan los moldes para siga su llenado. Debajo de los moldes hay un líquido compuesto por salmuera, que permite la congelación de los moldes y el helado.

**Figura 32**

*Visión general de la paletaera*



*Nota:* (Goff & Hartel, 2013)



### ***5.3.9 Extractores de paletas***

Los extractores de paletas son los responsables de tomar las paletas de helados ya congelados y sumergirlos en una tolva de chocolate, posteriormente, salen y los envía una envolvedora de helados para calificarlo como producto terminado.

#### ***Figura 33***

*Extractores de helados de paleta*



*Nota:* (Goff & Hartel, 2013)

### ***5.4 Revisión de paradas de envasadora Vitaline***

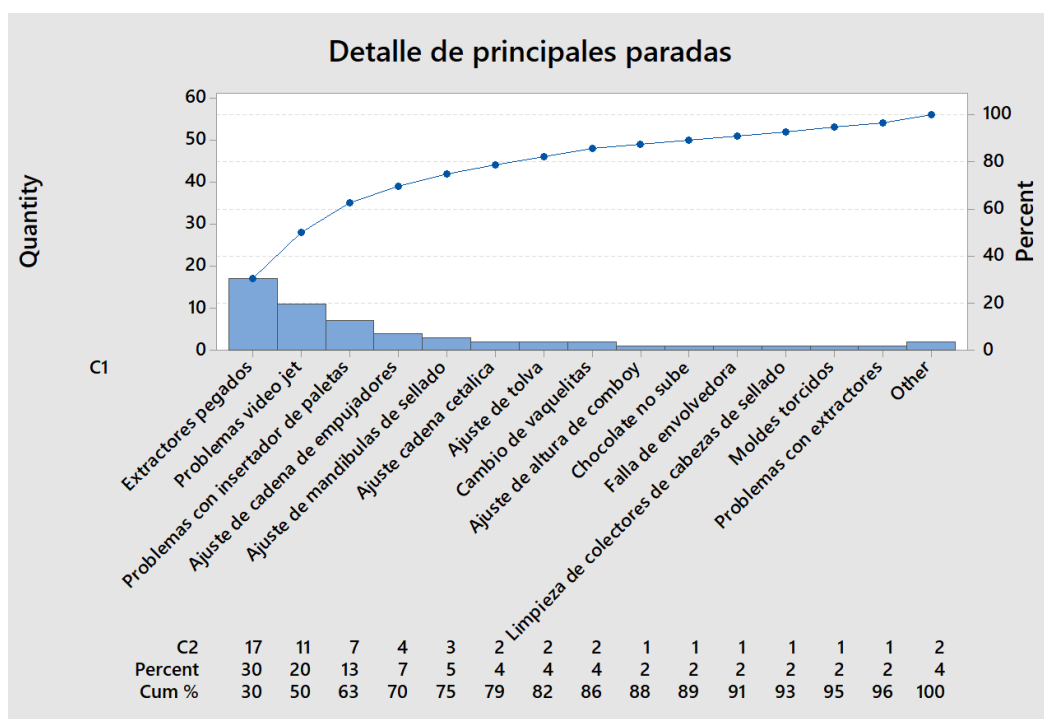
En entrevista con operadores de la máquina envasadora, se detectan diferentes circunstancias presentes en el proceso que pueden estar generando la diferencia entre el valor teórico y el valor real, al momento de envasar el helado Chocoleta 75g. Cada vez que la envolvedora se detiene genera una merma importante de helados, pues se tiene que detener el carril

de helados y todos los moldes que se encuentran desde el insertador de palillo hasta la tolva de llenado se congelan (alrededor de 480 moldes con helado), por lo que, al estar el helado duro, no permite que el palillo ingrese. Por lo anterior, se procedió a revisar las principales paradas registradas en el último mes de octubre para determinar cuáles son las más frecuentes y ayuden a realizar un diagrama Ishikawa mucho más robusto.

El Ishikawa se va a realizar tomando en cuenta las principales paradas reportadas en las hojas de producción y se incorporarán las causas que los operadores y ayudantes consideren que también pueden influir en la pérdida de mixtura.

**Figura 34**

*Diagrama pareto, detalle de principales paradas*



*Nota:* Elaboración propia

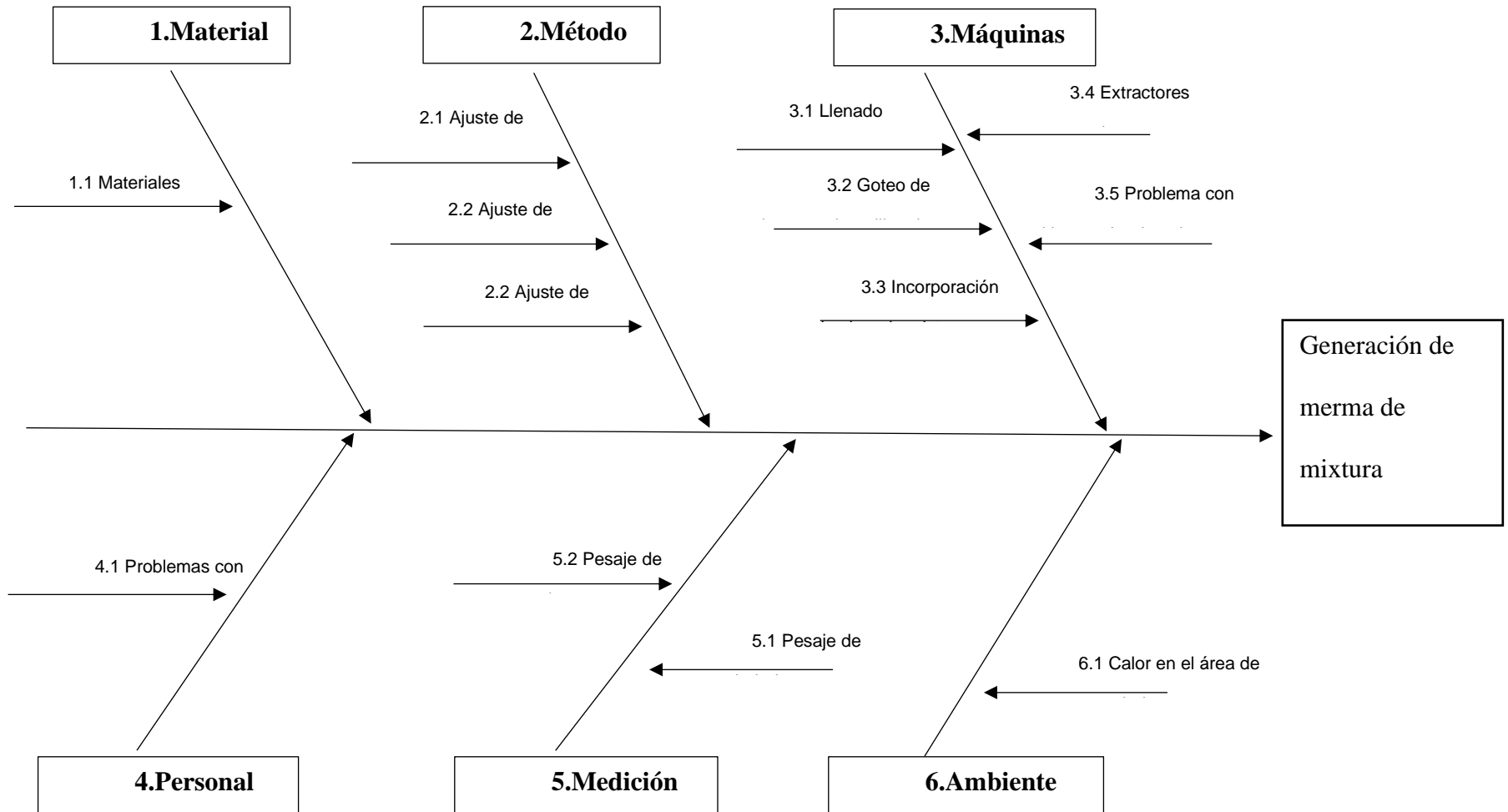
Como se puede detallar en el diagrama anterior, existen una serie de paradas generadas en las últimas producciones registradas en el mes de octubre, sin embargo, al menos 6 de esas paradas representan el 80 % de la totalidad. Es por ello por lo que son las que se tomaran en cuenta para la elaboración del diagrama Ishikawa.

### ***5.5 Diagrama de Ishikawa***

Para conocer las principales causas que generan mermas de mixtura saborizada en la envasadora Vitaline, se procedió a la elaboración de un diagrama Ishikawa en donde se las principales paradas registradas en los registros de producción; sumado a esto, también se agregan las observaciones realizadas en el proceso, así como los aportes y retroalimentaciones ofrecidas por los operadores, ayudantes y personal de mantenimiento que acompañaron las visitas.

Figura 35

Diagrama de Ishikawa



Nota: Elaboración propia

Según el diagrama anterior, se identificaron 13 causas distribuidas en las 6 ramas que componen la herramienta de Ishikawa. Sin embargo, en conjunto con el equipo de producción y mantenimiento, se le asignó un valor de peso a cada una de las causas, guiándonos en su experiencia y juicio experto. Para ello, se utilizó una escala del 1 al 10 donde se clasificó cada una de las causas mediante la siguiente tabla se define cada valor de la escala. Para efectos de elección y análisis de la causa, debe tener un peso de 7 o más.

**Tabla 7**

*Cuadro de clasificación de causas*

<b>Peso</b>	<b>Característica crítica</b>
<b>10</b>	Es aquella causa que se presenta de manera muy frecuente en el proceso y que influye directamente en la generación de merma de mixtura saborizada.
<b>7</b>	Es aquella causa que se presenta de manera frecuente en el proceso y genera merma de mixtura saborizada.
<b>4</b>	Es aquella causa poco frecuente en el proceso y que puede generar merma de mixtura saborizada.
<b>1</b>	Es aquella falla incidental que no provoca problema importante y pasa de manera desapercibida.

*Nota:* Elaboración propia, 2021

La tabla anterior se utilizó como base de calificación para cada una de las causas que se asignaron anteriormente en el diagrama de Ishikawa. La calificación quedó de la siguiente manera.

**Tabla 8***Cuadro de causas con pesos asignados*

<b>Rama</b>	<b>Descripción</b>	<b>Causas</b>	<b>Peso</b>	<b>Porcentaje</b>
Máquinas	Llenado disparejo de boquillas	Causa 3.1	10	10,9 %
Máquinas	Goteo de mixtura en boquilla de llenado	Causa 3.2	10	10,9 %
Máquinas	Incorporación de aire en la mixtura	Causa 3.3	10	10,9 %
Máquinas	Extractores pegados	Causa 3.4	10	10,9 %
Máquinas	Problemas con insertador de paletas	Causa 3.5	10	10,9 %
Personal	Problemas con video jet	Causa 4.1	10	10,9 %
Método	Ajuste de cadena de empujadores	Causa 2.1	7	7,6 %
Método	Ajuste de mandíbulas de sellado	Causa 2.2	7	7,6 %
Método	Ajuste de cadena cetálica	Causa 2.3	4	4,3 %
Medición	Pesaje de helados	Causa 5.1	4	4,3 %
Medición	Pesaje de cobertura	Causa 5.2	4	4,3 %
Ambiente	Calor en el área de trabajo	Causa 6.1	1	1,0 %
Materiales	Materiales defectuosos	Causa 1.1	1	1,0 %
<b>Suma</b>				<b>100 %</b>

*Nota:* Elaboración propia

Con el cuadro anterior, se determina que, del total de 13 causas detectadas, se realizará el análisis de las 8 principales causas correspondientes a las ramas de las máquinas, personal y método que obtuvieron una nota igual o mayor a 7 siendo las más significativas y que corresponden también en el 80 % de las causas detectadas, según la evaluación de peso dada por el equipo de trabajo.

### 5.7.1 Llenado disparateo de boquillas, causa 3.1

Dentro de las revisiones que se realizaron *in situ*, se pudo observar que, en apariencia, las boquillas no llenaban de manera uniforme, por lo que se procedió a tomar diferentes pesos de cada una de las boquillas y se analizaron de tal manera que comprobar la hipótesis alternativa de que al menos una boquilla estaba llenando más o menos que las demás. Es importante resaltar que las boquillas deben dispensar un promedio de 66 g y que cada uno de los pesajes se realizó en gramos.

