



**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

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

**“Implementación de herramientas de control estadístico de  
procesos para la reducción de la variabilidad del peso neto en  
una empresa procesadora de alimentos”**

**PROYECTO DE TITULACIÓN**

**Previo a la obtención del Título de:  
MAGISTER EN MEJORAMIENTO DE PROCESOS**

**Presentada por:  
Cristina Estefania Gallardo Alvarado**

**GUAYAQUIL – ECUADOR**

**Año: 2023**

## **AGRADECIMIENTO**

Primero a Dios por darme salud, vida y la oportunidad de continuar preparándome. A la empresa por su predisposición y apertura a la mejora, los compañeros y docentes que me brindaron todo su apoyo para culminar la meta propuesta.

## DEDICATORIA

Este proyecto es para todos aquellos que me alentaron a continuar a pesar de las circunstancias y mantuvieron la fe en mí. Cada palabra de ánimo será recordada y agradecida infinitamente

# TRIBUNAL DE TITULACIÓN

---

**Ana Rivas F., Ph.D.**

**PRESIDENTE**

---

**Denise Rodríguez Z., Ph.D.**

**DIRECTOR DE PROYECTO**

---

**Ma. Fernanda López S., M.Sc.**

**VOCAL**

## **DECLARACIÓN EXPRESA**

“La responsabilidad del contenido de este Proyecto de Titulación, me corresponden exclusivamente; y el patrimonio intelectual de la misma a la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”

---

Cristina Estefania Gallardo Alvarado

## RESUMEN

El presente proyecto de titulación fue desarrollado en una empresa procesadora de camarón del tipo *Litopenaeus vannamei* que es referente en el mercado ecuatoriano por la venta de exportación a reconocidos supermercados alrededor del mundo. La empresa mantiene 6 subprocesos como recepción, clasificación, llenado, pesado, congelado y masterizado previo al almacenamiento en la bodega de producto terminado.

En la etapa de llenado y pesado se identifica que el proceso no está cumpliendo los estándares de la empresa establece con respecto a los límites de aceptación para el producto. Este proyecto tuvo como objetivo disminuir la variabilidad de los pesos netos por medio del control estadístico donde se aplicaron algunas de las herramientas de calidad planteadas en la metodología como son: diagrama SIPOC para definir el alcance y objetivo SMART, el procesamiento de la data recopilada entre el periodo de estudio a través del software estadístico Minitab por el uso de gráficas para interpretación de la situación inicial y siguiendo la metodología DMAIC para encontrar las razones, variables y determinar las posibles causas por las que el proceso no cumple las expectativas de tolerancia  $\pm 10$  como tolerancia a la presentación de 1800 gramos.

Posteriormente se determinó que los principales problemas presentados en la máquina clasificadora era el mal estado de herramientas para el proceso de pesado, falta de capacitación del personal para la actividad debido a los diferentes criterios de los mandos medios, falta de revisión al arranque del turno y falta de estandarización de valores de tolerancia y límites para el producto de acuerdo a la talla.

Luego de la etapa de análisis, se procedió a ejecutar el plan de implementación para eliminar los problemas con el desarrollo de modelos estadísticos que detecten las variables de afectación para el ajuste del proceso. Con la mejora implementada se logró mejorar la capacidad del proceso Cpk de -0,16 a 1,07, reducir la cantidad de camarones por empaque logrando un ahorro significativo y la aplicación de procedimientos de control para el proceso.

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN.....	6
ÍNDICE GENERAL .....	7
ABREVIATURAS .....	10
SIMBOLOGÍA .....	11
ÍNDICE DE FIGURAS.....	12
ÍNDICE DE TABLAS.....	14
CAPÍTULO 1.....	2
1. SITUACIÓN ACTUAL.....	2
1.1. Antecedentes.....	2
1.2. Descripción del proceso.....	3
1.3. Planteamiento del problema .....	4
1.4. Declaración del problema a resolver.....	5
1.5. Objetivos del trabajo de titulación .....	6
1.6. Cuantificación de beneficios .....	6
1.7. Metodología aplicada.....	6
CAPITULO 2.....	2
2. SITUACION INICIAL .....	2
2.1. Equipo del proyecto .....	2
2.2. Alcance del proyecto.....	2
2.3. Etapas del proceso .....	10
2.4. Caracterización del proceso.....	11
2.4.1. Reconocimiento de procesos operativos .....	11
2.4.2. Reconocimiento de procesos de limpieza y liberación de equipos .....	13
2.5. Medición de la Situación Actual del proceso .....	14
2.6. Plan de Recolección de datos.....	14
2.6.1. Peso neto de camarón .....	14
2.6.2. Talla de camarón.....	15

2.6.3. Recolección de datos del proceso .....	15
2.7. Capacidad del proceso .....	16
2.8. Desviaciones en el proceso .....	17
CAPITULO 3.....	10
3. ANÁLISIS DEL PROCESO .....	10
3.1. Análisis de causas .....	10
3.1.1. Diagrama Ishikawa.....	10
3.1.2. Matriz Causa Efecto .....	10
3.2. Plan de verificación de causas.....	25
3.2.1. Análisis Cinco Por qué .....	26
3.2.2. Resultante de Causas Raíces .....	28
3.2.3. Estandarización de peso neto .....	28
3.2.4. Prueba de repetibilidad y reproducibilidad (R&R) .....	28
3.2.1. En marcha.....	29
3.2.2. Experimentación.....	29
3.2.1. Plan de acción para la mejora .....	34
CAPITULO 4.....	36
4. MEJORAMIENTO DEL PROCESO .....	36
4.1. Implementación del plan de acción .....	36
4.1.1. Mejora cultural en el proceso.....	36
4.1.2. Mejora documental en el proceso.....	36
4.1.3. Mejora sistemática en el proceso .....	39
4.1.4. Mejora operativa en el proceso .....	41
CAPITULO 5.....	37
5. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONTROL.....	37
5.1. Resultados generales .....	37
5.2. Gráficas de control de resultados.....	45
5.3. Análisis de capacidad del proceso .....	48
5.4. Evaluación Financiera.....	49
5.4.1. Involucrados durante prueba.....	49

5.4.2. Involucrados durante implementación .....	51
5.4.3. Costos por implementación .....	52
CAPITULO 6.....	44
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	44
6.1. Conclusiones .....	44
6.2. Recomendaciones .....	55

## **ABREVIATURAS**

CP	Control de proceso por Dispersión.
CPK	Control de Proceso por Variabilidad.
DMAIC	Definir, Medir, Analizar, Mejorar, Controlar.
LCI	Límite de Control Inferior.
LCS	Límite de Control Superior.
LIE	Límite Inferior de Especificación.
LSE	Límite Superior de Especificación.
SIPOC	Supplier-Input-Process-Output-Customer.
SMART	Specific, Measurable, Achievable, Realistic y Timely.
SPC	Statistical Process Control.

