

Escuela Superior Politécnica del Litoral

Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción

**“Reducción de merma en los procesos de comercialización de res en puntos de
venta de una empresa minorista”**

INGE-2819

Proyecto Integrador

Previo a la obtención del Título de:

Ingeniero Industrial

Presentado por:

David Josué Cárdenas Arteaga

Geovanny Estéfano Cochea Herrera

Guayaquil – Ecuador

Año: 2025

Declaración Expresa

Nosotros (David Josue Cardenas Arteaga y Geovanny Estefano Cochea Herrera) acordamos y reconocemos que:

La titularidad de los derechos patrimoniales de autor (derechos de autor) del proyecto de graduación corresponderá al autor o autores, sin perjuicio de lo cual la ESPOL recibe en este acto una licencia gratuita de plazo indefinido para el uso no comercial y comercial de la obra con facultad de sublicenciar, incluyendo la autorización para su divulgación, así como para la creación y uso de obras derivadas. En el caso de usos comerciales se respetará el porcentaje de participación en beneficios que corresponda a favor del autor o autores.

La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada por mí/nosotros durante el desarrollo del proyecto de graduación, pertenecerán de forma total, exclusiva e indivisible a la ESPOL, sin perjuicio del porcentaje que me/nos corresponda de los beneficios económicos que la ESPOL reciba por la explotación de mi/nuestra innovación, de ser el caso.

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique al/los autor/es que existe una innovación potencialmente patentable sobre los resultados del proyecto de graduación, no se realizará publicación o divulgación alguna, sin la autorización expresa y previa de la ESPOL.

Guayaquil, 30 de Mayo del 2025.



David Josue
Cardenas Arteaga



Geovanny Estefano
Cochea Herrera

Evaluadores

Ing. María Laura Retamales García

Profesora de Materia

Ing. María Denise Rodríguez Zurita

Tutora de proyecto

Resumen

El estudio aborda la problemática de la merma en la cadena de suministro de carne de res dentro de un entorno minorista, con el propósito de optimizar la eficiencia operativa y mitigar pérdidas económicas. Se plantea como hipótesis que la aplicación de la metodología Lean Six Sigma, mediante el ciclo DMAIC, permite identificar las causas raíz y desarrollar soluciones sostenibles que fortalezcan el control de desperdicios. La pertinencia del trabajo radica en la necesidad de mejorar la gestión de productos perecederos, asegurar la calidad y fomentar prácticas sostenibles en los procesos internos. En su desarrollo se recurrió a herramientas como SIPOC, diagramas de Ishikawa y Pareto, además de análisis estadísticos aplicados a datos operativos. Asimismo, se implementaron básculas de precisión, sensores de temperatura y registros digitales, siguiendo lineamientos de estandarización y control de procesos. Los hallazgos demostraron que la adopción de la doble verificación de pesaje, la utilización de contenedores propios y la incorporación de alarmas en las cámaras de refrigeración permitieron disminuir la merma en 0,45 puntos porcentuales, reduciendo el indicador de 3,07 % a 2,62 %. En consecuencia, se concluye que la integración de metodologías de calidad y control posibilita mejoras sostenibles en lo económico, social y ambiental.

Palabras clave: Merma, Logística, Lean Six Sigma, Sostenibilidad, Cadena de frío

Abstract

The study addresses the problem of shrinkage in the beef supply chain within a retail environment, with the aim of optimizing operational efficiency and mitigating economic losses. The hypothesis is that the application of the Lean Six Sigma methodology, through the DMAIC cycle, allows the root causes to be identified and sustainable solutions to be developed that strengthen waste control. The relevance of the work lies in the need to improve the management of perishable products, ensure quality, and promote sustainable practices in internal processes. Tools such as SIPOC, Ishikawa and Pareto diagrams, as well as statistical analyses applied to operational data, were used in its development. Precision scales, temperature sensors, and digital records were also implemented, following standardization and process control guidelines. The findings showed that the adoption of double weight verification, the use of proprietary containers, and the incorporation of alarms in refrigeration chambers reduced shrinkage by 0.45 percentage points, lowering the indicator from 3.07% to 2.62%. Consequently, it is concluded that the integration of quality and control methodologies enables sustainable improvements in economic, social, and environmental terms.

Keywords: Waste, Logistics, Lean Six Sigma, Sustainability, Cold Chain

Índice General

Resumen	IV
Abstract	V
Índice General	VI
Abreviaturas	IX
Índice de Figuras	X
Índice de Tablas	XII
Capítulo 1	1
1.1 Introducción	2
1.2 Descripción del problema	3
1.3 Justificación del Problema	3
1.4 Objetivos	4
1.4.1 Objetivo General	4
1.4.2 Objetivos Específicos	4
1.5 Marco Teórico	4
1.5.1 Metodología DMAIC	4
1.5.2 Diagrama SIPOC	6
1.5.3 Voz del Cliente (VOC)	7
Capítulo 2	8

2.1 Metodología.....	9
2.2 Definir.....	9
2.2.1 Voice Of Customer.....	9
2.2.2 CTQ Tree	10
2.2.3 SIPOC	13
2.2.4 Métricas del Triple resultado	14
2.2.5 Diagrama y Descripción de Proceso.....	16
2.2.6 Plan de Recolección de Datos.....	18
2.3 Medición.....	20
2.4 Análisis	28
2.4.1 Causas Raíz.....	33
Capítulo 3	34
3.1 Resultados y Análisis.....	35
3.1.1 Soluciones Propuestas	35
3.1.2 Plan de Implementación	37
3.1.3 Implementación de Solución 1 Causa 1: Doble Verificación de Pesaje	39
3.1.4 Implementación de Solución 2 Causa 1: Pesaje en Contenedores limpios de la empresa usando pequeños tamaños de lote.....	43
3.1.5 Implementación de Solución 1 Causa 2: Instalación de alarma en las puertas de refrigeración y congelación	45

3.1.6 Implementación de Solución 2 Causa 2: Asignación de un supervisor por turno que controle y monitoree la cadena de frio	47
3.2 Resultados.....	49
3.3 Control	51
4.1 Conclusiones y Recomendaciones.....	52
4.1.1 Conclusiones.....	52
4.1.2 Recomendaciones	53
Referencias	53

Abreviaturas

CTQ Critical to quality (Crítico para la calidad)

DMAIC Definición, Medición, Análisis, Implementación y Control

SIPOC Proveedores, Entradas, Procesos, Salidas, Clientes

TBL Triple Bottom Line

VOC Voice of Customer (Voz del Cliente)

Índice de Figuras

Figura 1.....	9
Figura 2.....	11
Figura 3.....	16
Figura 4.....	21
Figura 5.....	21
Figura 6.....	22
Figura 7.....	23
Figura 8.....	24
Figura 9.....	26
Figura 10.....	28
Figura 11.....	30
Figuras 12.....	32
Figura 13.....	32
Figura 14.....	36
Figura 15.....	37
Figura 16.....	39
Figura 17.....	40
Figura 18.....	43
Figura 19.....	45

Figura 20.....	47
Figura 21.....	48
Figura 24.....	50

Índice de Tablas

Tabla 1	13
Tabla 2	29
Tabla 3	30
Tabla 4	31
Tabla 5	38
Tabla 6	38
Tabla 7	46
Tabla 8	49
Tabla 9	50
Tabla 10	52

Capítulo 1

1.1 Introducción

Actualmente en las empresas cárnicas, donde la eficacia operacional y la calidad del producto son vitales para un continuo aprendizaje y una mejora continua, un manejo responsable de la logística se vuelve esencial. La empresa que estamos analizando posee alrededor de 30 años de experiencia laboral, enfocándose de gran manera en la venta de pollo, carne de res, productos lácteos y otros alimentos que se consumen diariamente. Esta empresa se encuentra ubicada en los Ceibos, y esta se ha establecido como una tienda minorista muy bien reconocida por su arduo trabajo en calidad del servicio, satisfacción del cliente y la constante mejora continua en sus procesos operativos y logísticos. Aun así, de la misma manera que otras empresas en el sector alimenticio, combate con dificultades diarias relacionadas al control de pérdidas y la gestión eficiente de productos perecederos.

Este proyecto de tesis se centra en reducir la merma en la línea de res, enfocándose en las etapas de recepción, almacenamiento, exhibición y comercialización del producto en los puntos de venta. Utilizando la metodología DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar), el objetivo es identificar las causas raíz de la merma en los puntos críticos del proceso y proponer soluciones sostenibles que ayuden a mejorar los indicadores de eficiencia operativa.

La implementación de herramientas de ingeniería industrial, como el mapeo de procesos, el análisis de datos y el control estadístico, nos permitirá crear un plan de acción que se centre en reducir las pérdidas económicas, cumplir con los estándares de calidad y fomentar una cultura organizacional que valore la mejora continua. Este estudio es una gran oportunidad para poner en práctica nuestros conocimientos técnicos en un entorno real, ayudando a

fortalecer los procesos internos de la empresa y generando valor tanto para la organización como para sus clientes.

1.2 Descripción del problema

La empresa, con múltiples locales a nivel nacional, enfrenta altos niveles de merma en la línea de res durante las etapas de recepción, almacenamiento, exhibición y comercialización. El local ubicado en Los Ceibos, que es el objeto de estudio de este proyecto, presenta pérdidas que afectan la rentabilidad y la eficiencia operativa. Se han identificado deficiencias en el control de inventario, condiciones de conservación y manipulación del producto. La falta de estandarización en los procesos y el monitoreo limitado dificultan la reducción sostenida del desperdicio. Frente a esta situación, se requiere aplicar herramientas de mejora continua para identificar las causas raíz y disminuir la merma en este punto de venta.

1.3 Justificación del Problema

La alta merma en la línea de res es un desafío serio para la operación de la empresa, ya que impacta tanto en la rentabilidad como en la eficiencia de los procesos. Se han detectado inconsistencias en el pesaje de los productos, lo que provoca diferencias entre el peso que se registra en el sistema y el peso real al momento de la venta. Además, hay problemas con las cámaras de frío, fallas en la aplicación adecuada de la refrigeración, y una falta de control en los formatos operativos, lo que dificulta un seguimiento confiable del producto. Abordar esta situación es crucial para reducir las pérdidas económicas, asegurar la calidad del producto y mejorar la fiabilidad de los registros operativos. Solucionar estas fallas

permitirá a la empresa optimizar su gestión interna, elevar sus estándares de operación y ofrecer un mejor servicio al cliente.

1.4 Objetivos

1.4.1 Objetivo General

Disminuir el desperdicio medio mensual de carne de vacuno en la cadena de frío de una línea de venta al por menor de carne de res en un 0,59%, alcanzando un objetivo del 2,30% en 4 meses, mediante la implantación de un proyecto Lean Six Sigma.

1.4.2 Objetivos Específicos

1. Definir las causas principales de desperdicio en la manipulación de productos cárnicos a través del análisis de datos y observaciones en el proceso.
2. Determinar las variables críticas del proceso que influyen directamente en el desperdicio, evaluando aspectos como temperatura, tiempos y registros operativos.
3. Proponer mejoras en los procedimientos operativos, aplicando herramientas de ingeniería para reducir las mermas y optimizar la eficiencia del sistema.