**Tabla 9**

*Tabla con pesos de helados*

Boquilla 1	Boquilla 2	Boquilla 3	Boquilla 4	Boquilla 5	Boquilla 6	Boquilla 7	Boquilla 8
82,4	80,9	80,1	79,3	79,1	79,2	80,1	81,5
81,8	81,3	79,9	80,4	81,0	79,0	82,3	82,3
80,9	80,9	79,0	79,0	79,4	80,0	82,0	80,0
79,3	82,7	80,6	80,1	79,8	79,5	80,3	81,5
79,2	83,6	81,0	80,3	78,0	79,6	80,5	82,0
79,4	80,8	79,6	80,4	79,3	80,2	81,1	81,6
79,7	79,0	79,1	79,4	81,6	79,1	82,4	80,5
79,4	81,3	81,0	79,2	81,2	80,3	80,0	80,4
79,8	80,5	80,7	79,6	79,5	79,5	80,8	81,7
79,9	82,0	80,8	81,1	78,0	79,0	81,9	81,8
83,5	81,5	79,9	80,3	80,2	78,0	80,7	82,5
83,5	82,0	81,0	80,7	79,4	80,5	82,5	81,9
84,7	81,7	79,6	79,6	79,5	79,5	81,9	80,5
83,2	80,1	81,0	81,7	81,2	79,0	80,7	81,9
83,2	82,1	79,3	80,7	78,0	80,6	80,3	81,8
81,7	80,2	79,2	79,7	79,8	80,7	80,5	80,0
82,4	79,6	80,6	79,8	79,9	80,0	82,5	80,6
82,4	83,8	80,6	80,8	79,0	79,1	81,5	80,7
82,3	83,0	80,7	81,8	79,1	79,0	82,0	80,8

80,7	83,7	80,8	81,1	81,8	80,9	80,4	80,0
81,0	83,6	80,1	79,0	81,2	80,1	80,5	80,9
82,1	80,2	79,3	80,9	81,1	78,0	81,4	80,0
80,4	83,4	79,7	80,8	79,0	79,4	81,5	82,0
83,1	83,5	79,0	79,1	80,9	79,3	81,6	82,7
83,2	81,6	81,7	81,3	79,5	78,0	81,7	81,7
80,1	83,0	80,2	81,2	79,8	80,2	81,8	80,1
80,9	82,4	79,9	79,4	81,3	80,5	82,9	81,3
81,4	83,4	79,8	79,5	81,2	78,3	81,7	81,9
79,2	79,0	79,2	81,4	81,1	80,0	82,9	80,3
82,3	85,1	80,4	81,1	80,8	78,8	82,0	81,0

*Nota:* Elaboración propia

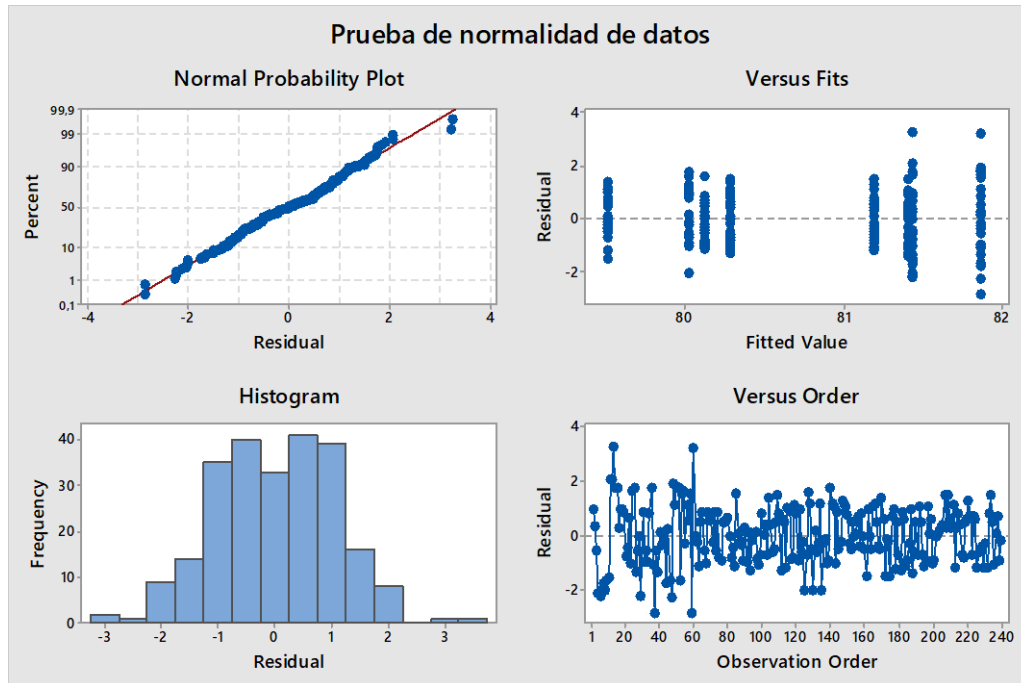
Una vez con los datos tomados, se procedió a realizar la prueba de normalidad para conocer cuál metodología se adaptaba más. Para ello, se utilizó el gráfico 4 en 1, en donde se obtuvieron los siguientes resultados.



### 5.7.1.2 Prueba de normalidad 4 en 1

**Figura 36**

*Prueba de normalidad 4 en 1*

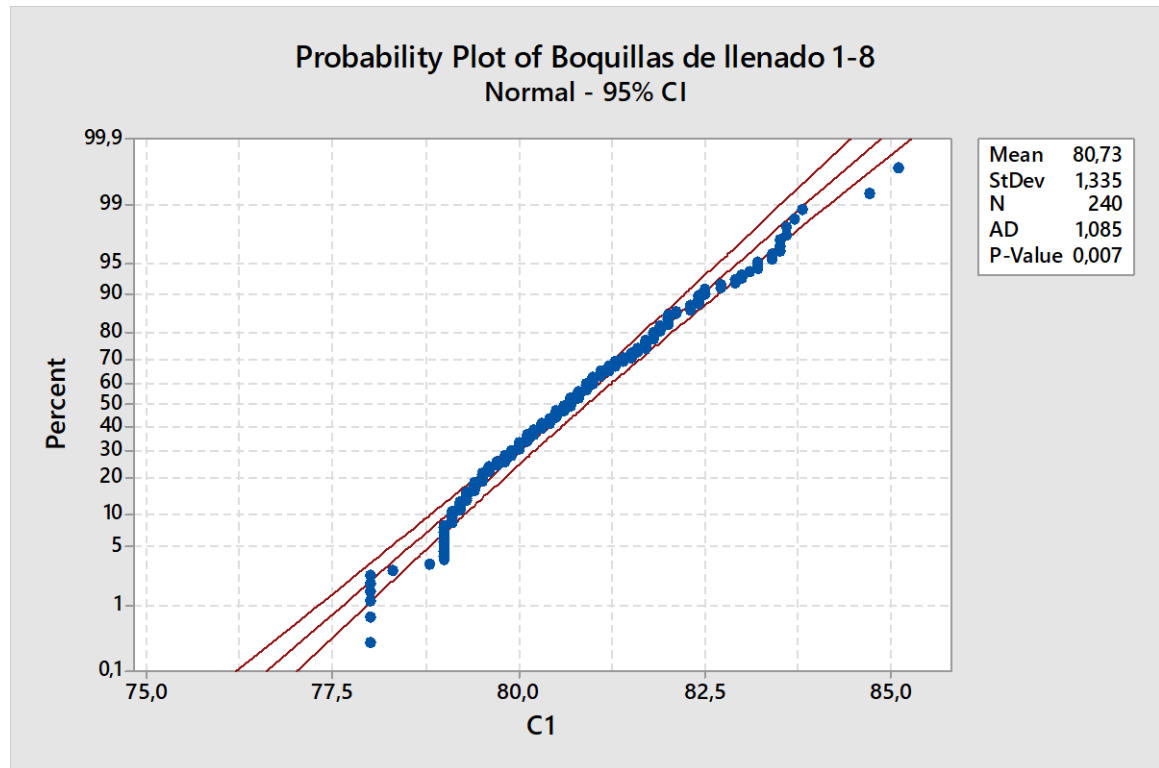


*Nota:* Elaboración propia

Según se observa en la gráfica de probabilidad normal, la mayoría de los datos tienden a mantenerse sobre la recta de normalidad y solamente se observa algunos valores atípicos que tienden a alejarse. Adicional a esto, el histograma pareciera formar la campana de normalidad. También se observa en la gráfica de residuales "contra ajuste", la mayoría de los datos mantienen una anchura similar y no presenta patrones establecidos, lo que permite pensar que sí existe homogeneidad en las varianzas. Por último, en la gráfica de residuales se observa "contra orden", la mayoría de los datos mantienen comportamiento por arriba y debajo del cero, tampoco se observan comportamientos ni patrones extraños, por lo que se podría decir que si hay independencia de los datos. A pesar de la información anterior que podría sugerir normalidad, se va a confirmar dicha normalidad con un gráfico de probabilidad.

Figura 37

Gráfico de probabilidad



Nota: Elaboración propia

Mediante el gráfico anterior y su prueba de Anderson Darling, se puede observar gráficamente que los valores se encuentran bajo el intervalo de confianza, además de que el valor P-value está por encima 0,05, correspondiente al 95 % de nivel de confianza de la prueba confirmando de esta manera la normalidad de los datos.

Con los resultados anteriores, se puede decir que los datos siguen un patrón de normalidad, por lo tanto, la prueba de para determinar la hipótesis establecida anteriormente será mediante la prueba de barlett.

Establecimiento de hipótesis para la prueba de igual de varianzas.

$$H_0 : \sigma_1^2 = \sigma_2^2 = \dots = \sigma_k^2 = \sigma^2$$

$$H_A : \sigma_i^2 \neq \sigma_j^2 \text{ para algún } i \neq j$$

### 5.7.1.3 Prueba de igualdad de varianzas

**Figura 38**

*Prueba de igualdad de varianzas*

#### Test for Equal Variances: Pesos versus Boquilla

Method

Null hypothesis All variances are equal  
 Alternative hypothesis At least one variance is different  
 Significance level  $\alpha = 0,05$

Bartlett's method is used. This method is accurate for normal data only.

95% Bonferroni Confidence Intervals for Standard Deviations

Boquilla	N	StDev	CI
Boquilla 1	30	1,56767	(1,14744; 2,39412)
Boquilla 2	30	1,55995	(1,14179; 2,38234)
Boquilla 3	30	0,73152	(0,53543; 1,11717)
Boquilla 4	30	0,85636	(0,62680; 1,30782)
Boquilla 5	30	1,11191	(0,81385; 1,69809)
Boquilla 6	30	0,81974	(0,60000; 1,25189)
Boquilla 7	30	0,86373	(0,63220; 1,31907)
Boquilla 8	30	0,82566	(0,60433; 1,26094)

Individual confidence level = 99,375%

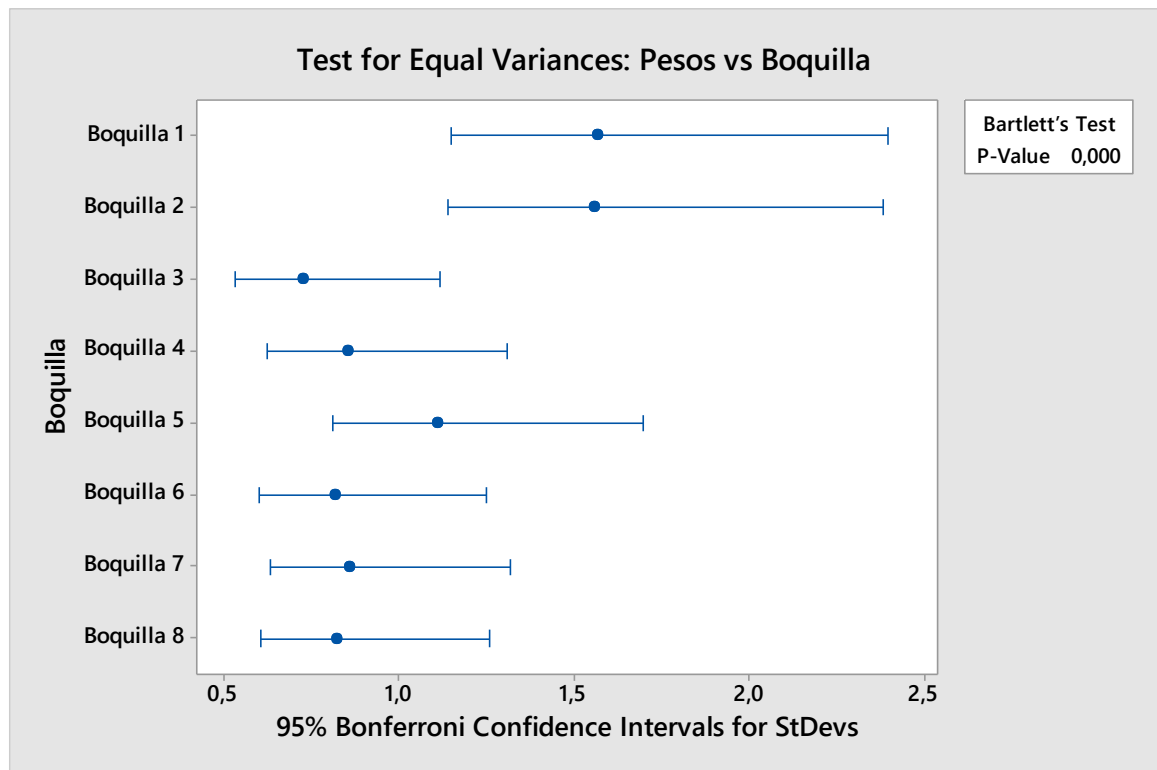
Tests

Method	Test Statistic	P-Value
Bartlett	39,49	0,000

*Nota:* Elaboración propia

Figura 39

Prueba de Bartlett



Nota: Elaboración propia

Con los resultados anteriores haciendo uso del *software* Minitab, se rechaza la hipótesis nula con un 95 % de confianza, afirmando que las boquillas no presentan un llenado uniforme y que al menos una boquilla dispensa una cantidad de mixtura diferente. Esto provoca que alguna de las boquillas esté gastando más mixtura de lo que debería, generando merma. Ahora, para conocer cuáles son las boquillas que más generan diferencia, se utilizará la prueba de Fisher que se muestra a continuación.