## SIMBOLOGÍA

lb	Libras.
g	Gramos
kg	K
U	Under (bajo)

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1 Banda de inspección.....	4
Figura 1.2 Pesos netos por clasificadora .....	5
Figura 2.1 SIPOC de producción .....	10
Figura 2.2 Diagrama de flujo del proceso .....	10
Figura 2.3 Peso neto empacado .....	16
Figura 2.4 Informe de capacidad .....	16
Figura 2.5 Diagrama de Pareto por Código de producto.....	17
Figura 2.6 Diagrama de Pareto por Talla de camarón .....	17
Figura 2.7 Diagrama de Cajas de Clasificadoras .....	18
Figura 2.8 Gráfica de Intervalos de Peso Neto .....	18
Figura 2.9 Diagrama de Pareto de Clasificadoras.....	19
Figura 2.10 Diagrama de Pareto PN representativo.....	19
Figura 2.11 Gráfica de Peso Neto en C4 .....	20
Figura 2.12 Informe de Capacidad 6-1 Peso Neto .....	21
Figura 3.1 Diagrama Ishikawa .....	10
Figura 3.2 Causa Efecto .....	24
Figura 3.3 Ajuste para prueba.....	28
Figura 3.4 Informe de resumen R&R .....	29
Figura 3.5 Informe de variación R&R .....	30
Figura 3.6 Informe R&R ANOVA.....	31
Figura 3.7 Balanza X2SS.....	32
Figura 3.8 Correlación peso 30.....	33
Figura 3.9 Unidades vs. Peso 30/40 .....	33
Figura 3.10 Correlación peso 40.....	34
Figura 3.11 Unidades vs. Peso 40/50 .....	34
Figura 4.1 Guía de Calibración de máquina.....	36
Figura 4.2 Instructivo de limpieza de clasificadora .....	37
Figura 4.3 Capacitación documental.....	37
Figura 4.4 Documento de mejora documental .....	38
Figura 4.5 Ficha técnica de producto .....	38
Figura 4.6 Listado de personal de pesado .....	38
Figura 4.7 Verificación en el sistema .....	39
Figura 4.8 Análisis de Control de Calidad .....	39
Figura 4.9 Asignación de lote.....	40
Figura 4.10 Verificación diaria de balanzas.....	40
Figura 4.11 Reestructuración de equipos .....	41
Figura 4.12 Balanza Prix.....	42

Figura 5.1 Resultados R&R .....	37
Figura 5.2 Gráficas R&R.....	44
Figura 5.3 R&R Controlado.....	45
Figura 5.4 Unidades 2 vs. Peso 30/40 .....	46
Figura 5.5 Unidades 2 vs. Peso 40/50 .....	46
Figura 5.6 Peso neto 2 talla 30-40 .....	47
Figura 5.7 Peso neto 2 talla 40-50 .....	47
Figura 5.8 Capacidad de proceso 30/40 .....	48
Figura 5.9 Capacidad de proceso talla 40/50.....	49
Figura 5.10 Distribución de pesadores.....	51

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 .....	4
Tabla 2 .....	5
Tabla 3 .....	12
Tabla 4 .....	14
Tabla 5 .....	15
Tabla 6 .....	23
Tabla 7 .....	23
Tabla 8 .....	25
Tabla 9 .....	26
Tabla 10 .....	33
Tabla 11 .....	35
Tabla 12 .....	51
Tabla 13 .....	52
Tabla 14 .....	52
Tabla 15 .....	53
Tabla 16 .....	53

# CAPÍTULO 1

## 1. SITUACIÓN ACTUAL

### 1.1. Antecedentes

El procesamiento de alimentos representa uno de los principales ingresos económicos a nivel mundial. Específicamente en el sector acuícola, la demanda ha aumentado satisfactoriamente debido a la gran aceptación en el mercado local e internacional del camarón, que con el pasar de los años ha logrado posicionarse como uno de los principales ingresos no petroleros del Ecuador y cada año presenta un crecimiento en toneladas métricas exportadas.

El presente proyecto se desarrolla en una de las principales empresas de alimentos en la provincia del Guayas, la cual se desempeña en el giro de la producción y comercialización directa de camarón para exportación en el Ecuador.

La empresa inició actividades en 1982 con el cultivo de camarón en fincas hasta la venta final en el mercado de terceros, logrando ser el primer exportador ecuatoriano en el mercado estadounidense. En el año 2020 ya era considerada una de las mayores procesadoras y exportadoras de camarón, pero también se ve afectada por la pandemia ante el cierre de fronteras y servicios prioritarios en puertos y aduanas, por lo que establece nuevas alianzas con socios que le permiten obtener financiamiento y continuar las operaciones con la meta de aumentar a corto plazo la cuota de mercado.

Con relaciones comerciales con mercados extranjeros de Europa, Asia, África y América mantiene presencia en dos puntos de venta internacionales y uno en Guayaquil y cuenta con una planta procesadora situada en el sur de la ciudad y su mercado consta de principalmente, tres segmentos:

- Camarón entero HOSO, camarón cuidadosamente manipulado y clasificado por tallas inmediatamente después de la cosecha, el producto es congelado crudo. Sus clientes se centran en el mercado asiático y americano.
- Camarón Cola HSLO, camarón crudo que se obtiene al remover la cabeza del camarón, y el cuerpo permanece igual que el HOSO. Su demanda actual es variada entre continentes.
- Camarón Valor Agregado, camarón con un proceso extra luego de ser clasificado que forma una amplia cartera de productos que incluye camarones pre-cocidos y cocinados, empacados con la mejor calidad de materia prima. El principal mercado de este producto es la Unión Europea.

La empresa como resultado de su diversificación, hoy ofrece una gama de productos con varias presentaciones de empaque, diferente tipo de congelación, con

certificaciones reconocidas mundialmente para el procesamiento de alimentos de productos orgánicos y con alérgenos

En el año 2021, se encontraba en marcha la estrategia comercial para su crecimiento que implica la expansión de activos y con esto, la aceptación de un mayor número de clientes y pedidos, por lo que se vuelve más visible que no existe una gestión para clasificar y resolver adecuadamente los reclamos de los clientes.