1.5 Marco Teórico

1.5.1 Metodología DMAIC

Para el desarrollo de este proyecto se empleará la metodología DMAIC, un enfoque estructurado perteneciente a Lean Six Sigma, orientado a la mejora continua de procesos a través de la identificación, análisis y eliminación de causas de variabilidad o ineficiencia. Esta metodología se compone de cinco fases: Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar, y se utiliza ampliamente en sectores productivos y de servicios que buscan optimizar sus

resultados y garantizar la calidad operativa. Su aplicación facilita decisiones basadas en datos, promueve el control estadístico y permite desarrollar soluciones sostenibles con impacto directo en la eficiencia de los procesos (Gutiérrez Pulido & De la Vara Salazar, 2009).

En esta primera etapa que es definir se establece el alcance del proyecto, se identifican los requerimientos del cliente interno y se delimita claramente el problema a abordar. Se define el indicador clave que se desea mejorar, en este caso, el porcentaje de merma de la línea de carne de res, y se construye una visión general del proceso, así como de los actores involucrados. Esta fase es esencial para asegurar que todo el esfuerzo esté alineado con los objetivos estratégicos del negocio.

En la etapa de medir tiene como propósito obtener una comprensión detallada del estado actual del proceso mediante la recopilación de datos confiables. Se establecen criterios claros de medición, definiciones operativas, métodos de recolección y frecuencia del muestreo. Aquí se identifican las variables críticas que pueden influir en el desempeño del proceso, y se sientan las bases estadísticas que permitirán evaluar la magnitud real del problema.

En la fase de analizar, con la información recopilada, se procede a identificar las causas raíz que generan las ineficiencias o desperdicios. A través de herramientas estadísticas y de calidad, como diagramas de Ishikawa, análisis de Pareto, estudios de normalidad, cartas de control y pruebas de hipótesis, se busca validar con evidencia cuáles son los factores más relevantes que afectan el indicador de merma. Esta fase es clave para entender la dinámica del proceso y enfocar los esfuerzos de mejora.

En la fase de mejorar, una vez comprendidas las causas raíz, se plantean soluciones concretas para corregir los puntos críticos identificados. Estas acciones pueden incluir rediseño de procedimientos, mejoras tecnológicas (como balanzas inteligentes), estandarización de prácticas o mejoras en el control operativo. Se puede trabajar con pilotos o pruebas controladas antes de escalar las soluciones, buscando validar su efectividad de forma práctica.

La última fase de controlar se asegura que las mejoras implementadas se mantengan a largo plazo. Se diseñan planes de monitoreo y control que permitan detectar desviaciones y corregirlas oportunamente. Además, se promueve la estandarización de los nuevos procesos y la documentación de buenas prácticas para facilitar su réplica en otras áreas o puntos de venta.

El enfoque DMAIC permite que las decisiones estén respaldadas por datos, mejora la comprensión del proceso y facilita soluciones sostenibles. Su implementación estructurada es ideal para abordar problemas como la merma, donde intervienen múltiples factores operativos y humanos.

1.5.2 Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC (Suppliers, Inputs, Process, Outputs, Customers) es una herramienta fundamental en la etapa de definición de proyectos Lean Six Sigma. Su objetivo es brindar una representación visual del proceso de negocio, detallando los proveedores, entradas, el proceso central, salidas y clientes involucrados. Esta herramienta permite acotar el alcance del proyecto y asegurar un entendimiento común entre los actores del proceso antes de proponer mejoras (Escobar & Salazar, 2017).

1.5.3 Voz del Cliente (VOC)

La Voz del Cliente (VOC, por sus siglas en inglés Voice of the Customer) es una técnica enfocada en identificar las necesidades explícitas e implícitas del cliente, traduciéndolas en requisitos medibles que el proceso debe cumplir. Es clave para asegurar que las soluciones propuestas realmente atiendan los puntos críticos de valor para el cliente. El VOC puede obtenerse a través de entrevistas, encuestas, observaciones directas o análisis de reclamos, y es esencial para establecer los Critical to Quality (CTQ) del proyecto (López & Salvador, 2013).

Capítulo 2

2.1 Metodología

En el desarrollo del presente proyecto se aplicó la metodología DMAIC, permitiendo analizar de forma estructurada los procesos involucrados en la gestión de la carne. Se llevó a cabo la recopilación de información esencial para comprender las expectativas y preocupaciones de los involucrados. Se obtuvieron las necesidades clave de los clientes, las cuales fueron clasificadas cuidadosamente para posteriormente elaborar un diagrama de afinidad. Este análisis facilitó la identificación de áreas críticas y permitió enfocar los esfuerzos de mejora de manera más precisa.

2.2 Definir

2.2.1 Voice Of Customer

Con el fin de comprender a profundidad las necesidades de los clientes, se realizaron entrevistas a tres actores clave dentro de la operación: el Administrador del local, el Auxiliar de Corte y el Especialista de Corte de la empresa. Esta información fue fundamental para captar la voz del cliente (VOC) y orientar el enfoque del proyecto hacia los aspectos más relevantes del proceso.

Figura 1
Voice of Costumer

VOC

Administrador de Fernandez

- No se miden ni registran residuos durante la fase de exposición.
- Ocasionalmente hay problemas en las cámaras con el control de la temperatura, lo que compromete la conservación del producto.
- Hay incoherencias en el pesaje durante los procesos de recepción y conversión.

Auxiliar de Corte

- Diferencia de peso entre el registrado y el real.
- La descongelación no siempre es adecuada debido a la temperatura de las cámaras y congeladores.
- El producto permanece demasiado tiempo en la precámara, en lugar de almacenarse en las cámaras correspondientes.
- Falta de control adecuado de los formatos físicos.

Especialista de Corte

- La carne llega con muchos residuos del transporte.
- El registro en los formatos físicos no es real, lo que afecta al control y la trazabilidad.
- No hay relaciones SKU/peso claras ni normas para el proceso de descongelación.

Como observación al VOC encontramos que:

- No se registra la merma generada, sería conveniente implementar formatos estandarizados de registro diario por etapa.
- La conservación del producto se ve afectada por fallas de temperatura, lo que compromete la calidad del producto.
- Existen variaciones entre el peso registrado y el real de los productos, afectando el control del inventario.
- El producto permanece fuera de cámaras por demasiado tiempo; es recomendable establecer límites de tiempo y rutinas de ingreso inmediato.
- Los formatos físicos no reflejan datos reales, dificultando el análisis y seguimiento de los procesos.

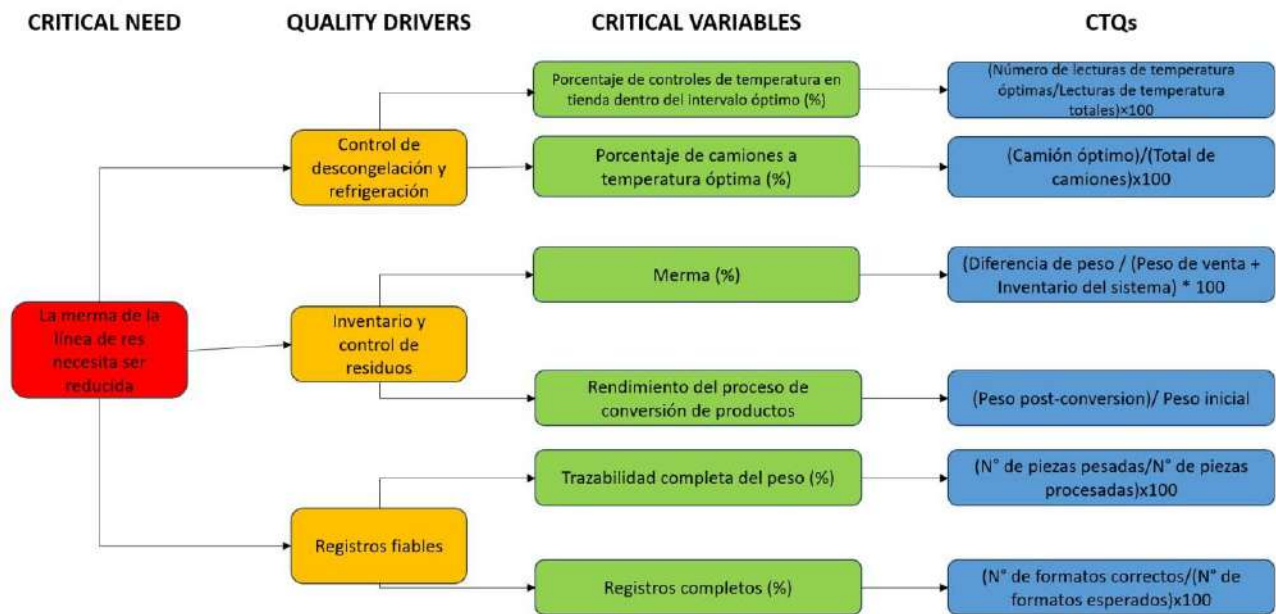
2.2.2 CTQ Tree

Se identificaron diversas necesidades relacionadas con el manejo del producto cárnico.

Estas necesidades fueron organizadas utilizando un diagrama de afinidad, herramienta que permitió agruparlas de manera lógica y estructurada según su naturaleza. A partir de este

análisis, se establecieron tres categorías principales: control de temperatura, pesaje y merma, y formularios y registros de control.

Figura 2
CTQ TREE



Para traducir las necesidades del cliente en métricas medibles, se utilizó el CTQ Tree.

Analizando nuestro gráfico podemos observar que la necesidad crítica identificada es la reducción de la merma en la línea de res. A partir de esta necesidad clave, se definieron tres drivers principales: el control de descongelación y refrigeración, el inventario y control de residuos, y la confiabilidad de los registros. Cada uno de estos impulsores permitió identificar variables críticas asociadas a la calidad del proceso. En este proyecto de mejora se logró identificar la Y, correspondiente a la variable crítica de respuesta. De todas las variables analizadas, se priorizó el uso de la merma (%) como principal indicador, ya que

refleja de forma directa las pérdidas de producto dentro del proceso y representa un área de alto impacto económico para la organización.

La Y estaba compuesta por la siguiente fórmula:

$$Y (\%Merma de Carne de Res) = \frac{Diferencia de Inventario(kg)}{Ventas(kg) + Inventario Sistema(kg)} \times 100 \quad (1.1)$$

Donde:

%Merma de Carne de Res: La merma operativa de carne de res se define como el porcentaje de producto perdido debido a diferencias entre el inventario del sistema y el inventario físico, en relación con el total de producto disponible (ventas más inventario en sistema), y se expresa como un porcentaje.

Diferencia de Peso (kg): Es la diferencia total en kilogramos entre lo que reporta el sistema y el stock físico real.

Peso Vendido (kg): Es el peso total de productos de res vendidos durante el período evaluado, según los registros del sistema.

Inventario en Sistema (kg): Es el nivel teórico de inventario registrado en el sistema antes del conteo físico.

Inventario Real (kg): Es el peso real de productos cárnicos verificado físicamente durante el inventario.

Con la información entregada se analizó la serie de tiempo de enero 2024 a abril 2025, enfocada en la merma mensual de la línea de res. La media fue de 2,89 % y el valor mínimo

registrado, 1,80 %. El gap frente a la meta de 2,30 % es de 0,59 puntos. Este mínimo se tomó como benchmark por ser el mejor resultado. Con estos datos, se aplicó la herramienta 3W2H para definir el problema.