### 5.7.1.5 Método de la diferencia menos significativa

**Figura 40**

*Prueba de Fisher*

#### **Fisher Pairwise Comparisons**

Grouping Information Using the Fisher LSD Method and 95% Confidence

Boquilla	N	Mean	Grouping
Boquilla 2	30	81,863	A
Boquilla 1	30	81,437	A B
Boquilla 7	30	81,413	A B
Boquilla 8	30	81,197	B
Boquilla 4	30	80,290	C
Boquilla 3	30	80,127	C
Boquilla 5	30	80,023	C D
Boquilla 6	30	79,510	D

Means that do not share a letter are significantly different.

*Nota:* Elaboración propia

Ahora bien, haciendo una prueba de Fisher y comparando todas las medias de las boquillas, se puede determinar que la boquilla 2 es la que más dispensa mixtura, las boquillas 1 y 7 dispensan la misma cantidad de mixtura, la boquilla 8 es la tercera boquilla que más dispensa mixtura, las boquillas 3,4 y 5 dispensan la misma cantidad de mixtura y la boquilla 6 es la que menos dispensa mixtura.

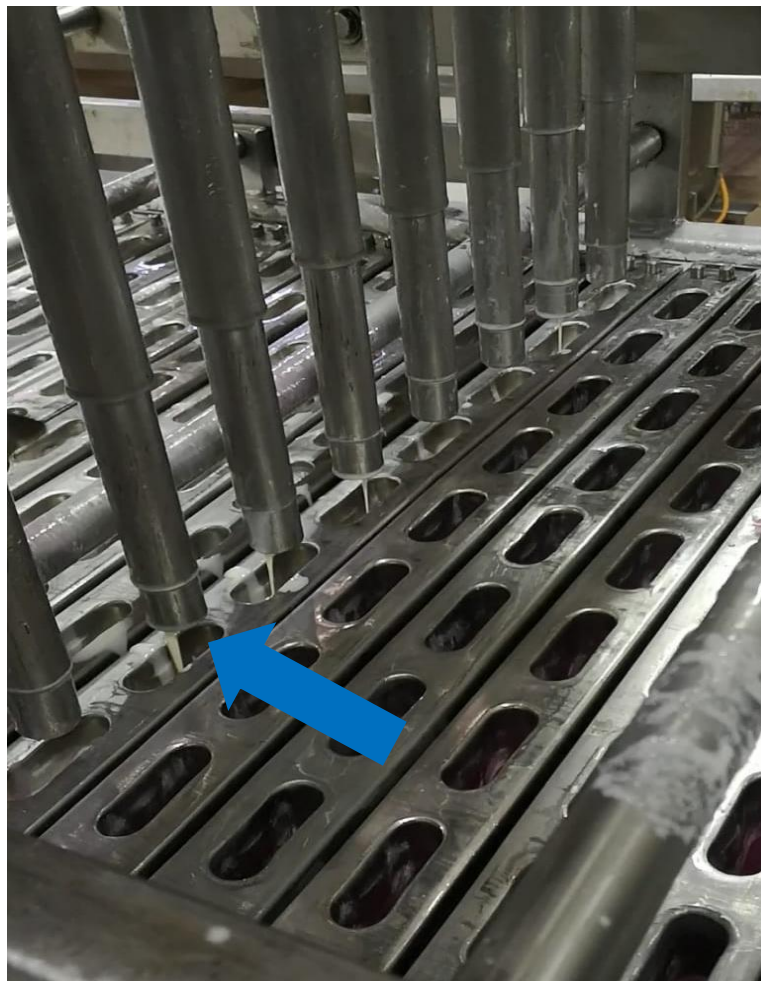
Lo anterior demuestra que, efectivamente, las boquillas no están calibradas para dispensar la misma cantidad de mixtura y demuestra la diferencia entre ellas siendo la boquilla 2 la que más dispensa y la boquilla 6 la que menos mixtura dispensa. Esta diferencia provocada entre boquillas genera más merma en algunas boquillas que otras.

### *5.7.2 Goteo de mixtura de las boquillas de llenado, causa 3.2*

En las observaciones realizadas se pudo ver que, mientras se realizaba el llenado de mixtura, algunas de las boquillas no realizaban el corte en el llenado y permitía un goteo inusual que admite la generación de mermas.

**Figura 41**

*Goteo de mixtura en boquillas de llenado*



*Nota:* Elaboración propia

Se realizó la solicitud al operador de revisar las condiciones de la parte interna de la boquilla 2 de llenado que más dispensa mixtura y se pudo observar que un balín que forma parte de su parte interna presentaba deterioro, lo que posiblemente era un factor que generaba que se dispensara más mixtura de lo que debería. Este fenómeno concuerda con el análisis de igual de varianzas realizada anteriormente, en donde se determinó que la boquilla 2 era una de las que más dispensaban mixtura.

**Figura 42**

*Deterioro de balín que forma parte interna de boquilla de llenado*



*Nota:* Elaboración propia

### ***5.7.3 Incorporación de aire en la mixtura, causa 3.3***

Un factor principal para poder cumplir con el peso especificado en el helado Chocoleta es la cantidad de aire necesaria para darle la forma y tamaño que establece la ingeniería del producto, sin embargo, al momento de realizar las pruebas, se pudo detectar que el equipo encargado de incorporar aire en la mixtura del producto no estaba realizando el trabajo al 100 %. Para justificar esa deficiencia, se regulaba más mixtura para poder cumplir con el tamaño de la paleta.

Este es un punto en donde puede existir un desperdicio importante de mixtura por la cantidad de gramos adicionales que se debe sacrificar al momento que lograr la presentación del helado. Cada una de las boquillas debe dispensar 66 g con una tolerancia de +- 1 gramos.

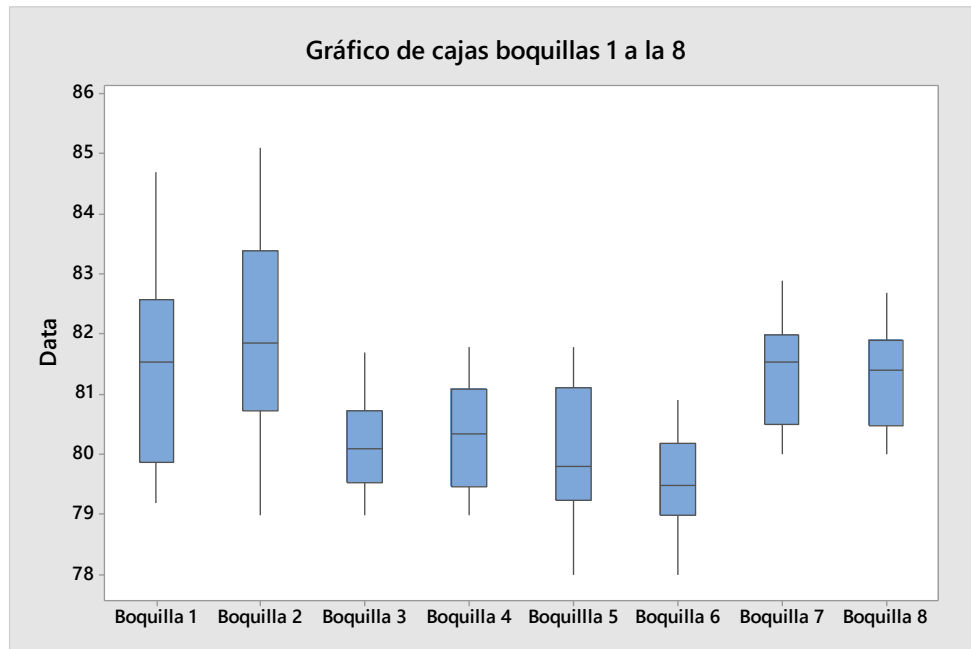
Para probar si el llenado se está realizando bajo los estándares anteriores, se procedió con la elaboración de un gráfico de cajas para poder visualizar y determinar si alguna de las boquillas estaba dispensando al menos 67 g requeridos en la ingeniería del producto.



### 5.7.3.1 Gráfico de cajas de boquillas 1 – 8.

**Figura 43**

Gráfico de cajas, boquillas 1-8



*Nota:* Elaboración propia

En el gráfico de cajas, se detallan cada una de las boquillas con sus respectivos comportamientos. A continuación se detalla cada una de ellas:

**Boquilla 1:** según la gráfica anterior, en este caso, el dato del primer cuartil corresponde a 79,87, la mitad de los datos están en el valor de 81,55 y el tercer cuartil en 82,57 con un rango intercuartílico de 2,7 y con valores extremos de 79,2 y 84,7.

**Boquilla 2:** según la gráfica anterior, en este caso, el dato del primer cuartil corresponde a 80,725, la mitad de los datos están en el valor de 81,55 y el tercer cuartil en 83,4 con un rango intercuartílico de 2,67 y con valores extremos de 79,0 y 85,1.

Boquilla 3: según la gráfica anterior, en este caso, el dato del primer cuartil corresponde a 79,52, la mitad de los datos están en el valor de 80,1 y el tercer cuartil en 80,72 con un rango intercuartílico de 1,2 y con valores extremos de 79,0 y 81,7.

Boquilla 4: según la gráfica anterior, en este caso, el dato del primer cuartil corresponde a 79,47, la mitad de los datos están en el valor de 80,35 y el tercer cuartil en 81,1 con un rango intercuartílico de 1,62 y con valores extremos de 79,0 y 81,8.

Boquilla 5: según la gráfica anterior, en este caso, el dato del primer cuartil corresponde a 79,25, la mitad de los datos están en el valor de 79,8 y el tercer cuartil en 81,12 con un rango intercuartílico de 1,8 y con valores extremos de 78,0 y 81,8

Boquilla 6: según la gráfica anterior, en este caso, el dato del primer cuartil corresponde a 79,0, la mitad de los datos están en el valor de 79,5 y el tercer cuartil en 80,2 con un rango intercuartílico de 1,2 y con valores extremos de 78,0 y 80,9.

Boquilla 7: según la gráfica anterior, en este caso, el dato del primer cuartil corresponde a 80,5, la mitad de los datos están en el valor de 81,55 y el tercer cuartil en 82,00 con un rango intercuartílico de 1,5 y con valores extremos de 80,0 y 82,9.

Boquilla 8: según la gráfica anterior, en este caso, el dato del primer cuartil corresponde a 80,4, la mitad de los datos están en el valor de 81,4 y el tercer cuartil en 81,9 con un rango intercuartílico de 1,4 y con valores extremos de 80,0 y 82,7.

Como se pudo detallar anteriormente, todos los grupos de datos se encuentran por encima del valor de 67 gramos necesarios para obtener la dosificación adecuada, ni los valores extremos logran llegar a este valor. Se confirma que el operador sobre dosifica el producto para alcanzar el tamaño del helado especificado en la ingeniería del producto y todo el excedente generado se convierte en merma de mixtura saborizada del cual no se mantiene control que, al multiplicarse por la gran cantidad de helados producidos, se convierte en una causa significativa de atención.

#### ***5.7.4 Extractores pegados, causa 3.4***

La causa de los extractores es de suma importancia ya que detiene por completo a la máquina y, como se pudo ver en el punto 5.4, este tipo de paradas nos genera una pérdida automática de 480 helados por el congelamiento que genera. Es por eso por lo que se brinda especial; durante las entrevistas y visita al lugar, se determinó que hay múltiples situaciones que generan problemas los extractores, por lo que se mencionan a continuación.

