



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

**ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE  
CREMA DE HONGOS UTILIZANDO LA HERRAMIENTA ESTADÍSTICA DMAIC (DEFINIR,  
MEDIR, ANALIZAR, MEJORAR Y CONTROLAR) PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN  
LÍNEA DE LLENAJE EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS CULINARIOS**

**Eilyn Clariheelen Escobar Hiú**

Asesorado por el Ing. Renaldo Girón Alvarado

Guatemala, octubre de 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE  
CREMA DE HONGOS UTILIZANDO LA HERRAMIENTA ESTADÍSTICA DMAIC (DEFINIR,  
MEDIR, ANALIZAR, MEJORAR Y CONTROLAR) PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN  
LÍNEA DE LLENAJE EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS CULINARIOS**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
POR

**EILYN CLARIHEELEN ESCOBAR HIÚ**  
ASESORADO POR EL ING. RENALDO GIRÓN ALVARADO

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**INGENIERA INDUSTRIAL**

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2021

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

|            |   |
|------------|---|
| DECANA     | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada   |
| VOCAL I    | Ing. José Francisco Gómez Rivera        |
| VOCAL II   | Ing. Mario Renato Escobedo Martínez     |
| VOCAL III  | Ing. José Milton de León Bran           |
| VOCAL IV   | Br. Kevin Vladimir Armando Cruz Lorente |
| VOCAL V    | Br. Fernando José Paz González          |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez         |

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

|            |  |
|------------|--|
| DECANA     | Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada  |
| EXAMINADOR | Inga. Mayra Saadeth Arreaza Martínez   |
| EXAMINADOR | Inga. Priscila Yohana Sandoval Barrios |
| EXAMINADOR | Ing. Sergio Antonio Torres Méndez      |
| SECRETARIO | Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez        |

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

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

**ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CREMA DE HONGOS UTILIZANDO LA HERRAMIENTA ESTADÍSTICA DMAIC (DEFINIR, MEDIR, ANALIZAR, MEJORAR Y CONTROLAR) PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN LÍNEA DE LLENAJE EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS CULINARIOS**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, con fecha 25 de julio de 2018.

**Eilyn Clariheelen Escobar Hiú**

Guatemala 05 de marzo de 2021

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

Estimado Ingeniero César Urquizú

Atentamente me dirijo a usted para informarle que he tenido a bien el trabajo de tesis **ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CREMA DE HONGOS UTILIZANDO LA HERRAMIENTA ESTADÍSTICA DMAIC (DEFINIR, MEDIR, ANALIZAR, MEJORAR Y CONTROLAR) PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN LÍNEA DE LLENAJE EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS CULINARIOS** de la estudiante universitaria EILYN CLARIHEELEN ESCOBAR HIÚ quien se identifica con carne No. 2015-04085 y No. de DPI 3068912630601, previa a optar al título de Ingeniería Industrial

Al respecto quiero indicarle que luego de efectuadas las revisiones y correcciones del caso, encuentro satisfactorio el trabajo, por lo que procedo a aprobarlo y remitirlo a usted para su trámite correspondiente.

Sin otro Particular, me despido de usted.

Atentamente



Renaldo Girón Alvarado  
Ingeniero Industrial  
Colegiado No. 5977

Ing. Renaldo Girón Alvarado

Colegiado No. 5,977



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

REF.REV.EMI.067.021

Como Catedrático Revisor del Trabajo de Graduación titulado **ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CREMA DE HONGOS UTILIZANDO LA HERRAMIENTA ESTADÍSTICA DMAIC (DEFINIR, MEDIR, ANALIZAR, MEJORAR Y CONTROLAR) PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN LA LÍNEA LLENAJE EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS CULINARIOS**, presentado por la estudiante universitaria **Eilyn Clariheelen Escobar Hiú**, apruebo el presente trabajo y recomiendo la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

**Guillermo Federico Mijangos Martínez**  
Ingeniero Mecánico Industrial  
Colegiado No. 15692

Ing. Guillermo Federico Mijangos Martínez  
Catedrático Revisor de Trabajos de Graduación  
Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial

Guatemala, junio de 2021.

/mgp.



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

REF.DIR.EMI.111.021

El Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el Visto Bueno del Revisor y la aprobación del Área de Lingüística del trabajo de graduación titulado **ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CREMA DE HONGOS UTILIZANDO LA HERRAMIENTA ESTADÍSTICA DMAIC (DEFINIR, MEDIR, ANALIZAR, MEJORAR Y CONTROLAR) PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN LA LÍNEA LLENAJE EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS CULINARIOS**, presentado por la estudiante universitaria **Eilyn Clariheelen Escobar Hiú**, aprueba el presente trabajo y solicita la autorización del mismo.

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

Firmada digitalmente por Cesar Ernesto Urquizu Rodas  
Motivo: Ingeniero Industrial  
Ubicación: Facultad de Ingeniería, Escuela de Ingeniería  
Mecánica Industrial, USAC  
Colegiado 4,272

**Ing. César Ernesto Urquizú Rodas**  
**DIRECTOR**  
**Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial**

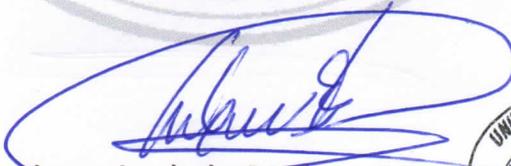
Guatemala, octubre de 2021.  
/mgp



DTG. 581.2021

La Decana de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Mecánica Industrial, al Trabajo de Graduación titulado: **ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS EN EL PROCESO DE PRODUCCIÓN DE CREMA DE HONGOS UTILIZANDO LA HERRAMIENTA ESTADÍSTICA DMAIC (DEFINIR, MEDIR, ANALIZAR, MEJORAR Y CONTROLAR) PARA LA REDUCCIÓN DE PÉRDIDAS EN LÍNEA DE LLENADO EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS CULINARIOS**, presentado por la estudiante universitaria: **Eilyn Clariheelen Escobar Hiú**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:

  
Inga. Anabela Cordova Estrada  
Decana



Guatemala, octubre de 2021

AACE/cc

## **ACTO QUE DEDICO A:**

|                       |  |
|-----------------------|--|
| <b>Dios</b>           | Por proveer la sabiduría, los recursos, las personas, la guía necesaria para afrontar las dificultades y cumplir un logro profesional. |
| <b>Mis padres</b>     | Por ser mi inspiración y fuerza diaria. Parte esencial de mis éxitos gracias a su amor y esfuerzo.                                     |
| <b>Mi hermana</b>     | Por ser mi cómplice de vida, un apoyo incondicional en cada logro y meta alcanzado.  |
| <b>Tíos y abuelas</b> | Por su amor y apoyo en cada etapa de mi vida.  |
| <b>Mi compañero</b>   | Por el apoyo y esfuerzo en el cumplimiento de cada sueño individual y de equipo.   |

## **AGRADECIMIENTOS A:**

|   |   |
|---|---|
| <b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b> | Por ser la casa de estudios que me brindó la oportunidad de desarrollarme como profesional, obtener conocimientos que pondré al servicio de la comunidad.                         |
| <b>Fábrica Antigua Guatemala</b>              | Por brindarme la oportunidad de desarrollar mi trabajo de graduación en sus instalaciones, por el apoyo, tiempo y conocimientos brindados que me han servido en diferentes áreas. |
| <b>Mis amigos</b>                             | Por su apoyo desde el primer día en la facultad al último día en el que necesité de alguien que me explicara o me consolara en las etapas difíciles.                              |
| <b>Personas especiales</b>                    | Oscar Chacón, Edwin Vásquez, Erick Luna, Javier Ponce, Alejandro Castañeda e Ing. Renaldo Girón. Por ser parte importante en el desarrollo de este trabajo de graduación.         |

## ÍNDICE GENERAL

|  |       |
|--|-------|
| ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....                                  | XIII  |
| LISTA DE SÍMBOLOS .....  | XIX   |
| GLOSARIO .....   | XXI   |
| RESUMEN .....  | XXIII |
| OBJETIVOS .....  | XXV   |
| INTRODUCCIÓN .....   | XXVII |
| <br>   |       |
| 1. ANTECEDENTES GENERALES.....                                 | 1     |
| 1.1. La empresa .....  | 1     |
| 1.1.1. Descripción .....                                       | 1     |
| 1.1.2. Historia .....  | 1     |
| 1.1.3. Ubicación .....   | 3     |
| 1.1.4. Misión.....   | 4     |
| 1.1.5. Visión .....  | 4     |
| 1.1.6. Distribución de la planta .....                         | 5     |
| 1.1.7. Impacto de la empresa en familias y<br>comunidades..... | 6     |
| 1.2. Seis Sigma .....  | 7     |
| 1.2.1. Definición .....  | 7     |
| 1.2.2. Antecedentes .....                                      | 10    |
| 1.2.3. Principios técnicos .....                               | 11    |
| 1.2.4. Beneficios potenciales .....                            | 15    |
| 1.2.5. Metodologías .....                                      | 17    |
| 1.2.6. Herramientas .....                                      | 20    |
| 1.2.7. Etapas de un proyecto Seis Sigma .....                  | 29    |

|      |          |   |    |
|------|----------|---|----|
|      | 1.2.7.1. | Definir (Define) .....                    | 29 |
|      | 1.2.7.2. | Medir (Measure) .....                     | 30 |
|      | 1.2.7.3. | Analizar (Analyze) .....                  | 31 |
|      | 1.2.7.4. | Mejorar (Improve).....                    | 32 |
|      | 1.2.7.5. | Controlar (Control).....                  | 32 |
| 1.3. |          | Industria de alimentos culinarios .....   | 33 |
|      | 1.3.1.   | Definición .....                          | 33 |
|      | 1.3.2.   | Historia industrial .....                 | 33 |
|      | 1.3.3.   | Fábrica de alimentos .....                | 34 |
|      | 1.3.4.   | Características.....                      | 34 |
|      | 1.3.5.   | Tipos de industrias.....                  | 34 |
|      | 1.3.5.1. | Textil .....                              | 34 |
|      | 1.3.5.2. | Alimentación .....                        | 35 |
|      | 1.3.5.3. | Farmacéutica.....                         | 35 |
| 1.4. |          | Proceso de producción .....               | 35 |
|      | 1.4.1.   | Definición de proceso de producción ..... | 35 |
|      | 1.4.2.   | Tipos de producción .....                 | 35 |
|      | 1.4.2.1. | Por lotes .....                           | 36 |
|      | 1.4.2.2. | Continua .....                            | 36 |
|      | 1.4.2.3. | En cadena .....                           | 36 |
|      | 1.4.2.4. | Por tipos de proyecto .....               | 36 |
| 1.5. |          | Proceso de llenado y empaquetado .....    | 37 |
|      | 1.5.1.   | Definición .....                          | 37 |
|      | 1.5.2.   | Clima óptimo.....                         | 37 |
| 2.   |          | SITUACIÓN ACTUAL .....                    | 39 |
|      | 2.1.     | Departamento de producción .....          | 39 |
|      | 2.1.1.   | Distribución actual .....                 | 39 |
|      | 2.1.2.   | Cantidad de operarios en el área .....    | 40 |

|          |   |    |
|----------|---|----|
| 2.2.     | Descripción del producto .....  | 42 |
| 2.2.1.   | Datos nutricionales .....   | 42 |
| 2.2.2.   | Beneficios de la Crema de Hongos deshidratada ...                       | 43 |
| 2.2.3.   | Estándares de calidad .....   | 43 |
| 2.3.     | Máquina llenadora utilizada en la fábrica .....                         | 44 |
| 2.3.1.   | Características técnicas de la máquina llenadora .....                  | 45 |
| 2.3.1.1. | Modelo .....  | 45 |
| 2.3.1.2. | Precisión .....   | 45 |
| 2.3.1.3. | Velocidad de embalaje .....   | 46 |
| 2.3.1.4. | Tensión .....   | 46 |
| 2.3.1.5. | Potencia.....   | 46 |
| 2.3.1.6. | Material .....  | 47 |
| 2.3.1.7. | Peso de la máquina.....   | 47 |
| 2.3.1.8. | Tamaño de la máquina.....   | 48 |
| 2.3.1.9. | Sistema de dosificación.....  | 48 |
|          | 2.3.1.9.1. Caudal.....  | 49 |
|          | 2.3.1.9.2. Programación de velocidad .....                              | 49 |
|          | 2.3.1.9.3. Capacidad.....   | 49 |
|          | 2.3.1.9.4. Seguridad.....   | 49 |
|          | 2.3.1.9.5. Montaje y limpieza .....                                     | 50 |
| 2.3.2.   | Parámetros técnicos actuales para la producción de CREMA DE HONGOS..... | 50 |
| 2.3.2.1. | Retraso para suministro .....   | 51 |
| 2.3.2.2. | Tiempo de alarma.....   | 51 |
| 2.3.2.3. | Tiempo suministrando .....  | 51 |
| 2.3.2.4. | Tiempo de vibrador.....   | 51 |
| 2.3.2.5. | Velocidad del agitador.....   | 51 |

|      |           |   |    |
|------|-----------|---|----|
|      | 2.3.2.6.  | Velocidad de transportador .....                              | 52 |
|      | 2.3.2.7.  | Velocidad de máquina.....                                     | 52 |
|      | 2.3.2.8.  | Longitud de papel.....  | 52 |
|      | 2.3.2.9.  | Velocidad dosificación en tolva .....                         | 52 |
|      | 2.3.2.10. | Distancia de aceleración .....                                | 52 |
|      | 2.3.2.11. | Volumen por vuelta de tornillo.....                           | 53 |
|      | 2.3.2.12. | Velocidad de tornillo en función de<br>vaciado .....          | 53 |
| 2.4. |           | Proceso de fabricación de CREMA DE HONGOS.....                | 53 |
|      | 2.4.1.    | Características de la masa .....                              | 53 |
|      | 2.4.2.    | Capacidad de un <i>Big Bag</i> .....                          | 54 |
|      | 2.4.3.    | Diagrama de flujo del proceso de fabricación<br>actual .....  | 54 |
|      | 2.4.4.    | Temperatura inicial y final de la masa .....                  | 56 |
|      | 2.4.5.    | Tiempo de reposo de la masa después de<br>fabricarse .....    | 56 |
| 2.5. |           | Proceso de llenado y empaquetado de CREMA DE<br>HONGOS.....   | 56 |
|      | 2.5.1.    | Características de laminado .....                             | 56 |
|      | 2.5.2.    | Diagrama de flujo del proceso de dosificación<br>actual ..... | 57 |
|      | 2.5.3.    | Sistema de descarte de sobres no conformes.....               | 58 |
|      | 2.5.4.    | Báscula .....   | 59 |
|      | 2.5.5.    | Proceso para producto en reproceso .....                      | 60 |
| 2.6. |           | Planteamiento del problema actual .....                       | 61 |
|      | 2.6.1.    | Análisis de pérdidas anuales de la fábrica .....              | 61 |
|      |           | 2.6.1.1. Material con mayor pérdida anual.....                | 62 |
|      |           | 2.6.1.2. Línea de llenaje con mayor pérdida<br>anual.....     | 62 |

|            |  |    |
|------------|--|----|
| 2.6.1.3.   | Variedad con mayor pérdida anual en línea de llenaje .....       | 64 |
| 2.6.1.4.   | Gráfico de serie de porcentaje de pérdida de producto .....      | 66 |
| 2.6.1.5.   | Pérdida monetaria .....  | 67 |
| 2.6.1.6.   | Cantidad de producto enviado a reproceso.....                    | 68 |
| 2.6.1.7.   | Pérdida monetaria de cantidad de producto de reproceso .....     | 69 |
| 3.         | PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS.....      | 71 |
| 3.1.       | Departamento de producción .....                                 | 71 |
| 3.2.       | Fase 1 metodología DMAIC (definir) .....                         | 71 |
| 3.2.1.     | Definición del problema .....                                    | 71 |
| 3.2.2.     | Delimitación del problema .....                                  | 75 |
| 3.2.3.     | Definición del valor objetivo para la reducción de pérdida ..... | 75 |
| 3.2.4.     | Evaluación financiera.....                                       | 77 |
| 3.2.5.     | Proyección de ahorro anual por pérdida de producto .....         | 78 |
| 3.2.6.     | Beneficios de la implementación de mejoras .....                 | 79 |
| 3.2.6.1.   | Beneficios tangibles.....  | 79 |
| 3.2.6.1.1. | Ahorro en pérdida de producto .....                              | 79 |
| 3.2.6.1.2. | Reducción de paros no planeados .....                            | 79 |
| 3.2.6.1.3. | Riesgos de incidentes de seguridad .....                         | 80 |

|      |            |  |    |
|------|------------|--|----|
|      | 3.2.6.1.4. | Reducción de producto para reproceso.....                      | 81 |
|      | 3.2.6.1.5. | Disminución de desecho de laminado....                         | 81 |
|      | 3.2.6.2.   | Beneficios intangibles.....                                    | 82 |
|      | 3.2.6.2.1. | Capacitación al personal .....                                 | 82 |
|      | 3.2.6.2.2. | Refuerzo de competencia en Peso Neto .....                     | 82 |
|      | 3.2.6.2.3. | Impacto en el costo del producto.....                          | 83 |
|      | 3.2.7.     | Selección del equipo de trabajo .....                          | 83 |
| 3.3. |            | Acta de constitución del trabajo de graduación.....            | 85 |
| 3.4. |            | Planificación del trabajo de graduación: diagrama de Gantt.... | 87 |
| 3.5. |            | Fase 2: metodología DMAIC (medir).....                         | 89 |
|      | 3.5.1.     | Estratificación del problema .....                             | 89 |
|      | 3.5.1.1.   | Criterios de Estratificación .....                             | 89 |
|      | 3.5.2.     | Plan de recolección de datos .....                             | 90 |
|      | 3.5.2.1.   | Proceso de fabricación.....                                    | 92 |
|      | 3.5.2.1.1. | Temperatura .....  | 92 |
|      | 3.5.2.1.2. | Tiempo de reposos de la masa después de fabricarse .....       | 93 |
|      | 3.5.2.1.3. | Tiempo de mezclado de materia prima.....                       | 93 |
|      | 3.5.2.2.   | Proceso de llenaje.....  | 93 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| 3.5.2.2.1. | Variación de peso neto en sobres de otras variedades .....            | 94  |
| 3.5.2.2.2. | Variación de peso neto en el transcurso de dosificación .....         | 94  |
| 3.5.2.2.3. | Cantidad de peso neto en sobres descartados por la báscula.....       | 96  |
| 3.5.2.2.4. | Desviación de báscula..   | 97  |
| 3.5.2.2.5. | Variación en el tiempo de reposos de la masa después de fabricarse .. | 98  |
| 3.5.2.2.6. | Parámetros utilizados por operador de la máquina .....                | 98  |
| 3.5.2.2.7. | Cantidad de producto en reproceso por <i>Big Bag</i> .....            | 99  |
| 3.5.2.2.8. | Cantidad de producto en pérdida por <i>Big Bag</i> .....              | 99  |
| 3.5.3.     | Resultados cuantitativos de muestreo de variación de peso neto.....   | 102 |
| 3.5.3.1.   | Proceso de fabricación.....   | 102 |
| 3.5.3.1.1. | Temperatura de la masa en el transcurso del tiempo .....              | 102 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| 3.5.3.1.2. | Tiempo de reposo de la masa después de fabricarse .....                 | 103 |
| 3.5.3.1.3. | Tiempo de mezclado de materia prima.....                                | 104 |
| 3.5.3.2.   | Proceso de llenaje.....   | 105 |
| 3.5.3.2.1. | Variación de peso neto en sobres de otras variedades .....              | 105 |
| 3.5.3.2.2. | Variación de peso neto en el transcurso de dosificación .....           | 109 |
| 3.5.3.2.3. | Peso neto en sobres descartados por la báscula.....                     | 113 |
| 3.5.3.2.4. | Desviación de báscula   | 113 |
| 3.5.3.2.5. | Variación en el tiempo de reposo de la masa después de fabricarse ..... | 114 |
| 3.5.3.2.6. | Parámetros utilizados por operador en la máquina .....                  | 115 |
| 3.5.3.2.7. | Cantidad de producto en reproceso por Big Bag.....                      | 117 |
| 3.5.3.2.8. | Cantidad de producto en pérdida por <i>Big Bag</i> .....                | 118 |

|            |   |     |
|------------|---|-----|
| 3.5.4.     | Análisis estadístico de datos recopilados.....          | 119 |
| 3.5.4.1.   | Estadística descriptiva.....                            | 119 |
| 3.5.4.1.1. | Medidas de tendencia central .....                      | 120 |
| 3.5.4.1.2. | Medidas de dispersión.....                              | 121 |
| 3.5.4.1.3. | Análisis de capacidad del proceso inicial .....         | 126 |
| 3.5.5.     | Identificación de problemas prioritarios.....           | 133 |
| 3.5.6.     | Declaración del problema específico.....                | 133 |
| 3.6.       | Fase 3 metodología DMAIC (analizar) .....               | 134 |
| 3.6.1.     | Restauración de condiciones básicas de la máquina ..... | 134 |
| 3.6.1.1.   | Alineación de piezas .....                              | 134 |
| 3.6.1.2.   | Limpieza superficial.....                               | 136 |
| 3.6.1.3.   | Calibración de báscula .....                            | 136 |
| 3.6.2.     | Identificación de posibles causas.....                  | 137 |
| 3.6.2.1.   | Análisis causa efecto.....                              | 137 |
| 3.6.2.2.   | Diagramas de dispersión.....                            | 138 |
| 3.6.2.3.   | Regresión y correlación.....                            | 140 |
| 3.6.2.4.   | Prueba de hipótesis.....                                | 140 |
| 3.6.2.5.   | Análisis de impacto y esfuerzo.....                     | 142 |
| 3.6.2.6.   | Detección de la causa raíz .....                        | 143 |
| 3.6.2.7.   | Identificación de acciones inmediatas .....             | 145 |
| 3.6.2.8.   | DOE (diseño de experimentos).....                       | 148 |
| 3.6.2.9.   | Verificación de la causa raíz de hechos y datos .....   | 149 |
| 3.7.       | Identificación de mejoras .....                         | 149 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| 3.7.1.   | Propuesta de acciones para resolver cada causa raíz identificada..... | 149 |
| 3.7.2.   | Proceso de priorización .....   | 151 |
| 3.7.3.   | Diagrama impacto y esfuerzo para priorizar acciones.....              | 151 |
| 3.7.4.   | Plan de implementación de mejoras .....                               | 152 |
| 3.8.     | Recursos necesarios para la implementación de mejoras.....            | 154 |
| 3.8.1.   | Humanos .....   | 154 |
| 3.8.2.   | Materiales .....  | 155 |
| 3.8.3.   | Financieros .....   | 155 |
| 3.8.4.   | Plan de implementación de mejoras .....                               | 155 |
| 4.       | IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA.....                                   | 157 |
| 4.1.     | Fase 4 Metodología DMAIC (mejorar).....                               | 157 |
| 4.1.1.   | Ejecución de plan de acciones en Fabricación .....                    | 157 |
| 4.1.1.1. | Temperatura .....   | 157 |
| 4.1.1.2. | Tiempo de reposo de la masa después de fabricarse.....                | 157 |
| 4.1.1.3. | Tiempo de mezclado de materia prima.....                              | 158 |
| 4.1.2.   | Ejecución de plan de acciones en línea de llenaje.....                | 158 |
| 4.1.2.1. | Pérdida de masa en la máquina .....                                   | 158 |
| 4.1.2.2. | Exactitud de dosificación.....  | 159 |
| 4.1.2.3. | Dosificación fuera de sobre.....                                      | 160 |
| 4.2.     | Disminución en el desecho de laminado .....                           | 162 |
| 4.2.1.   | Gráfico de serie con mejoras implementadas .....                      | 162 |
| 4.3.     | Disminución de riesgos de incidentes de seguridad. ....               | 163 |
| 4.3.1.   | Reducción de actividades de alto riesgo.....                          | 163 |

|        |  |     |
|--------|--|-----|
| 4.3.2. | Medidas preventivas.....   | 163 |
| 4.4.   | Reducción de paros no planeados .....  | 163 |
| 4.4.1. | Gráfico de serie de tiempos con mejoras implementadas.....                           | 164 |
| 4.4.2. | Mejora en la productividad.....  | 165 |
| 4.5.   | Pérdida de producto.....   | 165 |
| 4.5.1. | Gráfico de serie con mejora implementada.....  | 165 |
| 4.5.2. | Pérdida monetaria total.....   | 166 |
| 4.6.   | Producto en reproceso.....   | 167 |
| 4.6.1. | Gráfico de serie con mejora implementada.....  | 167 |
| 4.6.2. | Disminución de tiempo de trabajo en el área de reproceso .....                       | 168 |
| 4.7.   | Validación de la efectividad de la solución .....                                    | 168 |
| 4.8.   | Validación del ahorro monetario con las mejoras implementadas.....                   | 169 |
| 4.8.1. | Ahorro monetario con mejoras implementadas.....                                      | 169 |
| 4.8.2. | Proyección de ahorro monetario a largo plazo.....                                    | 170 |
| 5.     | MEJORA CONTINUA .....  | 171 |
| 5.1.   | Estándares de cambios .....  | 171 |
| 5.1.1. | Estándar de proceso de fabricación .....   | 171 |
| 5.1.2. | Estándar de proceso de llenaje .....   | 172 |
| 5.2.   | Comunicar los nuevos estándares a los afectados .....                                | 180 |
| 5.2.1. | Identificación del entrenamiento requerido .....                                     | 181 |
| 5.2.2. | Aceptación a los cambios .....   | 181 |
| 5.3.   | Validación del ahorro monetario por sostenibilidad de las mejoras implementadas..... | 181 |
| 5.4.   | Control para la sostenibilidad de los nuevos estándares .....                        | 182 |

|                       |   |     |
|-----------------------|---|-----|
| 5.5.                  | Programa de auditorías para medir la adherencia a los estándares..... | 182 |
| 5.6.                  | Matriz de análisis de la nueva situación.....                         | 182 |
| 5.7.                  | Beneficios obtenidos.....   | 183 |
| 5.7.1.                | Beneficios tangibles.....   | 183 |
| 5.7.1.1.              | Ahorro en pérdida de producto .....                                   | 184 |
| 5.7.1.2.              | Reducción de paros no planeados.....                                  | 184 |
| 5.7.1.3.              | Riesgos de incidentes de seguridad ..                                 | 184 |
| 5.7.1.4.              | Reducción de producto en reproceso                                    | 184 |
| 5.7.1.5.              | Disminución de desecho de laminado .....                              | 185 |
| 5.7.2.                | Beneficios intangibles.....   | 185 |
| 5.7.2.1.              | Capacitación al personal .....  | 185 |
| 5.7.2.2.              | Refuerzo de competencia de Peso Neto .....                            | 185 |
| 5.7.2.3.              | Impacto en el costo del producto .....                                | 186 |
| 5.8.                  | Acciones correctivas.....   | 186 |
| CONCLUSIONES.....     |   | 189 |
| RECOMENDACIONES ..... |   | 191 |
| BIBLIOGRAFÍA.....     |   | 193 |
| APÉNDICES .....       |   | 195 |

## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.  | Ubicación de la planta .....                    | 4  |
| 2.  | Distribución de la planta .....                 | 6  |
| 3.  | Área debajo de la curva normal.....             | 8  |
| 4.  | Desviación estándar .....                       | 9  |
| 5.  | Miembros del equipo.....                        | 12 |
| 6.  | Ciclo de Deming.....                            | 18 |
| 7.  | Ciclo DMADOV .....                              | 19 |
| 8.  | Ciclo SDVA .....                                | 20 |
| 9.  | Diagrama de Pareto.....                         | 21 |
| 10. | Ejemplo de estratificación.....                 | 22 |
| 11. | Ejemplo diagrama Ishikawa.....                  | 24 |
| 12. | Diagrama de correlación.....                    | 25 |
| 13. | Diagrama de dispersión.....                     | 26 |
| 14. | Ejemplo de histograma .....                     | 27 |
| 15. | Gráfico de control.....                         | 28 |
| 16. | Fases de la metodología <i>DMAIC</i> .....      | 32 |
| 17. | Distribución actual de la planta.....           | 39 |
| 18. | Organigrama del departamento de producción..... | 40 |
| 19. | Distribución de la mano de obra.....            | 41 |
| 20. | Tabla nutricional.....                          | 42 |
| 21. | Máquina llenadora .....                         | 44 |
| 22. | Máquina empacadora .....                        | 48 |
| 23. | Masa de producto <i>Big Bag</i> .....           | 54 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 24. | Proceso de fabricación .....   | 55  |
| 25. | Laminado .....   | 57  |
| 26. | Proceso de empaque de rema de Hongos.....  | 58  |
| 27. | Báscula .....  | 59  |
| 28. | Descarte de la balanza .....   | 60  |
| 29. | Factores de mayor pérdida en toda la fábrica.....                                      | 61  |
| 30. | Pérdida monetaria por material a nivel fábrica.....                                    | 62  |
| 31. | Pérdida monetaria en cada línea de llenaje .....                                       | 63  |
| 32. | Causas de pérdida monetaria en sopas 2.....  | 64  |
| 33. | Pérdida porcentual por cada variedad fabricada en la máquina.....                      | 65  |
| 34. | Pérdida monetaria por variedad fabricada en la máquina .....                           | 66  |
| 35. | Gráfico de serie de porcentaje de pérdida de producto durante el<br>último año .....   | 67  |
| 36. | Descripción del problema con 5W1H y “Es & no Es” .....                                 | 74  |
| 37. | Gráfico de serie de porcentaje de pérdida de semielaborado antes<br>del proyecto ..... | 75  |
| 38. | Horas totales anules por paros no planeados.....                                       | 80  |
| 39. | Matriz de habilidades del equipo .....   | 85  |
| 40. | Carta de definición del proyecto .....   | 86  |
| 41. | Gantt de proyecto .....  | 87  |
| 42. | <i>Big Bag</i> colocado en línea de llenaje .....                                      | 95  |
| 43. | Referencia geométrica <i>Big Bag</i> .....   | 96  |
| 44. | Báscula de calidad.....  | 97  |
| 45. | Pérdida de semielaborado por <i>Big Bag</i> .....                                      | 100 |
| 46. | Barredura en silo .....  | 100 |
| 47. | Barredura llenadora .....  | 101 |
| 48. | Canasta de producto para reproceso .....   | 101 |
| 49. | Registro de pérdida variando temperatura.....  | 103 |
| 50. | Pantalla de mezcladora .....   | 105 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 51. | Tiempos para llenado de tolva.....   | 115 |
| 52. | Velocidades de máquina dosificadora.....   | 116 |
| 53. | Otros parámetros de máquina dosificadora .....   | 116 |
| 54. | Muestreo de Kilogramos utilizados.....   | 119 |
| 55. | Tendencia central .....  | 120 |
| 56. | Desviación estándar sobres de otras variedades .....   | 124 |
| 57. | Desviación estándar según tiempos de reposo .....  | 124 |
| 58. | Desviación estándar variación de peso neto en el transcurso de un<br><i>Big Bag</i> de CREMA DE HONGOS ..... | 126 |
| 59. | Diagrama de dispersión de variación en CREMA DE HONGOS.....  | 131 |
| 60. | <i>Centerlining</i> boquilla de dosificación .....   | 135 |
| 61. | <i>Centerlining</i> de soporte de boquilla de dosificación .....   | 135 |
| 62. | Barredura en tolva .....   | 136 |
| 63. | Diagrama de causa y efecto .....   | 137 |
| 64. | Diagrama de dispersión variación dosificación final de un <i>Big Bag</i> ....                                | 138 |
| 65. | Diagrama de dispersión variación dosificación inicio de un<br><i>Big Bag</i> .....                           | 139 |
| 66. | Diagrama de dispersión variación dosificación mitad de un<br><i>Big Bag</i> .....                            | 139 |
| 67. | Matriz de impacto - esfuerzo .....   | 143 |
| 68. | Detección de la causa raíz .....   | 144 |
| 69. | Causa raíz de receta desactualizada .....  | 145 |
| 70. | Causa raíz del método inadecuado de cambio de <i>Big Bag</i> .....   | 146 |
| 71. | Causa raíz de la baja frecuencia de monitoreo .....  | 146 |
| 72. | Causa raíz de uso incorrecto de tornillo sin fin .....   | 147 |
| 73. | Causa raíz de parámetros de levas incorrectos .....  | 147 |
| 74. | Propuesta de acciones I .....  | 150 |
| 75. | Propuesta de acciones II .....   | 150 |
| 76. | Propuesta de acciones III .....  | 151 |

|     |  |     |
|-----|--|-----|
| 77. | Priorización de soluciones (generadas) .....             | 152 |
| 78. | Plan de implementación I .....                           | 153 |
| 79. | Plan de implementación II .....                          | 154 |
| 80. | Puntos de pérdida.....                                   | 158 |
| 81. | Cambio de silo .....                                     | 159 |
| 82. | Tornillo sin fin.....                                    | 160 |
| 83. | Boquilla antes utilizada .....                           | 161 |
| 84. | Boquilla con mejora implementada .....                   | 161 |
| 85. | Gráfico con mejoras implementadas laminado .....         | 162 |
| 86. | Gráfico de serie de tiempo .....                         | 164 |
| 87. | Gráfico de serie con mejora implementada.....            | 166 |
| 88. | Gráfico de serie con mejora implementada en reposo ..... | 167 |
| 89. | Validación de efectividad de la solución.....            | 168 |
| 90. | Cálculo del ahorro.....                                  | 169 |
| 91. | Procedimiento estándar fabricación .....                 | 172 |
| 92. | Procedimiento estándar cambio de <i>Big Bag</i> .....    | 173 |
| 93. | Estándar <i>centerlining</i> I.....                      | 174 |
| 94. | Estándar <i>centerlining</i> II .....                    | 175 |
| 95. | Estándar <i>centerlining</i> III.....                    | 176 |
| 96. | Estándar <i>centerlining</i> IV.....                     | 177 |
| 97. | Estándar <i>centerlining</i> V.....                      | 178 |
| 98. | Estándar <i>centerlining</i> VI.....                     | 179 |
| 99. | Estándar parámetros de arranque.....                     | 180 |

## TABLAS

|      |   |    |
|------|---|----|
| I.   | Distribución de las áreas de producción ..... | 5  |
| II.  | Porcentaje de rendimiento.....                | 7  |
| III. | Otros significados de niveles.....            | 10 |

|         |   |     |
|---------|---|-----|
| IV.     | Tiempo de ciclo.....  | 55  |
| V.      | Comportamiento de pérdida monetaria .....   | 68  |
| VI.     | Kg de producto enviado a reproceso.....   | 69  |
| VII.    | Pérdida monetaria de producto de reproceso .....  | 70  |
| VIII.   | Línea base para los CTQ´s.....  | 73  |
| IX.     | Resumen del comportamiento de la pérdida de semielaborado antes<br>de la implementación ..... | 76  |
| X.      | Ahorro proyectado semielaborado .....   | 78  |
| XI.     | Objetivos del proyecto .....  | 78  |
| XII.    | Lista de actividades del proyecto .....   | 88  |
| XIII.   | Plan de muestreo.....   | 91  |
| XIV.    | Plan de muestreo No. 2 .....  | 91  |
| XV.     | Tiempo de residencia .....  | 103 |
| XVI.    | Muestreo de variación de peso neto en sopa de olla de carne.....                              | 106 |
| XVII.   | Muestreo de variación de peso neto en sopa de sancocho .....                                  | 107 |
| XVIII.  | Muestreo de variación de peso neto en crema de sabor pollo .....                              | 107 |
| XIX.    | Muestreo de variación de peso neto en crema de papa .....                                     | 108 |
| XX.     | Muestreo de variación de peso neto en Crema de Hongos.....                                    | 109 |
| XXI.    | Muestreo de variación en <i>Big Bag</i> crema de pollo.....                                   | 110 |
| XXII.   | Muestreo de variación en <i>Big Bag</i> Crema de Hongos .....                                 | 111 |
| XXIII.  | Muestreo de variación en <i>Big Bag</i> crema de papa .....                                   | 112 |
| XXIV.   | Peso neto de sobres descartados .....   | 113 |
| XXV.    | Muestreo de sobres conformes descartados por báscula .....                                    | 114 |
| XXVI.   | Muestreo de tiempo de reposo de masas .....   | 114 |
| XXVII.  | Toma de datos parámetros de máquina por turno .....   | 117 |
| XXVIII. | Toma de datos de reproceso por <i>Big Bag</i> .....   | 118 |
| XXIX.   | Ejemplo de cálculo de mediana.....  | 121 |
| XXX.    | Ejemplo de cálculo de moda.....   | 121 |

|          |   |     |
|----------|---|-----|
| XXXI.    | Análisis estadístico de variación de peso neto en sobres de otras variedades .....                    | 123 |
| XXXII.   | Desviación estándar de tiempo de reposo .....   | 125 |
| XXXIII.  | Desviación estándar en transcurso de dosificación por <i>Big Bag</i> .....                            | 125 |
| XXXIV.   | Valores del <b>C<sub>p</sub></b> y su interpretación.....   | 127 |
| XXXV.    | Capacidad inicial del proceso.....  | 129 |
| XXXVI.   | Capacidad del proceso con masa fabricada con 100 segundos de mezclado y grasa almacenada a 15 °C..... | 130 |
| XXXVII.  | Capacidad del proceso con masa fabricada con 150 segundos de mezclado y grasa almacenada a 15 °C..... | 130 |
| XXXVIII. | Tabla de paros no planeados .....   | 164 |
| XXXIX.   | Análisis FODA .....   | 183 |

## LISTA DE SÍMBOLOS

| <b>Símbolo</b>       | <b>Significado</b>                                |
|----------------------|---|
| <b>C<sub>p</sub></b> | Capacidad del proceso                             |
| <b>DPMO</b>          | Defectos por millón de oportunidades              |
| <b>DPO</b>           | Defectos por oportunidad                          |
| <b>DPU</b>           | Defectos por unidad                               |
| <b>DMAIC</b>         | Definir, medir, analizar, implementar y controlar |
| <b>σ</b>             | Desviación estándar                               |
| <b>Kg</b>            | Kilogramos  |
| <b>Kw</b>            | Kilovatio   |
| <b>μ</b>             | Media   |
| <b>M</b>             | Metros  |
| <b>KUSD</b>          | Millar de dólar                                   |
| <b>α</b>             | Nivel de significancia                            |
| <b>RTCA</b>          | Reglamento Técnico Centroamericano                |
| <b>CTQ</b>           | Requerimiento crítico del cliente                 |
| <b>N</b>             | Tamaño de la muestra                              |



## GLOSARIO

|                            |  |
|----------------------------|--|
| <b>Barredura</b>           | Residuos que quedan como desechos de semielaborado.  |
| <b><i>Big Bag</i></b>      | Tipo de embalaje con forma de bolsa grande utilizado para el almacenamiento y traslado del semielaborado y materia prima.              |
| <b>Causas especiales</b>   | Factores debidas a situaciones particulares que no afectan a todos los elementos.  |
| <b><i>Centerlining</i></b> | Es un proceso que consiste en el aseguramiento de los resultados esperados a través de la alineación de las variables que intervienen. |
| <b>Desviación</b>          | Diferencia entre el valor observado de una variable contra otro de referencia (usualmente la media).                                   |
| <b>Dosificación</b>        | Llenado de las proporciones adecuadas del producto en el material de embalaje.   |
| <b>Eficiencia</b>          | Cumplimiento de objetivos utilizando la menor cantidad posible de recursos.  |

|                             |   |
|-----------------------------|---|
| <b>Estándar</b>             | Normas que regulan que todo se realice de la misma manera para que el producto final mantenga las condiciones requeridas.                     |
| <b>Factores</b>             | Es una de las variables de entrada que influyen en lo que se tendrá como producto a la salida. Estos pueden ser cuantitativos o cualitativos. |
| <b><i>Farine lactée</i></b> | Harina lacteada.  |
| <b>Muestra</b>              | Parte de una población, tomada para su observación y extracción de datos para análisis.   |
| <b>Parámetros</b>           | Característica establecida que debe poseer un elemento.   |
| <b><i>Process Owner</i></b> | Dueño del proceso.  |
| <b>Reproceso</b>            | Operaciones extras realizadas sobre un producto no conforme para que cumpla con los requisitos de calidad.                                    |
| <b>Semielaborado</b>        | Es la mezcla del producto al terminar la fase de fabricación.   |
| <b>Tolva</b>                | Pieza con forma de embudo cuya función es el depósito y canalización de materiales.   |

## RESUMEN

La empresa en estudio se dedica a la elaboración de una amplia gama de categorías de alimentos culinarios dedicados a la salud y bienestar de sus consumidores, en la actualidad cuenta con más de 250 variedades. Esta cuenta con procesos de producción tecnológicos que garantizan el cumplimiento de normas internacionales de calidad e inocuidad.

