

ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la
Producción**

“Reducción de mermas en las donaciones recibidas por un banco de
alimentos”

PROYECTO INTEGRADOR

Previo la obtención del Título de:

Ingenieros Industriales

Presentado por:

Ana Belén Castro Amaya

Sergio Andrés Escudero Laínez

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2022

DEDICATORIA

Deseo dedicar este trabajo a las personas que han sido pilar fundamental de apoyo y afecto durante el arduo trabajo realizado en todos estos años de estudio. A mi madre Mónica, por su constante apoyo, fuente de amor y sabiduría para superar los malos días, a mi padre Marco, quien me dejó un gran ejemplo a seguir, y sé que desde el cielo estará orgulloso, a mis hermanas por estar presente en todo momento, a Andrés por su apoyo incondicional, paciencia y amor cuando lo necesité y a toda mi familia en general que me acompaña día a día.

Ana Belén Castro A.

DEDICATORIA

Deseo dedicar este trabajo a mis padres por su apoyo a través de la carrera a Gladys Macías por su incondicional soporte en momentos de adversidades y a mi hermano por su presencia transversal a lo largo de mi vida.

Sergio Escudero L.

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por darme la sabiduría y fortaleza para sobresalir ante todo obstáculo durante este periodo académico.

Al M. Sc. Marcos Buestán por su tutela en cada etapa del proyecto. A la empresa Diakonía por abrirme las puertas y brindarnos todo lo necesario para la culminación del proyecto. A mi compañero de Materia Integradora Sergio, por su dedicación y entrega.

A ESPOL y sus docentes de Ingeniería Industrial por compartir sus conocimientos, con la finalidad de formar nuevos profesionales cada año.

Ana Belen Castro A.

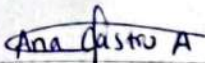
AGRADECIMIENTOS

Agradezco a nuestro tutor M. Sc. Marcos Buestán por su guía a lo largo de las etapas del proyecto, a mi compañera de tesis Ana Castro por su compromiso y disciplina, y a la empresa y personal donde nos brindaron la oportunidad de llevar a cabo el proyecto.

Sergio Escudero L.

DECLARACIÓN EXPRESA

"Los derechos de titularidad y explotación, nos corresponde conforme al reglamento de propiedad intelectual de la institución; Ana Belén Castro Amaya y Sergio Andrés Escudero Laínez y damos nuestro consentimiento para que la ESPOL realice la comunicación pública de la obra por cualquier medio con el fin de promover la consulta, difusión y uso público de la producción intelectual"



Ana Belen Castro A.



Sergio Escudero L.

EVALUADORES

.....
María Laura Retamales G., M.Sc.

PROFESOR DE LA MATERIA

.....
Marcos Buestán B., Ph. D.

PROFESOR TUTOR

RESUMEN

El proyecto integrador consiste en la reducción de la merma en el banco de alimentos ubicado en la Prosperina, Guayaquil, como objetivo principal se plantea reducir la merma operacional de vegetales de 9.88% a 7.24% y de frutas de 6.28% a 4.44% que se genera en la recolección de donaciones dada en el terminal de transferencia de víveres.

Se procedió a la recopilación de datos, pesando y evaluando los alimentos al ser recibidos en TTV, Terminal de Transferencia de Víveres, y al final de ser clasificados en el banco de alimentos, donde terminaba el proceso, para explorar las causas y motivos de la merma a través del día de operación.

Las temperaturas a las que estaban sometidos los alimentos y el aplastamiento producto apilado sin límites en gavetas fueron las causas agravantes y a las cuales se implementaron siete mejoras con sus respectivos métodos de control, se buscaba eliminar la incidencia del sol, el calor en los alimentos y concientizar en la manipulación de alimentos al personal y voluntarios del banco.

Se implementaron mejoras influyentes en las causas que logró reducir la merma operacional en vegetales a 1.88% y en frutas a 1.35%, muy por encima de los requisitos del cliente antes mencionados.

Palabras Clave: Merma operacional, vegetales, frutas y Banco de alimentos

ABSTRACT

The integrating Project consist in the reduction of the waste on the food bank located in Prosperina, Guayaquil. The main objective is to reduce the operational waste of vegetables from 9.88% to 7.24% and for fruits from 6.28% to 4.44%, which is generated in the collection of donations given in the “Terminal de Transferencia de Viveres.”

Data collection was carried out, weighing and evaluating the food when it was received at TTV and after it was classified at food bank, where it finished its process, to explore the causes and reasons for the waste throughout the day of operation.

The temperatures to which the food was subjected and the crushing resulting from the stacking without limits in drawers were the aggravating causes and to which seven improvements were implemented with their respective control methods, seeking to eliminate the incidence of sun and heat on food and raise awareness in food handling for bank staff and volunteers.

Influent improvements are proposed that managed to reduce the operational loss in vegetables to 1.88% and in fruits to 1.35%, well above the customer requirements.

Keywords: Operational waste, fruit, food Bank

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ABSTRACT	II
ÍNDICE GENERAL	III
ABREVIATURAS	VI
SIMBOLOGÍA.....	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
ÍNDICE DE FIGURAS	XI
CAPÍTULO 1	1
1. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción del problema	2
1.1.1. Alcance	2
1.1.2. Restricciones.....	2
1.2. Justificación del problema.....	3
1.3. Objetivos.....	3
1.3.1. Objetivo general	3
1.3.2. Objetivos específicos	4
1.4. Marco Teórico.....	4
CAPÍTULO 2	8
2. METODOLOGÍA	8
2.1. Definición.....	8
2.1.1. Voz del cliente y CTQ tree.....	8
2.1.2. Diagrama SIPOC.....	10
2.1.3. Definición del problema	11
2.1.4. Triple línea de beneficio	13
2.2. Medición	14
2.2.1 Proceso detallado	14
2.2.2 Plan de recolección de datos	17
2.2.3. Confiabilidad de los datos	19

2.2.4	Validación de datos	22
2.2.5	Estratificación y problema enfocado	29
2.3.	Análisis	33
2.3.1	Análisis de causas	33
2.3.2	Plan de verificación de datos	38
2.3.3	Verificación de causas	40
2.3.4	Determinación de causa raíz	53
2.4.	Mejora.....	55
2.4.1	Lluvia de ideas.....	55
2.4.2	Evaluación y selección de soluciones	57
2.4.3	Plan de implementación.....	59
2.5.	Implementación	62
2.5.1	Gestionar la solicitud de un espacio de concreto dentro de TTV.....	62
	.....	63
2.5.2	Diseño de layout del área de trabajo.....	63
2.5.3	Conseguir una carpa adicional.....	65
2.5.4	Realizar capacitación al personal en tratamiento de alimentos	67
	.....	68
	.....	68
2.5.5	Realizar un instructivo del proceso estandarizado	68
2.5.6	Definir el peso máximo de las gavetas para tipo de alimento.....	69
2.5.7	incluir en las actividades diarias de los voluntarios lavar todas las gavetas	
	.....	70
2.6.	Control	71
CAPÍTULO 3	.....	77
3.	RESULTADOS Y ANÁLISIS.....	77
3.1.	Resultados de las soluciones implementadas.....	77
3.1.1	Verificación de datos.....	82
3.1.2	Comparación antes y después de la implementación de soluciones.....	90

3.1.3 Resultados de triple línea de beneficios.....	93
Capítulo 4.....	96
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	96
4.1. Conclusiones.....	96
4.2. Recomendaciones.....	96
BIBLIOGRAFÍA.....	98
APÉNDICES.....	99

ABREVIATURAS

CTQ	Critical to quality (Parámetros de calidad críticos)
AVA	Actividad que agregan valor
ANVA	Actividad que no agrega valor
ANVN	Actividad que no agrega valor, pero necesaria
Nro.	Numero
Veg.	Vegetales
Op.	Operacional
TTV	Terminal de transferencia de víveres

SIMBOLOGÍA

USD	dólares
m	Metros
m ²	Metros
kg	Kilogramos
%	Porcentaje

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 CTQ tree	9
Figura 2.2 Diagrama SIPOC.....	11
Figura 2.3 Líneas base del comportamiento de la merma op. de los veg.	12
Figura 2.4 Líneas base del comportamiento de la merma op. de las frutas	12
Figura 2.5 Diagrama de flujo del proceso principal.....	15
Figura 2.6 Variables del plan de recolección de datos.....	18
Figura 2.7 Criterios para la clasificación	21
Figura 2.8 Datos recolectados.....	22
Figura 2.9 Validación de datos	23
Figura 2.10 Prueba de normalidad de la merma op. de veg.	24
Figura 2.11 Grafica I-MR de la merma op. de vegetales	25
Figura 2.12 Análisis de capacidad de la merma op. de vegetales	26
Figura 2.13 Prueba de normalidad de la merma op. de frutas	27
Figura 2.14 Grafica I-MR de la merma op. de frutas.....	27
Figura 2.15 Análisis de capacidad de la merma op. de frutas.....	28
Figura 2.16 Gráfica del porcentaje de merma op. por la temperatura en vegetales	29
Figura 2.17 Gráfica del porcentaje de merma op. por la temperatura en frutas	29
Figura 2.18 Gráfica del porcentaje de merma op. por el aplastamiento en vegetales ...	30
Figura 2.19 Gráfica del porcentaje de merma op. por el aplastamiento en frutas	30
Figura 2.20 Incremento de la merma op. por temperatura en veg.	31
Figura 2.21 Incremento de la merma op. por temperatura en frutas	31
Figura 2.22 Incremento de la merma op. por aplastamiento en veg.	32
Figura 2.23 Incremento de la merma op. por aplastamiento en frutas	32
Figura 2.24 Lluvia de ideas con el personal de campo técnico.....	33
Figura 2.25 Posibles causas del problema enfocado 1: Temperatura	34
Figura 2.26 Posibles causas del problema enfocado 2: Aplastamiento	34
Figura 2.27 Diagrama Ishikawa para el problema enfocado 1: Temperatura	35
Figura 2.28 Diagrama Ishikawa para el problema enfocado 2: Aplastamiento.....	35
Figura 2.29 Prueba de normalidad de la merma op. en gavetas de control.....	40
Figura 2.30 Prueba de normalidad de la merma op. en gavetas experimentales	41
Figura 2.31 Prueba p de dos muestras de las causas X3 y X5.....	42
Figura 2.32 P. de normalidad de porcentaje de merma op. cuando el camión se tarda menos de cinco horas	43
Figura 2.33 P. de normalidad de porcentaje de merma op. cuando el camión se tarda más de cinco horas	43

Figura 2.34 Prueba p de dos muestras de la causa X8	44
Figura 2.35 Prueba de normalidad de la merma op. cuando hay suficientes gavetas ..	45
Figura 2.36 Prueba de normalidad de la merma op. cuando hay pocas gavetas	46
Figura 2.37 Prueba p de dos muestras de la causa X12	47
Figura 2.38 Prueba de normalidad de la merma op. en las donaciones son manipuladas cuidadosamente	48
Figura 2.39 Prueba de normalidad de la merma op. en las donaciones son manipuladas bruscamente	48
Figura 2.40 Prueba p de dos muestras de la causa X17	49
Figura 2.41 Prueba de normalidad de la merma op. donde solo hay un producto por gaveta	50
Figura 2.42 Prueba de normalidad de la merma op. donde solo dos o más productos un producto por gaveta	51
Figura 2.43 Prueba p de dos muestras de la causa X18	52
Figura 2.44 Bodega dentro de TTV	62
Figura 2.45 Interior de la bodega dentro de TTV	63
Figura 2.46 Área de trabajo antes de la implementación	63
Figura 2.47 Layout del área de trabajo	64
Figura 2.47 Nueva organización del área de trabajo	65
Figura 2.48 Gavetas expuesta al sol	65
Figura 2.49 Instalación de carpa adicional	66
Figura 2.50 Seguridad de la carpa	66
Figura 2.51 Personal capacitado	67
Figura 2.51 Aplicación de conocimientos aprendidos	68
Figura 2.52 Registro de asistencia a capacitación	68
Figura 2.53 Capture del índice de contenido del instructivo	69
Figura 2.54 Capture del instructivo: Indicadores de peso máximo	70
Figura 2.55 Voluntarios lavando gavetas	71
Figura 2.56 Acción de control para el diseño de layout del área de trabajo	73
Figura 2.57 Acción de control luego de capacitación	74
Figura 2.58 Registro de asistencia a capacitación	74
Figura 2.59 Registro de formato de novedades	75
Figura 2.60 Registro de cantidad de gavetas	76
Figura 3.1 Datos recolectados de la implementación de soluciones	78
Figura 3.2 Gráfica de bitácora de mejoras implementas para vegetales	79
Figura 3.3 Gráfica de bitácora de mejoras implementas para frutas	79
Figura 3.4 Gráfica de la distribución de datos de vegetales antes	80
Figura 3.4 Gráfica de la distribución de datos de vegetales después	80

Figura 3.6 Gráfica de la distribución de datos de frutas antes	81
Figura 3.7 Gráfica de la distribución de datos de frutas después	81
Figura 3.8 Prueba de normalidad de la merma op. de los veg. luego de implementar las soluciones	82
Figura 3.9 Gráfica I-MR de la merma op. de veg. luego de implementar las soluciones	83
Figura 3.9 Gráfica I-MR de la merma op. de veg. antes de implementar las soluciones	84
Figura 3.9 Análisis de capacidad de la merma operacional de vegetales luego de implementar las soluciones	84
Figura 3.10 Prueba p de dos muestras de la merma de vegetales antes y después de la implementación de mejoras.....	86
Figura 3.11 Prueba de normalidad de la merma op. de las frutas luego de implementar las soluciones.....	87
Figura 3.12 Gráfica I-MR de la merma op. de frutas luego de implementar las soluciones	87
Figura 3.13 Gráfica I-MR de la merma op. de frutas antes de implementar las soluciones	88
Figura 3.14 Análisis de capacidad de la merma op. de frutas luego de implementar las soluciones	89
Figura 3.15 Prueba p de dos muestras de la merma de frutas antes y después de la implementación de mejoras.....	90
Figura 3.16 Porcentaje de merma op. de vegetales antes y después.....	91
Figura 3.17 Porcentaje de merma op. de frutas antes y después	91
Figura 3.18 Porcentaje de merma op. de veg. antes y después de la implementación de todas las soluciones	92
Figura 3.19 Porcentaje de merma op. de frutas antes y después de la implementación de todas las soluciones	93

ÍNDICE DE FIGURAS

Tabla 2.1 Clasificación de las actividades del proceso	16
Tabla 2.2 Plan de recolección de datos	19
Tabla 2.3 Sistema de calificación de causas	36
Tabla 2.4 Resultados de encuestas de causas potenciales de las altas temperaturas .	37
Tabla 2.5 Resultados de encuestas de causas potenciales por aplastamiento	38
Tabla 2.6 Plan de verificación	39
Tabla 2.7 cinco ¿por qué?	52
Tabla 2.8 cinco ¿por qué?	54
Tabla 2.9 Causas raíz	55
Tabla 2.10 Posibles soluciones	56
Tabla 2.11 Criterios de evaluación	57
Tabla 2.12 Resultado de la selección de soluciones	58
Tabla 2.13 Plan de implementación detallado	60
Tabla 2.14 Plan de control.....	72
Tabla 3.1 Resultados del impacto social	94
Tabla 3.2 Resultados del impacto ambiental	94
Tabla 3.3 Resultados del impacto económico	95

CAPÍTULO 1

1. INTRODUCCIÓN

El proyecto de reducción de merma fue realizado en el banco de alimentos.

El banco de alimentos se creó en el 2011, se encuentra ubicado en Guayaquil, Ecuador y es una empresa sin fines de lucro que se encarga de recolectar y entregar donaciones a una gran cantidad de fundaciones dentro de la misma ciudad. Actualmente el banco de alimentos es miembro certificado de Global FoodBanking Network, que junto con la municipalidad de Guayaquil contribuyen económicamente para que se pueda llegar con alimentos a muchas más personas vulnerables. Cuenta con diferentes proyectos, como Desayunos mejores días, Banco de medicinas, Barriguita llena corazón contento, Porciones de esperanza, FRUVER, entre otros.

El proyecto se centró en la línea de procesos de Barriguita llena corazón contento, que empieza en la recepción de donaciones de alimentos no perecibles como son las frutas y vegetales del terminal de transferencias de víveres, que luego estos son preclasificados para desechar lo que realmente ya no sirve para consumo humano y animal. Luego las donaciones son transportadas al banco de alimentos para ser clasificadas por voluntarios capacitados, en el cual se separan los productos en tres categorías: Alimento bueno, alimento de consumo inmediato, y merma que es donada para animales. Finalmente, los alimentos ya se dirigen a ser almacenados y despachados a las fundaciones respectivas.

El proyecto de FRUVER, rescate de frutas y vegetales, inicio en el año 2019, pero se vió pausado durante más de un año por motivos de la pandemia del COVID-19 y actualmente se retomó en marzo del 2022, sin embargo, siempre ha existido un alto porcentaje de merma en las donaciones del TTV, Terminal de Transferencia de Víveres, sin conocer las causas específicas.

Por medio de la metodología DMAIC aplicada en este proyecto, se busca encontrar las causas principales que hacen que aumente la merma en las donaciones, así mismo validar la confiabilidad de los datos y significancia de las causas. Y finalmente se propongan mejoras efectivas que harán que se cumpla el objetivo de reducir la merma.

1.1. Descripción del problema

En el banco de alimentos se presenta un alto porcentaje de merma en los alimentos donados en el TTV. El concepto de merma se divide en dos para su mejor manejo, la merma origen, y la merma operacional. La merma origen son las frutas y vegetales que ya no sirven para consumo humano, desde el momento que se receipta la donación, es decir, los donantes ya lo entregan en ese estado. Y la merma operacional, es el producto bueno donado, que en el transcurso de día por varias causas aún no definidas se va marchitando, fermentando o dañando, haciendo que el producto no sea apto para el consumo humano. Esta merma es aprovechada por los animales, sin embargo, la merma operacional se puede reducir, por lo que este proyecto busca identificar las causas del problema y proponer soluciones a estas.

1.1.1. Alcance

Para definir el alcance de este proyecto se ha tomado en cuenta lo que el cliente solicita y el problema planteado por el mismo, como también el tiempo disponible para el desarrollo del proyecto, por lo que se trabajara sobre el proceso de recepción y preclasificación de donaciones en el TTV, ya que es donde se genera la merma operacional, que al reducirla impactará positivamente en la merma en general.

1.1.2. Restricciones

Algunas de las restricciones que se encontraron en el proceso del proyecto Barriguita llena corazón contento son las siguientes:

No son financieramente independientes para gestionar este proyecto, ya que necesitan las contribuciones económicas de la Municipalidad de Guayaquil, de Global FoodBanking Network, y otras empresas productoras.

El banco de alimentos por el momento no cuenta con un espacio propio dentro del TTV, es decir, el proceso mencionado antes, se lo realiza dentro de una carpa.

El banco de alimentos se encuentra a 11 km de distancia del TTV, por lo que se debe considerar el tiempo de transporte, el tipo de transporte, y la ruta de transporte pues podría afectar en el problema.

1.2. Justificación del problema

Según el Ministerio del Poder Popular para la Salud, registra que a nivel nacional el 23.2% de los niños sufren desnutrición, y en la costa un 15.7%. A pesar de que en Ecuador ya se han implementado muchos programas de nutrición, no se ha logrado impactar ni en un 50% al problema. (Ministerio del Poder Popular para la salud, 2021)

También, estadísticas registradas por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos INEC, se conoce que el 43% de los adultos mayores se encuentran en riesgo de desnutrición (Nube Jhanna Pacurucu Avila, 2019)

Tanto los niños como los adultos mayores se ven principalmente afectados por la desnutrición, ya que son figuras vulnerables en la sociedad y una de las causas principales es la insuficiente disponibilidad de alimentos. Es aquí donde radica la importancia de este proyecto, puesto que al reducir la merma operacional significa que la cantidad de frutas y vegetales receptados en el TTV, al final del proceso, más cantidad de donaciones estarán aptas para el consumo humano.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Reducir la merma operacional de vegetales de 9.88% a 7.24% y de frutas de 6.28% a 4.44% desde octubre del 2022 a enero del 2023

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar la principal causa del incremento de la merma operacional.
- Mejorar los procesos de recepción y clasificación implemento las nuevas soluciones.
- Encontrar las métricas adecuadas para que la clasificación no sea variante.

1.4. Marco Teórico

Metodología DMAIC

DMAIC es el proceso de mejora que utiliza la metodología Seis Sigma y es un modelo que sigue un formato estructurado y disciplinado (Pulido, 2010). DMAIC consistente de 5 fases conectadas de manera lógica entre sí (Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar). Cada una de estas fases utiliza diferentes herramientas que son usadas para dar respuesta a ciertas preguntas específicas que dirigen el proceso de mejora.

Definir

Es la fase inicial de la metodología, en donde se identifican posibles proyectos de mejora dentro de una compañía y en conjunto con la dirección de la empresa se seleccionan aquellos que se juzgan más prometedores. De acuerdo con Bersbach (2009), para definir apropiadamente el problema deben responderse preguntas tales como: ¿por qué es necesario hacer (resolver) esto ahora?, ¿Cuál es el flujo de proceso general del sistema?, ¿Qué se busca lograr en el proceso?, ¿Qué beneficios cuantificables se esperan lograr del proyecto?, ¿Cómo sabrá que ya terminó el proyecto (criterio de finalización) ?, ¿Qué se necesita para lograr completar el proyecto exitosamente? Los entregables claves para completarse en esta fase para responder a estas preguntas son:

- El Chárter del Proyecto
- Diagrama SIPOC
- Voz del Cliente
- Árbol Crítico de la Calidad (CTQ)

Medir

Una vez definido el problema a atacar, se debe de establecer qué características determinan el comportamiento del proceso (Brue, 2015). Para esto es necesario identificar cuáles son los requisitos y/o características en el proceso o producto que el cliente percibe como clave (variables de desempeño), y qué parámetros (variables de entrada) son los que afectan este desempeño. A partir de estas variables se define la manera en la que será medida la capacidad del proceso, por lo que se hace necesario establecer técnicas para recolectar información sobre el desempeño actual del sistema, es decir qué tan bien se están cumpliendo las expectativas del cliente. Bersback opina que esta etapa debe permitir responder las siguientes preguntas: ¿Cuál es el proceso y como se desarrolla?, ¿Qué tipo de pasos componen el proceso?, ¿Cuáles son los indicadores de calidad del proceso y qué variables de proceso parecen afectar más esos indicadores?, ¿Cómo están los indicadores de calidad del proceso relacionados con las necesidades del cliente?, ¿Cómo se obtiene la información?, ¿Qué exactitud o precisión tiene el sistema de medición?, ¿Cómo funciona el proceso actualmente?.

Entre las herramientas más comúnmente usadas en esta fase se encuentran:

- Matriz de Priorización
- Análisis de Tiempo de Valor
- Gráficos de Pareto
- Gráficos de Control

Analizar

Esta etapa tiene como objetivo analizar los datos obtenidos del estado actual del proceso y determinar las causas de este estado y las oportunidades de mejora. En esta fase se determina si el problema es real o es solo un evento aleatorio que no puede ser solucionado usando DMAIC. En esta etapa se seleccionan y se aplican herramientas de análisis a los datos recolectados en la etapa de Medir y se estructura un plan de mejoras potenciales a ser aplicado en el siguiente paso. Esto se hace mediante la formulación de diferentes hipótesis y la prueba estadística de las mismas para determinar qué factores son críticos para el desempeño final del

proceso Las preguntas a contestar durante esta etapa son: ¿Qué variables de proceso afectan más la calidad (variabilidad del proceso) y cuáles podemos controlar?, ¿Qué es de valor para el cliente?, ¿Cuáles son los pasos detallados del proceso?, ¿Cuántas observaciones necesito para sacar conclusiones? Entre las herramientas más comúnmente usadas se encuentran:

- Diagramas de causa-efecto
- Estudio de correlación
- Prueba de Chi-Cuadrado, T y F
- Diagrama de flujo

Mejorar

Una vez que se ha determinado que el problema es real y no un evento aleatorio, se deben identificar posibles soluciones. En esta etapa se desarrollan, implementan y validan alternativas de mejora para el proceso. Para hacer esto se requiere de una lluvia de ideas que genere propuestas, las cuales deben ser probadas usando corridas piloto dentro del proceso. La habilidad de dichas propuestas para producir mejoras al proceso debe ser validada para asegurar que la mejora potencial es viable. De estas pruebas y experimentos se obtiene una propuesta de cambio en el proceso, es en esta etapa en donde se entregan soluciones al problema. Algunas de las preguntas que Bersbach sugiere que deben de contestarse antes de pasar a la siguiente etapa son: ¿Qué opciones se tienen?, ¿Cuáles de las opciones parecen tener mayor posibilidad de éxito?, ¿Cuál es el plan para implementar el nuevo proceso (opciones)?, ¿Qué variables de desempeño usar para mostrar la mejora?, ¿Cuántas pruebas necesito correr para encontrar y confirmar las mejoras?, ¿Esta solución está de acuerdo con la meta de la compañía?, ¿Cómo implemento los cambios? Entre las herramientas más comúnmente utilizadas en esta fase se encuentran:

- Lluvia de Ideas
- Modo de Falla y Análisis de Efecto
- Herramientas Lean
- Simulación de Eventos Discretos

Controlar

Finalmente, una vez que encontrada la manera de mejorar el desempeño del sistema, se necesita encontrar como asegurar que la solución pueda sostenerse sobre un período largo de tiempo. (Jeroen de Mast, 2012). Para esto debe diseñarse e implementarse una estrategia de control que asegure que los procesos sigan corriendo de forma eficiente. Las preguntas para responder en esta etapa son: ¿Están los resultados obtenidos relacionados con los objetivos, entregables definidos y criterio de salida del proyecto? Una vez reducidos los defectos, ¿cómo pueden los equipos de trabajo mantener los defectos controlados?, ¿Cómo se puede monitorear y documentar el proceso? Para responder a estas preguntas se requerirán de ciertas herramientas tales como el control estadístico mediante gráficos comparativos y diagramas de control y técnicas no estadísticas tales como la estandarización de procesos, controles visuales, planes de contingencia y mantenimiento preventivo, herramientas de planificación, etc.

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Este proyecto se realizó basado en la metodología DMAIC, con el cual se logra la mejora y solución del problema planteado. Se describirá lo realizado en cada una de las 5 fases.

2.1. Definición

Como primera fase, se socializaron en diversas reuniones las necesidades que tenía el cliente, el alcance y las restricciones pertinentes del problema.

2.1.1. Voz del cliente y CTQ tree

El cliente considerado para el proyecto son las personas que conforman el Banco de alimentos, que supo comunicar el problema, y necesidades pertinentes que se tienen. Algunas de las necesidades fueron las siguientes:

- “Recepción de frutas y vegetales en malas condiciones “
- “Alta cantidad de merma en las donaciones “
- “Prevenir que el clima afecte a las donaciones “
- “Manejo adecuado de frutas y vegetales “
- “Mejorar el ambiente de trabajo “
- “Falta de capacitación a los encargados de la clasificación “
- “Tener guías visuales para la clasificación de los productos “
- “Evitar errores de mediciones “

Estas necesidades, para el desarrollo del proyecto se traducen a variables, que son parte de del desarrollo del árbol crítico de la calidad (CTQ tree). Estas variables deben ser medibles ya que a futuro se utilizarán para las mediciones. En la figura 2.1 se presenta la herramienta utilizada.