##### ***5.7.4.1 Placas dobladas***

**Figura 44**

*Placas dobladas*



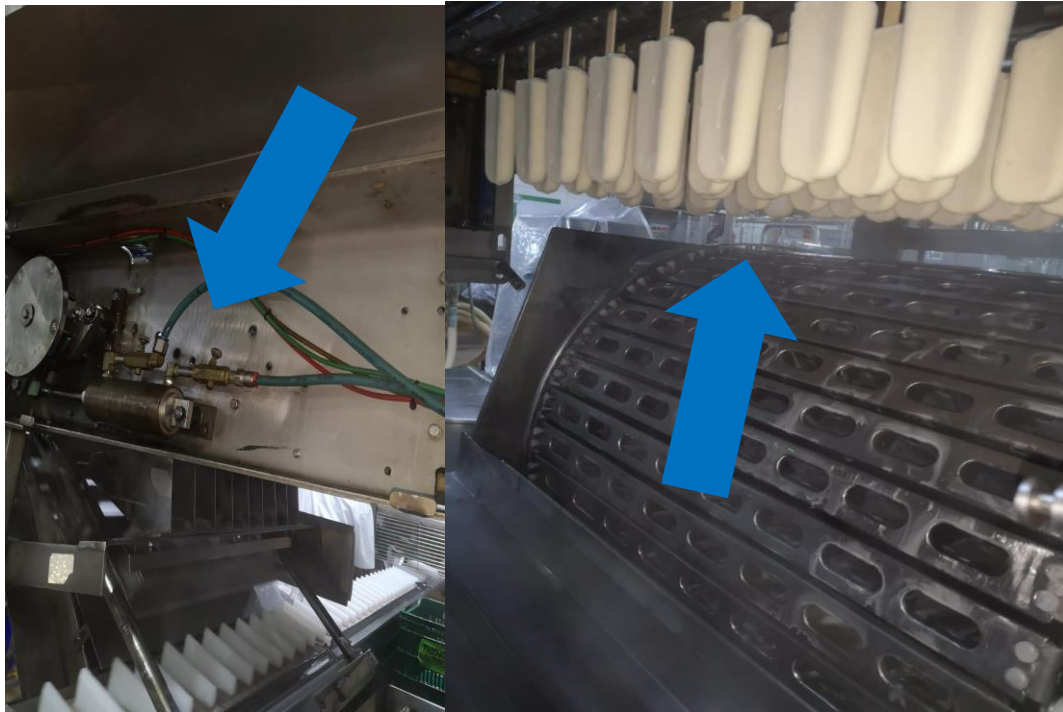
*Nota:* Elaboración propia

Las placas se encuentran en los extremos de los extractores y estos son los que permiten que los extractores bajen para tomar el helado, sin embargo, si presentan alguna irregularidad en su estructura no permite que se centre bien en la cremallera de las guías, permitiendo que se trabe la cadena y como mecanismo de defensa de la máquina genere una parada automática. Otro punto importante es que debe mantener grasa que le permita bajar de mejor manera.

### 5.7.4.2 Velocidad de la cadena

**Figura 45**

*Velocidad de la cadena*



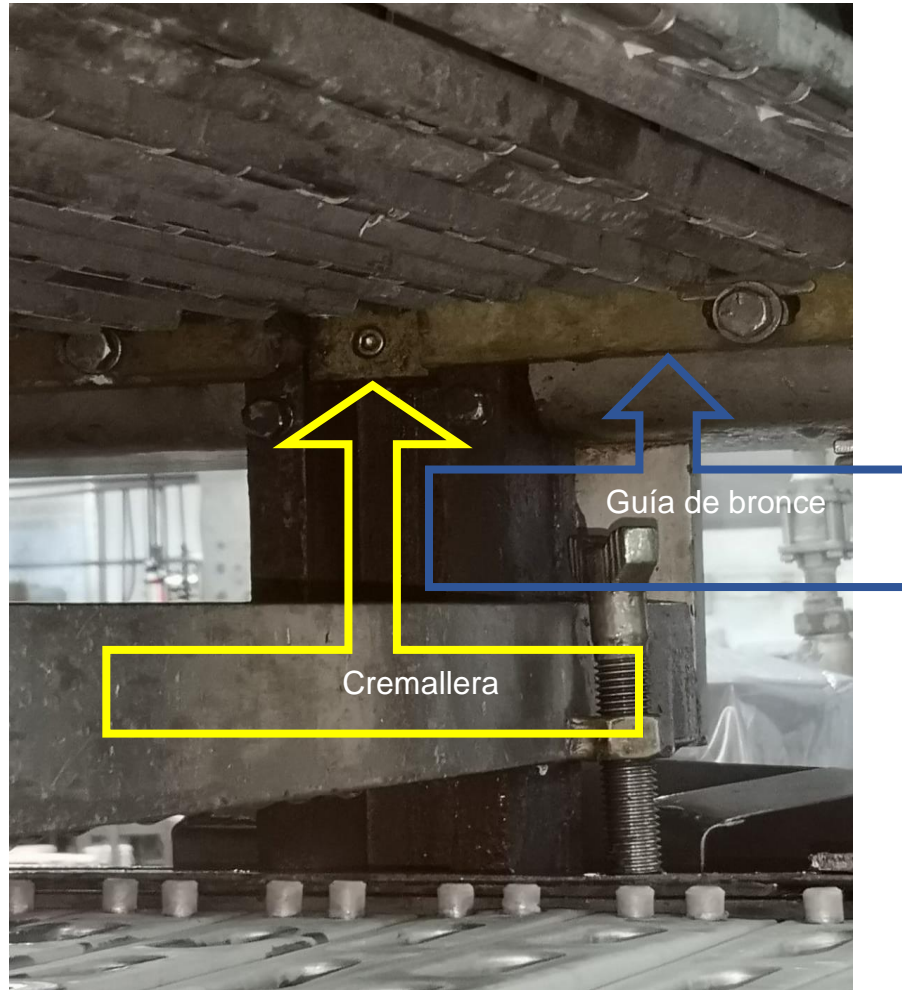
*Nota:* Elaboración propia

El ajuste de la velocidad de la cadena de extractores debe coordinarse de manera manual antes de arrancar el equipo y el ajuste debe permitir que el extractor baje en la cremallera sin ser forzada. Si la velocidad de la cadena tiende a ser muy lento o rápido, va a permitir que se pegue la cadena cuando baje. Esta es una práctica en donde se toma en cuenta la experiencia del operador. En la figura de la izquierda se puede observar la parte donde se ajusta la velocidad y en la foto de la derecha se observa una cadena de extractores girando con helados.

### 5.7.4.3 Guías de bronce flojas

**Figura 46**

*Guías de bronce flojas*



*Nota:* Elaboración propia

Las guías de bronce son piezas que se encuentran a los laterales de la cremallera de los extractores tienen la funcionalidad de darle guía a las placas de los extractores para que bajen hasta los moldes y puedan tomar las paletas de los helados para enviarlos al baño de chocolate y, posteriormente, a la envolvedora para su empaquetado. Sin embargo, estas guías tienden a aflojarse muchas veces por la vibración de la máquina, lo que permite que

las placas de los extractores golpeen y no entren adecuadamente, pegándose y deteniendo la máquina.

#### 5.7.4.4 Latas de extractores en mal estado

**Figura 47**

*Latas de extractores en mal estado*



*Nota:* Elaboración propia

Cada uno de los extractores cuenta con 8 latas accionados por un resorte que funcionan a presión y permite sujetar las paletas de los helados, no obstante, se pudo observar que muchos de ellos no cuentan con el mantenimiento adecuado y genera que no se tomen las paletas, esto permite que se pierda helado, ya que, al dar vuelta el tren de moldes, se enjugan en la parte de abajo, perdiendo los helados que no pudieron tomar las latas del extractor. En la foto de la derecha se pudo observar 15 helados que no pudieron tomar los extractores; por ende, se convirtieron en helado desechado. Este comportamiento

en una jornada diaria permite el desecho de una cantidad importante de helado, por lo que la convierte en un punto importante a tratar.

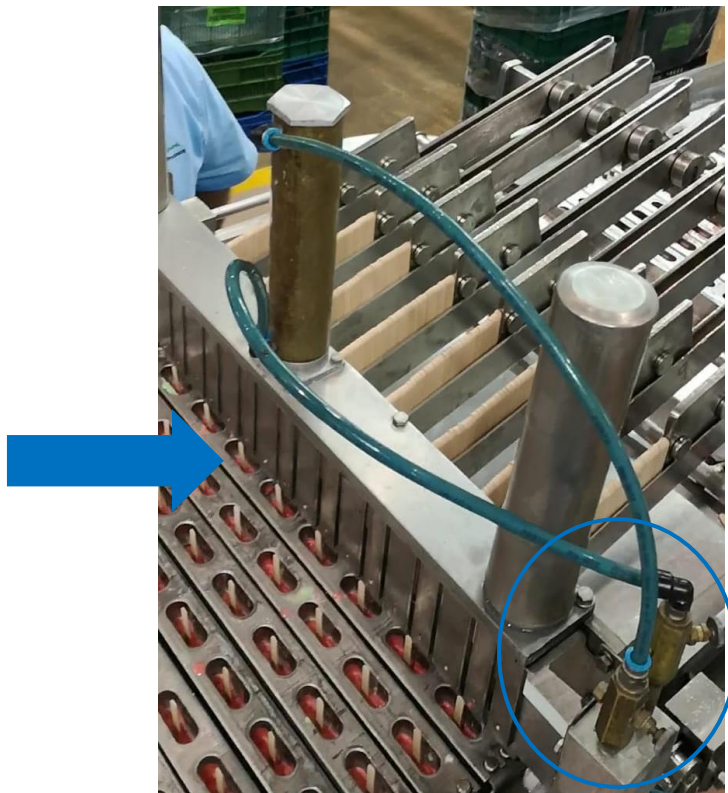
### ***5.7.5 Problemas con insertador de paletas, causa 3.5***

El funcionamiento del insertador de paletas es primordial para el buen funcionamiento de la máquina, esta parte de equipo tiene la función de insertar la paleta en el helado semiduro. A continuación, se presentan posibles causas que generan merma de mixtura:

#### ***5.7.5.1 Ajuste de uñas insertadoras de paletas***

***Figura 48***

*Ajuste de unas insertadoras de paletas*





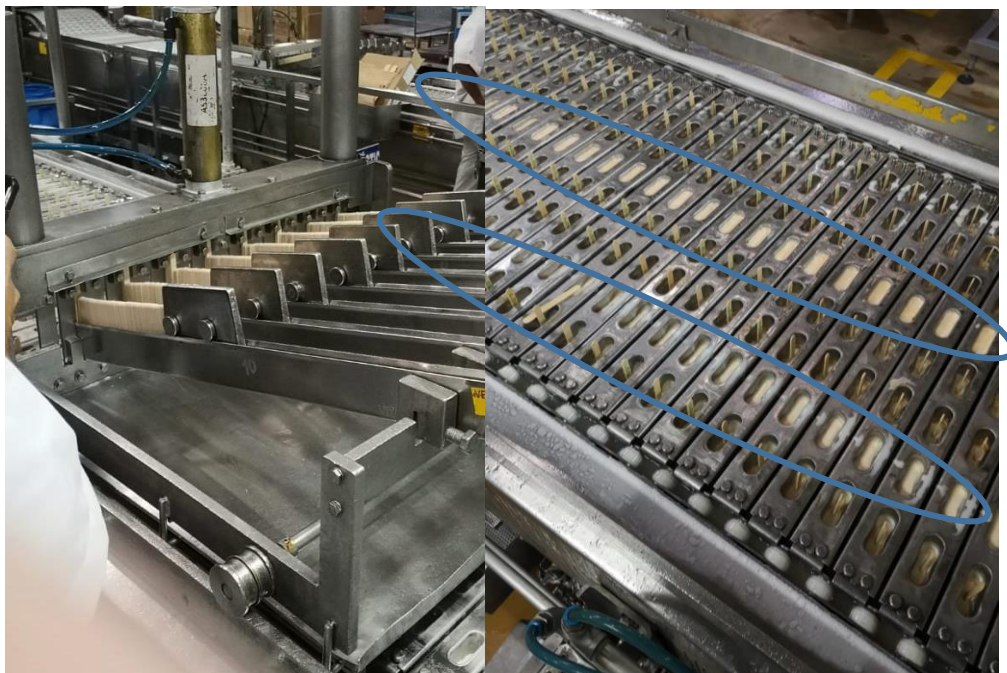
*Nota:* Elaboración propia

El mantenimiento de las uñas insertadoras de paletas debe ser la adecuada, ya que pueden generar fisuras y quebrar las paletas, también el ajuste de aire debe ser el adecuado para que la paleta ingrese al helado con la distancia adecuada. Lo anterior puede generar que se vayan helados sin paletas, lo que provoca una pérdida de mixtura ya que los extractores no podrían sujetar las paletas. Las mangueras de aire deben colocarse en la posición adecuada para un correcto funcionamiento.

#### *5.7.5.2 Abastecimiento de paletas*

**Figura 49**

*Abastecimiento en magazine de paletas*



*Nota:* Elaboración propia

La atención que el ayudante de máquina preste al abastecimiento de paletas en el *magazine* es fundamental para evitar la merma de mixtura. En la foto izquierda se muestra cómo se vería abastecido el sistema de paletas y en la foto de la derecha se muestra 2 filas con aproximadamente 40 moldes sin paleta por una negligencia al momento de alimentar el *magazine* de paletas. La mala práctica provoca pérdidas importantes en corridas largas de producción.

#### ***5.7.6 Problemas con video jet, causa 4.1***

La causa relacionada con la video jet también es de suma importancia, puesto que detiene por completo a la máquina y, como se pudo ver en el punto 5.4, este tipo de paradas nos genera una pérdida automática de 480 helados por el congelamiento que genera. Dentro de las principales causas de este problema se encuentran las siguientes.