A pesar de sus grandes avances el proceso para la producción de CREMA DE HONGOS aún no cumple el nivel de eficiencia y eficacia deseado. El análisis de datos de pérdida durante el año 2017 se establece como el tercer producto en tener las principales pérdidas. El 90 % se concentra en la línea de llenaje, a pesar de manejarse 15 variedades más, el impacto es alto específicamente en la crema.

La deficiencia se presenta en la línea de llenado número 2, donde la mayor cantidad se ve reflejada en la dosificación en variables como sobre cerrado, característica volátil del producto y homogeneidad. Causando que el producto caiga fuera del sobre y este pase a ser desechado, creando un déficit de masa para el cumplimiento del número de cajas de producto terminado. Por otro lado, el sobre posterior a la dosificación presenta variación de peso neto, lo cual, por aseguramiento de la calidad no debe superar los límites aceptados siendo rechazados aquellos sobres que no cumplan. Debido a que el producto no está contaminado es aprovechado para reproceso. Sin embargo, aumenta la pérdida en la producción del lote.

La implementación de un programa Seis Sigma permite asegurar la eficiencia del proceso para lograr que el producto cumpla con las

especificaciones del cliente. Para ello se utiliza la metodología robusta de cinco fases “DMAIC”.

Donde por medio de la creación y actualización de estándares de proceso, refuerzo de competencias en equipo técnico y de llenaje se asegura el cumplimiento normativo de peso neto y la reducción de pérdida de semielaborado en dosificación.

El proyecto logró un cumplimiento del 28,6 % de la meta con un ahorro de \$ 1 947 55 en el primer trimestre del año. Sin embargo, pretende la disminución del 35 % (\$ 6 811,52) anual de semielaborado de Crema de Hongos 65 g XP en línea de llenaje Holler 2 permitiendo la reducción de paros no planeados y cantidad de producto para reproceso que equivale a menos horas de trabajo en el área, disminución de desecho de laminado y el reforzamiento de la competencia de peso neto, con la finalidad de llegar a tener un ahorro económico, mayor productividad y por ende mayor competitividad ante el mercado.

# OBJETIVOS

## General

Analizar e implementar mejoras en el proceso de producción de CREMA DE HONGOS utilizando la herramienta estadística DMAIC para la reducción de pérdidas en línea de llenaje en una empresa de alimentos culinarios.

## Específicos

1. Disminuir la pérdida de masa en la máquina llenadora de polvos para aumentar el número de cajas de producto terminado.
2. Aumentar la exactitud de dosificación, para reducir el inventario de producto en reproceso.
3. Estandarizar parámetros en proceso de fabricación, para disminuir variabilidad de peso neto.
4. Eliminar el efecto de dosificación fuera de sobre, para reducir la cantidad de sobres no conformes.
5. Comparar los procesos de producción de otros productos internos vs el de CREMA DE HONGOS para lograr una mejor adherencia entre producto y máquina.

6. Reducir cantidad de producto para reproceso, para la disminución de desecho de laminado.
7. Disminución de intervenciones por parte del operador de máquina, para una reducción en riesgos de incidentes de seguridad.
8. Estandarizar y controlar las mejoras realizadas, para lograr una sostenibilidad y un ahorro monetario.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de graduación realizará a través de un análisis técnico en una línea de producción de llenaje de CREMA DE HONGOS la implementación de mejoras y reducción de pérdidas. Este se desarrolla en una empresa transnacional ubicada en la Ciudad de Antigua Guatemala, dedicada a la producción de alimentos culinarios deshidratados de los cuales se destacan por su alta demanda y amplia variedad: consomés, sopas y cremas. Algunos de estos son comercializados dentro del país, sin embargo, la mayor cantidad es exportado a países como: Panamá, Cuba, República Dominicana, Trinidad zona libre, Perú, Bolivia y toda Centro América.

El trabajo de graduación estará enfocado en una sola variedad “Crema de Hongos” en su única presentación de sobres de 65 gramos. La Crema de Hongos deshidratada es un alimento rico en vitamina B1 y Yodo beneficiosas para el metabolismo, regulando el nivel de energía y el correcto funcionamiento de las células y es distribuida en todo el territorio guatemalteco.

Por otro lado, este producto posee una característica principal que la diferencia de otros y es su polvosidad. Actualmente es la variedad que presenta mayores índices de pérdida en su línea de llenaje.

Para analizar esta problemática es necesario mencionar sus causas. Una de ellas es la variación de peso neto que ocurre en la dosificación debido al diseño y parámetros establecidos en máquina que hacen que haya pérdida de producto y el peso varíe constantemente haciendo que muchos sobres salgan fuera de los límites aceptados por control de calidad. Otra causa es el proceso

de fabricación, al ser un producto realizado utilizando solo materia prima en polvo el tiempo de mezclado es crítico para compactar la masa. Así mismo, se puede asociar el sistema de descarte de los sobres no conformes como contribuyente en el aumento de inventario de producto para reproceso.

El trabajo de graduación realizará el interés primordial de reducir la pérdida monetaria anual en la fábrica, reducir los niveles de producto para reproceso y aumentar la productividad del departamento de producción.

La metodología empleada para el desarrollo del trabajo de graduación se basa en la herramienta Seis Sigma la cual busca la mejora continua con la intención de alcanzar la perfección, esta se basa en un hábito de disciplina enfocada en reducir o eliminar las posibilidades de que ocurra un error. Esta herramienta es basada en estadística y es utilizada para el control de la calidad. La metodología se desarrolla de forma rigurosa en sus cinco fases: definir, medir, analizar, mejorar y controlar (*DMAIC* por sus siglas en inglés).

En contraste, el trabajo se basa en la norma RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano) para productos pre-empacados, este reglamento técnico especifica la cantidad de peso neto que debe contener el sobre, además de normas internas de la fábrica para establecer los límites de peso neto aceptados para el control de la calidad.

# 1. ANTECEDENTES GENERALES

## 1.1. La empresa

A continuación, se detalla algunas características generales de la empresa, con el fin de comprender de mejor manera lo realizado.

### 1.1.1. Descripción

La fábrica en estudio es una empresa transnacional dedicada a la producción de alimentos nutritivos en una amplia gama de categorías que satisfacen las necesidades del cliente durante todo el transcurso de su día productivo.

La fábrica de Antigua Guatemala se dedica a la producción de alimentos culinarios, actualmente produce más de 250 productos entre consomés, sopas, cremas, sazónadores y caldos. Estos son exportados a países de Centro América, El Caribe, Estados Unidos y México.

La empresa cuenta con procesos tecnológicos modernos regidos de forma estricta por estándares internacionales de calidad, inocuidad, seguridad, higiene y en pro del medio ambiente.

### 1.1.2. Historia

En 1866 un farmacéutico y empresario suizo de origen alemán desarrolla un compuesto llamado *farine lactée*, una mezcla a base de leche de vaca, harina de trigo y azúcar para que la consumieran los bebés como alternativa cuando la

alimentación de pecho no fuese posible, con el fin de disminuir la alta tasa de mortalidad infantil afectada por la industrialización de la época.

El empresario saltó al éxito al alimentar con el compuesto a un bebé prematuro que había nacido intolerante a la leche materna y a cualquier otro sustituto convencional, el bebé había sido declarado como caso perdido por los doctores locales.

La harina para bebés resultó ser un producto revolucionario capaz de sustituir la leche materna. Al entender el impacto en esta época comienza el auge del logotipo del “nido”.

Más adelante, se realiza la fundación de Anglo-Swiss Condensed Milk Company con los hermanos Charles y George Page de origen estadounidense para fundar en la ciudad de Cham el primer centro de producción de leche condensada de Europa. La leche condensada fue vendida en territorio europeo bajo la marca Milkmaid y con la idea de ser una alternativa de la leche fresca y con la ventaja de tener un tiempo de conservación más prolongado al de la leche.

El crecimiento fue bastante rápido ya que al finalizar el primer año se producían 360 000 latas anuales, generando constantemente la necesidad de expansión. En el transcurso de cinco años el producto era consumido en países como Australia y otros pertenecientes a Sudamérica.

En 1875 tres empresarios locales con visión de expansión compran la empresa y fábrica, aumentando la producción y ventas.

En 1878 inicia una competencia con Anglo-Swiss por producir productos similares, por lo que, ambas empresas introducen sus productos en otros países.

En 1882 – 1902 Anglo – Swiss cambia sus planes por la muerte de George Page y decide fusionarse.

En 1904 después de la fusión la compañía empieza a fabricar chocolate por primera vez.

Diez años más tarde, la primera guerra mundial toma un papel muy importante incrementando la demanda de los productos lácteos, además, la leche condensada es tomada como suministro principal dentro de las fuerzas armadas.

En los siguientes años la empresa se mantiene en constante crecimiento y se expande a los Estados Unidos, Europa del Este y Asia. El crecimiento involucró eliminación de productos que se volvieron poco rentables y se introdujeron nuevos con sus nuevos principios de nutrición, salud y bienestar. Posteriormente, se desarrollan cadenas de suministro de café y cacao.

Actualmente la empresa opera en 194 países, 447 fábricas con alrededor de 339 000 personas empleadas. Fabricando los siguientes productos: leche, papilla, cereales, barras de cereales, café, bebidas, helados culinarios, chocolates y comida para animales.

### **1.1.3. Ubicación**

La fábrica se encuentra en el kilómetro 46,5 carretera a Ciudad Vieja Antigua, Antigua Guatemala en el departamento de Sacatepéquez ubicado en Guatemala, Centro América.

Figura 1. **Ubicación de la planta**



Fuente Google Maps. *Ubicación*. <https://bit.ly/2ZaRaI5>. Consulta: 3 de septiembre de 2018.

#### **1.1.4. Misión**

Ser una unidad de negocio que desarrolla y fabrica productos alimenticios que satisfagan las expectativas de clientes y consumidores: productos de calidad, seguros, saludables, fáciles de preparar y a un costo competitivo, en cumplimiento de las normas y estándares locales e internacionales de inocuidad, seguridad y medio ambiente en beneficio de nuestros empleados, sociedad y compañía.<sup>1</sup>

#### **1.1.5. Visión**

Ser reconocida como la fábrica líder a nivel mundial en el desarrollo y fabricación de productos culinarios nutritivos saludables y de bienestar a través de la excelencia operativa en un entorno de aprendizaje continuo, creando valor compartido y desarrollo sostenible.<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Empresa de Alimentos S.A. *Misión y visión*.

<sup>2</sup> *Ibíd.*

### 1.1.6. Distribución de la planta

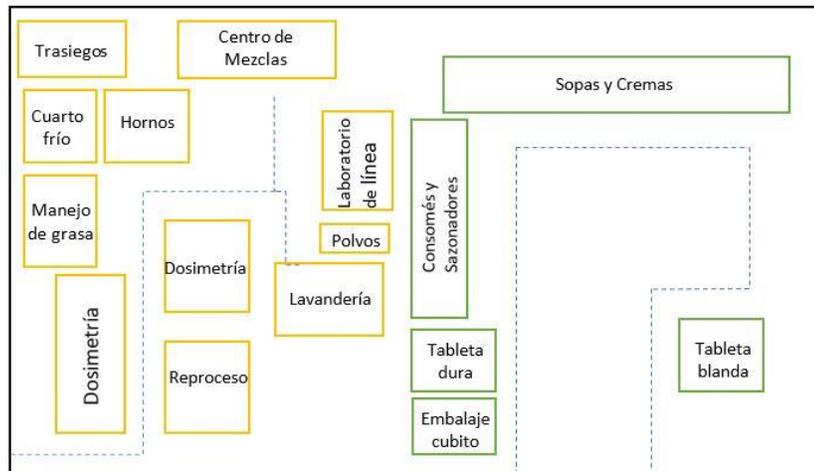
La planta se divide en dos sectores: Fabricación y Llenaje, los cuales están compuestos de la siguiente manera:

Tabla I. **Distribución de las áreas de producción**

|   |                       |                   |
|---|-----------------------|-------------------|
| Producción<br>de<br>alimentos<br>culinarios | <b>Fabricación</b>    | Dosimetría        |
|   |                       | Trasiegos         |
|   |                       | Secado            |
|   |                       | Grasa             |
|   |                       | Centro de Mezclas |
|   |                       | Polvos            |
|   |                       | Silos             |
|   |                       | Reproceso         |
|   |                       | <b>Llenaje</b>    |
|   | Consomé y Sazonadores |                   |
|   | Tableta dura          |                   |
|   | Cubito                |                   |
|   |                       |                   |

Fuente: elaboración propia.

Figura 2. **Distribución de la planta**



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

### 1.1.7. **Impacto de la empresa en familias y comunidades**

El propósito de la empresa es contribuir a un futuro más saludable ayudando a las nuevas generaciones a tener una mejor alimentación y una cultura saludable, para mejorar su calidad de vida. Por lo que, ofrece alternativas de productos ricos y beneficiosos, inspirando a las personas a tener vidas más saludables.

Actualmente la empresa cuenta con programas infantiles que apoyan a los padres en su lucha contra la desnutrición. Por otro lado, su apoyo para las comunidades ha sido por medio de programas de oportunidades económicas para jóvenes de todo el mundo fomentando el espíritu emprendedor y el talento empresarial.

Su compromiso ha sido construir, compartir y aplicar conocimientos nutricionales para el beneficio de familias y comunidades.

## 1.2. Seis Sigma

Es una metodología robusta que busca la reducción de la variación en los procesos, ha sido implementada en muchos proyectos importantes. A continuación, se detallan aspectos importantes de ella.

### 1.2.1. Definición

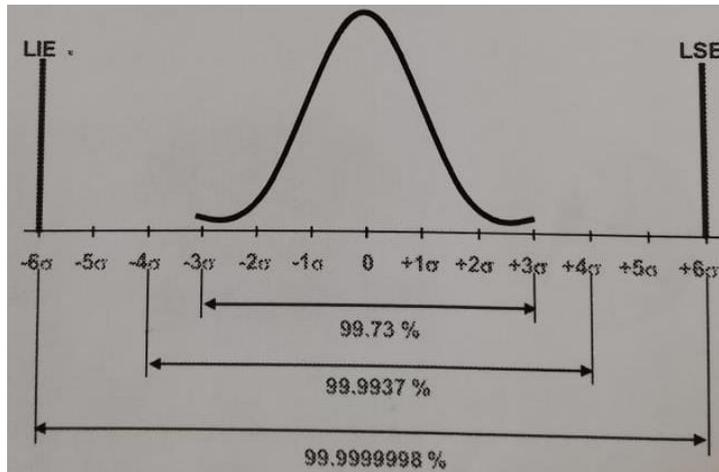
Seis Sigma o Six Sigma es una filosofía de trabajo y una estrategia de negocios, la cual se basa en el enfoque hacia el cliente. Utiliza herramientas estadísticas para el control de la calidad y fue creada con el objetivo primordial de reducir la variación de los procesos. Seis Sigma significa “seis desviaciones estándar de la media” es decir, un análisis con una precisión del 99,9997 %. El propósito de la metodología es llegar a un máximo de 3,4 defectos por millón de oportunidades, definiendo como defecto cualquier evento que no satisfaga los requisitos del cliente. Para alcanzarlo es necesario desarrollar un programa robusto que eliminen defectos y retrasos de productos.

Tabla II. **Porcentaje de rendimiento**

| <b>Nivel Sigma</b> | <b>Defectos por millón de oportunidades</b> | <b>Rendimiento</b> |
|--------------------|---|--------------------|
| 6                  | 3   | 99,9997 %          |
| 5                  | 233   | 99,997 %           |
| 4                  | 6,210                                       | 99,379 %           |
| 3                  | 66,807                                      | 93,32 %            |
| 2                  | 308,537                                     | 69,2 %             |
| 1                  | 690,000                                     | 31 %               |

Fuente: LEAN SIX Sigma Institute. *Manual de Certificación Internacional Lean Six Sigma En Guatemala*. p. 2.

Figura 3. Área debajo de la curva normal



Fuente: LEAN SIX Sigma Institute. *Manual de Certificación Internacional Lean Six Sigma en Guatemala*. p. 2.

La metodología se basa en un pensamiento estadístico colocando tres áreas prioritarias: satisfacción del cliente, reducción del tiempo de ciclo y disminución de los defectos.

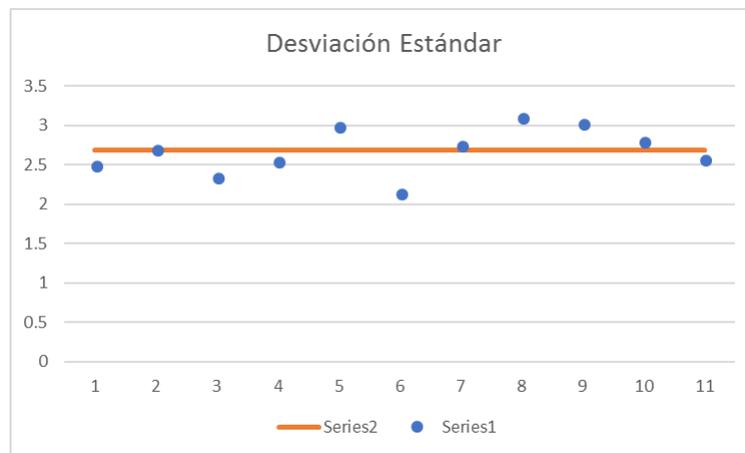
Seis Sigma representa

- Una métrica
- Una filosofía de trabajo
- Una meta

Como métrica: esta mide el desempeño de un proceso en relación a su nivel de productos fuera de especificación. Su utilización conlleva a dejar de utilizar el promedio aritmético y sustituirlo por la desviación estándar.

La desviación típica o desviación estándar es un indicador numérico que muestra qué tan dispersos están los datos con respecto al promedio aritmético. Entre más esté alejada la desviación estándar del cero, mayor dispersión de los datos.

Figura 4. **Desviación estándar**



Fuente: elaboración propia.

Como Filosofía de trabajo, se traduce como mejoramiento continuo de los procesos y productos mediante el uso de herramientas estadísticas.

Como meta, se establece con la prioridad de tener un nivel de clase mundial al no producir servicios o productos defectuosos.

Tabla III. Otros significados de niveles

| Sigma | PPM     | Costo de calidad | Clasificación  | No. palabras equivocadas  |
|-------|---------|------------------|----------------|---------------------------|
| 6     | 3.4     | <10% ventas      | Clase mundial  | 1 en una pequeña librería |
| 5     | 233     | 10-15% ventas    |                | 1 en varios libros        |
| 4     | 6210    | 15-20% ventas    | Promedio       | 1 en 31 páginas           |
| 3     | 66,807  | 20-30% ventas    |                | 1.35 por página           |
| 2     | 308,537 | 30-40% ventas    | No-competitivo | 23 por página             |
| 1     | 690,000 |                  |                | 159 por página            |

Fuente: SNEE, Ron. *Quality Progress Dealing With the Achilles' Heel Of Six Sigma Initiatives Project selection is key to success*. [https://www.researchgate.net/publication/292060077\\_Quality\\_Progress\\_Dealing\\_With\\_the\\_Achilles'\\_Heel\\_Of\\_Six\\_Sigma\\_Initiatives\\_Project\\_selection\\_is\\_key\\_to\\_success](https://www.researchgate.net/publication/292060077_Quality_Progress_Dealing_With_the_Achilles'_Heel_Of_Six_Sigma_Initiatives_Project_selection_is_key_to_success). Consulta: 10 de octubre de 2018.

### 1.2.2. Antecedentes

La historia real de Seis Sigma se inicia en 1980 cuando Motorola se propuso mejorar 10 veces los niveles de calidad en 5 años. Mikel Harry quien lideró los estudios de variación estadística de los procesos en base a los conceptos de Deming como una forma de mejorarlos, capturó la atención del CEO Bob Calvin y en conjunto se logró aproximadamente 4 500 millones de dólares en ahorros durante tres años (1997 – 1999). Además, no solo se hizo énfasis en el análisis de la variación sino también en la mejora continua, estableciendo como meta obtener 3,4 defectos (por millón de oportunidades) en los procesos. Además, obtuvieron el premio a la calidad Malcolm Baldrige en 1988. El premio se fue otorgado gracias a la iniciativa de calidad llamada Seis Sigma.

En seguida, en 1994 Lawrence Bossidy a cargo de Allied Signal adopta la metodología logrando un ahorro de más de 2 000 millones de dólares en cinco años, más tarde General Electric (GE) se une y alcanzó más de 3 000 millones de dólares en ahorros en el lapso de 1 997 a 1 999. En Latinoamérica Mabe se une como una de las empresas con más éxito en su programa.<sup>3</sup>

<sup>3</sup> ALMAZÁN DÁVILA, Blanca Marina. *Seis Sigma*. <https://www.monografias.com/trabajos57/seis-sigma/seis-sigma.shtml>. Consulta: 10 de enero de 2021.

### **1.2.3. Principios técnicos**

La clave para asegurar productos conformes, es decir, productos que cumplan con las especificaciones del cliente, es asegurar la eficiencia de los procesos y no en las inspecciones ya que estas solo generan pérdidas y retrabajo mayor carga de trabajo. Por lo que se detallan los principios a cumplir.

- Liderazgo comprometido de arriba hacia abajo: para el desarrollo exitoso de la estrategia los niveles más altos de la organización deben de tener conocimiento, entenderla, apoyarla y tener un compromiso de entrega de resultados.
- Apoyo de una estructura directiva: se apoya de personas de tiempo completo que puedan aportar y apoyar algo al proyecto. Los roles que se toman en los proyectos Seis Sigma describen los roles tomados de las artes marciales mixtas.
- Entrenamiento: todos los involucrados en un proyecto deben pasar por una capacitación previa sobre el tema. Cada persona requiere de diferentes niveles de conocimiento.

Figura 5. **Miembros del equipo**



Fuente: Lean Six Sigma Institute. *Manual de Certificación Internacional Lean Six Sigma en Guatemala*. p. 6.

- Líderes ejecutivos: es decir, el presidente o CEO de la organización. Ellos impulsan el proyecto como estrategia organizacional y aseguran los recursos necesarios para lograr la correcta implementación.
- *Champion*: es decir, los directores. Guía al equipo de trabajo de acuerdo a la estrategia organizacional, ayuda en la selección de proyectos, provee recursos y ayuda a mover o eliminar obstáculos para la ejecución del proyecto, familiarizado con la estrategia Lean Six Sigma, beneficiario directo del ahorro financiero.

- *Master Black Belt*: principales agentes de cambio, dedica el 100 % de su tiempo a Lean Six Sigma, experto en el uso de la herramienta, mentor y entrenador de *Black Belts*.
- *Black Belts*: dedica el 100 % de su tiempo a *Lean Six Sigma*, experto en el uso de herramientas estadísticas, líder en el desarrollo, ejecución y seguimiento, desarrolla por lo menos 4 proyectos al año y capacita en herramientas.
- *Green Belts*: dedica parte de su tiempo a *Lean Six Sigma*, domina las herramientas, completa al menos 2 proyectos al año, participa en proyectos bajo la guía de un *Black Belt*.
- *Yellow Belts*: dedica solo una parte de su tiempo a *Lean Six Sigma*, domina los principios y herramientas Lean, participa en proyectos *Kaizen*, completa al menos 2 proyectos al año.
- *White Belts*: tiene un trabajo específico, conoce los principios y participa.
- **Acreditación**: la continua participación y conclusión de proyectos Seis Sigma brinda a cada involucrado la oportunidad de acreditarse con un nivel más alto.
- **Orientada al cliente y con enfoque a los procesos**: Seis Sigma parte de la satisfacción y las necesidades del cliente, por lo que, es importante establecer prioridades y desarrollar procesos y productos que sean efectivos para cumplir las expectativas del cliente.

- Seis Sigma se dirige con datos: la selección del problema a atacar no puede ser al azar, este debe ser analizado en base a datos para identificar entre varios problemas cual es el que presenta mayor variación, para atacar con eficiencia y demostrar la mejora con la ejecución del proyecto.
- Seis Sigma se apoya en una metodología robusta: la recolección de datos para la solución de un problema no sirve si estos no tienen una razón justificada del por qué son importantes en el estudio y qué se pretende lograr con eso. Por lo que, es necesario desarrollar una metodología rigurosa. Utilizando la metodología de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar (DMAIC).
- Seis Sigma se apoya en entrenamiento para todos: el programa Seis Sigma se basa en la capacitación de la metodología DMAIC y sus herramientas relacionadas.
- Los proyectos realmente generan ahorros o aumento en ventas: Todo defecto, producto no conforme y bajo desempeño de los procesos generan altos costos de pérdidas. Un programa de Seis Sigma se caracteriza porque sus proyectos desarrollados con la metodología DMAIC son efectivos en lograr ahorros monetarios, o bien, un incremento en las ventas. Esto quiere decir, el proyecto seleccionado debe ser clave para generar soluciones eficaces y debe tener un buen sistema para evaluar los logros del proyecto.
- El trabajo por Seis Sigma se reconoce: se sostiene a lo largo del tiempo reforzando y reconociendo a los involucrados que logran proyectos DMAIC exitosos.

- Seis Sigma es una iniciativa con horizonte de varios años: iniciativa con visión a varios años que debe perdurar y profundizarse.
- Seis Sigma se comunica: los programas deben parte de su éxito a la comunicación continua. Una buena comunicación entre todos los afectados por el proyecto genera una mayor comprensión, apoyo y compromiso de parte de cada persona. Esto permite facilitar procesos y orienta a mejores resultados.

#### **1.2.4. Beneficios potenciales**

La implementación de Seis Sigma en una empresa ofrece muchos beneficios, dentro de los principales se pueden mencionar los siguientes:

- Mejora de la lealtad del cliente

Si no existen clientes no hay razón para que una empresa exista, por lo que, la lealtad y atención de clientes es el factor principal del éxito. Pero esto solo es el resultado de los altos niveles de satisfacción que el cliente espera. La implementación reduce el riesgo de tener clientes insatisfechos.

- Gestión del tiempo

Contribuye a un mejor manejo del tiempo por parte de los empleados. Si se aprovecha la mano de obra teniendo empleados más productivos los resultados se verán reflejados más rápidamente.

- Reducción del ciclo del tiempo.

La estrategia de asignación de un equipo de personas capacitadas brinda una mayor visión del proyecto para lograr un mayor control en variables externas que puedan afectar negativamente el tiempo y cumplimiento de los proyectos asignados.

- Motivación del empleado

La productividad de un trabajador decae con el tiempo, la iniciativa propia se desvanece y deja de existir una motivación para realizar las actividades. Sin embargo, compartir las herramientas y técnicas de Seis Sigma ayuda a crear un ambiente más acogedor y un clima de motivación entre ellos. La aplicación ha demostrado que la productividad ha aumentado entre un 25 % a un 50 %.

- Planificación estratégica

Seis Sigma ayuda a concentrarse en las áreas de mejora, al tener una misión es más fácil encausar las propuestas.

- Gestión de la cadena de suministro

Una de las posibles formas de reducir riesgos de defectos está en la reducción del número de proveedores. La implementación de Seis Sigma a lo largo de toda la cadena de suministro disminuiría significativamente los defectos.

### 1.2.5. Metodologías

Existen diferentes metodologías orientadas a la mejora continua, a continuación, se detallan las etapas de los ciclos de algunas de las más utilizadas.

- PDCA (Planificar, ejecutar, Verificar y Actuar)

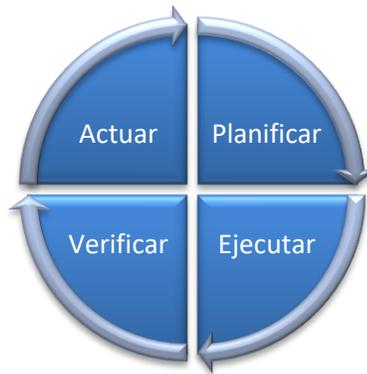
También llamado ciclo de *Deming*

El programa Seis Sigma está basado en este, el cual es un procedimiento para la mejora continua con una guía lógica de actuar en una gran variedad de situaciones.

Se divide en las siguientes etapas:

- Planificar: en esta etapa se establecen las actividades a realizar necesarias para lograr la mejora del proceso, se recopilan datos para ampliar el conocimiento, se establecen objetivos y los resultados esperados.
- Ejecutar: realización de cambios.
- Verificar: análisis de datos con mejoras implementadas para validar el cumplimiento de los objetivos propuestos inicialmente.
- Actuar: resolución de desviaciones. Mejorar continuamente.

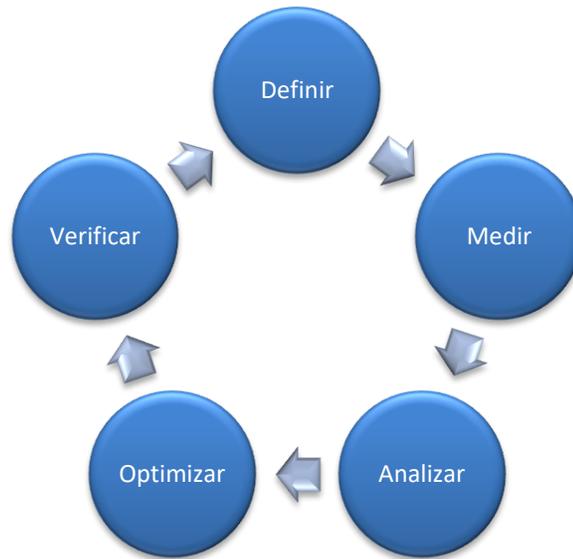
Figura 6. **Ciclo de Deming**



Fuente: elaboración propia.

- DMADOV (Definir, Medir, Analizar, Optimizar, Verificar)
  - Definir: etapa inicial donde se define el proyecto, el objetivo, delimitación y afectados.
  - Medir: identificación de las variables más influyentes para la realización de un plan de muestreo y toma de datos.
  - Analizar: identificar las causas raíz del problema para ser priorizadas.
  - Optimizar: implementar soluciones que minimicen los fallos.
  - Verificar: comunicar resultados y validar cambios.

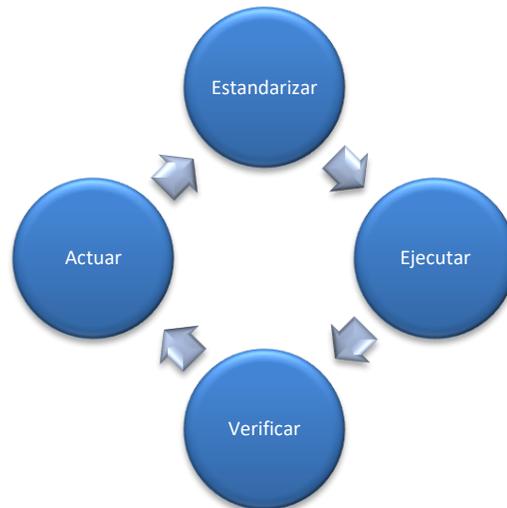
Figura 7. **Ciclo DMADOV**



Fuente: elaboración propia.

- **SDVA (Estandarizar, Ejecutar, Verificar y Actuar)**
  - Estandarizar: crear o actualizar las características comunes con las que todos deben cumplir.
  - Ejecutar: entrenar y aplicar el estándar.
  - Verificar: validar cumplimiento del estándar.
  - Actuar: realizar los cambios requeridos a los parámetros o retroalimentación para garantizar su cumplimiento.

Figura 8. **Ciclo SDVA**



Fuente: elaboración propia.

### 1.2.6. **Herramientas**

- Diagrama de Pareto

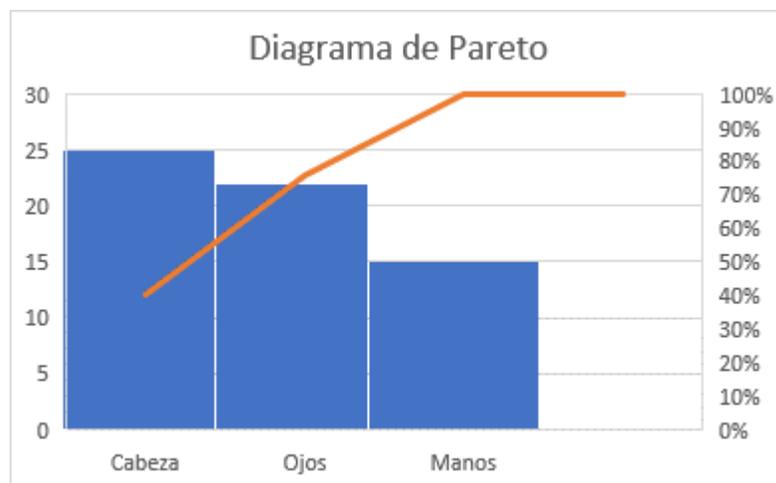
También llamado curva cerrada o Distribución A-B-C es un gráfico de barras que ayuda a identificar los principales problemas que deben ser atacados con prioridad, así como sus principales causas. Tiene el objetivo de ayudar a mejorar un proceso, ya que se logran por medio de un análisis estadístico la priorización y un enfoque de esfuerzos para tener un mayor impacto y resultados rápidos.

Este también es conocido como la regla del 80/20 que establece que aproximadamente el 80 % de las consecuencias provienen del 20 % de las causas.

Recomendaciones para realizar análisis de Pareto:

- Es más fácil atacar el problema principal e ir a fondo en sus causas que dispersar esfuerzos en todos.
- Utilizar un gráfico de Pareto para evaluar la situación inicial y final de un proyecto de mejora de Seis Sigma.
- Para que no haya número excesivo de categorías, se agrupan las categorías que relativamente no tienen mucha importancia.
- Generar un diagrama de Pareto por cada categoría del problema.
- Clasificar en una sola aquellas categorías que son muy parecidas.

Figura 9. **Diagrama de Pareto**



Fuente: elaboración propia.

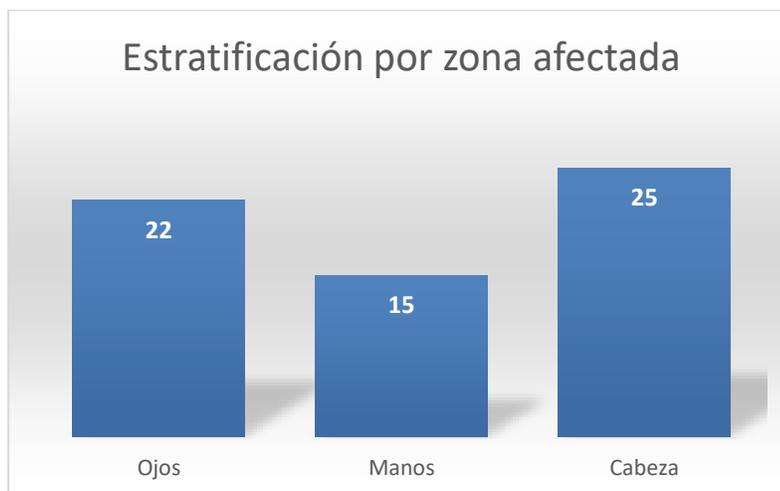
- **Estratificación**

Estratificar es analizar el problema para identificar los factores que influyen en la magnitud de este con el fin de obtener posibles soluciones al problema propuesto. Consiste en agrupar los datos según diferentes conceptos o áreas, con el fin de descubrir las áreas con más problemática y concentrar la atención en ellas.

Recomendaciones para estratificar:

- Determinar los factores a estratificar.
- Recolectar los datos y evaluar las características para luego ser representadas de manera gráfica.
- Investigar a fondo las características y estratificarlas.
- Estratificar de todos los datos posibles para luego concluir.

Figura 10. **Ejemplo de estratificación**



Fuente: elaboración propia.

- Diagrama de Ishikawa (causa y efecto)

Es un método gráfico utilizado para relacionar el problema con las posibles causas. La importancia de este método es que ayuda a realizar un análisis en busca de otros factores evitando establecer de manera directa sin cuestionar cuáles son las verdaderas causas.

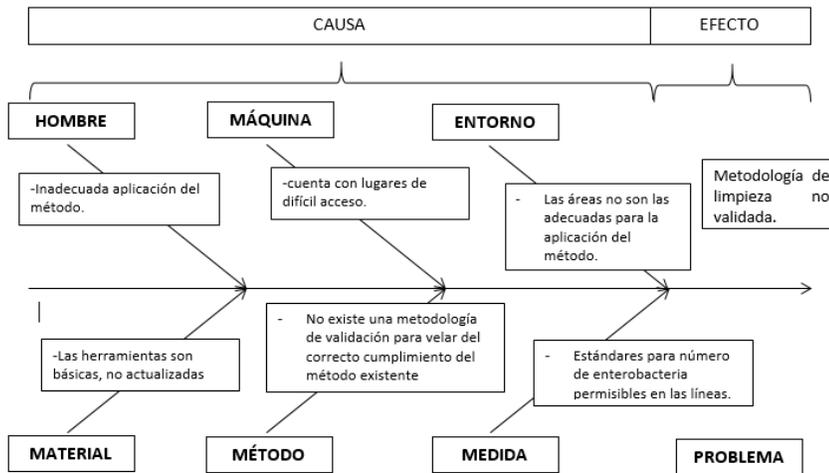
- Método de las 6 M

Este método consiste en la búsqueda de las posibles causas de un problema en las seis ramas principales: mano de obra, método, máquina, material, mediciones y medio ambiente.

Aspecto a considerar en las 6 M

- Mano de obra: capacidad, habilidad o conocimiento con el que cuentan las personas al desarrollar el trabajo.
- Métodos: manera o procedimiento para efectuar cada actividad.
- Máquinas: capacidad, condiciones con las que opera y ajustes.
- Material: variación que presenta cada material según el tipo y proveedor.
- Mediciones: equipo calibrado, periodicidad en que lo hacen, vibraciones u otros factores que alteren la medición, tamaño de la muestra, entre otras cosas.
- Medio ambiente: temperatura, nivel de ruido o iluminación.

Figura 11. Ejemplo diagrama Ishikawa



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

- **Análisis de Regresión**

El propósito de Seis Sigma es determinar la ecuación:

$$Y = f(x)$$

Ecuación 1.

Donde Y es la variable dependiente y se traduce a los indicadores llevados en la organización, X es la variable independiente, es decir, es el subproceso, el cual es el que se puede controlar.

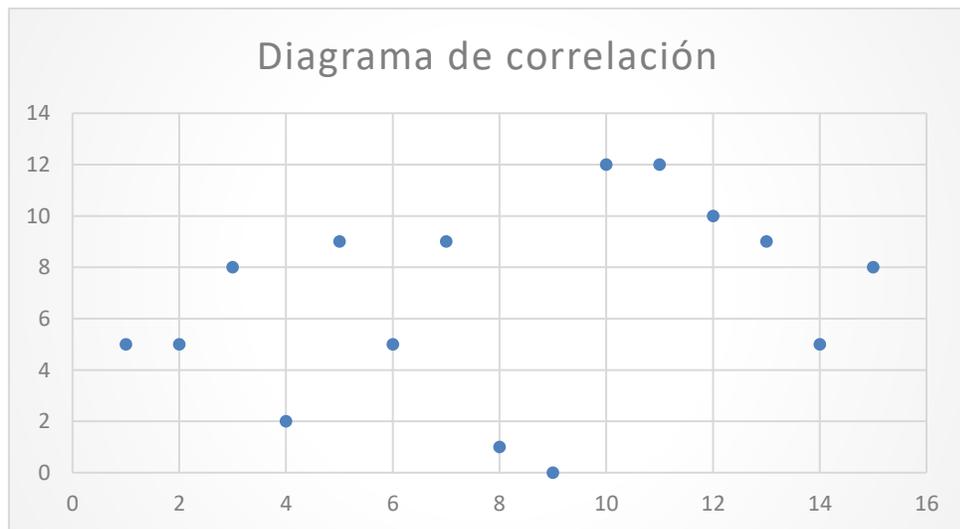
El análisis de regresión se utiliza en variables cuantitativas y es usado para poder explicar el comportamiento de un factor a partir de variables independientes. Es decir, es una herramienta que permite analizar la relación entre variables por medio de ecuaciones matemáticas.

- Diagrama de Correlación

En muchas ocasiones es de gran utilidad determinar la relación que presentan dos variables. La correlación es una herramienta que nos muestra la fuerza de asociación lineal entre ellas.

Se relaciona una característica con factores de causa potenciales. Permite probar las posibles relaciones entre causa y efecto. Sin embargo, no comprueba que una sea causa de la otra, únicamente su relación.