Necesidades Requerimiento Variables

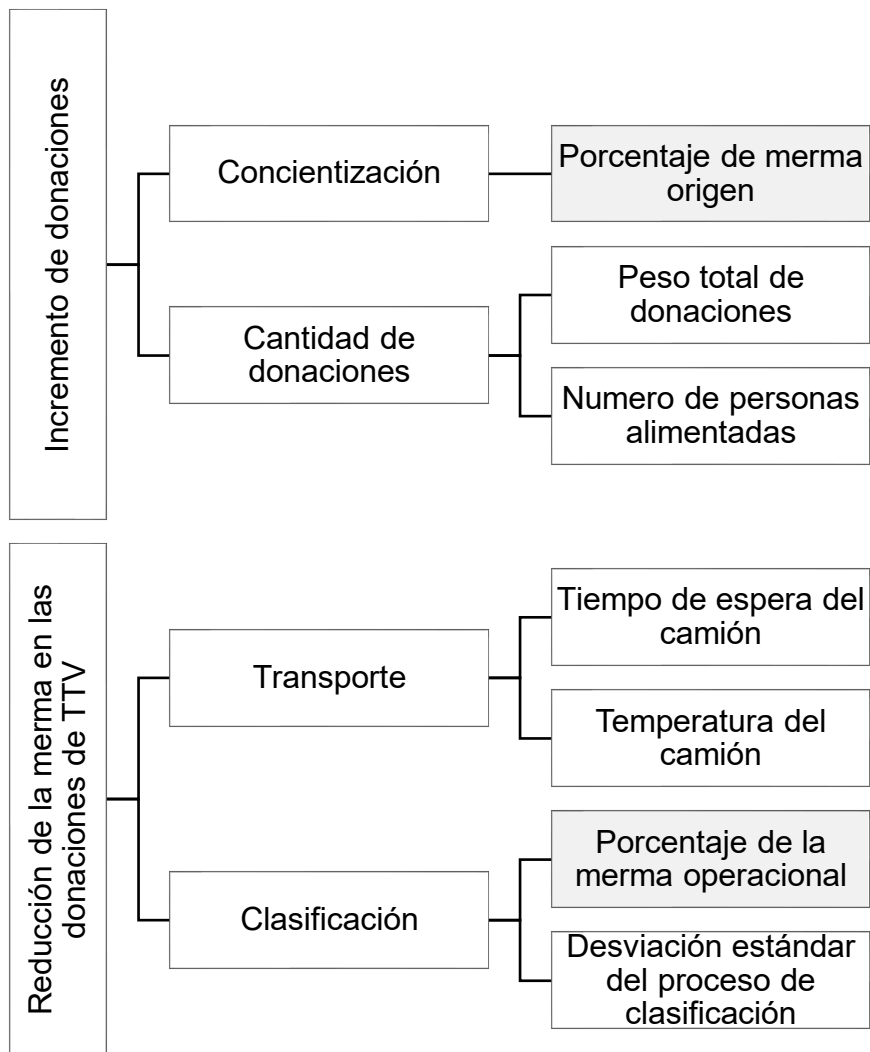


Figura 2.1 CTQ tree
[Fuente: Elaboración propia]

Con la información del CTQ tree y conociendo el problema planteado, se ha identificado cuáles son las variables principales que influyen directamente en la variable de respuesta Y.

La variable de respuesta Y, es el porcentaje de merma en el proceso de recepción y clasificación, que es la suma del porcentaje de merma origen y porcentaje de merma operacional, tal como se ve en las siguientes ecuaciones:

$$Y = \% \text{ Merma total}$$
$$Y = \% \text{ merma origen} + \% \text{ merma operativa} \quad (2.1)$$
$$Y = (X1, X2)$$

2.1.2. Diagrama SIPOC

Se ha desarrollado el diagrama SIPOC para el entendimiento detallado del proceso en el cual se centra el proyecto, y también se detallan los proveedores, clientes, entradas y salidas del proceso.

Dicho diagrama, como se puede observar en la figura 2.2, empieza en la recepción de las donaciones en el Terminal de Transferencia de Víveres y termina en la entrega de las donaciones a fundaciones.

También con el Diagrama de SIPOC, se puede determinar el alcance que tiene el proyecto.

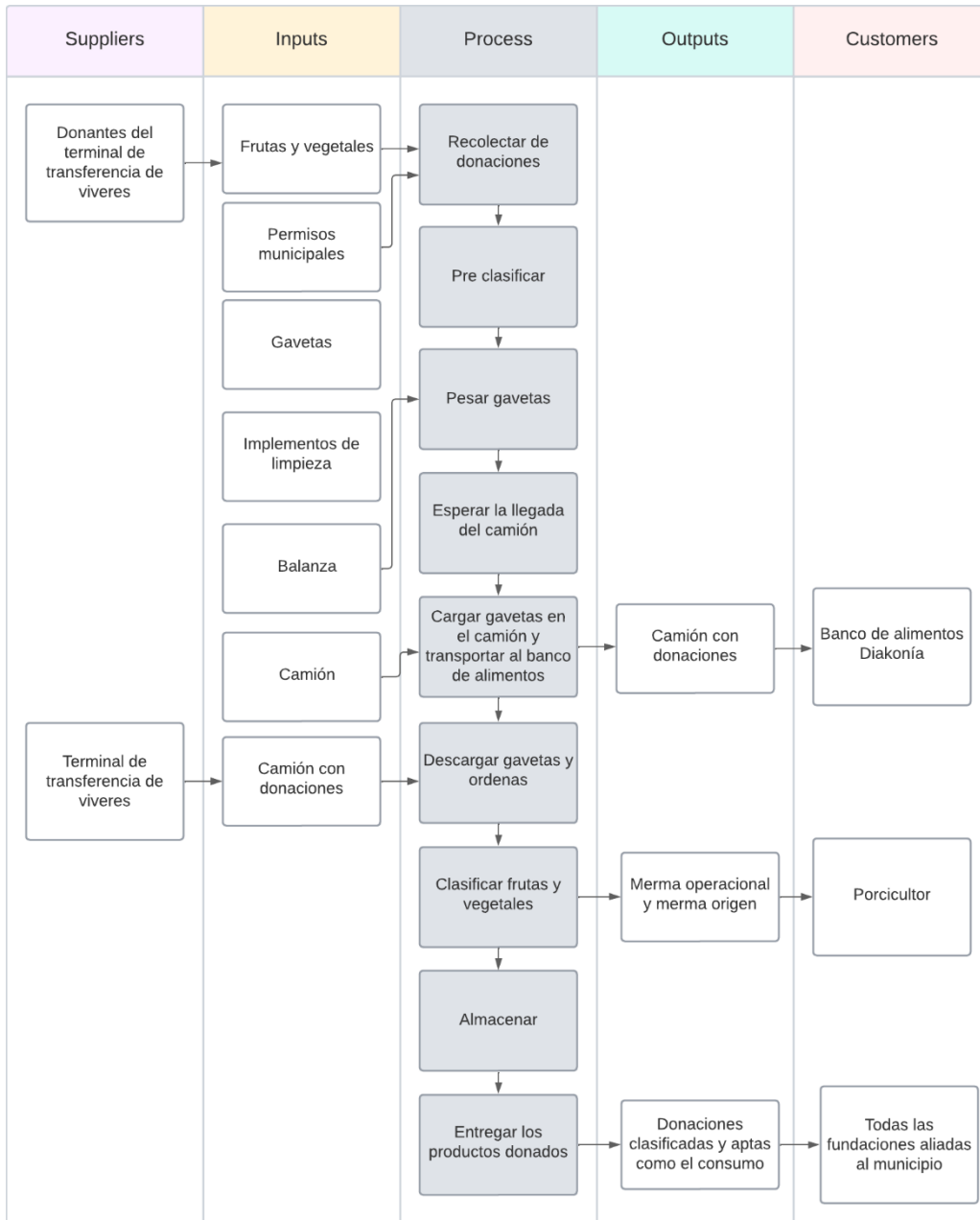


Figura 2.2 Diagrama SIPOC
[Fuente: Elaboración propia]

2.1.3. Definición del problema

Ahora para definir el problema, se tomaron los valores promedios de merma operacional, tanto en frutas y vegetales, y los valores objetivos del proyecto que determinados con las necesidades del cliente, diagrama SIPOC y alcance de este. Esto se puede evidenciar en las figuras 2.3 y 2.4 a continuación.

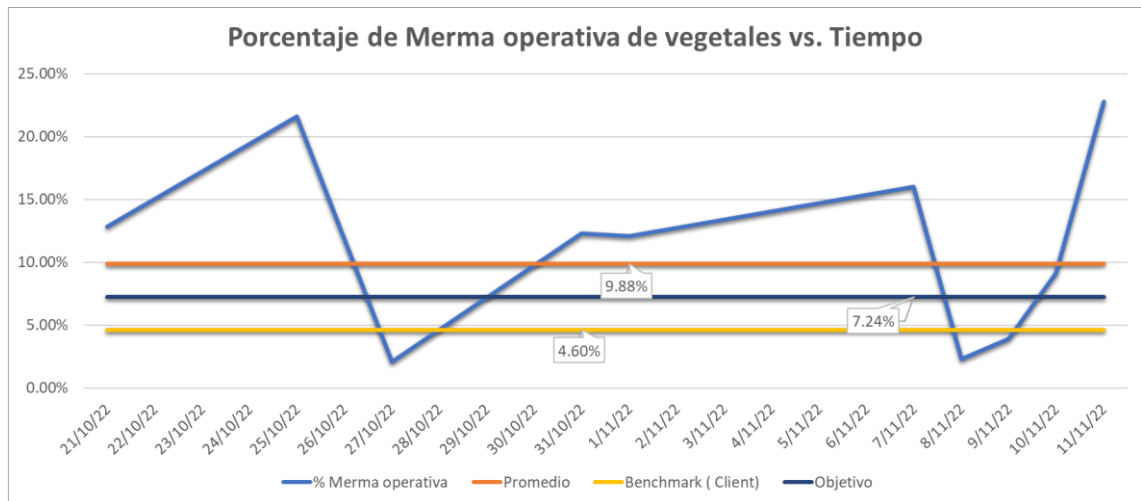


Figura 2.3 Líneas base del comportamiento de la mema op. de los veg.

[Fuente: Elaboración propia]

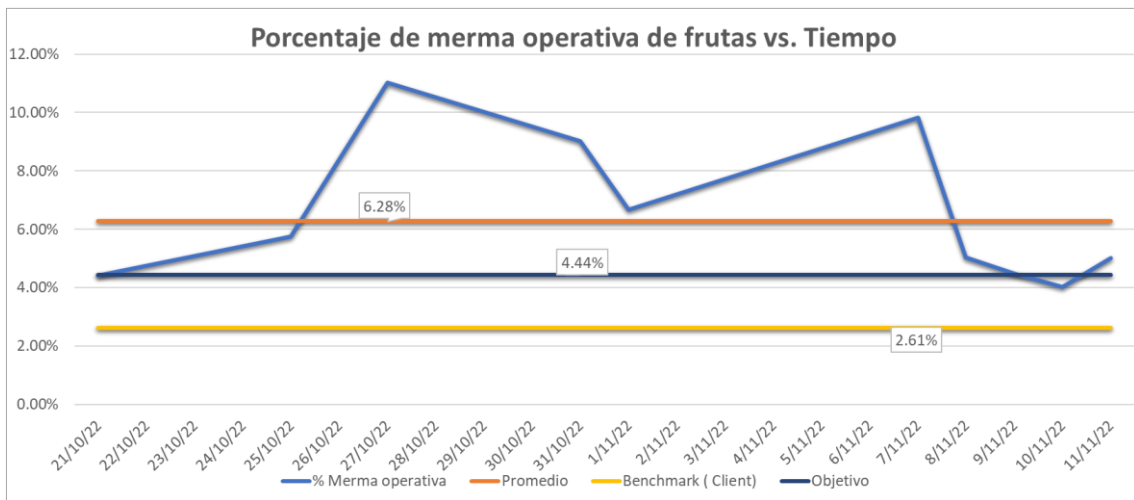


Figura 2.4 Líneas base del comportamiento de la mema op. de las frutas

[Fuente: Elaboración propia]

En la figura 2.3 de vegetales se puede ver que el porcentaje de merma operacional a través de los días es muy variante, pero en su mayoría los valores se encuentran sobre el promedio.

Similar ocurre en figura 2.4 de frutas, donde se puede ver el porcentaje de merma operacional es muy variante, y en este caso, más del 60% de los valores se encuentran por encima de la media. Por esto es importante explorar este problema.

Para establecer los valores objetivo del proyecto, se ha solicitado al cliente cuál es el porcentaje que se desea disminuir tanto la merma operacional para frutas como de vegetales (Benchmark), con lo que se ha prometido en un escenario neutral, cumplir con la reducción de la merma operacional en un 50%.

Finalmente, la definición del problema sería: El porcentaje de la merma promedio para vegetales es de 9.88% y para frutas de 6.28% desde el 21 de octubre del 2022 hasta 11 de noviembre del 2022, superando el límite que desea el banco de alimentos. Para enero del 2023 se desea obtener 7.24% de merma operacional de vegetales y 4.4% de merma operacional de frutas.

2.1.4. Triple línea de beneficio

A pesar de que el problema principal es reducir la merma operacional generada en el transcurso del día, también se busca causar un impacto positivo considerando estos tres aspectos esenciales: Social, ambiental y económico.

El impacto que se busca en cada aspecto es:

Aspecto social: Incrementar el número personas alimentadas.

Aspecto ambiental: Incrementar el peso de donaciones en buen estado y reducir los kg de CO₂ (huella de carbono)

Aspecto económico: Incrementar el peso de donaciones en buen estado, e incrementar el dinero ahorrado.

2.2. Medición

El objetivo de esta etapa es recolectar todos los datos posibles de las variables que son importante para el problema del proyecto, ya sea de forma directa o indirecta. Estos datos serán verificados para comprobar la fiabilidad de estos. Sin embargo, es necesario analizar el proceso principal a profundidad.

2.2.1 Proceso detallado

Diagrama de flujo

Para conocer más a detalles la línea de procesos se realizó un diagrama flujo, como se ve en la figura 2.5, en el cual intervienen cuatro actores: Equipo de campo técnico, encargado del transporte, equipo de clasificación, y gerente logístico. Estos actores son todos lo que realizan todo el proceso, desde la recepción en el TTV hasta la entrega de las donaciones a las fundaciones en el banco de alimentos.

En el diagrama de flujo se pudo representar con color celeste las actividades que podrían generar merma operacional, que más adelante se verificará.

Cuello de botella y fábrica oculta

También se ha identificado el cuello de botella del proceso que son las actividades que tienen una tasa de producción mucho más lenta que las demás actividades haciendo que el cicle time de todo el proceso aumente y las fábricas ocultas, que son actividades que no han sido definidas dentro del proceso, pero sin embargo que las realiza, y muchas veces esto es innecesario.

El cuello de botella como se ve en la figura 2.5 es el tiempo de espera de la ruta y el ingreso del camión ya que las primeras donaciones recibidas en el TTV son almacenadas hasta por seis horas. Y las fábricas ocultas son revisar el peso de las gavetas en el banco de alimentos por segunda vez y lavar o limpiar las frutas o vegetales en caso de que las donaciones estén sucias, sin embargo, esto genera humedad, haciendo que el producto se dañe más rápido. Estas actividades se encuentran remarcadas el contorno con color verde.

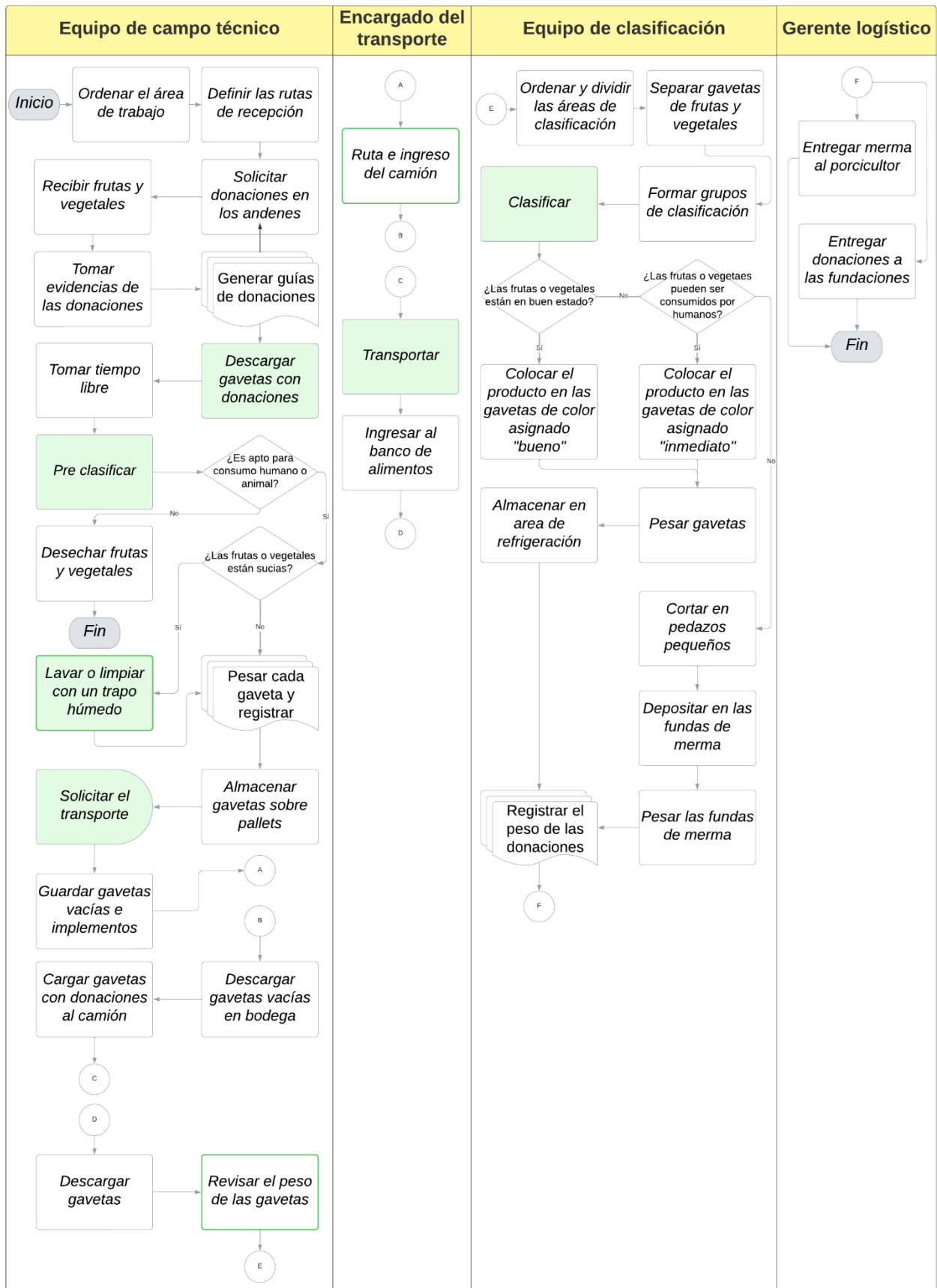


Figura 2.5 Diagrama de flujo del proceso principal
 [Fuente: Elaboración propia]

Actividades

Luego de conocer todo el proceso, se han clasificado las actividades que agregan valor (AV), las que no agregan valor (NAV) y las que no agregan, pero son necesarias (NAVN). Esto se puede ver a continuación en la tabla 2.1

Tabla 2.1 Clasificación de las actividades del proceso
[Fuente: Elaboración propia]

Actividades	AV	NAV	NAVN
Ordenar el área de trabajo			X
Definir las rutas de recepción			X
Solicitar donaciones en los andenes	X		
Recibir frutas y vegetales	X		
Tomar evidencias de las donaciones			X
Descargar gavetas con donaciones	X		
Tomar tiempo libre			X
Pre clasificar	X		
Desechar frutas y vegetales			X
Lavar o limpiar con un trapo húmedo		X	
Pesar cada gaveta y registrar			X
Almacenar gavetas sobre pallets			X
Solicitar el transporte			X
Guardar gavetas vacías e implementos			X
Ruta e ingreso del camión			X
Descargar gavetas vacías en bodega		X	
Cargar gavetas con donaciones a camión			X
Transportar			X
Ingresar al banco de alimentos			X

Descargar gavetas			X
Revisar el peso de las gavetas		X	
Ordenar y dividir las áreas de clasificación			X
Separar gavetas de frutas y vegetales			X
Formar equipos de clasificación			X
Clasificar	X		
Colocar el producto en las gavetas de color asignado	X		
Generar guías de donaciones			X
Pesar gavetas			X
Almacenar en área de refrigeración	X		
Cortar en pedazos pequeños		X	
Depositar en las fundas de merma			X
Pesar fundas de merma			X
Registrar pesos de las donaciones			X
Entregar merma al apicultor	X		
Entregar donaciones a las fundaciones	X		

2.2.2 Plan de recolección de datos

Las variables que se considerarán para el plan de recolección de datos se deben encontrar relacionadas con la variable de respuesta Y, como se observa a continuación en la figura 2.6

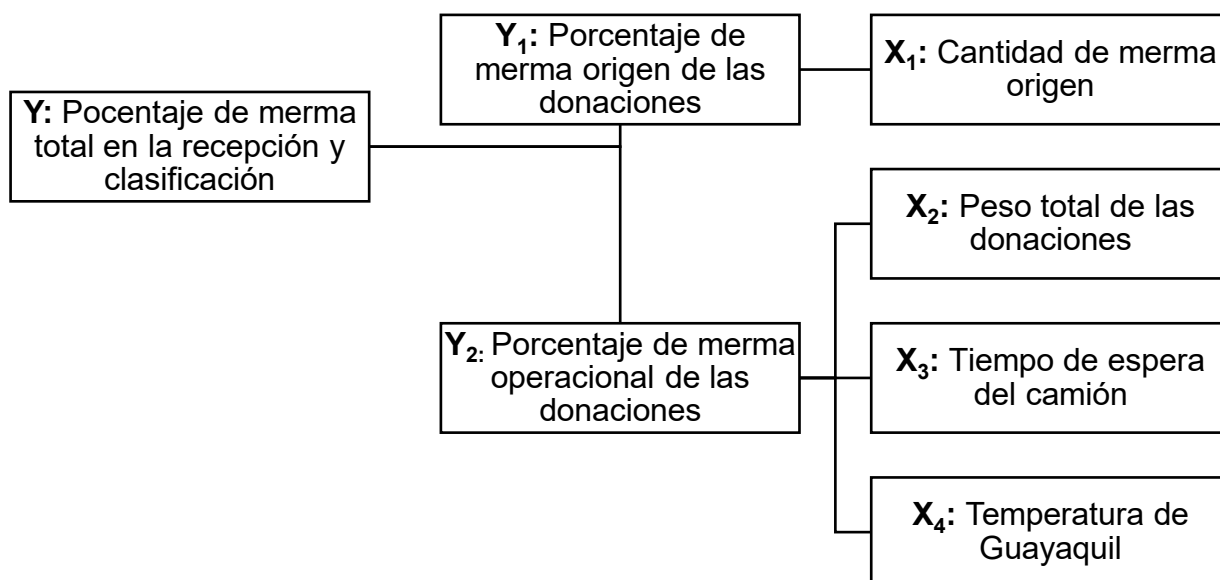


Figura 2.6 Variables del plan de recolección de datos
 [Fuente: Elaboración propia]

Tras haber determinado la relación de los datos a recolectar, se levantó el plan de recolección, como se ve en la tabla 2.2. donde se detalla todo que datos, donde se encuentran los datos, ¿cómo se miden?, ¿cuándo se miden? y ¿por qué son importantes?

Tabla 2.2 Plan de recolección de datos

[Fuente: Elaboración propia]

QUÉ			DÓNDE	CUANDO	QUIÉN	POR QUÉ	CÓMO
Información por recolectar			¿Dónde está la información?	¿Cuándo será recolectada?	Responsables	¿Por qué es necesaria esta información?	¿Cómo será medido?
Descripción	Unidades	Tipos de datos					
Peso total de donaciones	Kilogramo	Cuantitativos continuos	Terminal de transferencia de víveres, banco de alimentos.	Durante la etapa de medición	Personal de campo técnico	Para determinar la cantidad de merma operativa generada.	Gemba
Peso de merma origen	Kilogramo	Cuantitativos continuos		Durante la etapa de medición	Personal de campo técnico y el equipo de clasificación		
Tiempo de espera del camión	Horas, minutos	Cuantitativos continuos		Durante la etapa de medición	Personal de campo técnico			Para determinar la fuente principal de incremento de merma operacional
Temperatura de Guayaquil	Celsius	Cuantitativos discretos	Internet	Durante la etapa de medición	Líderes de proyecto		Temperatura promedio de la hora de recepción

2.2.3. Confiabilidad de los datos

Luego de tener el plan de recolección de datos, se realizó pruebas para conocer que los datos obtenidos mediante la metodología Gemba, sean confiables.

Las cuatro variables presentadas previamente: Peso total de donaciones, Peso de merma origen, Tiempo de espera del camión, Temperatura de Guayaquil, fueron datos tomados por los líderes del proyecto, ya que la empresa no contaba con esta base de datos. Sin embargo, es necesario asegurar la confiabilidad de los datos.

Para esto primero, se debe calcular el tamaño de la muestra que se necesita para probar confiabilidad. Se usará la ecuación 2.2:

$$n = \left(\frac{Z}{d}\right)^2 * p * (1 - p) \quad (2.2)$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

Z= estadístico de prueba para el nivel de confianza utilizado

p= proporción de la población de la merma operacional

d= porcentaje de error permitido

Para la proporción de la población de la merma operacional, primero se realizó una prueba piloto tanto para frutas como para vegetales. En vegetales se obtuvo que la merma operacional es de 14.16%. Y se trabajará con un nivel de confianza de 95% y un rango de error de 2.5%. Reemplazando los valores en ecuación 2.2., se obtuvo lo siguiente:

$$n = \left(\frac{1,96}{0,025}\right)^2 * 0,1416 * (1 - 0,1416)$$

$$n = 747,1 \text{ kg}$$

Para frutas, en la prueba piloto se obtuvo que la proporción de la población que es merma operacional es de 8.01%. Y se trabajará con un intervalo de confianza de 95% y un rango de error de 2%. Reemplazando los valores en ecuación 2.2., se obtuvo lo siguiente:

$$n = \left(\frac{1,96}{0,025}\right)^2 * 0,0801 * (1 - 0,0801)$$

$$n = 707.6 \text{ kg}$$

Finalmente, se conoce que los kilogramos de vegetales y frutas donados que se necesitan recolectar para la muestra son 747.1 kg y 707.6 kg respectivamente.

Para el peso total de donaciones, como se indicó en la tabla 2.1 del plan de recolección de datos, lo que se hizo fue una vez receptadas las gavetas con donaciones en el TTV, usando una balanza registrar el peso en el formato manual pero luego digitalizarlo.

El peso de la merma origen se la obtiene en dos momentos: En el TTV apenas fueron receptadas las donaciones y en el banco de alimentos cuando las donaciones ya se vieron afectadas por factores como sol, tiempo de espera, temperatura, etc. Esto con la finalidad de poder calcular la merma operacional, que sería la resta de la merma origen al final del día y la merma origen a penas realizada la recepción. Para obtener la merma origen en los dos momentos se realizó una clasificación con los mismos criterios establecidos por la empresa, que se puede ver en la figura 2.7. Así mismo se manejó un formato manual para luego digitalizarlo.


















