

# **Escuela Superior Politécnica del Litoral**

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

Diseño de un sistema de control de mermas de la línea de procesamiento de pollos en  
una planta de productos cárnicos.

INGE-2777

### **Proyecto Integrador**

Previo la obtención del Título de:

### **Ingeniero Industrial**

Presentado por:

David Fernando Castillo Holguín

Carlos Enrique Moreno Aragundy

Guayaquil - Ecuador

2024

## **Dedicatoria**

---

Dedico este proyecto a mi familia, por su amor, apoyo y ejemplo constante; a mis padres, por enseñarme el valor del esfuerzo; a mi hermana, por su aliento incondicional; a mi pareja, por su paciencia y motivación; y a mis amigos, por su compañía en los momentos más importantes. A todos ustedes, mi más profunda gratitud.

**David Castillo**

## Dedicatoria

---

Dedico este proyecto a quienes, a pesar de tener en contra, nunca dejaron de creer en ellos mismos, a quienes no creen en el “ya es tarde para hacer eso”, a quienes a pesar les dicen “tú no puedes hacer eso” lo intentan con un alma rebelde y un deseo desenfrenado de ganar.

**Carlos Moreno A.**

## Agradecimientos

---

Agradezco a mi universidad por brindarme las herramientas y el conocimiento necesario para alcanzar este logro, a la empresa que confió en este proyecto facilitando los recursos y el espacio para desarrollarlo, y a mis tutores cuya guía y experiencia fueron clave para culminar con éxito este trabajo, ya que su apoyo fue fundamental en cada etapa de este proceso.

**David Castillo**

## Agradecimientos

---

Agradezco a la vida por no haberme dado los caminos que esperaba, sino por darme los que necesitaba para lograr mis objetivos, a la ESPOL por darme la oportunidad de entrar a un mundo de conocimientos, a mis padres por su apoyo incondicional y a mis amigos de la universidad quienes me motivaron a siempre seguir en este camino.

**Carlos Moreno A.**

## Declaración Expresa

---

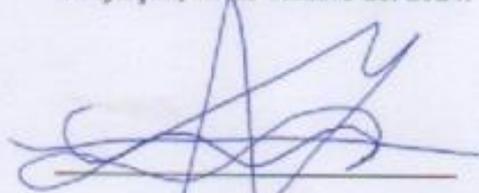
Nosotros, Carlos Enrique Moreno Aragundy y David Fernando Castillo Holguín acordamos y reconocemos que:

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.

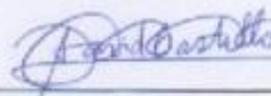
La titularidad total y exclusiva sobre los derechos patrimoniales de patente de invención, modelo de utilidad, diseño industrial, secreto industrial, software o información no divulgada que corresponda o pueda corresponder respecto de cualquier investigación, desarrollo tecnológico o invención realizada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

En los casos donde la Oficina de Transferencia de Resultados de Investigación (OTRI) de la ESPOL comunique los autores 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, 10 de octubre del 2024.



Carlos Enrique Moreno  
Aragundy



David Fernando Castillo  
Holguín

## Evaluadores

---

---

**MSc. Sofía Anabel López Iglesias**

Profesor de Materia

---

**MSc. María Laura Retamales**

Tutor de Proyecto

## **Resumen**

La empresa objeto de estudio, encargada de procesar productos cárnicos, detectó en el último año una variación en las pérdidas de peso de sus productos registrados en el sistema en comparación con las auditorías realizadas en los puntos de venta. Esta pérdida de peso representa un impacto económico negativo para la empresa.

Para abordar el problema, se propuso un sistema de control de mermas en la línea de pollos, la cual genera el mayor ingreso para la compañía. Se recopilaron datos en puntos clave del proceso con el objetivo de determinar el porcentaje de merma tras el procesamiento e identificar las etapas donde es necesario un mayor control.

Se implementó un método de recolección de datos y un sistema de registro que permitió analizar una muestra del 2% de los pollos procesados diariamente. Como resultado, se obtuvo un indicador de merma de peso del pollo, lo que facilitó la identificación de áreas críticas en el proceso y permitió implementar correcciones para optimizar los niveles de pérdida, reduciendo así el impacto económico.

**Palabras Clave: peso, datos, indicador, procesos.**

## ***Abstract***

*The company under study, which specializes in processing meat products, detected a variation in weight loss in its system-recorded products over the past year compared to audits conducted at retail points. This weight loss has a negative economic impact on the company.*

*To address the issue, a shrinkage control system was proposed for the poultry line, which generates the highest revenue for the company. Data were collected at key points in the process to determine the percentage of weight loss after processing and identify the stages where stricter control is needed.*

*A data collection method and a recording system were implemented, allowing the analysis of a 2% sample of the chickens processed daily. As a result, a weight loss indicator for poultry was obtained, facilitating the identification of critical areas in the process and enabling corrective actions to optimize shrinkage levels, thereby reducing economic losses.*

***Keywords: Weight, Data, Indicator, Processes***

## Índice general

|                                      |      |
|--------------------------------------|------|
| Resumen.....                         | I    |
| <i>Abstract</i> .....                | II   |
| Índice general.....                  | III  |
| Abreviaturas .....                   | VI   |
| Simbología.....                      | VII  |
| Índice de figuras.....               | VIII |
| Índice de tablas .....               | X    |
| Capítulo 1.....                      | 1    |
| 1.1 Introducción.....                | 2    |
| 1.2 Descripción del problema .....   | 3    |
| 1.3 Justificación del problema ..... | 5    |
| 1.4 Objetivos.....                   | 5    |
| 1.4.1 Objetivo general .....         | 5    |
| 1.4.2 Objetivos específicos .....    | 5    |
| 1.1 Marco teórico .....              | 6    |
| 1.1.1 Merma .....                    | 6    |
| 1.1.2 Metodología DMADV .....        | 8    |
| 1.1.3 BPM.....                       | 9    |
| 1.1.4 QFD .....                      | 10   |
| 1.1.5 Cartas de control .....        | 11   |

|            |   |    |
|------------|---|----|
| 1.1.6      | KPI.....  | 12 |
| Capítulo 2 | .....   | 13 |
| 2.         | Metodología.....  | 14 |
| 2.1        | Definir .....   | 14 |
| 2.1.1      | Voz del cliente (VOC) .....                             | 14 |
| 2.1.2      | Necesidades del cliente .....                           | 14 |
| 2.1.3      | S.I.P.O.C. ....   | 15 |
| 2.1.4      | Quality Function Deployment (QFD) .....                 | 16 |
| 2.1.5      | Declaración de oportunidad.....                         | 17 |
| 2.1.6      | Restricciones de diseño.....                            | 17 |
| 2.1.7      | Métricas de sostenibilidad.....                         | 17 |
| 2.1.7.1.   | Pilar económico.....                                    | 17 |
| 2.1.7.2    | Pilar social.....                                       | 18 |
| 2.1.7.3    | Pilar ambiental .....                                   | 18 |
| 2.1.8      | Plan de recolección de datos.....                       | 18 |
| 2.2        | Medir.....  | 19 |
| 2.3        | Propuestas de diseño.....                               | 20 |
| 2.3.1      | Propuesta de diseño de sistema de control de merma..... | 20 |
| 2.3.2.1    | KPIs .....  | 24 |
| 2.3.2.2    | Cartas de control .....                                 | 24 |
| 2.3.3      | Propuesta 2 .....                                       | 25 |
| 2.3.4      | Propuesta 3 .....                                       | 26 |
| Capítulo 3 | .....   | 28 |
| 3.         | Diseño de propuesta de mejora.....                      | 29 |

|  |    |
|--|----|
| 3.1 Sistema de control de merma.....                                 | 29 |
| 3.4.2    Diseño y panificación de cartas de control.....             | 30 |
| 3.4.3    Equipos necesarios para la implementación del sistema ..... | 31 |
| 3.4.4    Cronograma de implementación.....                           | 31 |
| 3.4.5    Sistema de registro de datos .....                          | 32 |
| 3.4.5.1    Hojas de registro.....                                    | 32 |
| 3.4.5.2    Documentos del sistema de registro .....                  | 32 |
| 3.4.5.3    Documento general de registro de pesos .....              | 33 |
| Capítulo 4 .....   | 34 |
| 4.    Implementación y control .....                                 | 35 |
| 4.4    Implementación de equipos .....                               | 35 |
| 4.5    Elaboración de guía de pasos para el sistema .....            | 36 |
| 4.6    Implementación del sistema de merma.....                      | 36 |
| 4.7    Capacitación para el registro de datos .....                  | 37 |
| 4.8    Pruebas piloto del sistema .....                              | 37 |
| 5.    Conclusiones y recomendaciones.....                            | 39 |
| 5.4    Conclusiones .....  | 39 |
| 5.5    Recomendaciones.....  | 39 |
| Referencias .....  | 40 |
| Apéndices .....  | 42 |

## **Abreviaturas**

|       |   |
|-------|---|
| BPM   | Buenas Prácticas de Manufactura               |
| DMAIC | Diseñar, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar |
| ESPOL | Escuela Superior Politécnica del Litoral      |
| KPI   | Indicadores Clave de Rendimiento              |
| QFD   | Quality Function Deployment                   |

## **Simbología**

Kg      Kilogramo

## Índice de figuras

|   |    |
|---|----|
| Figura 2.1 <i>Lluvia de ideas</i> .....   | 14 |
| Figura 2.2 <i>SIPOC</i> .....   | 15 |
| Figura 2.3 <i>QFD</i> .....   | 16 |
| Figura 2.4 <i>Plan de recolección de datos</i> .....                                      | 19 |
| Figura 2.5 <i>Secuencia de toma de datos en faenamiento</i> .....                         | 21 |
| Figura 2.6 <i>Flujograma de procesos de toma de datos en el área de faenamiento</i> ..... | 21 |
| Figura 2.7 <i>Puntos nuevos de medición</i> .....   | 22 |
| Figura 2.8 <i>Nueva Área de empaquetado</i> .....   | 22 |
| Figura 2.9 <i>Flujograma de procesos de toma de datos en el área de empaquetado</i> ..... | 23 |
| Figura 2.10 <i>Sistema de reporte de merma</i> .....                                      | 23 |
| Figura 2.11 <i>Carta de control de medias</i> .....                                       | 25 |
| Figura 2.12 <i>Carta de control de rangos</i> .....                                       | 25 |
| Figura 2.13 <i>Balanza digital de riel</i> .....  | 26 |
| Figura 2.14 <i>Balanza digital de riel</i> .....  | 27 |
| Figura 3.1 <i>Sistema de toma de datos</i> .....  | 29 |
| Figura 3.2 <i>Tabla de asignación de tareas para la implementación del sistema</i> .....  | 29 |
| Figura 3.3 <i>Formato para obtener la carta de control</i> .....                          | 30 |
| Figura 3.4 <i>Tabla de características de las cartas de control</i> .....                 | 30 |
| Figura 3.5 <i>Tabla de equipos y costos</i> .....   | 31 |
| Figura 3.6 <i>Calendario de implementación</i> .....                                      | 31 |
| Figura 3.7 <i>Hoja de registro de pesos</i> .....   | 32 |
| Figura 3.8 <i>Documento de registro de pesos</i> .....                                    | 33 |
| Figura 3.9 <i>Documento general de registro de datos</i> .....                            | 33 |
| Figura 4.1 <i>Balanza en punto de medición</i> .....                                      | 35 |
| Figura 4.2 <i>Flujo de las actividades para la recolección de datos</i> .....             | 36 |
| Figura 4.3 <i>Recolección de datos con el personal operativo</i> .....                    | 36 |
| Figura 4.4 <i>Capacitación a supervisores y jefes de planta</i> .....                     | 37 |

|   |    |
|---|----|
| Figura 4.5 Carta de control para el rango en el área de faenamiento. .... | 38 |
| Figura 4.6 Carta de control para la media en el área de faenamiento. .... | 38 |

## **Índice de tablas**

|   |    |
|---|----|
| Tabla 2.1 <i>Resultado de porcentajes promedio de merma/peso ganado</i> ..... | 20 |
|---|----|

# Capítulo 1

## 1.1 Introducción

En Ecuador, la industria avícola objeto de este estudio desempeña un papel fundamental en la seguridad alimentaria, proporcionando una fuente accesible y asequible de proteína para los consumidores. Dentro de esta industria, la línea de procesamiento de pollos abarca múltiples etapas, desde la recepción del "pollo en pie" hasta el despacho del producto final a los puntos de distribución. Sin embargo, a lo largo de este proceso surgen diversos desafíos, siendo el indicador más relevante la merma generada por la pérdida de sangre, plumas, vísceras e intestinos. Este indicador de merma se define como la diferencia entre el peso inicial del "pollo en pie" y el peso registrado en el producto final entregado al consumidor o despachado a los centros de distribución. Estas pérdidas pueden representar un impacto económico significativo, afectando directamente la rentabilidad de la empresa (Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), 2022).