La declaración fue que “Desde enero de 2024, en una tienda minorista ubicada en Los Ceibos, el indicador de residuos de la línea de carne ha superado el objetivo definido. La media mensual de enero de 2024 a abril de 2025 se sitúa en 2,89%, frente al objetivo previsto de 2,30%, lo que supone una diferencia de 0,59 puntos porcentuales”.

2.2.3 SIPOC

Se realizó un análisis del proceso mediante la herramienta SIPOC para comprender la cadena de valor de la línea de res. En este flujo destacan el personal de logística y ventas, así como el sistema SAP, como actores clave en el control y trazabilidad del producto. Los procesos identificados incluyen: recepción y pesaje inicial del producto, ingreso de datos al sistema, traslado a la cámara asignada, almacenamiento, descongelación (si aplica), pesaje final y preparación para la venta. Cada etapa tiene entradas y salidas definidas que permiten identificar puntos críticos. Este análisis facilita detectar áreas susceptibles a errores que impactan en la generación de merma.

Tabla 1
SIPOC

PROVEEDORES	ENTRADAS	PROCESO	SALIDAS	CLIENTES
Proveedores de carne	Productos cárnicos desde el camión	Recepción del producto y pesado inicial	Producto recibido físicamente y pesado	Personal de logística
Personal de recepción	Datos de peso y código de barras	Ingreso de datos al sistema	Producto registrado digitalmente en el sistema	Sistema SAP
Personal de logística	Productos registrados	Transporte a la cámara asignada	Producto colocado en la cámara de frío correspondiente	Cámara de almacenamiento
Personal de logística	Producto en cámara de frío	Almacenamiento	Producto mantenido bajo condiciones óptimas	Equipo de aseguramiento de calidad
Personal de logística	Producto congelado	Descongelado (si aplica)	Producto descongelado listo para el siguiente manejo	Supervisores de tienda
Personal de logística	Producto descongelado	Pesado final	Peso registrado para el sistema	Sistema SAP / Equipo de calidad
Personal de ventas	Producto registrado y pesado	Preparación para la venta	Producto listo para la venta + registros de trazabilidad	Supervisores de tienda / Cliente final

2.2.4 Métricas del Triple resultado

Con el objetivo de garantizar la sostenibilidad del proyecto más allá de los beneficios directos que aporta la empresa, se han tomado en cuenta tres dimensiones clave del programa de desarrollo sostenible: la económica, la social y la ambiental. Estas métricas del triple resultado nos permiten evaluar el impacto total de las acciones que se implementan,

asegurando que los resultados no solo mejoren la operativa, sino que también respalden los compromisos de responsabilidad social y cuidado del medio ambiente de la empresa.

Dimensión Económica

Indicador: Porcentaje de reducción del costo mensual asociado a la merma de carne de res (%).

Este eje se centra en reducir las pérdidas económicas que ocasiona la descomposición o el desperdicio de carne durante su manejo en la tienda. Mejorar los procesos de recepción, almacenamiento, exhibición y comercialización ayuda a disminuir la cantidad de producto que se pierde, lo que se traduce en menores costos mensuales por merma. La eficiencia que se logra a través de controles operativos más rigurosos y la estandarización de procedimientos tiene un impacto directo en la rentabilidad del negocio. Esto contribuye a la rentabilidad al minimizar las pérdidas económicas causadas por el desperdicio de carne, alineándose con el ODS 8: Trabajo decente y crecimiento económico.

Dimensión Social

Indicador: Porcentaje de formularios de control completados correctamente por turno (%).

En esta dimensión, se evalúa cómo el equipo asume su responsabilidad operativa, fomentando una cultura de calidad y compromiso en el manejo de productos perecibles.

Cuando el personal ejecuta correctamente los controles, no solo se mejora la trazabilidad y el cumplimiento de estándares, sino que también se refuerza el sentido de responsabilidad y profesionalismo dentro del equipo. Esta práctica crea un ambiente laboral más estructurado y colaborativo, promoviendo una cultura de calidad operativa y mejorando tanto la

responsabilidad individual como la colectiva, en línea con el ODS 9: Industria, innovación e infraestructura.

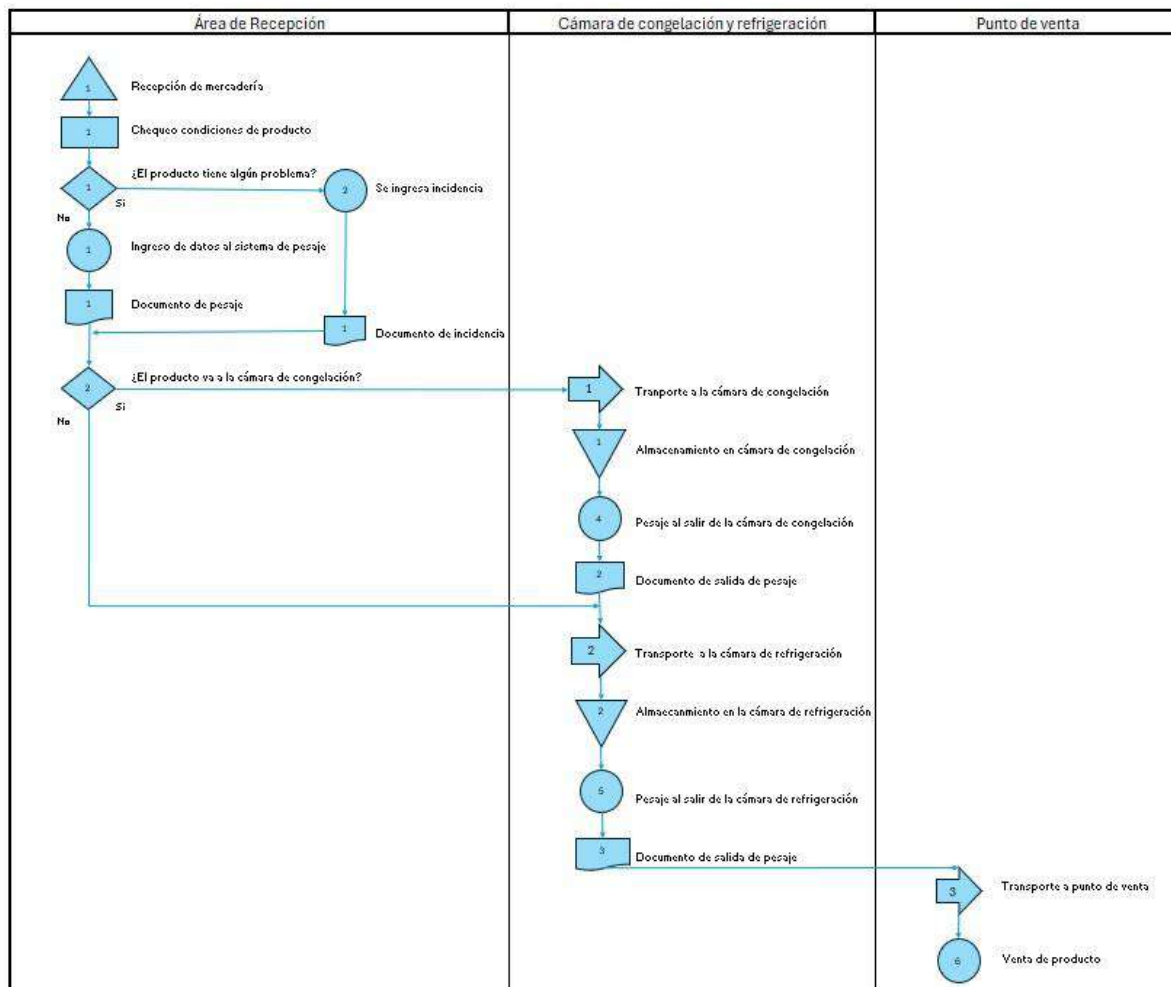
Dimensión Ambiental

Indicador: Porcentaje mensual de merma de carne en relación al total de carne procesada (%).

El desperdicio de carne no solo significa una pérdida económica, sino que también implica un uso ineficiente de recursos naturales como el agua, la energía y los alimentos que se utilizan para criar ganado. Al reducir esta merma, se disminuye el impacto ambiental que conlleva el ciclo de vida del producto. Esta métrica nos ayuda a ver mejoras sostenibles al asegurar que una mayor parte del producto destinado al consumo realmente cumpla su función. Además, contribuye a reducir el impacto ambiental relacionado con la pérdida de alimentos, apoyando así el ODS 12: Producción y consumo responsables.

2.2.5 Diagrama y Descripción de Proceso

Figura 3
Diagrama de Flujo



El proceso operativo para el manejo de carne de res en el punto de venta se divide en tres áreas principales: Recepción, Cámaras de Congelación y Refrigeración, y Punto de Venta.

Área de Recepción: El flujo inicia con la recepción de mercadería, donde se realiza un chequeo de condiciones del producto a través de inspección visual y parámetros de temperatura. Si se detecta algún problema, este se documenta como una incidencia, y el producto se gestiona según protocolos de calidad. En caso contrario, se registra el ingreso en el sistema de pesaje y se genera un documento de pesaje.

Cámaras de Congelación y Refrigeración: Dependiendo de la naturaleza del producto y la planificación de inventario, se define si el producto será almacenado inicialmente en la

cámara de congelación o en la de refrigeración. Si va a la cámara de congelación, se transporta hasta ella, se almacena, y posteriormente, al momento de requerirse su disponibilidad para venta, se pesa nuevamente al salir y se emite un documento de salida de pesaje. Luego, se transfiere a la cámara de refrigeración. Si el producto va directamente a la cámara de refrigeración, se almacena hasta el momento de venta, también pasando por un pesaje y emisión de documento respectivo.

Punto de Venta: Finalmente, el producto es transportado al punto de venta, donde se lleva a cabo la venta final al consumidor.

2.2.6 Plan de Recolección de Datos

Para efectuar un estudio fiable y bien estructurado sobre los motivos del desperdicio en el área de carne de res en la sucursal de Los Ceibos, se ideó un esquema de recopilación de datos enfocado en cinco factores primordiales, elegidos por su efecto directo en el indicador de desperdicio. Tales factores abarcan tanto facetas operativas como las condiciones del entorno del proceso.

1. Temperatura en la red de frío (cámaras y punto de venta):

Se harán lecturas de temperatura, tanto manuales como digitales, en cinco áreas de almacenamiento: dos cámaras de refrigeración, dos de congelación y un punto de venta.

Las mediciones se harán varias veces a la semana en los turnos de trabajo para verificar que se cumplen los rangos de temperatura óptimos definidos. Este factor permitirá hallar posibles desvíos que puedan estar causando un deterioro temprano del producto.

2. Temperatura de los camiones en el momento de recepción:

Se registrarán las temperaturas de los camiones que transportan carne cuando se descarga, sobre todo los días de recepción comunes: lunes, miércoles y viernes por la mañana. Las mediciones se tomarán con termómetros digitales al abrir las puertas del contenedor, comparando el valor medido con el rango sugerido. Esta medición tratará de detectar si los desperdicios empiezan en la recepción del producto por fallos en la red de frío previa.