PRODUCTO	CATEGORÍA	CRITERIOS DE EVALUACIÓN PARA LA CLASIFICACIÓN		
		BUEN ESTADO	ENTREGA INMEDIATA	MERMA
MANZANA	FRUTA		 Manchas negras, sin olor a fermentado (solo resaca en corte)	
PERA	FRUTA		 Manchas negras, sin olor a fermentado (solo resaca en corte)	
GUAYABA	FRUTA		 Zonas aburridas, pero que no están negras	
BANANO	FRUTA		 Zonas aburridas, pero que no están negras	
ABACATE	FRUTA			
PAPAYA	FRUTA			

Figura 2.7 Criterios para la clasificación
[Fuente: Banco de alimentos Diakonía]

El tiempo de espera del camión se obtuvo de la resta de la hora que la gaveta fue receptada en el andén y la hora de la llegada del camión, por lo que en el registro manual se anotaron ambas horas.

Para los datos de la temperatura de Guayaquil, se utilizó la data histórica de los registros de temperatura de la ciudad. Se compararon de 3 a 4 fuentes para lograr datos más confiables.

Todos los datos anteriores inicialmente se registraron manualmente, y luego se digitalizó en un formato de Excel, como se ve en la figura 2.8.

# gaveta	Especificaciones / Características				Vegetal		Clasificación # 1 (Al recibir en TTV) ORIGEN							Clasificación # 2 DIAKONIA							Análisis de datos			kg merma salida del camión	de espera del camión
	Fecha	Producto Especifico	Hora de recepción	Alto	Balbo	Clasificación	Temperatura	Peso Bueno (Kg)	Peso Merma (Kg)	Peso total (kg)	Observación	Hora de clasificación	Clasificador	Temperatura	Peso Bueno (Kg)	Peso Merma (Kg)	Peso total (kg)	Observación	% Merma causa origen	% Merma Total	% Merma Operativa				
1	21/10/2022	verdura	6:30	X		8:10	21	15,8	0,2	16	No hace sol, cl	15:25	Voluntario	29	14,5	1,5	16		1,25%	9,38%	8,13%	1,3	13:50	7:20	
2	21/10/2022	hierbata	8:00	X		8:25	22	18,1	0,8	18,9	No hace sol, cl	15:45	Voluntario	29	14,6	4,3	18,9		4,23%	22,75%	18,52%	3,5	13:50	5:50	
3	21/10/2022	Papa chaucha	8:15	X		8:35	22	8,4	1,2	9,6	No hace sol, cl	15:15	Voluntario	29	7,75	1,85	9,6		12,50%	19,27%	6,77%	0,65	13:50	5:35	
4	21/10/2022	lechuga	7:00	X		8:55	23	17,9	0,4	18,3	No hace sol, cl	15:18	Voluntario	29	15,3	3	18,3		2,19%	16,39%	14,21%	2,6	13:50	6:50	
5	25/10/2022	col	8:45	X		9:23	24	9	0,5	9,5	Clima fresco	15:05	Voluntario	28	8,35	1,15	9,5		5,26%	12,11%	6,84%	0,65	12:43	3:58	
6	25/10/2022	lechuga	8:00	X		9:28	24	5,8	0,2	6	Clima fresco	15:03	Voluntario	28	3,1	2,9	6		3,33%	48,33%	45,00%	2,7	12:43	4:43	
7	27/10/2022	zanahoria	7:10	X		8:50	24	18,6	0,9	19,5	Clima fresco	14:50	Voluntario	27	18,55	0,95	19,5		4,62%	4,87%	0,26%	0,05	13:20	6:10	
8	27/10/2022	zanahoria	7:10	X		9:52	24	19,7	0,5	20,2	Clima fresco	14:21	Voluntario	27	19	1,2	20,2		2,48%	5,94%	3,47%	0,7	13:20	6:10	
9	27/10/2022	lechuga	8:30	X		9:55	24	9,55	1,05	10,6	Clima fresco	14:43	Voluntario	27	9,2	1,4	10,6		9,91%	13,21%	3,30%	0,35	13:20	4:50	
10	27/10/2022	apio	7:54	X		10:18	24	6,8	1,5	8,3	Clima fresco	14:55	Voluntario	27	6,6	1,7	8,3		18,07%	20,48%	2,41%	0,2	13:20	5:26	
11	27/10/2022	Pimiento + per	8:50	X		10:32	24	11,3	0,5	11,8	Clima fresco	14:46	Voluntario	27	11,15	0,65	11,8		4,24%	5,51%	1,27%	0,15	13:20	4:30	
12	31/10/2022	col	6:50	X		8:44	27	12	4	16	Fuerte sol	Voluntario	29	10	6	16		25,00%	37,50%	12,50%	2	14:00	7:10		
13	31/10/2022	berenjena	9:10	X		9:31	27	8,3	0,1	8,4	Fuerte sol	Voluntario	29	7,8	0,6	8,4	muy variado la clasific	1,19%	7,14%	5,95%	0,5	14:00	4:50		
14	31/10/2022	berenjena	9:10	X		9:46	27	12,4	0	12,4	Fuerte sol	Voluntario	29	11,4	1	12,4	muy variado la clasific	0,00%	8,06%	8,06%	1	14:00	4:50		
15	31/10/2022	berenjena	9:10	X		9:59	27	13,7	0	13,7	Fuerte sol	Voluntario	29	11	2,7	13,7	muy variado la clasific	0,00%	19,71%	19,71%	2,7	14:00	4:50		
16	01/11/2022	Espinaca	7:59	X		8:55	27	15,55	1,75	17,3	Fuerte sol	15:18	Voluntario	30	12,25	5,05	17,3		10,12%	29,19%	19,08%	3,3	14:25	6:26	
17	01/11/2022	Pepino + zanah	8:19	X		9:53	27	18,15	0,75	18,9	Fuerte sol	15:24	Voluntario	30	17,2	1,7	18,9		3,97%	8,99%	5,03%	0,95	14:25	6:06	
18	01/11/2022	col	7:32	X		9:58	27	9,2	0,4	9,6	Fuerte sol	15:39	Voluntario	30	8,8	0,8	9,6		4,17%	8,33%	4,17%	0,4	14:25	6:53	
19	01/11/2022	Albahaca + Esp	7:50	X		10:08	27	6,03	1,65	7,68	Fuerte sol	15:29	Voluntario	30	4,48	3,2	7,68		21,48%	41,67%	20,18%	1,55	14:25	6:35	
20	01/11/2022	Achocha	10:00	X		10:30	27	4,5	2,2	6,7	Fuerte sol	15:30	Voluntario	30	3,2	3,5	6,7		32,84%	52,24%	19,40%	1,3	14:25	4:25	
21	01/11/2022	Ciliflor	9:05	X		10:42	27	5,1	2	7,1	Fuerte sol	15:48	Voluntario	30	4,75	2,35	7,1		28,17%	33,10%	4,93%	0,35	14:25	5:20	
22	01/11/2022	Nabo	11:05	X		11:29	27	5,8	0,3	6,1	Fuerte sol	15:30	Voluntario	30	4,8	1,3	6,1		4,92%	21,31%	16,39%	1	14:25	3:20	
23	07/11/2022	tomate	7:32	X		9:47	25	10,7	2,1	12,8	Clima templad	14:50	Pasante	28	6,15	6,65	12,8		16,41%	51,95%	35,55%	4,55	13:35	6:03	
24	07/11/2022	pepino + verdi	6:29	X		9:51	25	10,85	0,05	10,9	Clima templad	14:55	Pasante	28	10,85	0,05	10,9		0,46%	0,46%	0,00%	0	13:35	7:06	
25	07/11/2022	pimiento	6:58	X		9:59	25	7,4	2	9,4	Clima templad	15:29	Pasante	28	7,1	2,3	9,4		21,28%	24,47%	3,19%	0,3	13:35	6:37	
26	07/11/2022	verde + yuca	7:15	X		10:07	25	12	0,75	12,75	Clima templad	14:55	Pasante	28	9,45	3,3	12,75		5,88%	25,88%	20,00%	2,55	13:35	6:20	
27	07/11/2022	nabo	8:10	X		10:16	25	11,9	2,8	14,7	Clima templad	15:23	Pasante	28	11,45	3,25	14,7		19,05%	22,11%	3,06%	0,45	13:35	5:25	

Figura 2.8 Datos recolectados
[Fuente: Elaboración propia]

2.2.4 Validación de datos

Para la validación de datos, se hicieron comparaciones del peso de las gavetas de vegetales y frutas, del peso de la merma origen y del peso del producto bueno. Esta validación se realizó entre dos personas de forma independiente, la primera persona tomo las gavetas y realizó la clasificación usando como referencia el documento de criterios de clasificación, y luego volvió a mezclar todo el contenido de las gavetas.

Las mismas gavetas fueron tomadas por la segunda persona, y se volvió a hacer la clasificación de la misma manera para tener los segundos datos. Se puede observar en la figura 2.9

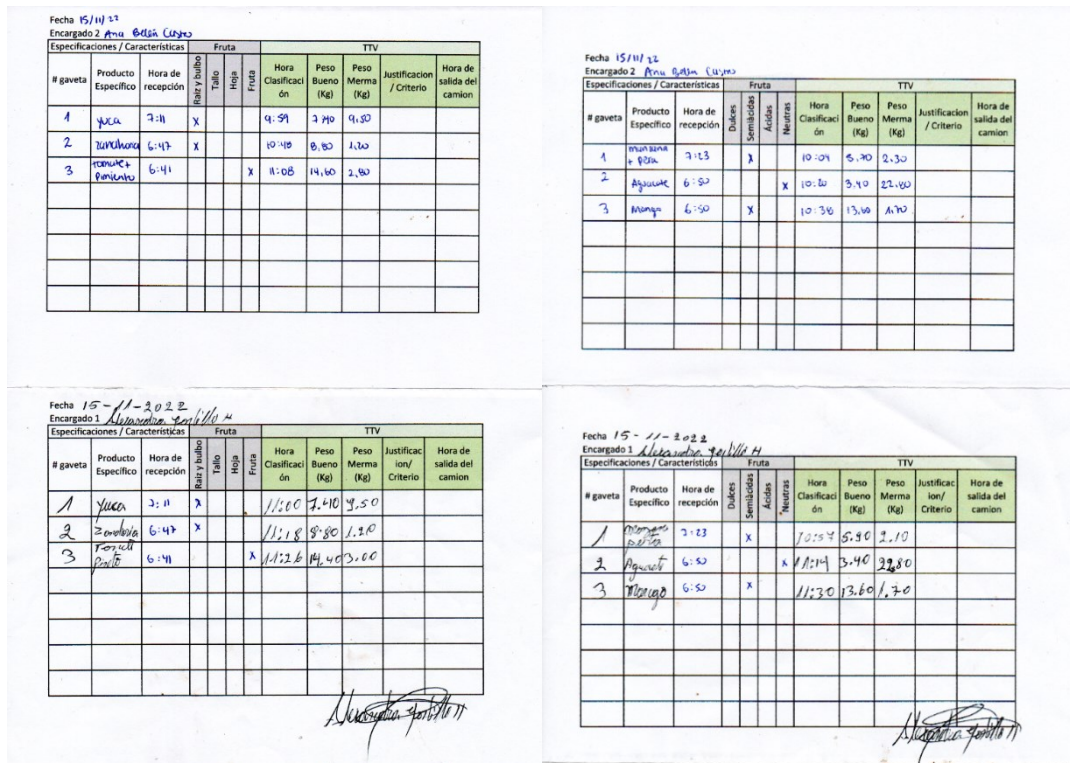


Figura 2.9 Validación de datos

[Fuente: Elaboración propia]

Como resultado se obtuvo que, de los 12 datos tomados para la validación, son iguales entre las dos personas, porque lo que se concluye que los datos si son confiables.

Análisis de capacidad

Es necesario conocer si el proceso de estudio es capaz, acorde a las necesidades del cliente, alcance y restricciones de este, previamente mencionado. Por lo que se realizó un análisis de capacidad a los datos de porcentaje de merma operacional tanto en vegetales como en fruta.

- Para merma operacional de vegetales:

Inicialmente, se debe realizar la prueba de normalidad, para saber si los datos siguen una distribución normal. Se conoce que:

H_0 : los datos siguen una distribución normal.

H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

Los resultados de esta prueba se ven en la figura 2.10., donde el valor p, 0.517 es mayor al nivel de significancia, 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, diciendo que los datos efectivamente siguen la distribución normal.

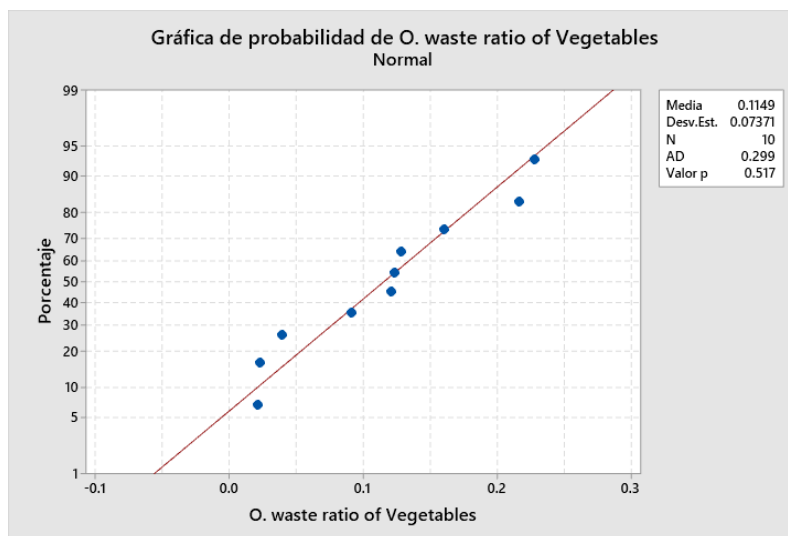


Figura 2.10 Prueba de normalidad de la merma op. de veg.

[Fuente: Elaboración propia]

Luego, para conocer que los datos se encuentran bajo control y que sigan un proceso estable, se ha utilizado las cartas de control, específicamente la gráfica I-MR ya que los datos son normales. Como se ve en la figura 2.11., todos los datos se encuentran dentro de los límites de control, con lo que se confirma que los datos de merma operacional si siguen un proceso estable.

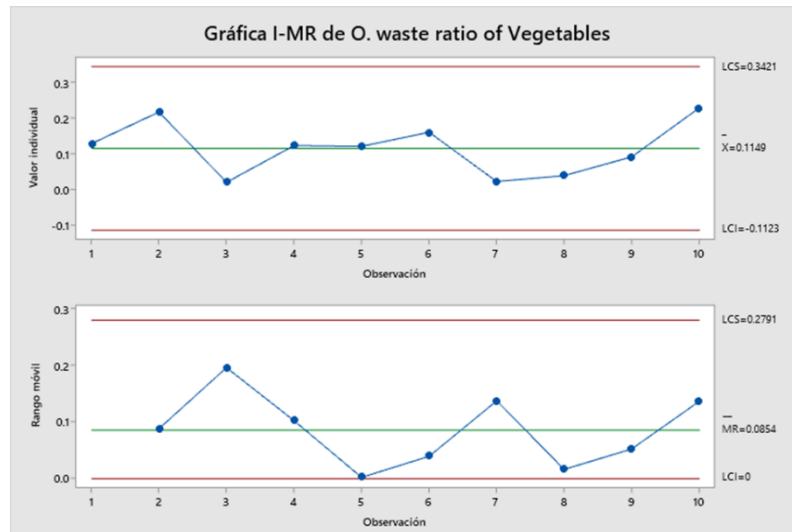


Figura 2.11 Grafica I-MR de la merma op. de vegetales
[Fuente: Elaboración propia]

Como consecuencia de la normalidad y estabilidad en el proceso, es posible realizar el análisis de capacidad, que se encuentra en la figura 2.12

Para el análisis de capacidad es necesario establecer los límites de especificación, en este caso, únicamente aquí se ha considerado el límite de especificación superior 9.8%, que es el porcentaje de merma operacional de vegetales promedio y se ha establecido un valor objetivo, que es el porcentaje de merma operacional que se desea obtener, tanto por la empresa como por los líderes del proyecto, 7.2% más de este porcentaje de merma operacional no es aceptado por el cliente.

No se consideró un límite de especificación inferior ya que como el proyecto busca minimizar el porcentaje de merma operacional, al poner un límite estaría limitando el alcance del proyecto.

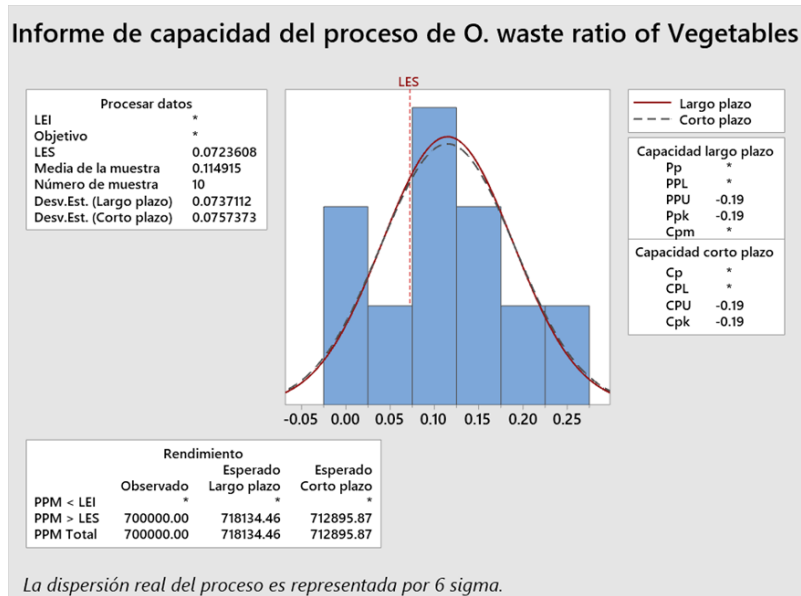


Figura 2.12 Análisis de capacidad de la merma op. de vegetales
[Fuente: Elaboración propia]

Los valores de la gráfica, tanto del Cpk y Ppk son negativos, lo que indica que más del 50% de los datos se encuentran fuera del límite de especificación superior, por lo que el proceso no es el adecuado a corto plazo ni largo plazo, por lo que se necesitan realizar mejoras significativas.

Los valores de Cp y Pp no se pueden obtener ya que no existe un límite inferior

- Para merma operacional de frutas:

Inicialmente, se debe realizar la prueba de normalidad, para saber si los datos siguen una distribución normal. Se conoce que:

H_0 : los datos siguen una distribución normal.

H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

Los resultados de esta prueba se ven en la figura 2.13., donde el valor p, 0.061 es mayor al nivel de significancia, 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, diciendo que los datos efectivamente siguen la distribución normal.

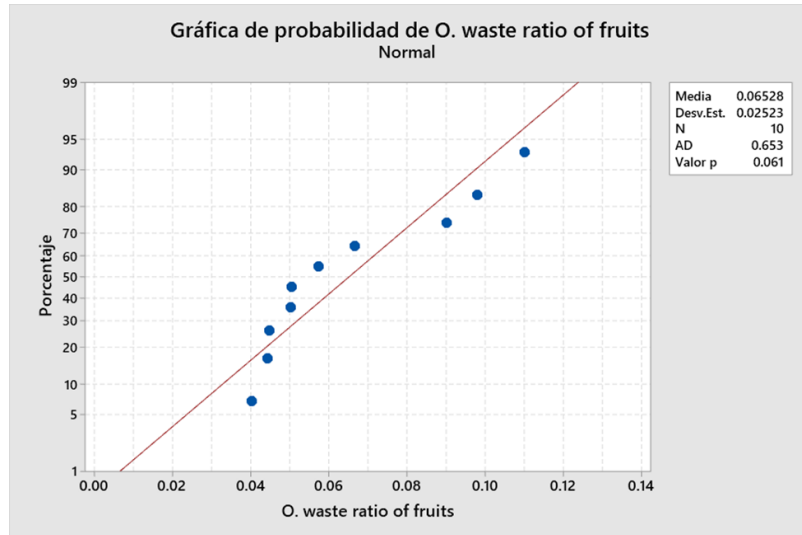


Figura 2.13 Prueba de normalidad de la merma op. de frutas
[Fuente: Elaboración propia]

Luego, para conocer que los datos se encuentran bajo control y que sigan un proceso estable, se ha utilizado las cartas de control, específicamente la gráfica I-MR ya que los datos son normales. Como se ve en la figura 2.14., todos los datos se encuentran dentro de los límites de control, con lo que se confirma que los datos de merma operacional si siguen un proceso estable.

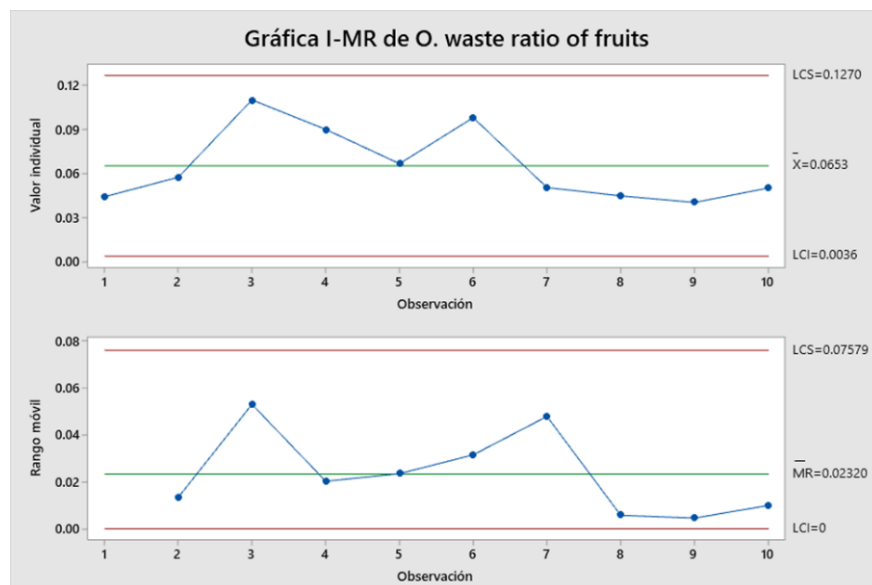


Figura 2.14 Grafica I-MR de la merma op. de frutas
[Fuente: Elaboración propia]

Como consecuencia de la normalidad y estabilidad en el proceso, es posible realizar el análisis de capacidad, que se encuentra en la figura 2.15

Para el análisis de capacidad es necesario establecer los límites de especificación, en este caso, únicamente aquí se ha considerado el límite de especificación superior 6.2%%, que es el porcentaje de merma operacional de vegetales promedio y se ha establecido un valor objetivo, que es el porcentaje de merma operacional que se desea obtener, tanto por la empresa como por los líderes del proyecto, 4.44% más de este porcentaje de merma operacional no es aceptado por el cliente.

Como ya se explicó antes, no es necesario un límite de especificación inferior.

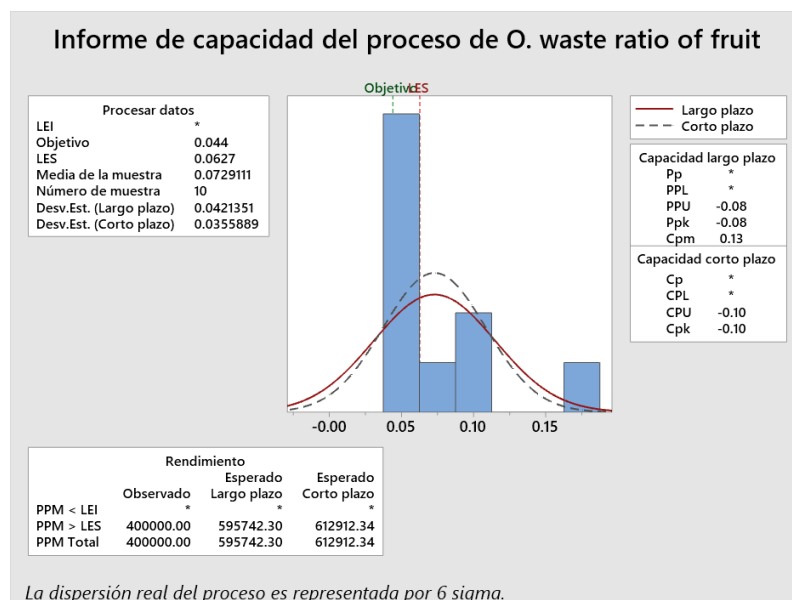


Figura 2.15 Análisis de capacidad de la merma op. de frutas

[Fuente: Elaboración propia]

Al igual que con los datos de vegetales, los valores de la gráfica, tanto del Cpk y Ppk son negativos, lo que indica que más del 50% de los datos se encuentran fuera del límite de especificación superior, por lo que el proceso no es el adecuado a corto plazo ni largo plazo, por lo que se necesitan realizar mejoras significativas.

Los valores de Cp y Pp no se pueden obtener ya que no existe un límite inferior.

2.2.5 Estratificación y problema enfocado

Con la base de datos construida por los líderes de proyecto, fue posible estratificar los datos para encontrar problemas enfocados, lo cual facilitará encontrar las posibles causas del incremento de la merma operacional más adelante.

Aunque se ha realizado más de ocho estratificaciones con distintos factores como temperatura y aplastamiento, solo se presentarán las causas en las que si existe significancia. Esto se ve en las figuras 2.16, 2.17, 2.18, 2.19.