Actualmente, se han identificado dificultades en el control de merma dentro de la línea de procesamiento de pollos debido a la ausencia de una metodología que permita registrar y monitorear con precisión las pérdidas en cada etapa del proceso. Esto genera inconsistencias entre las cantidades registradas y las reales, particularmente en la etapa de refrigeración y su posterior despacho. Como consecuencia, se presentan discrepancias en el inventario, afectando tanto los indicadores de rendimiento como los ingresos económicos de la empresa. La falta de datos confiables impide la toma de decisiones estratégicas, limitando la capacidad de optimización del proceso productivo (Abanto Melendez, V. C., & Warthon Ortiz, 2020).

El problema se origina en las distintas fases de la cadena de suministro, que inicia en las granjas de cría y culmina con la distribución de los productos a los puntos de venta. Durante la estancia del ave en la planta procesadora, se siguen procedimientos como el degollado, escaldado, eliminación de plumas y cutículas, eviscerado, empaque y almacenamiento en refrigeración hasta su despacho. En cada una de estas etapas se produce una disminución en el peso inicial del ave debido a la eliminación de componentes no aptos para el consumo humano, como sangre, plumas, vísceras y partes afectadas durante el procesamiento (Guaita Pacheco, J. A., 2021).

Para abordar esta problemática, este proyecto propone el diseño de un sistema de control de merma en la línea de procesamiento de pollos. Su objetivo es recopilar y analizar información del proceso con el fin de identificar los puntos críticos en los que se debe realizar un control preciso del peso. Para ello, se emplearán herramientas de gestión de la calidad, como el análisis SIPOC, que permitirá delimitar el alcance del proyecto, y la metodología Six Sigma, que facilitará la estructuración de los pasos para el diseño del sistema (Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. R., 2000).

En este caso, el desarrollo del sistema de control de merma se alinea con la metodología DMADV, que se emplea en la creación de nuevos procesos y la mejora de los existentes cuando no cumplen con los estándares de calidad requeridos. Esta metodología se compone de cinco fases: Definir, donde se establecen los objetivos y requerimientos del sistema; Medir, en la que se recopilan datos y se identifican los puntos críticos de control; Analizar, para evaluar las variables que influyen en la merma y establecer soluciones viables; Diseñar, donde se desarrolla e implementa el sistema de control de merma, y Verificar, que garantiza que el diseño cumple con los estándares y se realizan ajustes para su mejora continua (Snee, R. D., & Hoerl, R. W., 2003).

El uso de esta metodología permite asegurar que el sistema de control de merma esté diseñado de manera efectiva, garantizando la precisión en la recopilación de datos y proporcionando información confiable para la toma de decisiones estratégicas. Con la implementación de este sistema, se optimiza el proceso de producción y se minimizan las pérdidas económicas, maximizando el aprovechamiento de los recursos disponibles en la empresa.

## **1.2 Descripción del problema**

El procesamiento en la línea de aves, exclusivamente en pollos, es una actividad primordial para la industria avícola, el cual presenta inconvenientes en el control de merma al momento de la producción, debido a que este indicador no está controlado durante el proceso porque dentro de la corporación no se ha determinado una metodología que permita recoger datos confiables que permitan determinar y conocer el indicador de merma por etapas, ni se han identificado puntos críticos que se consideren claves para el indicador de merma, esto provoca

que no exista igualdad en las cantidades registradas con las reales que se toman en el inventario ocasionando pérdidas económicas durante muchos meses atrás, disminuyendo la rentabilidad y eficiencia operativa de la empresa.

Los requerimientos de los clientes, para este caso es el personal de la empresa como los supervisores de las etapas, jefes de planta, auditores son los siguientes:

- Conocer el peso del pollo en diferentes etapas del proceso.
- Determinar la merma del pollo, es decir, calcular las pérdidas de peso totales.
- Definir una metodología para el registro de datos.
- Identificar los puntos críticos del proceso con mayores niveles de merma para enfocar la recolección de datos.
- Calcular indicadores de merma basados en datos confiables recolectados durante el proceso.
- Controlar los datos desde el inicio hasta el final del proceso, garantizando su trazabilidad.
- Preparar reportes de los indicadores de merma, facilitando su análisis y uso para la toma de decisiones.
- Diseñar un sistema intuitivo y de fácil gestión para los operadores, garantizando su adaptación a sus capacidades y nivel de conocimientos, con el fin de optimizar su uso y minimizar errores en el registro de datos.

Además, se obtuvo información de las restricciones que mencionaron los clientes que se deben cumplir en este proyecto, como son:

- Presupuesto ajustado
- Falta de conocimiento de los operadores
- Espacio limitado en las instalaciones
- Operaciones manuales

El control de la merma es importante debido a que ayudará a reducir las pérdidas económicas y aumentar la eficiencia operativa dentro de todo el proceso, además de tomar decisiones durante la operación de todas las actividades incluyendo un proyecto de mejora en un futuro con indicadores confiables y datos históricos registrados de manera periódica.

Finalmente, la empresa donde se realiza el proyecto de diseño está dedicada a la producción y distribución de productos cárnicos, incluyendo pollo, cerdo, vaca y pavo, con una cadena de suministro que abarca la crianza de aves en granjas propias de la corporación, el procesamiento en plantas especializadas, la distribución a centros logísticos y la comercialización en supermercados, además de sus restaurantes propios; su planta procesadora se encuentra ubicada en la vía a la Costa, a 50 minutos de Guayaquil.

### **1.3 Justificación del problema**

La gestión eficiente en el registro del indicador de merma permite conocer lo que ocurre dentro del proceso, debido a que ayuda a tomar decisiones durante las operaciones que se realizan en el procesamiento de pollos, adicionalmente conocer el valor del indicador por etapas permite comparar con valores teóricos establecidos por medio de investigaciones.

Permitirá reducir los impactos financieros y aumentar la rentabilidad del proceso con un sistema efectivo para registrar y analizar las pérdidas de peso del producto, identificando los puntos críticos del proceso donde se generan mayores pérdidas; al recolectar y analizar datos confiables, se podrán tomar decisiones basadas en evidencia, mejorando la trazabilidad y reduciendo errores derivados de las operaciones manuales a futuro.

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo general**

Diseñar un sistema de control de merma para la línea de procesamiento de pollos mediante la recopilación de datos de peso en puntos críticos del proceso productivo, con el fin de encontrar un indicador de merma confiable basado en el 2% de la producción diaria total.

#### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Definir el problema que ocurre cuando los datos son tomados que determine el indicador de merma.
- Medir las variables involucradas en el indicador de merma.
- Analizar los datos obtenidos en los puntos críticos que fueron decididos en el proceso.

- Mejorar la recolección de datos con herramientas recomendadas que faciliten la toma de datos.
- Control periódico de registro de pesos en cada ciclo de producción para el indicador de merma en la línea de pollos.

## **1.1 Marco teórico**

### **1.1.1 Merma**

La merma en procesos productivos se refiere a la pérdida de material o producto durante las etapas de producción, procesamiento o almacenamiento. En la industria avícola, estas pérdidas pueden derivarse de factores como el transporte, el sacrificio, el procesamiento y el almacenamiento. Según Pérez y Gómez (2018), "la merma representa un indicador clave para evaluar la eficiencia operativa y la rentabilidad de las empresas agroindustriales" (Pérez, Luis, & Gómez, Francisco, 2018).

El control de merma es particularmente relevante en la industria avícola, donde cada etapa del proceso puede contribuir a pérdidas considerables si no se implementan controles adecuados (Johnson, Richard, et al, 2020).

La línea de procesamiento de pollo comprende etapas que incluyen la recepción, el sacrificio, el escaldado, el desplume, el eviscerado, el corte, la clasificación y el empaquetado. Cada etapa del proceso presenta oportunidades para la pérdida de peso, ya sea por mala manipulación, fallas en el equipo o ineficiencia en el manejo de los recursos (Meat and Poultry Handbook, 2019).

#### **Etapas críticas en la línea de procesamiento**

- **Recepción:** Las pérdidas pueden ocurrir debido al estrés de las aves o al peso perdido durante el transporte.
- **Sacrificio y desplume:** Estas etapas son sensibles a la calibración del equipo y la capacitación del personal.
- **Corte y clasificación:** La merma ocurre por imprecisiones en los cortes o defectos en la maquinaria (Fernández, Juan, & López, María., 2021).

El diseño de una metodología efectiva para controlar la merma implica el uso de herramientas de análisis, recolección de datos y estrategias de mejora continua. Una metodología comúnmente utilizada es Lean Six Sigma, que combina la eliminación de desperdicios con la optimización de procesos (George, Michael, 2002).

Lean Six Sigma permite:

- Identificar puntos críticos donde se generan las mayores pérdidas.
- Implementar herramientas como SIPOC y la metodología DMAIC para diagnosticar y mejorar el proceso. Asegurar la sostenibilidad del sistema con capacitaciones y monitoreo continuo (Pyzdek, Thomas, & Keller, Paul., 2018).

La recolección de datos confiables en puntos clave de la línea de procesamiento es fundamental para calcular indicadores de merma. Según Johnson et al. (2020), "los sistemas automatizados, como balanzas tipo riel, pueden registrar datos en tiempo real y mejorar significativamente la precisión de las mediciones" (Johnson, Richard, et al, 2020).

Un indicador de merma es un parámetro clave que refleja la relación entre el peso perdido y el peso inicial del producto. Se calcula utilizando la fórmula:

$$\text{Indice de merma (\%)} = \frac{\text{Peso inicial} - \text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} * 100 \quad (1.1)$$

Estos indicadores permiten identificar áreas de mejora y evaluar la eficacia de las estrategias implementadas (Fernández, Juan, & López, María., 2021).

Los principales factores que impactan la merma incluyen:

1. Manipulación inadecuada: Puede causar daños físicos en el producto.
2. Fallas en el equipo: La falta de mantenimiento de maquinaria aumenta las pérdidas.
3. Capacitación insuficiente: Los operadores deben ser entrenados para minimizar errores en cada etapa del proceso (Pérez, Luis, & Gómez, Francisco, 2018).

El uso de tecnología avanzada es clave para minimizar la merma. Las balanzas tipo riel y los sistemas de monitoreo en tiempo real permiten registrar el peso de los productos en diferentes etapas del proceso sin interrumpir la línea productiva (Johnson, Richard, et al, 2020).

La integración de sistemas automatizados como:

- **Balanzas electrónicas:** Registra datos con precisión y reduce errores manuales.
- **Software de análisis de datos:** Facilita el cálculo de indicadores y genera reportes automáticos.