Figura 12. **Diagrama de correlación**

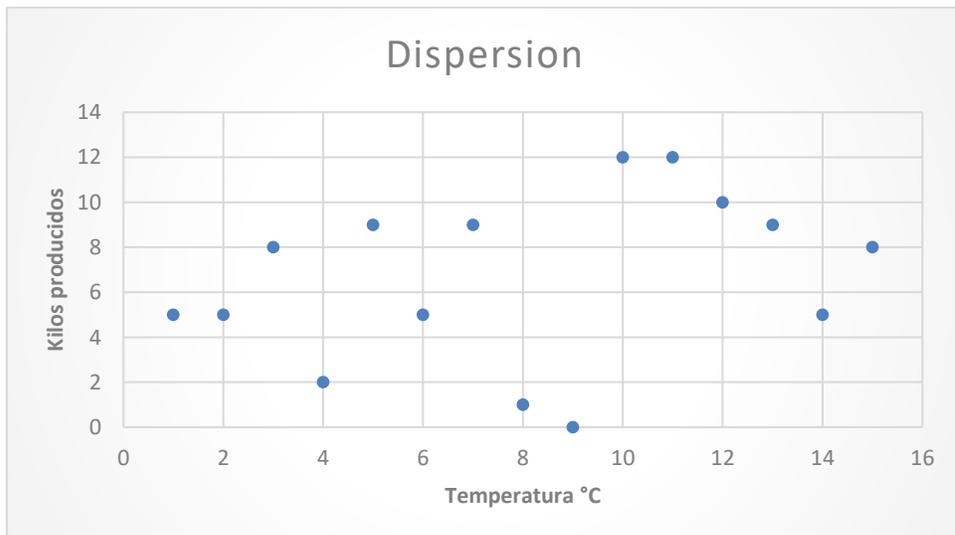


Fuente: elaboración propia.

- Diagrama de dispersión

Es una herramienta gráfica que muestra la de relación entre dos variables.

Figura 13. Diagrama de dispersión



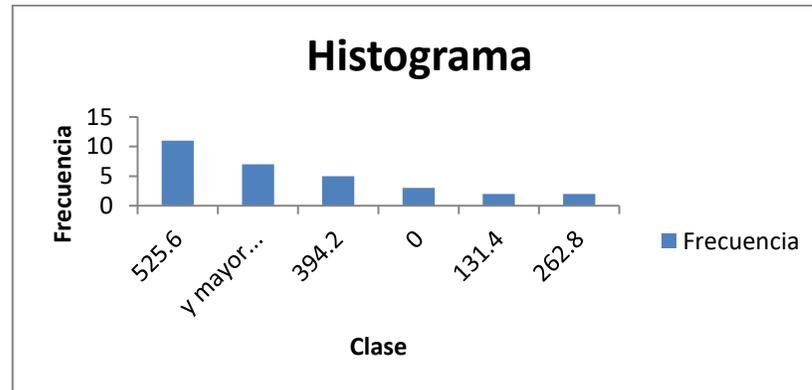
Fuente: elaboración propia.

- Histograma

Es una herramienta gráfica en el que se representa el comportamiento de una variable en forma de barra proporcional a la frecuencia en la que pueden observarse tres propiedades:

- Forma en que se distribuyen los datos
- Acumulación o tendencia central
- Dispersión o variabilidad

Figura 14. Ejemplo de histograma

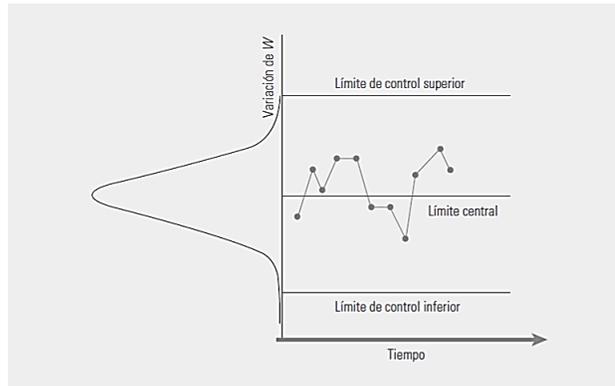


Fuente: elaboración propia.

- Gráficos de control

Son herramientas cuyo objetivo es observar y analizar el comportamiento de un proceso a través del tiempo para la distinción de las causas comunes y las causas variables. Una causa común se refiere cuando sucede y el proceso opera con "normalidad" y una causa especial es cuando hay presencia de factores inusuales o el proceso se ha alterado.

Figura 15. **Gráfico de control**



Fuente: GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad Total y Productividad*. p. 220.

La línea central de una carta de control es el promedio estadístico de los datos que se están analizando. Por otro lado, la línea superior e inferior muestran los límites de control.

Por lo que, si todos los puntos se encuentran dentro de las dos líneas el proceso está en control estadístico y por el contrario, fuera de este al tener puntos fuera. Lo que se observa al presentar el segundo caso no es solo que esté fuera si no el patrón para determinar la probabilidad de que el evento pueda volver a ocurrir.

#### Tipos de cartas de control

- Para variables cuantitativas
  - $\bar{X}$  (de medias)
  - $R$  (de rangos)
  - $S$  (de desviación estándar)
  - $X$  (de medias individuales)

- Para variables cualitativas
  - $P$  (proporción o fracción de artículos defectuosos)
  - $np$  (número de unidades defectuosas)
  - $c$  (número de defectos)
  - $u$  (número de defectos por unidad)

### **1.2.7. Etapas de un proyecto Seis Sigma**

Seis Sigma se apoya de una metodología robusta de cinco fases: DMAIC, es una herramienta estadística enfocada a la mejora continua, fue desarrollada por el ingeniero de Motorola Bill Smith en 1984. Esta herramienta busca mejorar procesos ya existentes.

#### **1.2.7.1. Definir (Define)**

Definir (define): esta etapa se enfoca en la definición del problema, definir objetivos, evaluar el impacto financiero, establecer el equipo de trabajo, planificación del tiempo, construye un perfil fácil de entender para el problema.

Además de asegurar la aprobación y asignación de recursos económicos previo a dar inicio al proyecto.

Puntos clave:

- Definir las siguientes tres preguntas críticas:
  - ¿Quiénes son mis clientes?
  - ¿Qué servicio o producto le tengo que dar a mis clientes?
  - ¿Qué creen mis clientes que es crítico para la calidad?

- Definir los puntos críticos de calidad. Tener clara la voz del cliente, conocer sus necesidades.
- Determinar los puntos críticos que serán mejorados.
- Determinar la línea base del desempeño ¿Qué tan malo es?
- Determinar los objetivos del proyecto.
- Especificar el ahorro que se puede lograr.
- Establecer un alcance adecuado, para evitar que sea imposible de manejar y desmotiven al equipo.
- Una formación efectiva de los miembros del equipo es importante para que los dueños del proceso logren ejecutar el proyecto.
- Establecer los recursos y necesidades.
- Establecer las métricas y entregables.
- Establecer un cronograma de trabajo.

#### **1.2.7.2. Medir (Measure)**

Después de haber realizado la etapa de definir se obtiene una idea más clara y amplia de lo que es el problema a resolver, por consiguiente, se esclarecen las variables y parámetros con los que deben ser medidas para analizar la situación.

Lo que se busca es definir el proceso a un nivel detallado para comprender los puntos de decisión, verificar el desempeño actual del proceso, trazar una línea base y realizar un programa de recolección de datos para luego analizarlos.

Puntos clave:

- Realizar mapas de proceso como: diagramas de flujo, diagrama SIPOC, *Value Stream Map*, entre otros.

- Tomar en cuenta tres áreas que requieren mediciones: mediciones de insumos (eficacia de los proveedores), mediciones del proceso (eficacia de la empresa) y mediciones del producto (eficacia de la empresa).
- Definir métricas para medir el desempeño actual como: OEE (Efectividad total de los equipos), DPMO (Defectos por millón de oportunidades), Nivel Sigma (cuántas desviaciones del proceso caben dentro de los límites de especificación), YIELD (Nivel de calidad), entre otros.
- Establecer un plan claro y conciso de recolección de datos tomando en cuenta lo siguiente:
  - ¿Qué medir?
  - Tipo de medición
  - Tipo de datos
  - Metas y especificaciones
  - Formatos para recoger datos
- Evaluar el sistema de medición por medio de un análisis de Linealidad y Análisis de Regresión, o bien, algún otro conocido.

### **1.2.7.3. Analizar (Analyze)**

Al finalizar la recolección de datos se realiza un análisis para entender los factores más influyentes y determinar la causa raíz del problema. Identificando oportunidades para el desarrollo de la solución al problema.

#### 1.2.7.4. Mejorar (Improve)

Implementación de mejoras asegurando la reducción o eliminación del problema.

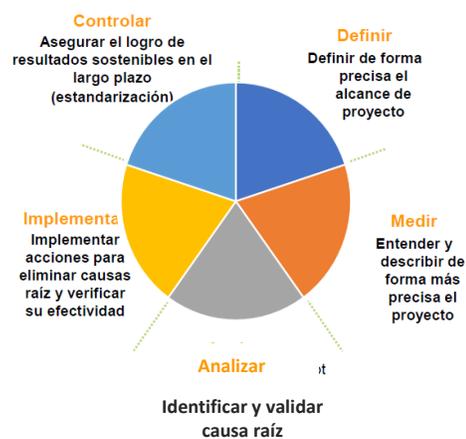
Puntos clave:

- Análisis financiero.
- Definición de estrategias de prevención.

#### 1.2.7.5. Controlar (Control)

Es necesario el aseguramiento del cumplimiento de las mejoras implementadas a lo largo del tiempo. En esta etapa se hace un contraste entre la situación actual con la inicial para cuantificar la mejora en dinero, tiempo demás recursos.

Figura 16. Fases de la metodología DMAIC



Fuente: elaboración propia.

### **1.3. Industria de alimentos culinarios**

Este tipo de industria es uno de los de los sectores económicos de mayor potencial en Guatemala. La innovación ha hecho que se posicione como una de las más competitivas en Centroamérica.

#### **1.3.1. Definición**

La industria de alimentos es la parte de la industria que se encarga de todos los procesos relacionados con la cadena alimentaria. Incluye todas las fases de recepción de materia prima, procesamiento, almacenamiento y distribución de productos utilizados en la preparación de alimentos.

#### **1.3.2. Historia industrial**

La necesidad de transformar elementos de la naturaleza en productos con mayores beneficios y utilidades ha existido desde siempre, pero fue hasta el siglo XVII en Inglaterra que inicio un cambio importante llamado "Revolución Industrial". Esto permitió que se realizara un gran avance en Europa transformando las técnicas productivas tradicionales con la introducción de máquinas, se eliminó el uso de fuerza humana y animal para producir energía.

Hubo un aumento de productividad, disminución de tiempos, gastos y un aumento en los ingresos. Las principales industrias afectadas fueron la textil, metalúrgica y la química.

### **1.3.3. Fábrica de alimentos**

Lugar que cuenta con el equipo, herramientas y personas con el conocimiento necesarios para la producción de productos alimenticios.

### **1.3.4. Características**

- La industria tiende a evolucionar hacia una mayor concentración y tecnificación.
- Se inclina por la oferta de comidas preparadas o precocinados.
- Actualmente existe poca demanda por alimentos crudos.
- La industria alimentaria es uno de los sectores más productivos.
- La materia prima es estacional y sujeta a variaciones geográficas.

### **1.3.5. Tipos de industrias**

Hoy en día existe un gran número de industrias que transforman materia prima en diversos productos. Sin embargo, según sean lo que produce será la manera en que se clasifique.

#### **1.3.5.1. Textil**

La industria textil se refiere a todas las actividades de obtención de fibras, hilado, tejido y tintado para la confección de distintas prendas. Esta aún constituye el primer sector económico en países en vías de desarrollo.

### **1.3.5.2. Alimentación**

Es la industria encargada de transformar productos agrícolas y de ganadería en productos para el consumo humano.

### **1.3.5.3. Farmacéutica**

Es el sector empresarial fabricante de productos químicos medicinales que curan o previenen enfermedades.

## **1.4. Proceso de producción**

Optimizar un proceso es un trabajo constante al cual todas las empresas se someten día a día y para efectuarlo es necesario tener la claridad de lo que es y lo que involucra.

### **1.4.1. Definición de proceso de producción**

Un proceso de producción es un conjunto de actividades necesarias para la transformación de recursos de la naturaleza en productos con mayores beneficios y utilidades.

### **1.4.2. Tipos de producción**

Existen cuatro tipos de proceso de producción, que según el tipo de producto y giro de negocio es el que se opta por utilizar. Estos son los descritos a continuación.

#### **1.4.2.1. Por lotes**

En este tipo las máquinas utilizan plantillas para producir productos idénticos y de manera limitada. Estos moldes pueden ser cambiados para producir productos diferentes.

#### **1.4.2.2. Continua**

Este tipo de producción se refiere a la fabricación continua de productos idénticos, trabaja a través de un flujo sin ninguna interrupción. Esta también es llamada Proceso de flujo continuo, ya que los materiales se mantienen en movimiento.

#### **1.4.2.3. En cadena**

Producción de cientos de productos idénticos. Esta se diferencia de la continua en que la primera se mantiene en funcionamiento 24 horas al día y esta trabaja por fases en la que cada trabajador realiza una tarea específica.

#### **1.4.2.4. Por tipos de proyecto**

El sistema de producción por proyectos trabaja por medio de fases y siguiendo una secuencia de operaciones. Suele ser utilizado en sectores como construcción de maquinaria ya que se necesita que todo quede totalmente integrado.

## **1.5. Proceso de llenado y empaquetado**

El empaque tiene un rol muy importante en la preservación de la seguridad y calidad de los productos que forma parte de la garantía de que un producto alimenticio no causará daños al consumidor.

### **1.5.1. Definición**

El proceso de llenado y empaquetado se refiere al conjunto de acciones que deben realizarse para introducir un producto alimenticio en un envase o empaque en contacto directo y posteriormente la colocación de estos productos envasados en un segundo envase.

### **1.5.2. Clima óptimo**

En el proceso de llenado y empaquetado la humedad es un factor muy importante ya que una exposición a condiciones húmedas puede producir paros no planeados en máquina y disminuir la velocidad del proceso debido a los parámetros estrictos con los que se trabajan. La humedad puede afectar la calidad del producto variando su tiempo de conservación.



## 2. SITUACIÓN ACTUAL

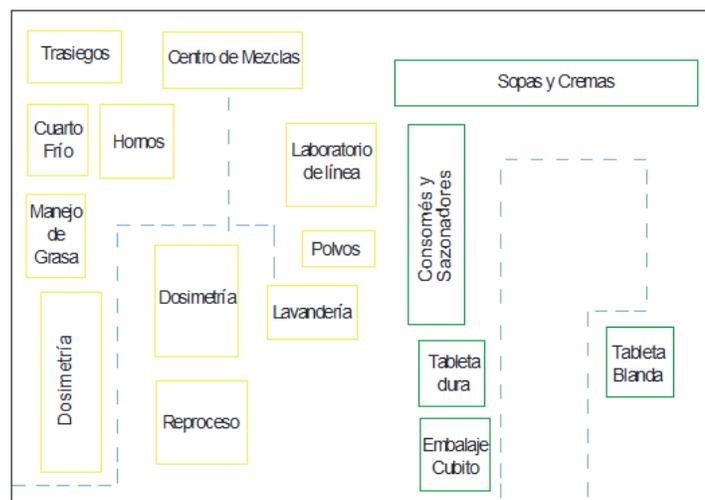
### 2.1. Departamento de producción

Con el fin de proponer soluciones acordes al negocio se procedió al análisis del departamento en el que se implementarán las acciones.

#### 2.1.1. Distribución actual

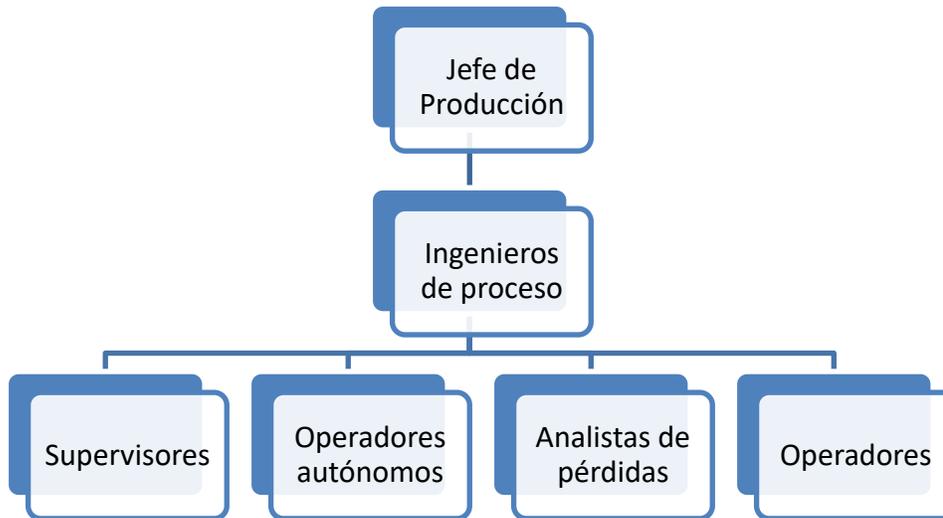
Actualmente el departamento de producción consta de dos áreas: fabricación y llenaje distribuidos en planta como se presenta en la figura 1. Además, cuenta con 7 máquinas llenadoras en el área de sopas y cremas, 6 en consomés y sazonzadores, una en cubito, 2 en tableta dura y finalmente 4 en tableta blanda.

Figura 17. Distribución actual de la planta



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

Figura 18. **Organigrama del departamento de producción**

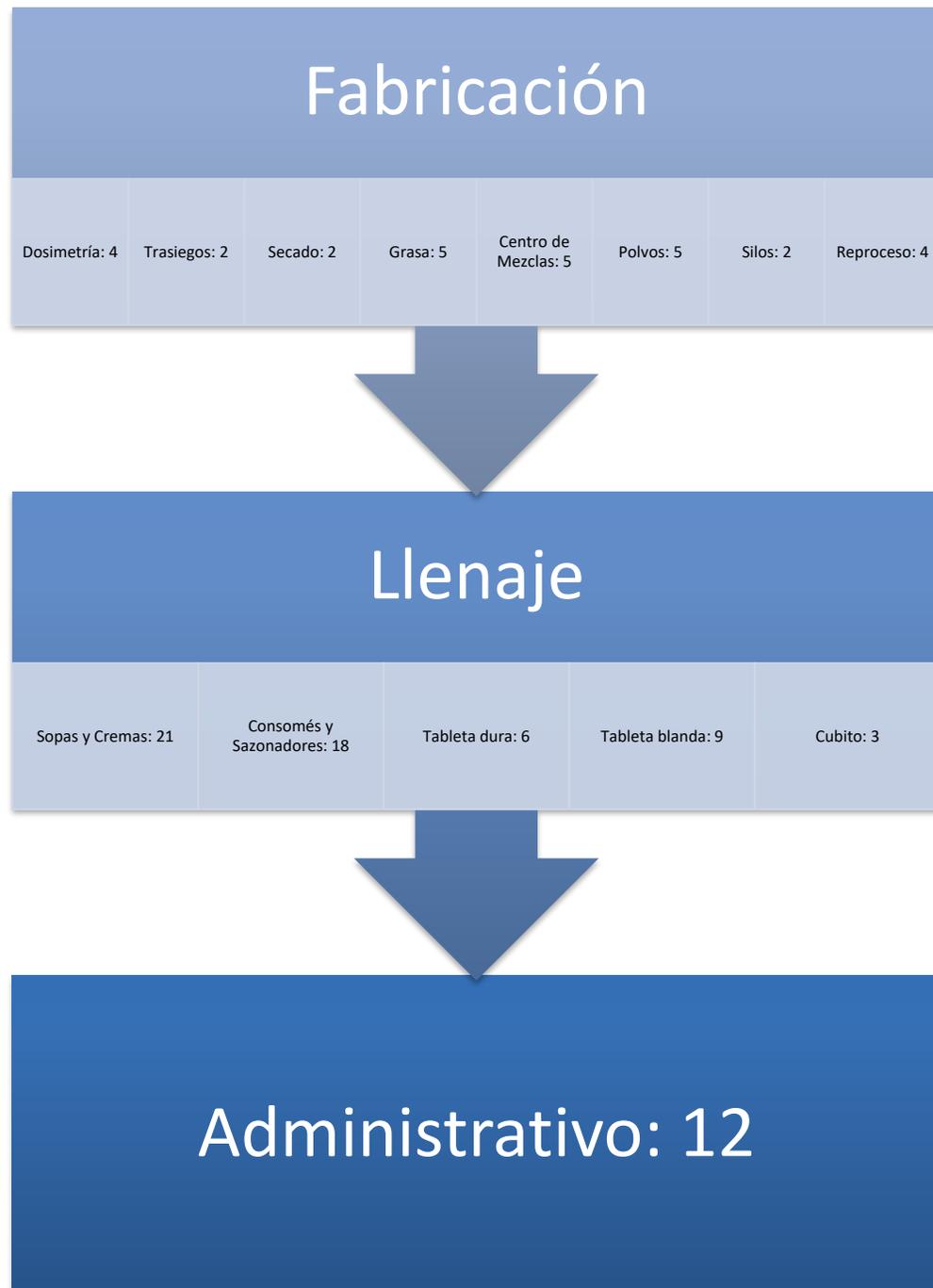


Fuente: elaboración propia.

### **2.1.2. Cantidad de operarios en el área**

En la actualidad se encuentran 98 personas laborando en el departamento de producción incluyendo a personal administrativo, de los cuales 86 son operadores de piso.

Figura 19. **Distribución de la mano de obra**



Fuente: elaboración propia.

## 2.2. Descripción del producto

Uno de los puntos más importantes es conocer el producto que se fabrica, su consumidor, sus componentes, comportamiento, entre otras cosas. A continuación, se plasma algunas de sus características.

### 2.2.1. Datos nutricionales

En la figura 20 se presenta la tabla nutricional de la Crema de Hongos deshidratada.

Figura 20. **Tabla nutricional**



| <b>Hechos Nutricionales</b>           |                |
|---------------------------------------|----------------|
| Tamaño de la Porción: 1 taza (200 ml) |                |
|                                       | por porción    |
| <b>Kilojulios</b>                     | <b>197 kJ</b>  |
| <b>Calorías</b>                       | <b>47 kcal</b> |
| <b>Proteína</b>                       | <b>1 g</b>     |
| <b>Carbohidrato</b>                   | <b>7 g</b>     |
| Fibra                                 | 0 g            |
| Azúcar                                | 0 g            |
| <b>Grasa</b>                          | <b>2 g</b>     |
| Grasa Saturada                        | 1 g            |
| <b>Sodio</b>                          | <b>775 mg</b>  |

Fuente: elaboración propia, Departamento de Producción, Empresa de Alimentos.

Contiene 47 calorías en una porción de Crema de Hongos de los cuales el 36 % es grasa, 56 % carbohidratos y el 8 % de proteínas.

### **2.2.2. Beneficios de la Crema de Hongos deshidratada**

La Crema de Hongos deshidratada es un alimento rico en vitamina B1 y una alta cantidad de yodo. Los beneficios de un alto nivel de yodo se pueden traducir en nuestro cuerpo en regulaciones de los niveles de energía, correcto funcionamiento de las células, regulación del colesterol, mejoramiento en el proceso de los hidratos de carbono, fortalecimiento del cabello, piel y uñas.

Por otro lado, el consumo de la vitamina B1 ayuda a superar el estrés y la depresión. Durante el período de embarazo y lactancia esta vitamina suele a faltar porque sucede un desgaste mayor, se recomienda el consumo de esta vitamina durante estos períodos e incluso después de operaciones.

### **2.2.3. Estándares de calidad**

Crema de hongos es un producto que es exportado a países como Panamá, Cuba, República Dominicana, Trinidad zona libre, Perú, Bolivia y países de Centro América; según normas internacionales los estándares de calidad de la empresa deben estar regidos por la norma COPANIT (Comisión Panameña de Normas Industriales) las cuales desarrollan estándares a través de comités técnico e implementa programas de estandarización, certificación de calidad, metrología y conversión al Sistema Internacional de Unidades. DIGESA (Dirección General de Salud Ambiental), órgano técnico-normativo del Ministerio de Salud de Perú. Y por el RTCA (Reglamento Técnico Centroamericano). Las normas establecen los aditivos alimentarios y sus límites máximos en diferentes categorías de alimentos.

Por otro lado, la norma RTCA para productos pre empacados es la que especifica los requisitos de metrología legal, procedimientos y planes de muestreo para la verificación de la cantidad de producto.

Los límites de aceptación de peso neto para los sobres de Crema de Hongos en presentación de 65 gramos están establecidos entre 61 a 70 gramos para el cumplimiento de la norma RTCA de productos pre empacados y normativas internas.

### **2.3. Máquina llenadora utilizada en la fábrica**

En la actualidad la fábrica cuenta únicamente con dos máquinas similares. Estas son máquinas dosificadoras de polvos, acopladas estrictamente para la producción de sopas y cremas.

Figura 21. **Máquina llenadora**



Fuente: elaboración propia, Área de producción, Empresa de Alimentos.

### **2.3.1. Características técnicas de la máquina llenadora**

La máquina utilizada en el proceso juega un rol muy importante debido a la composición del producto las características técnicas de esta son de carácter prioritario.

#### **2.3.1.1. Modelo**

La máquina envasadora marca Holler es un modelo LLFD-HFFS 105, utilizado para el envasado horizontal que abre, llena y cierra el sobre. Su funcionamiento se reduce en el corte del laminado, apertura, dosificación del producto en su interior y finalmente sellado del sobre.

El proceso de esta máquina permite el manejo de un empaque que mantiene en condiciones óptimas el alimento.

Dentro de las ventajas que presenta podemos encontrar:

- Menor mantenimiento requerido al equipo ante una falla o paro producido en la máquina
- Mayor capacidad de producción
- Menor número de operarios
- Ofrece un proceso de envasado simultaneo

#### **2.3.1.2. Precisión**

En el interior de la máquina los instrumentos mecánicos los cuales son los encargados de realizar el proceso de precisión, que radica en dar el mismo resultado en mediciones diferentes realizadas en las mismas condiciones al igual

que dar resultados con exactitud. En la actualidad se producen más de 15 variedades en la línea, con 13 de ellas la precisión está por arriba del 90 % en todo el proceso.

#### **2.3.1.3. Velocidad de embalaje**

La velocidad de embalaje se establece como la velocidad de preparación de la demanda de productos. Por lo tanto, la máquina cuenta con una capacidad de 140 sobres por minuto, sin embargo, en ninguna variedad se utiliza su capacidad máxima.

#### **2.3.1.4. Tensión**

La tensión eléctrica también conocida como voltaje es la diferencia que existe en el potencial eléctrico que se registran entre dos puntos, que permiten el funcionamiento óptimo de la máquina, para su excelente funcionamiento tenemos un voltaje suministrado de 220 voltios, la cual se distribuye en 3 fases de línea de corriente más tierra.

#### **2.3.1.5. Potencia**

La potencia es la energía que desarrolla el equipo durante un tiempo determinado, se encarga de absorber la energía eléctrica para suministrar energía mecánica que permite el funcionamiento de los componentes de un equipo; toda máquina presenta una potencia nominal la cual es la energía que puede suministrarse sin que la temperatura llegue a los límites admitidos por los materiales aislante para la máquina Holler se tiene dentro de sus límites admitidos un consumo de 5,5 Kw

### **2.3.1.6. Material**

La máquina Holler está compuesta en su mayoría por material de acero inoxidable, el cual es muy utilizado en máquinas industriales de alimentos, porque su intención es reducir riesgos para la salud relacionados con la manipulación de productos de alimentos, siendo además su higiene el punto clave que explica el uso tan extendido de este material. Entre los beneficios que este material posee tenemos:

- Resistencia a la corrosión que puede ser provocada por diversos factores.
- Una superficie compacta, nada de porosidad.
- Resistencia a las variaciones térmicas.
- No cuenta con recubrimiento de protecciones que degraden el material con facilidad.
- Resistente a tensiones mecánicas y choques.
- Alto grado de capacidad de limpieza.

Además del acero inoxidable también podemos encontrar como material lo que es el PVC, Vidrio y polietileno, para diferentes componentes de la máquina en donde no se puede utilizar acero inoxidable.

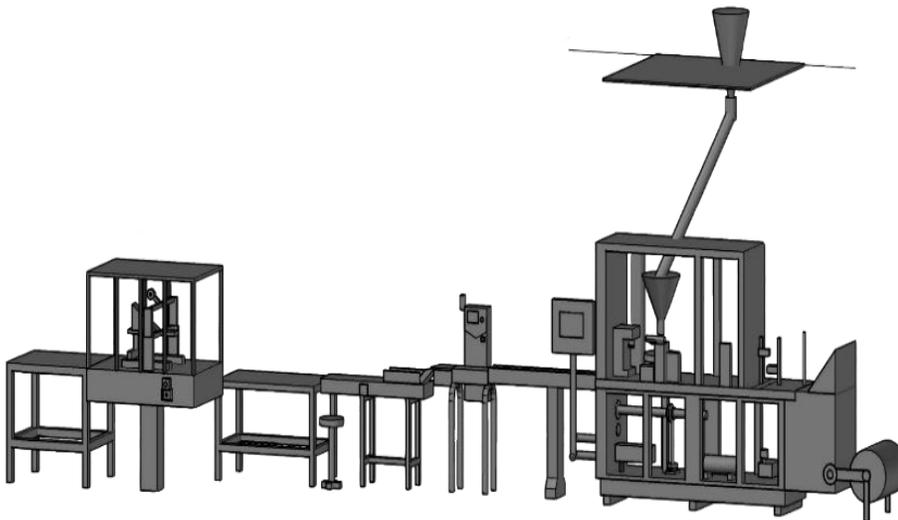
### **2.3.1.7. Peso de la máquina**

Dentro de las especificaciones técnicas la máquina posee un peso de 4 000 kg, de todo el equipo y componentes que en conjunto forman parte de la misma.

### 2.3.1.8. Tamaño de la máquina

La máquina Holler se encuentra conformado con una dimensión de 8 334 m de ancho, por 1 302 m de largo, por 1 942 m de altura, para una mejor representación tenemos la imagen del mismo en la figura 22.

Figura 22. Máquina empacadora



Fuente: elaboración propia, Departamento de fabricación, Empresa de Alimentos.

### 2.3.1.9. Sistema de dosificación

Un sistema de dosificación es el cargado de optimizar el tiempo y recurso en la elaboración del producto. Su función consiste en medir las cantidades para la optimización. El sistema permite distribuir y establecer en proporciones apropiadas la materia prima en cantidades y secuencias temporales exactas a fin de obtener un máximo rendimiento. Dentro de las partes que conforman el sistema de dosificación podemos encontrar:

#### **2.3.1.9.1. Caudal**

Es una parte importante del sistema en el cual nos permite limitar la cantidad de producto que pasa a través de una tubería en un determinado tiempo permitiendo desde la realización del producto hasta la dosificación del mismo para el envasado. Para la limitación de la cantidad de producto el proceso se realiza con la ayuda del sistema de dosificación en donde tenemos el dosificador de tornillo, el cual con la asistencia de un servomotor controlado por medio de un tornillo sinfín se dosifican 54 gramos por cada 360 grados de rotación.

#### **2.3.1.9.2. Programación de velocidad**

El programa corresponde a la velocidad con la que el dosificador es asignado. La velocidad programada de la máquina es de 110 sobres por minuto.

#### **2.3.1.9.3. Capacidad**

La capacidad se entiende como el volumen o número de unidades de producto producidas por el equipo en un determinado tiempo.

Toda maquinaria tiene alguna limitación en su capacidad de producción por lo tanto no es la excepción para la máquina Holler la cual tiene una capacidad de 120 ciclos por minuto. Además de ello, también cuenta con una capacidad en la tova de 8 kg de mezcla.

#### **2.3.1.9.4. Seguridad**

El diseño se considera que cumple con los requisitos esenciales de seguridad y salud, la máquina cuenta con compuertas que evitan cualquier tipo de

operación en las partes más delicadas mientras esté en funcionamiento. Sin embargo, las máquinas son peligrosas por naturaleza y algunos de los peligros existentes son: atrapamiento, corte, peligro eléctrico y exposición al ruido.

Para evitar cualquier tipo de accidente, el operario está obligado al uso de orejeras, guantes, aplicar siempre el procedimiento de bloqueo de la corriente eléctrica, entre otras buenas prácticas que aseguran la integridad del operado.

#### **2.3.1.9.5. Montaje y limpieza**

Un factor importante dentro del sistema de dosificación es la constante practica del desmontaje y montaje del equipo para la limpieza o mantenimiento. La cual consiste en el cepillado de residuos de producto que quedan dentro de las cavidades de la máquina. Esta rutina es llevada a cabo cada cambio de turno y cambio de variedad.

La rutina conlleva la limpieza de cada uno de los componentes que tienen contacto con el producto. Dentro del diseño higiénico, las partes que necesitan de una mayor atención son: la tolva de acero inoxidable y el tornillo sin fin. Gracias al diseño de las piezas esta se realiza de manera práctica y con pocas herramientas.

#### **2.3.2. Parámetros técnicos actuales para la producción de CREMA DE HONGOS**

Los principales parámetros utilizados en el área de llenaje, se derivan del tipo de máquina. Los cuales, en su mayoría son manipulados por el operador encargado de cada turno.

### **2.3.2.1. Retraso para suministro**

La masa dentro de la tolva está en constante movimiento lo que hace que el nivel de masa varíe. La tolva cuenta con un sensor encargado de medir el nivel de masa para enviar suministro cuando está baja. El retraso para suministro es el tiempo que espera el sensor al sentir el nivel bajo y comprobarlo al terminar el tiempo. El tiempo actual es de 0,2 segundos.

### **2.3.2.2. Tiempo de alarma**

Es el tiempo que tarda la alarma en mandar la señal después de detectar un nivel muy bajo de masa en la tolva, para el envío de suministro; actualmente el tiempo es de 45 segundos.

### **2.3.2.3. Tiempo suministrando**

Se refiere al tiempo de duración de envío de suministro. El tiempo actual es de 0,9 segundos.

### **2.3.2.4. Tiempo de vibrador**

Este tiempo es la duración del vibrador en el silo para ayudar a que la masa baje por la tubería y llegue a la tolva. El tiempo actual es de 0,9 segundos.

### **2.3.2.5. Velocidad del agitador**

La tolva cuenta con paletas agitadoras que ayudan a homogenizar la caída de la masa por el tornillo sinfín. La velocidad actual es del 25 % (Velocidad nominal 1 750 rev/min).

### **2.3.2.6. Velocidad de transportador**

Son las velocidades de las bandas transportadoras. La máquina llenadora cuenta con dos bandas, una en la que caen los sobres al ser llenados y la otra cuando pasan por la báscula para poder ser empacados. La primera banda transportadora debe trabajar a una velocidad mucho más rápida para evitar cuellos de botella en la salida del proceso de dosificación. La velocidad para la primera es del 98 % y de la segunda el 19 %. (Velocidad nominal 1 750 rev/min).

### **2.3.2.7. Velocidad de máquina**

La velocidad con lo que trabaja la máquina depende de la variedad que se produzca, actualmente Crema de Hongos trabaja con una velocidad de 92 sobres por minuto.

### **2.3.2.8. Longitud de papel**

Este parámetro es el que utiliza la máquina para formar los sobres por medio de prensado, este es utilizado en 130 mm.

### **2.3.2.9. Velocidad dosificación en tolva**

Esta es la velocidad con la que se envía la masa del silo a la tolva, la cual es de 1,3 kg/min.

### **2.3.2.10. Distancia de aceleración**

Es la distancia que recorre el sobre para ubicarse por debajo y de manera céntrica a la boquilla del dosificador. El parámetro actual utilizado en el mando de

la máquina es de 30°. Su exactitud depende del ajuste manual de la posición correcta para la alineación de las piezas.

#### **2.3.2.11. Volumen por vuelta de tornillo**

Actualmente procesa 54 g de dosificación por cada 360 grados de rotación del tornillo sinfín.

#### **2.3.2.12. Velocidad de tornillo en función de vaciado**

Es la Velocidad del tornillo sinfín cuando el nivel de masa disminuye. Actualmente la velocidad es del 0 %.

### **2.4. Proceso de fabricación de CREMA DE HONGOS**

No obstante, las características con las que cuenta la masa al llegar al punto de inicio del proceso de dosificación deben ser la base fundamental para determinar los parámetros de la máquina.

#### **2.4.1. Características de la masa**

Se le conoce con el término “masa” a un saco de producto llamado *Big Bag* después de haber culminado el proceso de fabricación, esperando a ser pasado a línea de llenaje. Al material como tal se le conoce como semielaborado.

Figura 23. **Masa de producto *Big Bag***



Fuente: elaboración propia, Área de Llenado, Empresa de Alimentos.

La masa de Crema de Hongos se caracteriza por ser muy polvosa, es decir, muy suelta ya que la receta no contiene ningún ingrediente líquido, lleva grandes cantidades de harina y grasa en polvo.

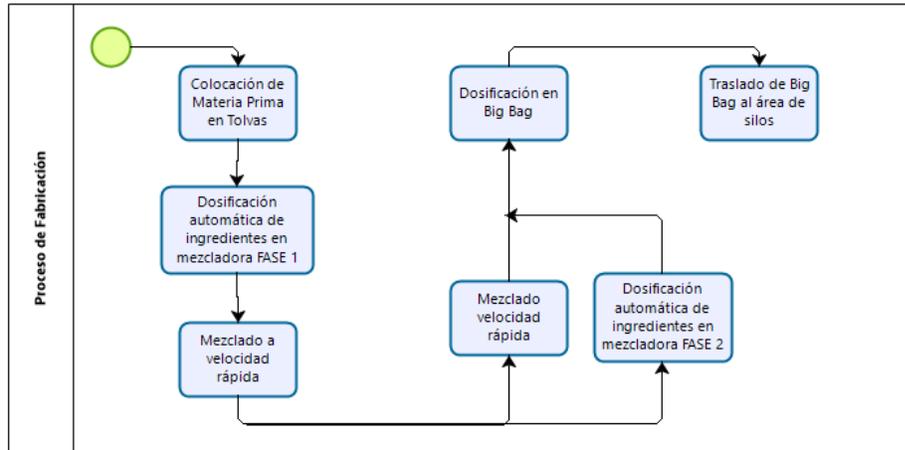
#### **2.4.2. Capacidad de un *Big Bag***

Se le llama *Big Bag* a un saco de semielaborado listo para ser trasladado a líneas de llenado y la capacidad máxima es de 600 kg.

#### **2.4.3. Diagrama de flujo del proceso de fabricación actual**

En la figura 24 se describe el proceso de fabricación actual.

Figura 24. **Proceso de fabricación**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

Tabla IV. **Tiempo de ciclo**

| No. | Actividad                   | Tiempo (s) |
|-----|-----------------------------|------------|
| 1   | Colocación de materia prima | 150        |
| 2   | Dosificación fase I         | 30         |
| 3   | Mezclado 1                  | 70         |
| 4   | Dosificación y mezclado 2   | 150        |
| 5   | Dosificación <i>Big Bag</i> | 120        |
| 6   | Traslado                    | 420        |
|     | <b>Total</b>                | <b>940</b> |

Fuente: elaboración propia.

#### **2.4.4. Temperatura inicial y final de la masa**

La materia prima utilizada para la fabricación de las masas es almacenada a temperatura ambiente, con excepción de la grasa. Esta es almacenada en una cámara fría de 16 °C. Al completar el proceso de fabricación la masa alcanza los 25 °C y luego estando en reposo esta alcanza temperatura ambiente y hay que mencionar que en ningún momento es refrigerada.

#### **2.4.5. Tiempo de reposo de la masa después de fabricarse**

En promedio el tiempo de reposo que pasa una masa antes de ser pasada a línea de llenado son aproximadamente 20 horas.

### **2.5. Proceso de llenado y empaquetado de CREMA DE HONGOS**

Según la norma RTC (Reglamento Técnico Centroamericano); descrito anteriormente es una de las normas que rigen el peso aceptado para cada sobre. Esto implica un alto desempeño en el proceso de empaquetado.

#### **2.5.1. Características de laminado**

Se le llama “laminado” al material con que se fabrican los sobres. Su utilización garantiza barreras contra la luz, humedad, gases y químicos manteniendo el producto inocuo para el consumidor final.

Figura 25. **Laminado**



Fuente: elaboración propia, Área de producción, Empresa de Alimentos.