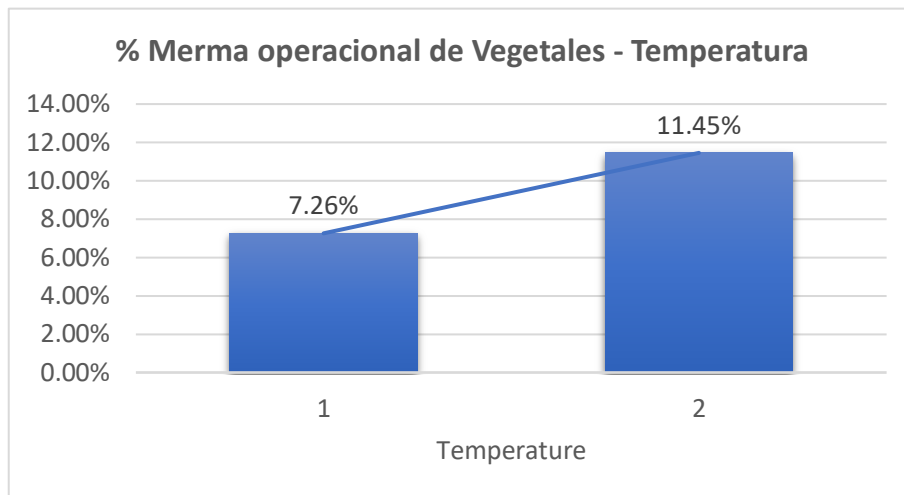


Figura 2.16 Gráfica del porcentaje de merma op. por la temperatura en vegetales
[Fuente: Elaboración propia]

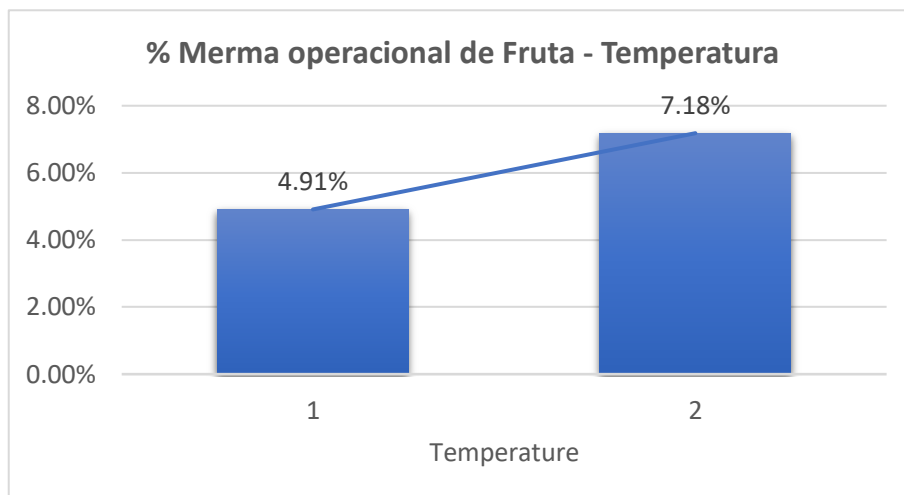


Figura 2.17 Gráfica del porcentaje de merma op. por la temperatura en frutas
[Fuente: Elaboración propia]

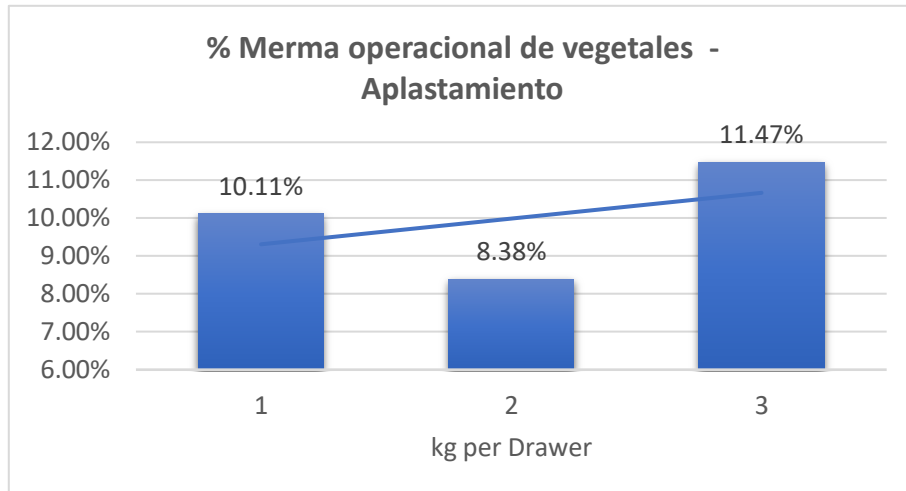


Figura 2.18 Gráfica del porcentaje de merma op. por el aplastamiento en vegetales
[Fuente: Elaboración propia]

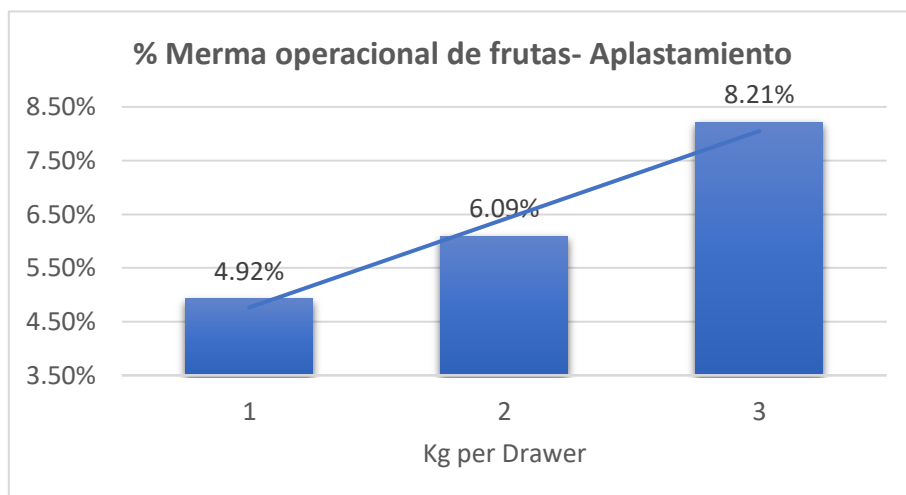


Figura 2.19 Gráfica del porcentaje de merma op. por el aplastamiento en frutas
[Fuente: Elaboración propia]

Con estas figuras 2.16 y 2.17 se puede observar que, si la temperatura diaria es mayor o igual a 28°C afectara directamente en el incremento de la merma, tanto en frutas como en vegetales. Así mismo se ve en las figuras 2.18 y 2.19 que, si la gaveta es demasiado pesada, mayor o igual a 20 kg, la merma operacional incrementará.

Para esto planteamos dos problemas enfocados con los que se trabajaran en la investigación de causas.

Problema enfocado 1: Alto porcentaje de merma operacional en el proceso de recolección de donaciones, cuando la temperatura del día es mayor o igual a 28°C, en el terminal de transferencia de víveres. Esto ocurre cuando los días son muy calurosos y cuando el tiempo de espera del camión es largo, haciendo que el promedio de merma operacional llegue a 61% para los vegetales y a 59% para las frutas. Estos porcentajes se pueden observar en la figura 2.20 y 2.21

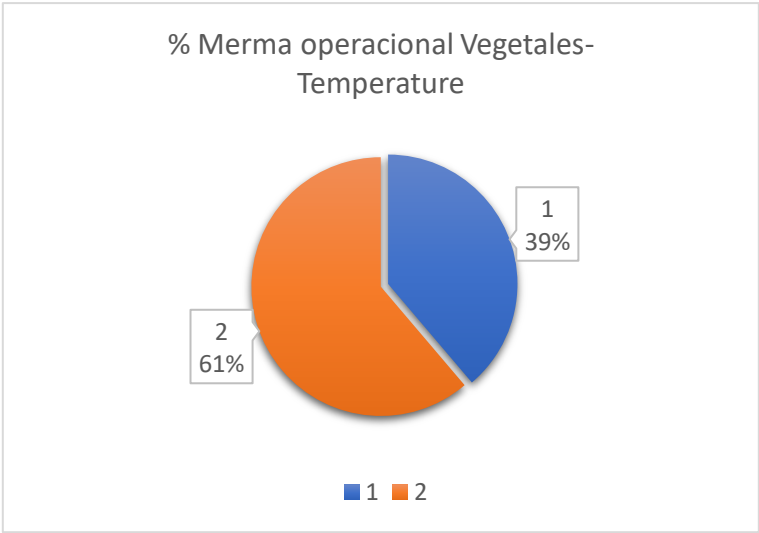


Figura 2.20 Incremento de la merma op. por temperatura en veg.
[Fuente: Elaboración propia]

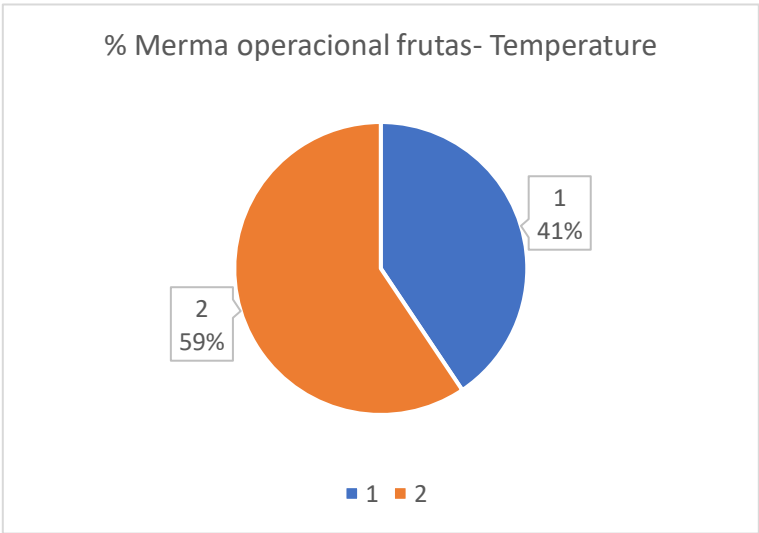


Figura 2.21 Incremento de la merma op. por temperatura en frutas
[Fuente: Elaboración propia]

Problema enfocado 2: Alto porcentaje de merma operacional en el proceso de recolección de donaciones, cuando las gavetas pesan más de 15 kg., en el Terminal de Transferencia de Víveres. Esto ocurre por el aplastamiento y el tiempo de espera del camión es largo, haciendo que el promedio de merma operacional llegue a 66% para los vegetales y a 75% para las frutas. Estos porcentajes se pueden observar en la figura 2.22 y 2.23

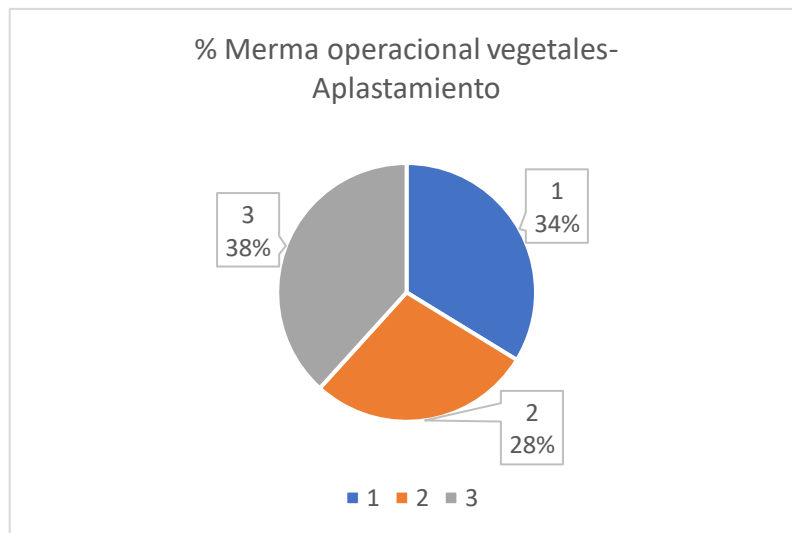


Figura 2.22 Incremento de la merma op. por aplastamiento en veg.
[Fuente: Elaboración propia]

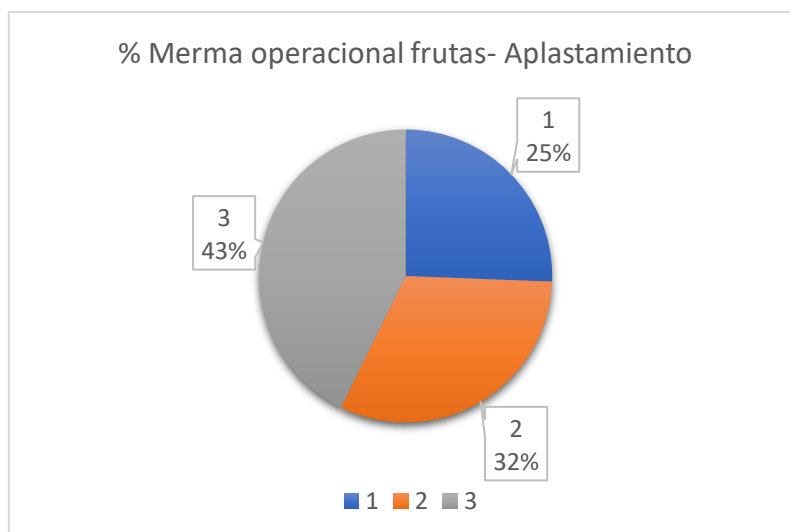


Figura 2.23 Incremento de la merma op. por aplastamiento en frutas
[Fuente: Elaboración propia]

2.3. Análisis

En esta la tercera etapa, se realizó el análisis de las posibles causas que estarían afectando en el incremento de la merma operacional de vegetales y frutas. Al finalizar esta etapa, luego de validar las causas, se identificará cual es la causa raíz del problema.

2.3.1 Análisis de causas

Inicialmente se realizó una reunión con el personal de campo técnico en el TTV, ya que ellos son los que están más cerca del proceso de recepción, con el objetivo de realizar una lluvia de ideas de todos los problemas enfocados existentes en la actividad de recolección y clasificación, como se puede ver en la figura 2.24

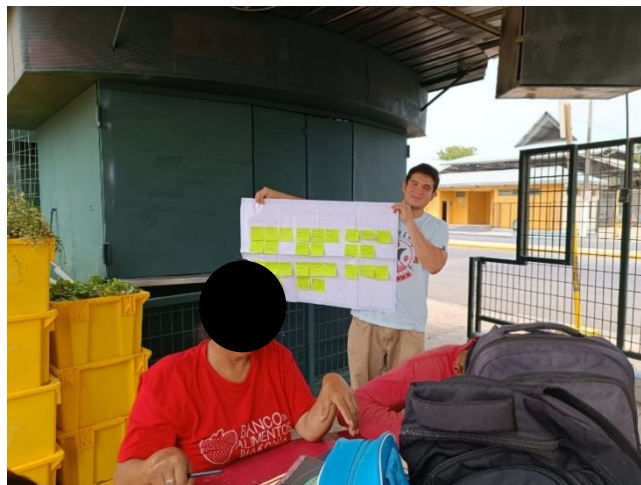


Figura 2.24 Lluvia de ideas con el personal de campo técnico
[Fuente: Elaboración propia]

En la figura 2.25 se muestran posibles soluciones propuestas por el personal de campo técnico para el problema enfocado 1, la temperatura. Se han definido diferentes colores que representan seis categorías: Maquina, método, materiales, medio ambiente, mano de obra y medición.

Lo mismo se realizó para el problema enfocado 2, el aplastamiento. Esto se puede observar en la figura 2.26

El calor dentro del furgón	El producto no se lo tiene en el area adecuada	Gavetas sin oxigenación	el sol y la carpa hace que el calor se encierre	trato tosco a frutas y vegetales delicados	balanza mide mal el peso
Estropeo del producto en el camión	Proceso en el cual se lleva el producto	Se da la vibración del producto	El punto de recolección no debería ser al aire libre	Se olvidan de meter productos a la sombra	balanza se descuadra varias veces en el día
Tiempos largo de transporte	El producto coje demasiado sol	Carrito causa la vibraciones	Producto se deshidrata	El mismo producto se aplasta entre si	Diferencia de decimales en las balanzas
Vibración del transporte afecta al producto	Recorridos largos para poco producto	La carpa encierra el camión	el sol y el tiempo afecta al producto	no se maneja el producto con cuidado	diferentes tiempos de medición

Figura 2.25 Posibles causas del problema enfocado 1: Temperatura

[Fuente: Elaboración propia]

Vibración del transporte	Manera en que como se recibe el producto	Gavetas sin oxigenación	Producto se marchita en el sol	No se tiene cuidado en la manipulación	No se pone el valor exacto de la gaveta
Cuando se suben las gavetas al camión y se enciman mucho	Andenes piden que retiren todo el producto de una sola vez	Los productos se aplastan entre si cuando	Por el clima el producto se termina de dañar	Se sobrellenan las gavetas	Cuando el producto viene suelto se desperdicia producto
No se colocan bien las gavetas	no hay las condiciones adecuadas en los andenes	gavetas no adecuadas	Producto se deshidrata	Tensión de perder las donaciones que se lleven otra personas	Realizar las mediciones sin cuidado
gavetas quedan libres dentro del camión	Entregan producto ya en descomposición	Poca cantidad de gavetas	el sol y el tiempo afecta al producto	Mal almacenamiento del producto	Golpes fuertes en las mediciones

Figura 2.26 Posibles causas del problema enfocado 2: Aplastamiento

[Fuente: Elaboración propia]

Tras la revisión de estas posibles soluciones, se sintetizaron algunas ya que tenían el mismo significado, y algunas no fueron consideradas ya que estaban repetidas. Y se realizó un diagrama Ishikawa para cada problema enfocado como se ve en la figura 2.27 y 2.28.

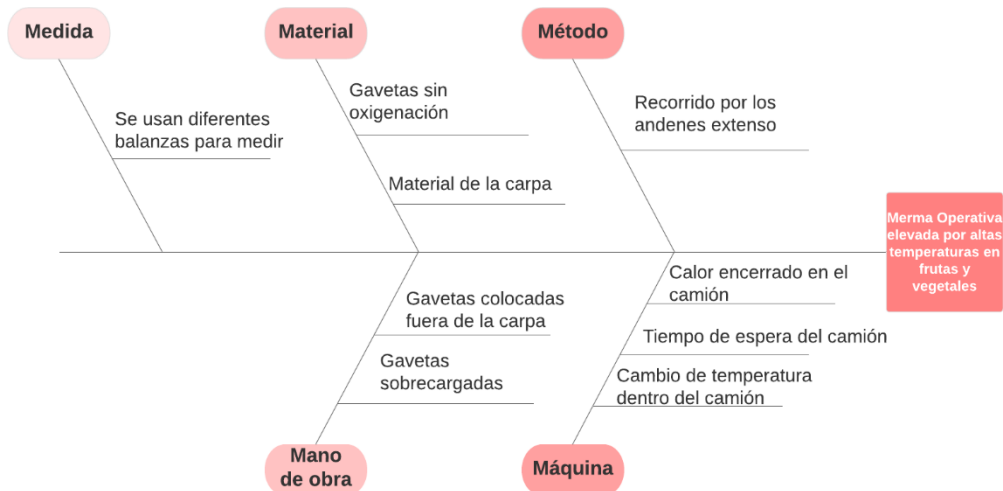


Figura 2.27 Diagrama Ishikawa para el problema enfocado 1: Temperatura
[Fuente: Elaboración propia]

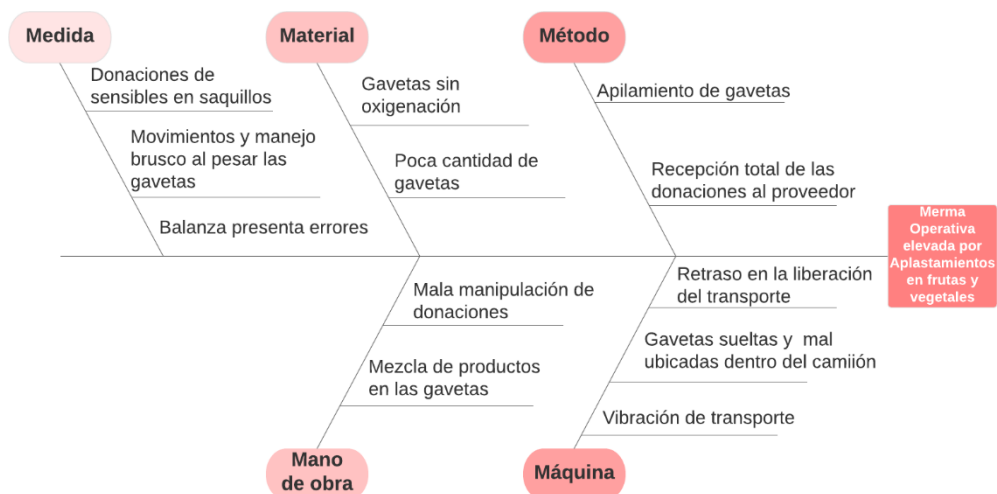


Figura 2.28 Diagrama Ishikawa para el problema enfocado 2: Aplastamiento
[Fuente: Elaboración propia]

En los dos diagramas Ishikawa se están considerando las causas tanto para frutas como para vegetales, ya que el proceso para ambos es igual. Así mismo para identificar las causas potenciales.

Para la selección de las causas potenciales se realizó una encuesta a las tres personas que tengan más incidencia en el proceso de la empresa: líder encargada del personal en el campo de recepción en Mercado de Transferencia de Víveres, la encargada de proyectos del Banco de alimentos, quien tiene a cargo la responsabilidad de toma de decisiones en esa área de desempeño, y la encargada de calidad e inocuidad de los productos en el banco de alimentos. El sistema de calificación de la encuesta se muestra en la tabla 2.3.

Tabla 2.3 Sistema de calificación de causas
[Fuente: Elaboración propia]

Puntuación	Relación
1	Baja
3	Media
9	Alta

Y en los resultados de las encuestas, las tablas 2.4 y 2.5, se puede observar que las causas potenciales son las causas que tienen como moda el valor más alto, es decir 9. Para el problema enfocado de temperatura las causas enfocadas son: El material de la carpa (X3) gavetas colocadas directo bajo el sol mientras esperan ser pesadas (X5), y el tiempo de espera del camión (X8).

Y las causas potenciales para el problema enfocado del aplastamiento son: Gavetas sobrecargadas (X12), manipulación y manejo brusco de los alimentos(X17), mezcla de producto en gavetas (X18) y el tiempo de espera del camión (X19)

Tabla 2.4 Resultados de encuestas de causas potenciales de las altas temperaturas
[Fuente: Elaboración propia]

Altas temperaturas					
Categoría	Causas Xi	Expertos			Moda
		Alexandra Gordillo	Mónica Echeverría	Anggie Fuentes	
Método	X1. Recorrido por los andenes extenso	3	1	3	3
Material	X2. Gavetas sin oxigenación	9	1	3	
	X3. Material de la carpa	9	9	3	9
Medida	X4. Se usan diferentes balanzas para medir	1	1	1	1
Mano de obra	X5. Gavetas en el sol directo	9	9	9	9
	X6. Gavetas sobrecargadas	3	3	9	3
Máquina	X7. Calor encerrado en el camión	3	9	3	3
	X8. Tiempo de espera del camión	3	9	9	9
	X9. Cambio de temperatura dentro del camión	3	9	3	3

Tabla 2.5 Resultados de encuestas de causas potenciales por aplastamiento

[Fuente: Elaboración propia]

Aplastamiento					
Categoría	Causas Xi	Expertos			Moda
		Alexandra Gordillo	Mónica Echeverría	Anggie Fuentes	
Método	X10. Apilamiento de las gavetas	3	9	1	
	X11. Recepción total de las donaciones del proveedor	3	3	3	3
Material	X12. Gavetas sobrecargadas	1	9	9	9
	X13. Gaveta sin oxigenación	3	1	3	3
Medida	X14. Donaciones sensibles en saquillos	3	3	3	3
	X15. Movimiento y manejo brusco al pesar las gavetas	3	9	1	
	X16. Balanza presenta errores	1	1	1	1
Mano de obra	X17. Mala manipulación de las donaciones	9	1	9	9
	X18. Mezcla de productos en las gavetas	3	9	9	9
Máquina	X19. Tiempo de espera del camión	3	9	9	9
	X.20 Gavetas sueltas y mal ubicadas dentro del camión	9	3	3	3
	12. Vibraciones del camión	1	3	3	3

2.3.2 Plan de verificación de datos

Se procede a establecer las teorías de cómo cada una de estas causas afectaría la producción de merma operacional, y un plan de verificación, que se encuentra en la tabla 2.6.

La causa X8 del problema enfocado 1: Temperatura, es la misma que la causa X19 del problema enfocado 2: Aplastamiento, tiempo de espera del camión.

Tabla 2.6 Plan de verificación

[Fuente: Elaboración propia]

Plan de verificación				
Nro	Causa	Teoría de impacto	Como verificar	Estado
X3	Material de la carpa	<i>Las carpas al ser de poliéster emanan demasiado calor y al no tener gran altura se encierra el calor provocando que los productos de las gavetas se deshidraten.</i>	Gemba: Se compara el porcentaje de merma operativa entre dos grupos de gavetas. Gavetas que están bajo la sombra de la carpa y gavetas expuestas al sol directo.	Completo
X5	Gavetas en el sol directo mientras esperan ser pesadas	<i>Debido a que el sol incide directamente sobre el producto, las gavetas están expuestas al sol directo en días calurosos durante un largo periodo de tiempo</i>		Completo
X8, X19	Tiempo de espera del camión	<i>Cada vez que el camión retrasa la llegada habitual, el producto está más estresado por el aplastamiento y la alta temperatura.</i>	Data histórica, verificación estadística	Completo
X12	Gavetas sobrecargadas	<i>Cuando el equipo tiene menos cantidad de gavetas, necesitan sobrecargar las gavetas para que quepan todas las donaciones, esto hace que las gavetas pesen hasta más de 15 kg.</i>		Completo
X17	Mala manipulación de las donaciones	<i>Algunos colaboradores de la TTV no tienen cuidado con los alimentos, y tienden a ser imprudentes y bruscos con las donaciones</i>	Gemba: Se compara el porcentaje la merma operativa entre dos grupos de gavetas. Gavetas manipuladas bruscamente y gavetas manipuladas con mucho cuidado.	Completo
X19	Mezcla de productos en las gavetas	<i>Cuando los alimentos delicados se mezclan con alimentos robustos, se produce un problema de aplastamiento.</i>	Data histórica, verificación estadística	Completo

2.3.3 Verificación de causas

Se realizó el análisis de las causas que influyen en el incremento de la merma

X3, X5: Material de la carpa y Gavetas en el sol directo

Estas dos causas tienen el mismo método de verificación, Gemba, por lo que se solo se realiza un análisis. Se tomaron dos muestras de datos, datos de control y datos experimentales.

Los datos de control consisten en tomar los valores de merma operacional de un cierto número de gavetas que estén bajo la sombra de la carpa y los datos experimentales son los valores de la merma operacional las gavetas que fueron expuestas a sol directo fuera de la carpa.

Primero se comprueba la normalidad de los datos, mediante las hipótesis:

H_0 : los datos siguen una distribución normal.

H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

Para los datos de control, se estuvo la siguiente gráfica en la prueba de normalidad (Figura 2.29)

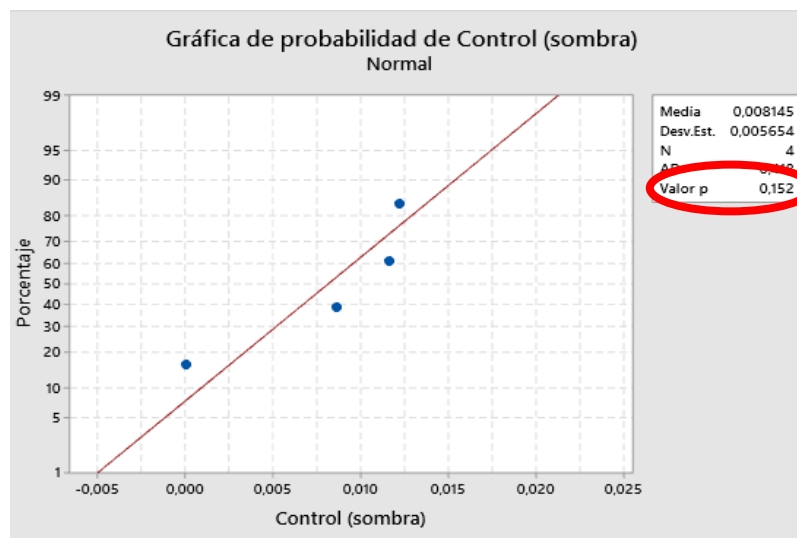


Figura 2.29 Prueba de normalidad de la merma op. en gavetas de control

[Fuente: Elaboración propia]

Como se puede apreciar el valor $P > 0,05$, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, es decir, los datos siguen una distribución normal.

De la misma manera, se realiza la prueba de normalidad a los datos experimentales (Figura 2.30)

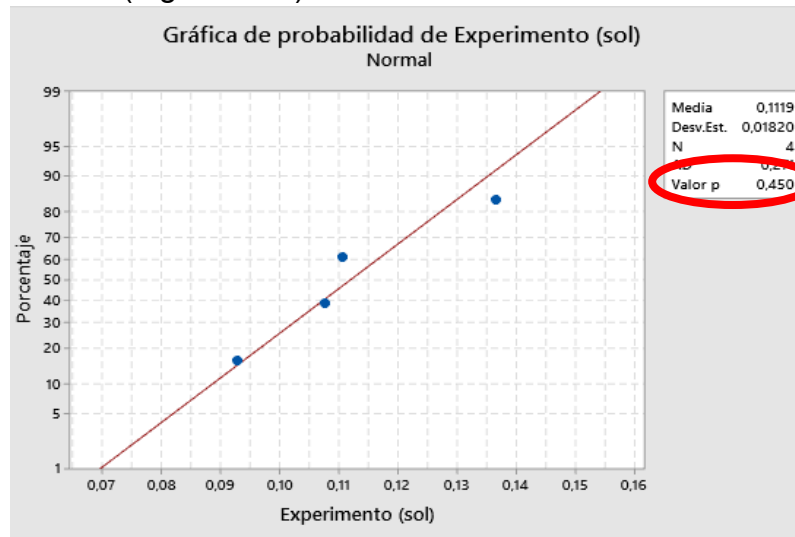


Figura 2.30 Prueba de normalidad de la merma op. en gavetas experimentales
[Fuente: Elaboración propia]

Y con el valor $P > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos efectivamente siguen una distribución normal.