Manteniendo una cultura orientada al cumplimiento de los objetivos estratégicos de excelencia, se mantuvo contacto con el equipo de ventas para obtener información relevante a las observaciones del cliente y entre los casos más frecuentes de los últimos meses, se reporta principalmente la variación en los pesos del producto. Los datos muestran que los pesos no cumplen con la especificación establecida en la ficha técnica de 1800 gramos, donde en la mayoría de los casos se visualiza que el total de gramos empacados es superior a lo establecido en el empaque para lo que se estima alcanzar una mejora significativa alineada a mantener el estándar de la compañía.

## **1.2. Descripción del proceso**

El producto para exportación que ofrece la empresa es recibido en bines que llegan de manera terrestre que procede a ser desembarcado para ser identificado y muestreado con los análisis de calidad de la materia prima.

Luego de ser analizado, se coloca a espera de asignación para proceso donde, con la ayuda de un montacargas son colocados en una tolva de alimentación con hielo para mantener la temperatura a  $-4\text{ }^{\circ}\text{C}$  y pasan a una banda de inspección, donde el personal remueve la materia extraña como peces, pedazos de madera, moluscos y separa las unidades que no cumplan con los parámetros establecidos de calidad y una vez revisado, pasa a una pequeña banda de transportación hacia la máquina, que previamente ha sido calibrada, para clasificarlos por las tallas más próximas a obtener; de acuerdo al peso promedio del gramaje del lote de la materia prima ingresada, ver figura 1.1.



**Figura 1.1 Banda de inspección**

Fuente: Autor

El camarón inspeccionado y clasificado, pasa a las líneas laterales de acuerdo a la talla en que será empacado para proceder a llenar las cajas que después son pesadas en balanzas según la presentación establecida, hasta ser sellado y colocado en los coches que los llevarán al túnel de congelación por 7 horas.

A la salida del túnel, las cajas son liquidadas para el cierre del lote y se procede a guardar en los cartones para su almacenamiento en la cámara de producto terminado hasta su embarque.

### **1.3. Planteamiento del problema**

Para el planteamiento del problema se realiza una serie de preguntas con la finalidad de definir el objetivo del proyecto, según la tabla 1 a continuación:

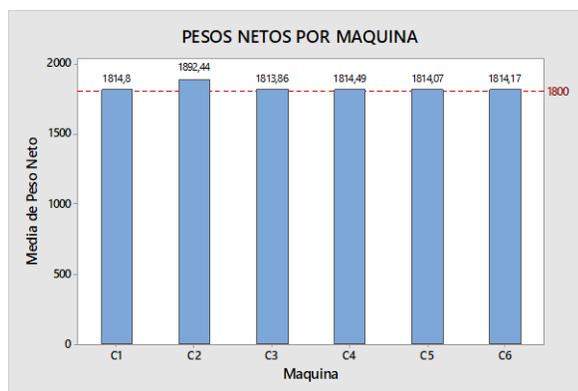
**Tabla 1**

**Preguntas para el planteamiento del problema**

Qué	Alta variabilidad en producto empacado
Dónde	Pesos netos de la clasificadora 4
Cuándo	Durante el primer trimestre del 2021
Qué tanto	14,21 gramos de diferencia
Cómo lo se	Superior al $\pm 10$ de tolerancia permitida

Fuente: Autor

En la figura 1.2, se muestra que los pesos netos empacados en las clasificadoras presentan resultados diferentes a lo esperado, por lo que se detecta la oportunidad de que la organización pueda reducir la variabilidad del peso neto y la pérdida de libras empacadas en exceso, alineando el peso del producto exportado con lo acordado entre el cliente y la empresa.



**Figura 1.2 Pesos netos por clasificadora**

Fuente: Autor

#### 1.4. Declaración del problema a resolver

Existe un incremento en el peso neto promedio del primer trimestre del año 2021, en 14,21 gramos sobre de la especificación que es el  $\pm 10$  de tolerancia permitido en la empresa empacadora de camarón. La tabla 2 muestra el objetivo SMART por sus siglas en inglés del problema a tratar.

**Tabla 2**  
**Objetivo SMART**

S	SPECIFIC (Específico)	Se va a medir el peso neto del camarón
M	MEASURABLE (Medible)	Se va a disminuir en 1% a partir del promedio actual.
A	ACHIEVABLE (Alcanzable)	Se proyecta obtener un valor de 1812 gramos en el promedio de peso neto en seis meses, estandarizando y controlando
R	REALISTIC (Realista)	Los 1812 gramos es un valor real obtenido dentro de las mediciones en meses anteriores
T	TIME (Tiempo)	Disminuir el peso neto desde abril a septiembre 2021

Fuente: Autor

## **1.5. Objetivos del trabajo de titulación**

### **Objetivo General**

Reducir la variabilidad en el peso neto de un producto en 1% aplicando herramientas de control estadístico de procesos.

### **Objetivos específicos**

- Desarrollar un análisis de situación actual con respecto a los parámetros de peso del producto.
- Identificar las causas críticas de la variabilidad del peso neto en el producto.
- Implementar planes de acción con el fin de reducir la variabilidad en la variable de peso neto.
- Validar resultados de mejora implementada para el control de la variable respuesta del peso neto del producto.

## **1.6. Cuantificación de beneficios**

El valor aproximado de la libra de camarón entero en talla referencial 30/40 es de \$11,50/Kg, por lo que con 7433,34kg empacados en seis meses, se obtiene una pérdida de \$85483,41al empacar producto en exceso.

La idea de aplicar una mejora en el proceso de pesado es aportar en la cultura de productividad y a un mejor desempeño de calidad en pedidos, al reducir las posibles desviaciones asociadas con temas operativos y mecánicos que generan pérdidas a la compañía.

## **1.7. Metodología aplicada**

Actualmente en el mundo corporativo es importante contar con un factor característico que haga resaltar la compañía sobre la competencia, por lo que cumplir con las necesidades y expectativas de los clientes es uno de los principales objetivos de las empresas (Orlandoni-Merli, 2012).

El planteamiento de metas retadoras y la implementación de proyectos de mejora continua se han vuelto más frecuentes, por lo que la aplicación a los sistemas de calidad se orienta a reducir la ineficiencia en los procesos, reducir reclamos por órdenes y la aplicación de garantías buscando entre otras cosas, el incremento en la satisfacción del cliente.