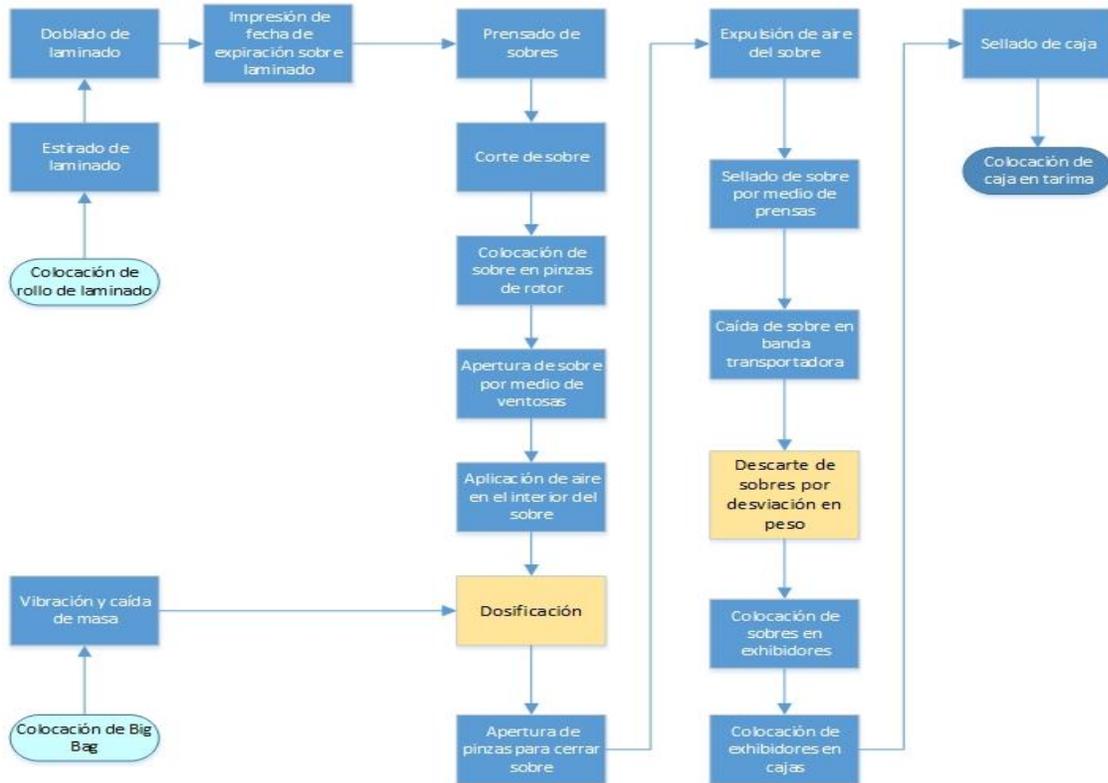
Un sobre hecho con este material tiene la característica de ser un empaque con dos a cuatro películas de: propileno bioorientado, polyester, foil de aluminio, papel sulfito o papel poauche, polietileno coextruido especial. Un empaque de este tipo tiene la ventaja de cumplir con las exigencias del mercado actual debido a su flexibilidad, diseños y colores que este puede llevar.

El laminado utilizado en la fábrica es comprado en bobinas con cargas aproximadas para 1 085 sobres, las dimensiones del sobre de una Crema de Hongos es de 12,5 X 15,5 cm.

### **2.5.2. Diagrama de flujo del proceso de dosificación actual**

Al finalizar el proceso de fabricación la masa pasa por el proceso de dosificación y empaque como ilustra en la figura 26.

Figura 26. **Proceso de empaque de CREMA DE HONGOS**



Fuente: elaboración propia, empleando Visio 2016.

### 2.5.3. Sistema de descarte de sobres no conformes

Al completar el proceso de llenado el sobre pasa por una báscula la cual descarta aquellos que estén fuera de los límites establecidos (61 - 70 gramos), cuando la desviación es detectada un flujo de aire lo empuja fuera de la banda transportadora y cae en una canasta. Todos los sobres descartados conforman el producto que es enviado a reproceso, ya que el producto no contiene ningún tipo de manipulación fuera del proceso que pueda dañar al consumidor.

#### 2.5.4. Báscula

La báscula para pesajes en banda se encarga de medir el peso neto de cada sobre. Con esto se evita enviar al consumidor final un producto fuera de las especificaciones de las normas internacionales.

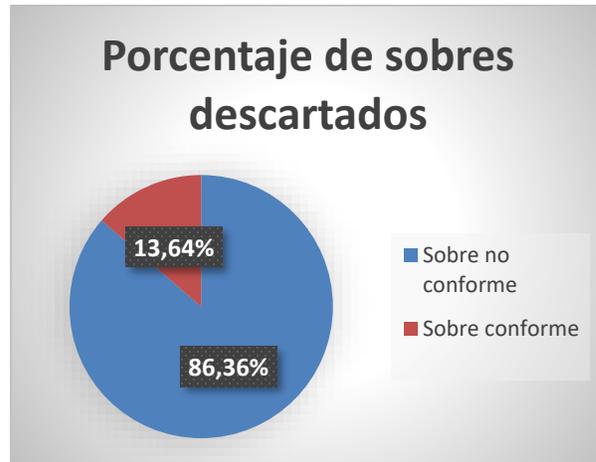
Figura 27. **Báscula**



Fuente: elaboración propia, Área de pesado, Empresa de Alimentos.

En la actualidad la báscula descarta producto conforme, incrementando la cantidad de producto para reproceso. De un total de 110 sobres descartados el 13,64 % fueron sobres con peso neto entre 63 a 68 gramos.

Figura 28. **Descarte de la balanza**



Fuente: elaboración propia.

Dentro de los factores que influyen en el descarte de sobres conformes se encuentra:

- Vibraciones: causadas por altas velocidades, objetos o personas y una inestabilidad en las patas de la báscula.
- Periodicidad de calibración:
  - Actualmente se realiza una vez por semana los días lunes.

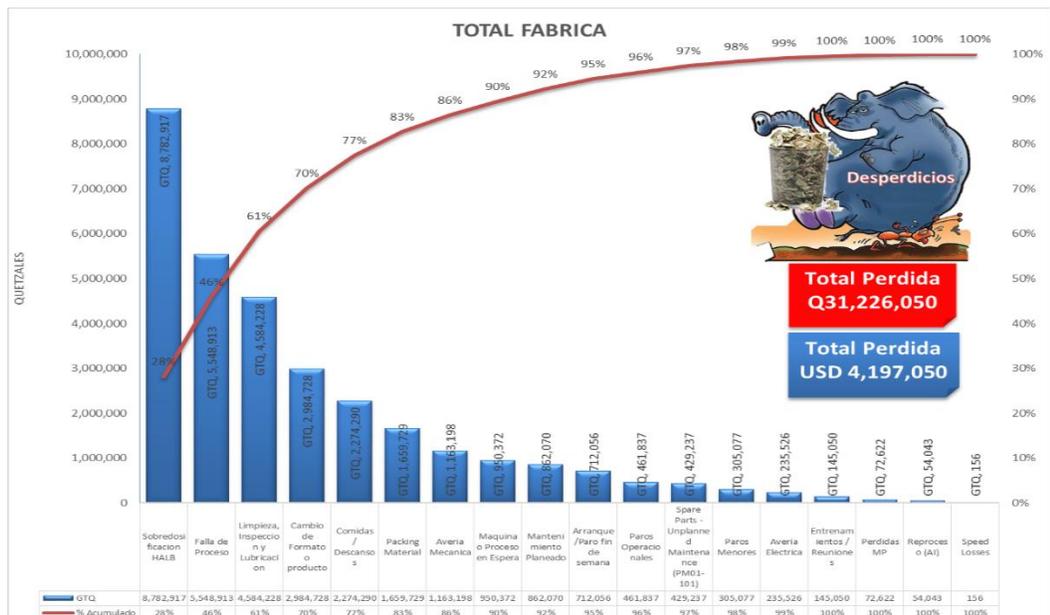
### **2.5.5. Proceso para producto en reproceso**

Todos los sobres descartados por la báscula deben ser pesados al finalizar cada turno, posterior a ello se trasladan al área de reproceso en donde cortan cada sobre para extraer el producto, el producto pasa por un tamiz que separa los componentes y luego se almacena para luego ser añadido a una nueva masa de la misma variedad. El porcentaje máximo que puede llevar una masa de reproceso es del 10 %.

## 2.6. Planteamiento del problema actual

Para poder determinar las áreas de oportunidad se utilizó la herramienta de diagrama de Pareto y así, identificar las prioridades a nivel fábrica. Como se ilustra en la figura 23. La mayor pérdida monetaria se ubica en el área de llenado y es debido a la sobredosificación en sobres de todas las variedades.

Figura 29. Factores de mayor pérdida en toda la fábrica



Fuente: elaboración propia, Empresa de Alimentos.

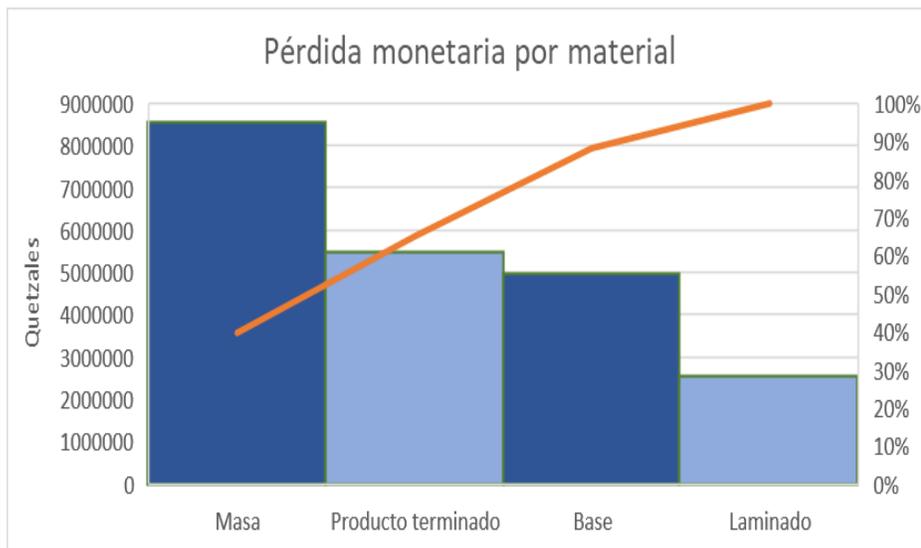
### 2.6.1. Análisis de pérdidas anuales de la fábrica

Por otro lado, el diagrama de Pareto al analizar por material la pérdida monetaria muestra que el 80/20 se encuentra en la masa (semielaborado). El semielaborado es la mezcla de los ingredientes que pasa por el proceso de fabricación, en segundo foco se posiciona el producto terminado.

### 2.6.1.1. Material con mayor pérdida anual

Por otro lado, el diagrama de Pareto al analizar por material la pérdida monetaria muestra que el 80/20 se encuentra en la masa (semielaborado). El semielaborado es la mezcla de los ingredientes que pasa por el proceso de fabricación, en segundo foco se posiciona el producto terminado. Por otro lado, la menor pérdida se obtiene en la “base” que son fideos la cual no es utilizada en todas las variedades y por último “laminado” que es el material con el que se realiza el empaque primario.

Figura 30. **Pérdida monetaria por material a nivel fábrica**



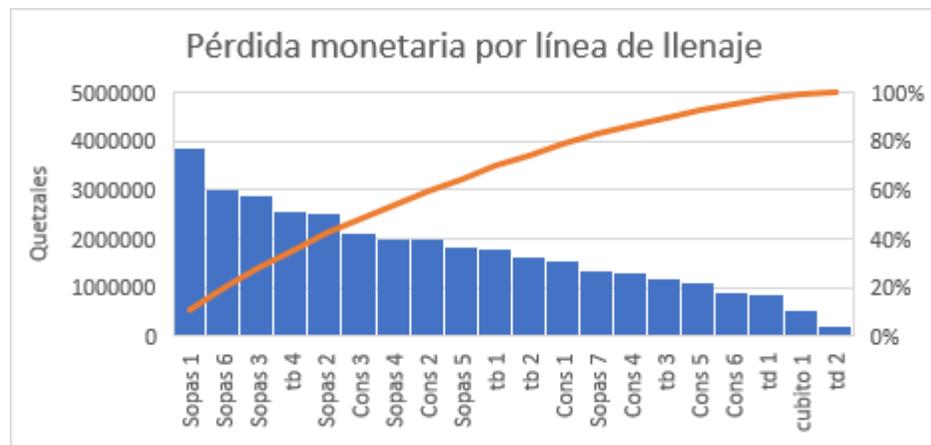
Fuente: elaboración propia.

### 2.6.1.2. Línea de llenaje con mayor pérdida anual

Al definir que el mayor problema se localiza en el área de llenaje en el proceso de dosificación, al presentar mayor pérdida monetaria, siendo el

semielaborado el material con mayor desperdicio, se procedió a verificar a nivel línea la pérdida. La línea de “sopas 2” en el análisis figura 31 no se ubicaba dentro de las prioritarias. Sin embargo, las otras ya tenían un plan de acción en ejecución, por lo que, por órdenes y priorización se procedió en esa.

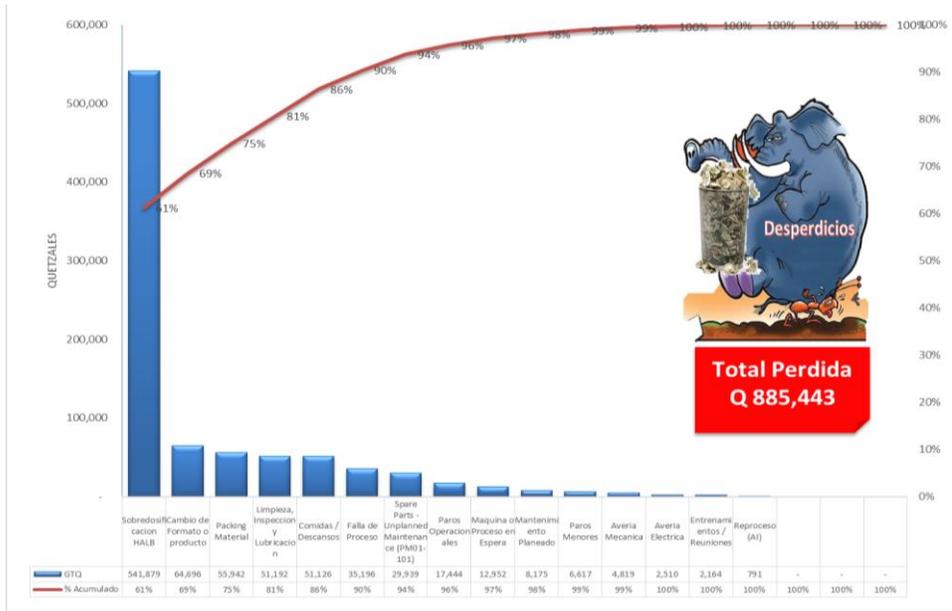
Figura 31. **Pérdida monetaria en cada línea de llenaje**



Fuente: elaboración propia.

Al analizar el tipo de pérdida en esta línea se declaró que efectivamente contribuía al problema prioritario de la fábrica ya que la mayor pérdida era por sobredosificación. figura 32.

Figura 32. Causas de pérdida monetaria en sopas 2

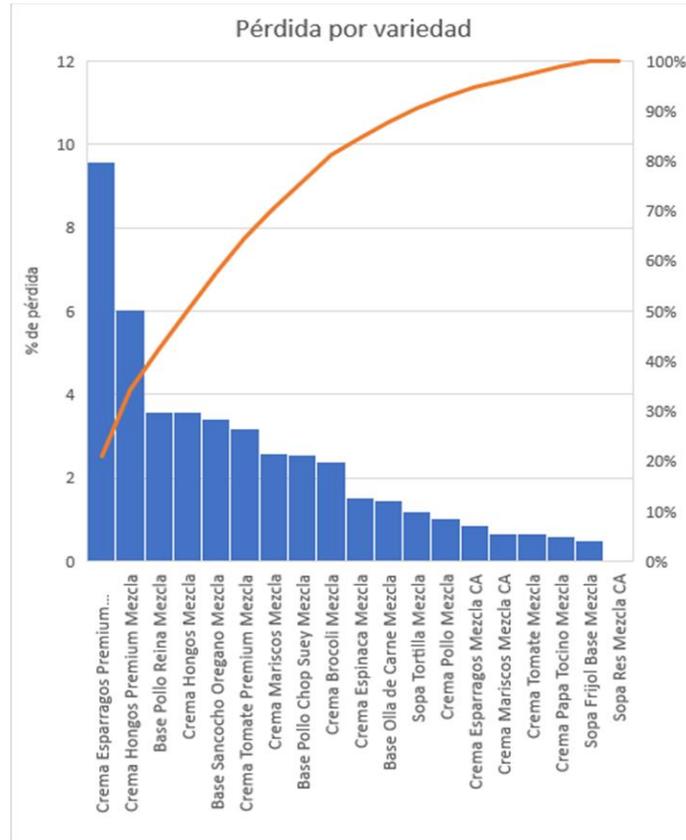


Fuente: elaboración propia, Empresa de Alimentos.

### 2.6.1.3. Variedad con mayor pérdida anual en línea de llenaje

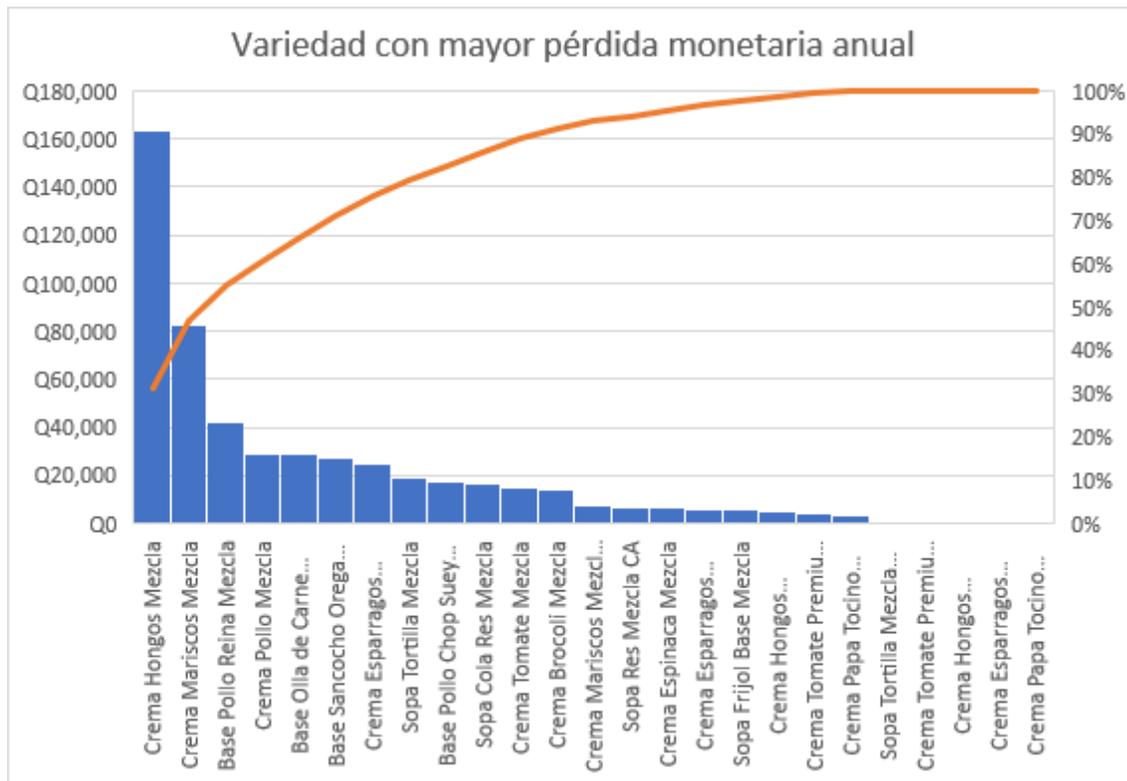
Al ir profundizando en el análisis era necesario la detección de la variedad que causaba mayor ruido dentro de la línea figura 27 y se pudo observar que, en pérdida porcentual, es decir, el semielaborado previsto versus el utilizado en Crema de Hongos quedaba en cuarta posición. Sin embargo, al comparar los mismos datos, pero de manera monetaria Crema de Hongos pasaba a ser primera necesidad por la demanda de producto en el año figura 34

Figura 33. **Pérdida porcentual por cada variedad fabricada en la máquina**



Fuente: elaboración propia.

Figura 34. **Pérdida monetaria por variedad fabricada en la máquina**

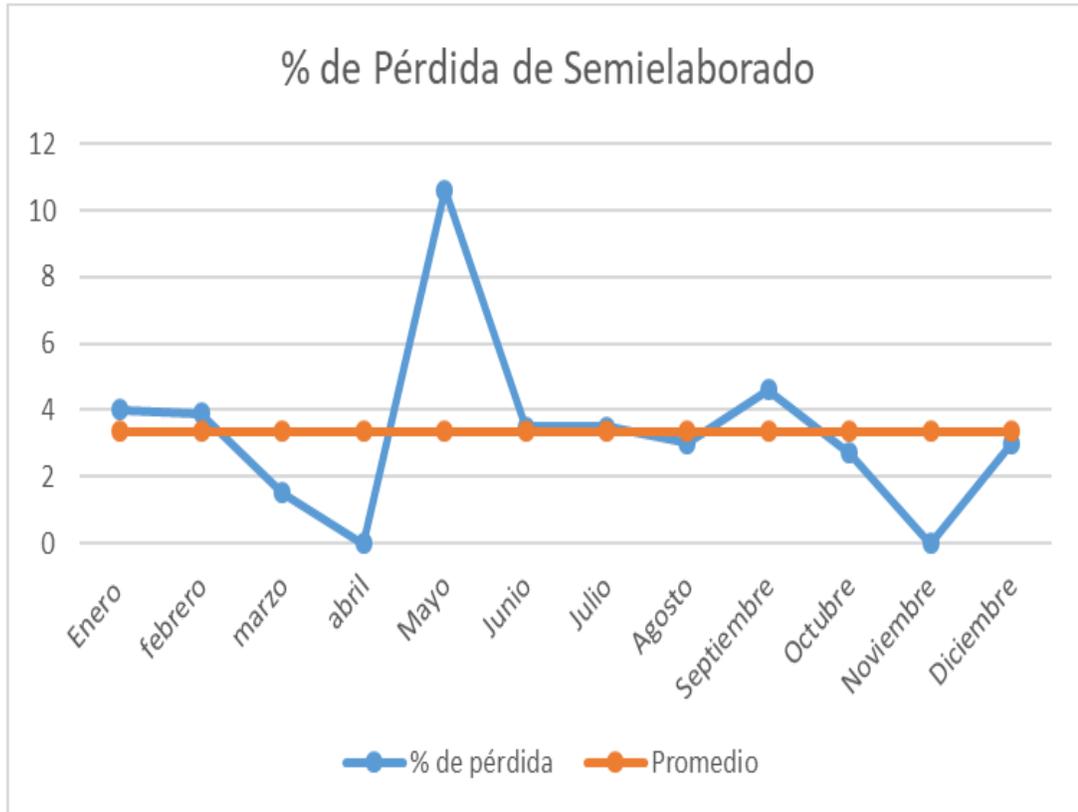


Fuente: elaboración propia.

#### 2.6.1.4. Gráfico de serie de porcentaje de pérdida de producto

A continuación, en la figura 35 se muestra el histórico de porcentajes de pérdida reportada durante el último año.

Figura 35. **Gráfico de serie de porcentaje de pérdida de producto durante el último año**



Fuente: elaboración propia.

### 2.6.1.5. Pérdida monetaria

La tabla V detalla la pérdida semanal durante las últimas semanas antes de iniciar el proyecto, (no se produce en todas las semanas). El número de semana hace referencia al número correspondiente en calendario en función del año.

Tabla V. **Comportamiento de pérdida monetaria**

| Semana         | % pérdida | Pérdida      |
|----------------|-----------|--------------|
| 21             | 10,6      | Q 37 898,82  |
| 22             | 3,4       | Q 9 026,51   |
| 24             | 4         | Q 9 285,73   |
| 25             | 2,7       | Q 3 076,68   |
| 26             | 3,3       | Q 3 819,13   |
| 27             | 6,6       | Q 7 651,06   |
| 28             | 1,9       | Q 4 431,66   |
| 31             | 4,4       | Q 5 062,08   |
| 34             | 2,8       | Q 6 360,09   |
| 35             | 2,8       | Q 6 468,91   |
| 36             | 5,3       | Q 9 905,89   |
| 43             | 2,7       | Q 6 274,33   |
| 49             | 3         | Q 8 717,37   |
| 51             | 1,1       | Q 158,09     |
| 1              | 2,2       | Q 4 085,43   |
| 3              | 1,1       | Q 4 983,53   |
| 4              | 2         | Q 4 545,80   |
| 8              | 1,6       | Q 3 655,92   |
| 10             | 3,9       | Q 8 218,73   |
| Total, pérdida | 3,6       | Q 143 625,76 |
|                |           | \$ 18 414,00 |

Fuente: elaboración propia.

#### 2.6.1.6. Cantidad de producto enviado a reproceso

Parte del producto desperdiciado se logra recolectar y volver a procesar. Sin embargo, eso representa un costo, tiempo y mano de obra. La tabla VI muestra el histórico por semana del último año (antes de iniciar el proyecto).

Tabla VI. **Kg de producto enviado a reproceso**

| <b>Semana</b>   | <b>Reproceso</b> |
|-----------------|------------------|
| 21              | 1 561            |
| 22              | 331              |
| 24              | 336              |
| 25              | 94               |
| 26              | 143              |
| 27              | 317              |
| 28              | 138              |
| 31              | 186              |
| 34              | 252              |
| 35              | 264              |
| 36              | 327              |
| 43              | 128              |
| 49              | 0                |
| 51              | 0                |
| 1               | 44               |
| 3               | 102              |
| 4               | 117              |
| 8               | 51               |
| 10              | 124              |
| <b>Total kg</b> | <b>4 512</b>     |

Fuente: elaboración propia.

### **2.6.1.7. Pérdida monetaria de cantidad de producto de reproceso**

Como se definió anteriormente el reproceso implica un costo, el cual tiene un histórico detallado en la tabla VII por semana del último año.

Tabla VII. **Pérdida monetaria de producto de reproceso**

| Semana | Reproceso    |
|--------|--------------|
| 21     | Q 22 565,53  |
| 22     | Q 478 306,00 |
| 24     | Q 5 144,77   |
| 25     | Q 1 357,97   |
| 26     | Q 2 066,38   |
| 27     | Q 4 582,09   |
| 28     | Q 1 992,97   |
| 31     | Q 2 688,08   |
| 34     | Q 3 641,27   |
| 35     | Q 3 814,70   |
| 36     | Q 4 725,98   |
| 43     | Q 1 848,36   |
| 49     | Q -          |
| 51     | Q -          |
| 1      | Q 634,34     |
| 3      | Q 1 470,31   |
| 4      | Q 1 689,39   |
| 8      | Q 735,15     |
| 10     | Q 1 790,74   |
| Total  | Q 539 054,03 |
|        | \$ 69 109,00 |

Fuente: elaboración propia.

### **3. PROPUESTA PARA EL ANÁLISIS E IMPLEMENTACIÓN DE MEJORAS**

#### **3.1. Departamento de producción**

En el presente, el departamento de producción cuenta con factores que son necesarios para la implementación de Seis Sigma, estos son:

- Cultura de calidad total
- Líderes comprometidos
- Personas expertas en desarrollo de proyectos Seis Sigma
- Recursos necesarios

#### **3.2. Fase 1 metodología DMAIC (definir)**

Esta fase tiene como meta la definición del propósito y alcance del proyecto y ponerlo en el contexto del negocio. El resultado será una definición clara de la mejora planificada y cómo esta será medida.

##### **3.2.1. Definición del problema**

En el análisis de los datos de la pérdida de semielaborado de la fábrica en el sector de sopas, durante el último año, se evidencia que la principal pérdida del sector es la mezcla de CREMA DE HONGOS. La pérdida asciende a 18,4 KUSD por año de los cuales el 91 % está concentrado en la línea sopas 2.

En esta línea se manejan alrededor de 15 variedades por lo que el impacto en pérdida es alto en general, sobre todo, para las cremas que tienen un crecimiento proyectado del 5 % para el siguiente año. El porcentaje actual de pérdida en la línea para esta variedad es de 3,6 % siendo el objetivo del sector 0,8 %. Generando además 4,5 Kg de reproceso anualmente.

Anteriormente se detalló por medio de gráficos de Pareto el área de oportunidad para la implementación de mejoras en el proceso de llenaje de CREMA DE HONGOS. Por lo que, se asegura que el proyecto está alineado y priorizado con respecto a la estrategia del negocio.

De esta forma se llegó a la declaración de “El caso del negocio”, siendo una definición general del área de oportunidad.

- El caso de negocio

Como compañía, el desempeño del proceso de dosificación en el área de llenaje en producción no está cumpliendo con los costos establecidos. Esto está causando problemas en cantidad de cajas producidas, cantidad de producto para reproceso, cantidad de desecho orgánico, de laminado y costos de calidad. Llegando a una pérdida monetaria en producto alrededor de \$ 18 413,56 dólares por año.

Frente a lo recién declarado, los elementos básicos para dar una dirección de mejora y control serán características del producto que satisfacen un requerimiento crítico del cliente, que se definen como “CTQ”.

- CTQ's que serán mejoradas

Un CTQ es una característica de un producto, la cual satisface un Requerimiento Crítico del Cliente.

Las que serán mejoradas al implantar el proyecto son:

Tabla VIII. **Línea base para los CTQ's**

| CTQ                                 | Línea base |
|-------------------------------------|------------|
| Cantidad de masa efectiva           | 96,40 %    |
| Cantidad de producto para reproceso | 4512 kg    |
| Desecho de laminado                 | 174 Kg     |
| Masa desechada                      | 7 %        |

Fuente: elaboración propia.

No obstante, fue esencial la utilización de las 5W1H y "Es & no Es".

La 5W+H es una metodología utilizada en la mejora de los procesos que consiste en responder seis preguntas básicas:

- Qué (*What*)
- Por qué (*Why*)
- Cuándo (*When*)
- Dónde (*Where*)
- Quién (*Who*)
- Cómo (*How*)

“Es & no Es”, es una herramienta sencilla que responde a las preguntas “¿Qué es?” y “¿Qué no es?” con el objetivo de clarificar un problema.

Figura 36. Descripción del problema con 5W1H y “Es & no Es”

|                   | ES  | NO ES  |
|-------------------|---|--|
| Qué / Cuál        | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pérdida de Crema de Hongos</li> </ul>                                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Pérdida Crema de Mariscos u otras variedades</li> </ul>       |
| Dónde             | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Entre el silo y el embalaje secundario en tarima de Sopas 2</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sistema de Dosificación de Sopas 1</li> </ul>                 |
| Cuándo            | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Al producir la variedad de Crema de Hongos Normal</li> </ul>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Al producir la variedad de Crema de Hongos Premium</li> </ul> |
| Quién             | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Maquinista de turno de la línea, técnico de línea y Silero</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Un embalador de la línea</li> </ul>                           |
| Cuánto<br>Cuántos | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ \$6,000 anuales de ahorro en pérdida por sobredosificación</li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>➤ N/A</li> </ul>  |

Fuente: elaboración propia.

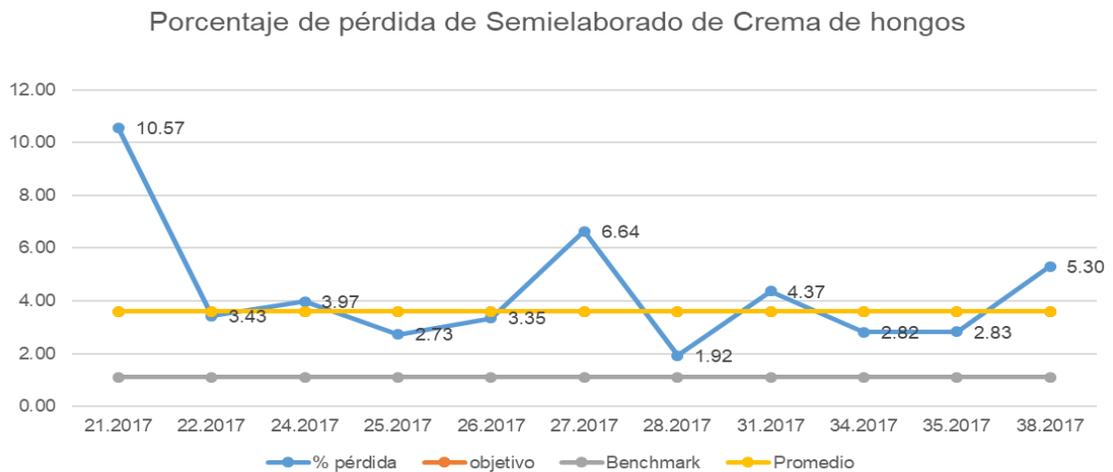
### 3.2.2. Delimitación del problema

El proyecto se delimita a la línea de sopas 2 en el sector de llenaje de sopas, desde el silo hasta el final de la línea. Únicamente para el producto de CREMA DE HONGOS normal en presentación de 65 gramos.

### 3.2.3. Definición del valor objetivo para la reducción de pérdida

La determinación del valor objetivo se base en el histórico de pérdida por lo que se toma la figura 37 y tabla IX para ello.

Figura 37. **Gráfico de serie de porcentaje de pérdida de semielaborado antes del proyecto**



Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Resumen del comportamiento de la pérdida de semielaborado antes de la implementación**

|                         |         |
|-------------------------|---------|
| Mínimo                  | 1,10 %  |
| Máximo                  | 10,57 % |
| Promedio                | 3,60 %  |
| Benchmark               | 1,10 %  |
| GAP                     | 2,50 %  |
| % de reducción de GAP   | 50 %    |
| Objetivo                | 2,35 %  |
| % de mejora/Disminución | 35 %    |

Fuente: elaboración propia.

El análisis de *benchmark* está basado en la máquina de Sopas 1. Se registró un promedio del 1,1 % en la producción de la misma variedad y durante el mismo período de tiempo.

- Cálculo de GAP

$$GAP = Promedio - Benchmark$$

Ecuación 2.

Siendo:

$$GAP = 3,6 \% - 1,1 \%$$

$$GAP = 2,5 \%$$

- Cálculo del objetivo

$$\text{Objetivo} = \text{Promedio} - (\text{GAP} * \% \text{ Reducción de GAP})$$

Ecuación 3.

$$\text{Objetivo} = 3,6 \% - (2,5 \% * 50 \%)$$

$$\text{Objetivo} = 2,35 \%$$

- % de mejora/disminución

$$\% \text{ Disminución} = 1 - \text{objetivo}$$

Ecuación 4.

$$\% \text{ Disminución} = 35 \%$$

Por medio del análisis cuantitativo se determinó que el objetivo anual en porcentaje de disminución en pérdida anual es del 35 %.

#### **3.2.4. Evaluación financiera**

Es el proceso vital en la cual el departamento de Finanzas certifica la veracidad del impacto económico. Tiene como propósito principal determinar si el proyecto tendrá un rendimiento adecuado de la inversión realizada. Además, ayuda a tomar la decisión sí o no poner en marcha el proyecto.

Utilizando la tabla V y IX se procedió con los siguientes datos.

Tabla X. **Ahorro proyectado semielaborado**

|                       | Costo total (Q) | Costo total (\$) |
|-----------------------|-----------------|------------------|
| Pérdida actual al año | 143 625,76      | 18 413,56        |
| Pérdida con reducción | 93 356,74       | 11 968,81        |
| Ahorro proyectado     | 50 269,02       | 6 444,75         |
| % de reducción        | 35 %            | 35 %             |

Fuente: elaboración propia.

### 3.2.5. Proyección de ahorro anual por pérdida de producto

En base a una reducción del 35 % y tomando esta cantidad en relación con lo consumido en cada factor, se llegan a los objetivos de la tabla XI.

Tabla XI. **Objetivos del proyecto**

| CTQ                                 | Línea base | Objetivo |
|-------------------------------------|------------|----------|
| Cantidad de masa efectiva           | 96,40 %    | 97,7 %   |
| Cantidad de producto para reproceso | 4512 kg    | 1572 Kg  |
| Desecho de laminado                 | 174 Kg     | 113 Kg   |
| Masa desechada                      | 7 %        | 3,5 %    |

Fuente: elaboración propia.

### **3.2.6. Beneficios de la implementación de mejoras**

La implementación de mejoras brinda un impacto positivo no solo en la disminución de pérdida si no en otras áreas de manera tangible e intangible.

#### **3.2.6.1. Beneficios tangibles**

Este tipo de beneficios son los que se pueden medir de manera monetaria y mejoran la productividad de los procesos y la del personal. Dentro de los beneficios tangibles podemos encontrar:

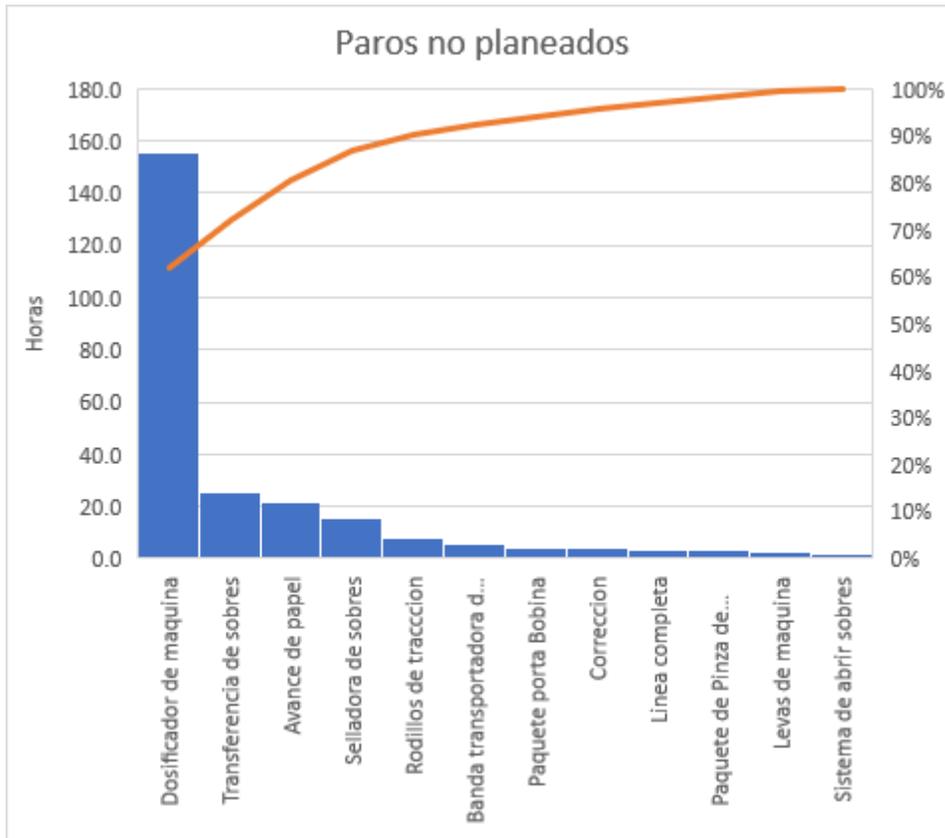
##### **3.2.6.1.1. Ahorro en pérdida de producto**

Se proyecta un ahorro del 35 % en pérdida de semielaborado de CREMA DE HONGOS, es decir, \$ 6 444,75 anuales con su implementación. Esto hará que la línea aumente 1,25 % en su desempeño.

##### **3.2.6.1.2. Reducción de paros no planeados**

Como antes se mencionó, una de las características de la masa es su alto grado de polvosidad. Esto hace que sea volátil y su proceso de fabricación sea difícil de controlar. Durante el transcurso del proceso de dosificación los operadores se ven obligados a realizar rutinas de limpieza constantes. Estos tiempos al acumularse representan una de las 7 mudas de tiempo perdido.

Figura 38. **Horas totales anuales por paros no planeados**



Fuente: elaboración propia.

### 3.2.6.1.3. **Riesgos de incidentes de seguridad**

Cabe destacar que la intervención durante la máquina en funcionamiento es la causa con mayor probabilidad a ocasionar un accidente laboral tal como atrapamiento, corte o cualquier otra lesión en manos y brazos. Esto debido a la volatilidad del producto. Ya que, la máquina tiende a ensuciarse, provocando sobres no conformes y problemas mecánicos en la banda transportadora. Por ello

la reducción y control de la masa dentro de la máquina ayudará a prevenir este tipo de incidentes.

La reducción en riesgos será del 30 %. Con esto la empresa mejorará su desempeño en seguridad y salud ocupacional y los trabajadores permanecerán en un ambiente más seguro.

#### **3.2.6.1.4. Reducción de producto para reproceso**

Actualmente se envía en promedio 4,512 kg anuales para reproceso y por estándares internos únicamente se puede reutilizar un 10 % de este producto para la producción de nuevas masas. El ahorro proyectado es de 65,15 %, lo que es equivalente aproximadamente a 26 horas de trabajo en el área de reproceso.

#### **3.2.6.1.5. Disminución de desecho de laminado**

Este tipo de desecho no solo impacta el desempeño del proceso si no que hay algo aún más importante y es el impacto producido al medio ambiente. La empresa cuenta con un programa de tratamiento, sin embargo, nada es más efectivo que la reducción.