3. Peso de ventas:

Se recopiló el peso total de los productos vendidos según los registros del sistema de facturación e inventario del punto de venta. Esta información se sacó directamente del sistema ERP de la empresa y se dividió por tipo de corte de carne y por mes. Los datos los facilitó el área operativa de la sucursal de Los Ceibos.

4. Peso de inventario en sistema:

Se sacó el peso teórico registrado en el sistema ERP de la sucursal, que corresponde al inventario disponible justo antes del recuento físico. Esta métrica representa la expectativa contable del stock guardado en cámaras frigoríficas y puntos de venta. Al igual que el factor anterior, estos datos los facilitó el equipo interno de la empresa y se validarán en la siguiente fase del proyecto.

5. Peso de inventario físico:

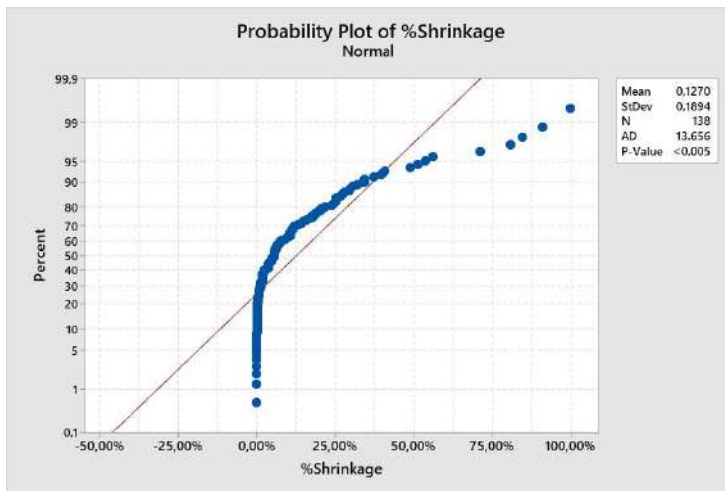
Se realizó un recuento físico del inventario mediante el pesaje manual de todos los productos guardados en las cámaras de la sucursal. Esta medición la hizo el personal de la tienda bajo supervisión directa. La diferencia entre este peso real y el inventario que figura en el sistema se usará para calcular el porcentaje de desperdicio. Los datos los entregó la empresa y también se contrastarán y validarán en la fase de análisis.

2.3 Medición

Durante la fase de medición, se recolectaron datos clave para entender cómo se comportan las variables críticas del proceso. Primero, se tomaron lecturas de temperatura en las cámaras de congelación, en las cámaras de refrigeración y en el punto de venta, además de medir la temperatura en los camiones al momento de la recepción. Estas mediciones se llevaron a cabo junto con el personal operativo de la empresa, quienes realizan este procedimiento de manera habitual en sus actividades de control interno. Por esta razón, se consideró que los datos recopilados de estas variables no necesitaban una validación adicional de consistencia o confiabilidad, ya que están integrados en los controles estándar del sistema. Sin embargo, para la variable de porcentaje de merma, que se calculó a partir de datos proporcionados por la empresa, fue necesario realizar un análisis estadístico para validar su confiabilidad y su idoneidad para análisis posteriores. Como parte esencial del análisis estadístico del indicador de merma en la línea de carne de res, se llevó a cabo una prueba de normalidad para validar la aplicabilidad de herramientas estadísticas como gráficos de control y análisis de capacidad del proceso (C_p y C_{pk}). Estas herramientas requieren que los datos analizados sigan una distribución normal, ya que su interpretación y confiabilidad se ven comprometidas si esta condición no se cumple. En una primera instancia, se aplicó la prueba de normalidad de Anderson-Darling al conjunto de datos correspondiente al porcentaje de merma semanal (calculado según la fórmula presentada anteriormente). Los resultados mostraron un p-valor menor a 0.005, lo que indica que la distribución de los datos no era normal. Esto impedía utilizar directamente análisis

estadísticos que dependen de dicha distribución y señalaba la necesidad de transformar los datos para ajustarlos a una curva normal.

Figura 4
Test de Probabilidad (No Normal)



Ante esto, se evaluaron múltiples transformaciones y distribuciones alternativas, entre ellas: Lognormal, Gamma, Weibull, Exponencial, y otras. Si bien algunas, como Box-Cox y Lognormal, estuvieron cerca del umbral de aceptación ($p = 0.068$), la que presentó el mejor ajuste fue la Transformación de Johnson, con un p-valor de 0.636, lo cual confirma que, tras aplicar dicha transformación, los datos pueden considerarse normalmente distribuidos.

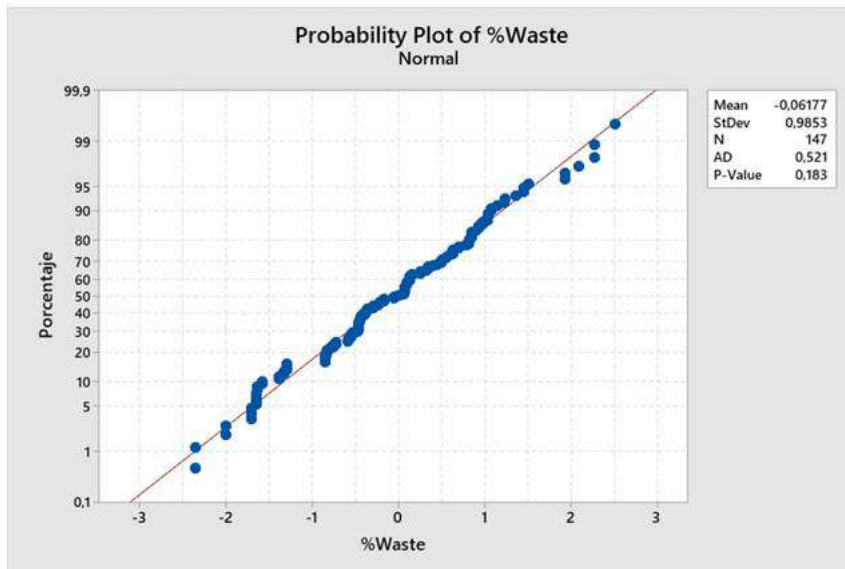
Figura 5
Prueba de Bondad de Ajuste

Goodness of Fit Test

Distribution	AD	P	LRT	P
Normal	4,244	<0,005		
Box-Cox Transformation	0,693	0,068		
Lognormal	0,693	0,068		
3-Parameter Lognormal	0,849	*	0,296	
Exponential	0,886	0,160		
2-Parameter Exponential	0,563	>0,250	0,000	
Weibull	0,806	0,036		
3-Parameter Weibull	0,384	0,418	0,000	
Smallest Extreme Value	6,891	<0,010		
Largest Extreme Value	2,494	<0,010		
Gamma	0,840	0,039		
3-Parameter Gamma	0,354	*	0,000	
Logistic	3,413	<0,005		
Loglogistic	0,816	0,020		
3-Parameter Loglogistic	1,039	*	0,049	
Johnson Transformation	0,280	0,636		

Posteriormente, se implementó dicha transformación, una técnica estadística comúnmente empleada para normalizar datos asimétricos o con colas largas. Una vez aplicada, se repitió la prueba de Anderson-Darling, obteniendo un p-valor de 0.636, lo que indica que los datos transformados ya cumplen con el supuesto de normalidad, permitiendo así avanzar con confianza en los análisis posteriores como los gráficos de control e índices de capacidad del proceso.

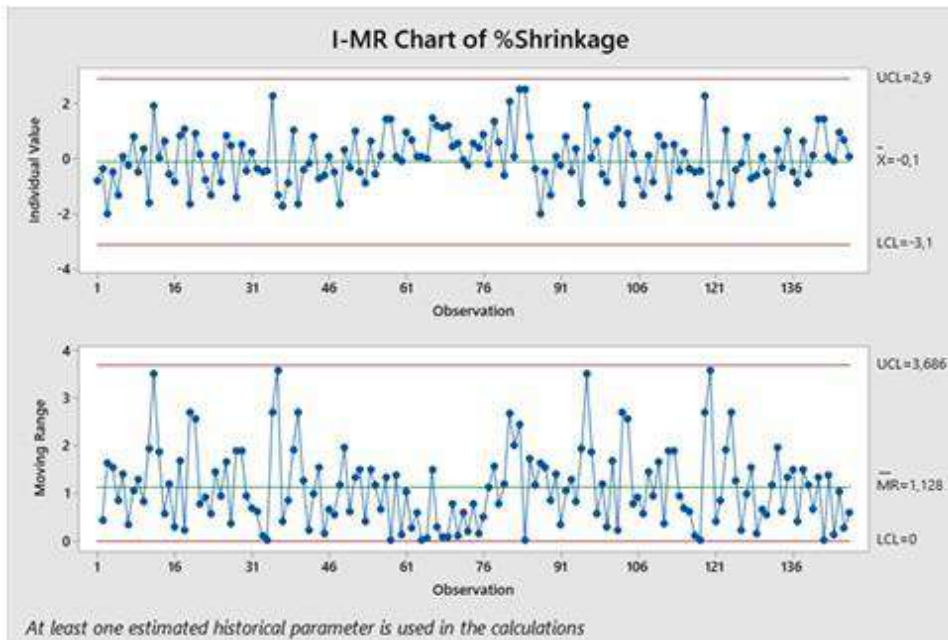
Figura 6
Test de Probabilidad (Normal)



Esta transformación resultó esencial, ya que permitió avanzar con los análisis de desempeño del proceso usando herramientas estadísticas con validez. A partir de los datos transformados, se elaboraron gráficos de control para evaluar la estabilidad del proceso y se calcularon los índices de capacidad C_p y C_{pk} para determinar si el proceso cumple con los límites de especificación establecidos.

Con el objetivo de verificar si el proceso de merma de carne de res es estable a lo largo del tiempo, se aplicó un gráfico de control I-MR (Individual-Moving Range) sobre los datos transformados. Este tipo de gráfico permite evaluar la variabilidad individual y entre observaciones sucesivas, siendo adecuado para series temporales de datos continuos como en este caso.

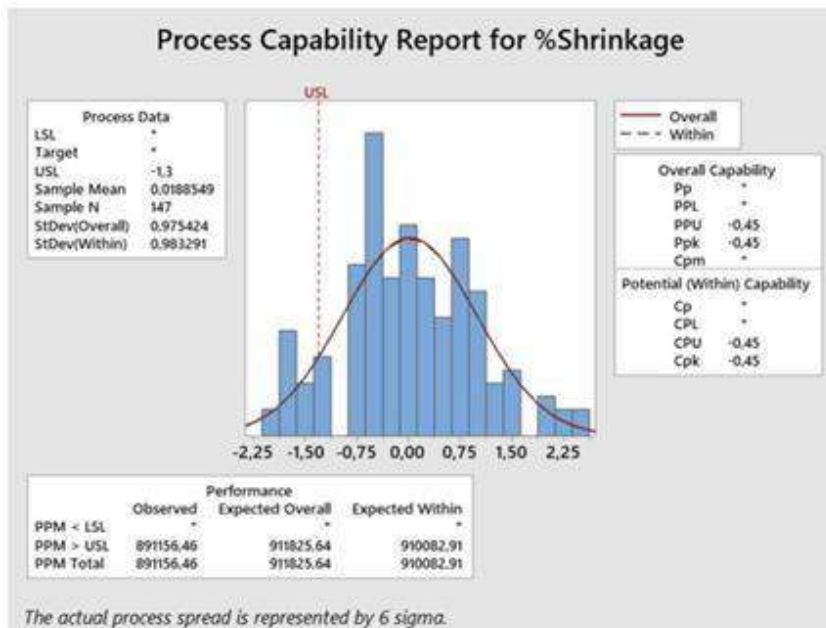
Figura 7
Gráfica de Control IMR



Los resultados obtenidos muestran que ninguno de los puntos cae fuera de los límites de control, ni se observan patrones inusuales o tendencias que indiquen causas especiales de variación. Esta evidencia sugiere que la variabilidad presente es atribuible a causas comunes del proceso, y no a eventos atípicos o externos. Por lo tanto, se puede concluir que el proceso es estadísticamente estable en el tiempo analizado, lo que permite avanzar con confianza hacia un análisis de capacidad.