Conocer el objetivo, alcance y la variable de respuesta permite el levantamiento de información de los procesos vinculados mediante un Plan de Recolección de datos con el fin de obtener identificaciones y responsables definidos que tomen en cuenta las variables independientes y dependientes e información requerida para el mapeo del proceso.

La aplicación de técnicas, facilita la gestión de la mejora continua al identificar en cuál de los pasos se presentan síntomas con el uso no adecuado de los recursos que podrían generar limitantes en el proceso (Ruiz Carrillo & Pupo Francisco, 2017). Con la elaboración del Diagrama de flujo se obtiene una vista panorámica del proceso, datos obviados en el desempeño de las actividades diarias donde los criterios de los involucrados resulten influyentes (Green et al., 2010).

Dentro de las actividades con el equipo también se organizan reuniones, donde a través de la Lluvia de ideas se comparten motivos por los que puede darse un escenario en particular, junto al Diagrama de Causa-Efecto y el análisis de Cinco Por qué resuelven una serie de cuestionamientos que, con el uso de técnicas gráficas como la Espina de pescad, hacen visible el problema al permitir la relación de las posibles causas atribuibles a su origen y por medio del Diagrama del Pareto, poder organizar los datos en orden descendente por los pocos vitales y muchos triviales que explica el 80% de los efectos ocurren por el 20% de las causas totales.

Con la información recolectada se realiza el plan de verificación donde se validan los datos por medio de dos maneras, GEMBA que implica visitas aleatorias en sitio durante los días de producción o el análisis estadístico, donde se emplean herramientas de prueba de data que facilitan la interpretación, simulación que miden una característica de un proceso a través de una serie de muestras ordenadas cronológicamente que permiten sintetizar la información de una manera simple y clara.

El Control estadístico de procesos (SPC) integra disciplinas que generen diferentes alternativas de mejora y que pueden ser monitoreadas a largo plazo previo a una etapa de validación (Gaza Ríos et al., 2016), donde se comprueba la variabilidad de las causas que provocan que la calidad se vea afectada en un proceso. Las causas pueden ser de dos tipos, las conocidas como aleatorias que son la suma de causas inevitables de naturaleza irreversible y las causas asignables que no se eliminan desde su origen y pueden presentarse nuevamente en el futuro, por ende, estas últimas causas se consideran fuera de control estadístico y se requiere tomar acciones para su solución oportuna (Romero et al., 2018).

El estudio adquiere mayor dinamismo, con la generación de las Cartas de Control para la representación de la calidad en un determinado tiempo y facilita el soporte estadístico para analizar la variabilidad, comportamiento y capacidad del proceso dentro de los límites de control aceptados para la capacidad del sistema o línea (Bonilla et al., 2020).

La capacidad del proceso se refiere a la medida de ajuste a una especificación, tolerancia u objetivo en un producto o servicio por los requerimientos de un cliente. De acuerdo a Krajewski, Ritzman & Malhotra (2008), la herramienta SPC también indica que el proceso ha cambiado y dista de las especificaciones iniciales como al detectar los defectos en servicio o en el diseño de un producto a fin de corregir la situación o a su vez, para mostrar las mejoras del desempeño en los procesos críticos que aporten a nivel estratégico a la organización.

Mediante la prueba de Análisis de Capacidad y Normalidad se estudia si el proceso es capaz de lograr la meta establecida por la empresa en todas las tallas de camarón o es necesario estudiar cual es la que genera mayor impacto, para lo que la aplicación del Diseño de Experimentos consiste en determinar las pruebas a realizarse para obtener los datos requeridos y la manera en que se los analizará estadísticamente como una evidencia objetiva que conteste interrogantes relacionadas a un proceso que direcciona a la toma de acciones que resuelva un problema o logre una mejora, Gutiérrez & Román (2008)

## **CAPITULO 2**

### **2. SITUACION INICIAL**

#### **2.1. Equipo del proyecto**

Para cumplir los puntos mencionados en la sección 1.5, se conformó un comité de desarrollo de mejoras en planta para recolectar información y encontrar soluciones aplicables a las políticas internas con los involucrados como se indica a continuación:

- Directorio: El Gerente General de la empresa
- Patrocinador: Gerente de Producción
- Jefe de Proyecto: Jefe de Planta / Desarrollador del proyecto
- Propietario del proceso: Jefe de Línea / Supervisor de Producción

Los integrantes del comité solicitarán las facilidades para la gestión por medio de:

- Conversaciones directas con las pesadoras que utilizan las balanzas con el fin de obtener cuáles son las dificultades que han presenciado en el procesamiento de camarón.
- Conversaciones con personal técnico y de metrología para conocer el estado actual de los equipos de medición, estructura física y herramientas para el control y soporte en línea.
- Conversaciones con los supervisores de proceso para obtener información sobre los controles realizados en el monitoreo de los parámetros de calidad y a los protocolos de detección de inconformidades.

Los datos son proporcionados al Desarrollador del proyecto con la autorización del Gerente de Producción.

#### **2.2. Alcance del proyecto**

Para establecer el alcance del proyecto se utiliza la herramienta SIPOC con siglas en inglés (Supplier-Input-Process-Output-Customer). Con la herramienta se visualiza el inicio y fin del proceso de producción y sus elementos.

Se puede observar en la figura 2.1 que el alcance del proyecto implica el empaque del producto desde el llenado de camarón en la caja hasta el sellado para congelación y almacenamiento como producto terminado.

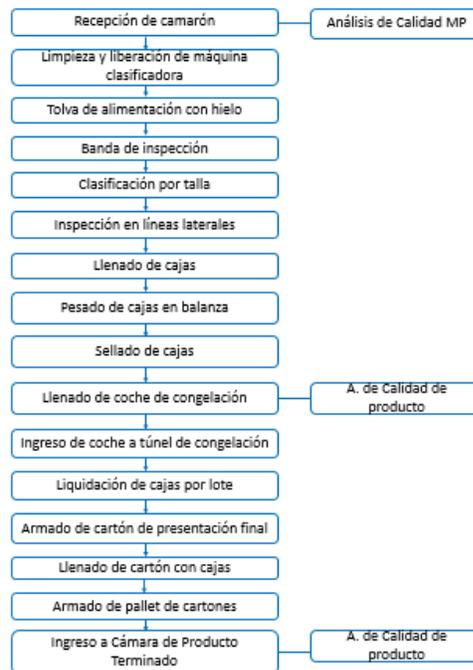


**Figura 2.1 SIPOC de producción**

Fuente: Autor

### 2.3. Etapas del proceso

El diagrama de flujo permite ver las etapas del procesamiento del camarón en la planta, ver figura 2.2 que muestra la relación de las operaciones con los controles establecidos.