La capacitación es esencial para garantizar que los operadores entiendan y utilicen correctamente las herramientas implementadas. Fernández y López (2021) destacan que "un equipo bien entrenado puede reducir la merma hasta en un 20% al mejorar la manipulación del producto" (p. 112).

El control de merma no solo mejora la eficiencia operativa, sino que también aumenta la rentabilidad de la empresa. Además, contribuye a la sostenibilidad al minimizar el desperdicio de recursos. Según Pérez y Gómez (2018), "la implementación de metodologías de control de merma tiene un retorno de inversión significativo, especialmente en sectores con márgenes ajustados como la industria avícola" (p. 65).

### **1.1.2 Metodología DMADV**

La metodología DMADV, un pilar de Six Sigma, emerge como un enfoque estructurado y centrado en el cliente para el diseño y desarrollo de nuevos procesos, productos o servicios. Su objetivo primordial es asegurar que el resultado final no solo cumpla, sino que exceda las expectativas del cliente, garantizando la calidad y la satisfacción en cada etapa del proyecto (Carriel, 2014).

El acrónimo DMADV encapsula las cinco fases esenciales que guían esta metodología:

1. **Definir:** En esta fase inicial, el equipo del proyecto se sumerge en la comprensión profunda de las necesidades y deseos del cliente. A través de la recopilación exhaustiva de datos, que abarca desde información histórica relevante hasta la retroalimentación directa del cliente, se establecen los cimientos del proyecto. Se definen claramente los roles y responsabilidades del equipo, se elabora una carta del proyecto que articula las necesidades del cliente y se identifican las medidas críticas para la calidad (CTQ, por sus siglas en inglés) (Carriel, 2014).
2. **Medir:** La fase de medición se centra en la recopilación y el análisis de datos cruciales relacionados con las medidas CTQ definidas en la fase anterior. Se establecen métricas

de proceso robustas y se aplican métodos de medición confiables para obtener datos precisos y relevantes que servirán como base para el análisis y la mejora continua (Carriel, 2014).

3. **Analizar:** En esta etapa, el equipo de Six Sigma profundiza en el análisis de los datos recopilados durante la fase de medición. Se establecen líneas base para evaluar las mejoras del proceso y se identifican las áreas que tienen el mayor potencial de impacto en el resultado final. Se busca comprender las relaciones entre las variables y los factores que influyen en la calidad del producto o servicio (Carriel, 2014).
4. **Diseñar:** La fase de diseño es donde el equipo da vida al producto o servicio que satisfará las necesidades del cliente. Se desarrollan procesos optimizados y se realizan ajustes iterativos para garantizar que el resultado final cumpla con los estándares de calidad y las expectativas del cliente. Se busca la eficiencia, la eficacia y la innovación en el diseño del producto o servicio (Carriel, 2014).
5. **Verificar:** La fase final, pero no menos importante, es la de verificación. Aquí, el equipo recopila la retroalimentación del cliente sobre el producto o servicio diseñado y realiza los ajustes necesarios para asegurar la satisfacción total. Se establecen medidas CTQ adicionales para monitorear el rendimiento del producto o servicio a lo largo del tiempo y se implementa un proceso de mejora continua para garantizar la calidad y la satisfacción a largo plazo (Carriel, 2014).

### **1.1.3 BPM**

Las Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) son políticas implementadas para garantizar la calidad e inocuidad de los alimentos en toda la cadena de producción, distribución y comercialización. En Ecuador, la Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), bajo el Decreto Ejecutivo 3253, es la encargada de emitir los certificados de BPM, que aseguran el cumplimiento de principios de higiene en la manipulación, elaboración y almacenamiento de alimentos (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), 2020).

Los costos del certificado varían según el tamaño de la empresa, desde cinco salarios básicos para la industria hasta uno para artesanos. Los alimentos procesados se clasifican en tres niveles de riesgo:

- Riesgo A (alto): productos lácteos, cárnicos, aguas embotelladas, alimentos dietéticos, entre otros.
- Riesgo B (medio): cereales, frutas, legumbres, hortalizas, semillas y derivados.
- Riesgo C (bajo): cacao, salsas, especias, aceites, sopas deshidratadas, entre otros (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), 2020).

Los plazos de cumplimiento de las BPM variaron según el tamaño de la empresa y el nivel de riesgo, con extensiones de 18 meses para pequeñas industrias y microempresas, debido al bajo porcentaje de cumplimiento inicial. La implementación de las BPM busca garantizar alimentos de calidad e inocuos, contribuyendo al cambio de la matriz productiva en el país (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria (ARCSA), 2020).

#### **1.1.4 QFD**

El Despliegue de la Función de Calidad (QFD) es una metodología centrada en integrar las necesidades y expectativas de los clientes (Voz del Cliente - VOC) en las fases de diseño y producción. Desarrollada en Japón en los años 60 por Yoji Akao y Shigeru Mizuno, el QFD permite a las organizaciones traducir requisitos cualitativos de los clientes, como "seguro" o "ergonómico", en características técnicas cuantificables para el diseño de productos o servicios (Franceschini, Fiorenzo & Sergio Rossetto, 1998).

Una de las herramientas clave del QFD es la "Casa de la Calidad", una matriz que relaciona las necesidades de los clientes con los requisitos técnicos del diseño. Esta estructura gráfica se divide en áreas específicas como:

- Requisitos del cliente: Recopilados y clasificados según su importancia.
- Características técnicas: Elementos del diseño que satisfacen las necesidades del cliente.
- Relaciones y prioridades: Muestra cómo los requisitos del cliente se vinculan con las características técnicas y cómo estas se relacionan entre sí.

- Valores objetivo: Métricas para evaluar y garantizar el cumplimiento de los objetivos del diseño (Franceschini, Fiorenzo & Sergio Rossetto, 1998).

Entre los beneficios del QFD se destacan un mejor entendimiento de las necesidades del cliente, una estructura más clara para definir los requisitos, una asignación más eficiente de los recursos y mejoras basada en la retroalimentación, lo que permite a las organizaciones tomar decisiones estratégicas fundamentadas y optimizar la satisfacción del cliente (Franceschini, Fiorenzo & Sergio Rossetto, 1998).

### 1.1.5 Cartas de control

Las cartas de control son herramientas gráficas desarrolladas por Walter A. Shewhart en 1920, utilizadas para monitorear procesos y garantizar la validez de los resultados en laboratorios. Estas gráficas organizan datos cronológicamente y establecen límites definidos (límites de control y de acción) que permiten identificar variaciones en el desempeño del proceso y tomar decisiones oportunas para prevenir no conformidades (Delgado, 2023).

Existen dos tipos principales:

- **Cartas de control de exactitud:** Evalúan la desviación de los resultados respecto a un valor nominal o promedio establecido.
- **Cartas de control de precisión:** Miden la dispersión de los resultados mediante el análisis de rangos entre réplicas (Delgado, 2023).

Para construir estas cartas, se necesita establecer una muestra numérica entre 12 y 20 datos iniciales para calcular el promedio y la desviación estándar, lo que permite establecer los límites. Estos límites deben mantenerse fijos por un tiempo determinado y evaluarse periódicamente (Delgado, 2023).

Las cartas de control permiten detectar anomalías o patrones en los datos, como tendencias crecientes, disminuciones sostenidas o puntos fuera de los límites establecidos. Su análisis asegura que los procesos sean controlados y que las variaciones sean abordadas de manera eficaz, contribuyendo al aseguramiento de la calidad en los resultados obtenidos (Delgado, 2023).

### **1.1.6 KPI**

Los KPI de producción (Key Performance Indicators) son métricas clave que se utilizan para medir la eficiencia y el rendimiento de procesos esenciales dentro de una empresa, especialmente en el ámbito de la fabricación. A diferencia de las métricas generales, los KPI están directamente relacionados con objetivos estratégicos específicos, convirtiéndolos en indicadores clave del éxito o fracaso de las operaciones (Kuuse, 2023).

No todas las métricas califican como KPI, ya que estas últimas deben ser relevantes, medibles, alcanzables y útiles para evaluar el progreso hacia metas empresariales concretas. El enfoque en un número limitado de KPI generalmente no más de diez permite a las empresas mantener el análisis sencillo y efectivo, abordando áreas como eficiencia operativa, calidad, tiempos de entrega y costos (Kuuse, 2023).

Además, los KPI no son estáticos, ya que deben ser revisados y ajustados periódicamente para adaptarse a las necesidades cambiantes de la empresa y garantizar la mejora continua en los procesos. Su uso adecuado ayuda a optimizar recursos, reducir desperdicios, mejorar la productividad y satisfacer mejor las expectativas del cliente, asegurando un funcionamiento más eficiente y competitivo (Kuuse, 2023).

## **Capítulo 2**

## 2. Metodología.

El diseño del sistema de control de merma se hizo uso de la metodología Design for Six Sigma:

### 2.1 Definir

#### 2.1.1 Voz del cliente (VOC)

Para empezar con el diseño del sistema de control de merma se tuvieron reuniones con las partes interesadas de la empresa:

- Jefe de Gestión de riesgo
- Equipo de Gestión de riesgo
- Jefa de planta
- Supervisor de la línea de pollos

Después de escuchar sus comentarios, estos fueron registrados en una lluvia de ideas (Figura 2.1).

**Figura 2.1**

*Lluvia de ideas*



*Nota.* La figura muestra la lluvia de ideas obtenida del VOC

#### 2.1.2 Necesidades del cliente

Se agrupan las necesidades del cliente entre los interesados de la empresa:

Necesidades del jefe y del equipo de Gestión de riesgos:

- Conocer la merma de la línea de pollo
- Optimo nivel de merma que puede tener el producto final
- Reconocer puntos críticos para la obtención de datos
- Diseño interactivo de la herramienta para registrar los datos
- Asignar personal adecuado para recoger datos
- Informes con gran información de indicadores con la data recolectada

Necesidades de la jefa de planta y el supervisor de la línea de pollos:

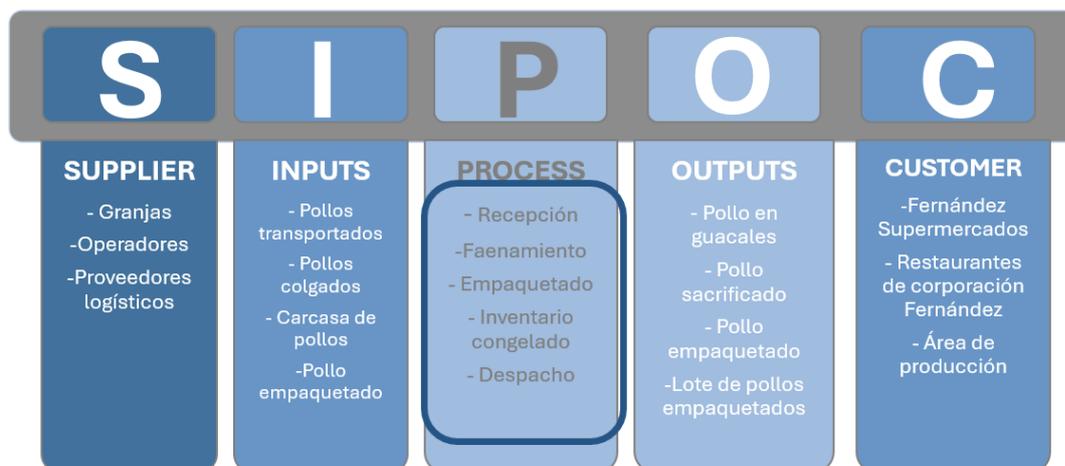
- Indicadores como eficiencia, rendimiento, merma
- Metodología que utiliza para registrar datos
- Conocer peso de la carcasa
- Manejar por área los indicadores
- No retrasar el tiempo de producción con la recolección de datos

### 2.1.3 S.I.P.O.C.

Se reviso el proceso, proveedores, clientes, ingresos y salidas del proceso, después de discutir las necesidades del cliente (Figura 2.2).