### 5.7.6.1 Cabezote sucio

**Figura 50**

*Cabezote sucio de video jet*



*Nota:* Elaboración propia

En ocasiones, la video jet deja de imprimir el código en la envoltura del producto, esto genera una parada, ya que no se permite que el producto se envíe al mercado sin su debida identificación y dentro de las principales acciones que se toman es limpiar el cabezal con liquido de limpieza que quita todos los residuos y obstrucciones de tinta que pudiera tener anteriormente.

### 5.7.6.2 Uso inadecuado de tintas

**Figura 51**

*Uso inadecuado de tintas de video jet*



*Nota:* Elaboración propia

En la planta existen video jets que físicamente parecen iguales; sin embargo, cumplen distintas funciones, tal es el caso de las video jets de secado rápido, estas necesitan tipos de tintas diferentes pero lo único que las diferencia es un código. Según el encargado de mantenimiento, el colocarle tintas diferentes provoca que internamente sufran daño, lo que favorece a su deterioro y mal funcionamiento. Actualmente, no están identificadas con el código de tinta que se le debe colocar. Cada vez que sufre un daño que no se pueda reparar a corto plazo, se mantiene la práctica de utilizar cualquier otra video jet que esté a disposición en el momento.

### ***5.7.7 Ajuste de cadena de empujadores, causa 2.1***

***Figura 52***

*Cadena de empujadores*



*Nota:* Elaboración propia

La cadena de empujadores es parte de la envolvedora, por lo que su falla ocasiona el mismo fenómeno planteado anteriormente que permite la pérdida de al menos 420 helados. Dentro de las principales fallas detectadas se encuentra la tensión de la cadena, así como el correcto armado después de los lavados. La posición debe ser la correcta y muchas veces las han colocado al revés.

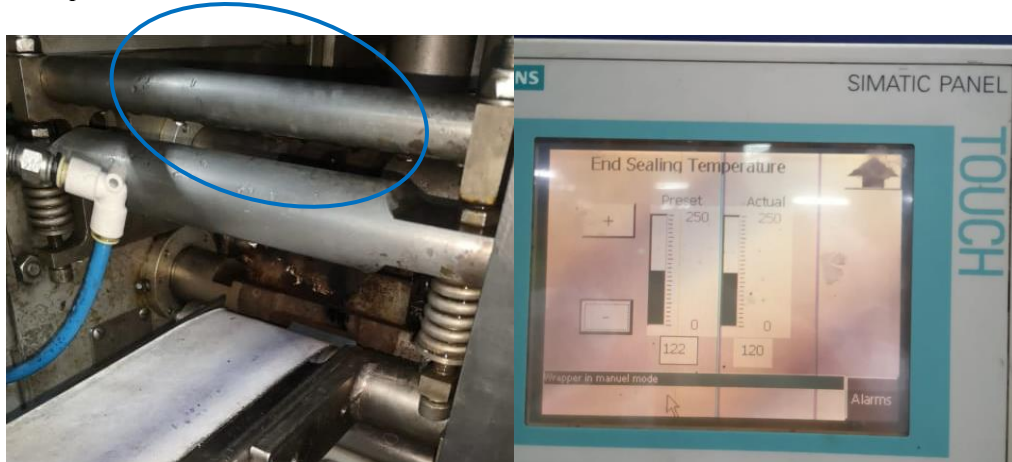
### ***5.7.8 Ajuste de mandíbulas de sellado, causa 2.2***

Las mandíbulas de sellado también se encuentran en la envolvedora y su función es sellar con temperatura la envoltura del producto. La falla más común es la siguiente:

### 5.7.8.1 Temperatura de sellado

**Figura 53**

*Panel de temperatura de mandíbulas de sellado*



*Nota:* Elaboración propia

Según el tipo de producto y el tipo de papel, así es la temperatura a la que se debe programar las mandíbulas de sellado, sin embargo, se utilizan valores basados en la experiencia y puede variar dependiendo de cada operador. En muchas ocasiones, la temperatura es muy alta o baja lo que dificulta el sellado del producto. Este tipo de falla provoca merma de helado, así como como también merma en envoltura utilizada para realizar ajustes. Estos cambios de temperatura permiten que las baquelitas, que es un material de alta resistencia y presión, pierdan su consistencia y funcionalidad, pudiendo extender el tiempo de falla. En la foto de la izquierda, se observan las mandíbulas de sellado y en la foto de la derecha se muestra el panel de temperatura. Actualmente, no se tiene certeza de la temperatura necesaria, según el tipo de papel.

**CAPÍTULO VI**  
**PROPUESTA DE MEJORA**

Basándose en las problemáticas encontradas anteriormente, se procedió al planteamiento de acciones enfocadas a las principales causas detectadas que están generando merma de mixtura saborizada. Como bien se pudo observar en el capítulo anterior, hay una variedad de ellas que provocan nuestra problemática, por lo tanto, se van a nombrar y detallar las propuestas de mejora para cada una de ellas. Inicialmente, se realiza unan propuesta para el mejorado en el llenado de boquillas que va con relación al goteo de mixtura de las boquillas de llenado; también los problemas que con más frecuencias son reportados en las hojas de producción, tales como los extractores pegados, problemas con la video jet, insertador de paletas, cadenas de empujados y mandíbulas de sellado. A continuación, se detalla la información.

### ***6.1 Propuesta de mejora en goteo y llenado de boquillas***

En relación con la mejora del llenado de las boquillas y el goteo demás generado en cada una de ellas, representa una relación significativa, por lo tanto, para la definición del planteo de la mejora, se decidió unirlos. Como se pudo demostrar, el goteo no es uniforme en cada una de las boquillas y algunas dispensan mucha más mixtura que otras; adicional a esto, se observó que hay un goteo excesivo en algunas boquillas que no realizan el corte de manera adecuada. Como parte de los hallazgos detectados, se observó que uno de los balines de los pistones desarmados presentaba defectos en su estructura lo que podría permitir esa variación en el llenado y en el funcionamiento.

Por lo anterior, como plan de acción se definió el desarme de cada uno de los 8 pistones para revisar las condiciones de los balines y los resortes que lo componen, es importante que los resortes tengan la misma tensión y el mismo tamaño, además de rectificar cada una de las boquillas, esto porque el desgaste puede generar también la inconsistencia en el llenado. Además de esto, otro dato importante es hacer una revisión y cambio de los empaques que los componen. Todas las partes que en la revisión se detecten como en mal estado deben cambiarse.



Para el cumplimiento de lo anterior se estableció una matriz RACI para poder definir responsabilidades para cada una de las tareas y permitir que se logren cumplir con lo establecido.

### 6.1.1 Matriz de asignación de tareas RACI revisión boquillas

**Figura 54**

*Matriz de asignación de tareas RACI revisión de boquillas*

Actividad	Operador	Jefe de planta	Jefe técnico	Mantenimiento	Jefe mantenimiento
Desarme de los 8 pistones	C	C	I	R	I
Revisión de balines de pistones	I	C	C	R	C
Revisión de resortes de pistones	I	C	C	R	C
Revisión de desgaste de boquillas	I	I	I	R	C
Rectificado de boquillas	I	I	I	R	C
Revisión de condiciones de empaques	R	C	I	I	I
Cambio de empaques	R	C	I	I	I
Armado de pistones	C	C	I	R	I
Pruebas de llenado	R	R	I	I	I

R	Responsable
A	Aprueba
C	Consultado
I	Informado

*Nota:* Elaboración propia

La matriz anterior va a permitir una definición de cada una de las actividades necesarias para llevar a cabo el planteamiento de la mejora, así como también la asignación de cada uno de los involucrados en las tareas.

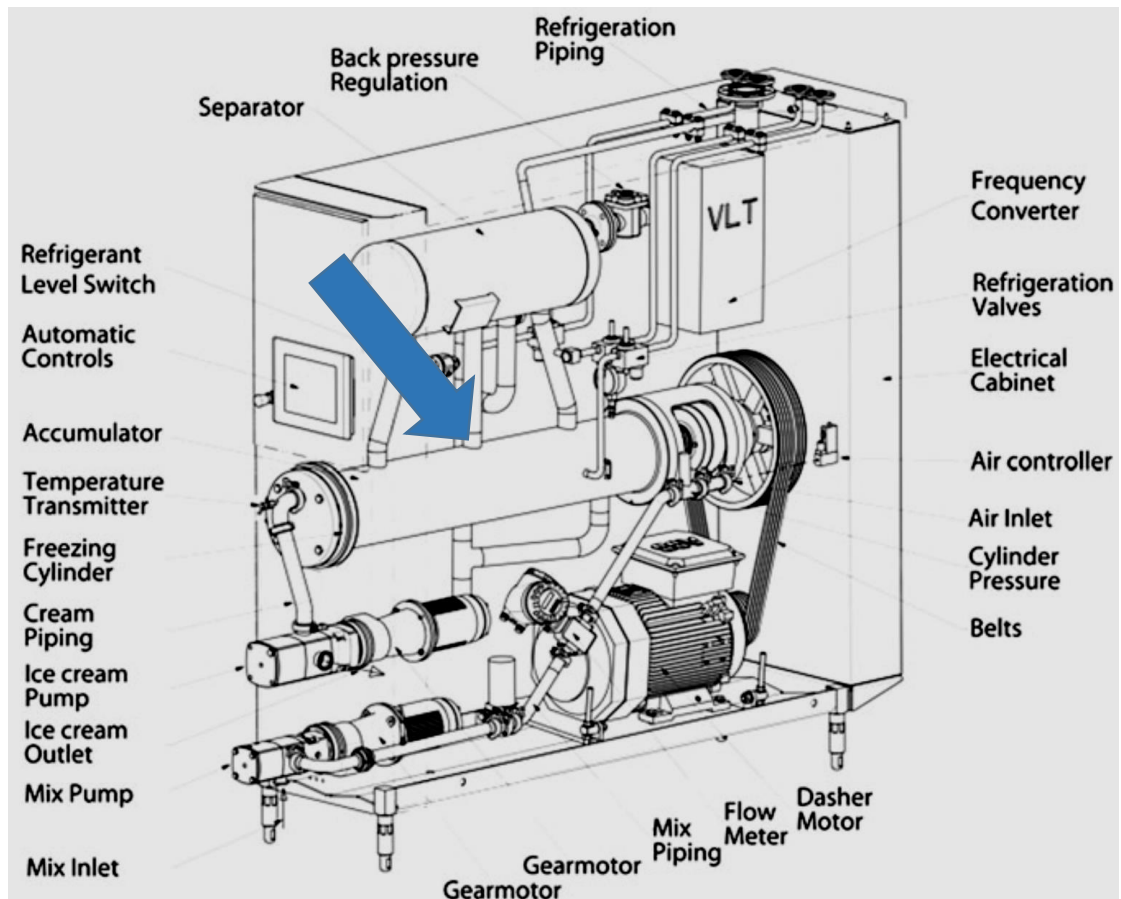
### ***6.2 Propuesta de mejora incorporación de aire en la mixtura***

Como se pudo observar y demostrar anteriormente, las boquillas de llenado estaban dispensando más mixtura de lo requerido, este ajuste de dispensar más mixtura lo hace el operador de la máquina ante la necesidad de darle tamaño al helado, esto porque el equipo encargado de incorporar aire a la mixtura y, con ello, un mayor volumen, no estaba funcionando por un daño en el cilindro y actualmente solo estaba dando una función de bomba para trasladar la mixtura desde los tanques de dosificación, hasta la envasadora de helado.

La propuesta consiste en realizar el cambio del cilindro de refrigeración dañado para poder incorporar aire nuevamente a la mixtura. En la siguiente figura se marca con una flecha azul el cilindro que se debe cambiar en el *freezer*.

**Figura 55**

*Parte interna de un cilindro de refrigeración de helado*



*Nota:* (Goff & Hartel, 2013)

Con la propuesta anterior, se volvería al proceso en el cual el equipo incorporaba aire a la mixtura saborizada dándole el volumen adecuado con las especificaciones de peso establecidas en la ingeniería del producto y el operador no tendría la necesidad de compensar con más mixtura el tamaño del helado.

### ***6.3 Propuesta de mejora extractores pegados***

En cuanto a los extractores pegados, se pudo detectar que no es una sola causa que los provoca, sino que son un sinnúmero de situaciones que generan esta problemática. Por lo tanto, el plan de mejora se va a enfocar en cada una de estas situaciones que se identificaron para lograr dar una solución más integral.

#### ***6.3.1 Propuesta de mejora placas dobladas***

Las placas doblas en una de las principales causas que generan la pega de la cadena de los extractores. Es importante recordar que, si no tienen la forma adecuada, al bajar por la cremallera al momento que el extractor baja a tomar los helados, va a pegar en las guías, lo que permite que se pegue toda la cadena.