**Figura 2.2 Diagrama de flujo del proceso**

Fuente: Autor

## **2.4. Caracterización del proceso**

### **2.4.1. Reconocimiento de procesos operativos**

Las líneas de proceso en las clasificadoras de camarón están conformadas por personal de Producción y son monitoreadas por el departamento de Control de Calidad.

El proceso de Control de Calidad mantiene las líneas dentro de los parámetros permitidos en relación a la ficha técnica de cada producto y la información de las diferencias que se presentan durante el proceso de producción es comunicada a jefaturas del departamento. Luego el Jefe en turno comunica a Jefatura de Producción y el Auditor de Procesos, para establecer la revisión del lote en la línea. Según lo revisado por todas las partes, se determina la acción a ejecutar para detener el coche que estaban llenando, bloquear el producto que estaban empacando con ese número de lote o procesar una concesión por las libras empacadas de la manera más rápida posible.

Lo antes mencionado genera un problema de eficiencia en los procesos debido al re-trabajo que implica que no se cumpla el procesamiento de los lotes por más de 6 horas desde su arribo en la recepción externa hasta su congelación, por lo que genera revisiones por notas de crédito que se emiten dado el incumplimiento a las políticas con los proveedores de la materia prima.

Los Jefes de Línea son los encargados de supervisar el proceso de clasificación y empaque en la máquina asignada. Al recibir la asignación correspondiente a un código de producto, da instrucciones a los operadores para organizar los puestos de trabajo en la línea y establecer la estrategia a aplicar de acuerdo a la cantidad de producto a procesar. Generalmente, cada máquina produce en promedio 4,500 libras por hora y opera durante dos jornadas al día en corridas de entre 9 a 11 horas. El grupo de Jefes de Línea tiene estudios formales de ingeniería.

El grupo de Monitores y Ayudantes de calidad son los encargados del control durante el proceso, siendo asignado un Monitor por cada dos máquinas de clasificación y un Ayudante por cada máquina y está conformado por personal con nivel profesional de ingeniería que tienen experiencia previa en el control de especificaciones organolépticas del camarón.

Como primera acción se considera la interacción con el personal de la línea que se encuentra durante el turno, donde, por medio de entrevistas con el personal de Producción, Calidad y Auditoría se obtiene información acerca del desarrollo de la jornada.

Por dos semanas se realizó una serie de entrevistas con tres Jefes de Producción y cuatro Jefes de Línea con el objetivo de conocer las novedades presentadas. La

metodología era de conversar con cada uno y que al final de la conversación, puedan dar su opinión por su experiencia. En promedio cada entrevista tuvo una duración de 15 minutos, donde se obtuvo la siguiente información:

- Cada jefe de línea realiza los procedimientos de calibración, distribución de personal en líneas de salida de producto y distribución de personal en llenado y pesado a su criterio.
- El método de pesado utilizado difiere entre grupos. Utilizan un rango diferente de aceptación para el mismo código de producto.

El personal de producción de las líneas realiza la limpieza de las herramientas que consiste en limpiar las superficies de las mesas de trabajo, las balanzas y los tamices para proceso, usando las salidas de agua potable y la vileda suministrada por el Jefe de Línea para la limpieza integral de toda la cubierta y partes externas del equipo. De esta investigación, se detecta que no hay cuidado con los elementos como las bases de las balanzas y mesas que se encuentran ubicados en las áreas de proceso y control. Estos elementos no están conformados por un solo cuerpo para evitar una posible pérdida de partes por el traslado entre áreas para la limpieza a realizar o el mantenimiento en equipos aledaños.

De la tabla 3 se obtiene un resumen sobre los resultados de apreciación del usuario con las actividades y puntuación individual que refleja los resultados de la primera sesión de entrevistas planificadas.

**Tabla 3**  
**Cantidad de fallas por percepción de personal**

PROBLEMAS IDENTIFICADOS POR COLABORADORES								
PROBLEMAS IDENTIFICADOS	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	TOTAL
Problema de uniformidad de MP	x		x			x		3
Conteo muy largo o muy corto	x			x				2
Producto mal clasificado		x			x			2
Destreza del personal en el pesado		x	x		x		x	4
Balanzas se dañan fácilmente	x	x	x	x		x	x	6
Variabilidad de pesos en la Orden de Empaque	x		x	x	x		x	5
Equipos des calibrados	x	x		x	x		x	5
Pantallas en mal estado		x	x		x	x		4
Falta de respuesta de cambio en balanzas	x	x		x		x	x	5
Rotación constante de personal	x	x	x	x	x	x		6

Fuente: Autor

En la segunda tanda de entrevistas, se escoge al personal de Calidad conformado por tres monitores y cuatro ayudantes para obtener la información durante el turno más largo. La entrevista se centró en las responsabilidades asignadas en su trabajo, donde se obtuvieron datos clave a considerar:

- Se designa un monitor por dos máquinas clasificadoras para el control de uniformidad y calidad del producto.
- Se designa un ayudante en la línea para el control de pesos del producto.
- Alto nivel de rotación del personal en el área de Calidad, personal aún en proceso de inducción figuraba como responsable de una máquina.

En la tercera tanda de entrevistas con los Auditores operativos, se establece contacto con dos colaboradores que realizan los controles en proceso y definen los siguientes puntos:

- El personal asignado a los puntos de control de pesado no es fijo, es decir que la rotación es frecuente en el turno y durante todo el ciclo de producción de 13 días.
- Los Jefes de Línea no retroalimentan a todo el personal sobre las especificaciones del producto procesado, según ficha técnica durante el turno de 11 horas.

#### **2.4.2. Reconocimiento de procesos de limpieza y liberación de equipos**

En la empacadora de camarón existe el departamento de Sanitización que tiene a cargo la limpieza de las áreas y máquinas clasificadoras. Entre cada ciclo de producción se realiza una limpieza y desinfección de una hora y posterior a ello, la liberación del área antes de proceso por el grupo de Inspectores HACCP del Departamento de Sistemas de Gestión de Calidad e Inocuidad (SGCI) que dura en promedio 10 minutos, donde evalúan las condiciones previas al arranque del turno. El nivel profesional del personal es de ingeniería.