**Figura 2.2**

*SIPOC*



*Nota.* Diagrama SIPOC donde se denota el alcance del proyecto.

Se define el Alcance: Determinar una metodología que recoja los datos suficientes para obtener el indicador de merma dentro del proceso de pollo desde la recepción hasta el despacho.

### 2.1.4 Quality Function Deployment (QFD)

Se enlistaron las necesidades de las partes interesadas en una sola lista que englobe todas sus necesidades que reflejan las necesidades de la empresa (Figura 2.3).

- Saber el peso del pollo.
- Determinar la merma de pollo.
- Identificar puntos críticos donde más peso se pierde en el proceso.
- Saber que se pierde en cada producto.
- Determinar indicadores de merma basado en datos.
- Control de datos desde el inicio hasta el fin del procesamiento.
- Preparar reportes de indicadores de merma.
- Determinar que operadores recolectaran los datos.
- Fácil manejo para los operadores.

**Figura 2.3**

QFD

| <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: fit-content;"> <p>¿Qué?</p> <p>¿Cómo?</p> </div> |  | PRIORIDAD           | <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p>Cantidad de pesos registrados durante el procesamiento debe ser mayor o igual al 2% de la producción.</p> <p>Cantidad de indicadores en reporte final debe ser mayor o igual a 3</p> <p>Porcentaje de datos procesados en puntos críticos del proceso igual al 100% por día</p> <p>Registrar el 100% de los datos en la herramienta que ayudara a alcanzar el indicadores de merma</p> <p>Número de operadores entrenados para manejar la herramienta de registro de datos debe ser mayor o igual a 2</p> <p>Nivel de satisfacción cuando se interactua con la aplicación es mayor al 85%</p> </div> |     |     |     |     |     |   |
|--|--|---------------------|--|-----|-----|-----|-----|-----|---|
|  |  |                     | 1  | 2   | 3   | 4   | 5   | 6   |   |
| <b>Requerimientos del cliente</b>  |  |                     |  |     |     |     |     |     |   |
| 1  | Conocer el peso del pollo  | 9                   | 9  | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 1 |
| 2  | Determinar la pérdida de peso del pollo  | 10                  | 9  | 9   | 9   | 9   | 1   | 9   | 1 |
| 3  | Determinar una metodología para registrar datos e indicadores                              | 7                   | 3  | 9   | 3   | 9   | 9   | 9   | 9 |
| 4  | Identificar puntos críticos en el proceso con mayor pérdida de pesos para recolectar datos | 9                   | 9  | 3   | 9   | 3   | 3   | 3   | 1 |
| 5  | Saber que es desperdicio para cada producto  | 7                   | 3  | 1   | 1   | 1   | 1   | 1   | 1 |
| 6  | Determinar el indicador de merma basado en datos   | 10                  | 9  | 9   | 9   | 9   | 9   | 9   | 3 |
| 7  | Control de datos desde el inicio hasta el final del proceso                                | 9                   | 9  | 3   | 9   | 9   | 9   | 9   | 3 |
| 8  | Preparar reportes de indicadores de merma  | 9                   | 3  | 9   | 9   | 9   | 3   | 9   | 9 |
| 9  | Determinar que operadores recolectaran los datos   | 7                   | 1  | 1   | 1   | 1   | 9   | 9   | 9 |
| 10   | Fácil uso del sistema para los operadores  | 7                   | 1  | 1   | 3   | 3   | 9   | 9   | 9 |
| 11   |  |                     |  |     |     |     |     |     |   |
| 12   |  |                     |  |     |     |     |     |     |   |
| <b>EVALUACIÓN DE IMPORTANCIA</b>   |  | <b>ABSOLUTA</b>     | 506  | 480 | 560 | 548 | 512 | 362 |   |
|  |  | <b>RELATIVA (%)</b> | 17%  | 16% | 19% | 18% | 17% | 12% |   |

*Nota.* los requerimientos del cliente se convierten en especificaciones de diseño.

Estos requerimientos se transforman en especificaciones de diseño para el sistema de control:

- Cantidad de registro de pesos durante el procesamiento mayor al 2% de la producción.
- Cantidad de indicadores en los reportes finales mayor o igual a 3.
- Porcentaje de procesamiento de datos en puntos críticos del proceso igual al 100% por día.
- Registro del 100% de los datos en la herramienta que ayuda a lograr el indicador.
- Número de operadores capacitados para manejar las herramientas de registro de datos mayor o igual a 2.
- Nivel de satisfacción al interactuar con la aplicación superior al 85%.

### **2.1.5 Declaración de oportunidad**

Después de analizar los requerimientos y especificaciones de diseño se declaró la oportunidad:

*“Actualmente la compañía no cuenta con un sistema que controle la cantidad de los desperdicios por SKU en cada procesamiento en la línea de pollos, por ello se hará la recolección de datos en los puntos críticos durante todo el proceso desde la recepción hasta el despacho, para así identificar los procesos donde ocurren mayores desperdicios, mejorando la fiabilidad del indicador de desperdicio al usar datos confiables.”*

### **2.1.6 Restricciones de diseño**

Se establecieron restricciones debido a las capacidades limitadas de la empresa, estas fueron:

- Poco presupuesto
- Espacio limitado
- La falta de operadores de usar ciertas herramientas
- Muchas Operaciones son realizadas manualmente

### **2.1.7 Métricas de sostenibilidad**

#### **2.1.7.1. Pilar económico**

Reducir las pérdidas económicas debido a los desperdicios generados en la línea de procesamiento de pollos mediante la aplicación de la metodología correcta de recolección de datos.

$$\text{Ahorro por reduccion de merma}(\$) = (\text{peso recibido} - \text{peso despachado}) * \text{precio por kilogramo (1.2)}$$

Donde:

*peso recibido*: Cantidad de peso recibido por camión de pollos en la recepción de la planta (kg)

*peso despachado*: Cantidad de peso despachado a tiendas después de ser procesado en la planta (kg)

*precio por kilogramo*: Precio promedio por cada peso que se vende (\$/kg)

#### 2.1.7.2 Pilar social

Asignar al personal adecuado en todos los procesos involucrados en la línea de procesamiento de pollos, y para el nuevo sistema de medición de merma, para asegurar una satisfacción laboral adecuada se proponen encuestas con el valor más alto de 100 puntos para conocer el porcentaje de satisfacción.

$$\text{Indice de satisfaccion laboral (\%)} = \frac{\text{Puntaje total de la encuesta}}{100} * 100\% \text{ (1.3)}$$

#### 2.1.7.3 Pilar ambiental

Incrementar el uso de los desperdicios generados en la línea de procesamiento de pollos para reducir el impacto ambiental y el desperdicio de alimentos.

*Reduccion de merma promedio de pollos(\%)*

$$= \% \text{ de merma mes pasado} - \% \text{ de merma mes actual}$$

#### 2.1.8 Plan de recolección de datos

Se estableció un plan de recolección de datos, en donde se le solicito a la empresa una muestra de pollos para pesarlos al inicio del proceso y después seguirlos a través del procesamiento para ir tomando datos de pesos y saber cuánto mermo al pasar de un proceso a otro (Figura 2.4).

**Figura 2.4***Plan de recolección de datos*

| Nº | Qué  |                    |              | Dónde               | Cuándo                                       | Cómo   | Por Qué   | Factor de estratificación | Quién    | Estado      |
|----|--|--------------------|--------------|---------------------|--|--|---|---------------------------|----------|-------------|
|    | Operación  | Unidad de Medición | Tipo de Dato | Dónde recolectarlo? | Cuándo recolectarlo?                         | Método de recolección                                      | Por Qué recolectarlo?                               |                           |          |             |
| X1 | Peso en recepción de pollos                        | kg                 | Continuo     | Experimentación     | Cuando se haya faenado el 98% de los pollos  | Pesado   | Saber el peso del pollo con el que entra al proceso | Recepción                 | Operador | Recolectado |
| X2 | Peso de pollos al salir de pre-chiller             | kg                 |              |                     | Cuando el pollo entre al tubo de pre-chiller |  | Saber el peso hidratado del pollo                   | Empaquetado               | Operador | Recolectado |
| X3 | Peso de pollos al salir del Chiller                | Kg                 |              |                     | Cuando el pollo entre al tubo del Chiller    |  | Saber el peso hidratado del pollo                   | Empaquetado               | Operador | Recolectado |
| X4 | Peso del pollo al final de faenamiento             | Kg                 |              | Experimentación     | Cuando se haya faenado el 2% de la muestra   | Pesado   | Saber la pérdida de merma en el área de faenamiento | Faenamiento               | Operador | Recolectado |
| X5 | Peso del pollo en refrigeración                    | kg                 |              |                     | Cuando la muestra ha sido empaquetada        | Saber la pérdida de merma en el área de refrigeración      | Pesado  | Almacenamiento            | Operador | Recolectado |
| X6 | Peso del pollo antes de entrar a la cámara de frío | kg                 |              |                     | Desde la toma de datos                       | Saber cuanto peso entra a la cámara de frío                |   | Almacenamiento            | Operador | Recolectado |
| X7 | Peso de cortes Primarios                           | kg                 |              |                     | Cuando la muestra ha sido cortada            | Saber cuanto pierde el pollo cuando es cortado en 3 cortes |   | Empaquetado               | Operador | Recolectado |

*Nota.* Variables medidas para conocer los puntos críticos del proceso donde más merma se pierde.

## 2.2 Medir

Después de haber obtenido los datos de pesos en las áreas de faenamiento que se pueden apreciar en el Apéndice A y empaquetado en el Apéndice B y Apéndice C se obtuvieron los porcentajes promedios de merma.

**Tabla 2.1**

*Resultado de porcentajes promedio de merma/peso ganado*

| <b>Área/Proceso</b>                     | <b>Porcentaje de merma/Peso ganado</b> |
|---|--|
| Faenamiento/al final de todo el proceso | 26,08 %                                |
| Empaquetado/después de chiller          | 6 % (PESO GANADO)                      |
| Empaquetado/despresado                  | 3,99 %                                 |
| Despacho/refrigeración por 1 día        | 1,29 %                                 |
| Despacho/refrigeración por 2 día        | 1,80 %                                 |
| Despacho/refrigeración por 3 día        | 2,11 %                                 |

*Nota.* Porcentajes promedios obtenidos de la toma de datos

Según lo indicado en la tabla 2.1 se detectaron puntos críticos donde más variación de peso existe:

- Final de faenamiento
- Hidratación después del chiller
- Cortes por presas
- Días de refrigeración de la carcasa del pollo

## **2.3 Propuestas de diseño**

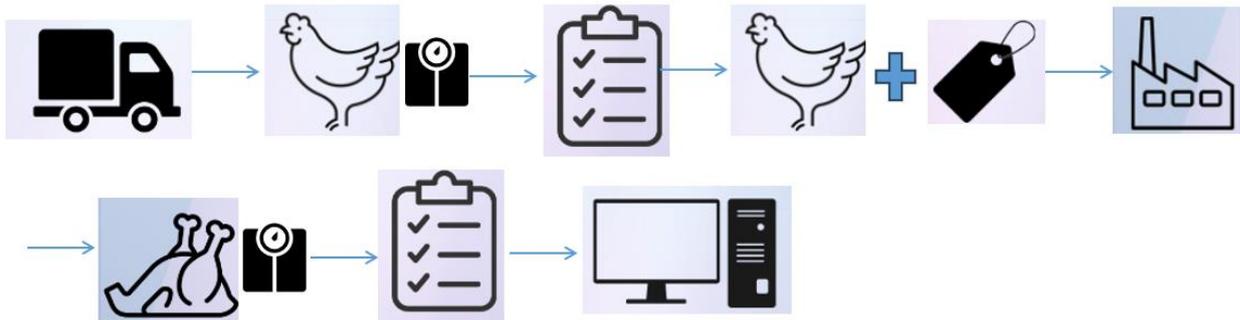
Se le presentó al cliente propuestas de diseño del sistema que cumplan con las especificaciones de diseño establecidas en el QFD de la figura 2.3 y las restricciones de diseño de la sección 2.1.6.