Una vez se ha comprobado la normalidad de las dos muestras, se realizó una prueba de proporción de 2 muestras, para determinar si esta causa es influyente. La prueba p, muestra si existe independencia o no entre las proporciones de las muestras.

Se establece la hipótesis nula y su variante alternativa:

H_0 : *La proporción de la muestra de gavetas que están bajo sombra de la carpa, es igual a la proporción de la muestra de las gavetas que están bajo sol directo.*

H_1 : *La proporción de la muestra de gavetas que están bajo sombra de la carpa, no es iguales a la proporción de la muestra de las gavetas que están bajo sol directo.*

Se obtuvo los resultados de la figura 2.31 a continuación:

Prueba

Hipótesis nula $H_0: p_1 - p_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

<u>Método</u>	<u>Valor Z</u>	<u>Valor p</u>
Aproximación normal	-3,56	0,000
Exacta de Fisher		0,000

Figura 2.31 Prueba p de dos muestras de las causas X3 y X5

[Fuente: Elaboración propia]

Con un valor $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa, donde dice que la proporción de ambas muestras no son iguales. Esto significa que estas dos causas, X3: material de la carpa y X5: gavetas bajo sol directo.

X8: Tiempo de espera del camión

Con los datos históricos de la merma operacional registrados en la fase de medición, se separaron los datos en dos grupos con respecto al tiempo de espera del camión. La merma operacional cuando el tiempo de camión es menor a cinco horas y cuando el tiempo supera las cinco horas. Con estos dos grupos de datos, se realizó las pruebas de normalidad, con las siguientes hipótesis:

H_0 : los datos siguen una distribución normal.

H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

La prueba de normalidad cuando el tiempo de espera es menor a cinco horas se observa en la figura 2.32

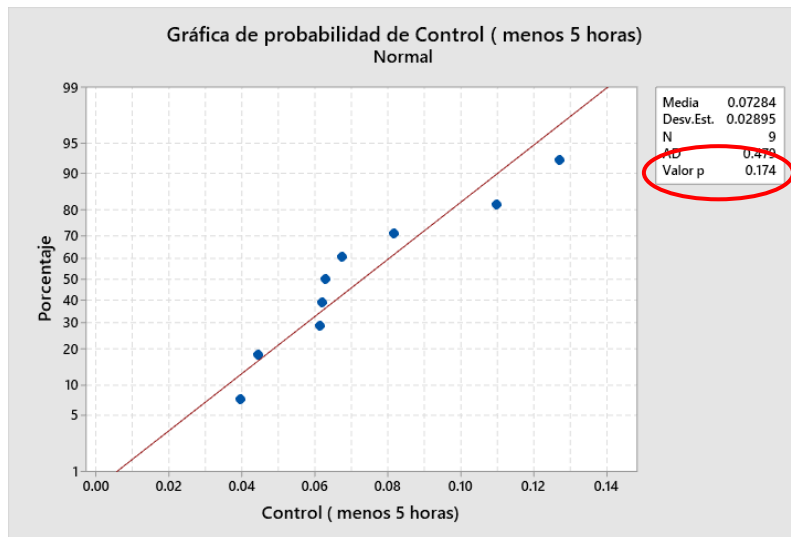


Figura 2.32 P. de normalidad de porcentaje de merma op. cuando el camión se tarda menos de cinco horas

[Fuente: Elaboración propia]

La prueba de normalidad cuando el tiempo de espera es mayor a cinco horas se observa en la figura 2.33

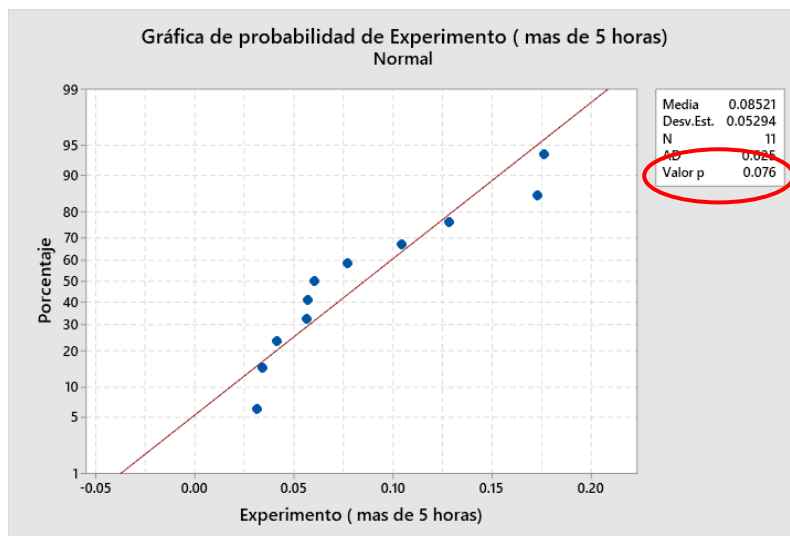


Figura 2.33 P. de normalidad de porcentaje de merma op. cuando el camión se tarda más de cinco horas

[Fuente: Elaboración propia]

En ambas pruebas de normalidad, los valores de p son mayores a 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, diciendo que los datos siguen efectivamente una distribución normal.

Se realizó una prueba de proporción de 2 muestras, para determinar si esta causa es influyente. La prueba p, muestra si existe independencia o no entre las proporciones de las muestras.

Se establece la hipótesis nula y su variante alternativa:

H₀: *La proporción de la merma operacional cuando el camión tarda menos de cinco horas, es igual a la proporción de la merma operacional cuando el camión tarda más de cinco horas.*

H₁: *La proporción de la merma operacional cuando el camión tarda menos de cinco horas, no es igual a la proporción de la merma operacional cuando el camión tarda más de cinco horas.*

Se obtuvieron los resultados de la figura 2.34:

Prueba

Hipótesis nula $H_0: p_1 - p_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

Método	Valor Z	Valor p
Aproximación normal	-0.29	0.771
Exacta de Fisher		0.903

Figura 2.34 Prueba p de dos muestras de la causa X8

[Fuente: Elaboración propia]

Con un valor p mayor a 0,05 se acepta la hipótesis nula, donde dice que la proporción de ambas muestras son iguales, lo que significa que la causa X8, no es significativa para el incremento de la merma.

X12: Gavetas sobrecargadas

Con los datos históricos de la merma operacional registrados en la fase de medición, se separaron los datos en dos grupos con respecto al peso de las gavetas. La merma operacional cuando había suficientes gavetas para la recepción, lo que significa que el personal de campo técnico no tenía la necesidad de sobrecargar las gavetas, por lo que se consideró un peso menor a 15 kg y la merma operacional cuando había pocas gavetas haciendo que el personal de campo técnico llene las gavetas hasta sobrepasar los 15 kg.

Con estos dos grupos de datos, se realizó las pruebas de normalidad, con las siguientes hipótesis:

H₀: los datos siguen una distribución normal.

H₁: Los datos no siguen una distribución normal.

Con la prueba de normalidad de la merma operacional cuando había suficientes gavetas se obtuvo la figura 2.35, y cuando había pocas gavetas se obtuvo la gráfica 2.36

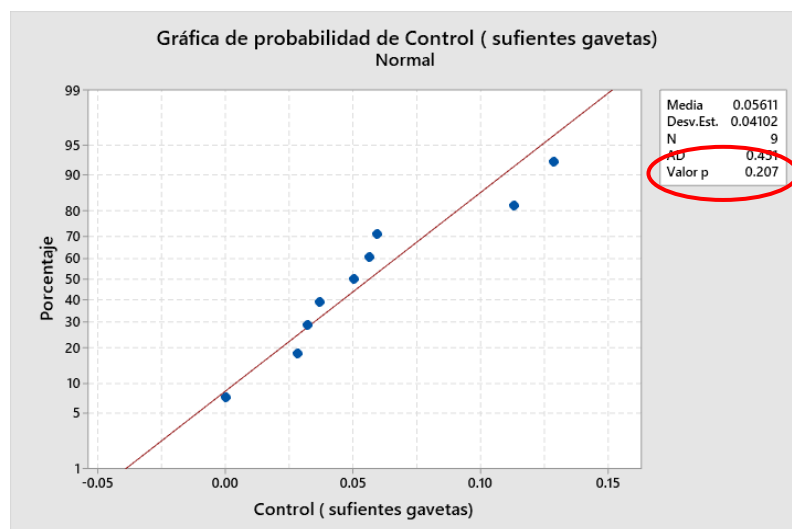


Figura 2.35 Prueba de normalidad de la merma op. cuando hay suficientes gavetas

[Fuente: Elaboración propia]

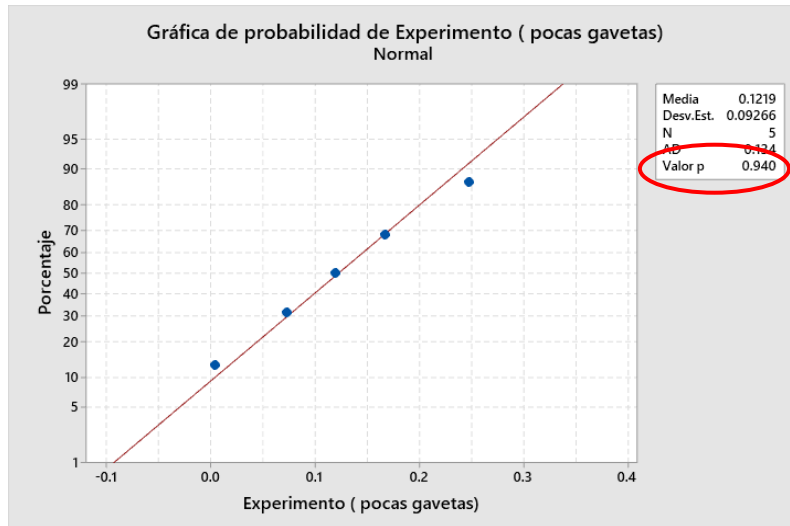


Figura 2.36 Prueba de normalidad de la merma op. cuando hay pocas gavetas
[Fuente: Elaboración propia]

En ambas pruebas de normalidad, los valores de p son mayores a 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, diciendo que los datos siguen efectivamente una distribución normal.

Luego se realizó una prueba de proporción de 2 muestras, como se ha explicado previamente. Se establece la hipótesis nula y su variante alternativa:

H₀: *La proporción de la merma operacional cuando las gavetas están sobre cargadas (peso mayor a 15 kg), es igual a la proporción de la merma operacional cuando las gavetas no están sobre cargadas (peso menor a 15 kg).*

H₁: *La proporción de la merma operacional cuando las gavetas están sobre cargadas (peso mayor a 15 kg), no es igual a la proporción de la merma operacional cuando las gavetas no están sobre cargadas (peso menor a 15 kg).*

Se obtuvieron los resultados de la figura 2.37:

Prueba

Hipótesis nula $H_0: p_1 - p_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

<u>Método</u>	<u>Valor Z</u>	<u>Valor p</u>
Aproximación normal	-2.55	0.011
Exacta de Fisher		0.011

Figura 2.37 Prueba p de dos muestras de la causa X12

[Fuente: Elaboración propia]

Con un valor $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa, donde dice que la proporción de ambas muestras no son iguales. Esto significa que esta la causa X12: gavetas sobrecargadas, es significativa para el incremento de la merma.

X17: Mala manipulación de las donaciones

Esta causa es verificada mediante Gemba, por lo que se tomó dos muestras de datos, datos de control y datos experimentales.

Los datos de control consisten en tomar los valores de merma operacional de un cierto número de gavetas que sean manipuladas con mucho cuidado y los datos experimentales son los valores de la merma operacional las gavetas que manipulados bruscamente.

Primero se comprueba la normalidad de los datos, mediante las hipótesis:

H_0 : los datos siguen una distribución normal.

H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

Para los datos de control, se estuvo la siguiente gráfica en la prueba de normalidad (Figura 2.38)

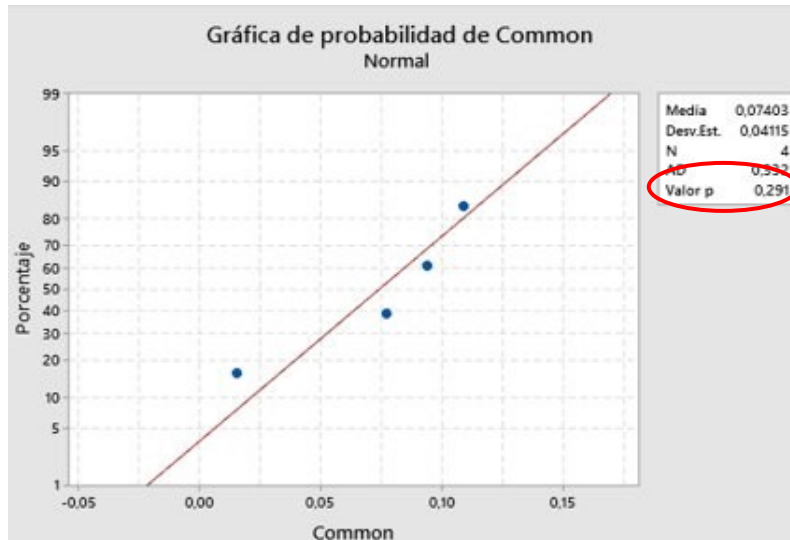


Figura 2.38 Prueba de normalidad de la merma op. en las donaciones son manipuladas cuidadosamente

[Fuente: Elaboración propia]

Para los datos experimentales, se estuvo la siguiente gráfica en la prueba de normalidad (Figura 2.39)

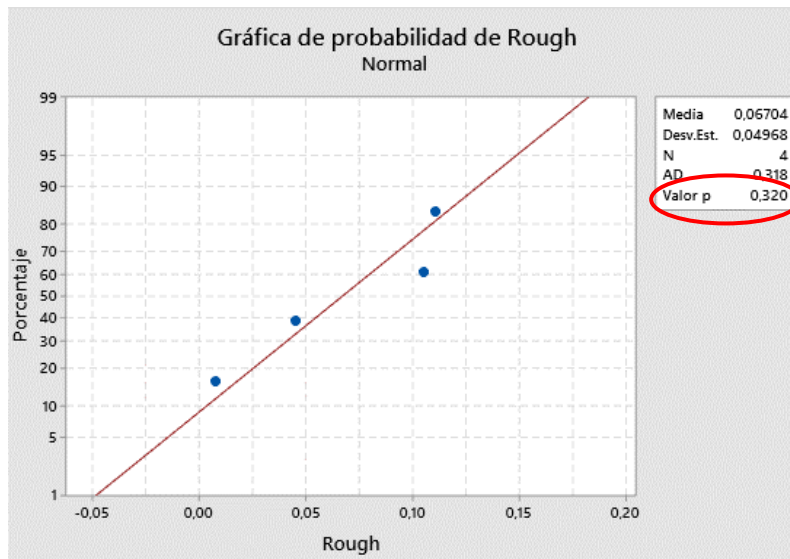


Figura 2.39 Prueba de normalidad de la merma op. en las donaciones son manipuladas bruscamente

[Fuente: Elaboración propia]

Como ambos valores de $P > 0,05$, no se rechaza la hipótesis nula y se concluye que los datos efectivamente siguen una distribución normal.

Luego se realizó una prueba de proporción de 2 muestras, como se ha explicado previamente. Se establece la hipótesis nula y su variante alternativa:

H₀: *La proporción de la merma operacional cuando las gavetas son manipuladas cuidadosamente, es igual a la proporción de la merma operacional cuando las gavetas son manipuladas bruscamente.*

H₁: *La proporción de la merma operacional cuando las gavetas son manipuladas cuidadosamente, no es igual a la proporción de la merma operacional cuando las gavetas son manipuladas bruscamente.*

Se obtuvieron los resultados de la figura 2.40:

Prueba

Hipótesis nula	$H_0: p_1 - p_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: p_1 - p_2 \neq 0$	
Método	Valor Z	Valor p
Aproximación normal	-0,31	0,760
Exacta de Fisher		0,790

Figura 2.40 Prueba p de dos muestras de la causa X17

[Fuente: Elaboración propia]

Con un valor p mayor a 0,05 se acepta la hipótesis nula, donde dice que la proporción de ambas muestras son iguales, lo que significa que la causa X17, no es significativa para el incremento de la merma.

X18: Mezcla de productos en las gavetas

Con los datos históricos de la merma operacional registrados en la fase de medición, se separaron los datos en dos grupos, con respecto a la variedad de donaciones dentro de la misma gaveta. La merma operacional cuando solo hay un producto por gaveta, y la merma operacional cuando hay dos o más productos por gaveta. Con estos dos grupos de datos, se realizó las pruebas de normalidad, con las siguientes hipótesis:

H_0 : los datos siguen una distribución normal.

H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

Con la prueba de normalidad de la merma operacional cuando solo hay un producto por gaveta se obtuvo los resultados de la figura 2.41, y cuando hay dos o más productos por gaveta se obtuvo los resultados de la gráfica 2.42

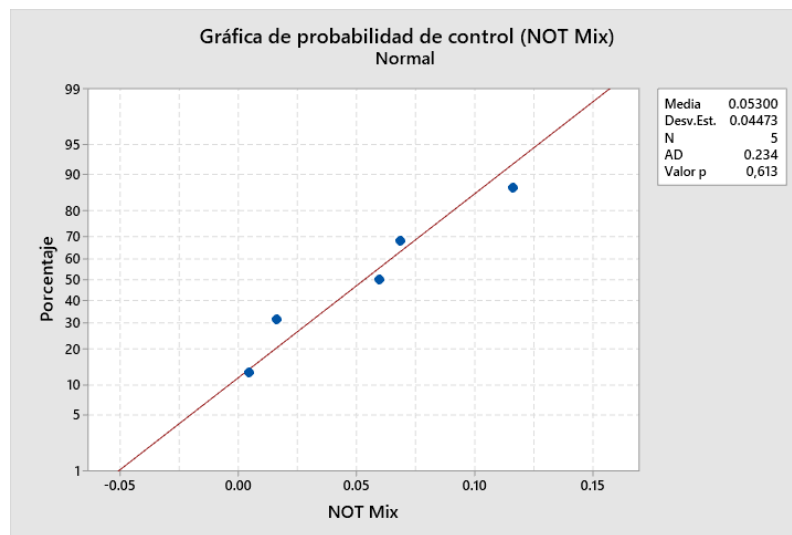


Figura 2.41 Prueba de normalidad de la merma op. donde solo hay un producto por gaveta

[Fuente: Elaboración propia]

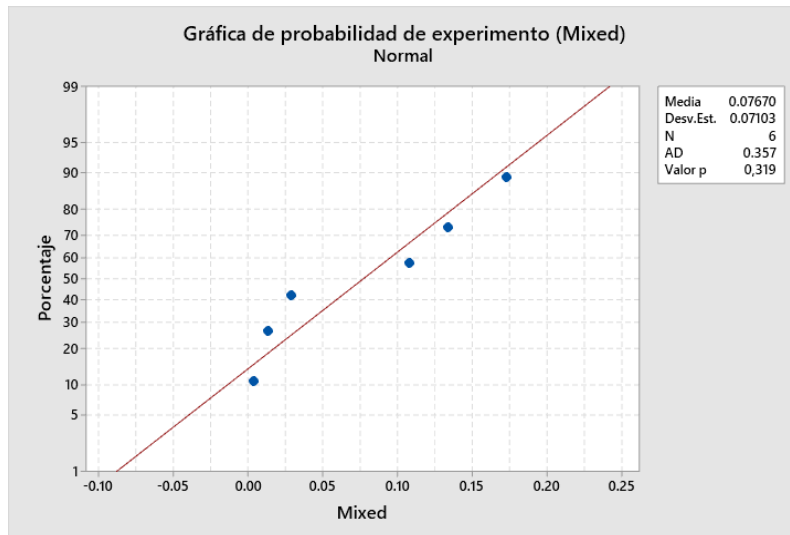


Figura 2.42 Prueba de normalidad de la merma op. donde solo dos o más productos un producto por gaveta
[Fuente: Elaboración propia]

Luego se realizó una prueba de proporción de 2 muestras, como se ha explicado previamente. Se establece la hipótesis nula y su variante alternativa:

H₀: *La proporción de la merma operacional cuando solo hay un producto por gaveta, es igual a la proporción de la merma operacional cuando hay dos o más productos por gaveta.*

H₁: *La proporción de la merma operacional cuando solo hay un producto por gaveta, no es igual a la proporción de la merma operacional cuando hay dos o más productos por gaveta.*

Se obtuvieron los resultados de la figura 2.43

Prueba

Hipótesis nula $H_0: p_1 - p_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

<u>Método</u>	<u>Valor Z</u>	<u>Valor p</u>
Aproximación normal	1,22	0,222
Exacta de Fisher		0,273

Figura 2.43 Prueba p de dos muestras de la causa X18

[Fuente: Elaboración propia]

Con un valor p mayor a 0,05 se acepta la hipótesis nula, donde dice que la proporción de ambas muestras son iguales, lo que significa que la causa X18, no es significativa para el incremento de la merma.

Finalmente, en la tabla 2.7 se encuentra el resumen de las causas que son y no son significativas.

Tabla 2.7 cinco ¿por qué?

[Fuente: Elaboración propia]

No	Causa	Estado
X3	Material de la carpa	Significante
X5	Gavetas en sol directo	Significante
X8, X19	Tiempo de espera del camión	No significativa
X12	Gavetas sobrecargadas	Significante
X17	Mala manipulación de las donaciones	No significativa
X18	Mezcla de productos en las gavetas	No significativa

2.3.4 Determinación de causa raíz

Sabiendo las causas significativas para el incremento de la merma, se utilizó la herramienta de los cinco ¿por qué? para conocer la causa raíz, esto se puede ver en la tabla 2.8.

En el proceso de elaboración de dicha tabla fue necesario realizar una reunión con la persona encargada de la empresa, para poder obtener las respuestas

Tabla 2.8 cinco ¿por qué?
[Fuente: Elaboración propia]

Causa	1er ¿Por qué?	2do ¿Por qué?	3er ¿Por qué?	4to ¿Por qué?	Causa raíz
Material de la carpa	La carpa no es suficiente grande y el material plástico no disipa el calor	Es la única carpa que les proveyeron al personal de TTV	Esa carpa es la única que fue donada al departamento de logística del banco de alimentos		La carpa no es la adecuada para el volumen diario de donaciones recibidas
Gavetas bajo el sol directo	Las gavetas esperan fuera de la carpa para ser pesadas	No hay suficiente espacio para las gavetas debajo de la carpa	Se perdió una carpa al inicio del año 2022		No hay suficiente sombra ya que perdieron una carpa porque no estaba asegurada por las noches
			La carpa es muy pequeña para la cantidad de donaciones diarias	Esa carpa es la única que fue donada al departamento de logística del banco de alimentos	La carpa no es la adecuada para el volumen diario de donaciones recibidas
Gavetas sobrecargadas	El personal de campo técnico prefiere sobrecargarlas, a usar más gavetas	El personal no está capacitado sobre el peso estándar permitido para las gavetas	No hay un instructivo operativo donde se pueda encontrar valores estándares para el proceso de recepción		No se ha establecido un proceso ni peso estándar de las gavetas
		El 50% de las semanas, no tienen la cantidad de gavetas necesarias	El banco de alimentos no envía de vuelta las gavetas necesarias	No hay una persona encargada de lavar todas las gavetas (generalmente lo hacen los voluntarios)	Problemas de coordinación y distribución de tareas en voluntarios en el banco de alimentos.

Finalmente se muestra la tabla 2.9 donde se resumen las causas y causa raíz respectivamente.

Tabla 2.9 Causas raíz
[Fuente: Elaboración propia]

Causa	Causa raíz
Material de la carpa	La carpa no es la adecuada para el volumen diario de donaciones recibidas
Gavetas bajo el sol directo	No hay suficiente sombra ya que perdieron una carpa porque no estaba asegurada por las noches
	La carpa no es la adecuada para el volumen diario de donaciones recibidas
Gavetas sobrecargadas	No se ha establecido un proceso ni peso estándar de las gavetas
	Problemas de coordinación y distribución de tareas en voluntarios en el banco de alimentos

2.4. Mejora

En esta fase se proponen y evalúan distintas soluciones para las causas raíz de la fase anterior.

2.4.1 Lluvia de ideas

Las posibles soluciones a las causas raíz fueron obtenidas de reuniones con el personal del banco de alimentos, donde se generó una lluvia de ideas entre todos. Estas posibles soluciones fueron organizadas junto a su causa raíz en la tabla 2.10

Tabla 2.10 Posibles soluciones

[Fuente: Elaboración propia]

Causa	Causa raíz	Posibles soluciones
Material de la carpa	La carpa no es la adecuada para el volumen diario de donaciones recibidas	Gestionar la solicitud de un andén para el proceso de recepción en el TTV
		Conseguir una carpa de un material adecuado
		Implementar un sistema de ventilación dentro de la carpa
		Conseguir una carpa más alta
		Construir un galpón en el punto de recolección
		Gestionar la solicitud de un espacio de concreto dentro de TTV
Gavetas en el sol directo	No hay suficiente sombra ya que perdieron una carpa porque no estaba asegurada por las noches	Fijar la carpa con cadenas y pernos.
	La carpa no era la adecuada para el volumen de donaciones que reciben diariamente.	Diseño de layout del área de trabajo
		Realizar la recolección del camión 2 veces al día
		Adelantar la recolección del camión a las 11:00 en vez de las 14:00
		Conseguir una carpa más grande
	Conseguir una carpa adicional	
Gavetas sobrecargadas	No se ha establecido un proceso ni peso estándar de las gavetas	Realizar capacitación al personal en tratamiento de alimentos
		Contratar a un coach para feedback constante
		Realizar un instructivo del proceso estandarizado

		Definir peso máximo de las gavetas para cada tipo de alimento (indicadores)
	Problemas de coordinación y distribución de tareas en voluntarios en el banco de alimentos	Incluir en las actividades diarias de los voluntarios lavar todas las gavetas
		Priorizar el lavado de las gavetas
		Contratar a un operador únicamente para lavar las gavetas

2.4.2 Evaluación y selección de soluciones

Para la selección de soluciones se realizó una encuesta a tres expertos miembros del banco de alimentos. Dicha encuesta fue evaluada con los tres criterios mencionados en la tabla 2.11

Tabla 2.11 Criterios de evaluación

[Fuente: Elaboración propia]

Criterios	Puntuación		
	1	3	9
Tiempo de implementación	3 meses	1 mes	No más de una semana
Costo de implementación	>\$50	Entre \$5 - \$49	Gratis o >\$5
Tiempo de aprobación	1 semana	3 días	1 día o inmediatamente

Los rangos de tiempo y dinero definidos en la tabla 2.11 fueron obtenidos de una reunión con la persona a cargo del proyecto del banco de alimentos, pues era importante considerar que la empresa no contaba con presupuesto económico y el tiempo de implementación y aprobación promedio que anteriormente se ha registrado en la empresa. En la tabla 2.12 se puede observar la calificación de las posibles soluciones, en la cual están marcadas las soluciones que tienen la calificación más alta.