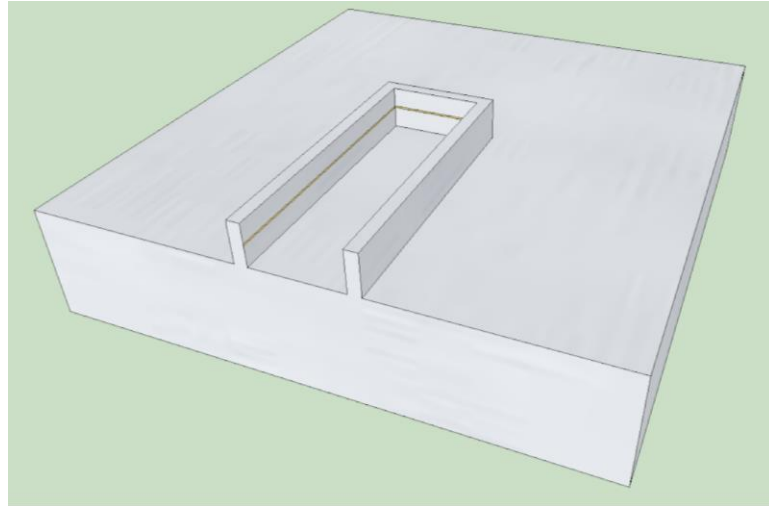
Por lo anterior, como propuesta de mejora, se establece una guía bajo la herramienta *Poka Yoke* que le permita al operador o ayudante, mediante una guía visual, revisar las placas de todos los extractores en los finales de producción. Lo anterior va a permitir que en la semana se logren disminuir las paradas generadas por esta causa.

La guía visual va a permitir al operador determinar si la placa se ajusta a la forma especificada, si detecta alguna anomalía se procede con la generación de un aviso para la atención y reparación del equipo de mantenimiento. Esta revisión tendrá un funcionamiento preventivo que mejore el rendimiento de la envasadora.

### **6.3.1.1 Poka Yoke para placas dobladas**

**Figura 56**

*Guía Poka Yoke para placas dobladas*



*Nota:* Elaboración propia

En la figura anterior, se elaboró una guía visual en donde el operador puede insertar la placa y las guías color amarillo le pueden indicar si la placa cumple con las dimensiones adecuadas; de lo contrario, deben llevarlas al taller de mantenimiento para su reparación.

### **6.3.2 Propuesta de mejora velocidad de la cadena**

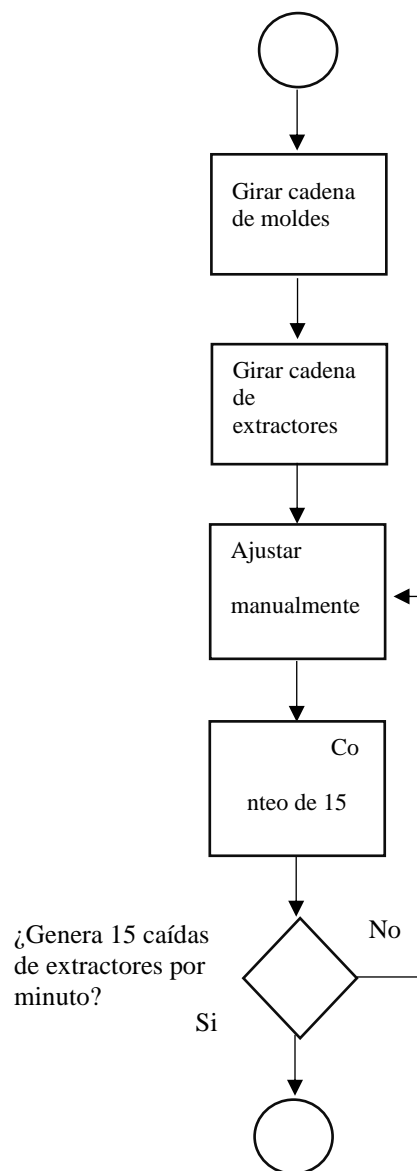
En cuanto a la velocidad de la cadena se establece que, como propuesta de mejora, este debe asegurar en los ajustes realizados al inicio de la producción. Se debe reforzar con la elaboración de un POE (Procedimiento Operativo Estandarizado), elaborado por los operados con más experiencia y el equipo de mantenimiento, de tal manera que se definan los pasos correctos para el establecimiento de la velocidad de la cadena, conocido por todas las partes involucradas. El ajuste debe realizarse por medio de la medición de tiempo de la cadena. Este producto dispensa 7200 unidades por minuto y cada extractor sujeta 8 helados, por lo tanto, un adecuado ajuste de la cadena de extractores debe dispensar 120 unidades

por minuto y deben bajar 15 veces por minuto. Para un mejor entendimiento, se elaboró un diagrama de flujo.

### 6.3.3 Procedimiento para ajuste de velocidad de extractores

**Figura 57**

*Procedimiento para ajuste de velocidad de extractores*



*Nota:* Elaboración propia

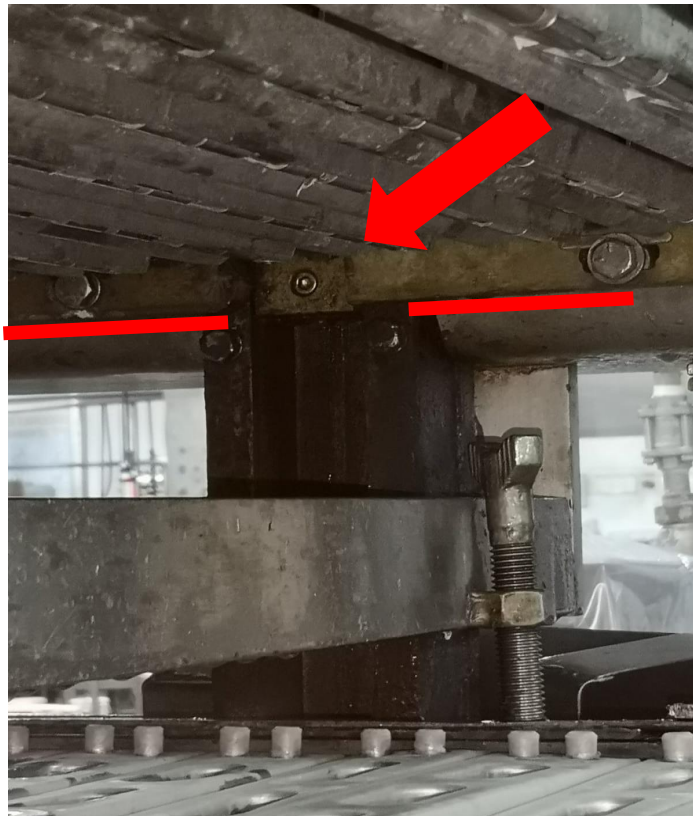
### ***6.3.3 Propuesta de mejora guías de bronce flojas***

Las guías de bronce tienden a perder la ubicación debido a la vibración de la máquina, o bien por un mal ajuste provocando que las placas de los extractores golpeen las guías y peguen la cadena de extractores. Por ello, se establece como propuesta de mejora, una guía visual *Poka Yoke* que permita a todos involucrados pueden identificar el momento en que se desajustó la guía de bronce. En la siguiente foto, estas guías son representadas por las líneas de color rojo.

#### ***6.3.3.1 Poka Yoke de guías de bronce***

***Figura 58***

*Poka Yoke para guías de bronce*



*Nota:* Elaboración propia

### 6.3.4 Propuesta de mejora latas de extractores en mal estado

Las latas de los extractores deben funcionar adecuadamente para que tengan la presión adecuada, para poder sujetar las paletas de manera correcta. El no funcionamiento de estas latas provoca una pérdida directa de helado, ya que, al momento de que la cadena de moldes gira, todos los moldes son lavados enjuagados y lavados tirando a desecho todo lo que contengan en su interior. Es por ello por lo que es indispensable que, antes de iniciar la producción, se deba revisar la totalidad de las condiciones de las latas de los moldes y, en caso necesario, enviar a mantenimiento para su reparación.

Para el cumplimiento de lo anterior, se estableció una matriz RACI, con el fin de definir responsabilidades para cada una de las tareas y permitir que se logren cumplir con lo establecido.

#### 6.3.4.1 Matriz de asignación de tareas RACI revisión latas extractores

**Figura 59**

*Matriz de asignación de tareas RACI revisión latas extractores*

Actividad	Operador	Jefe de planta	Jefe técnico	Mantenimiento	Jefe mantenimiento
Desarme de los extractores	R	I	I	I	I
Revisión de latas	R	I	I	A	I
Revisión de resortes	R	I	I	A	I
Reparación de latas y resortes	I	I	I	R	C
Armado de extractores	R	A	I	A	I

R	Responsable
---	-------------



A	Aprueba
C	Consultado
I	Informado

*Nota:* Elaboración propia

La matriz anterior va a permitir una definición de cada una de las actividades necesarias para llevar a cabo el planteamiento de la mejora, así como también la asignación de cada uno de los involucrados en las tareas.

#### ***6.4 Propuesta de mejora insertador de paletas***

El insertador de paletas cumple un rol fundamental en el proceso de producción, debe tener un funcionamiento adecuado para la correcta incorporación de la paleta en el helado. Esta debe dejar un tamaño adecuado para que el extractor lo pueda tomar de manera adecuada. Por ello, dentro de las propuestas planteadas se van a tomar en cuenta las condiciones de las uñas de los insertadores, así como el correcto ajuste.

##### ***6.4.1 Propuesta de mejora ajuste de uñas insertadoras de paletas***

Para este caso, se establece como propuesta una frecuencia regular de revisión de las condiciones de las uñas, para descartar desgastes. Para ello, se define una revisión temporal cada mes y esta frecuencia varía según los resultados encontrados en donde se puede ampliar o disminuir este plazo. El responsable de esta tarea es mantenimiento, quedando el cronograma de la siguiente manera.

### 6.4.1.1 Cronograma de revisión de uña de insertadores

**Tabla 10**

*Cronograma de revisión de uña de insertadores*

Responsable	Actividad	Frecuencia Mensual											
		ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
Mantenimiento	Revisión de condiciones de uñas de insertador												

*Nota:* Elaboración propia

El cronograma anterior es una propuesta que va a permitir tener un adecuado control de las revisiones efectuadas por el equipo de mantenimiento y, de esta forma, asegurar que va se va a convertir en una causa de parada en el proceso.

Otro punto importante que corresponde al ajuste del insertador de paletas corresponde a las mangueras utilizadas en cada uno de los pistones. Si las mangueras se invierten no van a generar el empuje necesario para lograr que la paleta sea insertada de la forma correcta. Por ello, como propuesta de mejora, se establece una guía *Poka Yoke*, en donde se puedan identificar las mangueras y los puertos, en los que deben colocarse y, de esta manera, se eviten confusiones.

### 6.4.1.2 Poka Yoke identificación de mangueras

**Figura 60**

*Poka Yoke identificación de mangueras*



*Nota:* Elaboración propia

### 6.4.2 Propuesta de mejora abastecimiento de paletas

Se puede identificar que está la posibilidad de que el insertador no dispense paletas por alguna falla, o bien porque no se alimenta el *magazine*, permitiendo que los helados salgan sin la paleta y se incurra en la generación de merma de mixtura saborizada. El ayudante palillero es quien debe alimentar los *magazines* con paletas, sin embargo, él atiende otras actividades, tales como revisión de tolvas, cambio de tanques, encendido y

apagado de freezer y son actividades que pueden provocar que el insertador genere un problema y no se dé cuenta. Es por ello por lo que como propuesta de mejora se debe establecer un POE, en donde el ayudante antes de iniciar con cualquier actividad adicional, de aviso al operador para que atienda y está revisando el sistema de alimentación de paletas, de esta manera, disminuye la posibilidad de que se generen envases sin paletas.

### ***6.5 Propuesta de mejora problemas con video jet***

La evidencia demuestra que los problemas de la video jet están presentes de modo frecuente durante los procesos operativos, es por ello por lo que se van a presentar propuestas de mejora, según las principales causas identificadas.

#### ***6.5.1 Propuesta de mejora cabezote sucio***

El cabezal sucio es una causa muy frecuente, ya que la constante impresión de tinta provoca que se ensucie el cabezote, permitiendo que la video jet deje de imprimir los empaques, o bien las cajas de producto terminado. Como propuesta de mejora, se establece que esta revisión y limpieza de cabezote se realice todos los días después de los lavados de cada máquina que se realizan cada 24 horas y sea el operador el responsable de realizar esta tarea. De esta forma, disminuir la probabilidad de parada por este tipo de causa. A continuación, se muestra una propuesta mediante un cronograma de revisión.

### 6.5.1.1 Cronograma de cabezote video jet

**Tabla 11**

*Cronograma de cabezote Video Jet*

Responsable	Actividad	Frecuencia diaria						
		LUN	MAR	MIER	JUE	VIER	SAB	DOM
Operador	Limpieza de cabezote de video jet							

*Nota:* Elaboración propia

### 6.5.2 Propuesta de mejora uso inadecuado de tintas

El uso adecuado de tintas que se emplean en las video jets permite un funcionamiento adecuado de estas, es por ello que, como propuesta de mejora, se establece que se identifiquen las video jets utilizadas en la máquina con una etiqueta que indique el tipo de tinta que deben utilizar; de esta manera, el operador o la persona que realiza el cambio puede identificar si está cometiendo o no un error.