### **2.3.1 Propuesta de diseño de sistema de control de merma**

Se realizó la toma de datos sobre una muestra equivalente al 2% de los pollos procesados diariamente. Esto representa aproximadamente 50 pollos por cada lote de 2,600 aves transportadas en un camión hacia la recepción de la planta. En un día, se realizan en promedio seis viajes, aunque esta cantidad puede variar según la demanda. Se espera que en cada viaje se recojan datos de la muestra correspondiente, lo que resultará en un total de entre 300 y 400 pollos analizados diariamente (Figura 2.5).

**Figura 2.5**

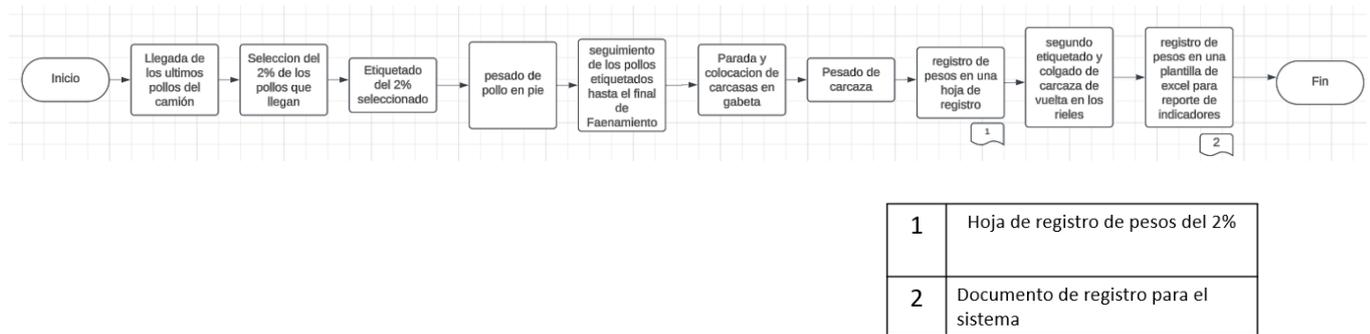
*Secuencia de toma de datos en faenamiento*



*Nota.* Figura muestra cómo se tomaría los datos de peso, y como se guardarían en un sistema para el principio hasta el fin de faenamiento.

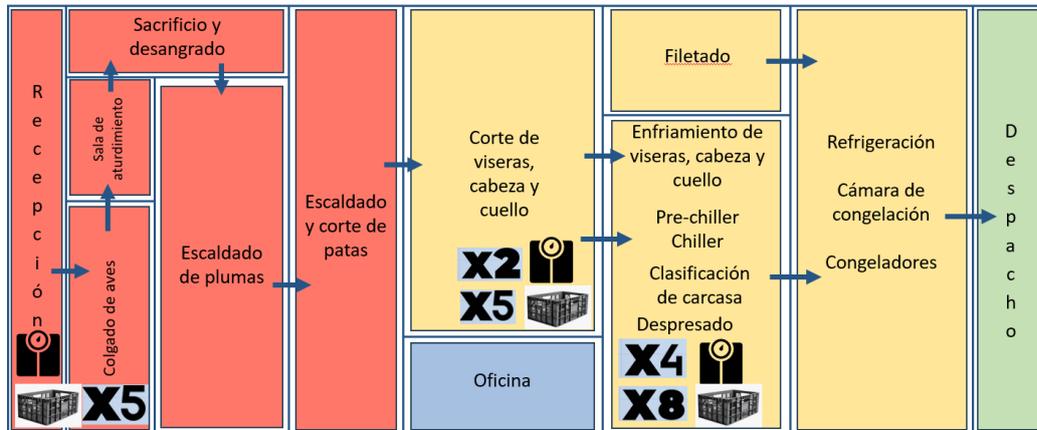
**Figura 2.6**

*Flujograma de procesos de toma de datos en el área de faenamiento*



*Nota.* Flujograma que muestra paso a paso como se tomaran los pesos de los pollos desde el principio hasta el final de faenamiento.

En la figura 2.6 se muestra el flujograma del proceso de la toma de datos de la muestra del 2% de pollos desde recepción hasta el final del proceso de faenamiento, muestra establecida en el QFD de la figura 2.3.

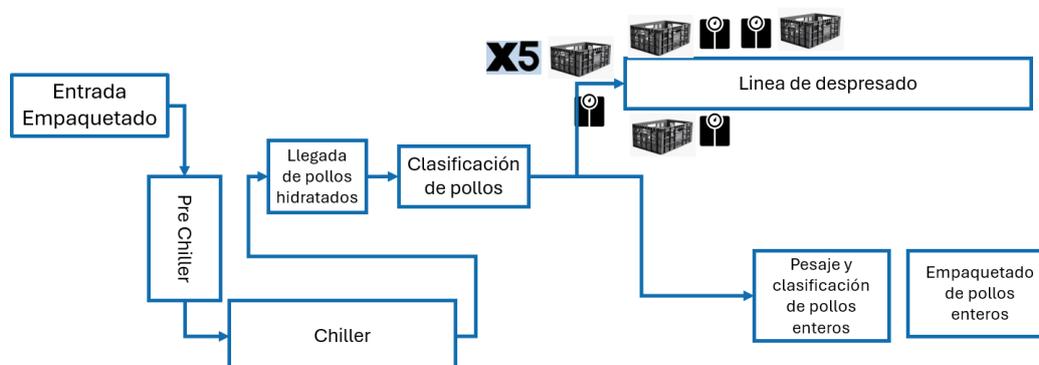
**Figura 2.7***Puntos nuevos de medición*

*Nota.* Mapa de la línea de procesamiento de pollos desde la recepción de pollos hasta despacho, donde se pueden ubicar los puntos nuevos de medición.

Se propuso ubicar los nuevos puntos de medición con los siguientes elementos (Figura 2.7):

- Recepción: 1 balanza, 5 gavetas para pollos.
- Al final de faenamamiento: 2 balanzas, 5 gavetas.
- Antes de despresado de pollos: 1 balanza, 5 gavetas.
- A los lados de la línea de despresado: 3 balanzas, 3 gavetas.

Los puntos nuevos de medición son puntos críticos donde más merma se produce, estos fueron identificados en la toma de datos en el Apéndice A, Apéndice B, Apéndice C y Apéndice D.

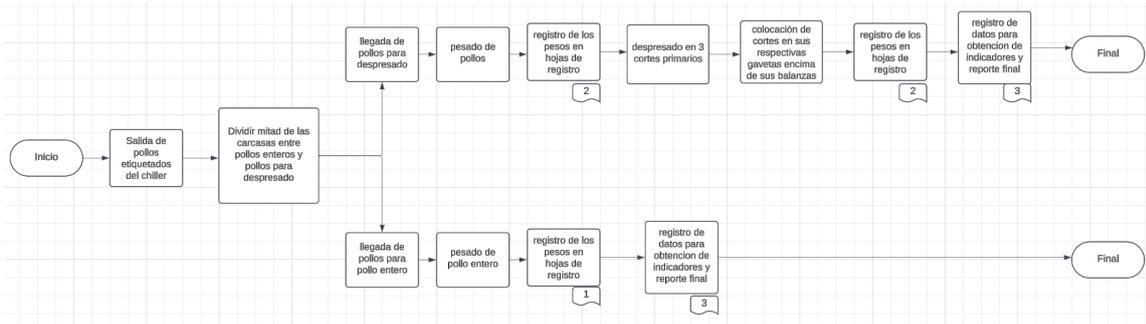
**Figura 2.8***Nueva Área de empaquetado*

*Nota.* Distribución del nuevo punto de medición en el área de empaquetado en la línea de despresado de pollo.

En el área de empaquetado se propuso colocar una balanza y 5 gavetas para los pollos que llegan a ser despresados, donde se les toma el peso antes y luego de realizarle los 3 cortes primarios (muslo, alitas y cadera) se colocan sus partes en sus respectivas gavetas que estarán a los lados encima de una balanza para registrar fácilmente los pesos (Figura 2.8).

**Figura 2.9**

*Flujograma de procesos de toma de datos en el área de empaquetado.*



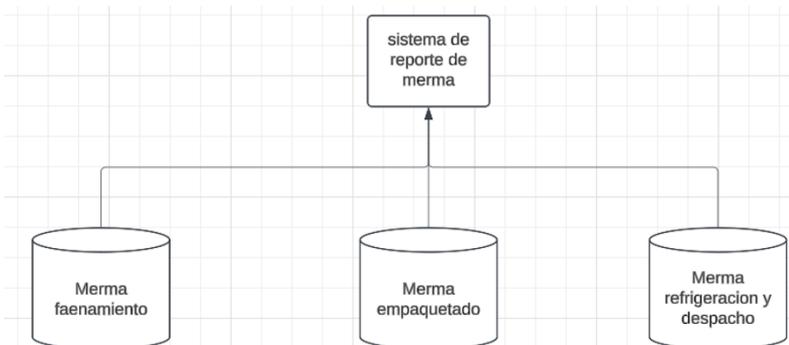
|   |   |
|---|---|
| 1 | Hoja de registro de pesos pollo entero          |
| 2 | Hoja de registro de pesos pollo para despresado |
| 3 | Documento de registro para el sistema           |

Nota. Flujograma que muestra paso a paso como se tomara los pesos de los pollos en el área de empaquetado.

Se propuso el proceso de toma de datos para el área de empaquetado (figura 2.9) de los pollos que entran desde el proceso de pre-chiller hasta que estos son empaquetados en el caso de los pollos enteros o son despresados.

**Figura 2.10**

*Sistema de reporte de merma*



Nota. El reporte de merma necesita utilizar la merma obtenida en faenamiento, empaquetado y refrigeración.

El reporte final utilizara los indicadores propuestos (Figura 2.10), utilizando los datos obtenidos en los puntos críticos de la figura 2.7.