Tabla 2.12 Resultado de la selección de soluciones

[Fuente: Elaboración propia]

Criterios	Tiempo de Implementación				Costo de Implementación				Tiempo de aprobación			
	Anggie Fuentes	Jonathan Sacoto	Mónica Echeverría	Moda	Anggie Fuentes	Jonathan Sacoto	Mónica Echeverría	Moda	Anggie Fuentes	Jonathan Sacoto	Mónica Echeverría	Moda
Evaluadores												
Material de la carpa												
Gestionar la solicitud de un andén para el proceso de recepción en el TTV	1	1	1	1	1	3	1	1	1	1	1	1
Conseguir una carpa de un material adecuado	3	1	1	1	1	1	1	1	9	3	9	9
Implementar un sistema de ventilación dentro de la carpa	1	3	3	3	3	1	3	3	1	1	1	1
Conseguir una carpa más alta	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Construir un galpón en el punto de recolección	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Gestionar la solicitud de un espacio de concreto dentro de TTV	9	3	9	9	9	1	9	9	9	1	9	9
Gavetas en sol directo												
Fijar la carpa con pernos y cadena	1	9	1	1	1	9	1	1	1	3	1	1
Diseño de layout del área de trabajo	9	3	9	9	9	1	9	9	9	1	9	9
Realizar la recolección del camión dos veces al día	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Adelantar la recolección del camión de las 14:00 a las 11:00	1	1	1	1	1	9	1	1	1	1	1	1
Conseguir una carpa más grande	3	3	1	3	1	1	1	1	3	1	1	1
Conseguir una carpa adicional	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9	9
Gavetas sobrecargadas												
Realizar capacitación al personal en tratamiento de alimentos	9	9	3	9	1	9	9	9	9	9	3	9

Contratar un coach para feedback constante	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
Realizar un instructivo del proceso estandarizado	9	3	3	3	9	9	9	9	9	9	3	9
Definir el peso máximo de las gavetas para tipo de alimento	1	9	9	9	1	9	9	9	1	9	9	9
Incluir en las actividades diarias de los voluntarios lavar todas las gavetas	3	9	9	9	1	9	9	9	3	9	9	9
Priorizar el lavado de las gavetas	1	1	1	1	3	3	1	3	1	1	1	1
Contratar a un operador únicamente para lavar las gavetas	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1

Con lo que se ha seleccionado soluciones aprobadas por la empresa:

- Gestionar la solicitud de un espacio de concreto dentro de TTV
- Diseño de layout del área de trabajo
- Conseguir una carpa adicional
- Realizar capacitación al personal en tratamiento de alimentos
- Realizar un instructivo del proceso estandarizado
- Definir el peso máximo de las gavetas para tipo de alimento
- Incluir en las actividades diarias de los voluntarios lavar todas las gavetas

Todas estas soluciones tienen un costo de implementación bajo o igual a \$0 y el tiempo de aprobación e implementación máximo es una semana, lo cual es necesario para ver los resultados en el plazo del proyecto.

2.4.3 Plan de implementación

Se realizó un plan de implementación donde se detalla qué, por qué, cómo, dónde, cuándo, quién y los costos de las soluciones previamente seleccionadas. Como se puede ver en la tabla 2.13

Tabla 2.13 Plan de implementación detallado

[Fuente: Elaboración propia]

Causa	Solución	Descripción	¿Por qué se implementa esto?	¿Cómo se implementa esto?	Dónde se implementa	Cuándo se implementa	Quién es el responsable	Costos
Material de la carpa	x1	Gestionar la solicitud de un espacio de concreto dentro de TTV	Porque el material de la carpa no mitiga significativamente el calor	Con un análisis Gemba, se pesarán las gavetas y luego se las llevará inmediatamente a una bodega de construcción de concreto disponible para el banco de alimentos hasta su recolección	TTV	05/01/2023	Municipalidad y líderes de proyecto	\$0
Gavetas en el sol directo	x2	Diseño de layout del área de trabajo	Mala Distribución del espacio utilizado de la carpa que se encuentra a disposición, haciendo que las gavetas se queden fuera de la carpa	Se realizará una planeación sistemática de la distribución del área de la carpa mediante la creación de un plano digital	TTV	11/01/2023	Líderes de proyecto	\$0
	x3	Conseguir una carpa adicional	Al tener una carpa adicional, las gavetas esperaran ser pesadas dentro de la nueva carpa evitando el sol directo	Conseguir una carpa de 3x2 metros e instalarla a lado de la carpa existente	TTV	04/01/2023	Líderes de proyecto	\$0
Gavetas sobrecargadas	x4	Realizar capacitación al personal en tratamiento de alimentos	El personal de campo técnico y clasificadores no han recibido ninguna capacitación sobre cómo tratar ciertas frutas y vegetales sensibles, por lo que una capacitación será necesaria para estandarizar criterios respecto a la merma	Presentar instructivo e información sobre el tratamiento de frutas y vegetales por los líderes del proyecto y realizar una capacitación en el TTV	TTV, Banco de alimentos.	16/01/2023	Líderes de proyecto	\$40

	x5	Realizar un instructivo del proceso estandarizado	Tener un instructivo con toda la información necesaria de cómo tratar las donaciones hará que el personal de campo técnico tenga una guía al alcance.	Se creará un instructivo el cual constará del layout del área de trabajo, diagrama de flujo del proceso en el terminal de transferencia de víveres y con la ayuda de un ing. agrónomo, se establecerán el tratamiento adecuado de frutas y vegetales, y los criterios de preclasificación y clasifican	TTV, Banco de alimentos.	02/01/23-16/01/23	Líderes de proyecto	\$200
	x6	Definir el peso máximo de las gavetas para tipo de alimento	Con los indicadores de peso, se evitará el incremento de merma por aplastamiento ya que se conoce cuál es el límite para los diferentes tipos de frutas y vegetales	Con el criterio y las herramientas estadísticas utilizadas por el ing. agrónomo, se definirán los pesos máximos de varias frutas y vegetales.	TTV, Banco de alimentos.	02/01/23-16/01/23	Líderes de proyecto	\$15
	x7	incluir en las actividades diarias de los voluntarios lavar todas las gavetas	si no se lavan todas las gavetas, al siguiente día en el TTV no hay suficientes gavetas para que estas no se sobrecarguen	Mediante Gemba se pudo identificar que las gavetas no estaban bien lavadas, por lo que, cuando quede el 25% de gavetas por clasificar, solicitar a un voluntario que se dediquen a lavar las gavetas, mientras los otros continúan con la clasificación. Al final del proceso, se tendrá todo clasificado y el 100% de las gavetas lavadas, para usarlas al siguiente día	TTV, Banco de alimentos.	03/01/2023	Líderes de proyecto y voluntarios	\$0

2.5. Implementación

Las soluciones del plan de implementación son llevadas a cabo en una prueba piloto que servirá para medir los resultados obtenidos. Luego se deja establecido un plan de control para que las soluciones se sigan llevando cabo de manera eficaz a través del tiempo.

2.5.1 Gestionar la solicitud de un espacio de concreto dentro de TTV

La implementación de esta solución se basa en que una vez terminado el proceso de recolección de donaciones por los andenes de TTV, la preclasificación, el pesaje y registro de datos, lo más pronto posible las gavetas son trasladadas a la bodega disponible dentro del TTV (Véase la figura 2.44 y 2.45) donde la temperatura promedio del área de la bodega es de 24°C lo que permite evitar las olas de calor que se producen debajo de la carpa, donde las temperaturas pueden llegar hasta los 32°C.

Una vez llega el camión se procede con la carga de las gavetas de la bodega, permitiendo así que estas no hayan sido expuestas por largas horas al calor que se genera debajo de la carpa.



Figura 2.44 Bodega dentro de TTV

[Fuente: Elaboración propia]



Figura 2.45 Interior de la bodega dentro de TTV
[Fuente: Elaboración propia]

2.5.2 Diseño de layout del área de trabajo

El desorden en las actividades diarias y la falta de asignación de áreas de trabajo dentro de la pequeña área de la sombra proporcionada por la carpa, hacía que las gavetas luego del proceso de recolección esperaran fuera de la sombra (véase figura 2.46) hasta el momento de ser pesadas, acelerando el proceso de putrefacción haciendo que el producto bueno pase a ser considerado merma.



Figura 2.46 Área de trabajo antes de la implementación
[Fuente: Elaboración propia]

Al conseguir una carpa adicional (la siguiente solución implementada) se logro un incremento del 50% del área disponible, para luego realizar el diseño de layout más eficiente, basado en el flujo de materiales y actividades del persona en el área, es así que se plantearon varias diseños de layout tentativos, hasta terminar con la última iteración, que es la que se muestra en la figura 2.47

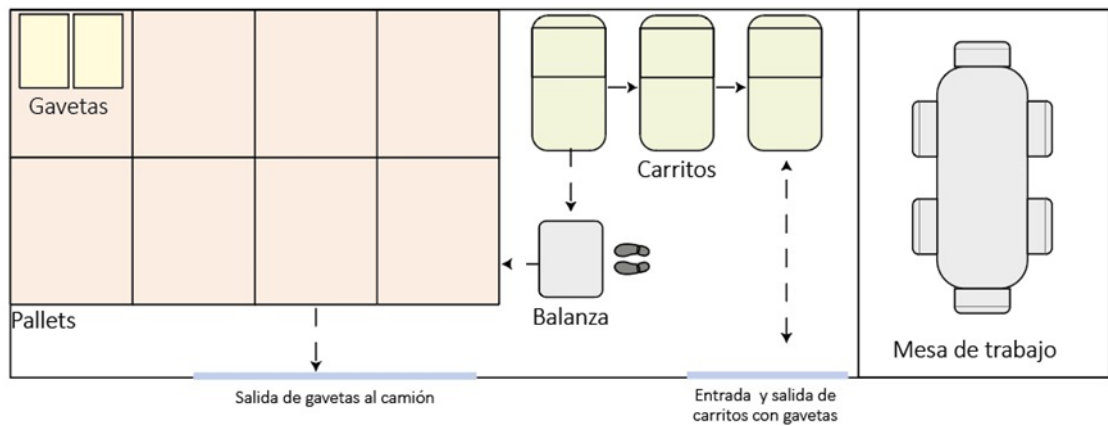


Figura 2.47 Layout del área de trabajo
[Fuente: Elaboración propia]

Para el diseño de layout se consideraron todas las dimensiones reales, teniendo como valores más importantes:

Área de la carpa: 3x9 m²

Área de un pallet: 1x1.2 m²

Área de los carritos: 0.6x1.20 m²

La implementación se la realizó exitosamente (Véase en la figura 2.48), mejorando en gran manera la efectividad del trabajo ya que el área se mantuvo ordenada, y los flujos de materiales, y personas no chocaron entre sí.



Figura 2.47 Nueva organización del área de trabajo
[Fuente: Elaboración propia]

2.5.3 Conseguir una carpa adicional

La carpa adicional nace de la necesidad de mantener bajo sombra todos los productos recolectados mientras estos esperan ser pesados, debido a que la única carpa que poseían no era suficiente para dar cabida a todas las gavetas (véase fig 2.48), por lo tanto, las gavetas esperaban alrededor de dos a tres horas debajo del sol mientras terminaba todo el proceso de recepción. Esto hacía que la merma operacional despunte por la aceleración de putrefacción y contaminación de los alimentos.



Figura 2.48 Gavetas expuesta al sol
[Fuente: Elaboración propia]

Al conseguir esta nueva carpa e instalarla a lado de la carpa ya existente (véase la figura 2.49), se logró cubrir un área adicional de 9m² cuadrados, a parte de los 18m² ya existentes, teniendo un total de 27m². Esto significa que se incrementó el área en un 50% que está a disposición para ser aprovechados y evitar que las gavetas se queden bajo sol directo.



Figura 2.49 Instalación de carpa adicional
[Fuente: Elaboración propia]

Para asegurar la carpa por las noches de la fuerte delincuencia en la ciudad de Guayaquil, se la asegura con cadenas y candado como se ve en la figura 2.50

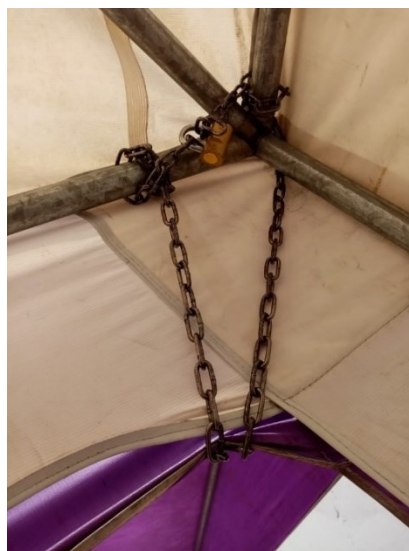


Figura 2.50 Seguridad de la carpa
[Fuente: Elaboración propia]

2.5.4 Realizar capacitación al personal en tratamiento de alimentos

Previamente a la capacitación, se realizó un instructivo (siguiente solución implementada) con la información necesaria para impartir al personal de campo técnico. Los objetivos de la charla fueron mejorar el tratamiento de frutas y vegetales, concientizar sobre la importancia del orden en el área de trabajo basado en el nuevo layout diseñado, mantener claro el proceso estandarizado de recepción, y establecer indicadores de peso máximo de las gavetas con diferentes productos.

Se coordinó con los encargados del proyecto de “Barriguita llena, corazón contento” los permisos para poder llevar a cabo la capacitación al personal de TTV tal como se observa en la figura 2.51



Figura 2.51 Personal capacitado
[Fuente: Elaboración propia]

Luego de la capacitación, fue puesta en práctica todo lo aprendido por la persona de campo técnico como se puede ver en la figura 2.52

Para tener constancia de la asistencia a la capacitación, se llenó un registro de asistencia (véase la figura 2.53)



Figura 2.51 Aplicación de conocimientos aprendidos
[Fuente: Elaboración propia]

Asistencia a capacitación		
Capacitación: Mejoras en el proceso de selección de frutas y vegetales.		
Objetivo: Implementar mejoras en cuanto a distribución del área de trabajo, tratamiento de frutas y vegetales, indicadores de peso y criterios de pre clasificación		
Fecha	Nombres y apellidos	Firma
16/01/23	Gerardo Carrillos	Gerardo
16/01/23	Maira Garcia	Maira Garcia
16/01/23	Maria Fernanda Linares	Maria Fernanda
16/01/23	Johan Portón	Johan Portón
16/01/23	Jenny Hidalgo	Jenny
16/01/23	Alexandra Godillo	Alexandra

Figura 2.52 Registro de asistencia a capacitación
[Fuente: Elaboración propia]

2.5.5 Realizar un instructivo del proceso estandarizado

Mediante consultoría con un experto, el Ing. Agrónomo Estebas Nicolás Macas Amaya, que actualmente labora el YARA internacional con un amplio conocimiento y recorrido en el área de tratamiento de alimentos, se pudo expandir y explorar nuevas formas de preservar el alimento disponible en TTV, para crear un instructivo con información puntual, clara y sencilla para un fácil entendimiento por cualquier lector.

El contenido del instructivo es el que se observa en la figura 2.53

Contenido

Área de trabajo	
Distribución del área de trabajo	1
Proceso	
Diagrama de flujo de proceso.....	2
Proceso de recepción y pre-clasificación.....	3
Criterios de pre-clasificación.....	3
Proceso de tratamiento de frutas y vegetales.....	4
Proceso de clasificación.....	6
Criterios de clasificación.....	6
Higiene	
Recomendaciones de higiene del personal.....	9
Recomendaciones de higiene del área de trabajo.....	9

Figura 2.53 Capture del índice de contenido del instructivo

[Fuente: Elaboración propia]

tema importante que está dentro del instructivo son los criterios de preclasificación y clasificación. Para esto se colocaron imágenes de referencias reales, tomadas por los líderes del proyecto de las frutas y vegetales más donados en el TTV, con la finalidad de que los criterios de cada operador o voluntario en el banco de alimentos se encuentren más unificados entre sí, y así evitar el incremento de merma o evitar la contaminación si se deja una fruta o vegetal podrido por una mala preclasificación.

Todas estas mejoras escritas e ilustradas en el instructivo fueron las que se impartieron e impartirán en la capacitación al personal.

2.5.6 Definir el peso máximo de las gavetas para tipo de alimento

En el mismo instructivo antes mencionado, también se establecieron límites de peso para diferentes frutas y vegetales. Estos pesos son definidos con las directrices enseñadas por el ingeniero agrónomo, que basa su categorización de pesos en la teoría de paredes celulares que cada alimento tiene, por lo que mientras que algunas frutas tienen paredes celulares más delgadas son vulnerables al aplastamiento como por ejemplos las frutillas, otras tienen las paredes celulares más robustas y podrán aguantar más peso encima de ellas,

como por ejemplo la sandía. Para hacer la tabla de los indicadores de peso, como se muestran en la figura 2.54 se han considerado las frutas y vegetales más donados, sin embargo, estos pueden aplicarse para frutas y vegetales que sean similares en dureza. Un ejemplo es kale, a pesar de que no está en la lista, al ser una hoja, es considerada dentro del primer grupo de vegetales, que el peso máximo es de 8kg.

Fruta	Peso máximo	Vegetal	Peso máximo
Frutilla, mora, arándano, frambuesa, uva, cereza	8 kg	Perejil culantro, apio, acelga, espinaca, albahaca, nabo, cebolla blanca	8 kg
Manzana, pera, durazno, tomate de árbol, mango, granadilla, aguacate	10 kg	Pimiento, tomate, achogcha, lechuga, ají, vainas	10 kg
Naranja, mandarina, limón, maracuyá, pitahaya, granada, guineo	15 kg	Zanahoria, pepino, zucchini, chayote, brócoli, coliflor, ajo, verdura	15 kg
Melón, papaya, sandía, piña, babaco, guanábana, guineo verde	Unidades posibles	Zapallo, col, calabaza, papa, camote, cebolla, yuca	Unidades posibles

Figura 2.54 Capture del instructivo: Indicadores de peso máximo
[Fuente: Elaboración propia]

2.5.7 incluir en las actividades diarias de los voluntarios lavar todas las gavetas

Esta última mejora se basa en la necesidad de tener las gavetas disponibles en TTV debido a que la cantidad de donaciones diarias es incierta y muchas veces cuando no hay suficientes, es necesario sobrecargar las gavetas al máximo, lo cual genera merma operacional por aplastamiento.

Anteriormente, el banco de alimentos solo enviaba aproximadamente el 60% de la cantidad total de gavetas, ya que las gavetas del día anterior no eran lavadas en su totalidad. La tarea de lavar las gavetas estaba considerada dentro del proceso de clasificación realizada por los voluntarios, sin embargo, nadie llevaba el control de esto, por lo que al finalizar el día en el banco de alimentos quedaban

gavetas sucias, que no podían ser enviadas el siguiente día al mercado debido a las políticas de higiene e inocuidad.

Ahora conociendo cuanto afecta que no haya suficientes gavetas en el proceso de recepción, al implementar como requisito de los voluntarios en las actividades diarias el lavado de las gavetas (véase figura 2.55), se logró que el 100% de las gavetas estén disponibles en TTV diariamente, evitando que el aplastamiento de frutas y vegetales se incida en el incremento de la merma.



Figura 2.55 Voluntarios lavando gavetas
[Fuente: Elaboración propia]

2.6. Control

Las soluciones fueron implementadas exitosamente, sin embargo, para que estas soluciones obtengan buenos resultados a través del tiempo, se deben establecer un plan de control, para que las personas encargadas las puedan seguir aplicando estas soluciones de forma efectiva. El plan de control se muestra en la tabla 2.14

Tabla 2.14 Plan de control
[Fuente: Elaboración propia]

Plan de control					
Mejora	Persona a cargo de la actividad	Persona a cargo del control	¿Cómo va a ser controlada?	¿Con qué frecuencia necesita ser revisada?	¿Dónde será controlada?
Diseño de layout del área de trabajo	Personal técnico de campo	Líder técnico de campo	Se ubicará un poster con el diseño de layout de fácil acceso dentro de la carpa y un auditor irá de manera aleatoria a verificar si se está cumpliendo con el diseño implementado	Mensualmente	Área de recepción-TTV
Conseguir una carpa adicional	Municipalidad	Líder del proyecto	Un formato de novedades será desarrollado para registrar si la carpa adicional ha sido usada o no, y si ha habido un percance o daño. En caso de que ocurriese un daño, el líder del Proyecto será notificado para realizar acciones de mejora.	Semanalmente	Área de recepción - TTV
Realizar capacitación al personal en tratamiento de alimentos	Jefe del área de calidad	Líder del proyecto	Incluir las capacitaciones semestrales al personal de campo técnico dentro de la planificación anual del área de calidad, después de una capacitación se debe registrar la asistencia con la firma de los participantes y tomar una prueba para garantizar el conocimiento adquirido.	Cada 6 meses o cada que ingrese una persona nueva a laborar	Área de recepción-TTV
Realizar un instructivo del proceso estandarizado	Jefe del área de calidad	Líder del proyecto	El uso del instructivo tiene que ser parte del proceso de inducción de un colaborador nuevo.	Cada que una persona nueva ingrese a trabajar	Área de calidad-Banco de alimentos
Definir pesos máximos en las gavetas para cada tipo de alimento	Jefe del área de calidad	Líder del proyecto	Revisar de manera aleatoria las gavetas en caso de notar un peso excesivo, notificar en el formato de novedades	Semanalmente	Área de calidad-Banco de alimentos
Incluir en las actividades diarias de los voluntarios lavar todas las gavetas.	Jefe del área de calidad	Líder del proyecto	Mantener un reporte de entrada y salida de gavetas al banco de alimentos y en TTV. Comparar ambos registros para evitar pérdidas y si hubiera identificar la razón y notificar al líder del proyecto.	Semanalmente	Área de calidad-Banco de alimentos

En el plan de control no se incluyó la primera solución que es: Gestionar la solicitud de un espacio de concreto dentro de TTV, ya que una vez realizada esta implementación con los permisos del municipio y el banco de alimentos no hay una acción de control, más que socializar la importancia de mantener la disponibilidad de la bodega.

Para el diseño de layout del área de trabajo, ya se realizaron las acciones de control como se puede ver en la figura 2.56, se ha colocado un póster dentro de la carpa para siempre mantener el orden y espacio definidos.



Figura 2.56 Acción de control para el diseño de layout del área de trabajo
[Fuente: Elaboración propia]

En la capacitación al personal en tratamiento de alimentos ya realizada, como acciones de control, ya mencionadas en el plan de la tabla 2.14, se realizó un examen digital como se ve en la figura 2.57 y se llevó un registro de asistencia como se ve en la figura 2.58


2. ¿Cuál del siguiente grupo de frutas no podría superar los 8kg de peso en la gaveta? * 2 puntos

Naranja, mandarina, limón, maracuyá, pitahaya, granada

tomate de árbol, mango, granadilla, aguacate

Fresa, mora, arándano, frambuesa, uva, cereza

3. ¿Cuáles de estos productos NO deberían ir en las gavetas especiales? * 2 puntos




Fresa

Guineo

Frambuesa

4. El siguiente pepino a continuación, dado su estado, clasifíquelo en: * 2 puntos



Merma

Producto Bueno

Basura

Figura 2.57 Acción de control luego de capacitación
[Fuente: Elaboración propia]

Asistencia a capacitación		
Capacitación: Mejoras en el proceso de recepción de frutas y vegetales.		
Objetivo: Implementar mejoras en cuanto a distribución del área de trabajo, tratamiento de frutas y vegetales, indicadores de peso y criterios de pre clasificación		
Fecha	Nombres y apellidos	Firma
16/04/23	Gerardo Casallas	<i>Gerardo Casallas</i>
16/04/23	Mayera Garcia	<i>Mayera Garcia</i>
16/04/23	Maria Fernanda Jimenez	<i>Maria Fernanda Jimenez</i>
16/04/23	Johan Portón	Johan Portón
16/04/23	Jenny Hidalgo	<i>Jenny Hidalgo</i>
16/04/23	Alexandra González	<i>Alexandra González</i>

Figura 2.58 Registro de asistencia a capacitación
[Fuente: Elaboración propia]

Ambos formatos estarán en los apéndices A y B.

Igualmente, el instructivo, como medida de control es darle uso cada que una nueva persona vaya a ingresar al trabajo ya que tiene lo necesario para conocer las tareas

CONTRO DE GAVETAS EN BANCO DE ALIMENTOS				
Lugar: TTV		Semana: 16-20 Enero		
Fecha	Encargado	Cantidad de gavetas enviadas	Observaciones	Firma
19/01/23	Johan Rontón	73		Johan Rontón
20/01/23	Alicandra Cordillo	91		A. Cordillo

Figura 2.60 Registro de cantidad de gavetas
[Fuente: Elaboración propia]

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Luego de tener las soluciones implementadas, se realizó el análisis de resultados obtenidos para el porcentaje de merma operacional.

3.1. Resultados de las soluciones implementadas

Se procede a hacer el análisis de los datos obtenidos.

Para esto primero, se debe calcular el tamaño de la muestra que se necesita para probar confiabilidad. Se usa la misma ecuación definida en la fase de medición, la ecuación 2.2:

$$n = \left(\frac{z}{d}\right)^2 * p * (1 - p) \quad (2.2)$$

Donde:

n= tamaño de la muestra

Z= estadístico de prueba para el nivel de confianza utilizado

p= proporción de la población de la merma operacional

d= porcentaje de error permitido

Para la proporción de la población de la merma operacional, primero se realizó una prueba piloto tanto para frutas como para vegetales. En vegetales se obtuvo que la merma operacional es de 1.8%. Y se trabajará con un nivel de confianza de 95% y un rango de error de 2.5%. Reemplazando los valores en ecuación 2.2., se obtuvo lo siguiente:

$$n = \left(\frac{1,96}{0,025}\right)^2 * 0,0188 * (1 - 0,0188)$$

$$n = 177.0 \text{ kg}$$

Para frutas, en la prueba piloto se obtuvo que la proporción de la población que es merma operacional es de 1.35%. Y se trabajará con un intervalo de confianza de 95% y un rango de error de 2%. Reemplazando los valores en ecuación 2.2., se obtuvo lo siguiente:

$$n = \left(\frac{1,96}{0,025}\right)^2 * 0,0135 * (1 - 0,0135)$$

$$n = 228.1 \text{ kg}$$

Finalmente, se conoce que los kilogramos de vegetales y frutas donados que se necesitan recolectar para la muestra son 177 kg y 228.1 kg respectivamente.

Los datos se registraron manualmente, y luego se digitalizó en un formato de Excel que preserva el esquema utilizado en la etapa de medición (véase la figura 3.1).