### 6.5.2.1 Poka Yoke identificación de tintas video jet

**Figura 61**

*Poka Yoke identificación de tintas video jet*



*Nota:* Elaboración propia

### 6.6 Propuesta de mejora ajuste de cadena de empujadores

En cuanto a la cadena de empujadores, es importante tener en cuenta que en cada lavado se debe desarmar para un mejor resultado; sin embargo, se debe contemplar cuál es la forma correcta de volver a colocar los empujadores, ya que se ha identificado que son colocado de manera incorrecta lo que provoca problemas y paradas dentro de la línea de producción. Es por ello por lo que, como propuesta de mejora, se establece la elaboración

de una LUP (lección en el punto), en donde se tome una fotografía de la forma correcta y la forma incorrecta de colocarse los empujadores y se les muestre a todos los responsables para evitar errores en el armado.

### 6.6.1 Lección en un punto de cadena de empujadores

**Figura 62**

*Lección en un punto empujadores*



*Nota:* Elaboración propia

### ***6.7 Propuesta de mejora ajuste de mandíbulas de sellado***

Como se vio anteriormente, según el tipo de producto y el tipo de papel que se utilice, así es la temperatura a la que se debe programar las mandíbulas de sellado, actualmente, queda a criterio del operador y, en muchas ocasiones, la temperatura es muy alta o baja lo que dificulta el sellado del producto. Este tipo de falla provoca merma de helado como también merma en envoltura utilizada para realizar ajustes. Es por ello por lo que, como propuesta de mejora, para las temperaturas de sellado se establezca un documento en que esté a disposición de cada uno de los operadores en donde se le indique el rango de temperatura a la que debe estar el equipo según el tipo de producto y empaque que se utilice. De esta manera, se dará un arranque más cercano a las temperaturas deseadas.

#### ***6.7.1 Guía de temperaturas por producto***

***Tabla 12***

*Guía de temperatura por producto*

Producto	Tipo de papel	Temp. transversal	Temp. longitudinal
----------	---------------	-------------------	--------------------

*Nota:* Elaboración propia



### ***6.8 Resumen de causas detectadas y propuesta de plan de acción***

En la siguiente tabla, se pueden obtener información de manera resumida sobre las causas que se detectaron como principales causantes de generación de merma de mixtura saborizada, así como también las propuestas de acción para cada una de las causas.

***Tabla 13***

*Resumen de causas detectadas y propuestas planteadas*

<b>Causa</b>	<b>Descripción</b>	<b>Propuesta de plan de acción</b>
3.1 - 3.2	Llenado disparejo y goteo de mixtura en boquillas de llenado	Cambios de resortes en mal estado Cambio de balines en mal estado Cambio de empaques en mal estado Elaboración de matriz de asignación de tareas RACI para la ejecución de la revisión y cambio.
3.3	Incorporación de aire en la mixtura	Cambio de cilindro de refrigeración que se encuentra en mal estado y que permite la incorporación y mezcla del aire en la mixtura.
3.4	Extractores pegados	Guía visual para determinar si las placas de los extractores cumplen con las dimensiones adecuadas que permiten su adecuado funcionamiento.

---

		Elaboración de un procedimiento estándar operativo para determinar la velocidad de los extractores.
		Creación de guía visual para identificar la correcta posición de las guías de bronce y evitar que los extractores bajen de manera correcta.
		Elaboración de matriz de asignación de tareas para la revisión de las latas y resortes de los extractores para que sujeten las paletas de los helados de manera adecuada.
		Elaboración de un cronograma para la revisión del estado del insertador de paletas.
		Identificación de las mangueras de aire con numeración para evitar que se coloquen de manera errónea.
3.5	Problemas con insertador de paletas	Elaboración de un procedimiento estándar operativo para delegar al operador la tarea de revisión de las paletas, mientras el ayudante realiza alguna otra actividad.
4.1	Problemas con video jet	Elaboración de cronograma de revisión y limpieza de cabezote.

---

---

		Identificación de los equipos con el uso correcto de tintas que utiliza la video jet.
2.1	Ajuste de empujadores	Elaboración de una LUP (Lección en un punto) para tener la guía visual del correcto armado de la cadena de los empujadores.
2.2	Mandíbulas de sellado	Documento en donde se le indique al operador la temperatura a utilizar en las mandíbulas de sellado, según el tipo de envoltura requerida.

---

*Nota:* Elaboración propia

### ***6.9 Cronograma de cumplimiento de propuestas***

Para el cumplimiento de las propuestas, se elaboró un cronograma de cumplimiento en el que se establece los tiempos necesarios para la adecuada ejecución de las propuestas en un rango de tiempo estimado de un mes





**CAPÍTULO VII**  
**IMPACTO FINANCIERO DE LA PROPUESTA**

Para determinar la viabilidad o factibilidad de las propuestas mencionadas en el capítulo anterior, se realizó un análisis financiero para conocer el impacto económico que estas propuestas pueden tener sobre la compañía. Con el propósito de calcular el retorno de la inversión, se utilizó el indicador de ROI. Es importante tomar en cuenta que los datos obtenidos corresponden a un mes, por lo que esos datos fueron los utilizados para obtener resultados anuales y lograr hacer el análisis anual.

Para las tareas aplicadas, se va a tomar en cuenta todas las actividades realizadas para detallar los costos implicados. Para el cálculo de la mano de obra utilizada, se emplearán los siguientes salarios que no fueron entregados de manera oficial, pero fueron tomados de los salarios base brindados en la página del ministerio de trabajo.

### *7.1 Salarios de personal involucrado en propuestas de mejora*

**Tabla 14**

*Salario de personal*

Puesto	Salario mensual	Salario por día	Salario por hora
Operador de planta	¢355 290	¢11 843	¢1 480
Ayudante de planta	¢347 000	¢11 566	¢1 445
Técnico mantenimiento	¢417 000	¢13 900	¢1 737

*Nota:* Elaboración propia

Para cada una de las propuestas de mejora, se va a definir el costo económico en el que la empresa debe incurrir. Posteriormente, se analizarán indicadores estadísticos con el retorno de la inversión.

## 7.2 Costo de propuesta de mejora en goteo y llenado de boquillas

**Tabla 15**

*Costo Propuesta en goteo y llenado de boquillas*

Actividad	Costo	Horas mantenimiento	Horas producción
Desarme de los 8 pistones	¢2 605	90 min	0 min
Revisión de balines de pistones	¢463	16 min	0 min
Revisión de resortes de pistones	¢463	16 min	0 min
Revisión de desgaste de boquillas	¢926	32 min	0 min
Rectificado de boquillas	¢80 000	0 min	0 min
Revisión de condiciones de empaques	¢394	0 min	16 min
Cambio de empaques (mano de obra y empaques nuevos)	¢2 991	0 min	24 min
Armado de pistones	¢2 605	90 min	0 min
Pruebas de llenado	¢1 480	0 min	60 min
<b>Total</b>	<b>¢88 517</b>	<b>244 min</b>	<b>100 min</b>

*Nota:* Elaboración propia

Para la propuesta de mejora de goteo y llenado de boquillas, se procedió con la suma de la mano de obra necesaria en la parte operativa y mantenimiento, también se incorporó el costo de los insumos requeridos, como, por ejemplo, los empaques.



### 7.3 Costo de propuesta de mejora incorporación de aire en la mixtura

**Tabla 16**

*Costo de propuesta incorporación de aire en la mixtura*

Actividad	Costo	Horas mantenimiento	Horas producción
Desarme de cilindro	¢4 671	180 min	0 min
Costo de cilindro	¢3 000 000	0 min	0 min
Armado del cilindro	¢4 671	180 min	0 min
Total	¢3 009 342	360 min	0 min

*Nota:* Elaboración propia

Para esta propuesta relacionada con la incorporación de aire en la mixtura se tomó en cuenta la mano de obra utilizada por mantenimiento para el desarmar y arme del cilindro, así como el costo del reemplazo del cilindro. Este costo fue dado como un valor aproximado por parte de uno de los encargados de mantenimiento.

### 7.4. Costo de propuesta de mejora placas dobladas

**Tabla 17**

*Costo de mejora para placas dobladas*

Actividad	Costo	Horas mantenimiento	Horas producción
Diseño de la pieza	¢6 948	240 min	0 min
Materiales utilizados	¢30 000	0 min	0 min
Total	¢36 948	240 min	0 min

*Nota:* Elaboración propia

Para el costo de la propuesta de las placas dobladas, se tomó en cuenta la mano de obra de mantenimiento para diseñar la pieza propuesta, así como los materiales utilizados.

### 7.5. Costo de propuesta de mejora velocidad de extractores

**Tabla 18**

*Costo de propuesta velocidad de extractores*

Actividad	Costo	Horas mantenimiento	Horas producción
Elaboración del procedimiento	₡3 699	0 min	150 min
Capacitación de operadores	₡1 480	0 min	60 min
Total	₡5 179	0 min	210 min

*Nota:* Elaboración propia

Para el costo de propuesta correspondiente a la elaboración de un procedimiento que permita mejorar el ajuste de la velocidad de la cadena, se tomaron en cuenta los costos de elaboración de un procedimiento, así como el costo de capacitación.

### 7.6 Costo de propuesta de mejora guías de bronce flojas

**Tabla 19**

*Costo de propuesta para guías de bronce*

Actividad	Costo	Horas mantenimiento	Horas producción
Pintado de líneas guía	₡1 734	60 min	0 min
Pintura utilizada	₡1 000	0 min	0 min
Total	₡2 734	60 min	0 min

*Nota:* Elaboración propia

Para el costo de la propuesta de las guías de bronce, se tomó en cuenta la mano de obra del personal de mantenimiento, así como el costo de la pintura utilizada.

### ***7.7 Costo de propuesta para mejora latas de extractores en mal estado***

***Tabla 20***

*Costo de propuesta latas extractores mal estado*

Actividad	Costo	Horas mantenimiento	Horas producción
Desarme de los extractores	¢616	0 min	25 min
Revisión de latas	¢739	0 min	30 min
Revisión de resortes	¢1 739	0 min	30 min
Reparación de latas y resortes	¢3 474	120 min	0 min
Armado de extractores	¢616	0 min	25 min
Total	¢5 570	120 min	110 min

*Nota:* Elaboración propia

Para el costo de la propuesta de mejorar las latas de los extractores, se tomó en cuenta el costo de mano de obra de producción y mantenimiento, así como insumos necesarios.

### 7.8 Costo de propuesta ajuste de uñas insertadoras de paletas

**Tabla 21**

*Costo de propuesta ajuste de uñas insertadores*

Actividad	Costo	Horas mantenimiento	Horas producción
Desarme de uñas de insertador de paletas	¢4 342	150 min	0 min
Revisión de uñas	¢2 316	80 min	0 min
Armado de uñas de insertador de paletas	¢4 342	150 min	0 min
Total	¢11 000	380 min	0 min

*Nota:* Elaboración propia

Para el costo de la propuesta para el ajuste de insertador de paletas, se tomó en cuenta la mano de obra necesaria para el desarme de las uñas, el tiempo dedicado a la revisión y el tiempo requerido en el armado.

### 7.9 Costo Poka Yoke identificación de mangueras

**Tabla 22**

*Costo Poka Yoke identificación de mangueras*

Actividad	Costo	Horas mantenimiento	Horas producción
Elaboración de etiquetas	¢634	15 min	0 min
Colocación de etiquetas en mangueras y base	¢300	10 min	0 min
Total	¢934	25 min	0 min

*Nota:* Elaboración propia

Para el costo de la propuesta de Poka Yoke utilizado para la identificación de las mangueras, se tomó en cuenta el tiempo en elaborar las etiquetas permanentes, el costo del papel utilizado y el tiempo necesario para colocar las etiquetas en las 2 mangueras y sus respectivas bases.

### ***7.10 Costo de propuesta de mejora cabezote sucio***

***Tabla 23***

*Costo de propuesta cabezote sucio*

Actividad	Costo	Horas mantenimiento	Horas producción
Desarme de tubo	¢247	0 min	10 min
Limpieza de cabezote	¢870	0 min	15 min
Armado de tubo	¢247	0 min	10 min
Total	¢864	0 min	35 min

*Nota:* Elaboración propia

Para el costo de la propuesta de mejora de cabezote sucio, se tomó en cuenta el tiempo de desarme, armado, limpieza de cabezote y químico utilizado.

### ***7.11 Costo Poka Yoke para identificación de tintas video jet***

**Tabla 24***Costo Poka Yoke identificación de tintas video jet*

Actividad	Costo	Horas mantenimiento	Horas producción
Elaboración de etiqueta	¢290	10 min	0 min
Colocación de etiqueta en video jet	¢390	10 min	0 min
Total	¢680	20 min	0 min

*Nota:* Elaboración propia

Para el costo de la propuesta de Poka Yoke utilizado para la identificación de tintas de video jet, se tomó en cuenta el costo de la elaboración de la etiqueta y el tiempo empleado para colocarla en la video jet.