El grupo de limpieza realiza los trabajos planificados por el Jefe de Limpieza al arranque en cada turno y en los dos o tres días de parada del proceso se realiza una limpieza profunda de las áreas y los equipos en general. Los colaboradores que realizan la función de limpieza de equipos y superficies se toman alrededor de 1 hora para desarmar la máquina y mover las piezas que integran el equipo, así como el desplazamiento y limpieza superficial de los mismos.

Se entrevistó a 2 Supervisores de Limpieza y 2 inspectores HACCP para conocer los principales puntos a considerar en sus actividades, relacionados al problema raíz y se ejecutó el acompañamiento en el desarrollo de sus tareas habituales.

De la actividad observada se detecta los siguientes puntos:

- El personal realiza un desplazamiento para desarmar los equipos, debido al espacio reducido entre las áreas y desconoce las partes de los equipos que lo conforman.
- El personal incluye un despliegue de agua desde la parte superior de la máquina que provoca la caída de agua hasta el piso y la superficie de las mesas de trabajo con balanzas y tamices no es cubierta en su totalidad.

## 2.5. Medición de la Situación Actual del proceso

Para obtener datos de la medición en la empresa procesadora de camarón, se dispone de los registros de los pesos netos de producto mediante el control realizado en las líneas de producción que se mantienen en el sistema PROSI de la compañía, donde se evidencia que el código de producto 5009 mantiene diferencias en el valor empacado.

Se presume que las diferencias están asociadas a controles operativos, error humano o incluso al aplicativo de la empresa que procesa la información.

## 2.6. Plan de Recolección de datos

Se establece una estrategia para el levantamiento de información estructurada de las variables de interés, por lo que se tomó la medición de las variables respuesta, dependientes y datos importantes para su tratamiento, ver tabla 4.

**Tabla 4**  
**Recolección de datos**

Dato a recolectar	Unidad de medida	Tipo de dato	¿Dónde recolectar?	¿Cuándo recolectar?	Método de observación	Método de recolección	¿Por qué recolectar?
Pesos netos	Gramos por talla	Cuantitativo continuo	Base de datos	Al inicio de la fase de medición	Entrevista	Histórico	Para poder medir la variable de precisión
Tallas de camarón	Entero	Cuantitativo continuo	Base de datos	Al inicio de la fase de medición	Entrevista	Histórico	Para poder determinar las medidas de la tendencia central

Fuente: Autor

### 2.6.1. Peso neto de camarón

Es el valor correspondiente al peso del camarón sin considerar el empaque de la caja.

### 2.6.2. Talla de camarón

Es el valor correspondiente a la cantidad de camarones por libra o kilo. El producto de mayor tamaño tiene de referencia los números menores de clasificación e incluso los denominados gigantes, utilizan la letra U o UN que significa Under (Bajo), por ejemplo: U/12 para expresar la talla. Por su parte la talla de menor tamaño corresponde a la que tiene un número más alto, como por ejemplo 150/200.

### 2.6.3. Recolección de datos del proceso

De la toma de información a través del sistema se establece que se rechazan ciertos datos que no proceden al análisis del proyecto de estudio, por lo que se creó un formato para administrar la información correctamente, ver tabla 5.

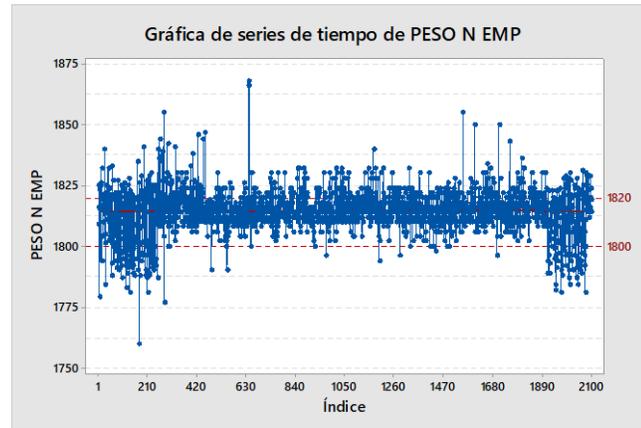
**Tabla 5**  
**Formato de recolección de datos**

MES	Maquina	Temp	pBruto	pNeto	UxCaja	UxKilo	codProd	Talla	Uniformidad

Fuente: Autor

Los datos a analizar son los pesos netos del producto entero, para los cuales es importante conocer mayor información.

El incumplimiento en el peso neto del producto empacado desde el primer trimestre del 2021 refleja que el 72,8% de los datos medidos no cumplen con la especificación debido a la dispersión, ver figura 2.3. Por lo que se evidencia una elevada variabilidad, siendo  $\pm 10$  gramos el valor tolerado por empaque.

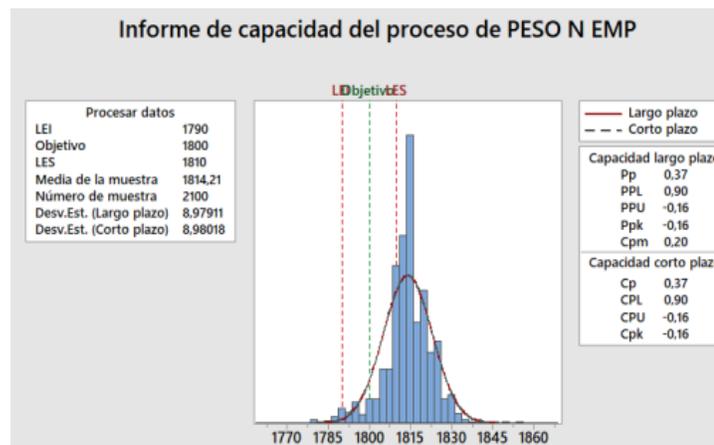


**Figura 2.3 Peso neto empacado**

Fuente: Autor

## 2.7. Capacidad del proceso

Se considera la imagen referencial del peso neto de la figura 2.3 para el dato del peso del producto empacado, obteniendo el peso promedio neto de 1814,21 gramos con una desviación estándar de 8,9 gramos y un valor de Cpk de -0,16 que indica que la media del proceso se encuentra fuera de especificaciones. Estos datos responden a la siguiente gráfica, figura 2.4.



**Figura 2.4 Informe de capacidad**

Fuente: Autor

## 2.8. Desviaciones en el proceso

Se estudia en todas las máquinas clasificadoras la mayor cantidad de libras procesadas por código de producto. El código 5009 mantiene un total de 13'226.865,00 libras por peso neto en varias tallas de camarón, ver figura 2.4.