Una vez validada la estabilidad del proceso, se procedió con el análisis de capacidad para determinar si el proceso cumple con las especificaciones esperadas. En este caso, se definió como límite superior (USL) una merma del 2.3%, que transformada a datos normales da 1.3, de acuerdo con los estándares establecidos por la empresa.

Figura 8
Análisis de Capacidad



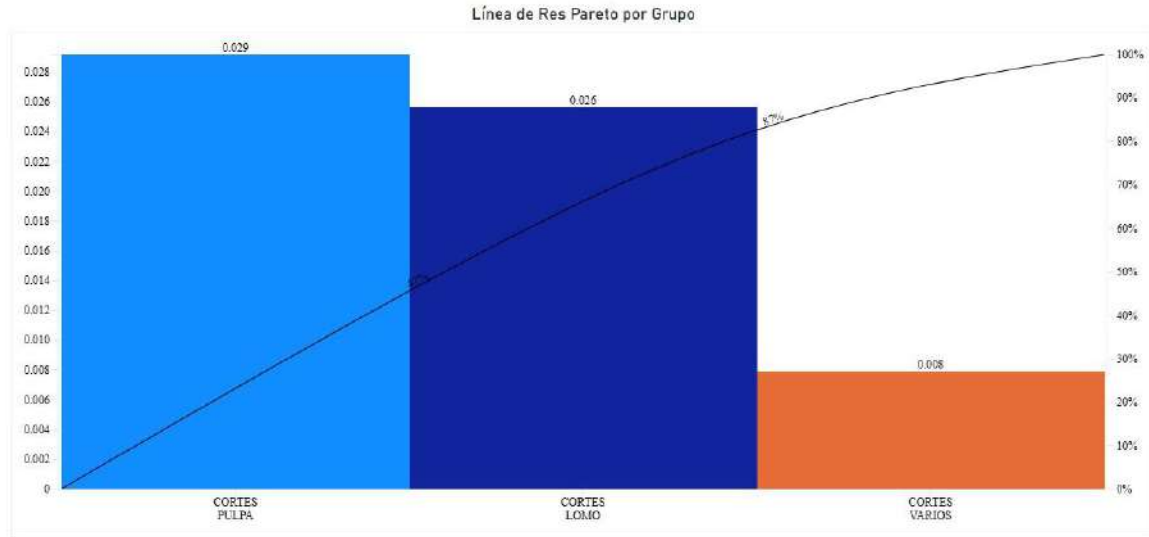
Los resultados del análisis de capacidad revelan un índice Cpk de -0.45, lo que está muy por debajo del umbral mínimo aceptable de 1.00. Este número sugiere que el proceso no solo tiene dificultades para mantenerse dentro de los límites establecidos, sino que, además, el promedio de los datos supera el valor límite, lo que explica el índice negativo. Esto significa que el proceso actual de manejo, conservación y comercialización de carne de res no logra cumplir de manera consistente con el nivel de merma deseado, a pesar de ser estadísticamente estable. En otras palabras, el proceso puede repetir su comportamiento de forma constante, pero lo hace fuera de los estándares de calidad que se requieren.

Análisis de la data de Merma:

Una vez que se validó la calidad y normalidad de los datos recolectados, se llevó a cabo un análisis más profundo de la merma registrada. Durante este proceso, se revisaron los datos tanto a nivel de producto individual como por grupo de productos. Esto permitió identificar que muchas de las variaciones observadas no eran pérdidas reales, sino más bien cruces de

inventario entre productos relacionados, algo bastante común en operaciones que manejan productos con características similares o equivalencias comerciales. Este hallazgo se discutió con el equipo de la empresa, y se tomó la decisión de incluir todos los productos en el análisis para mantener la integridad del estudio y preservar patrones de comportamiento relevantes. Esta elección también ayudó a aumentar la confiabilidad de los datos, reconociendo que las fluctuaciones no siempre se deben a desperdicio físico, sino a dinámicas operativas propias del retail. El portafolio de productos cárnicos analizados se segmentó en tres grandes categorías: cortes de lomo, pulpas y cortes varios. Tras varias reuniones con el equipo de la empresa, se acordó centrar el análisis en una de estas categorías para concentrar esfuerzos, identificar de manera más precisa las causas raíz de la merma y facilitar un seguimiento más efectivo a las oportunidades de mejora que surjan del proyecto. Como parte del análisis, se creó un diagrama de Pareto que consideraba el porcentaje de merma asociado a cada grupo. Los resultados mostraron que el grupo de pulpa concentraba la mayor proporción de merma registrada, siendo el que tuvo mayor impacto.

Figura 9
Diagrama de Pareto



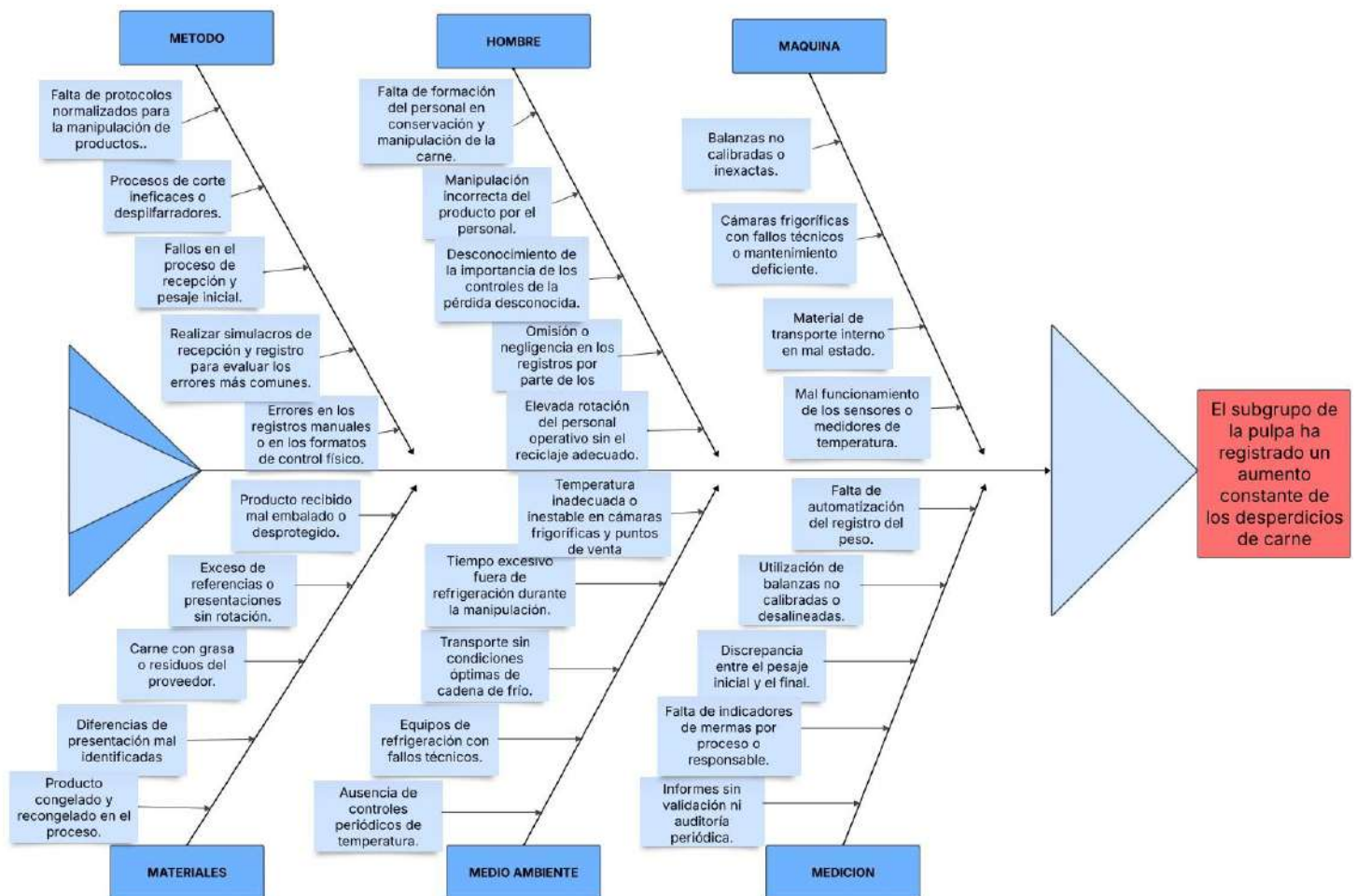
Con base en estos hallazgos y en consenso con el equipo de la empresa, se decidió enfocar el proyecto en la categoría de pulpas, con el objetivo de priorizar los esfuerzos de mejora sobre el grupo que representa el mayor potencial de reducción de pérdidas. La pulpa es el grupo con el porcentaje de merma más alto, llegando a un 2,8% y que representa en masa el 46.50% del desperdicio total. Esta decisión permitirá identificar con mayor precisión las causas raíz del desperdicio y asegurar un seguimiento más efectivo de las acciones correctivas derivadas del proyecto.

Por lo que nuestra Y inicial queda enfocada de la siguiente forma: Desde enero de 2025, en el local de Los Ceibos, el subgrupo de Pulpa ha mostrado un incremento sostenido en los niveles de merma de carne de res, pasando de un mínimo de 1,35% hasta alcanzar un máximo de 5,63% en abril de 2025, convirtiéndose en el valor más alto registrado durante el periodo analizado.

2.4 Análisis

Después de realizar la respectiva medición, se efectuaron una gran cantidad de lluvia de ideas para poder identificar las posibles causas que posee el problema, las cuales fueron clasificada en nuestro diagrama de Ishikawa y clasificadas ya sea por medio ambiente, mano de obra, método, medición, máquinas y materiales. En la cabeza de la espina se procedió a colocar el problema enfocado ya obtenido anteriormente.

Figura 10
Diagrama de Ishikawa



Después de realizar el diagrama Ishikawa se procedió a colocar las causas en una matriz causa efecto para que el personal de la empresa proceda a calificar cada causa según su nivel de importancia siendo 9 el más importante, 3 como importante y 1 como no importante. Los responsables de calificar las causas fueron el administrador, el auxiliar de corte y el especialista en corte.