### 2.3.2.1 KPIs

Se propuso 7 KPIs para los puntos del proceso donde se requiere calcular la merma:

$$\%merma \text{ en faenamiento} = \frac{P.p \text{ en la recepción} - P.p \text{ al final del sacrificio}}{P.p \text{ en la recepción}} \times 100 \quad (2.1)$$

Donde:

P.p = peso del pollo

$$\%Peso \text{ hidratado despues del chiller} = \frac{|P.p \text{ despues del chiller} - P.p \text{ al final del sacrificio}|}{P.p \text{ al final del sacrificio}} \times 100 \quad (2.2)$$

Donde:

P.p = peso del pollo

$$\%merma \text{ por cortes} = \frac{P.p \text{ despues del chiller} - \text{Peso total de las partes cortadas}}{P.p \text{ despues del chiller}} \times 100 \quad (2.3)$$

Donde:

P.p = peso del pollo

$$\%merma \text{ dia 1 en refrigeración} = \frac{P.p \text{ despues del empaque} - \text{Peso día 1 en refrigeración}}{P.p \text{ despues del empaque}} \times 100 \quad (2.4)$$

Donde:

P.p = peso del pollo

$$\%merma \text{ dia 2 en refrigeración} = \frac{P.p \text{ despues del empaque} - \text{Peso día 2 en refrigeración}}{P.p \text{ despues del empaque}} \times 100 \quad (2.5)$$

Donde:

P.p = peso del pollo

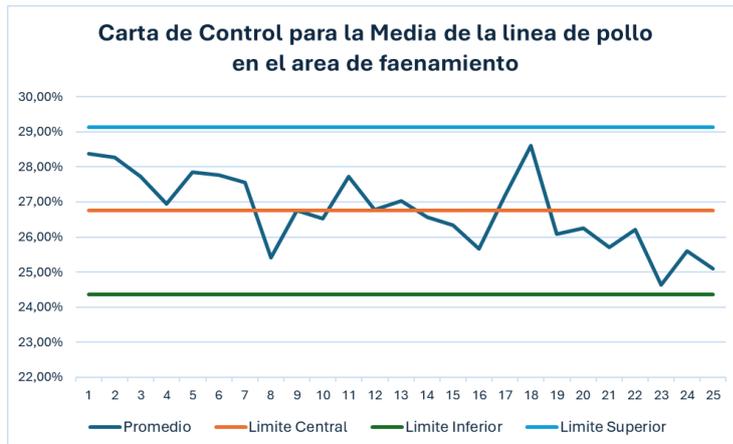
$$\%merma \text{ dia 3 en refrigeración} = \frac{P.p \text{ despues del empaque} - \text{Peso día 3 en refrigeración}}{P.p \text{ despues del empaque}} \times 100 \quad (2.6)$$

Donde:

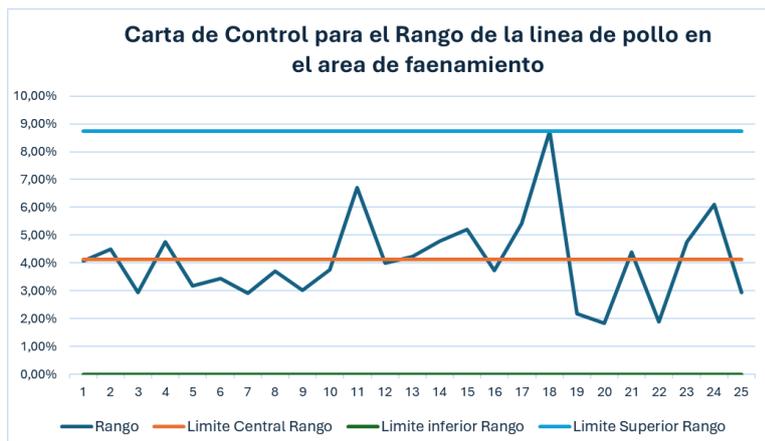
P.p = peso del pollo

### 2.3.2.2 Cartas de control

Se propuso la implementación de cartas de control para hacer detecciones tempranas de fallas en el proceso de faenamiento.

**Figura 2.11***Carta de control de medias*

*Nota.* Carta de control de medias para asegurar la calidad en el faenamiento.

**Figura 2.12***Carta de control de rangos*

*Nota.* Carta de control de rangos para asegurar la calidad en el faenamiento.

Se propuso a la empresa el uso de cartas de control de media y rango al evaluar la variación de merma en el área de faenamiento, esta variación se puede apreciar en el apéndice A.

### 2.3.3 Propuesta 2

Metodología híbrida con elementos digitales y manuales

Esta propuesta presenta una leve diferencia con respecto a la primera y es la utilización de una balanza de riel ubicada al terminar la etapa de faenamiento (Figura 2.13), facilitando la recolección de los datos en esa etapa, reduciendo el tiempo que se produce al retirar los pollos de la cadena de producción que

pasan a la etapa de empaquetado, a continuación, se muestra la balanza de riel que permitirá emplear esta solución.

### **Figura 2.13**

#### *Balanza digital de riel*



*Nota.* La balanza de riel facilitará la recolección de datos y reduce el tiempo de medición, incluyendo la poca manipulación del ave.

#### **2.3.4 Propuesta 3**

Metodología aplicando indicadores claves de rendimiento con elementos digitales.

La propuesta 3 para este problema definido es la implementación de elementos digitales (Figura 2.14) en toda la línea de la producción permitiendo recoger datos de manera continua, conociendo en tiempo real lo que sucede en la producción, reduciendo el tiempo de retraso ocurrido por medir en balanza móviles, se espera que esta solución se implemente a largo plazo debido a que la restricción de presupuesto impide tomarla como principal, a continuación se muestra el tiempo de balanza utilizada para esta propuesta.

**Figura 2.14***Balanza digital de riel*

**Nota.** Balanza con mayor capacidad de pesado y mayor exactitud en los pesos.

La propuesta de diseño seleccionada fue la opción 1, ya que cumple con las especificaciones establecidas y se ajusta a los costos definidos, garantizando una implementación viable y efectiva. Las opciones 2 y 3, si bien presentan beneficios a mediano y largo plazo, requieren mayores recursos y generan un impacto económico significativo. Por esta razón, se consideran alternativas futuras para mejorar la recolección de datos, optimizar las actividades de los operadores y preservar la calidad del ave al minimizar su manipulación.

## **Capítulo 3**

### 3. Diseño de propuesta de mejora

En esta sección se presenta el diseño y la planeación de la implementación de la propuesta 1, previamente seleccionada por el cliente en el capítulo 2, mostrando los entregables que se implementarán posteriormente en el capítulo 4.

#### 3.1 Sistema de control de merma

El sistema de toma de datos expone el proceso a seguir de los pollos dentro del proceso para un correcto seguimiento, toma y registro de datos, en la figura 3.1 indica que los pollos deben ser: etiquetados, pesados, seguidos y registrados.

**Figura 3.1**

*Sistema de toma de datos*



*Nota.* Metodología de toma de datos de los pollos dentro de la planta procesadora de carnes.

Se establecieron tareas y responsables para la implementación del nuevo sistema de control de merma en la planta (Figura 3.2).

**Figura 3.2**

*Tabla de asignación de tareas para la implementación del sistema*

| Tarea  | Responsable                          |
|--|--------------------------------------|
| Adquisición de equipos para medir pesos.         | Personal administrativo (Compras)    |
| Elaboración de una guía para el uso del sistema. | Líderes de proyecto (David y Carlos) |
| Implementación del sistema de control de mermas. | Personal Operativo                   |
| Capacitación del personal.                       | Líderes de proyecto (David y Carlos) |
| Pruebas piloto del sistema de control.           | Personal Operacional                 |
| Verificación de la implementación del sistema.   | Gestión de Riesgos (Cliente Clave)   |

*Nota.* Las tareas claves para la implementación del sistema son asignadas a cada responsable.

### 3.4.2 Diseño y panificación de cartas de control

Se desarrolló una plantilla en el software Office Excel donde al ingresar los datos de los pesos tomados, estos se convierten en cartas de control de media y rangos de los porcentajes de peso mermado en el proceso de faenamiento, la implementación de las cartas de control ayudara a tener alertas tempranas en caso de mermas que se alejen considerablemente de la media (Figura 3.3).

**Figura 3.3**

*Formato para obtener la carta de control*

| cartas de control |   |   |   |   |   |
|-------------------|---|---|---|---|---|
| pollos            |   |   |   |   |   |
| viaje             | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| 1.1               |   |   |   |   |   |
| 1.2               |   |   |   |   |   |
| 1.3               |   |   |   |   |   |
| 1.4               |   |   |   |   |   |
| 1.5               |   |   |   |   |   |
| 1.6               |   |   |   |   |   |
| 1.7               |   |   |   |   |   |
| 1.8               |   |   |   |   |   |
| 1.9               |   |   |   |   |   |
| 1.10              |   |   |   |   |   |
| 2.1               |   |   |   |   |   |
| 2.2               |   |   |   |   |   |
| 2.3               |   |   |   |   |   |

*Nota.* Los datos ingresados se transforman en cartas de control para medias y rangos

Para la implementación de las cartas de control se dejan establecidas los tamaños de muestra en la Figura 3.4.

**Figura 3.4**

*Tabla de características de las cartas de control*

| Items                                       | Cantidades                                  |
|---|---|
| Cantidad de subgrupos                       | 80 (10 subgrupos para cada viaje de camión) |
| Tamaño de los subgrupos (pollos)            | 5   |
| Cantidad de viajes de camiones              | 8   |
| Total de pollos                             | 400   |
| Personal a cargo de los gráficos de control | Supervisor de Faenamiento de pollos         |

*Nota.* Las cartas de control de media y rango fueron establecidas con 80 subgrupos, cada subgrupo tiene un tamaño de 5 muestras, como se esperan 8 viajes de camiones al día, en total se tendrá una muestra de 400 pollos.

### 3.4.3 Equipos necesarios para la implementación del sistema

Se estableció con el cliente los equipos necesarios para poner en marcha el sistema de control de merma con un aproximado de precios de compra, en la Figura 3.5 se puede apreciar más a detalle.

**Figura 3.5**

*Tabla de equipos y costos*

| Implementos                    | Unidad | Costo por unidad (\$) | Costo total (\$) |
|--------------------------------|--------|-----------------------|------------------|
| 7 balanzas (20Kg)              | 7      | \$ 93,00              | \$ 651,00        |
| Gavetas                        | 18     | \$ 7,00               | \$ 126,00        |
| Etiquetas de pollo (por viaje) | 100    | \$ 0,05               | \$ 5,00          |
| Licencia Excel                 | 2      | \$ 99,00              | \$ 198,00        |
| <b>Total</b>                   |        |                       | <b>\$ 980,00</b> |

*Nota.* La tabla especifica que equipos se necesitan, la cantidad y el costo total que representaría.

### 3.4.4 Cronograma de implementación

Se estableció con el cliente entregables y el tiempo (Figura 3.6) que estos requieran para ser ejecutados.

**Figura 3.6**

*Calendario de implementación*



*Nota.* Calendario de implementación con los entregables para la empresa.

### 3.4.5 Sistema de registro de datos

Para el registro de datos se realizaron 2 tipos de documentos, las hojas de registro y los documentos del sistema de registro.

#### 3.4.5.1 Hojas de registro

Las hojas de registro son documentos para imprimir y utilizar en los puntos de medición por parte de los operarios que toman los datos en los diferentes puntos de medición, con el fin de anotar el peso antes de un proceso y después de un proceso (Figura 3.7).

**Figura 3.7**

*Hoja de registro de pesos*

| Fecha:   |   |  |
|--|---|--|
| Nombre y Apellido:   |   |  |
| Nº de viaje:   |   |  |
| <b>Hoja de registro de pesos para pollos desde recepción hasta el final de Faenamiento</b> |   |  |
| Numero de muestra  | Peso de pollo antes de entrar al proceso (pollo en pie)(kg) | Peso del pollo al final de faenamiento(kg) |
| 1  |   |  |
| 2  |   |  |
| 3  |   |  |
| 4  |   |  |
| 5  |   |  |
| 6  |   |  |
| 7  |   |  |
| 8  |   |  |
| 9  |   |  |

*Nota.* Hoja de registro de pesos para pollos desde recepción hasta el final del proceso de faenamiento.

#### 3.4.5.2 Documentos del sistema de registro

Una vez los datos de los pesos en los puntos de medición son tomados, estos son registrados en los documentos de registro que se encuentra en la nube de la empresa y tienen acceso para registrar los datos los supervisores de las respectivas áreas (Figura 3.8).