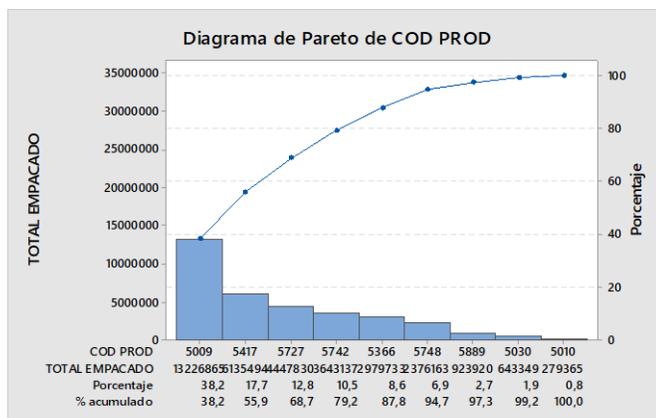


Figura 2.5 Diagrama de Pareto por Código de producto

Fuente: Autor

Se selecciona la talla 30/40 para establecer las políticas correspondientes a la presentación, al presentarse con mayor producción de libras en el peso neto empacado, ver figura 2.5.

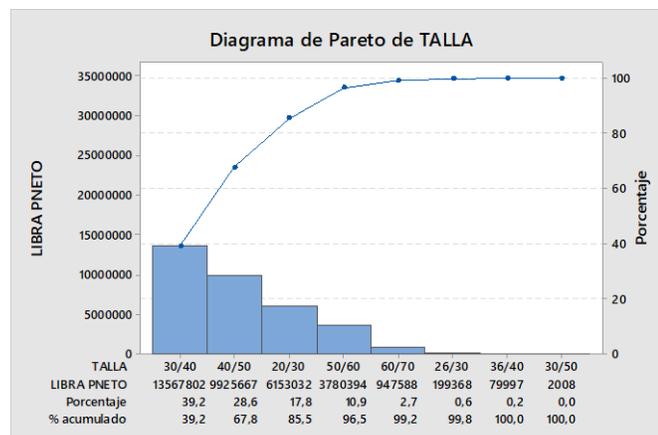
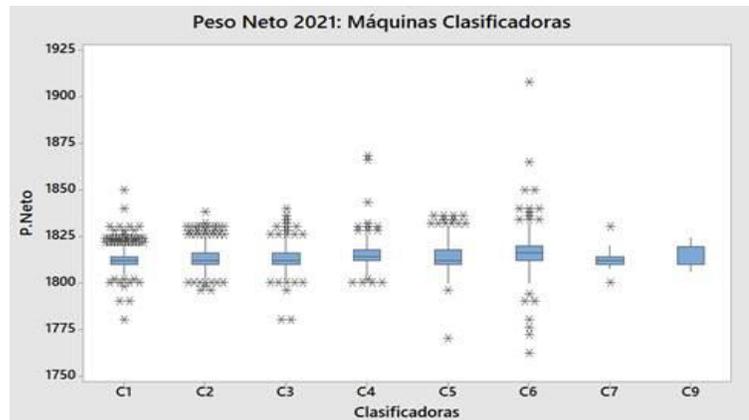


Figura 2.6 Diagrama de Pareto por Talla de camarón

Fuente: Autor

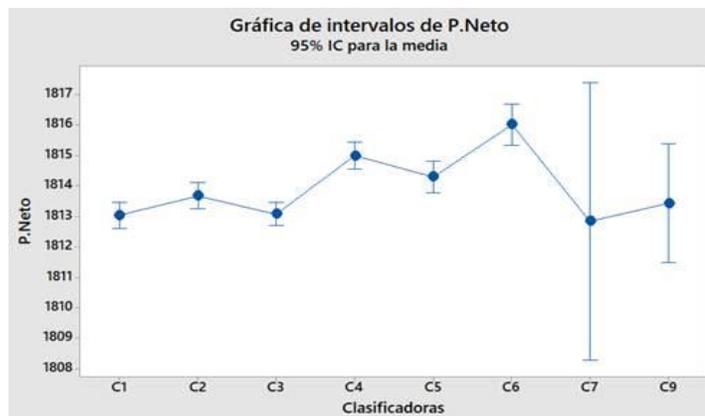
Los gráficos a continuación muestran los intervalos por máquinas con el 95% de confianza. El diagrama de cajas representa la variabilidad de que máquina presenta valores mayores a los futuros CTQs (Características Críticas de Calidad) que en corto/largo plazo son las observaciones que van a salir del límite superior propuesto. Ver figura 2.7. Puede observarse aquí que existe mayor dispersión entre los datos, donde el peso neto promedio en la clasificadora seis (C6) es mayor que en las demás categorías.



**Figura 2.7 Diagrama de Cajas de Clasificadoras**

Fuente: Autor

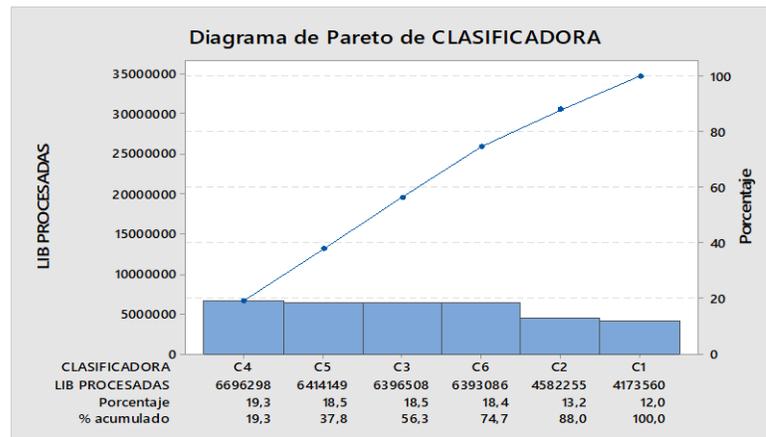
Se emplea el gráfico para estratificar la capacidad del proceso, se debe igualar las observaciones y con eso se discrimina de forma estadística los pesos netos de las máquinas clasificadoras 7 y 9, ver figura 2.8 para mayor detalle.