### **7.12 Costo de propuesta de mejora ajuste de cadena de empujadores**

**Tabla 25***Costo de propuesta ajuste de cadena de empujadores*

Actividad	Costo	Horas mantenimiento	Horas producción
Elaboración de LUP	¢1 479	0 min	60 min
Capacitación del personal	¢1 726	0 min	70 min
Total	¢3 205	0 min	130 min

*Nota:* Elaboración propia

Para el costo de la propuesta de mejora en el ajuste de cadena de empujadores, se tomó en cuenta el tiempo dedicado para la elaboración de la LUP, así como el tiempo destinado a la capacitación del personal.

### 7.13 Costo de propuesta de mejora ajuste de mandíbulas de sellado

**Tabla 26**

*Costo de propuesta ajuste de mandíbulas de sellado*

Actividad	Costo	Horas mantenimiento	Horas producción
Elaboración de registro de temperaturas	¢1 479	0 min	60 min
Capacitación del personal	¢1 726	0 min	70 min
Total	¢3 205	0 min	130 min

*Nota:* Elaboración propia

Para el costo de la propuesta de mejora en el ajuste de mandíbulas de sellado, se tomó en cuenta el tiempo dedicado para la elaboración del registro de temperaturas y la capacitación al personal.

En resumen, el costo total de cada una de las propuestas se detalla en el siguiente cuadro.

### 7.14 Consolidado de costo de propuestas de mejora

**Tabla 27**

*Consolidado de costo de propuesta de mejora*

Propuesta de mejora	Costo
Propuesta de mejora en goteo y llenado de boquillas	¢88 517
Propuesta de mejora incorporación de aire en la mixtura	¢3 009 342
Propuesta de mejora placas dobladas	¢36 948
Propuesta de mejora velocidad de extractores	¢5 179

---

Propuesta de mejora guías de bronce flojas	€2 734
Propuesta para mejora latas de extractores en mal estado	€5 570
Propuesta ajuste de uñas insertadoras de paletas	€11 000
Propuesta Poka Yoke identificación de mangueras	€934
Propuesta de mejora cabezote sucio	€864
Propuesta para identificación de tintas video jet	€680
Propuesta de mejora ajuste de cadena de empujadores	€3 205
Total	€3 164 973

---

*Nota:* Elaboración propia

Se realizó un cuadro en donde se consolidó el costo de las propuestas de mejora planteadas en el capítulo anterior. La sumatoria total de estos costos corresponde a un total de €3 164 973. Este dato será utilizado como parte del indicador ROI (Retorno de la inversión).



### 7.15 ROI

El indicador ROI, expresa la relación que existe entre la cantidad de dinero necesario para un proyecto y la cantidad de ingresos que se esperan obtener de dicha inversión. El dato obtenido se puede utilizar para calificar si es la inversión necesaria cumple o no desde el punto de vista financiero. Los ingresos corresponden a lo esperado al cabo de 1 mes. El valor de la inversión corresponde al dato ofrecido en la tabla número 26 y el valor de los ingresos corresponde al valor obtenido en la tabla número 6 que corresponde a la diferencia entre el costo de la cantidad de mixtura teórica versus a la real utilizada.

La siguiente ecuación corresponde al cálculo necesario para la obtención del valor esperado.

$$ROI = \frac{(\text{Ingresos} - \text{valor de la inversión})}{\text{valor de la inversión}} * 100$$

$$ROI = \frac{(\text{¢}5\,499\,000 - \text{¢}3\,164\,973)}{\text{¢}3\,164\,973} * 100$$

Mediante el uso del indicador ROI, se calculó que el retorno de la inversión puede cumplirse y dio como resultado un total de 73,7 %, es decir que por cada colón invertido en la propuesta se logrará recuperar ¢0,73 colones.

### ***7.16 Periodo de recuperación***

El periodo de recuperación se tomó en cuenta la inversión y el ahorro esperado como el flujo neto de efectivo obteniendo el siguiente resultado.

Periodo de recuperación: ahorro/inversión inicial:  $\text{C}\$5\,499\,000/\text{C}\$3\,164\,973$ : **17,2** días.

Con base en los datos anteriormente calculados, se evidencia que la recuperación se conseguirá en menos de 1 mes, aproximadamente en 17,2 días. La inversión inicial es bastante competitiva en términos monetarios. Adicional a esto, el ahorro presupuestado eliminando los errores y los gastos excesivos que se están teniendo, vendría a solucionar el de generación de mixtura saborizada, ofreciendo un aporte significativo en los ahorros de la compañía.

## **CAPÍTULO VIII**

### **CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 8.1 Conclusiones

Como se pudo observar en el transcurso del proyecto, la generación de merma de mixtura saborizada no es provocada por una única causa, sino, más bien, se origina por diferentes causas identificadas que generan en un gran porcentaje esta pérdida de mixtura. Cada ocasión en la que la máquina se detiene por una falla que dure más de 5 minutos, se genera una pérdida automática de alrededor de 420 helados que se congelan y se deben desechar, es por ello que el trabajo preventivo que se realice en la planta para evitar estas fallas adquieren vital relevancia, pues muchas de ellas pueden atenderse con anticipación.

El equipo de mantenimiento tiene que tomar mayor protagonismo para atender situaciones de la máquina, como lo son el desgaste de piezas y cambios con fecha establecidas, trabajando de manera más preventiva que correctiva y llevando estadística que permita influir sobre las frecuencias ya preestablecidas.

En cuanto a la causa identificada en los capítulos anteriores que hablan sobre lo referente al sobre llenado de mixtura saborizada por falta de equipo para introducirle aire a la mixtura, se debe poner mayor atención, puesto que es la causa que más desperdicio o merma puede generar de manera constante en todas las producciones en donde se produzca este tipo de helados. La inversión necesaria está justificada en el capítulo anterior, por lo que sí es de importancia que se puedan generar los cambios necesarios para poder evitar esta merma reportada.

Otro punto importante es que gran parte de las paradas reportadas pueden atenderse en los *sets ups* previos a los arranques de producción. De esta manera, el equipo de producción junto al equipo de mantenimiento puede generar acciones correctivas en el momento para evitar detener el equipo.

Si se logra disminuir las paradas reportadas en los registros de producción, así como la mejora de los diferentes procesos que acompañan e influyen el comportamiento de la producción, se podría reducir la generación de merma de mixtura saborizada en un porcentaje considerable, brindando un beneficio económico importante para la compañía,

así como otros beneficios, como el mejoramiento del rendimiento e indicadores de utilización del equipo.

En cuanto a los objetivos planteados, el objetivo principal se cumplió, ya que se lograron conocer las principales causas que estaban generando merma de mixtura saborizada, por lo que atender las propuestas planteadas permite disminuir la diferencia entre la cantidad de mixtura teórica versus la real utilizada.

Los objetivos específicos se cumplieron, esto debido a que se mediante los registros de producción se logró medir cuáles eran las causas que más afectan el proceso. También se analizaron estadísticamente las causas identificadas, se propusieron mejoras para cada una de las causas identificadas, se estableció un análisis financiero para cada una de las propuestas planteadas, así como controles para las mejoras en la etapa de recomendaciones.

## ***8.2 Recomendaciones***

Tomando en cuenta el proyecto desarrollado y las conclusiones, se consideró conveniente que la empresa tenga presente las siguientes recomendaciones para el mantenimiento y control de lo establecido anteriormente:

Establecimiento de auditorías internas para velar por el correcto cumplimiento de los apartados de mantenimiento preventivo.

Establecimiento de gráficas de control con reportes semanales a todo el equipo involucrado en los procesos de producción para poder tener visibilidad de los avances reportados.

Mejoramiento de los tiempos de mantenimientos preventivos en los diferentes equipos de la envasadora.

Establecimiento de una reunión semanal para revisar el reporte semanal y determinar planes de acción para poder mantener bajo control la diferencia de la mixtura teórica versus la real.

Incluir revisiones de *set up* previo al arranque de producción, para evitar que las paradas reportadas también afecten el rendimiento de la máquina.

Reforzar con el personal de producción sobre el mantenimiento productivo total TPM que permita una mayor disponibilidad y funcionamiento de los equipos utilizados en el proceso productivo, en donde se encuentren beneficios como flujos de producción más continuos, reducción de mantenimiento correctivo y, de esta manera, se pueda evitar pérdida de mixtura por paradas no programadas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña Acuña, J. (2012). *Control de Calidad un enfoque integral y estadístico*. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica.
- Appels, R. K. (29 de Setiembre de 2017). *ISOLUCION*. Obtenido de <https://web.isolucion.com.co/la-forma-mas-poderosa-de-hacer-analisis-de-causa-raiz/>
- Bartés, A. P. (2000). *Metodos Estadísticos. Control y mejora de la Calidad*. Barcelona, España: Ediciones Universidad Politecnica de Catalunya.
- Chiscul Villasis, P. S., & Castillo Rodríguez, K. (2013). *Tesis para la reducción de mermas basados en los patrones de ventas de productos de pizza hut*. Obtenido de [http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2034/1/TL\\_CastilloRodriguezkaren\\_ChisculVillasisPierina.pdf](http://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/2034/1/TL_CastilloRodriguezkaren_ChisculVillasisPierina.pdf)
- Cooperativa de productores de leche Dos Pinos S.A. (2020). *Dos Pinos*. Obtenido de <https://www.cooperativadospinos.com/>
- EAE Business School . (25 de octubre de 2017). *Retos en supply chain*. Obtenido de <https://retos-operaciones-logistica.eae.es/proceso-de-produccion-en-que-consiste-y-como-se-desarrolla/>
- Flexim. (2021). *Flexim*. Obtenido de <https://www.flexsim.com/es/>

- Garay, V. A. (2017). *Trabajo Final de graduación para la reducción de la meram en el proceso de fabricación de la empresa NEXPOL*. Obtenido de [http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3385/1/2017\\_Melendez-Garay.pdf](http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/3385/1/2017_Melendez-Garay.pdf)
- Goff, H., & Hartel, R. (2013). *Ice Cream*. Springer, New York: Library of Congress Control Number 2012954423.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. Mexico DF: Mc GRAW HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A DE C.V.
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad Total y Productividad*. Mexico, DF: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES S.A.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2010). *Metodología de la investigación*. Mexico DF: McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico DF: McGraw Hill.
- Kubiak, T. (2014). *The ASQ Pocket Guide for the Certified Six Sigma Black Belt*. Milwaukee, Wisconsin: Library of Congress Cataloging in Publication Data.
- Manene, L. M. (28 de Julio de 2011). *Luis Miguel Manene*. Obtenido de [http://moodle2.unid.edu.mx/dts\\_cursos\\_md/lic/AE/EA/AM/07/Los\\_diagramas\\_de\\_flujo\\_su\\_definicion\\_objetivo\\_ventajas\\_elaboracion\\_fase.pdf](http://moodle2.unid.edu.mx/dts_cursos_md/lic/AE/EA/AM/07/Los_diagramas_de_flujo_su_definicion_objetivo_ventajas_elaboracion_fase.pdf)
- Mexico, U. A. (2015). *Red de revistas científicas de America Latina y el Caribe, España y Portugal*. Obtenido de <http://www.redalyc.org/html/270/27018888005/>



- MindTools. (2018). *Maindtools essential skills for an excellent career*. Obtenido de <https://www.mindtools.com/pages/article/ctq-trees.htm>
- PEARSON. (2013). *Fisica Universitaria*. Mexico: Person educación de Mexico S.A.
- Perez Castañeda, M., & León Salazar, P. (31 de Enero de 2018). *Reaxion Ciencia y Tecnología Universitaria*. Obtenido de [http://reaxion.utleon.edu.mx/Art\\_DMAIC\\_como\\_estrategia\\_para\\_control\\_de\\_dureza\\_en\\_la\\_fabricacion\\_de\\_galletas.html](http://reaxion.utleon.edu.mx/Art_DMAIC_como_estrategia_para_control_de_dureza_en_la_fabricacion_de_galletas.html)
- Pérez Muñoz, J. (Octubre de 2008). *Trabajo final de graduación para la reducción de la merma de productos químicos a granel, caso Quibarca*. Obtenido de <http://www.riuc.bc.uc.edu.ve/bitstream/123456789/7235/3/jmunoz.pdf>
- Pérez Rave, J., La Rotta, D., Sánchez, K., Madera, Y., Restrepo, G., Rodríguez, M., . . . Parra, C. (2011). Identificación y caracterización de mudas de transporte, procesos, movimientos y tiempos de espera en nueve pymes manufactureras incorporando la perspectiva del nivel operativo. *Revista Chilena de Ingeniería Jorge Perez Rave, Daniel la Rotta, Katherine Sanchez, Guillermo Restrepo, Mayra Rodriguez*, 13.
- Pulido Gutiérrez, H. (2004). *Control estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. México: McGraw Hill.
- Pulido, H. G., & De la Vara Salazar, R. (s.f.). *Control Estadístico de la Calidad y Seis Sigma*. Ciudad de Mexico: McGraw-Hill.
- Walpole, R., & Myers, R. (2012). *Probabilidad y estadística para ingeniería y ciencias*. México: Pearson education.

Walpole, R., Myers, R., & Myers, S. (2012). *Probabilidades y estadística para ingenierías y ciencias*. México: Pearson Educación.