Este fenómeno de desecho de laminado es generado por el producto terminado que no pasa el último filtro de calidad, este es rechazado a causa de su peso neto y es enviado a reproceso. El contenido del producto es recuperado pero el laminado es desechado por lo que no cuenta con una reutilización, con la implementación se obtendrá un ahorro proyectado del 35 %

### **3.2.6.2. Beneficios intangibles**

Son beneficios que no son posibles difíciles de medir debido que no se tiene algún control monetario en ellos, pero aun así son importantes.

#### **3.2.6.2.1. Capacitación al personal**

La capacitación es una inversión en tiempo que trae consigo muchos beneficios para la empresa, puesto que son difíciles de medir en cada persona lo que puedan lograr con ello, se tiene como resultado efectos positivos. En este caso se pueden recalcar:

- Actitud más positiva
- Aumento de conocimiento
- Ayuda a que la persona se identifique con la empresa
- Facilita la comprensión en futuras decisiones de la empresa
- Mayor participación para la solución de problemas
- Incremento de productividad
- Mejor comunicación
- Aprendizaje en vía inversa, de empleado hacia jefe

#### **3.2.6.2.2. Refuerzo de competencia en Peso Neto**

El objetivo se habrá cumplido si se logra aumentar los conocimientos y habilidades que contribuirán a que el proceso sea estable y capaz de mantenerse dentro de los límites de especificación aceptados. Dando como resultado que se pueda ver reflejado en los operadores, supervisores e ingenieros de proceso.

### **3.2.6.2.3. Impacto en el costo del producto**

El aspecto central es la diferenciación sobre el cual se debe fijar los precios en productos de consumo masivo. El establecimiento del valor del producto se basa en tres aspectos fundamentales:

- El valor de uso, es la importancia que le dan las personas al ser intercambiado.
- El valor de cambio, es lo que representa para cada uno de los individuos
- La utilidad es lo que lo hace capaz de cumplir con los requisitos del cliente.

Por lo tanto, la satisfacción del consumidor y el precio se encuentran relacionados de manera directa. Así que, al brindar un peso más justo, el consumidor no devalúa el producto.

### **3.2.7. Selección del equipo de trabajo**

El recurso humano es uno de los factores que se necesita para desarrollar un proyecto Seis Sigma y para ello se construye una estructura que comprende una cultura de calidad total en todos sus niveles. Es importante fomentar la comunicación con todos.

En primer lugar, se consiguió el consentimiento y compromiso de los líderes de la fábrica, se invitó a expertos y dueños de proceso a formar parte del equipo, además de un apoyo de personas de otros departamentos para impulsar el cuestionamiento de hipótesis y aprobación de las acciones en función del cumplimiento de los intereses de las demás áreas.

El equipo quedó constituido de la siguiente manera:

- *Sponsor*: jefe de producción (*Master Black Belt*)
- *Coach*: director de mejora continua (*Master Black Belt*)
- Líder: Clariheelen Escobar
- *Process Owner*: Ingeniera de procesos (*Green Belt*)

Miembros del equipo:

- Encargado de control de pérdidas
- Técnico de la línea
- Electricista de la línea
- Operadores de la línea
- Representante del departamento de Calidad
- Representante del departamento de Seguridad Industrial

A todos los integrantes se les comunicó la oportunidad de crecimiento como empresa y por ende la importancia del proyecto. Además, se les informó las cualidades que poseían por las cuales habían sido elegidos y el apoyo, compromiso y resultados que se esperaban a nivel individual y de proyecto.

El paso siguiente, fue nivelarlos en el conocimiento de la metodología y datos básicos de la situación.

Figura 39. **Matriz de habilidades del equipo**



Fuente: elaboración propia.

### 3.3. Acta de constitución del trabajo de graduación

Los detalles de la definición del proyecto se plasman en una “Carta de Definición del Proyecto”, esta es actualizada regularmente y aprobada las veces necesarias.

Figura 40. Carta de definición del proyecto

Carta de definición de Proyectos Lean Six Sigma

|                             |  |
|-----------------------------|--|
| Título del proyecto:        | Reducción del 35% de pérdida de Semielaborado de Crema de Hongos de la línea Sopas 2   |
| Líder del proyecto:         | Clariheelen Escobar  |
| Caso de negocio:            | Como compañía, el desempeño del proceso de dosificación en el área de Llenaje en producción no está cumpliendo con los costos establecidos. Esto está causando problemas en cantidad de cajas producidas, cantidad de producto para reproceso, cantidad de desecho orgánico, de laminado y costos de calidad. Llegando a una pérdida monetaria en producto alrededor de \$18, 413.56 dólares por año.  |
| Planteamiento del problema: | En el análisis de los datos de la pérdida de Semielaborado de la Fábrica en el sector de Sopas, durante el último año, se evidencia que la principal pérdida del sector es la Mezcla de Crema de Hongos. La pérdida asciende a 18.4 KUSD por año de los cuales el 91% está concentrado en la línea Sopas 2. En esta línea se manejan alrededor de 15 variedades por lo que el impacto en pérdida es alto en general, sobre todo, para las cremas que tienen un crecimiento proyectado del 5% para el siguiente año. El porcentaje actual de pérdida en la línea para esta variedad es de 3.6% siendo el objetivo del sector 0.8%. Generando además 4,5 K Kg de reproceso anualmente. |
| Alcance:                    | El proyecto se delimita a la línea de Sopas 2 en el sector de Llenaje de Sopas, desde el silo hasta el final de la línea. Únicamente para el producto de Crema de Hongos normal en presentación de 65g.  |
| Riesgos del proyecto:       | Línea sin planificación de producción de crema de hongos / Desabasto de Materias Primas / Saturación de línea con otras variedades.  |
| Recursos:                   | Base de datos de pérdida, laboratorio de densidades, soporte del equipo de cámaras frías y registros de tiempos  |
| Objetivo:                   | Disminución del 35% de la pérdida por sobredosificación en Crema de Hongos 65g   |
| Entregables:                | Creación y actualización de estándares de proceso. Creación de competencias en equipo técnico y de llenaje, aseguramiento del cumplimiento de la normativa de peso neto, disminución de reproceso, disminución de desecho de laminado, disminución de masa desechada.  |
| Roles:                      |  |

| Rol                                   | Departamento         |
|---------------------------------------|----------------------|
| Líder del proyecto                    | Producción           |
| Dueño de proceso                      | Producción           |
| Encargado de control de pérdidas      | Producción           |
| Control mecánico de la máquina        | Técnico              |
| Control eléctrico de la máquina       | Técnico              |
| Operador de máquina turno diurno      | Producción           |
| Operador de máquina turno mixto       | Producción           |
| Operador de máquina turno nocturno    | Producción           |
| Aseguramiento de la calidad           | Calidad              |
| Aseguramiento de seguridad industrial | Seguridad Industrial |

Plan preliminar:

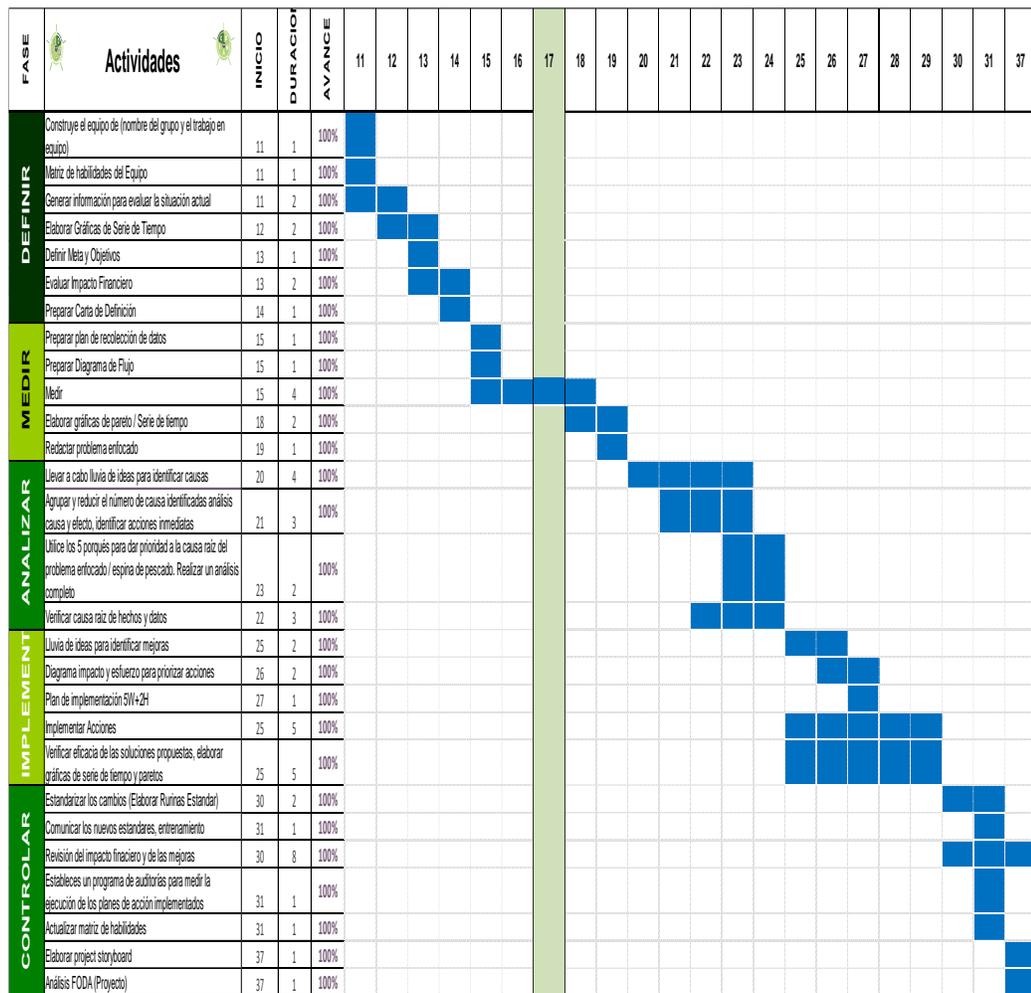
| Fase        | Descripción  | Fecha          |
|-------------|--|----------------|
| Definir     | Establecer objetivos del proyecto y miembros del equipo                      | Semana 11 - 14 |
| Medir       | Definir la información clave para su análisis                                | Semana 15 - 19 |
| Analizar    | Interpretar los datos e identificar causa raíz del problema                  | Semana 20 - 24 |
| Implementar | Implementar las mejoras conseguidas  | Semana 25 - 29 |
| Controlar   | Validar la implementación de mejoras y estandarizar los resultados obtenidos | Semana 30 - 37 |

Fuente: elaboración propia.

### 3.4. Planificación del trabajo de graduación: diagrama de Gantt

El proyecto debe ser plasmado sobre un cronograma de actividades con el fin de ser documentado y actualizado conforme el nivel de cumplimiento de cada etapa. Este debe ser comunicado y analizado semanalmente porque es crítico para llegar al éxito.

Figura 41. Gantt de proyecto



Fuente: elaboración propia.

Tabla XII. **Lista de actividades del proyecto**

| FASE   |  <b>Actividades</b>  |
|--|--|
| <b>DEFINIR</b>   | Construye el equipo de (nombre del grupo y el trabajo en equipo)   |
|  | Matriz de habilidades del Equipo   |
|  | Generar información para evaluar la situación actual   |
|  | Elaborar Gráficas de Serie de Tiempo   |
|  | Definir Meta y Objetivos   |
|  | Evaluar Impacto Financiero   |
| <b>MEDIR</b>   | Preparar Carta de Definición   |
|  | Preparar plan de recolección de datos  |
|  | Preparar Diagrama de Flujo   |
|  | Medir  |
| <b>ANALIZAR</b>  | Elaborar gráficas de pareto / Serie de tiempo  |
|  | Redactar problema enfocado   |
|  | Llevar a cabo lluvia de ideas para identificar causas  |
|  | Agrupar y reducir el número de causa identificadas análisis causa y efecto, identificar acciones inmediatas  |
| <b>IMPLEMENTAR</b>   | Utilice los 5 porqués para dar prioridad a la causa raíz del problema enfocado / espina de pescado. Realizar un análisis completo  |
|  | Verificar causa raíz de hechos y datos   |
|  | Lluvia de ideas para identificar mejoras   |
|  | Diagrama impacto y esfuerzo para priorizar acciones  |
| <b>CONTROLAR</b>   | Plan de implementación 5W+2H   |
|  | Implementar Acciones   |
|  | Verificar eficacia de las soluciones propuestas, elaborar gráficas de serie de tiempo y paretos  |
|  | Estandarizar los cambios (Elaborar Rurinas Estandar)   |
|  | Comunicar los nuevos estándares, entrenamiento   |
|  | Revisión del impacto financiero y de las mejoras   |
| Estableces un programa de auditorías para medir la ejecución de los planes de acción implementados |  |
| Actualizar matriz de habilidades   |  |
| Elaborar project storyboard  |  |
| Análisis FODA (Proyecto)   |  |

Fuente: elaboración propia.

### **3.5. Fase 2: metodología DMAIC (medir)**

En esta fase se describirá el proceso de una manera más detallada para lograr un mejor entendimiento del mismo y verificar el desempeño. Para la cual, se obtendrán datos que serán analizados en la siguiente fase, se evaluará el sistema de medición para cuantificar los errores asociados a las métricas establecidas en la fase de definir.

#### **3.5.1. Estratificación del problema**

Para seleccionar qué medir se identifican los factores que son más importantes y que ayudarán a responder las preguntas ¿Quién?, ¿Qué?, ¿Cuándo? Y ¿Dónde?

Dicho de otra manera, las incógnitas que se tienen en forma de pregunta establecerán lo que hay que medir. La clave del proceso es hacer una lista de preguntas relacionadas con el defecto.

##### **3.5.1.1. Criterios de Estratificación**

Las preguntas que ayudaron a determinar los factores de estratificación se detallan a continuación.

- ¿Qué tanto varía el peso neto en sobres de otras variedades fabricadas en la misma máquina?
- ¿El nivel de masa en un Big Bag influye en la variación?
- ¿En qué turno se reporta mayor pérdida?

- ¿Qué sobres descarta la balanza?
- ¿Cuál es la exactitud de la balanza?
- ¿Cuáles son las velocidades de la máquina que mejor se adaptan a la variedad?
- ¿Se fabrica con las cantidades exactas de materia prima que dice la receta?
- ¿Qué variables pueden afectar antes de que el Big Bag llegue al proceso de dosificación?

### **3.5.2. Plan de recolección de datos**

Posteriormente, establecer los criterios de estratificación, ayudaron a definir los datos específicos a recolectar y a elaborar el plan de muestreo de la tabla XIII.

Tabla XIII. Plan de muestreo

| Qué medir (QUÉ)  | Unidad de Medida               | Dónde medir (DÓNDE)                   | Muestra (CUÁNDO) | Cómo recolectar (CÓMO)  | Por qué se necesitan estos datos (POR QUÉ)  | Persona a cargo (QUIÉN)                  |
|--|--------------------------------|---------------------------------------|------------------|---|---|--|
| Variación de peso neto en sobres de otras variedades producidas en Sopas 2   | Gramos                         | Pesa digital                          | Semana 15        | Se tomarán 7 sobres cada 6 min.   | Para determinar el comportamiento de otras variedades y validar la pérdida de Crema de hongos por déficit en el sistema.    | Clariheelen Escobar                      |
| Variación de peso neto en el transcurso de dosificación de un <i>Big Bag</i> | Gramos                         | Pesa digital                          | Semana 16        | Se tomarán 50 sobres al inicio, mitad y final del <i>Big Bag</i>  | Para determinar las velocidades estándares para una dosificación más exacta.  | Clariheelen Escobar                      |
| Pérdida de semielaborado en cada turno                                       | Kilogramos                     | Indicador de pérdida de semielaborado | Semana 16        | Se tomarán la cantidad de kg perdidos y enviados a reproceso.   | Para identificar al maquinista que logra un mejor desempeño y analizar los parámetros que utiliza.                          | Clariheelen Escobar                      |
| Peso neto de sobres descartados por balanza                                  | Gramos                         | Pesa digital                          | Semana 17        | Se tomará una muestra de 110 sobres.  | Para asegurar la confiabilidad de los datos y garantizar un descarte efectivo para evitar enviar producto bueno a reproceso | Clariheelen Escobar                      |
| Velocidades y tiempos establecidos en máquina                                | Porcentaje Unidades por minuto | Caja de mando Sopas 2                 | Semana 18        | Ver en pantalla de Sopas 2 el porcentaje de velocidades y tiempos y comparar con parámetros establecidos en la receta en cada turno | Para determinar los parámetros adecuados y mejorar la adherencia entre máquina y producto                                   | Rodolfo Rodríguez<br>Clariheelen Escobar |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. Plan de muestreo No. 2

| Qué medir (QUÉ)  | Unidad de Medida | Dónde medir (DÓNDE)                      | Muestra (CUÁNDO) | Cómo recolectar (CÓMO)   | Por qué se necesitan estos datos (POR QUÉ)                            | Persona a cargo (QUIÉN) |
|--|------------------|--|------------------|--|---|-------------------------|
| Desviación de balanza  | Gramos           | Balanza                                  | Semana 19        | Toma de peso neto 30 veces de un mismo sobre   | Para determinar la exactitud de la balanza                            | Clariheelen Escobar     |
| Tiempo de fabricación de las masas   | Segundos         | Centro de Mezclas                        | Semana 15        | Medir el tiempo en el momento que es fabricada la masa en cuarto de control en Fabricación | Para validar la adherencia a la receta.                               | Clariheelen Escobar     |
| Tiempo de espera de un <i>Big Bag</i> después de ser fabricada para pasar a línea de llenaje | Horas            | Reporte de Centro de Mezclas y de silero | Semana 15 y 16   | Identificar el número de masa y rastrearlo hasta el momento de ser colocado en tolva.      | Para determinar el nivel de impacto que genera una espera prolongada. | Clariheelen Escobar     |

Fuente: elaboración propia.

### **3.5.2.1. Proceso de fabricación**

Pese a que el alcance está delimitado en el área de llenaje, los pasos anteriores a este deben ser medidos para identificar causas especiales que afecten la entrada de producto al proceso de dosificación. De ser que hubiese alguna, se identifica para poder dar el tratamiento correcto, siendo uno de ellos la eliminación de esta antes de entrar o bien, adaptando la línea a estos factores.

Los puntos críticos a medir para la identificación de causas especiales son: temperatura, tiempo de reposo de la masa después de fabricarse y tiempo de mezclado de materia prima.

#### **3.5.2.1.1. Temperatura**

La fábrica cuenta con dos cámaras frías, una con temperatura de 16 °C y la otra a 9 °C. La receta indica temperatura ambiente para todos los ingredientes exceptuando la grasa en polvo, esta debe ser almacenada a una temperatura de 9° C. Sin embargo, por falta de espacio, es almacenada en la primera cámara.

Por lo cual, se estableció realizar las pruebas correspondientes y la toma de datos siguiendo las instrucciones exactas.

Ahora bien, después de haber sido fabricada la masa es reposada a temperatura ambiente para luego esperar su turno en la línea de llenaje. El parámetro no es estándar ya que es algo que ha sido asumido en la práctica por los operadores. Por esta razón es una de las variables claves a medir, considerando que al estar fría la masa será más compacta.

#### **3.5.2.1.2. Tiempo de reposos de la masa después de fabricarse**

En relación el tiempo con la temperatura, aunque la masa sea refrigerada pero el tiempo de reposo sea muy prolongado para el efecto que se busca de ser más compacta será anulado. Esto quiere decir, que al encontrar un factor solución en la temperatura, el tiempo es esencial. De esta manera, se convierte en una variable a medir que al ser confirmada se deberá proseguir con una reestructuración en la programación de fabricación.

#### **3.5.2.1.3. Tiempo de mezclado de materia prima**

Como se mencionó anteriormente la adherencia a la receta es un factor que debe ser comprobado, que bien, es sabido las personas suelen evitar pasos para hacer las cosas mucho más rápidas y cumplir con la producción. La supervisión del cumplimiento puede medirse en el tiempo que se le asigna a cada etapa.

Una de las teorías es que, al no darle el tiempo adecuado, los ingredientes no se integran por completo y los pedazos de hongo quedan agrupados, pudiendo ser el causante principal de producto atorado en el tornillo sin fin del dosificador. Y que se produzca que caiga de una vez una bola de masa acumulada en la dosificación y no de manera continua.

#### **3.5.2.2. Proceso de llenaje**

Ahora bien, es a partir de acá que el estudio está delimitado. Y los análisis estadísticos tendrán énfasis. Al asegurar que este proceso inicia con masas con adherencia a la receta al 100 % serán los parámetros en máquinas que deberán

ser modificados. Sin embargo, el plan de recolección de datos fue realizado con el fin de hacer pruebas tanto con adherencia al 100 % como con variaciones para encontrar la mejor combinación entre masa y máquina.

#### **3.5.2.2.1. Variación de peso neto en sobres de otras variedades**

Es importante destacar que la CREMA DE HONGOS es una de las variedades de mayor costo de producción debido a sus ingredientes. El propósito de medir la variación de peso neto de las otras variedades es validar la adherencia masa máquina según cada tipo, además de garantizar que el impacto que se está teniendo a nivel fábrica no sea solo por su costo sino también porque efectivamente existe un área de oportunidad en esta variedad.

El segundo aspecto de esta variable es poder comparar los ingredientes de cada una de las recetas con su proporción, temperatura, tiempo de mezclado y tiempo de reposo.

#### **3.5.2.2.2. Variación de peso neto en el transcurso de dosificación**

Desde la perspectiva de los operadores, el peso varía en relación al punto en el que se encuentra la masa dentro del *Big Bag* mientras es dosificado. La experiencia de la persona que se encuentra en el lugar del problema es valiosa por lo que, no se quiso ignorar su comentario y se procedió a declararla como variable a medir.

Figura 42. **Big Bag** colocado en línea de llenaje



Fuente: elaboración propia, Área de llenaje, Empresa de Alimentos.

Figura 43. **Referencia geométrica *Big Bag***



Fuente: elaboración propia, empleando AutoCAD 2018.

Como se puede observar en la imagen anterior, el *Big Bag* es colocado con su boquilla más pequeña hacia abajo en forma de embudo, al iniciar la dosificación el nivel de masa baja continuamente y al tratarse de un producto como CREMA DE HONGOS afecta el flujo del material. Al ser una variedad constituida con un porcentaje muy alto en harina, al ir reduciendo el nivel se vuelve más suelta y pese al vibrador el producto baja con mayor dificultad y al hacerlo no lo realiza de manera continua si no por pocos.

#### **3.5.2.2.3. Cantidad de peso neto en sobres descartados por la báscula**

El punto de control de aseguramiento de la calidad es la báscula ubicada al final de la línea la cual descarta aquellos sobres que no cumplan con las

especificaciones, es decir, que no se encuentran entre 61 a 70 gramos. Aquellos que no se ubiquen dentro del rango son descartados, estos caen a una canasta que al final de turno es pesada y enviada al área de reproceso.

Figura 44. **Báscula de calidad**



Fuente: elaboración propia, Área de pesado, Empresa de Alimentos.

#### **3.5.2.2.4. Desviación de báscula**

Frente a la gran cantidad de producto para reproceso enviada a diario, se presentó la siguiente incógnita ¿Es enviado solo lo necesario? Pese a que las

básculas son un punto de control de uso continuo para la línea de producción, el área de mantenimiento no presentaba algún reporte de rutina de inspección de equipo establecida. Por lo que, su efectividad al momento de realizar la medición podía ser puesta en duda.

Para responder dicha pregunta se estableció como variable el peso neto de los sobres que eran descartados para así verificar la desviación de la máquina.

#### **3.5.2.2.5. Variación en el tiempo de reposos de la masa después de fabricarse**

Como se mencionó anteriormente, el tiempo de reposo es parte importante del proceso de la CREMA DE HONGOS, por lo que, al establecer el tiempo y temperatura adecuada, es vital la coordinación en la programación desde su fabricación hacia su llenaje para que al producir un lote de varios *Big Bags* no se pierda la temperatura definida en los últimos al pasar a dosificación.

#### **3.5.2.2.6. Parámetros utilizados por operador de la máquina**

La máquina cuenta con un mando de control digital en el cual cada operador encargado puede modificar según su criterio. Estos parámetros son:

- Vibración
- Velocidad
- Tiempos

De acuerdo a los comentarios de los encargados, los parámetros se utilizan según la condición de la masa, por lo que no siempre es la misma para cada uno de los *Big Bag*; replicando que a pesar de ser del mismo lote estas varían.

Así que, para comprobar es indispensable la medición de los resultados por turno para determinar el rendimiento del operador y así poder rastrear las masas utilizadas y con ello registrar los parámetros ingresados. Con la finalidad de llegar a estandarizar un rango más sesgado en los parámetros.

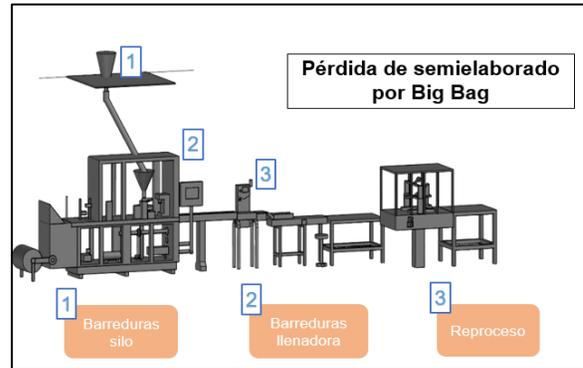
#### **3.5.2.2.7. Cantidad de producto en reproceso por *Big Bag***

Como consecuencia a las grandes cantidades enviadas por turno a reproceso, se midió la cantidad promedio que sale de un *Big Bag*. Para evitar que al analizar la cantidad de reproceso en su totalidad no diera un resultado que pudiera distraer el análisis; y al analizar el *Big Bag* como una unidad obtener otros factores escondidos, para ver el comportamiento al nivel más pequeño.

#### **3.5.2.2.8. Cantidad de producto en pérdida por *Big Bag***

No obstante, el producto que es enviado a reproceso no es solo la única razón por la cual se tiene producto perdido por *Big Bag*. Se mapearon dos puntos más como se muestra en la figura 45.

Figura 45. **Pérdida de semielaborado por *Big Bag***



Fuente: elaboración propia, empresa de Alimentos.

El primero, barreduras en silo: es producto que cae al suelo cuando el silo vibra para que el producto pueda bajar del *Big Bag* a la tubería. Este es desechado y no aprovechado.

Figura 46. **Barredura en silo**



Fuente: elaboración propia, Área de llenaje, Empresa de Alimentos.

En Segundo tenemos barreduras llenadoras: producto que cae fuera del sobre y no es reutilizado.

Figura 47. **Barredura llenadora**



Fuente: elaboración propia, Área de llenaje, Empresa de Alimentos.

El tercero tenemos reproceso: producto descartado por báscula

Figura 48. **Canasta de producto para reproceso**



Fuente: elaboración propia, Área de empaque, Empresa de Alimentos.

### **3.5.3. Resultados cuantitativos de muestreo de variación de peso neto**

A continuación, se plasman los resultados del plan de recolección de datos, mismos que servirán para entender el pasado, controlar el presente y predecir el futuro.

#### **3.5.3.1. Proceso de fabricación**

Lo que se buscaba en esta parte era no solo la adherencia a la receta si no encontrar la temperatura y tiempo ideal para fabricar una masa que fuera más fácil de dosificar.

##### **3.5.3.1.1. Temperatura de la masa en el transcurso del tiempo**

El ensayo consistió en la fabricación de 16 masas divididas de la siguiente forma:

- 4 con grasa “caliente”: para las cuales se utilizó grasa almacenada a temperatura ambiente y se alteró la receta añadiendo únicamente la mitad de la cantidad de harina en la primera fase de mezclado y la segunda en la siguiente fase.
- 4 masas según receta: adherencia 100% a la receta, temperatura a 9 °C
- 4 masas “normales”: es decir, como se fabricaban con grasa a 16 °C

Figura 49. Registro de pérdida variando temperatura

| No. masa | Peso inicial | Peso final | Pérdida | Comentarios   |
|----------|--------------|------------|---------|---|
| 282      | 1830         | 1815       | 15g     | Para masas de pasta   |
| 283      | 1825         | 1810       | 15g     |   |
| 284      | 1815         | 1805       | 10g     |   |
| 289      | 205          | 1810       | 14.1g   | Liberación de peso en ZANCO del big bag - acumulación de mercancías |
| 285      | 1640         | 1730       | 55g     |   |
| 286      | 1720         | 1900       | 23g     |   |
| 287      | 1900         | 2045       | 25g     |   |
| 288      | 2045         | 2250       | 40g     |   |
| 289      | 2250         | 2235       | 4.25g   |   |

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.3.1.2. Tiempo de reposo de la masa después de fabricarse

En un ensayo practicado con masas fabricadas con adherencia a la receta al 100 % se tomaron los siguientes datos:

Tabla XV. Tiempo de residencia

| No. | No. masa | Desviación estándar | Tiempo de residencia | Turno |
|-----|----------|---------------------|----------------------|-------|
| 1   | 256      | 1,624               | 6 días               | C     |
| 2   | 261      | 1,886               | 24 horas             | C     |
| 3   | 263      | 1,747               | 24 horas             | C     |
| 4   | 266      | 1,733               | 24 horas             | D     |
| 5   | 267      | 1,58                | 24 horas             | D     |
| 6   | 269      | 1,799               | 24 horas             | D     |
| 7   | 268      | 1,846               | 24 horas             | D     |

Continuación de la tabla XV.

|    |     |       |            |   |
|----|-----|-------|------------|---|
| 8  | 274 | 1,877 | < 12 horas | B |
| 9  | 277 | 2,436 | < 12 horas | B |
| 10 | 278 | 1,53  | < 12 horas | B |
| 11 | 279 | 2,138 | < 12 horas | B |

Fuente: elaboración propia.

En esta prueba se pudo observar con un rango de hasta seis días debido a la programación de producción de la variedad. Sin embargo, fue de mucho apoyo en el análisis.

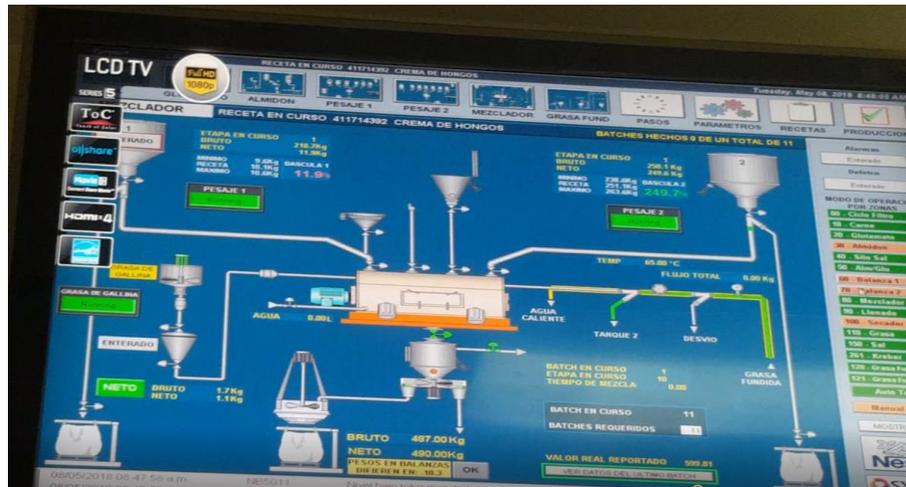
#### **3.5.3.1.3. Tiempo de mezclado de materia prima**

Para el aseguramiento en el cumplimiento de los tiempos del mezclado se realizó un plan de comunicación de desarrollo de un ensayo de fabricación de masas entre los operarios y supervisores.

En el área no hay forma de poder registrar estos tiempos, por lo que se optó por tomar los datos mediante un video en el cual se grababa todas las fases del proceso.

El video consistía en captar la pantalla de la mezcladora, ya que en esta se puede visualizar los tiempos y fases aplicadas por cada operario de turno.

Figura 50. Pantalla de mezcladora



Fuente: elaboración propia, Departamento de Producción, Empresa de Alimentos.

### 3.5.3.2. Proceso de llenaje

La medición de datos en la dosificación fue de manera paralela, ya que a cualquier cambio en la receta los niveles de pérdida debían ser medidos y a esto registrarle los parámetros con los que se habían trabajado.

#### 3.5.3.2.1. Variación de peso neto en sobres de otras variedades

Para eliminar la teoría de que CREMA DE HONGOS reportaba alta pérdida monetaria solo por su alto costo en ingredientes, se observó el comportamiento de otras variedades. Con esto se buscaba también una mejor comprensión en cuanto al comportamiento en la máquina.

El muestro se realizó con una dinámica basada en la toma de 7 sobres antes de ser pasados por la báscula cada 6 minutos. Una pequeña muestra de los datos obtenidos son los siguientes.

Tabla XVI. **Muestreo de variación de peso neto en sopa de olla de carne**

| Hora         | Muestra No. | Correlativo | Peso (g) | Límite inferior | Límite superior |
|--------------|-------------|-------------|----------|-----------------|-----------------|
| <b>14:54</b> | 1           | 1           | 40,68    | 37              | 43              |
|              | 2           | 2           | 40,07    | 37              | 43              |
|              | 3           | 3           | 40,55    | 37              | 43              |
|              | 4           | 4           | 38,33    | 37              | 43              |
|              | 5           | 5           | 39,94    | 37              | 43              |
|              | 6           | 6           | 41,18    | 37              | 43              |
|              | 7           | 7           | 39,81    | 37              | 43              |
| <b>15:00</b> | 1           | 8           | 41,06    | 37              | 43              |
|              | 2           | 9           | 39,43    | 37              | 43              |
|              | 3           | 10          | 41,28    | 37              | 43              |
|              | 4           | 11          | 40,65    | 37              | 43              |
|              | 5           | 12          | 40,87    | 37              | 43              |
|              | 6           | 13          | 40,33    | 37              | 43              |
|              | 7           | 14          | 40,26    | 37              | 43              |
| <b>15:06</b> | 1           | 15          | 39,90    | 37              | 43              |
|              | 2           | 16          | 41,17    | 37              | 43              |
|              | 3           | 17          | 39,28    | 37              | 43              |
|              | 4           | 18          | 41,27    | 37              | 43              |
|              | 5           | 19          | 40,39    | 37              | 43              |
|              | 6           | 20          | 40,51    | 37              | 43              |
|              | 7           | 21          | 40,25    | 37              | 43              |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVII. **Muestreo de variación de peso neto en sopa de sancocho**

| Hora         | Muestra No. | Correlativo | Peso (g) | Límite inferior | Límite superior |
|--------------|-------------|-------------|----------|-----------------|-----------------|
| <b>08:53</b> | 1           | 1           | 38,94    | 37              | 43              |
|              | 2           | 2           | 38,99    | 37              | 43              |
|              | 3           | 3           | 38,88    | 37              | 43              |
|              | 4           | 4           | 40,29    | 37              | 43              |
|              | 5           | 5           | 38,12    | 37              | 43              |
|              | 6           | 6           | 39,68    | 37              | 43              |
|              | 7           | 7           | 40,02    | 37              | 43              |
| <b>08:59</b> | 1           | 8           | 39,90    | 37              | 43              |
|              | 2           | 9           | 39,07    | 37              | 43              |
|              | 3           | 10          | 39,86    | 37              | 43              |
|              | 4           | 11          | 40,27    | 37              | 43              |
|              | 5           | 12          | 40,17    | 37              | 43              |
|              | 6           | 13          | 37,32    | 37              | 43              |
|              | 7           | 14          | 40,83    | 37              | 43              |
| <b>09:05</b> | 1           | 15          | 39,87    | 37              | 43              |
|              | 2           | 16          | 40,64    | 37              | 43              |
|              | 3           | 17          | 40,15    | 37              | 43              |
|              | 4           | 18          | 39,73    | 37              | 43              |
|              | 5           | 19          | 39,33    | 37              | 43              |
|              | 6           | 20          | 41,33    | 37              | 43              |
|              | 7           | 21          | 39,82    | 37              | 43              |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XVIII. **Muestreo de variación de peso neto en crema de sabor pollo**

| Hora         | Muestra No. | Correlativo | Peso (g) | Límite inferior | Límite superior |
|--------------|-------------|-------------|----------|-----------------|-----------------|
| <b>09:40</b> | 1           | 1           | 65,54    | 60              | 68              |
|              | 2           | 2           | 64,72    | 60              | 68              |
|              | 3           | 3           | 61,55    | 60              | 68              |
|              | 4           | 4           | 64,60    | 60              | 68              |
|              | 5           | 5           | 66,81    | 60              | 68              |
|              | 6           | 6           | 63,30    | 60              | 68              |
|              | 7           | 7           | 63,85    | 60              | 68              |
| <b>09:46</b> | 1           | 8           | 62,06    | 60              | 68              |
|              | 2           | 9           | 63,24    | 60              | 68              |
|              | 3           | 10          | 63,91    | 60              | 68              |
|              | 4           | 11          | 62,79    | 60              | 68              |

Continuación de la tabla XVIII.

|              |   |    |       |    |    |
|--------------|---|----|-------|----|----|
|              | 5 | 12 | 62,85 | 60 | 68 |
|              | 6 | 13 | 63,84 | 60 | 68 |
|              | 7 | 14 | 66,05 | 60 | 68 |
| <b>09:52</b> | 1 | 15 | 60,03 | 60 | 68 |
|              | 2 | 16 | 63,43 | 60 | 68 |
|              | 3 | 17 | 65,30 | 60 | 68 |
|              | 4 | 18 | 64,37 | 60 | 68 |
|              | 5 | 19 | 64,37 | 60 | 68 |
|              | 6 | 20 | 64,24 | 60 | 68 |
|              | 7 | 21 | 61,92 | 60 | 68 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XIX. **Muestreo de variación de peso neto en crema de papa**

|              |   |    |       |    |    |
|--------------|---|----|-------|----|----|
| <b>10:38</b> | 1 | 1  | 60,56 | 56 | 64 |
|              | 2 | 2  | 62,80 | 56 | 64 |
|              | 3 | 3  | 60,98 | 56 | 64 |
|              | 4 | 4  | 60,47 | 56 | 64 |
|              | 5 | 5  | 60,86 | 56 | 64 |
|              | 6 | 6  | 60,59 | 56 | 64 |
|              | 7 | 7  | 60,23 | 56 | 64 |
| <b>10:44</b> | 1 | 8  | 61,27 | 56 | 64 |
|              | 2 | 9  | 60,23 | 56 | 64 |
|              | 3 | 10 | 60,09 | 56 | 64 |
|              | 4 | 11 | 60,97 | 56 | 64 |
|              | 5 | 12 | 61,01 | 56 | 64 |
|              | 6 | 13 | 60,81 | 56 | 64 |
|              | 7 | 14 | 59,95 | 56 | 64 |
| <b>10:50</b> | 1 | 15 | 59,56 | 56 | 64 |
|              | 2 | 16 | 1,88  | 56 | 64 |
|              | 3 | 17 | 60,00 | 56 | 64 |
|              | 4 | 18 | 60,35 | 56 | 64 |
|              | 5 | 19 | 60,84 | 56 | 64 |
|              | 6 | 20 | 61,17 | 56 | 64 |
|              | 7 | 21 | 60,41 | 56 | 64 |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XX. **Muestreo de variación de peso neto en CREMA DE HONGOS**

| Correlativo | Peso (g) | Límite inferior | Límite superior |
|-------------|----------|-----------------|-----------------|
| 1           | 66,93    | 61              | 70              |
| 2           | 58,56    | 61              | 70              |
| 3           | 59,83    | 61              | 70              |
| 4           | 63,23    | 61              | 70              |
| 5           | 60,80    | 61              | 70              |
| 6           | 64,41    | 61              | 70              |
| 7           | 61,14    | 61              | 70              |
| 8           | 65,25    | 61              | 70              |
| 9           | 64,80    | 61              | 70              |
| 10          | 65,89    | 61              | 70              |
| 11          | 65,98    | 61              | 70              |
| 12          | 66,25    | 61              | 70              |
| 13          | 60,49    | 61              | 70              |
| 14          | 61,26    | 61              | 70              |
| 15          | 65,11    | 61              | 70              |
| 16          | 66,62    | 61              | 70              |
| 17          | 67,53    | 61              | 70              |
| 18          | 66,30    | 61              | 70              |
| 19          | 66,57    | 61              | 70              |
| 20          | 67,56    | 61              | 70              |
| 21          | 66,57    | 61              | 70              |

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.3.2.2. **Variación de peso neto en el transcurso de dosificación**

Como se mencionó anteriormente una de las sugerencias brindadas por los expertos de la línea (operadores) fue el análisis de variación en las tres etapas de consumo de un *Big Bag* (inicio, durante y final). El muestreo consistió en la toma de 50 sobres en cada etapa, siendo muestra de los resultados lo siguiente.