# gavota	Especificaciones / Características				Mejoras por Realizar	Clasificación # 1 (Al recibir en TTV) ORIGEN				Clasificación # 2 DIAGONIA				Análisis de datos				
	Fecha	Producto Específico	Hora de recepción	Bitácora (Mejoras Realizadas)		Hora Clasificación	Temperatura (°C)	Peso Bueno (Kg)	Peso Merma (Kg)	Peso total (kg)	Hora de clasificación	Temperatura (°C)	Peso Bueno (Kg)	Peso Merma (Kg)	Peso total (kg)	% Merma causada origen	% Merma Total	% Merma Operativa	Kg Merma operativa
1	04/01/2023	sandía			72	26	7,9	1,2	9,1	30	7,7	1,4	9,1	13,19%	15,38%	2,20%	0,2	
2	04/01/2023	guineo			72	26	10,1	0,8	10,9	30	10,1	0,8	10,9	7,34%	7,34%	0,00%	0	
3	04/01/2023	pera			72	26	7,8	4,8	12,6	30	7	5,6	12,6	38,10%	44,44%	6,35%	0,8	
4	04/01/2023	mango			72	26	8,5	2,5	11	30	8,1	2,9	11	22,73%	26,36%	3,64%	0,4	
5	04/01/2023	mango			72	26	9,7	3,7	13,4	30	9,2	4,2	13,4	27,61%	31,34%	3,73%	0,5	
1	05/01/2023	manzana	8:42		721	9:39	27	8,4	2,3	10,7	31	8	2,7	10,7	21,50%	25,23%	3,74%	0,4
2	05/01/2023	piña			721	27	8,5	2,8	11,3	31	8,5	2,8	11,3	24,78%	24,78%	0,00%	0	
3	05/01/2023	sandía			721	27	12	0	12	31	12	0	12	0,00%	0,00%	0,00%	0	
4	05/01/2023	naranja			721	27	10,3	3,5	13,8	31	9,7	4,1	13,8	25,36%	29,71%	4,35%	0,6	
5	05/01/2023	aguacate			721	27	8,4	1,6	10	31	8,4	1,6	10	16,00%	16,00%	0,00%	0	
6	05/01/2023	aguacate			721	27	6,2	2,1	8,3	31	6	2,3	8,3	25,30%	27,71%	2,41%	0,2	
7	05/01/2023	guineo			721	27	12,4	3,1	15,5	31	12,2	3,3	15,5	20,00%	21,29%	1,29%	0,2	
1	09/01/2023	guineo			721	27	18,4	2	20,4	33	18,2	2,2	20,4	9,80%	10,78%	0,98%	0,2	
2	09/01/2023	guineo			721	27	15	0,1	15,1	33	14,8	0,3	15,1	0,66%	1,99%	1,32%	0,2	
3	09/01/2023	sandía			721	27	14,3	4,7	19	33	14,3	4,7	19	24,74%	24,74%	0,00%	0	
4	09/01/2023	manzana			721	27	7,3	1,3	8,6	33	7	1,6	8,6	15,12%	18,60%	3,49%	0,3	
5	09/01/2023	aguacate			721	27	4,5	1,1	5,6	33	3,7	1,9	5,6	19,64%	33,93%	14,29%	0,8	
6	09/01/2023	guineo			721	27	4,7	0,2	4,9	33	4,7	0,2	4,9	4,08%	4,08%	0,00%	0	
7	09/01/2023	guineo			721	27	13,2	2,1	15,3	33	13	2,3	15,3	13,73%	15,03%	1,31%	0,2	
1	10/01/2023	guineo			721	25	22,8	4,6	27,4	13:50	30	22,8	4,6	27,4	16,79%	16,79%	0,00%	0
2	10/01/2023	aguacate			721	25	7,3	2,2	9,5	13:56	30	6,4	3,1	9,5	23,16%	32,63%	9,47%	0,9
3	10/01/2023	manzana			721	25	6,3	1,3	7,6	14:02	30	6,3	1,3	7,6	17,11%	17,11%	0,00%	0
4	10/01/2023	piña			721	25	8,3	4,9	13,2	14:38	30	8,3	4,9	13,2	37,12%	37,12%	0,00%	0
5	10/01/2023	piña			721	25	15,1	2,3	17,4	13:52	30	15,1	2,3	17,4	13,22%	13,22%	0,00%	0
6	10/01/2023	guineo			721	25	17,1	6,8	23,9	14:10	30	17,1	6,8	23,9	28,45%	28,45%	0,00%	0
1	11/01/2023	pera			7213	27	12,1	1,6	13,7	14:22	32	11,8	1,9	13,7	11,68%	13,87%	2,19%	0,3
2	11/01/2023	melón			7213	27	11,5	2	13,5	14:52	32	11,4	2,1	13,5	14,81%	15,56%	0,74%	0,1
3	11/01/2023	mango			7213	27	13,8	3,2	17	14:58	32	13,4	3,6	17	18,82%	21,18%	2,35%	0,4
4	11/01/2023	guineo			7213	27	18,7	1,1	19,8	14:37	32	18,7	1,1	19,8	5,56%	5,56%	0,00%	0
5	11/01/2023	frutilla			7213	27	4,2	1	5,2		32	3,9	1,3	5,2	19,23%	25,00%	5,77%	0,3
1	12/01/2023	mango			7213	26	13,4	0,3	13,7		33	13,2	0,5	13,7	2,19%	3,65%	1,46%	0,2
2	12/01/2023	mango			7213	26	9,7	2,9	12,6		33	9,4	3,2	12,6	23,02%	25,40%	2,38%	0,3
3	12/01/2023	papaya			7213	26	10,7	3	13,7		33	10,4	3,3	13,7	21,90%	24,09%	2,19%	0,3
4	12/01/2023	uva			7213	26	5,3	1,9	7,2		33	5,3	1,9	7,2	26,39%	26,39%	0,00%	0
6	12/01/2023	piña			7213	26	6,2	1,4	7,6		33	5,9	1,7	7,6	18,42%	22,37%	3,95%	0,3

Figura 3.1 Datos recolectados de la implementación de soluciones

[Fuente: Elaboración propia]

Así se pudo establecer la gráfica de la bitácora de mejoras a través de los días, No todas las mejoras fueron implementadas el mismo día, ya que se debían solicitar permisos, realizar consultorías y capacitaciones. Eso se observa en las figuras 3.2 para vegetales y en las figuras 3.3 para fruta.

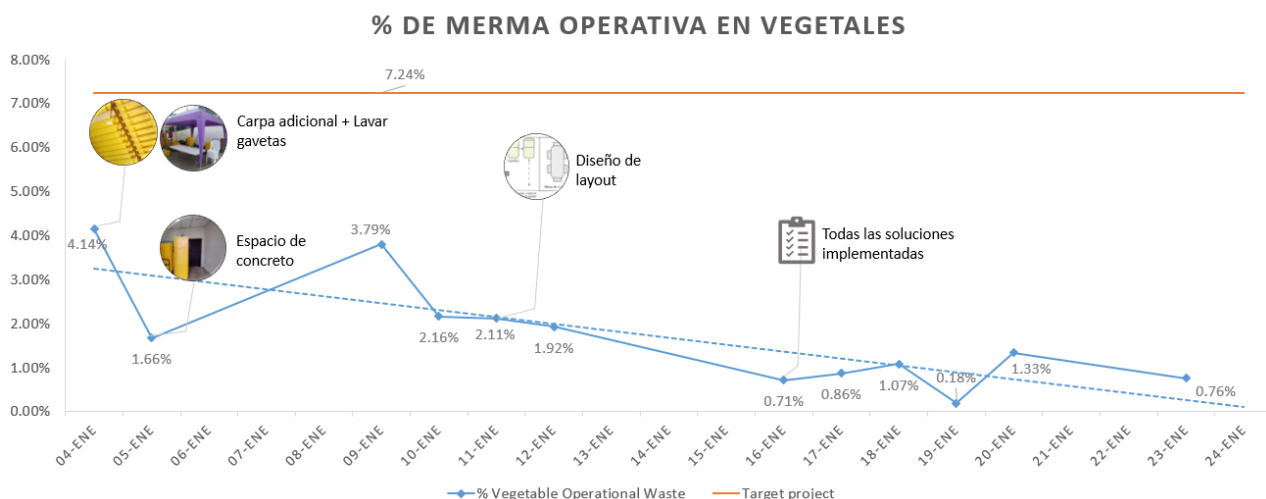


Figura 3.2 Gráfica de bitácora de mejoras implementas para vegetales
[Fuente: Elaboración propia]

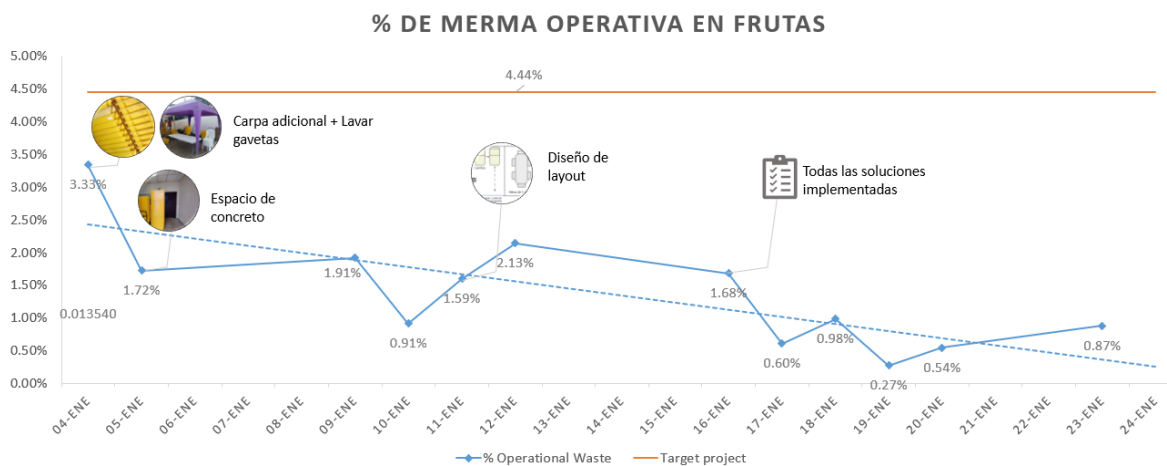


Figura 3.3 Gráfica de bitácora de mejoras implementas para frutas
[Fuente: Elaboración propia]

Al implementarse las primeras dos mejoras el 4 de enero, el porcentaje de merma operacional ya empieza notoriamente a bajar porque la carpa adicional ya se implementó, y las gavetas se mantenían bajo sombra, pero a partir del 16 de enero que se impartió la capacitación, se llegó al mejor porcentaje de resultados, permitiendo bajar significativamente la merma operacional tanto para frutas como para vegetales.

Con estos datos es posible hacer comparaciones con los datos antes de que se hayan implementado las soluciones.

Se realizó la comparación de los datos de vegetales, en las figuras 3.4 y 3.5.

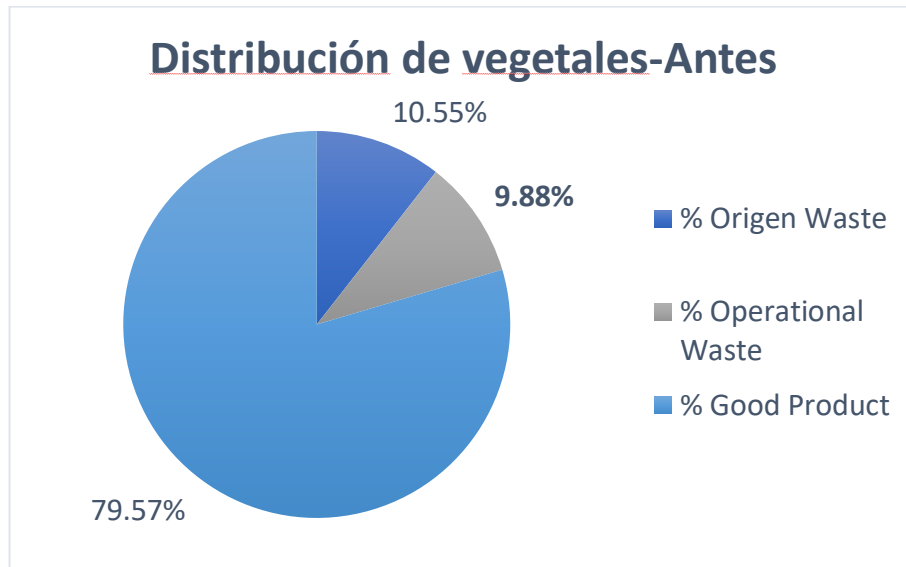


Figura 3.4 Gráfica de la distribución de datos de vegetales antes

[Fuente: Elaboración propia]

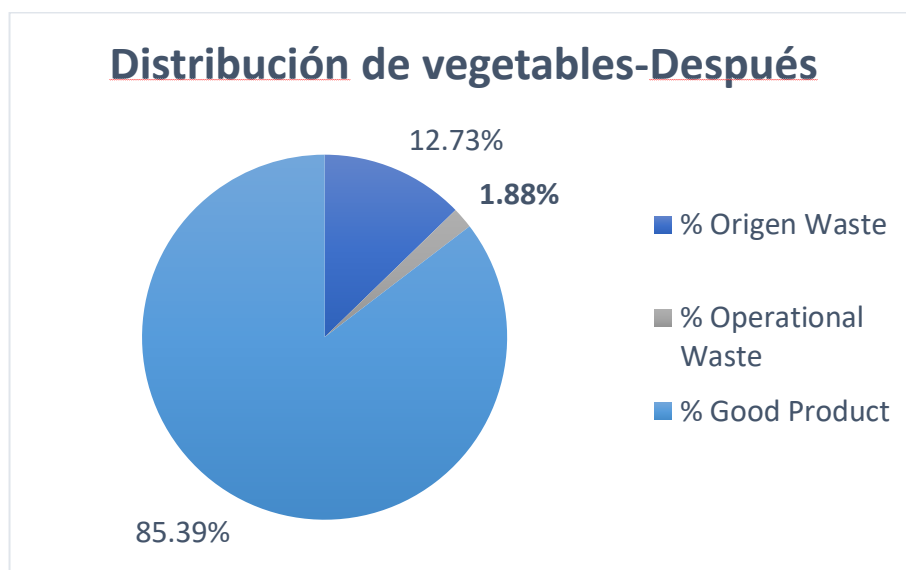


Figura 3.4 Gráfica de la distribución de datos de vegetales después

[Fuente: Elaboración propia]

Se realizó la comparación de los datos de frutas, en las figuras 3.6 y 3.7

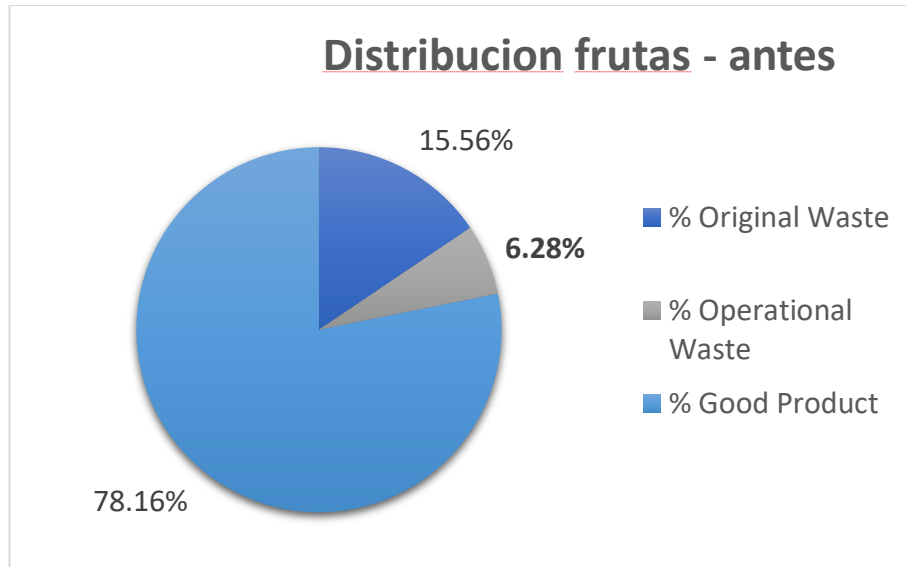


Figura 3.6 Gráfica de la distribución de datos de frutas antes
[Fuente: Elaboración propia]

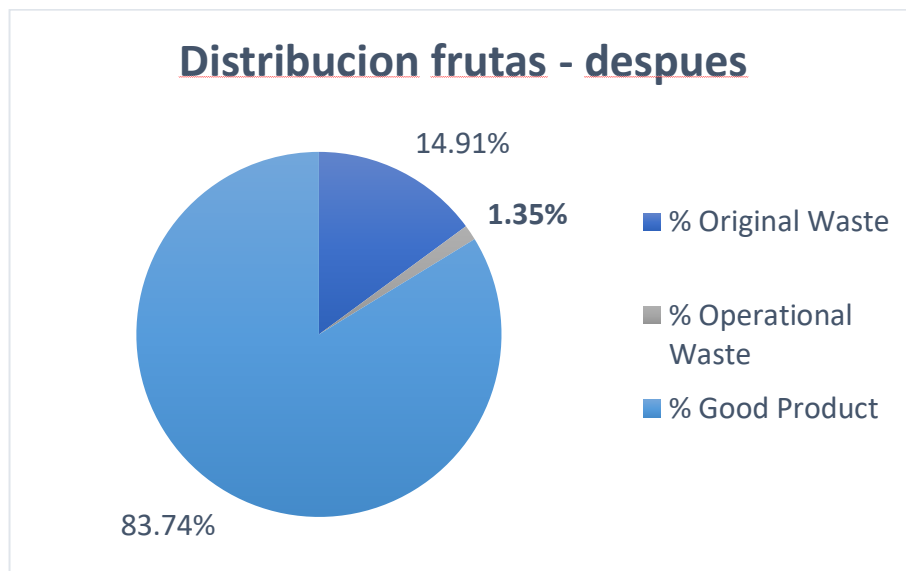


Figura 3.7 Gráfica de la distribución de datos de frutas después
[Fuente: Elaboración propia]

En las figuras 3.4 y 3.5 se observa la reducción de la merma operacional de vegetales significativamente al implementar las siete soluciones mencionadas anteriormente.

Antes de las soluciones la merma operacional era 9.8% y luego de las soluciones implementadas, la merma operacional era de 1.88%. Este último valor es incluso

menor al valor objetivo del proyecto establecido por el cliente y líderes del proyecto, 7.24%

Lo mismo ocurre para las frutas, en las figuras 3.6 y 3.7, la merma antes de implementar las soluciones era 6.28% y luego de implementar las soluciones fue de 1.35%, superando el valor objetivo del proyecto, 4.44%

3.1.1 Verificación de datos

- Para merma operacional de vegetales luego de implementar las soluciones:

Inicialmente, se realizó la prueba de normalidad, para saber si los datos siguen una distribución normal. Se conoce que:

H_0 : los datos siguen una distribución normal.

H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

Los resultados de esta prueba se ven en la figura 3.8, donde el valor $p = 0.148$, es mayor al nivel de significancia, 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, diciendo que los datos efectivamente siguen la distribución normal

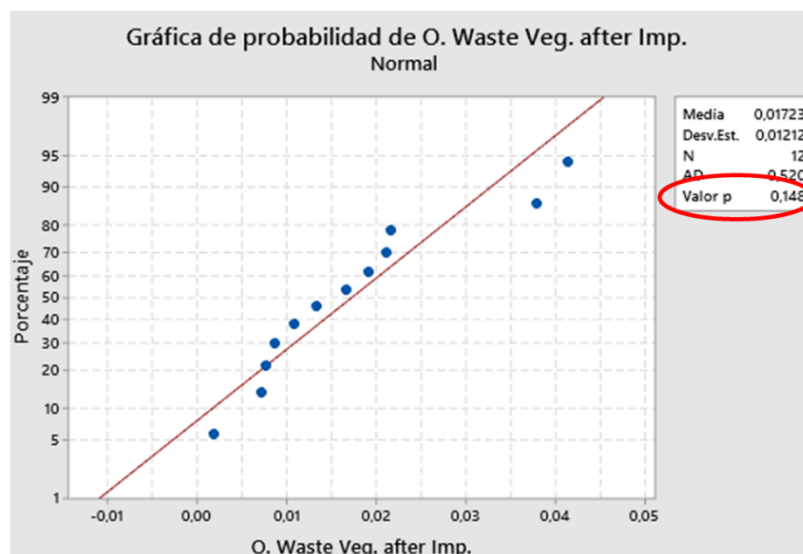


Figura 3.8 Prueba de normalidad de la merma op. de los veg. luego de implementar las soluciones

[Fuente: Elaboración propia]

Luego, para conocer que los datos se encuentran bajo control y que sigan un proceso estable, se ha utilizado las cartas de control, específicamente la gráfica I-MR ya que los datos son normales. Como se ve en la figura 3.9, todos los datos se encuentran dentro de los límites de control, con lo que se confirma que los datos de merma operacional si siguen un proceso estable.

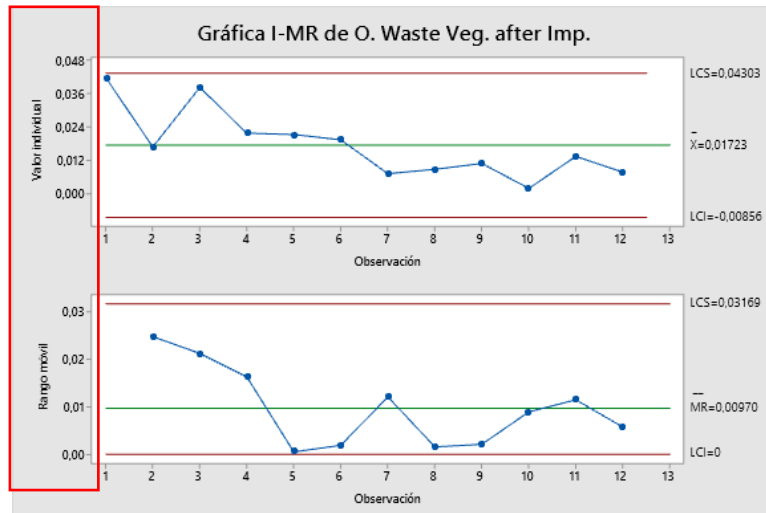


Figura 3.9 Gráfica I-MR de la merma op. de veg. luego de implementar las soluciones [Fuente: Elaboración propia]

La grafica I-MR luego de implementar las soluciones se compara con la gráfica I-MR antes de implementar las soluciones, como se ve en la figura 3.10. En ambos momentos los datos se mantienen bajo control, la diferencia que se pudo ver fue que el rango del eje de la y antes de implementar las mejoras era mayor que ahora, ya que los valores del porcentaje de merma eran más grandes que luego de implementar las mejoras.

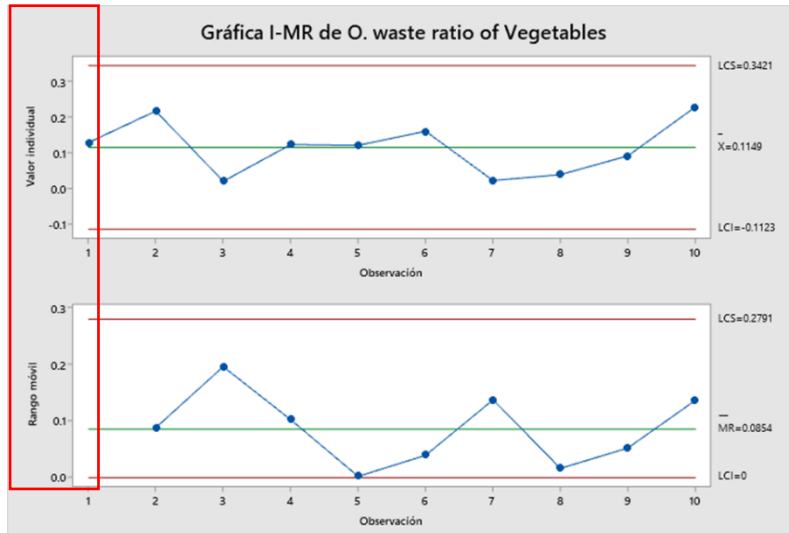


Figura 3.9 Gráfica I-MR de la merma op. de veg. antes de implementar las soluciones
[Fuente: Elaboración propia]

Como consecuencia de la normalidad y estabilidad en el proceso, es posible realizar el análisis de capacidad, que se encuentra en la figura 3.10

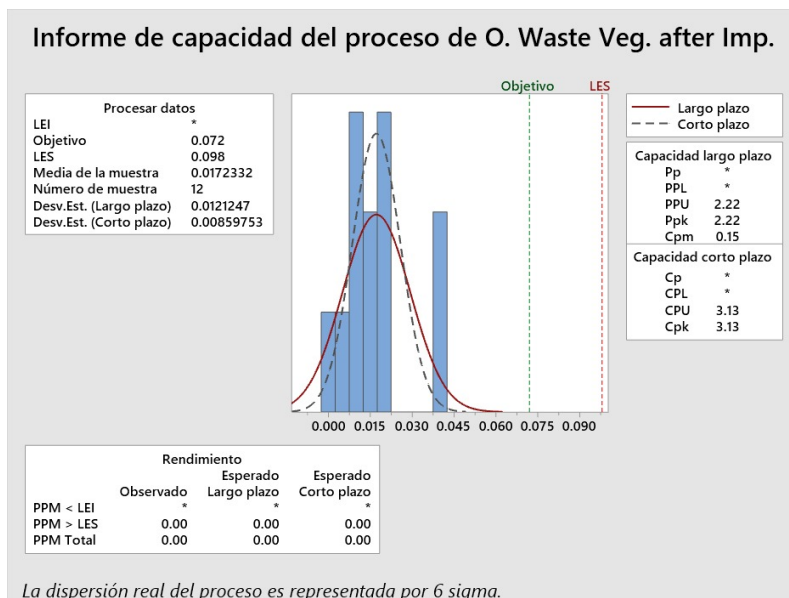


Figura 3.9 Análisis de capacidad de la merma operacional de vegetales luego de implementar las soluciones

Para el análisis de capacidad es necesario establecer los límites de especificación, en este caso, únicamente aquí se ha considerado el límite de especificación superior 9.8%, que es el porcentaje de merma operacional de vegetales promedio y se ha establecido un valor objetivo, que es el porcentaje de

merma operacional que se desea obtener, tanto por la empresa como por los líderes del proyecto, 7.2%. Más de este porcentaje de merma operacional no es aceptado por el cliente.

Los valores de Cpk y Ppk antes de la implementación de las mejoras fueron negativos, lo que indicó que más del 50% de los datos estaban fuera de los límites de especificación y además no estaba centrado el proceso. Ahora luego de la implementación de las soluciones el Cpk y Ppk fueron 3.33 y 2.22 respectivamente, concluyendo que el proceso es capaz en corto y largo plazo, e inclusive es mayor al Cpk = 1.67 y Ppk = 1.33 recomendado para las empresas según Juran y Fryna en 1980.

No se consideró un límite de especificación inferior ya que como el proyecto busca minimizar el porcentaje de merma operacional, al poner un límite estaría limitando el alcance del proyecto.

Luego se realizó una prueba de proporción de 2 muestras, antes y después de implementar las soluciones como se ha explicado previamente. Se establece la hipótesis nula y su variante alternativa:

H₀: *La proporción de la merma operacional de vegetales antes de la implementación de las soluciones, es igual a la proporción de la merma operacional de vegetales después de la implementación de las soluciones*

H₁: *La proporción de la merma operacional de vegetales antes de la implementación de las soluciones, no es igual a la proporción de la merma operacional de vegetales después de la implementación de las soluciones*

Se obtuvieron los resultados de la figura 3.10:

Prueba

Hipótesis nula $H_0: p_1 - p_2 = 0$

Hipótesis alterna $H_1: p_1 - p_2 \neq 0$

<u>Método</u>	<u>Valor Z</u>	<u>Valor p</u>
Aproximación normal	6,76	0,000
Exacta de Fisher		0,000

Figura 3.10 Prueba p de dos muestras de la merma de vegetales antes y después de la implementación de mejoras
[Fuente: Elaboración propia]

Con un valor $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa, donde dice que la proporción de ambas muestras no son iguales. Esto garantiza que entre las dos muestras hay disparidad.

- Para merma operacional de frutas luego de implementar las soluciones: Inicialmente, se realizó la prueba de normalidad, para saber si los datos siguen una distribución normal. Se conoce que:

H_0 : los datos siguen una distribución normal.

H_1 : Los datos no siguen una distribución normal.