Tabla 2
Matriz Causa Efecto

Matriz Causa Efecto						
N°	Grupo	Causa	Administrador	Auxiliar de Corte	Especialista de Corte	Promedio
1	Metodo	Falta de protocolos estandarizados para la manipulación del producto	9	3	3	3
2	Maquina	Cámaras frigoríficas con fallos técnicos o mal mantenimiento	9	3	3	3
3	Metodo	Fallos en el proceso de recepción y pesaje inicial	9	3	3	9
4	Medicion	Utilización de básculas no calibradas o desalineadas.	9	9	3	9
5	Metodo	Falta de trazabilidad del producto a lo largo de su flujo interno	9	3	3	3
6	Persona	Falta de formación del personal en conservación y manipulación de la carne	9	3	3	3
7	Persona	Incorrecta manipulación del producto por parte del personal	3	3	9	3
8	Medio Ambiente	Temperatura inadecuada o inestable en cámaras frigoríficas y punto de venta	9	3	9	9
9	Metodo	Procesos de despiece ineficientes o desaprovechados	3	3	9	3
10	Maquina	Balanzas no calibradas o inexactas.	9	3	1	3
11	Persona	Omisión o negligencia en los registros por parte de los operarios	3	9	3	3
12	Método	Errores en los registros manuales o formatos físicos de control	9	3	9	9
13	Persona	Alta rotación del personal operativo sin el adecuado reentrenamiento	3	9	9	9
14	Medicion	Falta de automatización del registro de peso.	9	3	9	9
15	Material	Exceso de SKUs o presentaciones sin rotación	3	3	1	3
16	Material	Diferencias mal identificadas en la presentación (vacio, fresco, etc.)	1	3	3	3
17	Material	Producto congelado y re congelado en el proceso	3	3	1	3
18	Medio Ambiente	Excesivo tiempo fuera de refrigeración durante la manipulación	9	3	9	9
19	Máquina	Equipos de transporte interno en mal estado	3	1	1	1
20	Material	Carne con grasa o residuos del proveedor	3	1	1	1
21	Medio Ambiente	Transporte sin condiciones óptimas de cadena de frío	3	1	1	1
22	Material	Producto recibido mal envasado o desprotegido	3	1	1	1
23	Persona	Desconocimiento de la importancia de los controles de retracción	3	1	1	1
24	Medicion	Informes sin validación o auditoría periódica.	3	1	1	1
25	Medio Ambiente	Equipos frigoríficos con fallos técnicos.	3	1	1	1
26	Medio Ambiente	Ausencia de controles periódicos de temperatura.	3	3	3	3
27	Máquina	Mal funcionamiento de los sensores o medidores de temperatura.	3	3	3	3
28	Medicion	Discrepancia entre pesaje inicial y final.	3	3	3	3
29	Medicion	Falta de indicadores de merma por proceso/parte responsable.	9	9	3	9

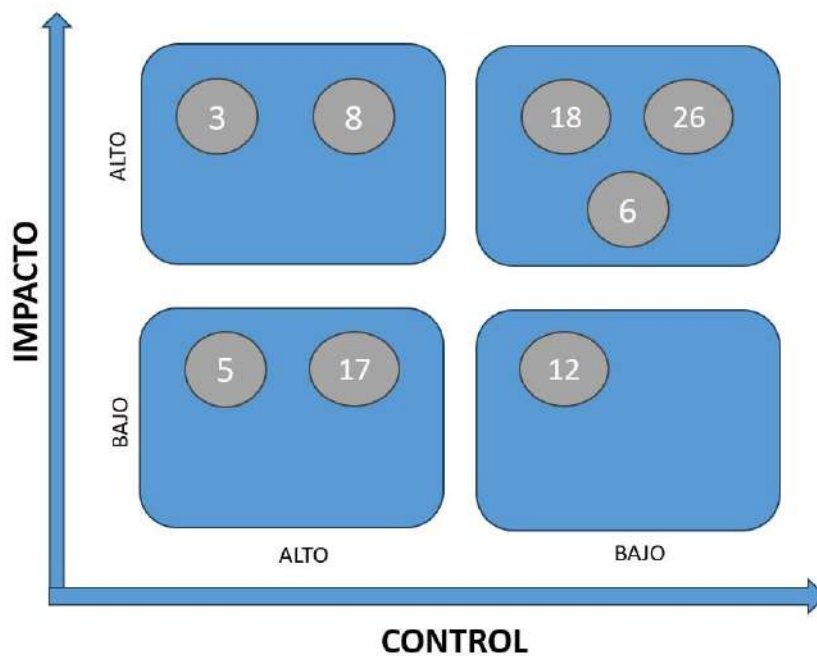
Luego se realizó un respectivo grafico de barras para visualizar cuales son las causas que obtuvieron mayor nivel de importancia y afectaban a nuestra Y para de esta manera considerarlas potenciales y fueron las que se presentan a continuación:

Tabla 3
Causas Potenciales

N°	Grupo	Causa
3	Método	Fallos en el proceso de recepción y pesaje inicial
5	Método	Falta de trazabilidad del producto a lo largo de su flujo interno
6	Persona	Falta de formación del personal en conservación y manipulación de la carne
8	Medio Ambiente	Exposición prolongada a temperatura ambiente
12	Método	Errores en los registros manuales o formatos físicos de control
17	Material	Producto congelado y re congelado en el proceso
18	Medio Ambiente	Excesivo tiempo fuera de refrigeración durante la manipulación
26	Medio Ambiente	Ausencia de controles periódicos de temperatura.

Ahora que se tienen las causas potenciales, se realizó un diagrama control vs impacto donde clasificamos las 8 causas potenciales y seleccionamos las que causaban mayor impacto y tenían mayor control.

Figura 11
Diagrama Control vs Impacto



Una vez que tenemos las dos causas, se procedió a realizar un plan de verificación de esas causas, donde se describió su impacto en la Y y el método a utilizar para su verificación.

Tabla 4
Plan de Verificación de Causas

Nº	Cusas Potenciales	Impacto	¿Cómo lo verificas?
	Descripción		Método
3	Fallos en el proceso de recepción y pesaje inicial	Pesajes inexactos durante el proceso de recepción generan un sobrestock ficticio en el sistema, lo que distorsiona el nivel real de inventario. Esta diferencia incrementa el indicador de merma, ya que el sistema reporta más producto del realmente disponible.	Método GEMBA mediante observación directa del proceso de pesado, evaluando la alineación de la plataforma, precisión de la tara y consistencia de pesos.
8	Exposición prolongada a temperatura ambiente	La exposición de la carne a temperatura ambiente en los distintos procesos causa un deterioro natural del producto más rápido, y por ende mayor merma porque reduce el inventario físico del producto, cuando la carne se expone a estas temperaturas bota más agua sangre que cuando mantiene una cadena de frío adecuada,	Método GEMBRA mediante observación directa a los operarios al momento de la recepción de la carne, traslados entre cámaras, movimientos dentro del punto de venta y conversiones.

Para la causa 3 se utilizó el método de Gemba y durante la observación in situ en la zona de recepción y pesaje, se observó que los operarios verificaban o manipulaban con frecuencia la plataforma de pesaje debido a la falta de confianza en la calibración del equipo. La plataforma se encontraba a menudo inclinada o apoyada de forma irregular, violando las normas básicas de precisión del peso. Esto es especialmente crítico si se tiene en cuenta que se trata de una plataforma de una sola celda de carga, en la que una posición incorrecta o cargas descentradas pueden distorsionar la presión aplicada y dar lugar a pesos sistemáticamente sobreestimados.

Figuras 12
Mala precisión de balanza



Para la causa 8 de la misma manera se utilizó el método de Gemba donde las imágenes muestran una manipulación inadecuada del producto, donde la exposición prolongada a temperaturas ambiente, fuera de la cadena de frío, acelera directamente el desperdicio natural. Esto se ve apoyado visualmente por signos de líquido hemático, que indican un avanzado deterioro del producto y un aumento de los residuos.

Figura 13
Agua Sangre y Mala manipulación de producto



2.4.1 Causas Raíz

Una vez hecha la verificación de causas y se demostró lo significativas, se utilizó la herramienta conocida como “5 Why’s” la cual como dice su nombre realiza 5 preguntas de por qué para poder obtener la causa raíz de cada una. Así que para la numero 3 su causa raíz es “La falta de protocolos normalizados para verificar los equipos de pesaje en la recepción” y para la causa numero 8 su causa raíz es “La falta de una cultura sólida de la cadena de frío y de aplicación de la misma provoca frecuentes alteraciones de la temperatura durante la manipulación y el almacenamiento”. Una vez obtenidas las causas raíz podemos darle un mejor enfoque, aplicar más esfuerzo y buscar posibles soluciones para estas.

Capítulo 3

3.1 Resultados y Análisis

3.1.1 Soluciones Propuestas

Realizado el respectivo análisis, procederemos a plantear diferentes posibles soluciones según las causas raíz obtenidas y demostradas anteriormente.

Para la primera causa raíz las soluciones propuestas son:

- Reubicar estratégicamente las básculas en zonas planas y visibles para evitar errores de lectura.
- Calibrar periódicamente las básculas con instrumentos certificados para garantizar la precisión del pesaje.
- Implantar la doble verificación del peso mediante formatos físicos y un sistema digital sincronizado.
- Formar al personal de recepción en técnicas correctas de pesaje y manipulación de la carne.
- Pesar en bultos más pequeños los productos recibidos para una mayor precisión.

Y para la segunda causa raíz fueron las siguientes:

- Instalar alarmas en las puertas o sensores de temperatura para avisar cuando las unidades de refrigeración permanezcan abiertas demasiado tiempo.
- Implementar protocolos de apertura/cierre rápido con señalización visual para minimizar la pérdida de aire frío.

- Ofrecer formación obligatoria al personal sobre la gestión de la cadena de frío y su impacto en el desperdicio de productos.
- Asignar supervisores de la cadena de frío por turno responsables del cumplimiento y la supervisión.

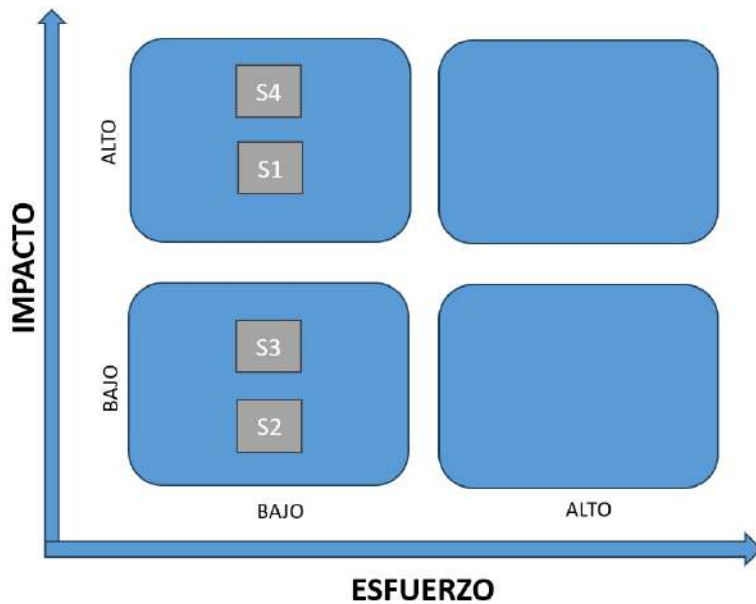
Figura 14

Matriz de Impacto vs Esfuerzo 1



Utilizamos una matriz de impacto vs esfuerzo para elegir cual de las soluciones de la causa 1 tenía mayor impacto en nuestro proyecto y requería un menor esfuerzo, por lo que analizando y según muestra el grafico se estableció que, el implementar una doble verificación del peso mediante formatos fisicos y un sistema digital sincronizado y pesar en bultos más pequeños los productos recibidos, serian las opciones mas adecuadas para implementar en nuestro proyecto.