Tabla XXI. **Muestreo de variación en *Big Bag* crema de pollo**

**Inicio de *Big Bag***

| No. Muestra | Peso Neto | Límite inferior | Límite superior |
|-------------|-----------|-----------------|-----------------|
| 1           | 65,4      | 60              | 68              |
| 2           | 64,39     | 60              | 68              |
| 3           | 65,28     | 60              | 68              |
| 4           | 63,21     | 60              | 68              |
| 5           | 65,1      | 60              | 68              |
| 6           | 63,68     | 60              | 68              |
| 7           | 64,57     | 60              | 68              |
| 8           | 64,2      | 60              | 68              |
| 9           | 62,04     | 60              | 68              |
| 10          | 63,19     | 60              | 68              |

**Mitad de *Big Bag***

| No. Muestra | Peso Neto | Límite inferior | Límite superior |
|-------------|-----------|-----------------|-----------------|
| 1           | 63,46     | 60              | 68              |
| 2           | 65,09     | 60              | 68              |
| 3           | 65,96     | 60              | 68              |
| 4           | 65,32     | 60              | 68              |
| 5           | 65,94     | 60              | 68              |
| 6           | 65,56     | 60              | 68              |
| 7           | 65,06     | 60              | 68              |
| 8           | 64,13     | 60              | 68              |
| 9           | 66,83     | 60              | 68              |
| 10          | 64,1      | 60              | 68              |

**Terminando *Big Bag***

| No. Muestra | Peso Neto | Límite inferior | Límite superior |
|-------------|-----------|-----------------|-----------------|
| 1           | 65,29     | 60              | 68              |
| 2           | 63,56     | 60              | 68              |
| 3           | 65,16     | 60              | 68              |
| 4           | 65,07     | 60              | 68              |
| 5           | 64,18     | 60              | 68              |
| 6           | 64,95     | 60              | 68              |
| 7           | 63,9      | 60              | 68              |
| 8           | 63,08     | 60              | 68              |
| 9           | 65,94     | 60              | 68              |
| 10          | 65,14     | 60              | 68              |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXII. Muestreo de variación en *Big Bag* CREMA DE HONGOS

**Inicio de Big Bag**

| No. Muestra | Peso Neto | Límite inferior | Límite superior |
|-------------|-----------|-----------------|-----------------|
| 1           | 36,45     | 61              | 70              |
| 2           | 66,7      | 61              | 70              |
| 3           | 64,67     | 61              | 70              |
| 4           | 58,39     | 61              | 70              |
| 5           | 63,47     | 61              | 70              |
| 6           | 65,01     | 61              | 70              |
| 7           | 66,95     | 61              | 70              |
| 8           | 60,29     | 61              | 70              |
| 9           | 62,97     | 61              | 70              |
| 10          | 62,74     | 61              | 70              |

**Mitad de Big Bag**

| No. Muestra | Peso Neto | Límite inferior | Límite superior |
|-------------|-----------|-----------------|-----------------|
| 1           | 65,68     | 61              | 70              |
| 2           | 66,14     | 61              | 70              |
| 3           | 66,52     | 61              | 70              |
| 4           | 66,73     | 61              | 70              |
| 5           | 64,62     | 61              | 70              |
| 6           | 67,61     | 61              | 70              |
| 7           | 65,95     | 61              | 70              |
| 8           | 66,2      | 61              | 70              |
| 9           | 65,73     | 61              | 70              |
| 10          | 65,52     | 61              | 70              |

**Terminando Big Bag**

| No. Muestra | Peso Neto | Límite inferior | Límite superior |
|-------------|-----------|-----------------|-----------------|
| 1           | 62,83     | 61              | 70              |
| 2           | 65,94     | 61              | 70              |
| 3           | 66,02     | 61              | 70              |
| 4           | 65,45     | 61              | 70              |
| 5           | 66,43     | 61              | 70              |
| 6           | 64,8      | 61              | 70              |
| 7           | 65,07     | 61              | 70              |
| 8           | 67,33     | 61              | 70              |
| 9           | 64,39     | 61              | 70              |
| 10          | 65,36     | 61              | 70              |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXIII. **Muestreo de variación en *Big Bag* crema de papa**

| <b>No. muestra</b> | <b>Peso neto</b> | <b>Límite inferior</b> | <b>Límite superior</b> |
|--------------------|------------------|------------------------|------------------------|
| 1                  | 60,97            | 56                     | 64                     |
| 2                  | 59,84            | 56                     | 64                     |
| 3                  | 61,07            | 56                     | 64                     |
| 4                  | 60,71            | 56                     | 64                     |
| 5                  | 61,25            | 56                     | 64                     |
| 6                  | 60,9             | 56                     | 64                     |
| 7                  | 60,29            | 56                     | 64                     |
| 8                  | 59,58            | 56                     | 64                     |
| 9                  | 60,25            | 56                     | 64                     |
| 10                 | 60,5             | 56                     | 64                     |
| <b>No. muestra</b> | <b>Peso neto</b> | <b>Límite inferior</b> | <b>Límite superior</b> |
| 1                  | 61,08            | 56                     | 64                     |
| 2                  | 59,71            | 56                     | 64                     |
| 3                  | 59,22            | 56                     | 64                     |
| 4                  | 60,73            | 56                     | 64                     |
| 5                  | 60,26            | 56                     | 64                     |
| 6                  | 61,12            | 56                     | 64                     |
| 7                  | 59,61            | 56                     | 64                     |
| 8                  | 60,31            | 56                     | 64                     |
| 9                  | 60,24            | 56                     | 64                     |
| 10                 | 60,2             | 56                     | 64                     |
| <b>No. muestra</b> | <b>Peso neto</b> | <b>Límite inferior</b> | <b>Límite superior</b> |
| 1                  | 60,29            | 56                     | 64                     |
| 2                  | 61,26            | 56                     | 64                     |
| 3                  | 60,35            | 56                     | 64                     |
| 4                  | 59,82            | 56                     | 64                     |
| 5                  | 60,11            | 56                     | 64                     |
| 6                  | 60,41            | 56                     | 64                     |
| 7                  | 60,88            | 56                     | 64                     |
| 8                  | 61,07            | 56                     | 64                     |
| 9                  | 58,84            | 56                     | 64                     |
| 10                 | 59,34            | 56                     | 64                     |

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.3.2.3. **Peso neto en sobres descartados por la báscula**

Se consideró la posibilidad de encontrar un factor al analizar el comportamiento de los sobres descartados por la báscula, por lo que, se realizó una segunda tarada en diferente báscula para cada sobre. Un parte de estos se detalla a continuación.

Tabla XXIV. **Peso neto de sobres descartados**

| Descarte |       |     |     |
|----------|-------|-----|-----|
| No.      | Peso  | L.I | L.S |
| 1        | 60,5  | 61  | 70  |
| 2        | 60,64 | 61  | 70  |
| 3        | 67,13 | 61  | 70  |
| 4        | 60,48 | 61  | 70  |
| 5        | 61,11 | 61  | 70  |
| 6        | 60,1  | 61  | 70  |
| 7        | 59,95 | 61  | 70  |
| 8        | 59,86 | 61  | 70  |
| 9        | 60,12 | 61  | 70  |
| 10       | 58,54 | 61  | 70  |
| 11       | 60,15 | 61  | 70  |
| 12       | 70,47 | 61  | 70  |
| 13       | 60,45 | 61  | 70  |
| 14       | 59,4  | 61  | 70  |
| 15       | 59,51 | 61  | 70  |

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.3.2.4. **Desviación de báscula**

Al observar con detalle los datos obtenidos en el muestreo de los sobres descartados se encontró que se estaban enviando a reproceso gran cantidad que cumplían con los parámetros. Como consecuencia, se procedió a pesar todos los sobres descartados.

Tabla XXV. **Muestreo de sobres conformes descartados por báscula**

| No. sobre | Peso neto | L. I | L. S |
|-----------|-----------|------|------|
| 1         | 52,48     | 53   | 61   |
| 2         | 52,28     | 53   | 61   |
| 3         | 52,8      | 53   | 61   |
| 4         | 53,51     | 53   | 61   |
| 5         | 53,23     | 53   | 61   |
| 6         | 19,91     | 53   | 61   |
| 7         | 53,12     | 53   | 61   |
| 8         | 52,94     | 53   | 61   |
| 9         | 38,46     | 53   | 61   |
| 10        | 52,03     | 53   | 61   |
| 11        | 52,38     | 53   | 61   |
| 12        | 52,32     | 53   | 61   |
| 13        | 51,11     | 53   | 61   |
| 14        | 49,91     | 53   | 61   |
| 15        | 52,01     | 53   | 61   |

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.3.2.5. Variación en el tiempo de reposo de la masa después de fabricarse

Se realizaron diferentes ensayos en relación con este parámetro. Uno de los formatos de recolección fue el siguiente.

Tabla XXVI. **Muestreo de tiempo de reposo de masas**

| No. Masa | Tiempo de reposo | Kg  | Cantidad halb para reproceso (kg) | Cajas aprox. | Pérdida (kg) | Observaciones  |
|----------|------------------|-----|-----------------------------------|--------------|--------------|--|
| 220      | 6 horas          | 599 | 3,29                              | 57           | 62,19        | Fabricada con 100 segundos de mezclado en su segunda etapa |

Continuación de la tabla XXVI.

| No. Masa | Tiempo de reposo | Kg  | Cantidad halb para reproceso (kg) | Cajas aprox. | Pérdida (kg) | Observaciones  |
|----------|------------------|-----|-----------------------------------|--------------|--------------|--|
| 230      | 23 horas         | 664 | 10,45                             | 65           | 45,15        | Fabricada con 100 segundos de mezclado en su segunda etapa |
| 233      | 28 horas         | 679 | 6,87                              | 67           | 45,01        | Fabricada con 120 segundos de mezclado en su segunda etapa |

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.3.2.6. Parámetros utilizados por operador en la máquina

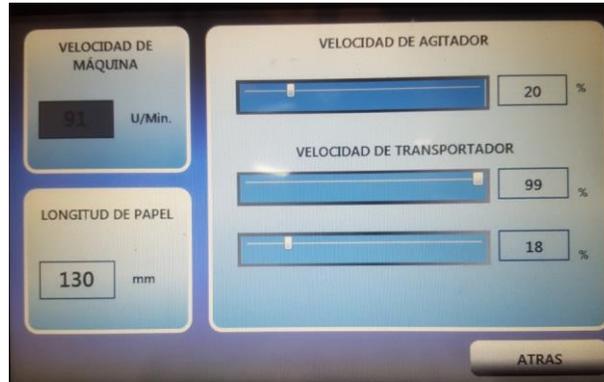
Los parámetros de la máquina estaban establecidos en un estándar. Sin embargo, el rango era muy amplio y cada operador utilizaba diferentes combinaciones. La forma de recolectar los datos fue mediante fotografías y formatos llenados por cada operador de turno.

Figura 51. Tiempos para llenado de tolva



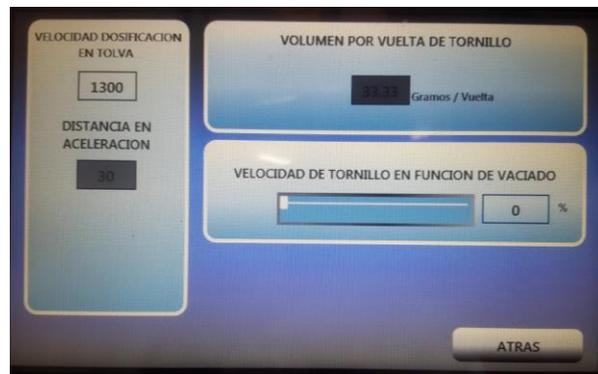
Fuente: elaboración propia, Departamento de Producción, Empresa de Alimentos.

Figura 52. **Velocidades de máquina dosificadora**



Fuente: elaboración propia, Departamento de Producción, Empresa de Alimentos.

Figura 53. **Otros parámetros de máquina dosificadora**



Fuente: elaboración propia, Departamento de Producción, Empresa de Alimentos.

Tabla XXVII. **Toma de datos parámetros de máquina por turno**

| Datos de fabricación                        |                     |                          |             |
|---|---------------------|--------------------------|-------------|
| <b>Masa No.</b>                             | 233                 | <b>Número de lote</b>    | 226064025   |
| <b>Kilos</b>                                | 679                 | <b>Fecha fabricación</b> | 8-may       |
| <b>Humedad</b>                              | 4,57 %<br>MC        | <b>Hora:</b>             | 10:46 a. m. |
| <b>Turno</b>                                | B                   | <b>Maquinista</b>        | Luis Sul    |
| Datos llenaje                               |                     |                          |             |
| Fecha de toma de datos                      | 8-may               |                          |             |
| Hora de envasado                            | 2:47 p. m.          |                          |             |
| Maquinista                                  | Orlando Sul         |                          |             |
| Tiempo de reposo                            | 28 horas            |                          |             |
| Temperatura                                 | 25 °c               |                          |             |
| Cajas aprox.                                | 67                  |                          |             |
| Datos de máquina                            |                     |                          |             |
| Retraso para suministro                     | 5 *0,1 seg          |                          |             |
| Tiempo de alarma                            | 450 *0,1 seg        |                          |             |
| Tiempo suministrado                         | 6* 0,1 seg          |                          |             |
| Tiempo de vibrador                          | 6* 0,1 seg          |                          |             |
| Velocidad de la máquina                     | 92 u/min            |                          |             |
| Longitud de papel                           | 135 mm              |                          |             |
| Velocidad del agitador                      | 20 %                |                          |             |
| Velocidad de transportador                  | 99 % y 18 %         |                          |             |
| Velocidad dosificación en tolva             | 1 300               |                          |             |
| Distancia en aceleración                    | 30                  |                          |             |
| Volumen por vuelta de tornillo              | 33,33 gramos/vuelta |                          |             |
| Velocidad de tornillo en función de vaciado | 0                   |                          |             |

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.3.2.7. Cantidad de producto en reproceso por Big Bag

Para la realización del ensayo, se rastrearon las masas desde el proceso de mezclado y se comunicó al operador encargado de la colocación de estas sobre la tolva. Se realizaron pequeñas pausas entre cada *Big Bag* para obtener la cantidad exacta de producto.

Tabla XXVIII. **Toma de datos de reproceso por *Big Bag***

| Fecha  | Turno | No. Masa | kg  | Tiempo de mezclado | Tiempo de reposo | Hora de inicio | Hora de finalización | Número de cajas producidas | Total kilos de reproceso |
|--------|-------|----------|-----|--------------------|------------------|----------------|----------------------|----------------------------|--------------------------|
| 23-may | C     | 256      | 603 | 100                | 6 días           | 15:15          | 17:00                | 61                         | 1,95                     |
| 23-may | C     | 261      | 601 | 100                | 24 horas         | 17:00          | 19:30                | 64                         | 2,5                      |
| 23-may | C     | 263      | 613 | 100                | 24 horas         | 19:30          | 21:15                | 65                         | 1,5                      |
| 23-may | D     | 266      | 601 | 100                | 24 horas         | 21:30          | 23:10                | 64                         | 10                       |
| 23-may | D     | 267      | 637 | 100                | 24 horas         | 23:10          | 01:10                | 67                         | 10,5                     |
| 23-may | D     | 269      | 674 | 100                | 24 horas         | 01:10          | 03:10                | 69                         | 7                        |
| 23-may | D     | 268      | 581 | 100                | 24 horas         | 03:15          | 05:00                | 73                         | 3                        |
| 24-may | B     | 274      | 596 | 100                | < 12 horas       | 07:15          | 08:59                | 64                         | 5                        |
| 24-may | B     | 277      | 592 | 100                | < 12 horas       | 09:00          | 10:38                | 56                         | 3                        |

Fuente: elaboración propia.

### 3.5.3.2.8. Cantidad de producto en pérdida por *Big Bag*

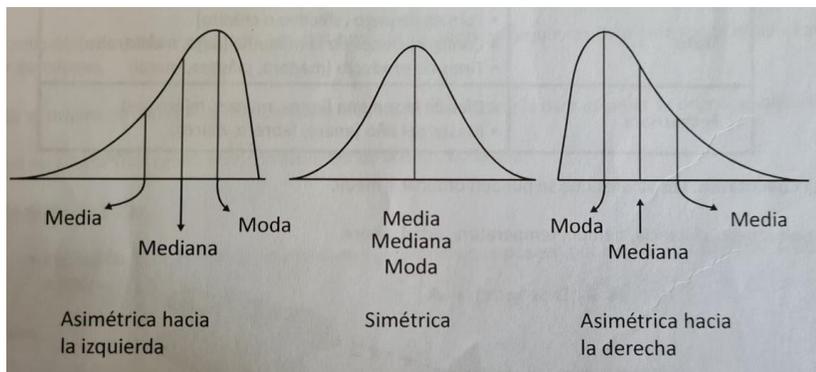
Los datos de pérdida se obtuvieron del sistema, el cual brindó el detalle por variedad, turno y Big Bag. Adicionalmente, se utilizó el siguiente formato de recolección.



### 3.5.4.1.1. Medidas de tendencia central

Las medidas de tendencia central son medidas que localizan en qué punto se encuentra la parte central de un conjunto de datos de una variable cuantitativa.

Figura 55. Tendencia central



Fuente: Lean Six Sigma Institute. *Manual de Certificación Internacional Lean Six Sigma En Guatemala*. p. 13.

La media de un conjunto de datos o bien, muchas veces conocida como promedio, es la suma de los datos dividida entre el número total de datos.

- Media de las muestras

$$\bar{X} = \frac{\sum x}{n}$$

Ecuación 5.

La mediana, es el número que se encuentra a la mitad del rango de datos.

Ejemplo:

Tabla XXIX. **Ejemplo de cálculo de mediana**

|      |      |      |      |   |      |      |      |      |      |
|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|
| 4,91 | 4,95 | 4,95 | 4,98 | 5 | 5,01 | 5,05 | 5,06 | 5,09 | 5,12 |
|------|------|------|------|---|------|------|------|------|------|

Fuente: elaboración propia.

$$n = 10$$

$$\tilde{m} = 5,005$$

La moda, es el número que más veces se repite.

Tabla XXX. **Ejemplo de cálculo de moda**

|      |      |      |      |   |   |      |      |      |      |
|------|------|------|------|---|---|------|------|------|------|
| 4,91 | 4,95 | 4,95 | 4,98 | 5 | 5 | 5,05 | 5,06 | 5,09 | 5,12 |
|------|------|------|------|---|---|------|------|------|------|

Fuente: elaboración propia.

Moda: 5

#### **3.5.4.1.2. Medidas de dispersión**

Las medidas de dispersión son parámetros estadísticos que indican la distancia de los datos de la media aritmética. Estos expresan la variabilidad de los datos. Las medidas más utilizadas son:

El rango, diferencia entre el mayor y el menor de las variables cuantitativas.

- Cálculo de rango

$$R = X_{(n)} - X_{(1)}$$

Ecuación 6.

Donde:

R = rango

$X_n$  = Número mayor

$X_1$  = Número menor

La desviación estándar, mide el grado de dispersión de los datos con respecto a la media.

- Cálculo de desviación estándar

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_i^N (X_i - \bar{X})^2}{N}}$$

Ecuación 7.

Donde:

$X_i$  = número

$\bar{X}$  = Promedio

N = Número total de datos

Varianza, utilizada para medir la dispersión de los valores de una variable.

- Cálculo de desviación estándar

$$o = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})$$

Ecuación 8.

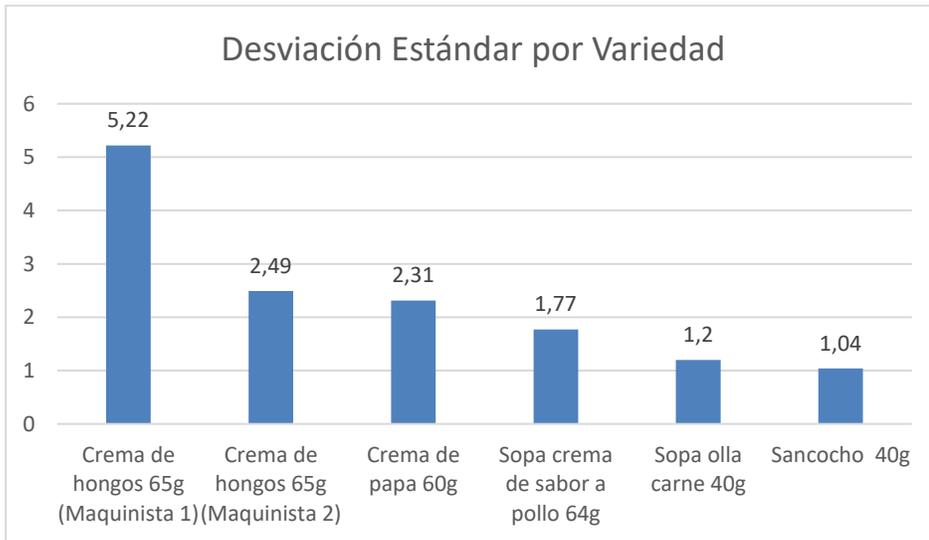
El análisis estadístico fue realizado utilizando la herramienta de Excel, los resultados de todos los datos recopilados se muestran a continuación:

Tabla XXXI. **Análisis estadístico de variación de peso neto en sobres de otras variedades**

|                       | <b>SOPA OLLA DE CARNE</b> | <b>SANCOCHO</b> | <b>SOPA POLLO</b> | <b>CREMA DE HONGOS</b> | <b>CREMA DE PAPA</b> |
|-----------------------|---------------------------|-----------------|-------------------|------------------------|----------------------|
| Limites peso neto (g) | (37-43)                   | (37-43)         | (60-68)           | (61-70)                | (56-64)              |
| Media                 | 40,25                     | 39,16           | 64,58             | 64,16                  | 59,57                |
| Mediana               | 40,37                     | 39,68           | 64,49             | 64,92                  | 60,51                |
| Moda                  | 40,07                     | 39,73           | 65,54             | 66,3                   | 60,97                |
| Desviación estándar   | 1,19                      | 4,16            | 1,77              | 5,21                   | 7,21                 |
| Rango                 | 12,72                     | 42,04           | 12,16             | 61,27                  | 61,67                |
| Mínimo                | 29,31                     | 0,00            | 59,2              | 8,51                   | 1,13                 |
| Máximo                | 42,03                     | 42,04           | 71,36             | 69,78                  | 62,8                 |

Fuente: elaboración propia.

Figura 56. **Desviación estándar sobres de otras variedades**



Fuente: elaboración propia.

Figura 57. **Desviación estándar según tiempos de reposo**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXII. **Desviación estándar de tiempo de reposo**

| No. | No. masa | Desviación estándar | Tiempo de residencia |
|-----|----------|---------------------|----------------------|
| 1   | 256      | 1,624               | 6 días               |
| 2   | 261      | 1,886               | 24 horas             |
| 3   | 263      | 1,747               | 24 horas             |
| 4   | 266      | 1,733               | 24 horas             |
| 5   | 267      | 1,58                | 24 horas             |
| 6   | 269      | 1,799               | 24 horas             |
| 7   | 268      | 1,846               | 24 horas             |
| 8   | 274      | 1,877               | < 12 horas           |
| 9   | 277      | 2,436               | < 12 horas           |
| 10  | 278      | 1,53                | < 12 horas           |
| 11  | 279      | 2,138               | < 12 horas           |

Fuente: elaboración propia.

Tabla XXXIII. **Desviación estándar en transcurso de dosificación por *Big Bag***

| DESVIACIÓN ESTÁNDAR | SOPA POLLO | CREMA DE HONGOS | CREMA PAPA | SANCOCHO |
|---------------------|------------|-----------------|------------|----------|
| INICIO              | 1,0913     | 4,2860          | 0,6685     | 0,7237   |
| MITAD               | 1,2199     | 1,7137          | 0,6898     | 0,6970   |
| FINAL               | 1,0739     | 1,5462          | 0,7111     | 0,6443   |

Fuente: elaboración propia.

Figura 58. **Desviación estándar variación de peso neto en el transcurso de un *Big Bag* de CREMA DE HONGOS**



Fuente: elaboración propia.

### 3.5.4.1.3. Análisis de capacidad del proceso inicial

La capacidad de un proceso de fabricación es la aptitud para producir artículos que cumplan con los límites de tolerancia.

El índice de capacidad potencial del proceso, compara el ancho de las especificaciones o la variación tolerada para el proceso con la amplitud de la variación real.

- Cálculo del índice  $C_p$

$$C_p = \frac{ES - EI}{6\sigma}$$

Ecuación 9.

Donde:

$\sigma$  = desviación estándar del proceso

ES y EI son las especificaciones superior e inferior para la característica de calidad.

Para que el proceso sea considerado potencialmente capaz de cumplir con las especificaciones, se requiere que la variación real sea menor que la variación tolerada. Es decir, el valor del índice debe ser mayor a 1, de lo contrario es una evidencia que el proceso no cumple con las especificaciones.

Tabla XXXIV. **Valores del  $C_p$  y su interpretación**

| VALOR DEL ÍNDICE $C_p$ | CLASE O CATEGORÍA DEL PROCESO | DECISIÓN (SI EL PROCESO ESTÁ CENTRADO)  |
|------------------------|-------------------------------|---|
| $C_p \geq 2$           | Clase mundial                 | Se tiene calidad Seis Sigma.  |
| $C_p > 1.33$           | 1                             | Adecuado.   |
| $1 < C_p < 1.33$       | 2                             | Parcialmente adecuado, requiere de un control estricto.   |
| $0.67 < C_p < 1$       | 3                             | No adecuado para el trabajo. Es necesario un análisis del proceso. Requiere de modificaciones serias para alcanzar una calidad satisfactoria. |
| $C_p < 0.67$           | 4                             | No adecuado para el trabajo. Requiere de modificaciones muy serias.   |

Fuente: GUTIERREZ PULIDO, Humberto; DE LA VARA SALAZAR, Román. *Control estadístico de la calidad y seis sigma*. p. 102.

El índice  $C_{pk}$  se conoce como índice de capacidad real del proceso, similar al índice  $C_p$  a diferencia que esta toma en cuenta el centrado del proceso.

- Cálculo del índice  $C_{pk}$

$$C_{pk} = \text{Minimo} \left[ \frac{\mu - EI}{3\sigma}, \frac{ES - \mu}{3\sigma} \right]$$

Ecuación 10.

Donde:

$\mu$  = media

$\sigma$  = desviación estándar del proceso

ES y EI son las especificaciones superior e inferior para la característica de calidad.

Cuando el índice  $C_{pk}$  y  $C_p$  son muy próximos indica que la media del proceso está muy cerca del punto medio de las especificaciones. Por el contrario, el primer índice es más pequeño que el segundo, significa que el proceso está alejado del centro de especificaciones.

Cuando el índice  $C_{pk}$  sea mayor a 1,25 se considerará un proceso con capacidad satisfactoria.

- Índice K. es un indicador de qué tan centrada está la distribución de un proceso con respecto a las especificaciones de una característica de calidad dada. K menores a 20 % en términos absolutos se considera aceptable, pero en relación a cuanto más grande sea de 20 % indica que la capacidad del proceso para cumplir especificaciones sea baja y que esté muy descentralizado.

Índice de Taguchi, la mejora de un proceso según Taguchi debe ser dirigida a reducir la variabilidad alrededor del valor nominal.

- Cálculo del índice de Taguchi

$$C_{pm} = \frac{ES - EI}{6\tau}$$

Ecuación 11.

Donde:

ES y EI son las especificaciones superior e inferior para la característica de calidad.

- Cálculo de tau

$$\tau = \sqrt{\sigma^2 + (\mu - N)^2}$$

Ecuación 12.

Cuando el índice es menor que uno significa que el proceso no cumple con especificaciones ya sea por problemas de centrado o por variabilidad.

Tabla XXXV. **Capacidad inicial del proceso**

| índice Cp | Cpk |     | Límites naturales |          | índice K | Taguchi    |      |
|-----------|-----|-----|-------------------|----------|----------|------------|------|
|           | Cpi | Cps | inferior          | superior |          | t          | Cpm  |
| 0,29      | 0,2 | 0,4 | 48,51             | 79,81    | -18,65   | 5,28269669 | 0,28 |

Fuente: elaboración propia.

Según los datos obtenidos el índice  $C_p$  es un proceso no apto para el trabajo y requiere de modificaciones muy serias. Se tiene deficiencia en el cumplimiento de ambos límites. Por otro lado, obtenemos por el índice de Taguchi que la media es menor al valor nominal.

Tabla XXXVI. **Capacidad del proceso con masa fabricada con 100 segundos de mezclado y grasa almacenada a 15 °C**

| índice $C_p$ | Cpk |     | Límites naturales |          | índice K | Taguchi    |      |
|--------------|-----|-----|-------------------|----------|----------|------------|------|
|              | Cpi | Cps | inferior          | superior |          | t          | Cpm  |
| 0,81         | 0,7 | 0,9 | 59,53             | 70,65    | 1,94     | 1,85531792 | 0,81 |

Fuente: elaboración propia.

La capacidad de proceso que se presentó fue de 0,81, es decir, no se logró un alto nivel de calidad. Sin embargo, se mejoró significativamente en comparación con la capacidad inicial.

Tabla XXXVII. **Capacidad del proceso con masa fabricada con 150 segundos de mezclado y grasa almacenada a 15 °C**

| índice $C_p$ | Cpk |     | Límites naturales |          | índice K | Taguchi    |      |
|--------------|-----|-----|-------------------|----------|----------|------------|------|
|              | Cpi | Cps | inferior          | superior |          | t          | Cpm  |
| 0,82         | 0,8 | 0,9 | 59,73             | 70,75    | 5,38     | 1,85253578 | 0,81 |

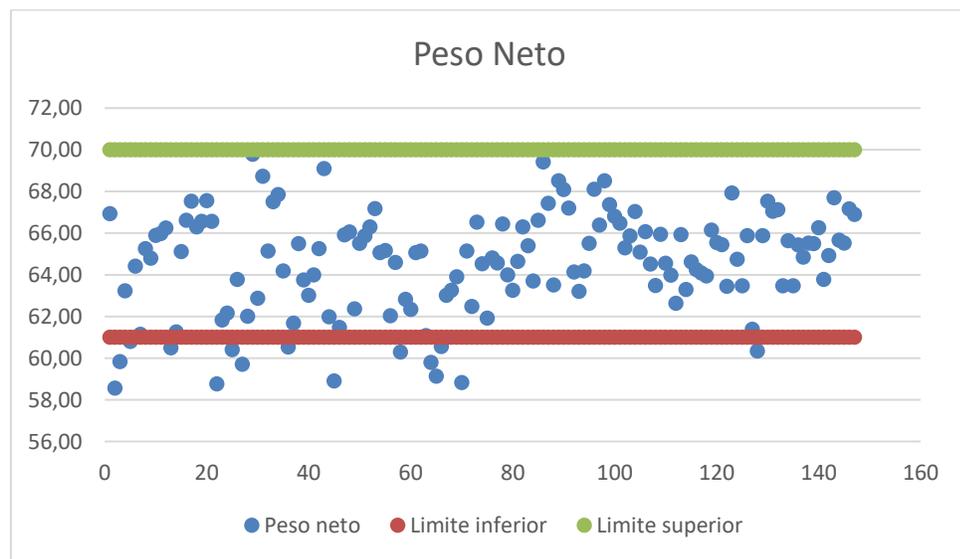
Fuente: elaboración propia.

Efectivamente aún se lograron mejores resultados al aumentar el tiempo de mezclado, se obtuvo una capacidad de proceso de 0,82, la cual es mejor al que se tenía, pero aún no es adecuado para el trabajo.

- Diagrama de dispersión

Se utilizó como herramienta de análisis el diagrama de dispersión para evaluar el comportamiento del peso neto en una rutina de dosificación normal y antes de cualquier ensayo. El resultado fue el siguiente:

Figura 59. **Diagrama de dispersión de variación en CREMA DE HONGOS**



Fuente: elaboración propia

Efectivamente se muestra un proceso inestable e incapaz de cumplir con las especificaciones. Algunas de las causas especiales encontradas en los puntos ubicados fuera de los límites son:

- Falla en pinzas
- Dosificación fuera de sobre
- Masa atorada

- Cálculos DPU, DPOP, DPMO

DPU, DPO y DPMO son métricas que muestran el comportamiento del producto o proceso con base en el número de defectos.

DPU, defectos por unidad, es el número de defectos en una muestra dividido entre el número de unidades incluidas en la muestra.

DPO, defectos por oportunidad, es el número de defectos en una muestra dividido entre el número total de oportunidades de defectos.

DPMO, defectos por millón de oportunidades, es el número de defectos en una muestra dividido entre el número total de oportunidades de defectos multiplicado por un millón.

En cuanto al análisis, la métrica DPU es el más aplicable a la situación. El resultado fue el siguiente:

Se tomó una muestra aleatoria de 147 sobres de la línea de llenaje. Cada sobre se toma como una unidad. Los sobres se inspeccionaron y se tomó como defecto el peso neto fuera de los límites.

Quince de los sobres tuvieron problemas, de la muestra de ciento cuarenta y siete. Por lo tanto,  $DPU = 15/147 = 0,10$ . En promedio, este nivel de calidad y cada unidad de producto contiene en promedio este número de defectos.

$$DPU = \frac{15}{147} = 0,10$$

### **3.5.5. Identificación de problemas prioritarios**

Los problemas prioritarios identificados para disminuir la pérdida en la línea de llenaje debido a la variación de peso neto en la variedad de CREMA DE HONGOS fueron los siguientes:

- Falta de adherencia a la receta
- Falta de rutina de inspección en báscula
- Estandarización de parámetros más sesgado a los utilizados por el operador de la máquina.

### **3.5.6. Declaración del problema específico**

La deficiencia que presenta la línea de llenado número 2 produce grandes pérdidas monetarias. La mayor cantidad se ve reflejada en la dosificación donde variables como sobre cerrado, característica volátil del producto y homogeneidad producen que el producto caiga fuera del sobre y este pase a ser desechado, creando un déficit de masa para el cumplimiento del número de cajas de producto terminado. Por otro lado, el sobre posterior a la dosificación presenta variación de peso neto, lo cual, por aseguramiento de la calidad no debe superar los límites aceptados siendo rechazados aquellos sobres que no cumplan; debido a que el producto no está contaminado es aprovechado para reproceso, sin embargo, aumenta la pérdida en la producción del lote.

Factores ocasionados por el incumplimiento en el seguimiento de la receta para producir las masas, básculas descalibradas por falta de rutinas establecidas y parámetros poco confiables en las líneas.

### **3.6. Fase 3 metodología DMAIC (analizar)**

El análisis en la metodología DMAIC representa la etapa primordial, ya que es aquí donde se reconocen las causas de los problemas, las principales fuentes de variación y se establecen las acciones a realizar en la siguiente fase.

#### **3.6.1. Restauración de condiciones básicas de la máquina**

En primer lugar, antes de realizar cualquier implementación o compra de equipo es necesario llevar todo a sus condiciones básicas, es decir, la manera en la que deberían de estar. Por ejemplo: limpio, alineado, calibrado, lubricado, entre otros. Ya que puede pasar que al llevar el equipo a sus condiciones “normales” pueda que muchas variaciones disminuyan o ya no ocurran. Esto evitará la inversión de recursos innecesarios por cambiar piezas o máquinas.

##### **3.6.1.1. Alineación de piezas**

En la línea de llenaje por debajo del dosificador se ubica una tornamesa con pinzas en el cual el sobre es posicionado, dosificado y sellado. Sin embargo, cada estación debe tener una posición adecuada para que el sobre pase y se realice la acción sin ningún inconveniente. El problema se presenta ya que por las limpiezas de cambio de turno y variedad las piezas son retiradas y colocadas de nuevo y la posición correcta se pierde. Para evitar esto se aplicó *centerlining*, el cual consiste en dibujar líneas que ayudan a alinear las partes ajustables.

Figura 60. **Centerlining boquilla de dosificación**



Fuente: elaboración propia, Área de llenado, Empresa de alimentos.

Figura 61. **Centerlining de soporte de boquilla de dosificación**



Fuente: elaboración propia, Área de llenado, Empresa de Alimentos..

### 3.6.1.2. Limpieza superficial

El diseño de la tolva es el mismo para todas las líneas de llenaje. Sin embargo, la polvosidad de CREMA DE HONGOS ocasiona que en una pequeña abertura el producto salga. Por lo que, se procedió a limpiar, aplicar *centerlining*, y sellar empaques.

Figura 62. Barredura en tolva



Fuente: elaboración propia, Área de llenado, Empresa de Alimentos.

### 3.6.1.3. Calibración de báscula

De un total de 110 sobres descartados el 13,64 % fueron sobres con peso neto entre 63 a 68 gramos, siendo los límites de 61 a 70 gramos.

Los factores que influenciaban el descarte de sobres conformes fueron los siguientes:

- Vibraciones: causadas por altas velocidades, objetos o personas e inestabilidad en la base.
- Periodicidad de calibración: realizada únicamente una vez por semana.

La restauración de condiciones básicas atacó cada punto y disminuyó el porcentaje de sobres conformes descartados a un 0 %.

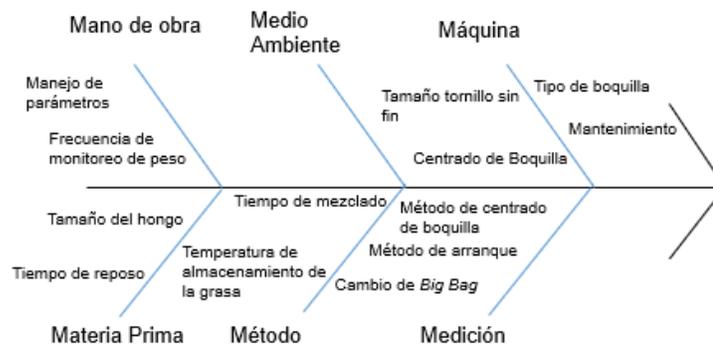
### 3.6.2. Identificación de posibles causas

La identificación de las principales fuentes de variación es la parte fundamental. En esta etapa se confirman o desechan las hipótesis planteadas para definir las variables a atacar en la fase de implementación.

#### 3.6.2.1. Análisis causa efecto

El diagrama de causa y efecto permitió organizar la información del tema de manera clara y visual para identificar las posibles causas.

Figura 63. Diagrama de causa y efecto

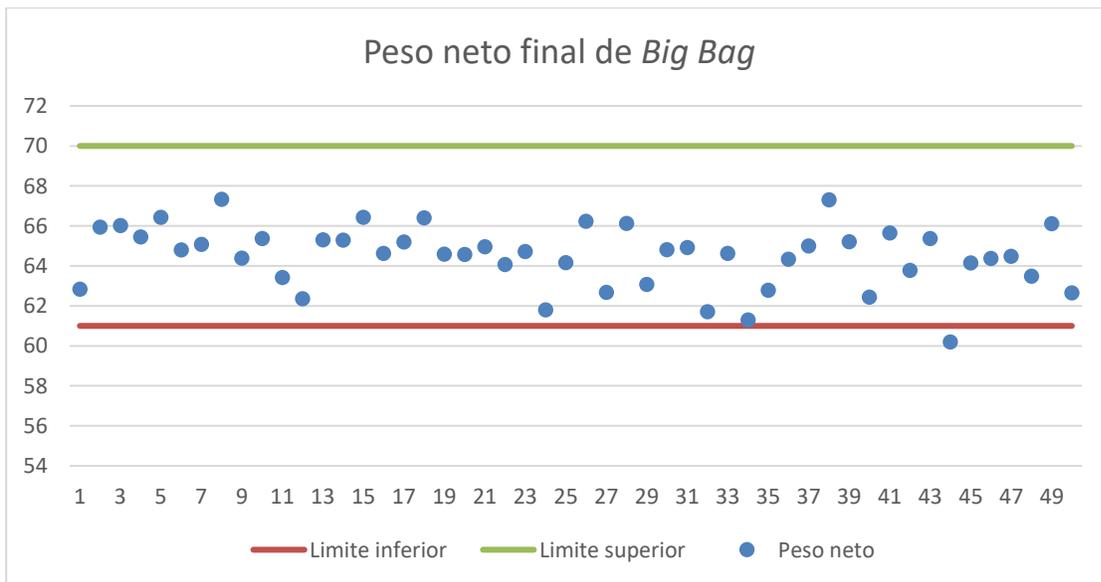


Fuente: elaboración propia.