Los resultados de esta prueba se ven en la figura 3.11, donde el valor $p = 0.38$, es mayor al nivel de significancia, 0.05, por lo que no se rechaza la hipótesis nula, diciendo que los datos efectivamente siguen la distribución normal

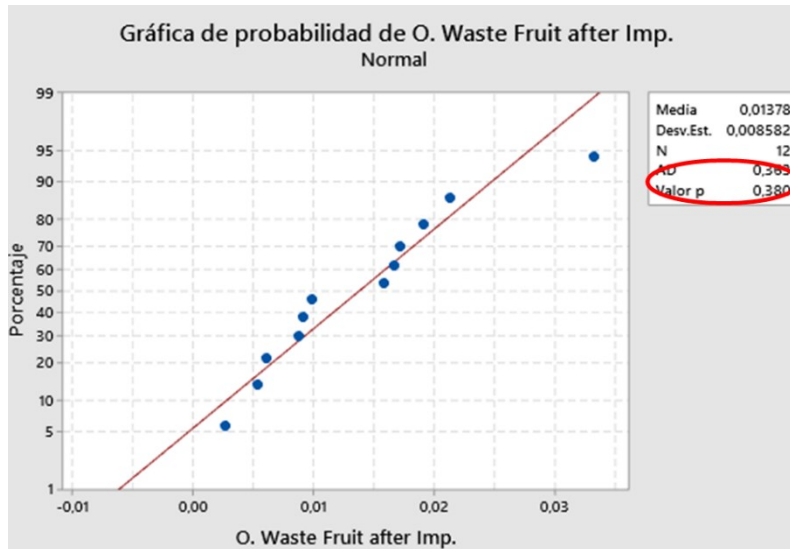


Figura 3.11 Prueba de normalidad de la merma op. de las frutas luego de implementar las soluciones
[Fuente: Elaboración propia]

Luego, para conocer que los datos se encuentran bajo control y que sigan un proceso estable, se ha utilizado las cartas de control, específicamente la gráfica I-MR ya que los datos son normales. Como se ve en la figura 3.12, todos los datos se encuentran dentro de los límites de control, con lo que se confirma que los datos de merma operacional si siguen un proceso estable.

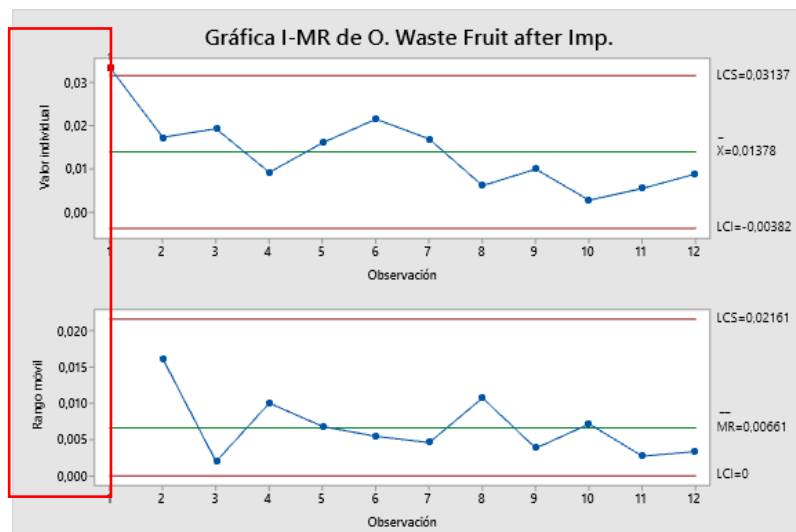


Figura 3.12 Gráfica I-MR de la merma op. de frutas luego de implementar las soluciones
[Fuente: Elaboración propia]

La gráfica I-MR luego de implementar las soluciones se compara con la gráfica I-MR antes de implementar las soluciones, como se ve en la figura 3.13. En ambos momentos los datos se mantienen bajo control, la diferencia que se pudo ver fue que el rango del eje de la y antes de implementar las mejoras era mayor que ahora, ya que los valores del porcentaje de merma eran más grandes que luego de implementar las mejoras.

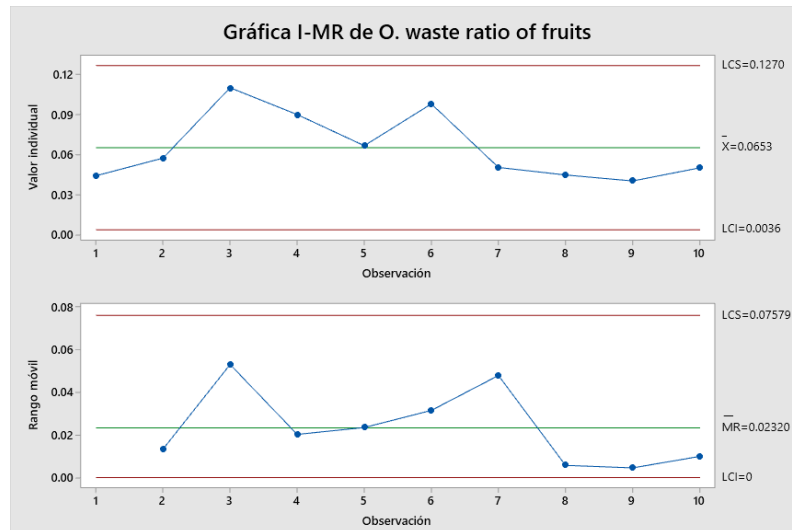


Figura 3.13 Gráfica I-MR de la merma op. de frutas antes de implementar las soluciones [Fuente: Elaboración propia]

Como consecuencia de la normalidad y estabilidad en el proceso, es posible realizar el análisis de capacidad, que se encuentra en la figura 3.14

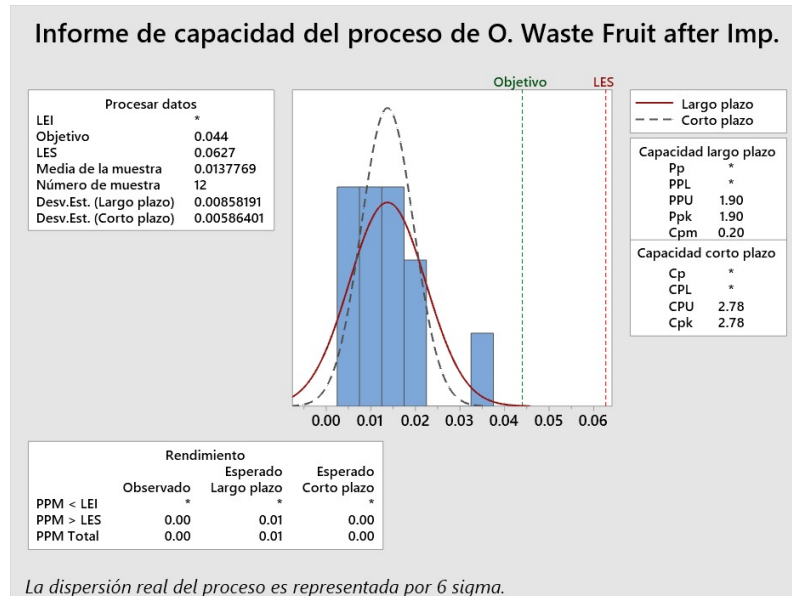


Figura 3.14 Análisis de capacidad de la merma op. de frutas luego de implementar las soluciones

Para el análisis de capacidad es necesario establecer los límites de especificación, en este caso, únicamente aquí se ha considerado el límite de especificación superior 6.2%, que es el porcentaje de merma operacional de frutas promedio y se ha establecido un valor objetivo, que es el porcentaje de merma operacional que se desea obtener, tanto por la empresa como por los líderes del proyecto, 4.4%. Más de este porcentaje de merma operacional no es aceptado por el cliente.

Los valores de Cpk y Ppk antes de la implementación de las mejoras fueron negativos, lo que indicó que más del 50% de los datos estaban fuera de los límites de especificación y a demás no estaba centrado el proceso. Ahora luego de la implementación de las soluciones el Cpk y Ppk fueron 2.78 y 1.90 respectivamente, concluyendo que el proceso es capaz en corto y largo plazo, e inclusive es mayor al Cpk = 1.67y Ppk=1.33 recomendado para las empresas según Juran y Fryna en 1980.

No se consideró un límite de especificación inferior ya que como el proyecto busca minimizar el porcentaje de merma operacional, al poner un límite estaría limitando el alcance del proyecto.

3.1.2 Comparación antes y después de la implementación de soluciones

Luego se realizó una prueba de proporción de 2 muestras, antes y después de implementar las soluciones como se ha explicado previamente. Se establece la hipótesis nula y su variante alternativa:

H₀: *La proporción de la merma operacional de frutas antes de la implementación de las soluciones, es igual a la proporción de la merma operacional de frutas después de la implementación de las soluciones.*

H₁: *La proporción de la merma operacional de frutas antes de la implementación de las soluciones, no es igual a la proporción de la merma operacional de frutas después de la implementación de las soluciones.*

Se obtuvieron los resultados de la figura 3.15:

Prueba

Hipótesis nula	$H_0: p_1 - p_2 = 0$	
Hipótesis alterna	$H_1: p_1 - p_2 \neq 0$	
Método	Valor Z	Valor p
Aproximación normal	5,10	0,000
Exacta de Fisher		0,000

Figura 3.15 Prueba p de dos muestras de la merma de frutas antes y después de la implementación de mejoras
[Fuente: Elaboración propia]

Con un valor $p < 0,05$ se rechaza la hipótesis nula, y se acepta la hipótesis alternativa, donde dice que la proporción de ambas muestras no son iguales. Esto garantiza que entre las dos muestras hay disparidad.

Finalmente se realizaron graficas para visualizar la diferencia de la merma operacional antes y después de implementación de las soluciones. (véase en la figura 3.16 y 3.17)

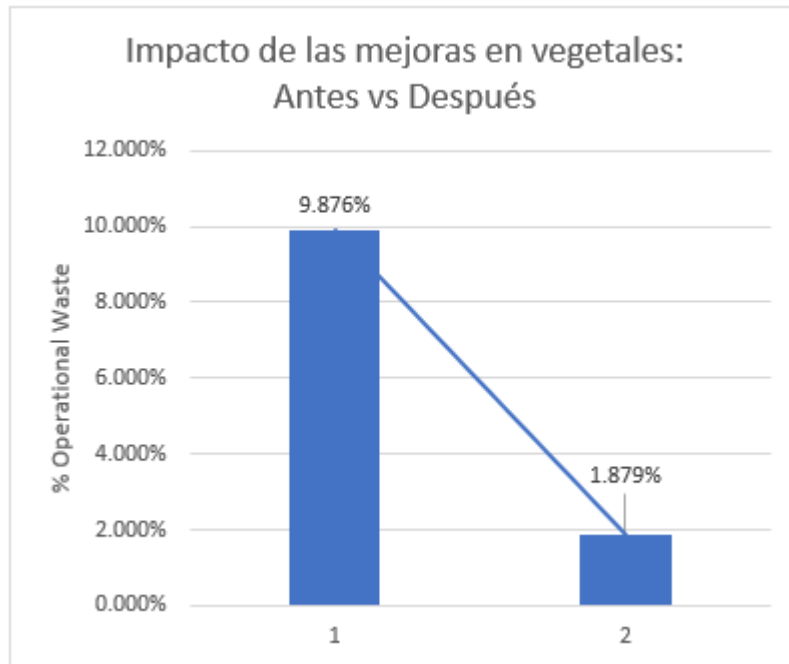


Figura 3.16 Porcentaje de merma op. de vegetales antes y después
 [Fuente: Elaboración propia]

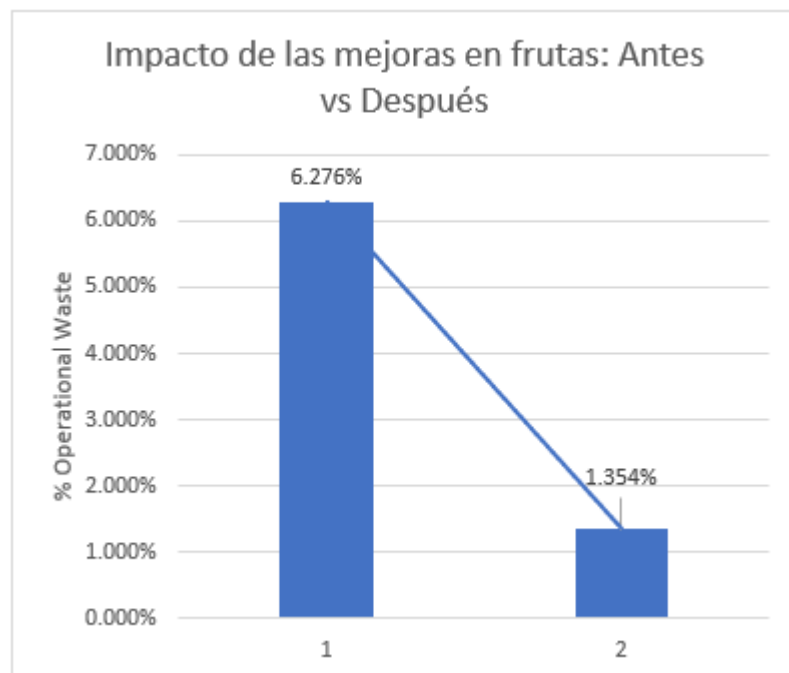


Figura 3.17 Porcentaje de merma op. de frutas antes y después
 [Fuente: Elaboración propia]

Estos datos y gráficos fueron tomados desde el momento que se implementó la primera solución, el 4 de enero del 2023 y se logró reducir el porcentaje de merma mucho más del objetivo del proyecto tanto para vegetales como para frutas.

El porcentaje de merma operacional para vegetales solicitado por el cliente era de 7.2% sin embargo se superó esto hasta llegar a 1,9% de merma operacional, disminuyendo esto en un 81%. El porcentaje de merma operacional para frutas solicitado por el cliente era de 4.4% sin embargo se superó esto hasta llegar a 1,35% de merma operacional, disminuyendo esto en un 78%.

También se tomaron datos, desde el momento que todas las soluciones fueron implementadas, el 16 de enero del 2013, y se realizó la comparación del primer escenario, sin soluciones implementadas, como se en la figura 3.18 y 3.19

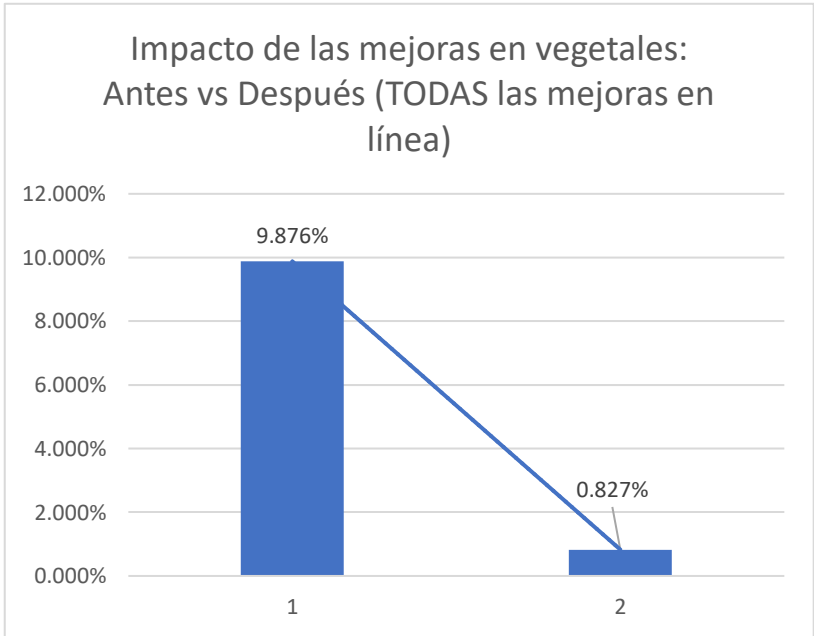


Figura 3.18 Porcentaje de merma op. de veg. antes y después de la implementación de todas las soluciones

[Fuente: Elaboración propia]

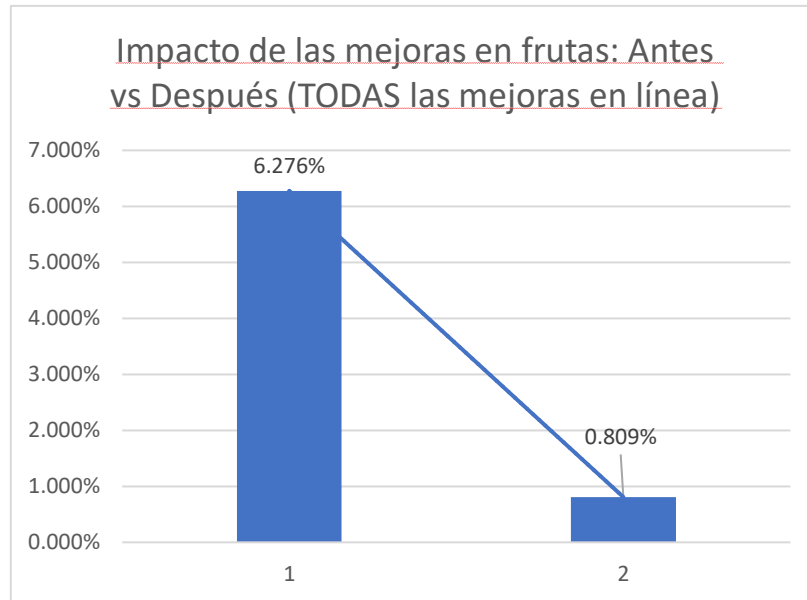


Figura 3.19 Porcentaje de merma op. de frutas antes y después de la implementación de todas las soluciones
[Fuente: Elaboración propia]

3.1.3 Resultados de triple línea de beneficios

Para encontrar los resultados sobre el impacto social, ambiental y económico, tras tener los porcentajes de merma operacional y porcentaje de producto buena rescatado para consumo humano de los dos escenarios, antes y luego de la implementación de las soluciones, se consideró la cantidad de donaciones promedio del año 2022 para realizar los cálculos pertinentes. El peso promedio de vegetales es de 19380 kg y el peso promedio de frutas es de 14620 kg.

Aspecto social: Para obtener la cantidad de personas alimentadas, según lo investigado se consideró que una persona sana necesita consumir diariamente 400gr de vegetales y 400 gr de frutas (Calañas, 2012), con lo que se plantearon la ecuación 3.1 y 3.2 y los resultados se muestran en la tabla 3.1

$$\text{Donaciones entregadas} = \text{Donaciones recibidas} * (1 - \% \text{Merma op}) \quad (3.1)$$

$$\text{Nro. de personas alimentadas} = \frac{\text{Donaciones entregadas}}{\text{racion diaria}} \quad (3.2)$$

Tabla 3.1 Resultados del impacto social

[Fuente: Elaboración propia]

Cantidad de personas alimentas por alimento	Antes	Después	Porcentaje de impacto
Vegetales	38551	41371	+7.3%
Fruta	28567	30606	+7.1%

Aspecto ambiental: Para obtener cantidad de huella de carbono que es reducida, se asumió que las donaciones si no hubieran sido entregadas a banco de alimentos, serian desechos orgánicos, que, según lo investigado, 1 kg de desechos orgánicos genero 4.2 kg de CO₂ o huella de carbono (Hernández, 2022), con lo que se plantearon la ecuación 3.3 y 3.4 y los resultados se muestran en la tabla 3.2

$$\text{Peso Donaciones en buen estado} = \text{Peso Donaciones recibidas} * \% \text{ producto bueno} \quad (3.3)$$

$$\text{Reduccion de Kg de CO}_2 = \text{Peso donaciones en buen estado} * 4.2 \quad (3.4)$$

Tabla 3.2 Resultados del impacto ambiental

[Fuente: Elaboración propia]

Reducción de Kg de CO ₂ (huella de carbono) por alimentos	Antes	Después	Porcentaje de impacto
Vegetales	64766.79	69504.04	+7.3%
Fruta	47993.36	51419.71	+7.1%

Aspecto económico: Para obtener el ahorro económico para frutas y vegetales se consideró el precio del kg de producto más donado. El precio de 1kg de

zanahoria es de \$0.50 y el precio de 1kg de guineo es de \$0.25, con lo que se plantearon la ecuación 3.5 y 3.6 y los resultados se muestran en la tabla 3.3

$$\text{Peso Donaciones en buen estado} = \text{Peso Donaciones recibidas} * \text{\% producto bueno} \quad (3.3)$$

$$\text{Ahorro economico} = \text{Peso donaciones en buen estado} * \text{precio kg} \quad (3.4)$$

Tabla 3.3 Resultados del impacto económico

[Fuente: Elaboración propia]

Ahorro económico	Antes	Después	Porcentaje de impacto
Vegetales	\$7710.3	\$8274.29	+7.3%
Fruta	\$2856.74	\$3060.69	+7.1%

Como los cálculos de los tres aspectos están relacionados con el porcentaje de la merma operacional y el porcentaje de producto bueno rescatado, se logró impactar positivamente en un 7.3% en vegetales y 7.1% en frutas.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Se pudo lograr alcanzar y ampliamente superar el requerimiento del cliente con 1,88% en vegetales y 1,35% para frutas de merma operacional, cuando el cliente pedía 7,24% y 4,44% para frutas.
- La causa principal de la merma operacional era la temperatura, cuando la fruta y los vegetales están muy maduros este es el mejor catalizador para acelerar la contaminación cruzada de alimentos y la putrefacción de todo el resto de comida dentro de las gavetas.
- Se estableció una clasificación estandarizada con un criterio profesional en el campo, que fue enseñado a todo el personal del banco de alimentos.
- Siete diferentes soluciones fueron implementadas en el proyecto de “Barriguita llena, corazón contento”, contundentemente se mejoró en 7.3% de vegetales y 7.1% de frutas el número de personas alimentadas, se redujo la huella y emisión de carbono CO₂, y ahorramos en el mismo porcentaje a las personas a las cuales se les donará el alimento.

4.2. Recomendaciones

- Hay lugar para la mejora en el proyecto, si se toma la incidencia del sol en cada punto de la recepción, se podría mejorar el trayecto de transportación cuando los alimentos son pedidos a los comerciantes en cada andén, tienen un período de tiempo donde reciben sol.
- Establecer la clasificación en el TTV, de esta manera evitamos la contaminación por el CO₂ que las frutas emanan, y la contaminación cruzada,

al dejar de lado el contacto con las frutas o vegetales que están en proceso de putrefacción.

- Un Sistema de circulación de aire en la bodega, permitiría alargar más la vida útil del alimento y mejoraría las condiciones de este.
- Considerar un área fría para cada tipo de vegetal y fruta específico para cada alimento.

BIBLIOGRAFÍA

Brue, G. (2015). *Six Sigma for Managers*. New York: McGraw-Hill.

Calañas, A. (2012). *Dietoterapia, bases científicas de una alimentación saludable*.

Hernández, M. (2022). Rios de basura, México, la otra historia de la agenda 2030.

Jeroen de Mast, J. L. (05 de 2012). *ELSEVIER*. Obtenido de An analysis of the Six Sigma DMAIC method from the perspective of problem solving: <https://reader.elsevier.com/reader/sd/pii/S0925527312002277?token=C28E2F019833DC13096101B6EA3222E3B75391D795451F742471BDBF19C5BD8DF820AC46E5180C284F2D71C1844C036C&originRegion=us-east-1&originCreation=20230123194939>

Joseph M. Juran, F. M. (s.f.). *Análisis y planeación de la calidad*. Mc-Grow Hill.

Ministerio del Poder Popular para la salud. (07 de 11 de 2021). *Boletín de malariología y salud ambiental*. Obtenido de <http://iaes.edu.ve/iaespro/ojs/index.php/bmsa/article/view/364>

Nube Jhanna Pacurucu Avila, D. A. (Junio de 2019). *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*. Obtenido de Factores asociados a la desnutrición en un grupo de adultos mayores en zonas rurales ecuatorianas: <https://www.redalyc.org/journal/559/55964142004/55964142004.pdf>

Pulido, H. G. (2010). En H. G. Pulido, *Calidad total y productividad* (págs. 291-296). Mexico: McGraw-Hill.



APÉNDICES

APÉNDICE A

En este apartado de nuestro las preguntas y el formato que se ha realizado para realizar una prueba luego de recibir las capacitaciones acerca de todo el proceso en la recepción y preclasificación de las donaciones. Todas las personas que realicen la capacitación deberán resolver este examen logrando una calificación mayor al 80%. En la figura 1 y 2 se pueden observar las preguntas.

Evaluación de Capacitación - Instructivo

Responda las siguientes 5 preguntas basado en los conocimientos adquiridos durante la capacitación

 [anitabelen12.ac@gmail.com](#) (no compartidos) 
[Cambiar de cuenta](#)

*Obligatorio

Nombre Completo *

Tu respuesta _____

1. ¿Cuál es el criterio que permite ser considerado una donación apta en la preclasificación? * 2 puntos

- Frutas y vegetales en buen estado. Menos del 50% de la fruta o vegetal se encuentra con hongo, blando, abierto o negro
- Frutas y vegetales en buen estado. Menos del 75% de la fruta o vegetal se encuentra con hongo, blando, abierto o negro
- Frutas y vegetales en buen estado. Menos del 25% de la fruta o vegetal se encuentra con hongo, blando, abierto o negro

2. ¿Cuál del siguiente grupo de frutas no podría superar los 8kgs de peso en la gaveta? * 2 puntos

- Naranja, mandarina, limón, maracuyá, pitahaya, granada
- tomate de árbol, mango, granadilla, aguacate
- Frutilla, mora, arándano, frambuesa, uva, cereza

Figura 1. Preguntas post capacitación

3. ¿Cuáles de estos productos NO deberían ir en las gavetas especiales? * 2 puntos



- Frutilla
- Guineo
- Frambuesa

4. El siguiente pepino a continuación, dado su estado, clasifíquelo en: * 2 puntos



- Merma
- Producto Bueno
- Basura

5. De las siguiente combinaciones escoja cuál si se puede mezclar sin inconveniente. * 2 puntos

- Culantro + Perejil
- Guineo + Manzana
- Papaya + Melón

Figura 2. Preguntas post capacitación

Adicional se adjunta el enlace del formato digital: <https://forms.gle/HviSdxjuLN4ykfB99>

APÉNDICE B

Se muestra el formato de asistencia a la capacitación, con los datos: fecha, nombre y firma.

Asistencia a capacitación		
Capacitación: Mejoras en el proceso de recepción de frutas y vegetales.		
Objetivo: Implementar mejoras en cuanto a distribución del área de trabajo, tratamiento de frutas y vegetales, indicadores de peso y criterios de pre clasificación		
Fecha	Nombres y apellidos	Firma

Figura 3. Formato de asistencia

APÉNDICE C

Se realizó un instructivo que fue entregado a la líder de proyectos del banco de alimentos con toda la información necesaria para el tratamiento de frutas y vegetales, diseño del área de trabajo, indicadores de peso y criterios de preclasificación y clasificación.



Figura 4. Portada de instructivo

Se adjunta el enlace de descarga del instructivo: [Enlace al PDF del instructivo completo digital.](#)

APÉNDICE D

Se realizó el formato para el reporte de novedades, que se aplica para controlar el uso de la carga adicional implementada como solución, y para realizar una revisión aleatoria del cumplimiento del peso de las gavetas.

REPORTE DE NOVEDADES			
Lugar: Terminal de transferencia de viveres		Mes:	

Fecha	Cantidad de carpas usadas	Daños u observaciones	

Revisión aleatoria del cumplimiento de peso			
Fecha	Descripción	Peso gaveta	Peso permitido

Figura 5. Formato de reporte de novedades

APÉNDICE E

Para tener el seguimiento de que cantidad de gavetas son entregadas por el banco y que cantidad de gavetas son receptadas por el personal de TTV, se realizaron dos formatos similares que solicita los siguientes datos:

CONTROL DE GAVETAS EN BANCO DE ALIMENTOS

Lugar: Banco de alimentos Semana:

Fecha	Encargado	Cantidad de gavetas enviadas	Observaciones	Firma

Figura 6. Formato de control de gavetas para banco de alimentos

CONTROL DE GAVETAS EN BANCO DE ALIMENTOS

Lugar: TTV Semana:

Fecha	Encargado	Cantidad de gavetas enviadas	Observaciones	Firma

Figura 7. Formato de control de gavetas para TTV