**Figura 3.8**

*Documento de registro de pesos*

| Registro de pesos para pollos desde recepcion hasta el final de Faenamiento |   |  |                    |                                   |
|---|---|--|--------------------|-----------------------------------|
| Numero de muestra   | Peso de pollo antes de entrar al proceso (pollo en pie)(kg) | Peso del pollo al final de faenamiento(kg) | Diferencia de peso | Indicador de merma en faenamiento |
| 1   |   |  | 0,000              | #1D/W/0!                          |
| 2   |   |  | 0,500              | #1D/W/0!                          |
| 3   |   |  | 0,000              | #1D/W/0!                          |
| 4   |   |  | 0,000              | #1D/W/0!                          |
| 5   |   |  | 0,000              | #1D/W/0!                          |
| 6   |   |  | 0,000              | #1D/W/0!                          |
| 7   |   |  | 0,000              | #1D/W/0!                          |
| 8   |   |  | 0,000              | #1D/W/0!                          |
| 9   |   |  | 0,500              | #1D/W/0!                          |
| 10  |   |  | 0,000              | #1D/W/0!                          |
| 11  |   |  | 0,000              | #1D/W/0!                          |
| 12  |   |  | 0,500              | #1D/W/0!                          |
| 13  |   |  | 0,000              | #1D/W/0!                          |

*Nota.* Documento de registro de pesos desde recepción hasta final de faenamiento que se encuentra en la nube de la empresa y tienen acceso los supervisores de área y Gestión de Riesgos.

**3.4.5.3 Documento general de registro de pesos**

Una vez los registros de los datos se completan en las áreas correspondientes, los datos son visualizados en un documento general de registro de pesos, donde el departamento de gestión de riesgo puede visualizar los datos de merma en cada una de las áreas (Figura 3.9).

**Figura 3.9 Documento general de registro de datos**

| TODOS LOS PESOS ESTÁN EN KILOGRAMOS |   |  |                    |                    |   |                    |                           |   |                    |                           |                                  |                    |                    |                                   |                    |                    |                                  |                    |                    | Merma total pollo entero |
|-------------------------------------|---|--|--------------------|--------------------|---|--------------------|---------------------------|---|--------------------|---------------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|-----------------------------------|--------------------|--------------------|----------------------------------|--------------------|--------------------|--------------------------|
| FAENAMIENTO                         |   |  |                    |                    | EMPAQUETADO                                 |                    |                           |   |                    |                           | ALMACENAMIENTO                   |                    |                    |                                   |                    |                    |                                  |                    |                    |                          |
| Numero de muestra                   | Peso de pollo antes de entrar al proceso (pollo en pie)(kg) | Peso del pollo al final de faenamiento(kg) | Diferencia de peso | Indicador de merma | Peso del pollo al salir del pre-chiller(kg) | Diferencia de peso | Porcentaje de hidratación | Peso del pollo al salir del chiller(kg) | Diferencia de peso | Porcentaje de hidratación | Peso de refrigeración primer día | Diferencia de peso | Indicador de merma | Peso de refrigeración segundo día | Diferencia de peso | Indicador de merma | Peso de refrigeración tercer día | Diferencia de peso | Indicador de merma |                          |
| 1                                   | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 2                                   | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 3                                   | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 4                                   | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 5                                   | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 6                                   | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 7                                   | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 8                                   | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 9                                   | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 10                                  | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 11                                  | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 12                                  | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 13                                  | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 14                                  | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 15                                  | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 16                                  | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 17                                  | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 18                                  | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 19                                  | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |
| 20                                  | 0,000   | 0,000                                      | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                                       | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                                   | 0,000              | #1D/W/0!                  | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                             | 0,000              | #1D/W/0!           | 0,000                            | 0,000              | #1D/W/0!           | #1D/W/0!                 |

*Nota.* Documento general de registro de datos donde se puede visualizar cuanta merma se produce al día en la planta.

## **Capítulo 4**

#### 4. IMPLEMENTACIÓN Y CONTROL

Para esta fase final, se trabajó en conjunto con el equipo de gestión de riesgos y los supervisores de planta para ejecutar el cronograma previamente establecido. Como parte de este proceso, se llevó a cabo una prueba piloto en la que se aplicó el sistema diseñado, permitiendo evaluar su funcionamiento y realizar los ajustes necesarios antes de su implementación definitiva.

##### 4.4 Implementación de equipos

Para los puntos de medición nuevos establecidos en la Figura 2.7 se implementaron balanzas en los puntos de medición.

#### Figura 4.1

*Balanza en punto de medición*



*Nota.* Balanza en el punto de medición en empaque a la salida del chiller.

#### 4.5 Elaboración de guía de pasos para el sistema

Se elaboró una guía detallada con los pasos necesarios para llevar a cabo la recolección de datos requerida por el sistema. A continuación, se presentan gráficos que ilustran las actividades necesarias para la toma de muestras.

**Figura 4.2**

*Flujo de las actividades para la recolección de datos*



*Nota.* Comienza desde la recepción, pesan al ave, registran de forma manual, etiquetan, procesamiento, peso durante el proceso, registro manual, finalmente se tabula los datos en el documento Excel.

#### 4.6 Implementación del sistema de merma

Tal como se mencionó previamente, los datos se registran manualmente en un formato impreso, para luego ser ingresados en el sistema computarizado.

**Figura 4.3**

*Recolección de datos con el personal operativo.*



*Nota.* Esta área es el final de faenamiento, para esta figura se tomó una muestra de 125 pollos.

#### 4.7 Capacitación para el registro de datos

La capacitación se llevó a cabo durante la prueba piloto, permitiendo que los supervisores accedieran a los datos, observaran cómo se desarrolla el proceso y registraran información relevante.

#### Figura 4.4

*Capacitación a supervisores y jefes de planta.*



*Nota.* La reunión se realizó con el fin de mostrar que resultados se obtiene con el documento que se registran los datos.

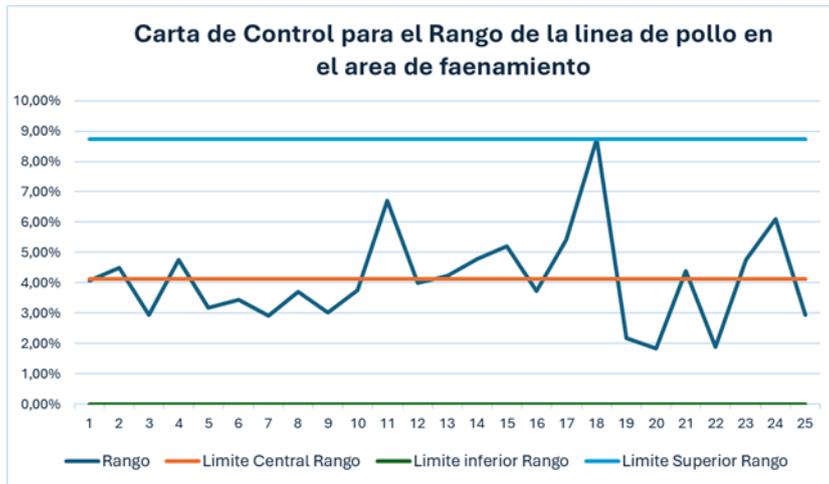
#### 4.8 Pruebas piloto del sistema

Durante la prueba piloto, se recopilaban datos mediante el ingreso de información en el sistema.

Las figuras presentan las cartas de control obtenidas en las figuras 4.5 y figura 4.6, que confirman que el proceso se encuentra bajo control, dado que los valores permanecen dentro de los límites superior e inferior establecidos.

**Figura 4.5**

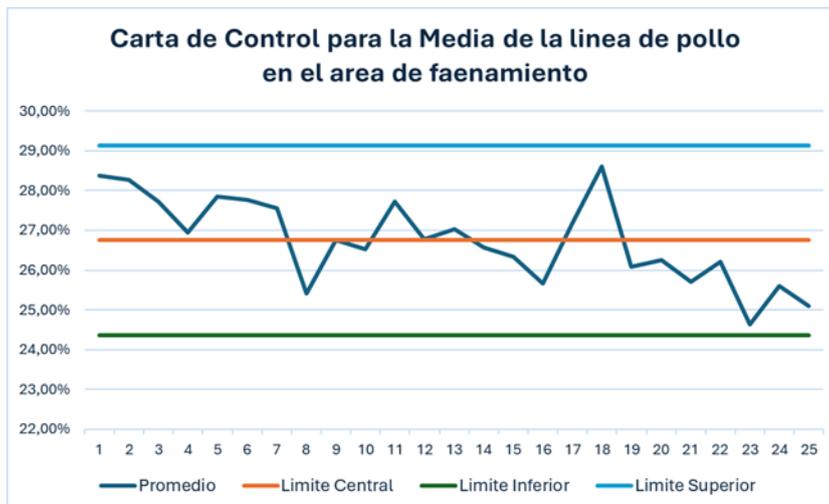
*Carta de control para el rango en el área de faenamiento.*



*Nota.* Muestra el rango de los pesos que tienen los pollos durante la muestra.

**Figura 4.6**

*Carta de control para la media en el área de faenamiento.*



*Nota.* La carta de control de medias valida la teoría que estima una merma aproximada del 25% durante el proceso de sacrificio.

## **5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.4 Conclusiones**

- El indicador de merma en faenamiento, cercano al 25%, coincide con valores teóricos e incluye sangre, plumas y órganos no comestibles.
- En este proyecto se implementó un sistema para controlar el indicador de merma del pollo durante su procesamiento, incluyendo herramientas de control que sirven para monitorear y gestionar desviaciones en tiempo real.
- El porcentaje promedio de hidratación es del 7%, y la merma en refrigeración alcanza el 2.52%, indicadores clave para la trazabilidad y mejora del proceso.

### **5.5 Recomendaciones**

- Para obtener datos más confiables, se recomienda realizar las muestras con mayor frecuencia, lo que incrementará la precisión y el nivel de confianza del indicador de merma.
- Designar personal responsable de garantizar la correcta digitalización de los datos recopilados.
- Fortalecer la trazabilidad del ave a lo largo de todo el proceso productivo, minimizando pérdidas que puedan afectar la calidad de los datos y los resultados finales.

## Referencias

- [1] Abanto Meléndez, V. C., & Warthon Ortiz, N. N. G. (2020). Propuesta de gestión estratégica al año 2023 para una empresa de industria alimentaria-Caso CRUZ CAMPO PERÚ SAC.
- [2] Agencia nacional de regulación, control y vigilancia sanitaria (ARCSA). (2020). Agencia nacional de regulación, control y vigilancia sanitaria (arcsa) [Online]. Obtenido en: <https://www.controlsanitario.gob.ec/las-bpm-garantizan-la-inocuidad-en-la-cadena-de-produccion-de-los-alimentos-procesados/>
- [3] Delgado, O. (2023). Sgc lab. Obtenido en: <https://sgc-lab.com/que-son-para-que-sirven-y-como-se-implementan-las-cartas-de-control-en-tu-laboratorio/>
- [4] Fernández, Juan, & López, María. (2021). Gestión avícola: teoría y práctica. En gestión avícola: teoría y práctica (pág. 95). Editorial agroindustrial.
- [5] George, Michael. (2002). Lean six sigma for dummies. En lean six sigma for dummies (pág. 45). Wiley publishing.
- [6] Guaita Pacheco, J. A. (2021). *Análisis de la productividad en los procesos de manufactura del grupo avícola LP Marcelo Pacheco Cia. Ltda. durante el periodo 2019-2020 ocasionada por el COVID-19 en la ciudad de Quito* (Bachelor's thesis).
- [7] Johnson, Richard, et al. (2020). Poultry processing operations. Crc press.
- [8] Kuuse, M. (19 de 04 de 2023). Mrpeasy. Obtenido en: <https://www.mrpeasy.com/blog/es/kpi-de-produccion/#:~:text=tener%20en%20cuenta-,%c2%bfqu%c3%a9%20es%20un%20kpi%20de%20producci%c3%b3n?,mejorar%20los%20procesos%20en%20cuesti%c3%b3n.>
- [9] Meat and poultry handbook. (2019). Operational guidelines for processing plants. En operational guidelines for processing plants (pág. 112). Food engineering publishing.
- [10] Organización de las naciones unidas para la alimentación y la agricultura (FAO). (2022). Obtenido en: <https://cienciaytecnologia.uteg.edu.ec/revista/index.php/cienciaytecnologia/article/view/681>