Figura 15
Matriz de Impacto vs Esfuerzo 2



Para esta segunda causa también se implemento de la misma forma la matriz impacto vs esfuerzo para determinar las soluciones mas optimas las cuales fueron la instalación de alarmas en las puertas o sensores de temperatura para avisar cuando las unidades de refrigeración permanezcan abiertas demasiado tiempo y asignar supervisores de la cadena de frío por turno.

3.1.2 Plan de Implementación

A continuación, se realizó un plan de implementación para cada solución donde se podrá observar que vamos a realizar por cada solución, donde lo haremos, como lo haremos y cuando empezará a realizarse. Tenemos dos planes de implementación por cada causa raíz, para el primer plan (Tabla 5) se tomó mucho en cuenta el cómo se hará y sobre todo cuando. Para el segundo plan (Tabla 6) el dónde influye de gran manera en la aplicación de esta solución.

Tabla 5
Plan de Implementación para la Causa 1

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN						
SOLUCIONES	POR QUE?	COMO?	DONDE?	CUANDO?	RESPONSABLE	COSTO
Implementar la doble verificación del peso utilizando una balanza más precisa.	Porque mejorando la precisión del pesaje evita errores en el inventario del sistema, lo que reduce las discrepancias y las pérdidas económicas.	Utilizando una báscula secundaria con mayor sensibilidad para verificar los lotes más pequeños de carne durante la recepción.	Área de recepción de la tienda minorista	Durante las primeras 2 a 3 semanas	Equipo del proyecto	\$2.600
Pesar los productos en los contenedores de la tienda utilizando lotes más pequeños.	Porque el objetivo es evitar sobreestimar el inventario debido a la pérdida de peso durante el transporte.	Pesar la carne directamente en los contenedores de la tienda en condiciones controladas, sustituyendo los contenedores de transporte del proveedor durante la recepción.	Área de recepción de la tienda minorista	Primeros días de Agosto apenas llegue el camión	Equipo del proyecto	\$150

Tabla 6
Plan de Implementación para la Causa 2

PLAN DE IMPLEMENTACIÓN						
SOLUCIONES	POR QUE?	COMO?	DONDE?	CUANDO?	RESPONSABLE	COSTO
Instalar alarmas en las puertas para alertar cuando las unidades de refrigeración se dejen abiertas durante demasiado tiempo.	Porque evita las pérdidas de frío que interrumpen la cadena de frío y estropean los productos, afectando a su calidad y seguridad.	Instalación de alarmas o sensores temporizados conectados a las puertas de refrigeración para alertar si permanecen abiertas durante demasiado tiempo.	En las puertas de acceso de todas las cámaras frigoríficas.	De 3 a 5 días después de comprar el equipo	Equipo del proyecto	\$175
Asignar supervisores de la cadena de frío por turno responsables del cumplimiento y la supervisión.	Porque garantiza el cumplimiento de la cadena de frío y permite actuar rápidamente en caso de desviaciones.	Asignar supervisores capacitados por turno para controlar las temperaturas, verificar los protocolos y tomar medidas correctivas en tiempo real.	Área de recepción de la tienda minorista	Durante las primeras 2 a 3 semanas	Equipo del proyecto	\$200

3.1.3 Implementación de Solución 1 Causa 1: Doble Verificación de Pesaje

La primera solución consistió en la implementación de un protocolo de doble verificación de pesaje, utilizando una balanza secundaria más precisa que permitiera controlar con mayor detalle el peso real del producto recibido.

Antes de esta intervención, el único pesaje considerado era el que se declaraba al momento de cargar el camión en el centro de distribución. Sin embargo, debido a las condiciones de transporte incluyendo manipulación, goteo por pérdidas de líquido, o incluso errores en el cargue, el producto llegaba con diferencias de peso que no eran registradas ni controladas.

Con la nueva metodología, al llegar el camión, los operadores tenían la instrucción de dividir la carne en lotes más pequeños y realizar un segundo pesaje utilizando la balanza secundaria.

Imagen: Se visualiza la balanza inteligente secundaria para la doble verificación de peso.

Figura 16
Balanzas



Este procedimiento se realizaba de la siguiente manera:

1. Se encendía el equipo de pesaje y se seleccionaba el tipo de producto a recibir (por ejemplo, “PULPA BLANCA”, “PULPA LARGA”, etc.).
2. Se ingresaba la tara correspondiente a la gaveta utilizada para contener el producto.
3. Se pesaba cada lote de manera individual.
4. Se grababa automáticamente el registro en la memoria del equipo.

Imagen: Se visualiza como trabaja el equipo de pesaje al momento de grabar un registro.

Figura 17
Balanza nueva con peso



Una vez finalizado el proceso de recepción, todos los datos recolectados eran exportados a una hoja de cálculo en Excel, donde se realizaba una comparativa directa con el peso declarado por el transportista. Esta verificación cruzada permitía identificar inmediatamente cualquier diferencia significativa entre lo que se debía haber recibido y lo que efectivamente llegó al punto de venta.

Esta solución resultó clave para visualizar de forma clara la diferencia entre lo que se declaraba inicialmente en el origen con el transporte y lo que realmente llegaba a inventario en tienda.

A partir de la implementación del nuevo protocolo de pesaje, se estableció también un procedimiento complementario de pesaje diario, con el objetivo de tener una medición más precisa y continua de la merma.

Concretamente, cada mañana se realizaba un pesaje completo del stock de productos disponibles, registrando el peso inicial del día. Al finalizar la jornada, se realizaba nuevamente el pesaje de todo el inventario remanente. Esta rutina permitió obtener una línea base clara para calcular el desperdicio diario de forma directa, sin depender únicamente de reportes consolidados semanales o mensuales.

La ventaja de este enfoque es que la merma podía analizarse por día, permitiendo observar tendencias, detectar desviaciones de forma inmediata y tomar decisiones operativas mucho más ágiles y precisas.

Todos los registros de pesaje tanto los de inicio y cierre de día como los realizados al momento de la recepción eran exportados automáticamente a Excel, donde se tabulaban de forma estructurada. Este sistema de registro digital mejoró significativamente la transparencia del proceso, facilitando el seguimiento y la trazabilidad del producto en cada etapa.

Adicionalmente, los datos proporcionados por la empresa permitieron:

- Comparar la cantidad de producto que se reportaba como enviada desde el centro de distribución con la que realmente llegaba al punto de venta.
- Identificar posibles inconsistencias o pérdidas en el transporte.

- Analizar las conversiones entre productos (por ejemplo, cortes que se procesan internamente a partir de piezas mayores).
- Cruzar esta información con los datos de venta, para validar la eficiencia del proceso completo, desde la recepción hasta el punto de venta.

Este enfoque general permitió tener mediciones adecuadas para obtener resultados pronto en el tema de la merma.

3.1.4 Implementación de Solución 2 Causa 1: Pesaje en Contenedores limpios de la empresa usando pequeños tamaños de lote

La segunda solución, directamente relacionada con la primera, fue la implementación de un nuevo procedimiento de traslado y pesaje de carne en bins internos del local. El objetivo era establecer un punto físico y operativo que marcara el cierre del proceso logístico externo y el inicio del control por parte de la tienda.

Antes de esta intervención, el camión descargaba directamente la carne en el área de refrigeración, sin que existiera una separación entre lo que llegaba desde fuera y lo que ya estaba bajo responsabilidad del equipo interno. Esto hacía imposible saber si una pérdida se originaba en el transporte, durante la descarga, o en la manipulación posterior.

Imagen: Se visualiza la cantidad de agua sangre totalizada por el transporte.

Figura 18
Agua sangre



Con la nueva metodología, al llegar el camión, la carne debía ser transferida inmediatamente a bandejas o bins que pertenecían exclusivamente al local. Esta acción cumplía dos funciones fundamentales:

1. Marcar el cambio de responsabilidad, delimitando de manera operativa dónde terminaba el transporte y comenzaba el manejo interno.
2. Permitir un pesaje controlado, ya que cada vine tenía una tara conocida y podía ser pesada individualmente.

Una vez transferido el producto, el proceso continuaba con el pesaje (descrito en la solución anterior), y todos los datos eran registrados digitalmente.

Imagen: Se visualiza el transporte de carne a bins o gavetas internas del local.

Figura 19

Gavetas internas del local



Esta solución, aunque sencilla, generó un cambio significativo en la forma en que se entendía y controlaba la recepción. Al utilizar sus propios recipientes, la tienda dejó de asumir la responsabilidad del desperdicio generada por el transporte.

3.1.5 Implementación de Solución 1 Causa 2: Instalación de alarma en las puertas de refrigeración y congelación

Para la causa numero 2 se decidió implementar un sensor en la cámara de refrigeración y un sensor en los puntos de venta, esto permitirá controlar que el proceso de cadena de frio se siga hasta el final, y evitara que las carnes mermen en mayor cantidad.

La pregunta que nos hacemos es ¿cómo podría ayudar este sensor a la cadena de frío? Pues la respuesta es que en el momento de la venta de las carnes y el despacho después del camión, el producto se encuentra por mucho tiempo fuera de óptimas condiciones, osea a temperatura ambiente y no bajo refrigeración, esto hace que a partir de los 20 minutos la carne empiece a mermar un 0,05g lo cual afecta el peso inicial de la carne, que luego genera pérdidas a la empresa.

Tabla de Datos: Muestra un estudio de peso inicial, las condiciones de temperatura y el peso final que se obtuvo.

Tabla 7

Tabulación Pérdida de Peso

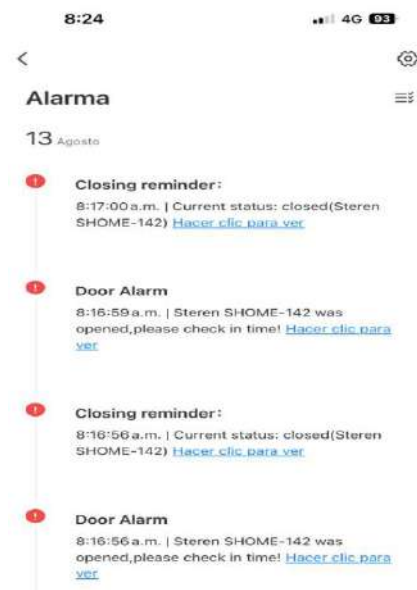
Initial Weight (g)	Optimal Temp (Min)	Non Optimal Temp (Min)	Final Weight (g)	Loss (g)
495	60	0	495	0
495	50	10	495	0
495	40	20	490	-5
580	60	0	580	0
580	50	10	580	0
685	55	5	685	0
685	50	10	685	0
685	30	30	675	-10
735	60	0	735	0
735	40	20	730	-5
730	0	10	725	-5
725	0	10	720	-5
720	0	10	725	5

Aquí podemos observar que se pierde al menos el 0.23% del peso total de la carne cuando está fuera de condiciones óptimas durante al menos 20 minutos, sin contar que, una vez que comienza a mermar, se visualiza que cada 10min pierde peso si esto sucede de manera continua. Esto también aplica cuando se realiza un corte para venta, o para alguna conversión, en ese punto hay que tener mucho más cuidado para mantener la cadena de frío. Si la carne aún está sin cortes externos, completa hasta antes de los 20 minutos sin perder ningún gramo.