### 3.6.2.2. Diagramas de dispersión

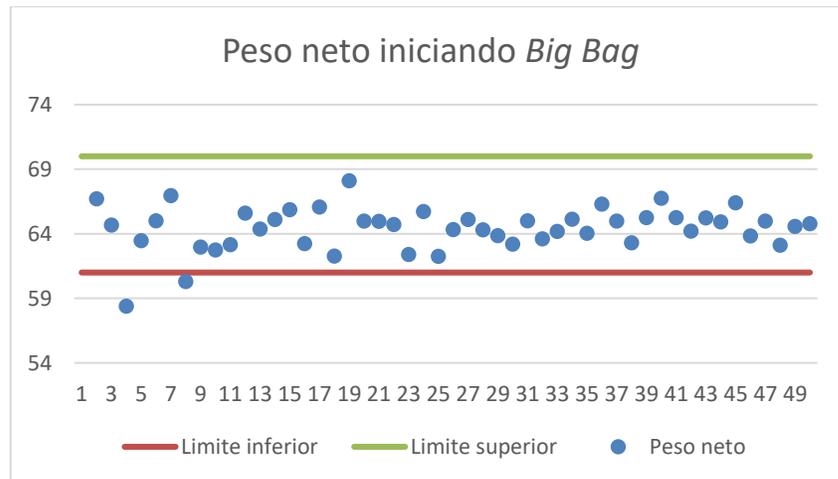
A continuación, se presentan gráficas de los datos recopilados que sirvieron para analizar el comportamiento de variación según los ensayos realizados y para la toma de decisiones.

Figura 64. **Diagrama de dispersión variación dosificación final de un *Big Bag***



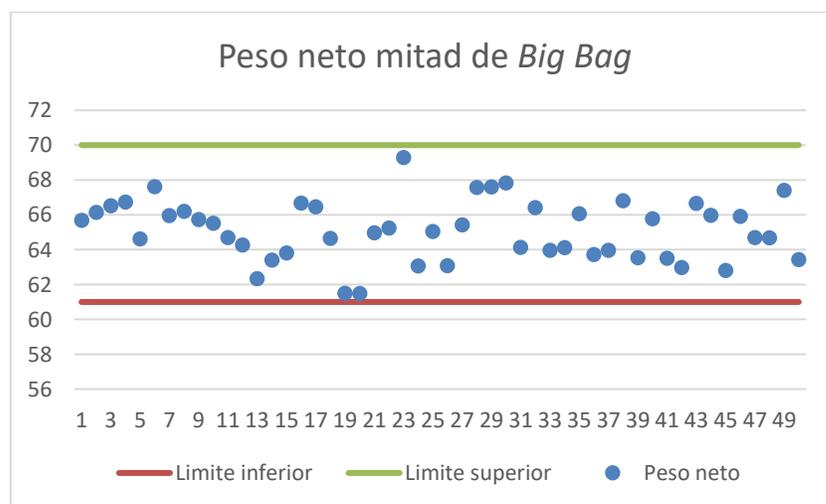
Fuente: elaboración propia.

Figura 65. **Diagrama de dispersión variación dosificación inicio de un *Big Bag***



Fuente: elaboración propia.

Figura 66. **Diagrama de dispersión variación dosificación mitad de un *Big Bag***



Fuente: elaboración propia.

### 3.6.2.3. Regresión y correlación

El propósito de Seis Sigma es determinar la ecuación:

$$Y = f(x)$$

Ecuación 13.

Regresión es utilizada para explicar, predecir, optimizar o controlar “Y” a partir de una configuración de X's.

En este caso el objetivo de analizar el comportamiento de dos variables fue determinar qué tan relacionadas estaban. En vez de usar una variable para predecir el valor de la otra. Por lo que, se utilizó la correlación.

La finalidad de la correlación es evaluar la magnitud y dirección de la asociación entre dos variables cuantitativas. Con el fin de conocer la relación entre ellas.

### 3.6.2.4. Prueba de hipótesis

Para poder aceptar o rechazar una afirmación sobre una población fue necesaria la realización de una prueba de hipótesis. Donde, se tomó una muestra de 147 sobres, siendo el peso promedio de 65,32 g con una desviación de 2,5 g al nivel de significancia del 0,05.

$$\mu = 64,16 \text{ g}$$

$$\sigma = 5,22 \text{ g}$$

$$N = 147 \text{ sobres}$$

$$\alpha = 0,05$$

La hipótesis se expresa de la siguiente manera:

$H_0 = 65 \text{ g}$  El peso de cada sobre es de 65 g

$H_1 \neq 65 \text{ g}$  El peso de cada sobre es distinto a 65 g

El error estándar de la media es:

$$\delta_{\bar{x}} = \frac{\delta}{\sqrt{n}}$$

$$\delta_{\bar{x}} = \frac{5,22}{\sqrt{147}} = 0,43 \text{ g}$$

Utilizando las tablas de la distribución normal, se localiza en un valor  $Z = 1,96$ . Por lo que se procede a calcular los límites superior e inferior con la siguiente fórmula:

$$L_c = \mu_{H_0} \pm Z \delta_{\bar{x}}$$

Límite superior:

$$L_s = 65 + 1,96 (0,43)$$

$$L_s = 65,84$$

Límite inferior:

$$L_i = 65 - 1,96 (0,43)$$

$$L_i = 64,16$$

La media de la población fluctúa entre 64,16 y 65,84 en un nivel de confianza del 95 %.

La media muestral se ubica dentro de la zona de aceptación. Sin embargo, para verificar que la hipótesis nula es verdadera se realizó lo siguiente:

$$Z = \frac{\bar{X} - \mu}{\frac{s}{\sqrt{n}}}$$
$$Z = \frac{64,16 - 65}{0,43}$$
$$Z = -1,96$$

Se confirma que cae en la zona de aceptación

#### **3.6.2.5. Análisis de impacto y esfuerzo**

La matriz de impacto – esfuerzo permite priorizar las tareas de una forma muy visual y sencilla, basándose en dos dimensiones:

- El impacto que provocaría en caso de suceder
- Los recursos necesarios para desarrollarse.

Figura 67. **Matriz de impacto - esfuerzo**



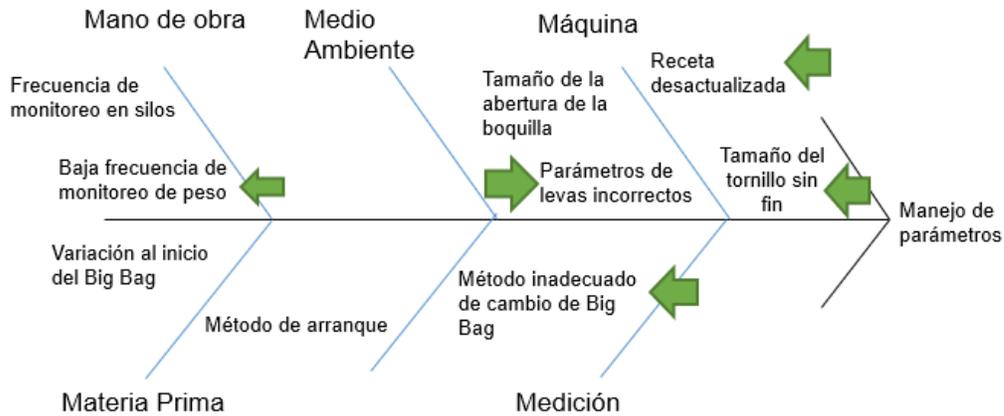
Fuente: elaboración propia.

En la imagen se puede visualizar que muchas de las acciones inmediatas requerían un esfuerzo bajo ya que no era necesaria ningún tipo de instalación o compra de materiales de alto costo.

### 3.6.2.6. **Detección de la causa raíz**

El objetivo es descubrir la causa raíz de lo que causa la pérdida. Al volver a analizar el diagrama Ishikawa se detectaron algunos puntos a los que se les atribuyó ser la causa raíz del problema.

Figura 68. **Detección de la causa raíz**



Fuente: elaboración propia.

**Baja frecuencia de monitoreo:** la pérdida de atención del maquinista encargado de la línea tiene un alto impacto a cada cambio de *Big Bag* ya que los parámetros manuales deben ser modificados para tolerar la variación al inicio del cambio.

**Parámetros incorrectos:** los parámetros establecidos no eran los adecuados.

**Método inadecuado en cambio de *Big Bag*:** la causa de la variación en la dosificación que ocurría al cambio del *Big Bag* se debía a la mala práctica de la colocación de este en el silo, ya que se realizaba cuando ya no quedaba masa en la tubería, causando que esta bajara con gran velocidad provocando que sus partículas volaran y el caudal no fuera uniforme.

**Receta desactualizada:** los parámetros establecidos no eran los correctos para la fabricación.

Tamaño del tornillo sin fin: el dosificador tiene la capacidad de trabajar con dos distintos tamaños de tornillo sin fin. Cada operador utilizaba diferente, por lo que, era necesario la estandarización.

### 3.6.2.7. Identificación de acciones inmediatas

En concordancia a lo anterior, se utilizó la herramienta de los 5 porqué para la identificación de las acciones necesarias a atacar de manera inmediata.

Figura 69. **Causa raíz de receta desactualizada**

| ¿Qué?                 | 1 ¿Por qué?  | 2 ¿Por qué?   | 3 ¿Por qué?  | 4 ¿Por qué?                      | 5 ¿Por qué? | Acción   |
|-----------------------|--|---|--|----------------------------------|-------------|--|
| Receta desactualizada | Porque se trabaja acorde al comportamiento de cada masa y no se pueden mantener los parámetros |   |  |                                  |             | Estandarizar los parámetros y actualizar los datos de la receta en el panel de control de la máquina |
|                       | Porque se trabaja sobre recetas que no son las que se están trabajando                         | Porque no hay ninguna receta que tenga los parámetros correctos | Porque no todos los maquinistas utilizan los mismos parámetros | Porque no existe ningún estándar |             |  |

Fuente: elaboración propia.

Figura 70. **Causa raíz del método inadecuado de cambio de *Big Bag***

| ¿Qué?                                  | 1 ¿Por qué?  | 2 ¿Por qué?  | 3 ¿Por qué?                                   | 4 ¿Por qué? | 5 ¿Por qué? | Acción   |
|--|--|--|---|-------------|-------------|--|
| Método inadecuado de cambio de Big Bag | Porque el silero no presta la debida atención al momento correcto para hacer el cambio | Porque hay momentos en los que debe cambiar mas de un Big Bag            |   |             |             | Capacitar a sileros y operadores de la línea la manera y el momento adecuado para realizar el cambio por medio de centerlining |
|  | La potencia del vibrador no es la adecuada   | Porque la ubicación del vibrador no ayuda a que la masa fluya            |   |             |             |  |
|  | Porque el Big Bag se cambia cuando se ha dejado la tubería sin producto                | Porque hay ocasiones en que los operadores de la línea suben a cambiarlo | Porque el silero está ocupado en otras líneas |             |             |  |

Fuente: elaboración propia.

Figura 71. **Causa raíz de la baja frecuencia de monitoreo**

| ¿Qué?                                | 1 ¿Por qué?   | 2 ¿Por qué?   | 3 ¿Por qué? | 4 ¿Por qué? | 5 ¿Por qué? | Acción   |
|--------------------------------------|---|---|-------------|-------------|-------------|--|
| Baja frecuencia de monitoreo de peso | Porque no es necesario controlarlo                  |   |             |             |             | Focalizar la atención de los maquinistas, entrenarlos con el estándar de parámetros y concientizarlos en el impacto. |
|                                      | Cada maquinista trabaja a su manera                 | Porque la entrega y compromiso es diferente entre cada maquinista |             |             |             |  |
|                                      | Porque el maquinista posee poco tiempo para hacerlo | Porque debe de cumplir otras tareas                               |             |             |             |  |

Fuente: elaboración propia.

Figura 72. **Causa raíz de uso incorrecto de tornillo sin fin**

| ¿Qué?                       | 1 ¿Por qué?  | 2 ¿Por qué?                             | 3 ¿Por qué?  | 4 ¿Por qué? | 5 ¿Por qué? | Acción   |
|-----------------------------|--|---|--|-------------|-------------|--|
| Tamaño del tornillo sin fin | Porque cada maquinista utiliza un tamaño diferente | Porque no se cambia al cambiar variedad | Porque el estándar de centerlining establece el uso del pequeño para esta variedad |             |             | Validar y estandarizar el tamaño que da mejores resultados |
|                             | Porque no es importante                            |   |  |             |             |  |
|                             | Porque el tamaño de los hongos varía               |   |  |             |             |  |

Fuente: elaboración propia.

Figura 73. **Causa raíz de parámetros de levas incorrectos**

| ¿Qué?  | 1 ¿Por qué?   | 2 ¿Por qué?  | 3 ¿Por qué? | 4 ¿Por qué? | 5 ¿Por qué? | Acción  |
|--|---|--|-------------|-------------|-------------|---|
| Parámetros de levas electrónicas incorrectas | Porque el maquinista no tiene acceso a los parámetros | Porque solo pueden ser modificadas e inspeccionadas por el técnico |             |             |             | Actualizar los parámetros con la aprobación del técnico |
|  | Porque han sido actualizadas por fallas en el rotor   |  |             |             |             |   |

Fuente: elaboración propia.

Al realizar la investigación correspondiente, se encontraron los caminos marcados en las figuras. Y se en listaron las siguientes acciones inmediatas:

- Estandarización de los parámetros y actualización de los datos de la receta en el panel de control de la máquina.

- Capacitación a sileros y operadores de la línea, con la manera y el momento adecuado para realizar el cambio de *Big Bag* por medio de *centerlining*.
- Aumento en concentración de los maquinistas, entrenamiento con el estándar de parámetros y concientización del impacto.
- Actualización de los parámetros y aprobación del departamento técnico.
- Validación y estandarización el tamaño de tornillo sin fin con el que se obtiene mejores resultados.

#### **3.6.2.8. DOE (diseño de experimentos)**

La metodología es empleada para conocer el funcionamiento de un proceso, analizar las variables que intervienen y utiliza herramientas estadísticas que ayudan a determinar el camino viable en las pruebas de búsqueda para las mejoras. Esta es frecuentemente utilizada en proyectos Seis Sigma para diseñar las condiciones ideales de un proceso usando el mínimo número de experimentos.

Los factores que más afectan a la variación de peso en los sobres son los siguientes:

- Factor A: Tamaño de tornillo sin fin
- Factor B: Parámetros
- Factor C: Maquinista experimentado
- Factor D: Cambio de *Big Bag* adecuado
- Factor E: Parámetros adecuados en la receta

### **3.6.2.9. Verificación de la causa raíz de hechos y datos**

Las causas detectadas en el inciso 3.6.2.7 se declararon como causa raíz de los comportamientos en la línea. Después de hacer la validación correspondiente de cada una. Por lo que, se establece el objetivo de estandarizar parámetros, capacitar a sileros, mejorar el enfoque de maquinistas, involucramiento del departamento técnico y la herramienta adecuada.

## **3.7. Identificación de mejoras**

Una vez se identifican las principales áreas de mejora se conocen las causas del problema, se deben de formular los objetivos y fijar el periodo de tiempo para su ejecución.

### **3.7.1. Propuesta de acciones para resolver cada causa raíz identificada**

Como paso siguiente se establecieron las acciones de mejora a llevar a cabo para superar las debilidades.

Figura 74. **Propuesta de acciones I**

| No. | Causa Raíz  | Qué es la acción   | Por qué se realizará  |
|-----|---|--|---|
| 1   | Estandarización de los parámetros de la receta    | Validar los parámetros que den mejores resultados entre los tres maquinistas | Para establecer un rango para que puedan acoplarse los tres turnos.                         |
|     |   | Actualizar la receta en el panel de control de la máquina                    | Para que los tres maquinistas trabajen según los parámetros establecidos                    |
|     |   | Establecer un procedimiento estándar de arranque                             | Para evitar trabajar sobre otra receta  |
| 2   | Tiempo reducido de sileros para cambio de Big Bag | Empoderar a los operadores de línea para realizar la tarea                   | Para que al momento de ser necesario ellos puedan efectuar la tarea de manera satisfactoria |
|     |   | Establecer centerlining en silo  | Para capacitar a sileros y operadores el momento correcto del cambio                        |

Fuente: elaboración propia.

Figura 75. **Propuesta de acciones II**

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| 3 | Falta de entrega y compromiso en maquinistas  | Entrenarlos en el estándar de parámetros  | Brindarles el conocimiento de como lograr un mejor comportamiento en la línea |
|   |   | Mostrar el impacto de la falta de compromiso en las pérdidas                        | Focalizar su atención   |
| 4 | Modificación e inspección de los parámetros de las levas electrónicas únicamente por el técnico | Realizar un ensayo para encontrar el parámetro adecuado                             | Para garantizar una dosificación directa en el sobre                          |
|   |   | Actualizar parámetros en el panel de control con el consentimiento del electricista | Para acordar la posición correcta   |

Fuente: elaboración propia.

Figura 76. **Propuesta de acciones III**

| No. | Causa Raíz   | Qué es la acción                              | Por qué se realizará                               |
|-----|--|---|--|
| 5   | Estándar de centerlining establece el uso del tornillo sin fin pequeño | Validar el tamaño adecuado para la producción | Para garantizar mayor exactitud en la dosificación |
|     |  | Actualizar el estándar de centerlining        | Para asegurar el cumplimiento                      |

Fuente: elaboración propia.

### 3.7.2. **Proceso de priorización**

Todo proyecto recurre a un proceso de priorización con el objetivo de jerarquizar las tareas, facilitar la toma de decisiones y visualizar de una mejor manera el problema. En este caso se tomó como criterio el nivel de impacto de la acción en el proceso. Por lo que, se utilizó la matriz descrita en el siguiente inciso.

### 3.7.3. **Diagrama impacto y esfuerzo para priorizar acciones**

El objetivo del siguiente gráfico fue determinar el nivel de impacto versus el esfuerzo o recursos involucrados para el desarrollo de cada acción. Para iniciar con la ejecución de aquellas con mayor resultado.

Figura 77. **Priorización de soluciones (generadas)**



Fuente: elaboración propia.

### 3.7.4. Plan de implementación de mejoras

Es importante tomar en cuenta que hay acciones de mejora cuyo alcance está totalmente definido y no supone un esfuerzo excesivo, y pueden realizarse de forma inmediata.

Figura 78. Plan de implementación I

| ID | Qué  | Por Qué (ej. Causa Raiz)  | Cómo  | Dónde   | Quién               | Cuánto (GTQ) | Cuándo              | Estado |
|----|--|---|---|---|---------------------|--------------|---------------------|--------|
| 1  | Validar los parámetros que den mejores resultados entre los tres maquinistas | Porque se da mucha variación entre un turno y el otro   | Realizando un ensayo variando el rango basado en los parámetros del maquinista que reporta mejores resultados | En el panel de control de la máquina            | Maquinistas         | 0            | 9 – 20 julio        | 100%   |
| 2  | Identificar los parámetros adecuados en levas                                | Porque se dosifica fuera de sobre   | Realizando un ensayo para alinear la boquilla con el sobre  | En el panel de control de la máquina y boquilla | Maquinistas         | 0            | 18 – 29 junio       | 100%   |
| 3  | Validar el tamaño adecuado de tornillo sin fin                               | Porque la exactitud cambia entre uno y otro   | Realizando un ensayo con cada tamaño  | En el sistema de dosificación                   | Maquinistas         | 0            | 15 – 31 mayo        | 100%   |
| 4  | Empoderar a los operadores de la línea para realizar el cambio de Big Bag    | Porque la falta de conocimiento provoca paros en la línea   | Por medio de un procedimiento estándar  | En silo   | Clariheelen Escobar | 0            | 18 – 29 julio       | 100%   |
| 5  | Establecer centerlining en silo  | Porque se necesita una guía del nivel del producto en la olla para identificar el momento del cambio de big bag | Marcando los niveles correctos en la olla   | En silo   | Clariheelen Escobar | 0            | 18 – 29 julio       | 100%   |
| 6  | Mostrar el impacto de la falta de compromiso en las pérdidas                 | Porque la falta de entrega y compromiso perjudica la frecuencia de monitoreo de peso en la línea                | Mostrando gráficos y datos reales de la línea   | En la línea de llenaje                          | Clariheelen Escobar | 0            | 11 junio – 20 julio | 100%   |
| 7  | Entrenar el estándar de parámetros   | Para asegurar el cumplimiento en los tres turnos  | Mostrando la eficacia y los puntos en el estándar   | Línea de llenaje                                | Clariheelen Escobar | 0            | 9 – 20 julio        | 100%   |

Fuente: elaboración propia.

Figura 79. **Plan de implementación II**

| ID | Qué   | Por Qué<br>(ej. Causa Raíz)  | Cómo   | Dónde                          | Quién                | Cuánto<br>(GTQ) | Cuándo        | Estado |
|----|---|--|--|--------------------------------|----------------------|-----------------|---------------|--------|
| 8  | Actualizar la receta en el panel de control de la máquina | Porque evitará que trabajen sobre otra receta  | Con apoyo del electricista cambiarlos en el panel de control   | Panel de control de la máquina | Rodolfo Rodríguez    | 0               | 2 – 13 julio  | 100%   |
| 9  | Actualizar el estándar de centerlining                    | Para asegurar el cumplimiento de los parámetros  | Añadir los nuevos puntos al estándar   | Línea de llenaje               | Clariheele n Escobar | 0               | 16 – 20 julio | 100%   |
| 10 | Actualizar parámetro de levas en el panel de control      | Porque solo pueden ser actualizados por el electricista                                | Con el apoyo del electricista  | Panel de control de la máquina | Rodolfo Rodríguez    | 0               | 2 – 13 julio  | 100%   |
| 11 | Establecer un procedimiento estándar de arranque          | Porque se debe establecer un proceso para descargar la receta y ajustar los parámetros | Estableciendo los pasos para descargar la receta y el número de sobres necesarios para el ajuste de parámetros | Línea de llenaje               | Clariheele n Escobar | 0               | 2 – 13 Julio  | 100%   |

Fuente: elaboración propia.

### 3.8. Recursos necesarios para la implementación de mejoras

Para que un proyecto se efectuó de manera eficaz e integral, se deben tener en cuenta todos los recursos necesarios. La lista a considerar incluye los relacionados con la producción, personal y desarrollo de procesos. Los recursos pueden ser: físicos, humanos, de propiedad intelectual, software, métodos y financieros. Para el desarrollo y ejecución de la mejora continua se consideraron 3 tipos.

#### 3.8.1. Humanos

Son los empleados que componen la fuerza de trabajo de las operaciones. En este caso fue indispensable la participación de las siguientes personas:

- Técnico de la línea
- Equipo de operadores de cada turno
- Electricista

### **3.8.2. Materiales**

Son la propiedad tangible e incluyen instalaciones, maquinaria, equipos y herramientas.

- Kit de herramientas para cambio de tornillo sin fin
- Marcadores
- Sala de capacitaciones
- Equipo de toma de muestras
- Báculos

### **3.8.3. Financieros**

Estos son los fondos disponibles, incluyendo dinero en efectivo.

- Compra de herramientas
- Compra de nuevo silo

### **3.8.4. Plan de implementación de mejoras**

Mientras más sea el tiempo y esfuerzo que se dedique a la parte de planeación mayor será la probabilidad de tener éxito. Por lo que, asegurar la aprobación de mandos medios y altos es importante para la asignación de recursos económicos previo a iniciar. Es conveniente preparar una presentación para difundir los logros.



## **4. IMPLEMENTACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **4.1. Fase 4 Metodología DMAIC (mejorar)**

En esta cuarta etapa se implementan las acciones correctivas. Además, se eliminan las causas de error y se introducen los cambios necesarios para garantizar un procedimiento óptimo, rentable y robusto.

#### **4.1.1. Ejecución de plan de acciones en Fabricación**

En consecuencia, los planes de acción fueron de adentro hacia afuera. Iniciando con la actualización de las indicaciones de la receta para la fabricación.

##### **4.1.1.1. Temperatura**

Como bien se observó anteriormente, la temperatura ideal para la grasa en polvo es de 9 °C. Eliminando la saturación y mala planeación en el uso del cuarto frío, este factor deberá ser cumplido sin excepción.

##### **4.1.1.2. Tiempo de reposo de la masa después de fabricarse.**

El tiempo de reposo no es directamente proporcional al rendimiento de la masa dentro de la línea de llenaje. Por lo que, no se realizaron acciones al respecto.

#### 4.1.1.3. Tiempo de mezclado de materia prima

La receta fue actualizada respetando 100 segundos de mezclado en la primera fase a una velocidad media y 150 segundos de mezclado en la segunda fase. Además, se estableció el momento adecuado mediante una alarma la dosificación de los ingredientes que la receta lleva pocas cantidades.

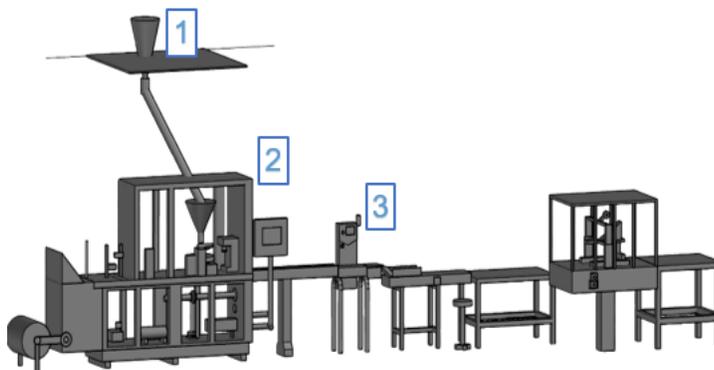
#### 4.1.2. Ejecución de plan de acciones en línea de llenaje

Por consecuente, la segunda parte de la implementación fue directamente en la línea de llenaje Holler 2. Acciones en las que se necesitó un mayor apoyo del departamento técnico.

##### 4.1.2.1. Pérdida de masa en la máquina

Los tres puntos de pérdida mapeados anteriormente en la línea fueron atacados rápidamente con las siguientes acciones.

Figura 80. Puntos de pérdida



Fuente: elaboración propia, Departamento de fabricación, Empresa de Alimentos.

Punto 1 ubicado en el silo, fue cambiado por un diseño más higiénico evitando la fuga de la masa. Además, se instaló un sistema de vibrador más potente para ayudar a que la masa cayera de manera más fluida.

Figura 81. **Cambio de silo**



Fuente: elaboración propia, Área de llenaje, Empresa de Alimentos.

#### **4.1.2.2. Exactitud de dosificación**

Punto 2 ubicado en el área de dosificación, fueron implementadas las siguientes acciones:

- Estandarización de tamaño de tornillo sin fin: Al realizar las pruebas se comprobó que se obtenían mejores resultados utilizando uno de tamaño grande. Por lo que, se procedió a solicitar la compra de uno para el uso

exclusivo de la línea al igual que la compra del equipo necesario para que pudiera ser instalado cada cambio de variedad o limpieza de turno.

Figura 82. **Tornillo sin fin**



Fuente: elaboración propia, Área de llenaje, Empresa de Alimentos.

- Ajuste de parámetros: se evaluó los parámetros que utilizaba el maquinista con los mejores resultados y estos fueron replicados en los otros dos turnos.

#### **4.1.2.3. Dosificación fuera de sobre**

- Ajuste de pinzas.
- Cambio de boquilla por un diseño más eficiente: anteriormente era con una apertura grande y redonda. Se modificó con otra con la misma forma que

agarra la el sobre al abrirse por medio de las pinzas. Logrando que la mayor parte del producto cayera dentro del sobre.

Figura 83. **Boquilla antes utilizada**



Fuente: elaboración propia, Área de llenaje, Empresa de Alimentos.

Figura 84. **Boquilla con mejora implementada**



Fuente: elaboración propia, Área de llenaje, Empresa de Alimentos.

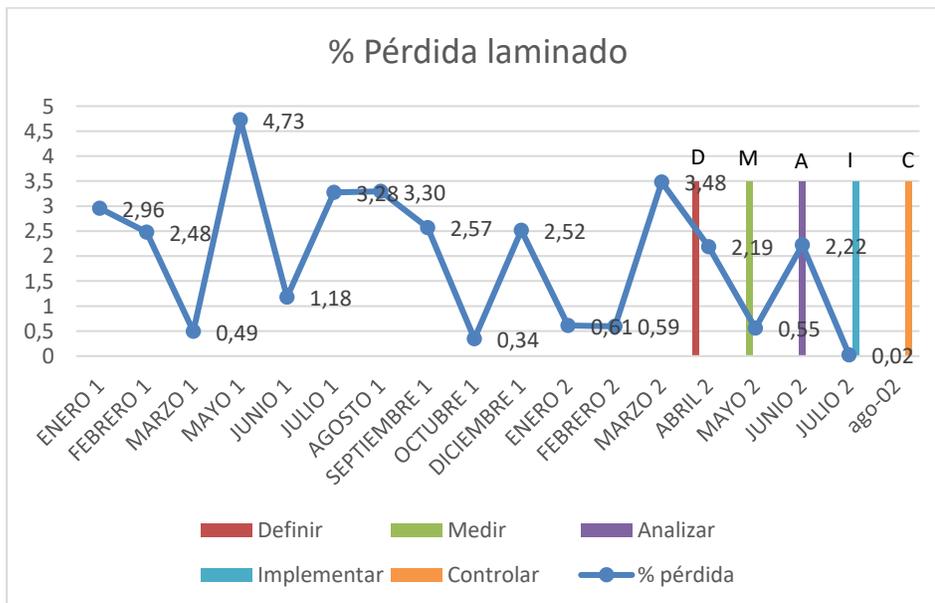
## 4.2. Disminución en el desecho de laminado

Como resultado en la disminución de variación de peso, se obtuvo de igual forma una disminución de laminado, ya que menos sobres son desechados o bien atascados en el proceso. Sin embargo, por el momento de cada implementación la mejora se logra observar hasta el mes de julio como se muestra en la figura. Logrando un 0,02 % de pérdida siendo el porcentaje más bajo logrado.

### 4.2.1. Gráfico de serie con mejoras implementadas

La implementación del conjunto de acciones trajo consigo una disminución en la pérdida los primeros meses bastante satisfactoria llegando al nivel menor alcanzado.

Figura 85. Gráfico con mejoras implementadas laminado



Fuente: elaboración propia.

#### **4.3. Disminución de riesgos de incidentes de seguridad.**

Para la disminución en esta área se ejecutaron acciones, como la instalación de un sistema de aspirado para las partículas volátiles del producto para evitar la limpieza parcial durante la producción de la variedad.

##### **4.3.1. Reducción de actividades de alto riesgo**

Las actividades que se buscaban reducir era la limpieza parcial durante la producción, el paro e intervención del maquinista en la parte de dosificación por sobres atascados. Por consiguiente, también se realizó una inspección general en todo el rotor para asegurar el correcto funcionamiento en cada etapa.

##### **4.3.2. Medidas preventivas**

El *centerlining* aplicado en el área de dosificación se tomó como medida preventiva ya que al estar las piezas alineadas se reduce la probabilidad de tener sobres atascados y en consecuencia intervenciones y riesgos de atrapamiento en brazos.

#### **4.4. Reducción de paros no planeados**

En relación con el tema anterior, los sobres atascados y las limpiezas parciales representan paros en la línea de corto tiempo que al sumarlos llegan a ser de gran importancia. A esto se le suma los paros ocasionados por problemas mecánicos y el número se convertía en alarmante.

#### 4.4.1. Gráfico de serie de tiempos con mejoras implementadas

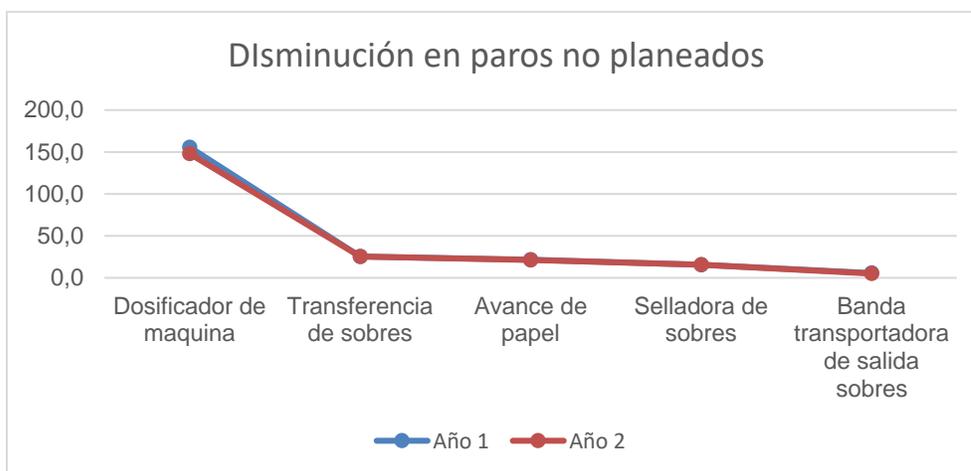
Durante el primer año se reportó 156 horas en paros no planeados por problemas en el dosificador de la máquina, esto se redujo en un 5 % para el año siguiente. Como se muestra a continuación.

Tabla XXXVIII. **Tabla de paros no planeados**

| Ubicación Técnica                     | Año 1 | Año 2  | MEJORA |
|---------------------------------------|-------|--------|--------|
| Dosificador de maquina                | 155,7 | 147,93 | 5%     |
| Transferencia de sobres               | 25,5  | 25,4   | 0%     |
| Avance de papel                       | 21,6  | 21,4   | 1%     |
| Selladora de sobres                   | 15,6  | 15,55  | 0%     |
| Banda transportadora de salida sobres | 5,7   | 5,1    | 10%    |

Fuente: elaboración propia.

Figura 86. **Gráfico de serie de tiempo**



Fuente: elaboración propia.

#### **4.4.2. Mejora en la productividad**

La productividad aumentó un 16 % anual proyectado para el año siguiente en el proceso de llenado. Esto quiere decir, alrededor de 29 000 sobres producidos más por un mejor aprovechamiento del tiempo y de recursos. Además, de una liberación en tiempo y carga laboral del departamento técnico y de reproceso.

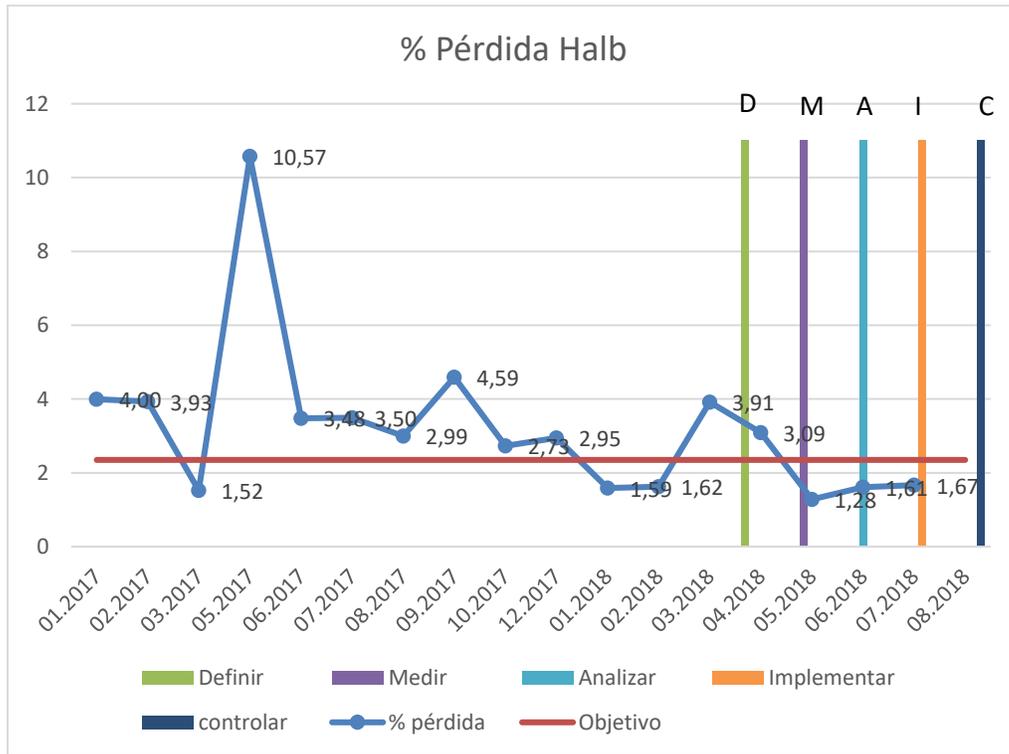
#### **4.5. Pérdida de producto**

En medida que los puntos anteriores fueron implementados la pérdida de producto fue disminuyendo. Inmediatamente los resultados fueron notándose como lo muestra el siguiente gráfico.

##### **4.5.1. Gráfico de serie con mejora implementada**

En la figura 87 se presenta el gráfico de serie con mejora implementada.

Figura 87. **Gráfico de serie con mejora implementada**



Fuente: elaboración propia

La pérdida disminuyó llegando por debajo del objetivo y permaneciendo por debajo del rango durante 3 meses.

#### 4.5.2. Pérdida monetaria total

La implementación fue realmente positiva y efectiva logrando un ahorro de \$ 1 947,55 únicamente en los meses de mayo a julio hasta la fase de implementación.

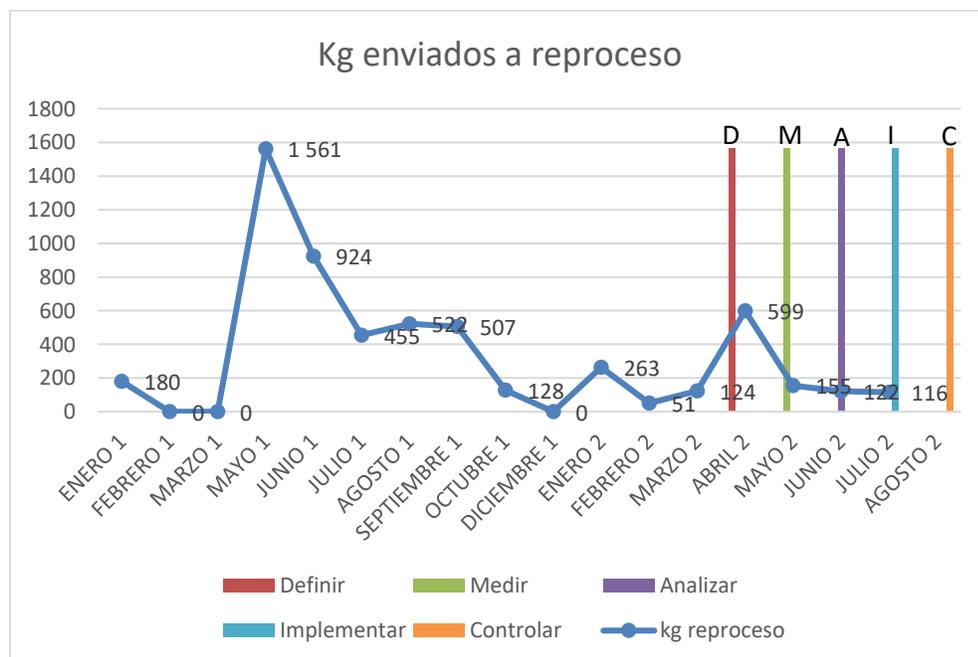
#### 4.6. Producto en reproceso

Para agosto el porcentaje de disminución logrado era del 51 %, con una diferencia de 381 kg en comparación al primer trimestre del año.

##### 4.6.1. Gráfico de serie con mejora implementada

En la figura 88 se presenta el gráfico de serie con mejora implementada.

Figura 88. Gráfico de serie con mejora implementada en reposo



Fuente: elaboración propia.

#### 4.6.2. Disminución de tiempo de trabajo en el área de reproceso

Las mejoras en el proceso permitieron que el tiempo de mano de obra invertido en el área de reproceso se redujera a la mitad, Por lo tanto, las personas del área tuvieron menos carga laboral y al no utilizar las mismas cantidades de reproceso la masa también mejoró sus características.

#### 4.7. Validación de la efectividad de la solución

La validación de las mejoras es importante medirlas de forma paralela a la implementación, ya que esto funciona como un semáforo para indicarnos el progreso que se está obteniendo. En este caso, se fueron realizando varias y de manera global se obtuvo lo siguiente.

Figura 89. Validación de efectividad de la solución

| Halb       |                                 |                        |                                 |                                  |                         |                          |
|------------|---------------------------------|------------------------|---------------------------------|----------------------------------|-------------------------|--------------------------|
| MES        | % Pérdida febrero - abril año 1 | % pérdida mayo - julio | kg Previsto Base 0 mayo - julio | Kg sin reducción de % de pérdida | Kg pérdida mayo - julio | GTQ perdida mayo - julio |
| mayo-julio | 2,9                             | 1,5                    | 63 975,6                        | 1 855,2924                       | 943,4                   | 14 853,47                |

Fuente: elaboración propia

Reportando 911 kg ahorrados y una brecha de 1,4 % de diferencia entre los niveles de pérdida.

#### 4.8. Validación del ahorro monetario con las mejoras implementadas

La evaluación financiera evalúa el nivel de retorno económico que el proyecto genera con sus distintas ejecuciones. Es decir, identifica los costos y beneficios generados.

El proyecto tenía como objetivo un 35 % de ahorro anual, traducido en \$ 6 811,52 los cuales fueron presentados a personas de mandos medios y altos con los datos de los puntos siguientes.