- [11] Pande, P. S., Neuman, R. P., & Cavanagh, R. (2000). The six-sigma way: how ge, motorola, and other top companies are honing their processes. McGraw-hill.
- [12] Luis Pérez, Francisco Gómez. (2018). Gestión de procesos agroindustriales. En gestión de procesos agroindustriales (pág. 45). Editorial técnica.
- [13] Thomas Pyzdek, Paul Keller. (2018). The six-sigma handbook. McGraw-hill education.
- [14] Snee R. D., Hoerl, R. W. (2003). Leading six sigma: a step-by-step guide based on experience with ge and other six sigma companies. Financial times prentice2 hall.
- [15] Socconini, L. (2023). Lssi lean six sigma institute. Obtenido en:  
<https://leansixsigmainstitute.org/es/explicacion-de-la-metodologia-dmaic-de-lean-six-sigma/>

## Apéndices

### APÉNDICE A

#### TOMA DE DATOS EN EL ÁREA DE FAENAMIENTO

| Nº de muestra de pollo | peso entrada del Pollo(kg) | peso despues de faenamiento(kg) | % de merma en faenamiento |
|------------------------|----------------------------|---------------------------------|---------------------------|
| 1                      | 3,058                      | 2,314                           | 24,33%                    |
| 2                      | 2,822                      | 2,070                           | 26,65%                    |
| 3                      | 3,138                      | 2,314                           | 26,26%                    |
| 4                      | 3,082                      | 2,330                           | 24,40%                    |
| 5                      | 2,764                      | 2,016                           | 27,06%                    |
| 6                      | 2,956                      | 2,240                           | 24,22%                    |
| 7                      | 2,390                      | 1,718                           | 28,12%                    |
| 8                      | 2,822                      | 2,036                           | 27,85%                    |
| 9                      | 3,346                      | 2,494                           | 25,46%                    |
| 10                     | 2,648                      | 2,016                           | 23,87%                    |
| 11                     | 3,116                      | 2,302                           | 26,12%                    |
| 12                     | 2,444                      | 1,814                           | 25,78%                    |
| 13                     | 3,080                      | 2,320                           | 24,68%                    |
| 14                     | 3,034                      | 2,284                           | 24,72%                    |
| 15                     | 3,062                      | 2,294                           | 25,08%                    |
| 16                     | 2,654                      | 1,986                           | 25,17%                    |
| 17                     | 3,024                      | 2,306                           | 23,74%                    |
| 18                     | 2,342                      | 1,752                           | 25,19%                    |
| 19                     | 2,704                      | 1,968                           | 27,22%                    |
| 20                     | 2,854                      | 2,126                           | 25,51%                    |
| 21                     | 3,222                      | 2,39                            | 25,82%                    |
| 22                     | 2,944                      | 2,126                           | 27,79%                    |
| 23                     | 2,852                      | 2,056                           | 27,91%                    |
| 24                     | 2,914                      | 2,044                           | 29,86%                    |
| 25                     | 2,426                      | 1,748                           | 27,95%                    |
| 26                     | 3,346                      | 2,51                            | 24,99%                    |
| 27                     | 3,182                      | 2,374                           | 25,39%                    |
| 28                     | 2,858                      | 2,084                           | 27,08%                    |
| 29                     | 2,74                       | 2,022                           | 26,20%                    |
| 30                     | 2,994                      | 2,154                           | 28,06%                    |
|                        |                            | <b>Average</b>                  | <b>26,08%</b>             |

## APÉNDICE B

### TOMA DE DATOS EN EL AREA DE EMPAQUETADO PARA EL SKU DE POLLO

#### ENTERO

| Toma de pesos despues de salir de faenamamiento y entrar a empaquetado, pasando por los procesos de Prechiller y Chiller |  |                                       |   |   |                                      |                                      |
|--|--|---------------------------------------|---|---|--------------------------------------|--------------------------------------|
| muestra de pollo N°  | peso entrada del Pollo desde recepción(kg) | peso antes de entrar a Prechiller(kg) | Peso despues de salir de Prechiller(kg) | % de hidratacion al salir de Prechiller | Peso despues de salir de Chiller(kg) | % de hidratacion al salir de chiller |
| 1  | 3,058                                      | 2,314                                 | 2,39                                    | 3%                                      | 2,4                                  | 4%                                   |
| 2  | 2,822                                      | 2,07                                  | 2,14                                    | 3%                                      | 2,19                                 | 6%                                   |
| 3  | 3,138                                      | 2,314                                 | 2,4                                     | 4%                                      | 2,47                                 | 7%                                   |
| 4  | 3,082                                      | 2,33                                  | 2,41                                    | 3%                                      | 2,42                                 | 4%                                   |
| 5  | 2,764                                      | 2,016                                 | 2,08                                    | 3%                                      | 2,18                                 | 8%                                   |
| 6  | 2,956                                      | 2,24                                  | 2,28                                    | 2%                                      | 2,34                                 | 4%                                   |
| 7  | 2,39                                       | 1,718                                 | 1,75                                    | 2%                                      | 1,79                                 | 4%                                   |
| 8  | 2,822                                      | 2,036                                 | 2,1                                     | 3%                                      | 2,14                                 | 5%                                   |
| 9  | 3,346                                      | 2,494                                 | 2,63                                    | 5%                                      | 2,72                                 | 9%                                   |
| 10   | 2,648                                      | 2,016                                 | 2,03                                    | 1%                                      | 2,11                                 | 5%                                   |
| 11   | 3,116                                      | 2,302                                 | 2,37                                    | 3%                                      | 2,45                                 | 6%                                   |
| 12   | 2,444                                      | 2,444                                 | 2,48                                    | 1%                                      | 2,51                                 | 3%                                   |
| 13   | 3,03                                       | 2,32                                  | 2,44                                    | 5%                                      | 2,53                                 | 9%                                   |
| 14   | 3,034                                      | 2,284                                 | 2,41                                    | 6%                                      | 2,42                                 | 6%                                   |
| 15   | 3,062                                      | 2,294                                 | 2,42                                    | 5%                                      | 2,43                                 | 6%                                   |
| 16   | 2,654                                      | 1,986                                 | 2,08                                    | 5%                                      | 2,13                                 | 7%                                   |
| 17   | 3,024                                      | 2,306                                 | 2,31                                    | 0%                                      | 2,33                                 | 1%                                   |
| 18   | 2,342                                      | 1,752                                 | 1,88                                    | 7%                                      | 1,95                                 | 11%                                  |
| 19   | 2,704                                      | 1,968                                 | 1,99                                    | 1%                                      | 2,05                                 | 4%                                   |
| 20   | 2,354                                      | 2,126                                 | 2,21                                    | 4%                                      | 2,22                                 | 4%                                   |
|  |  |                                       | Average                                 | 3%                                      | Average                              | 6%                                   |

## APÉNDICE C

## TOMA DE DATOS EN REFRIGERADOR

| CHICKEN | PACKAGED CHICKEN WEIGHT (KG) | REFRIGERATED WEIGHT FIRST DAY (KG) | PERCENTAGE OF WASTE FIRST DAY (KG) | REFRIGERATED WEIGHT OF THE SECOND DAY (KG) | PERCENTAGE OF WASTE SECOND DAY (KG) | REFRIGERATED WEIGHT OF THE THIRD DAY (KG) | PERCENTAGE OF WASTE THIRD DAY (KG) |
|---------|------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|--|-------------------------------------|---|------------------------------------|
| 1       | 2.3                          | 2.27                               | 1.30%                              | 2.26                                       | 1.74%                               | 2.26                                      | 1.74%                              |
| 2       | 2.25                         | 2.21                               | 1.78%                              | 2.20                                       | 2.22%                               | 2.20                                      | 2.22%                              |
| 3       | 2.21                         | 2.18                               | 1.36%                              | 2.17                                       | 1.81%                               | 2.16                                      | 2.26%                              |
| 4       | 2.33                         | 2.29                               | 1.72%                              | 2.29                                       | 1.72%                               | 2.28                                      | 2.15%                              |
| 5       | 2.29                         | 2.26                               | 1.31%                              | 2.25                                       | 1.75%                               | 2.24                                      | 2.18%                              |
| 6       | 2.14                         | 2.11                               | 1.40%                              | 2.10                                       | 1.87%                               | 2.09                                      | 2.34%                              |
| 7       | 2.31                         | 2.28                               | 1.30%                              | 2.26                                       | 2.16%                               | 2.25                                      | 2.60%                              |
| 8       | 2.32                         | 2.29                               | 1.29%                              | 2.28                                       | 1.72%                               | 2.27                                      | 2.16%                              |
| 9       | 2.19                         | 2.16                               | 1.37%                              | 2.15                                       | 1.83%                               | 2.14                                      | 2.28%                              |
| 10      | 2.29                         | 2.26                               | 1.31%                              | 2.25                                       | 1.75%                               | 2.24                                      | 2.18%                              |
| 11      | 2.24                         | 2.20                               | 1.79%                              | 2.19                                       | 2.23%                               | 2.18                                      | 2.68%                              |
| 12      | 2.16                         | 2.14                               | 0.93%                              | 2.13                                       | 1.39%                               | 2.13                                      | 1.39%                              |
| 13      | 2.23                         | 2.20                               | 1.35%                              | 2.18                                       | 2.24%                               | 2.17                                      | 2.69%                              |
| 14      | 2.19                         | 2.16                               | 1.37%                              | 2.15                                       | 1.83%                               | 2.15                                      | 1.83%                              |
| 15      | 2.24                         | 2.24                               | 0.00%                              | 2.22                                       | 0.89%                               | 2.21                                      | 1.34%                              |
| 16      | 2.21                         | 2.18                               | 1.36%                              | 2.17                                       | 1.81%                               | 2.16                                      | 2.26%                              |
| 17      | 2.26                         | 2.23                               | 1.33%                              | 2.22                                       | 1.77%                               | 2.21                                      | 2.21%                              |
| 18      | 2.29                         | 2.26                               | 1.31%                              | 2.25                                       | 1.75%                               | 2.24                                      | 2.18%                              |
| 19      | 2.21                         | 2.18                               | 1.36%                              | 2.17                                       | 1.81%                               | 2.17                                      | 1.81%                              |
| 20      | 2.28                         | 2.26                               | 0.88%                              | 2.24                                       | 1.75%                               | 2.24                                      | 1.75%                              |
| AVERAGE |                              |                                    | 1.29%                              |  | 1.80%                               |   | 2.11%                              |



## APENDICE E

### GUIA DE USO DEL SISTEMA DE CONTROL DE MERMA

# Enero 2025

#### Instructivo de uso del sistema de control de merma

El **sistema de control de merma** para la línea de pollos tiene como objetivo proporcionar a la empresa **datos precisos y confiables** sobre la variación de peso del producto en sus etapas más críticas. Con esta información, se pueden analizar las pérdidas y aplicar **correcciones oportunas** para optimizar el proceso.

El sistema incluye los siguientes **entregables**:

- **Cinco puntos de medición** ubicados estratégicamente en: recepción, final del proceso de faenamiento, salida del **chiller**, despique en tres cortes primarios (pechuga, alitas y muslos) y almacenamiento en refrigeración.
- **Sistema de etiquetado y toma de pesos** para un seguimiento detallado del producto.
- **Hojas de registro** para documentar los datos de peso en cada etapa.
- **Sistema de registro en la nube**, que permite un acceso centralizado y en tiempo real a la información.
- **Herramienta estadística** para la visualización y análisis de datos, facilitando la toma de decisiones.

Este sistema brinda a la empresa un control más eficiente de la merma, reduciendo pérdidas y mejorando la gestión operativa.

**5 puntos de medición: recepción, fin del proceso de faenamiento, salida del chiller, despresado en 3 cortes primarios, almacenamiento en refrigeración.**