Continuando con el sensor, este tiene una aplicación en dispositivos móviles los cuales generan alertas que llegan al teléfono cada que la puerta se abre y cada vez que se cierra. También nos dice la cantidad de tiempo que la puerta se encuentra abierta, y que debemos cerrarla de inmediato. Al controlar el tiempo que permanece abierto se podrá manejar de una mejor manera el proceso de frío.

Figura 20

Sensor de Alarma de Puerta



3.1.6 Implementación de Solución 2 Causa 2: Asignación de un supervisor por turno que controle y monitoree la cadena de frío

Para la solución 2 de la causa 2 se designará un supervisor para cada turno con el fin de revisar, controlar, supervisar y corregir todo lo que ocurra en la cadena de frío, desde el momento en que se recibe la carne del camión hasta que el producto se vende al cliente. Este supervisor se le asignará un formato de Excel diario en el cual pueda registrar la fecha, turno, nombre del supervisor, hora de entrada y salida, su firma y cualquier observación que suceda durante cada jornada.

Figura 21
Supervisor y Formato

[illegible]

3.2 Resultados

Tras la implementación de un sistema de doble verificación utilizando una báscula de precisión más pequeña y contenedores en la tienda, identificamos una diferencia constante entre los pesos registrados y los pesos reales de las entregas de pulpa. En promedio, faltaban 1,075 kilogramos por camión, lo que representa una desviación del 1,55 % del peso total esperado. Esta diferencia, aunque parezca pequeña, puede provocar pérdidas financieras significativas con el tiempo, especialmente si se tiene en cuenta el volumen de operaciones.

Tabla 8

Comparación de Data utilizando las soluciones

Date	Camión Empresa	Balanza Inteligente	Diferencia	%VarDiferencia
☐ 18/08/2025	50,24	49,04	1,20	2,39 %
PULPA BLANCA	10,52	9,62	0,90	8,56 %
PULPA LARGA	14,26	14,01	0,25	1,75 %
PULPA PRIETA	20,90	20,85	0,05	0,24 %
PULPA PRIETA AL VACIO	4,56	4,56	0,00	0,00 %
☐ 20/08/2025	88,56	87,61	0,95	1,07 %
PULPA BLANCA	35,80	35,15	0,65	1,82 %
PULPA LARGA	27,32	27,12	0,20	0,73 %
PULPA PRIETA	25,44	25,34	0,10	0,39 %
Total	138,80	136,65	2,15	1,55 %

El 18 de agosto, los residuos se redujeron del 2,50 % (camión) al 2,14 % (báscula inteligente), y el 20 de agosto, del 2,45 % al 2,25 %. Esto refleja una disminución de 0,18 puntos porcentuales en el promedio de residuos, lo que sugiere que el control del peso en el punto de llegada ayuda a identificar y reducir diferencias que antes pasaban desapercibidas.

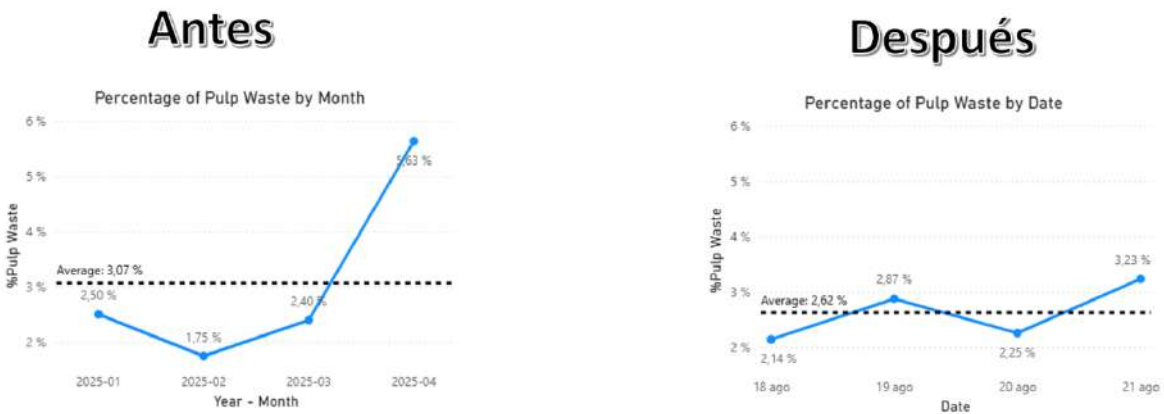
Esto significa que la diferencia media de 1,075 kg por camión puede afectar en promedio 0,18 puntos porcentuales al desperdicio diario.

Tabla 9
Data tabulada

Date	%MermaBalanza	%MermaEmpresa	%MermaDiferencia
18/08/2025	2,14 %	2,50 %	-0,36 %
20/08/2025	2,25 %	2,45 %	-0,20 %

Los datos iniciales muestran que los residuos de pulpa promediaron un 3,07 % durante un período más largo (enero a abril de 2025), con fluctuaciones notables y un pico del 5,63 % en abril. Después de implementar mejoras específicas, una evaluación a corto plazo (del 18 al 21 de agosto) revela una reducción media del desperdicio del 2,62 %, lo que supone una clara mejora de 0,45 puntos porcentuales. Esta tendencia sugiere que las medidas correctivas, como la mejora de la precisión del pesaje y el control de la cadena de frío, han tenido un impacto positivo en el proceso.

Figura 24
Antes vs Después de las Soluciones



Mejora de Indicador de Merma: 0,45 %

Respecto a las líneas de tiempo, se pasó de un cálculo mensual a una métrica diaria debido a que se necesitaba evidenciar resultados de las soluciones implementadas de la manera más rápida posible, y gracias a ello, más la captura por parte de los operadores a través de los equipos de pesaje, se logró llegar a un indicador diario de merma.

Como resultado de Triple Bottom Line en el ámbito social se obtuvo que el personal recibió formación y asumió una mayor responsabilidad en áreas críticas como la recepción de productos y la gestión de la cadena de frío, fomentando una cultura de responsabilidad y mejora continua. En el ámbito ambiental se obtuvo una reducción de 0,45 puntos porcentuales en los residuos lo que significa menos material orgánico desechado, menor consumo de energía en la producción y el almacenamiento, y menos emisiones, lo que contribuye positivamente a unas operaciones más sostenibles. En el ámbito económico se obtuvo que los residuos bajaron en 0,45 puntos porcentuales (del 3,07 % al 2,62 %), lo que representa una disminución del 14,7 %. Esta mejora se tradujo directamente en un aumento de las ventas a los clientes, lo que significa que el producto recuperado no se perdió, sino que se convirtió en ingresos.

3.3 Control

En este paso final de nuestra metodología Lean Six Sigma mostramos como el proceso puede perdurar a largo plazo utilizando técnicas efectivas.

Se implementaron acciones que implican procedimientos, protocolos, controles y asignación de personas, para cada solución se decidió quien llevara a cabo el control, el porque lo harán, el lugar donde lo harán, a partir de cuando lo harán y que cada que tiempo lo harán. De esta manera las soluciones se podrán sostener a lo largo del tiempo.

Tabla 10
Plan de Control

Plan de Control

SOLUCIONES	QUE	QUIEN	POR QUE	COMO	CUANDO	DONDE	FRECUENCIA	ESTADO
S1. Implementar la doble verificación del peso utilizando una balanza más precisa.	Implementar un procedimiento de doble verificación del peso con balanzas calibradas, que se mantengan mediante calibraciones periódicas y formación del personal.	Administrador de ventas minoristas y personal	Verificando que los pesos registrados sigan siendo precisos y coherentes.	Utilizando balanzas calibradas y exigiendo la confirmación de dos operadores.	Cada 3 meses	Area de Recepcion	4 veces al año	Implementado
S2. Pesar los productos en los contenedores de la tienda utilizando lotes más pequeños.	Implementar un protocolo de pesaje con lotes de menor tamaño para evitar la acumulación de errores, que se mantendrá mediante la supervisión del personal y auditorías periódicas.	Administrador de ventas minoristas y personal	Garantizando que los procesos de pesaje sigan siendo fiables y precisos.	Dividiendo los productos en lotes más pequeños y registrándolos en registros estandarizados.	Cada 3 meses	Area de Recepcion	4 veces al año	Implementado
S3. Instalar alarmas en las puertas para alertar cuando las unidades de refrigeración se dejan abiertas durante demasiado tiempo.	Asegurarse de que el sistema de alarma permanezca operativo y supervisado durante todos los turnos.	Administrador de ventas minoristas y personal	Verificando que las puertas no se dejen abiertas, preservando las temperaturas óptimas.	Realizando comprobaciones periódicas de las alarmas y revisar los registros de incidentes.	Cada 3 meses	Area de Recepcion	4 veces al año	Implementado
S4. Asignar supervisores de la cadena de frío por turno responsables del cumplimiento y la supervisión.	Asignar supervisores de turno con listas de verificación, mantenidas mediante evaluaciones periódicas.	Administrador de ventas minoristas y personal	Garantizando que se compruebe el cumplimiento de la cadena de frío en cada etapa del proceso.	Mediante el seguimiento sistemático de los informes diarios y la verificación cruzada con listas de control.	Cada 3 meses	Area de Recepcion	4 veces al año	Implementado

4.1 Conclusiones y Recomendaciones

4.1.1 Conclusiones

- La implementación de la doble verificación del peso, los cambios de contenedores, los sensores de temperatura y las responsabilidades de la cadena de frío reforzaron el control operativo.
- Los residuos de pulpa se redujeron del 3,07 % al 2,62 %, lo que supone una mejora de 0,45 puntos porcentuales.
- El compromiso del personal mejoró en áreas clave como la recepción y las operaciones de la cadena de frío.

4.1.2 Recomendaciones

- Documentar y tabular las diferencias en las entregas para evitar culpar a la tienda por el desperdicio.
- Capacitar al personal regularmente en el uso de equipos, protocolos de control y mejores prácticas para garantizar el rendimiento.
- Almacenar los productos rápidamente durante la recepción y trasladarlos rápidamente al punto de venta.
- Realizar controles internos periódicos (listas de verificación, informes y auditorías) para detectar desviaciones y garantizar la sostenibilidad de las soluciones.
- Evaluar los resultados obtenidos, analizar nuevas oportunidades de optimización y actualizar los controles a medida que evolucionan las necesidades de la empresa.

Referencias

Gutiérrez Pulido, H., & De la Vara Salazar, R. (2009). Control estadístico de calidad y seis sigma (2.^a ed.). McGraw-Hill.

Escobar, J. A., & Salazar, A. L. (2017). Lean Six Sigma: Mejora continua y herramientas de calidad aplicadas. Ecoe Ediciones.

López, D. J., & Salvador, M. J. (2013). Seis Sigma: Una estrategia para mejorar la calidad. Alfaomega Grupo Editor.