##### 4.8.1. Ahorro monetario con mejoras implementadas

La medición con mejoras implementadas fue realizada durante tres meses y comparado con datos históricos con el mismo rango de tiempo. El ahorro reportado a la empresa fue de \$1 947,55 como se muestra en la figura. Alcanzando un 29 % respecto a la meta original.

Figura 90. Cálculo del ahorro

| Mes        | % Pérdida febrero - abril 2018 | % Pérdida 2018 mayo - julio | Previsto base 0 (ctd) 2018 mayo - julio | Sin reducción de % de pérdida | Perdidos 2018 mayo - julio | Gtq perdido 2018 mayo - julio |
|------------|--------------------------------|-----------------------------|---|-------------------------------|----------------------------|-------------------------------|
| mayo-julio | 2,1                            | 0,9                         | 993 919                                 | 20 872,30                     | 9 663,00                   | 1 030,35                      |

| Ahorro laminado | GTQ/kg perdido 2018 | GTQ de ahorro | USD de ahorro |
|-----------------|---------------------|---------------|---------------|
| 11 209,30       | 0,11                | 1 195,23      | 162,13        |

Fuente: elaboración propia.

#### **4.8.2. Proyección de ahorro monetario a largo plazo**

Según planificación de producción anual y ahorro monetario trimestral real reportada, se proyecta el alcance de \$ 7 011,18 para finalizar el año. Siendo este un 103 % de la meta original anual. Para lograr esto, se trabajó en manuales, capacitaciones y otros documentos para que la empresa sea capaz de lograr sostenibilidad.

## **5. MEJORA CONTINUA**

Por último, se estandarizan y consolidan las metodologías efectivas que permitieron la mejora de los puntos con el objetivo marcado inicialmente. Para que la mejora sea de forma definitiva.

### **5.1. Estándares de cambios**

La finalidad de la normalización o bien, estandarización es establecer reglas que permitan la ejecución de manera ordenada de un conjunto de actividades para que todas las personas que las desarrollan lo hagan de una manera alineada y con los mismos parámetros.

#### **5.1.1. Estándar de proceso de fabricación**

En el área de fabricación solo fue necesario la impresión con los parámetros correctos de la receta, se colocó en la cabina y se instruyó a todos los maquinistas. Además de implementar un procedimiento estándar de las actividades para que la masa llegue a llenaje. Este procedimiento estándar sirve para que cualquier persona a través de imágenes y breves explicaciones sea capaz de entender el procedimiento y realizarlo correctamente. Este fue colocado en el tablero de indicadores del área para que todos puedan tener acceso a él en cualquier momento.

Figura 91. Procedimiento estándar fabricación

| PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE  |                   | Proceso de fabricación de Crema de Hongos  |   | EPP Requerido:   |   |
|--|-------------------|--|---|--|---|
| Nombre de la línea:  | Centro de Mezclas | Máquina:   | Centro de Mezclas                                 | Área:  | 2do Nivel C.M   |
| Fecha:   | 16-Jul-20         | Versión:   | 1   |  |   |
| Aprobaciones:  |                   | GTA Holler 2<br><small>Elaborador del estándar</small>   | Sofía Godoy<br><small>Supervisor de Línea</small> | Maira López<br><small>Departamento de SRE</small>  | Henry Villatoro<br><small>Departamento de Calidad</small> |
| 1  |                   | 2  |   | 3  |   |
|   |                   |                   |   |         |   |
| Colocar Big Bag en tolv según los ingredientes de la receta                        |                   | Agregar los ingredientes correspondientes a la operación 210 de la receta y validación de la etapa |   | Mezclar en velocidad rápida, tiempo de cuchillas 0 seg. Y desfase de cuchillas de 0 seg. |   |
| Documentos de Ref. Tiempo<br>5 min   |                   | Documentos de Ref. Tiempo<br>2 min   |   | Documentos de Ref. Tiempo<br>1:17 min  |   |
| 4  |                   | 5  |   |  |   |
|  |                   |                 |   |  |   |
| Agregar los ingredientes de la operación 220                                       |                   | Mezclar a velocidad rápida con desfase de cuchillas durante 0 seg. Con un tiempo de 0 seg.         |   |  |   |
| Documentos de Ref. Tiempo<br>2 min   |                   | Documentos de Ref. Tiempo<br>1:57 min  |   |  |   |
| 6  |                   | 7  |   | 8  |   |
|  |                   |                  |   |  |   |
| Llenado de Big Bag   |                   | Traslado de Big Bag al área de silos   |   |  |   |
| Documentos de Ref. Tiempo<br>2 min   |                   | Documentos de Ref. Tiempo<br>5 min   |   | Documentos de Ref. Tiempo  |   |
| 9  |                   | 10   |   |  |   |
|  |                   |  |   |  |   |
| Documentos de Ref. Tiempo  |                   | Documentos de Ref. Tiempo  |   | Documentos de Ref. Tiempo  |   |
| Inspección de inocuidad  |                   | Monitoreo de calidad   |   | Ambiente   |   |
| Seguridad  |                   | PPE  |   | CADENA DE AYUDA ¿Qué hago si me desvío o hay alguna desviación del estándar?             |   |
| Tiempo de actividad  |                   | 18:34 min  |   | Solicitar apoyo al supervisor de turno.  |   |
| DOCUMENTO #  |                   | FECHA ÚLTIMA REVISIÓN  |   | DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN   |   |
|  |                   |  |   |  |   |

Fuente: elaboración propia.

### 5.1.2. Estándar de proceso de llenaje

De igual forma, se trabajó el mismo formato para la línea de llenaje. Este incluyó lo siguiente:

- Procedimiento estándar cambio de *Big Bag* en silos: al encontrar que muchas de las variaciones eran causadas por un cambio inadecuado ya que no siempre el silero era quien realizaba el cambio. Se empoderó a los operadores de la línea para que de igual forma fueran capaces de realizarlo. El estándar incluyó un *centerlining* en la tolva para que cada paso fuera realizado en el momento correcto.

Figura 92. Procedimiento estándar cambio de *Big Bag*

| PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE   |          | Cambio de Big Bag en silos   |   | EPP Requerido:                                      |   |   |  |   |  |
|---|----------|--|---|---|---|---|--|---|--|
| Nombre de la línea:   | Holler 2 | Máquina:   | Llenadoras  | Área:   | Sopas   |   |  |   |  |
| Fecha:  | 17-jul   | Versión:   | 1   |   |   |   |  |   |  |
| Aprobaciones:   |          | GTA Holler 2<br><small>Elaborador del estándar</small>   | Sofía Godoy<br><small>Supervisor de Línea</small> | Maira López<br><small>Departamento de SHE</small>   | Henry Villatoro<br><small>Departamento de Calidad</small> | Juan González<br><small>Jefe de Producción</small>  |  |   |  |
| 1   |          | 2  |   | 3   |   | 4   |  | 5   |  |
| Cambiar Big Bag cuando el nivel del producto se encuentre en el punto A del silo. |          | Esperar a que el nivel del producto llegue al punto B para soltar el Big Bag para evitar derrames o la falta de masa en máquina. |   | Desatar el Big Bag manteniendo cerrada la boquilla. |   | Abrir la mitad de la boquilla del Big Bag y dejar caer el producto lentamente para evitar derrames. |  | Cuando el producto alcance la boquilla esta se debe abrir por completo y dejar que el producto fluya. |  |
| Documentos de Ref. Tiempo   |          | Documentos de Ref. Tiempo  |   | Documentos de Ref. Tiempo                           |   | Documentos de Ref. Tiempo   |  | Documentos de Ref. Tiempo   |  |
| 2 min   |          | 2 min  |   | 1 min   |   | 2 min   |  | 1 min   |  |
| 6   |          | 7  |   | 8   |   | 9   |  | 10  |  |
| Documentos de Ref. Tiempo   |          | Documentos de Ref. Tiempo  |   | Documentos de Ref. Tiempo                           |   | Documentos de Ref. Tiempo   |  | Documentos de Ref. Tiempo   |  |
|   |          |  |   |   |   |   |  |   |  |
| Inspección de inocuidad   |          | Monitoreo de calidad   |   | Ambiente  |   | Seguridad   |  | CADENA DE AYUDA: ¿Qué hago si me desvío o hay alguna desviación del estándar?                         |  |
|   |          |  |   |   |   |   |  | Solicitar apoyo al supervisor de turno.   |  |
| DOCUMENTO #   |          | FECHA ÚLTIMA REVISIÓN  |   | DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN                      |   | Tiempo de actividad   |  | 8 min   |  |
|   |          |  |   |   |   |   |  |   |  |

Fuente: elaboración propia.

- Estándar de *centerlining*: este constituye una herramienta muy importante para garantizar la operación con las variables de proceso adecuadas. Estableciendo las posiciones correctas para las piezas claves de la máquina.

Figura 93. Estándar *centerlining* I

| <b>CENTERLINING</b> |                 |  |                             |   | EPP necesario para realizar la tarea: |                         |  |            |        |        |
|---------------------|-----------------|--|-----------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------|---|------------|--------|--------|
| Nombre de la línea: |                 | HOLLER 2                               | Máquina:                    | Lenadoras   | Tipo:                                 | Operación               | Versión:  | 2          | Fecha: | 16-jul |
| Aprobaciones        |                 | GTA Holler 2                           |                             | Sofía Godoy   | Ricardo Vásquez                       | Henry Villatoro         |   |            |        |        |
|                     |                 | Elaborador del estándar                |                             | Supervisor de la línea  | Departamento de SHE                   | Departamento de Calidad |   |            |        |        |
| #                   | Sistema         | Nombre de la Parte                     | Parámetro                   | Sistema de Control, ubicación y Foto  | FORMATO 1                             | FORMATO 2               | Unidad de Medición  | Frecuencia |        |        |
|                     |                 |  |                             |   | Objetivo                              | Objetivo                |   |            |        |        |
|                     |                 |  |                             |   | Rango                                 | Rango                   |   |            |        |        |
| 1                   | ENBOBINADO      | EJE PORTABOBINA                        | CORRECCIÓN DE CEJA          |  | CREMAS                                | DELICIAS DE LA REINA    | CONTROL VISUAL  | DIARIO     |        |        |
|                     |                 |  |                             |   | MARCA AZUL                            | MARCA AZUL              |   |            |        |        |
| 2                   | ENBOBINADO      | FLECHA FORMADORA DE SOBRES             | TAMAÑO DEL SOBRE            |  | CREMAS                                | DELICIAS DE LA REINA    | CONTROL VISUAL  | DIARIO     |        |        |
|                     |                 |  |                             |   | MARCA COLOR AZUL                      | MARCA COLOR NEGRO       |   |            |        |        |
| 3                   | AVANCE DE PAPEL | FOTOCELDA (ANCHO DE PAPEL)             | CENTRADO DE PAPEL           |  | CREMAS                                | DELICIAS DE LA REINA    | CONTROL VISUAL  | TURNO      |        |        |
|                     |                 |  |                             |   | MARCA COLOR AZUL                      | MARCA COLOR NEGRO       |   |            |        |        |
| 4                   | AVANCE DE PAPEL | CODIFICADOR DE SOBRES (ANCHO DE PAPEL) | AJUSTE DEL CODIGO DE SOBRES |  | CREMAS                                | DELICIAS DE LA REINA    | CONTROL VISUAL  | TURNO      |        |        |
|                     |                 |  |                             |   | MARCA COLOR AZUL                      | MARCA COLOR NEGRO       |   |            |        |        |

Fuente: elaboración propia.

Figura 94. Estándar *centerlining* II

|   |                  |                                     |                                   |   |                  |                      |                |        |
|---|------------------|-------------------------------------|-----------------------------------|---|------------------|----------------------|----------------|--------|
| 5 | AVANCE DE PAPEL  | FOTOCELDA (ALTURA)                  | ALTURA DE FOTOCELDA               |    | CREMAS           | DELICIAS DE LA REINA | CONTROL VISUAL | TURNO  |
|   |                  |                                     |                                   |   | MARCA COLOR AZUL |                      |                |        |
| 6 | AVANCE DE PAPEL  | CODIFICADOR DE SOBRES (ALTURA)      | ALTURA DE CODIFICADOR (CORREDERA) |    | CREMAS           | DELICIAS DE LA REINA | CONTROL VISUAL | TURNO  |
|   |                  |                                     |                                   |   | MARCA COLOR AZUL | MARCA COLOR NEGRO    |                |        |
| 7 | SELLADO          | SELLADORA VERTICAL                  | CENTRADO DE SELLADO               |   | CREMAS           | DELICIAS DE LA REINA | CONTROL VISUAL | TURNO  |
|   |                  |                                     |                                   |   | MARCA COLOR AZUL | MARCA COLOR NEGRO    |                |        |
| 8 | PINZA DE ENTREGA | PLACA DE SENSOR EN PINZA DE ENTREGA | SENSOR DE DETECCIÓN DE PAPEL      |  | CREMAS           | DELICIAS DE LA REINA | CONTROL VISUAL | DIARIO |
|   |                  |                                     |                                   |   | MARCA COLOR AZUL |                      |                |        |

Fuente: elaboración propia.

Figura 95. Estándar *centerlining* III

|    |                 |                               |                       |  |                  |                      |                     |       |
|----|-----------------|-------------------------------|-----------------------|--|------------------|----------------------|---------------------|-------|
| 9  | SELLADO         | SELLADORA VERTICAL            | TEMPERATURA           |   | CREMAS           | DELICIAS DE LA REINA | GRADOS CELSIUS (°C) | TURNO |
|    |                 |                               |                       |  | 130 A 145        | 135 A 150            |                     |       |
| 10 | AVANCE DE PAPEL | ABRE FACIL                    | ALTURA DE ABREFACIL   |   | CREMAS           | DELICIAS DE LA REINA | CONTROL VISUAL      | TURNO |
|    |                 |                               |                       |  | MARCA COLOR AZUL |                      |                     |       |
| 11 | AVANCE DE PAPEL | ABRE FACIL                    | POSICIÓN DE ABREFACIL |   | CREMAS           | DELICIAS DE LA REINA | CONTROL VISUAL      | TURNO |
|    |                 |                               |                       |  | MARCA COLOR AZUL | MARCA COLOR NEGRO    |                     |       |
| 12 | DOSIFICACIÓN    | BASE DE BOQUILLA DOSIFICADORA | POSICIÓN DE BOQUILLA  |  | CREMAS           | DELICIAS DE LA REINA | CONTROL VISUAL      | TURNO |
|    |                 |                               |                       |  | MARCA AZUL       |                      |                     |       |

Fuente: elaboración propia.

Figura 96. Estándar *centerlining* IV

|    |              |                                   |                                      |   |                                  |                      |                |        |
|----|--------------|-----------------------------------|--------------------------------------|---|----------------------------------|----------------------|----------------|--------|
| 13 | DOSIFICACIÓN | BOQUILLA DE GUSANO                | TAMAÑO PARA VARIEDADES               |    | MENOR A 65gr                     | MAYOR A 65gr         | CONTROL VISUAL | TURNO  |
|    |              |                                   |                                      |   | BOQUILLA PEQUEÑA                 | BOQUILLA GRANDE      |                |        |
| 14 | DOSIFICACIÓN | CAMPANA DE DOSIFICADOR            | POSICIÓN CORRECTA DE CAMPANA         |    | CREMAS                           | DELICIAS DE LA REINA | CONTROL VISUAL | DIARIO |
|    |              |                                   |                                      |   | MARCA AZUL                       |                      |                |        |
| 15 | SELLADO      | SACADOR DE AIRE                   | POSICIÓN CORRECTA DE SACADOR DE AIRE |   | CREMAS                           | DELICIAS DE LA REINA | CONTROL VISUAL | DIARIO |
|    |              |                                   |                                      |   | MARCA AZUL                       |                      |                |        |
| 16 | DOSIFICACIÓN | GUIA DE SOBRES EN ROTOR DE PINZAS | POSICIÓN CORRECTA DE GUÍA            |  | CREMAS                           | DELICIAS DE LA REINA | CONTROL VISUAL | DIARIO |
|    |              |                                   |                                      |   | VERDE: CUMPLE<br>ROJO: NO CUMPLE |                      |                |        |

Fuente: elaboración propia.

Figura 97. Estándar *centerlining* V

|    |                     |                                       |                                 |  |                                  |                      |                     |        |
|----|---------------------|---------------------------------------|---------------------------------|--|----------------------------------|----------------------|---------------------|--------|
| 17 | SELLADO             | SELLADORA HORIZONTAL                  | TEMPERATURA                     |   | CREMAS                           | DELICIAS DE LA REINA | GRADOS CELSIUS (°C) | TURNO  |
|    |                     |                                       |                                 |  | DE 125 A 145                     |                      |                     |        |
| 18 | TABLERO DE CONTROL  | LONGITUD DE PAPEL                     | DISTANCIA ENTRE FOTOCELDA       |   | CREMAS                           | DELICIAS DE LA REINA | MILÍMETROS          | DIARIO |
|    |                     |                                       |                                 |  | 128 - 130                        | 132 - 134            |                     |        |
| 19 | SALIDA DE LLENADORA | GUIAS DE FAJA DE SALIDA DE SOBRES     | CORRECTO TRASLADO HACIA ISHIDA  |   | CREMAS                           | DELICIAS DE LA REINA | CONTROL VISUAL      | DIARIO |
|    |                     |                                       |                                 |  | MARCA COLOR AZUL                 | MARCA COLOR NEGRO    |                     |        |
| 20 | SALIDA DE LLENADORA | PLUMILLA DE DESCARTE DE SOBRES VACÍOS | CORRECTA POSICIÓN PARA DESCARTE |  | CREMAS                           | DELICIAS DE LA REINA | CONTROL VISUAL      | TURNO  |
|    |                     |                                       |                                 |  | VERDE: CUMPLE<br>ROJO: NO CUMPLE |                      |                     |        |

Fuente: elaboración propia.

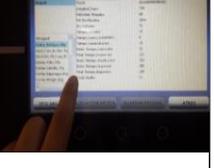
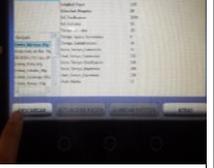
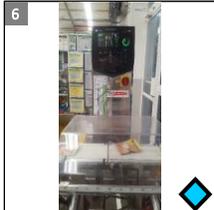
Figura 98. Estándar *centerlining* VI

|    |                      |                     |   |   |   |                      |                |       |
|----|----------------------|---------------------|---|---|---|----------------------|----------------|-------|
| 21 | PRESIÓN DE AIRE      | MANÓMETRO PRINCIPAL | PRESIÓN DE AIRE CORRECTA DE MÁQUINA         |    | CREMAS  | DELICIAS DE LA REINA | Mpa            | TURNO |
|    |                      |                     |   |   | 0.4 a 0.6 Mpa   |                      |                |       |
| 22 | DESCARTE DE SOBRES   | SENSORES DE ISHIDA  | CORRECTO DESCARTE DE BALANZA ISHIDA         |    | CREMAS  | DELICIAS DE LA REINA | CONTROL VISUAL | TURNO |
|    |                      |                     |   |   | MARCAS ROJAS  |                      |                |       |
| 23 | DESCARTE DE SOBRES   | PLUMILLA DE ISHIDA  | POSICIÓN CORRECTA DE PLUMILLA PARA DESCARTE |   | CREMAS  | DELICIAS DE LA REINA | CONTROL VISUAL | TURNO |
|    |                      |                     |   |   | VERDE: CUMPLE<br>ROJO: NO CUMPLE                                |                      |                |       |
| 24 | SELLADO DE CORRUGADO | ENCINTADORA         | ALTURA DE CORRUGADO                         |  | TODAS VARIEDADES  |                      | CONTROL VISUAL | TURNO |
|    |                      |                     |   |   | CRIOLLAS: VERDE<br>DELICIAS: NEGRO<br>CREMAS: AZUL<br>USA: ROJO |                      |                |       |

Fuente: elaboración propia.

- Estándar de actualización de parámetros al arranque: este constituye el proceso correcto para parametrizar los rangos apropiados para la máquina en el panel de control.

Figura 99. Estándar parámetros de arranque

| PROCEDIMIENTO ESTÁNDAR DE <i>Actualización de parámetros al arranque de máquina</i>          |  | EPP Requerido:  |  |  |  |                                   |  |  |   |
|--|--|---|--|--|--|-----------------------------------|--|--|---|
| Nombre de la línea:  | Holler 2   | Máquina:  | Llenadoras   | Área:  | Sopas  | Fecha:                            | 17-jul   | Versión:                                     | 1   |
| Aprobaciones:  | <b>GTA Holler 2</b><br>Elaborador del estándar                                     | <b>Sofía Godoy</b><br>Supervisor de Línea   | <b>Alex Méndez</b><br>Departamento de SHE  | <b>Marlitt Rodríguez</b><br>Departamento de Calidad                          | <b>Juan González</b><br>Jefe de Producción   |                                   |  |  |   |
| 1  |   | 2   |   | 3  |   | 4                                 |  | 5  |  |
| Ir al menú principal del panel de control de la máquina.                                     |  | Seleccionar la opción "Productos"   |  | Buscar y seleccionar dentro de la lista la receta que se va a trabajar.      |  | Seleccionar la opción "descargar" |  | Verificar que los parámetros estén correctos |   |
| Documentos de Ref.   | Tiempo   | Documentos de Ref.  | Tiempo   | Documentos de Ref.   | Tiempo   | Documentos de Ref.                | Tiempo   | Documentos de Ref.                           | Tiempo  |
|  | 0,5 min  |   | 0,2 min  |  | 0,5 min  |                                   | 0,2 min  |  | 1 min   |
| 6  |  | 7   |  | 8  |  | 9                                 |  | 10   |   |
| Producir 6 sobres y verificar que el peso neto se encuentre dentro de los límites permitidos |  | Modificar los parámetros respetando sus límites para corregir las desviaciones de peso neto que presentaron los sobres. |  | Arranque de máquina  |  |                                   |  |  |   |
| Documentos de Ref.   | Tiempo   | Documentos de Ref.  | Tiempo   | Documentos de Ref.   | Tiempo   | Documentos de Ref.                | Tiempo   | Documentos de Ref.                           | Tiempo  |
|  | 1,5 min  |   | 1 min  |  | 0,2 min  |                                   |  |  |   |
| Inspección de Inocuidad  | Monitoreo de calidad   | Ambiente  | Seguridad  | CADENA DE AYUDA ¿Qué hago si me desvío o hay alguna desviación del estándar? |  |                                   |  | Tiempo de actividad                          |   |
|  |  |   |  | Notificar al supervisor de turno   |  |                                   |  | 5.1 min                                      |   |
| DOCUMENTO #  | FECHA ÚLTIMA REVISIÓN  | DESCRIPCIÓN DE LA MODIFICACIÓN  |  |  |  |                                   |  |  |   |

Fuente: elaboración propia.

## 5.2. Comunicar los nuevos estándares a los afectados

Para finalizar, se realizó una capacitación para todos los involucrados en la cual se explicó el concepto, el detalle y la importancia de los estándares realizados.

Los diagramas fueron impresos y colocados en el tablero de indicadores de cada área.

#### **5.2.1. Identificación del entrenamiento requerido**

Se detectaron deficiencias en algunos conceptos por lo que se trabajó en el refuerzo durante sus actividades diarias. Se realizó, retroalimentación entre los mismos compañeros de trabajo, se motivó la participación y el deseo de mejorar cada día. Siendo el trabajo en equipo la mejor herramienta.

#### **5.2.2. Aceptación a los cambios**

El mayor reto al realizar proyectos de mejora continua es la aceptación que las personas que trabajan en el área puedan tener a los cambios propuestos. Ningún proyecto es absuelto de esto. Sin embargo, al involucrar a los expertos, motivar al equipo demostrando los beneficios individuales reduce el efecto. En este caso, se realizaron actividades y fueron premiados por su participación y colaboración en el desarrollo.

#### **5.3. Validación del ahorro monetario por sostenibilidad de las mejoras implementadas**

Con la utilización y cumplimiento de todos los procesos establecidos se garantizó a la empresa un alcance de \$ 7 011,18 de ahorro anuales. Además, de garantizarle una sostenibilidad y áreas de oportunidad para seguir aumentando. Esto debido a que con la práctica de los nuevos procesos la habilidad y conocimiento de las personas se ampliarán.

#### **5.4. Control para la sostenibilidad de los nuevos estándares**

El objetivo de controlar es que los procesos sean estables y capaces. Esto quiere decir que las variables claves definidas se mantengan constantes. El control debe mantener las mejoras y ser capaz de detectar cualquier tendencia de regresar a las viejas prácticas o de generar nuevas no adecuadas.

Para esto se afinaron puntos como la disciplina, la estandarización, documentación y monitoreo con personas responsables de administrar el proceso volviéndolas capaces de tomar medidas correctivas oportunas ante eventuales desviaciones

#### **5.5. Programa de auditorías para medir la adherencia a los estándares.**

El monitoreo permanente permite vigilar el comportamiento del proceso, para saber si este se mantiene bajo condiciones ideales, está efectuando malas prácticas o bien, es necesario realizar un ajuste.

La manera en que se estará controlando es por medio de las personas claves y responsables, tableros de indicadores del área de manera semanal (% pérdida, paros no planeados, kg reproceso, entre otros), lista de comprobación de inspección de balanza, evaluación a operadores y maquinistas, seguimiento de cerca por supervisores de turno y reporte de resultados en reuniones semanales.

#### **5.6. Matriz de análisis de la nueva situación**

El objetivo del análisis FODA es evaluar el presente y futuro del proyecto. Para poder brindar una nueva perspectiva de lo que se hizo bien, identificar áreas de oportunidad y acciones a tomar de acuerdo a los datos encontrados.

Tabla XXXIX. **Análisis FODA**

| <b>Debilidades</b>   | <b>Fortalezas</b>   |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Poco interés por algunos miembros del equipo.</li> <li>• Variación en el tamaño del Hongo que se utiliza en la mezcla.</li> <li>• Pérdida de tiempo en cambio de tornillo sin fin cada vez que se produce la variedad.</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Involucramiento y monitoreo por los jefes.</li> <li>• Fuerte cultura de mejora continua.</li> <li>• Control riguroso en cada etapa del proceso-</li> </ul> |
| <b>Amenazas</b>  | <b>Oportunidades</b>  |
| <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cambio en sistema de fabricación.</li> <li>• Variaciones en la materia prima.</li> <li>• Rotación de personal.</li> </ul>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>• Rutinas de inspección en balanzas.</li> <li>• Control de calidad por densidades.</li> <li>• Cambio en el diseño de dosificador.</li> </ul>                 |

Fuente: elaboración propia.

## 5.7. Beneficios obtenidos

Los entregables del proyecto aportaron valor a la empresa. Estos contribuyeron a mejorar su productividad y competitividad. Los beneficios se percibieron en diferentes áreas e involucró a colaboradores de todos los niveles. Ayudando a alcanzar los resultados esperados del equipo.

### 5.7.1. Beneficios tangibles

Los beneficios en términos monetarios fueron satisfactorios. Se alcanzaron niveles superiores a los que se habían plasmado al inicio del proyecto, lo que generó bastante satisfacción.

#### **5.7.1.1. Ahorro en pérdida de producto**

El ahorro reportado fue de 911,89 kg de producto equivalentes a \$ 1 947,55 siendo un 28,6 % del alcance general de la meta. Esto fue logrado en un trimestre. Por lo que, la proyección de ahorro asciende a \$ 7 011,18 logrando ser un 3 % arriba del objetivo anual.

#### **5.7.1.2. Reducción de paros no planeados**

El mayor tiempo perdido es debido a atenciones por parte del departamento de mecánica hacia el dosificador de la máquina. A nivel general se redujo un 5 % de estos paros, debido a la rutina de inspección implementada a la balanza, los nuevos parámetros estandarizados y ajustes en la boquilla del dosificador.

#### **5.7.1.3. Riesgos de incidentes de seguridad**

Los puntos de riesgos no disminuyeron, continuaron siendo los mismos. Sin embargo, la cantidad de veces de intervención si lo hicieron. Al aumentar la exactitud de la dosificación, la cantidad de limpiezas en el turno por operador redujeron considerablemente.

#### **5.7.1.4. Reducción de producto en reproceso**

El punto en donde más impacto se tenía derivado a la ineficiencia del proceso era el producto utilizado para reproceso. Al aumentar la exactitud de dosificación, el número de sobres conformes aumentó, dejando de reprocesar 381 kg y utilizándolo en producto final, esto es un 50 % de reducción.

#### **5.7.1.5. Disminución de desecho de laminado**

Como consecuencia de desechar sobres por mala calidad en el último paso de su proceso de fabricación se tenía el desperdicio de laminado. Provocando problemas de manejo de desechos, ya que sus niveles estaban siendo altos y el impacto al ambiente debía ser controlado. En el primer trimestre del año la pérdida fue de un 2,1 % y con las mejoras implementadas esta redujo a 0,9 % teniendo un 57,1 % de disminución y \$ 162, 13 de ahorro.

#### **5.7.2. Beneficios intangibles**

Debido a que se trabajó mucho en aumentar el conocimiento y habilidades de las personas los beneficios intangibles obtenidos mostraron un alto impacto. Sin embargo, estos no son incluidos en los cálculos financieros porque no son monetarios o son difíciles de cuantificar.

##### **5.7.2.1. Capacitación al personal**

El acompañamiento y conocimientos brindados a los colaboradores ayudaron a conducir a la empresa a una mayor productividad y rentabilidad. Cada integrante del equipo mostró como resultado motivación, realización, crecimiento y progreso individual. Esto ayudó a la comunicación y por lo tanto al trabajo en equipo. Las destrezas y habilidades desarrolladas ayudaron al cumplimiento de los objetivos de cada puesto.

##### **5.7.2.2. Refuerzo de competencia de Peso Neto**

Se logró que las personas involucradas en el proceso entendieran la razón primordial de mantener los estándares de calidad en los sobres. Las causas de

este efecto, como controlar y el impacto de su participación. Desarrollaron capacidad de análisis para el uso de los parámetros de la máquina para lograr el peso correcto.

### **5.7.2.3. Impacto en el costo del producto**

Los costos intangibles se producen después de ejecutar alguna acción o bien implementar un nuevo programa. Estos se refieren a la insatisfacción del cliente, disminución de la calidad, insatisfacción de las condiciones, entre otras. Estos costos se estiman en cuanto se observa un patrón de pérdida y será el fundamento para decidir continuar con la ejecución de las actividades ya que genera disgusto en el consumidor.

Por otro lado, también se presenta en empleados frustrados, insatisfacción con las condiciones de trabajo. Lo cual era evidente en la empresa. Con lo que se logró aumentar la moral, reducir el tiempo de los descansos no autorizados que ayuda a un mejor aprovechamiento de la mano de obra y por lo tanto mayor productividad.

## **5.8. Acciones correctivas**

Este tipo de acciones son las que se ejecutan al momento de que aparecen no conformidades. A diferencia de una corrección estas eliminan la causa de la no conformidad para siempre.

Después de analizar los resultados obtenidos se realizaron acciones correctivas permitiendo mejorar algunos puntos e incluso áreas fuera del análisis.

En el área de fabricación se realizó un análisis de la densidad de los ingredientes y de la masa. Las recetas de otros productos fueron actualizadas con la temperatura y características necesarias. Se reforzaron conocimientos en otros equipos para plasmar la importancia de lo que un área le entrega a otra y como en conjunto se logra un producto de calidad, que cumpla con las especificaciones del cliente y de la empresa.



## CONCLUSIONES

1. Se obtuvo un ahorro reportado en el primer trimestre de 911,89 Kg equivalentes a \$1 947,55 (28,6 % del objetivo). Siendo esto lo suficiente para producir alrededor de 14 000 sobres más. El ahorro proyecto anual es de \$7 011,18 logrando un 3 % por arriba del objetivo anual establecido.
2. Las acciones claves para el aumento en la exactitud de dosificación fue proporcionar el tornillo sin fin del tamaño adecuado, elaboración de una boquilla con forma similar a la de un sobre abierto, ajuste de parámetros de vibración, estandarización de parámetros en máquina y capacitación a operadores.
3. Los parámetros de fabricación en la receta del producto fueron modificados con los tiempos, materia prima y temperaturas adecuadas. El semielaborado a pesar que se determinó que no afecta el tiempo de reposo, tampoco debe ser refrigerado. Sin embargo, si es necesario utilizar grasa en polvo con 9 °C. Factor que deberá ser cumplido sin excepción.
4. La eliminación de la dosificación fuera del sobre se logró a través de *centerlining*, cada pieza fue marcada con colores y símbolos que ayudan al operador a posicionar cada una de ellas de la forma correcta después de cada limpieza. El estándar fue implementado y capacitado.
5. La empresa únicamente cuenta con dos máquinas preparadas para trabajar esta variedad. La máquina 1 reporta un promedio de pérdida del

1,1 %, número al cual se logró alcanzar después de la implementación. Sin embargo, no se logró superar dicha eficiencia.

6. Para finales del primer trimestre el porcentaje de disminución logrado era del 51 %, con una diferencia de 381 kg en comparación al primer trimestre del año anterior.
7. Los puntos de riesgos no disminuyeron, continuaron siendo los mismos. Sin embargo, la cantidad de veces de intervención si lo hicieron. Al aumentar la exactitud de la dosificación, la cantidad de limpiezas en el turno por operador redujeron considerablemente.
8. Todas las acciones implementadas fueron documentas en formato de procedimientos estándar, LUP (Lección de un punto), *checklist* y manuales. Todos se encuentran en el tablero a la vista de cada persona, cada uno con su lista de firmas respectivas de capacitación.

## RECOMENDACIONES

1. Inspeccionar con el *checklist* implementado por lo menos una vez cada 15 días. Además, se debe seguir aumentando el conocimiento respecto a esto tanto a operadores de línea como al departamento de mantenimiento.
2. Reforzar en maquinistas de la línea el enfoque y el conocimiento de la magnitud de impacto que se tiene su involucramiento y orientación a resultados.
3. Evaluar el cambio de roles entre un maquinista y un operador en uno de los turnos debido a capacidades que presenta cada uno.
4. Cumplir con en el uso de los nuevos estándares debe ser supervisado para evitar picos en los porcentajes de pérdida.
5. Evitar que una persona sin el conocimiento apropiado ocupe el rol de silero. Ya que la mayor parte del tiempo son excluidos y ellos desconocen de las propiedades de la variedad.



## BIBLIOGRAFÍA

1. ACUÑA ACUÑA, Jorge. *Control de calidad: un enfoque integral y estadístico*. 3a ed. Cartago: Editorial Tecnológico de Costa Rica, 2002. 682 p.
2. BESTERFIELD, Dale. *Control de calidad*. 4a ed. México: Prentice Hall Hispanoamericana, 1995. 508 p.
3. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto. *Calidad Total y Productividad*. 3a ed. México: McGraw-Hill Interamericana, 2010. 363 p.
4. GUTIÉRREZ PULIDO, Humberto; VARA SALAZAR, Román. *Control estadístico de calidad y Seis sigma*. 2a ed. México: McGraw-Hill/Interamericana de México, 2009. 482 p.
5. INOUE, Michael; MURRAY, Donald; BLANCO, Rodolfo. *Círculos de calidad: el enfoque espiral para aumentar la calidad, productividad y creatividad*. Cartago: Editorial Tecnológica de Costa Rica, 1998. 199 p.
6. Lean Six Sigma Institute. *Manual de Certificación Internacional Lean Six Sigma En Guatemala*. Panamá: Lean 6 Sigma Solutions, 2019. 68 p.
7. MCDANIEL, Carl; GATES, Roger. *Investigación de mercados*. 10a ed. México: CENGAGE Learning, 2015. 650 p.

8. MONTGOMERY, Douglas; PIÑA GARCÍA, Rodolfo. *Control estadístico de la calidad*. 3a ed. México: Limusa-Wiley, 2004. 797 p.

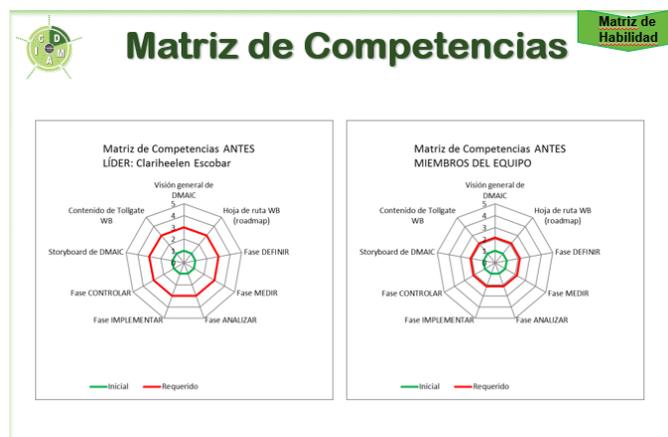
# APÉNDICES

## Apéndice 1. Integrantes del equipo del proyecto DMAIC



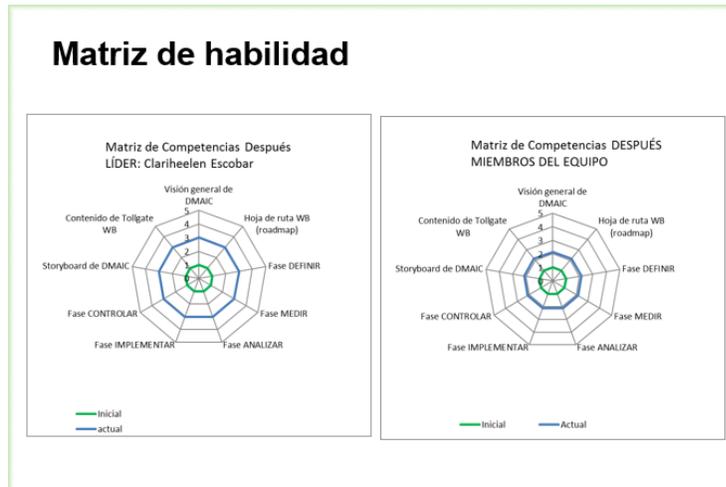
Fuente: elaboración propia, empleando Power Point 2016.

## Apéndice 2. Matriz de competencias al inicio del proyecto



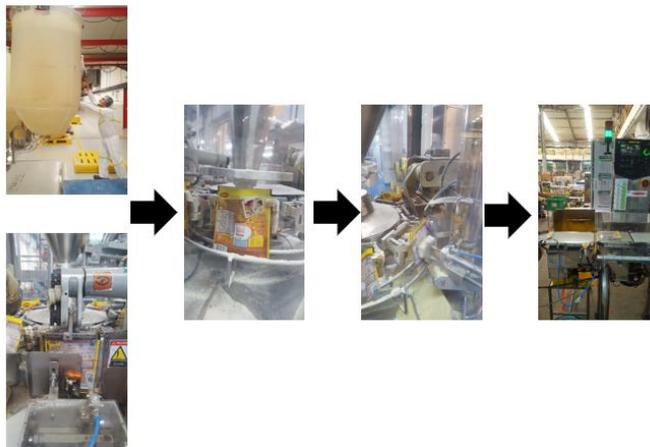
Fuente: elaboración propia, empleando Power Point 2016.

### Apéndice 3. Matriz de competencias al finalizar el proyecto



Fuente: elaboración propia, empleando Power Point 2016.

### Apéndice 4. Proceso en línea de Llenaje



Fuente: elaboración propia, empleando Power Point 2016.

## Apéndice 5. Rutina de inspección balanza

| Inspección balanza ISHIDA   |                               |
|---|-------------------------------|
| Realizada por embalador   | Semana: _____                 |
|  | 1 Transportador de entrada    |
|   | 2 Sensor detector de sobre    |
|   | 3 Banda de pesaje             |
|   | 4 Transportador de salida     |
|   | 5 Interruptor de alimentación |
|   | 6 Unidad de control remoto    |
|   | 7 Panel de visualización      |
|   | 8 Panel de operaciones        |
|   | 9 Comando                     |
|   | 10 Cubierta de ranura de USB  |

**Al arranque TURNO B**

| Qué verificar     | Cómo debe estar                 | Sábado                   | Domingo                  | Lunes                    | Martes                   | Miércoles                | Jueves                   | Viernes                  | Qué hacer en caso de que no cumple    |
|-------------------|---------------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------------------------|
| Bandeja de pesaje | Sin deformaciones o desgastada. | <input type="checkbox"/> | Tarjeta roja/ notificar al supervisor |

Fuente: elaboración propia, empleando Power Point 2016.

## Apéndice 6. Embalaje



Fuente: elaboración propia, Área de empaque, Empresa de Alimentos.

Apéndice 7. **Banda transportadora**



Fuente: elaboración propia, Área de empaque, Empresa de Alimentos.

Apéndice 8. **Sistema de dosificación**



Fuente: elaboración propia, Área de llenaje, Empresa de Alimentos.

Apéndice 9. **Big Bag**



Fuente: elaboración propia, Área de empaque, Empresa de Alimentos..

Apéndice 10. **Llenado de *Big Bag* en área de Fabricación**



Fuente: elaboración propia, Área de empaque, Empresa de Alimentos.