**Figura 2.8 Gráfica de Intervalos de Peso Neto**

Fuente: Autor

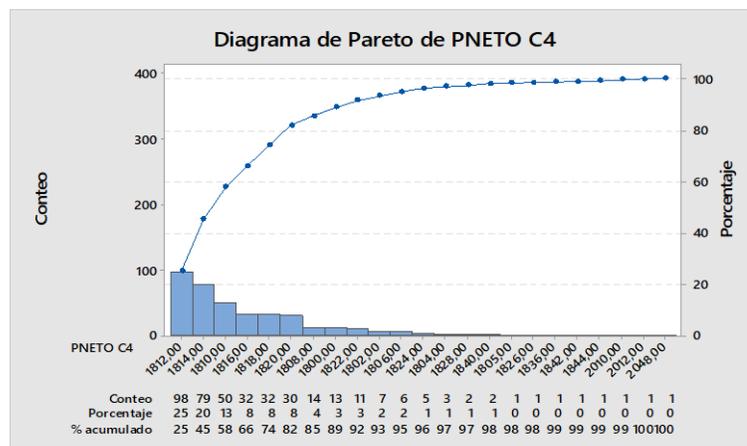
Para identificar la máquina clasificadora donde se desarrolla el estudio, se realiza un Diagrama de Pareto para visibilizar la mayor producción de la planta que será el modelo a seguir en las líneas de producción, ver figura 2.9.



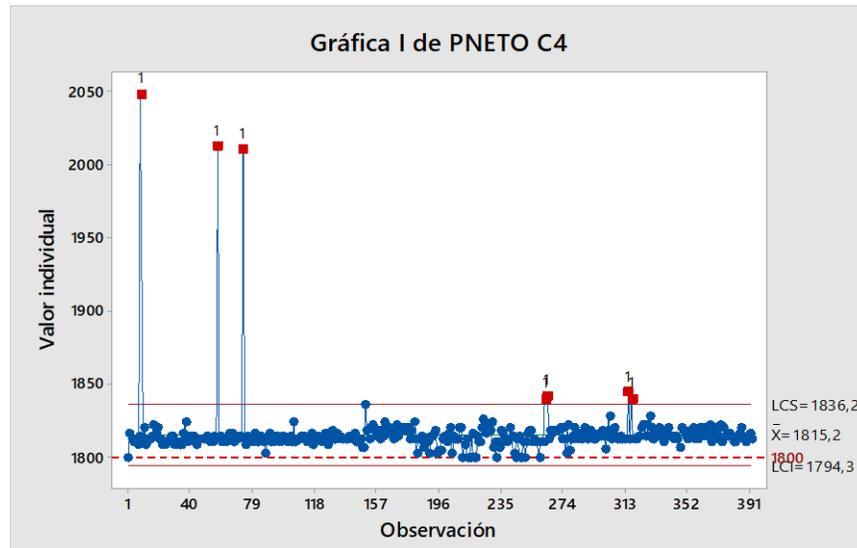
**Figura 2.9 Diagrama de Pareto de Clasificadoras**

Fuente: Autor

Se realiza un Diagrama de Pareto del peso neto más representativo empacado en la clasificadora C4 del estudio, donde corresponde a 1812 libras, ver figura 2.10. Este dato nos orienta a visualizar gráficamente que el 25% del exceso de peso neto empacado excede en dos gramos a lo parametrizado.



El producto 5009 destaca con el incremento de libras en el peso neto por empaque al superar en promedio 1815 gramos en la máquina clasificadora C4, es decir; 15 gramos más del peso neto, con un límite superior de 1836 gramos e inferior de 1794 gramos, según como se aprecia en la figura 2.11.



**Figura 2.11 Gráfica de Peso Neto en C4**

Fuente: Autor

Las gráficas Xbarra y S, se muestran por las clasificadoras (1 al 6) para observar la media y desviación estándar de toda la población, ver figura 2.11.

Al reflejar el histograma un desplazamiento a la derecha, no se puede calcular el nivel sigma, por ende, el número negativo de Cpk, ver figura 2.12. Por medio de la observación y desplazamiento de la media con un ligero ajuste, el número sigma podría incrementar a un valor cercano al doble actual.

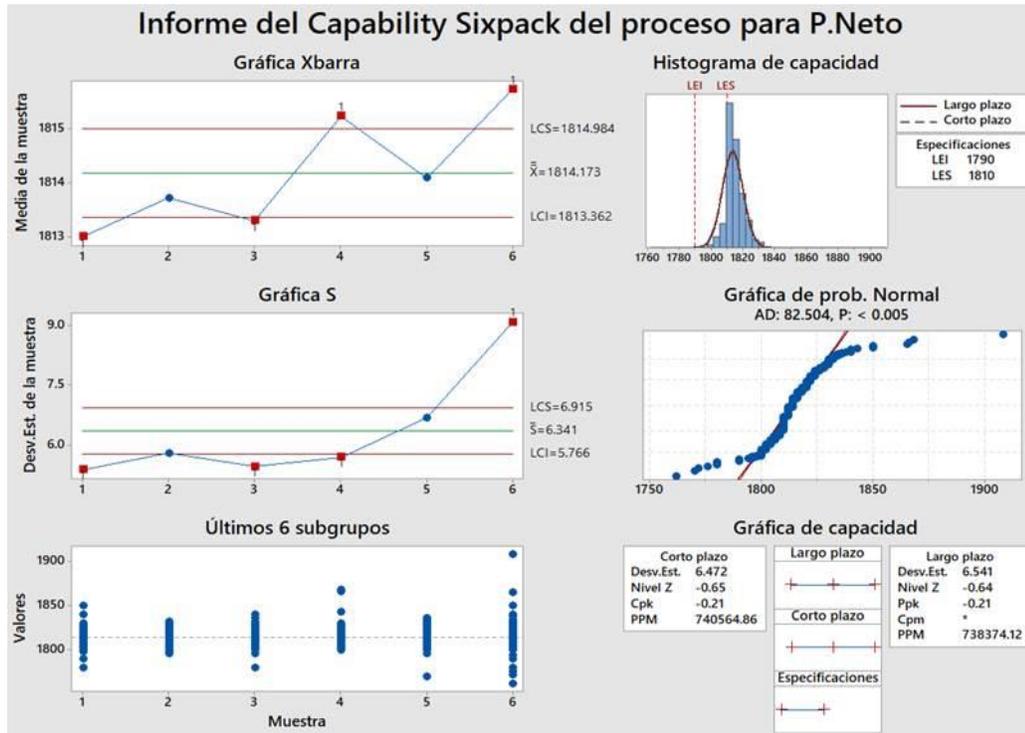


Figura 2.12 Informe de Capacidad 6-1 Peso Neto

Fuente: Autor

## CAPITULO 3

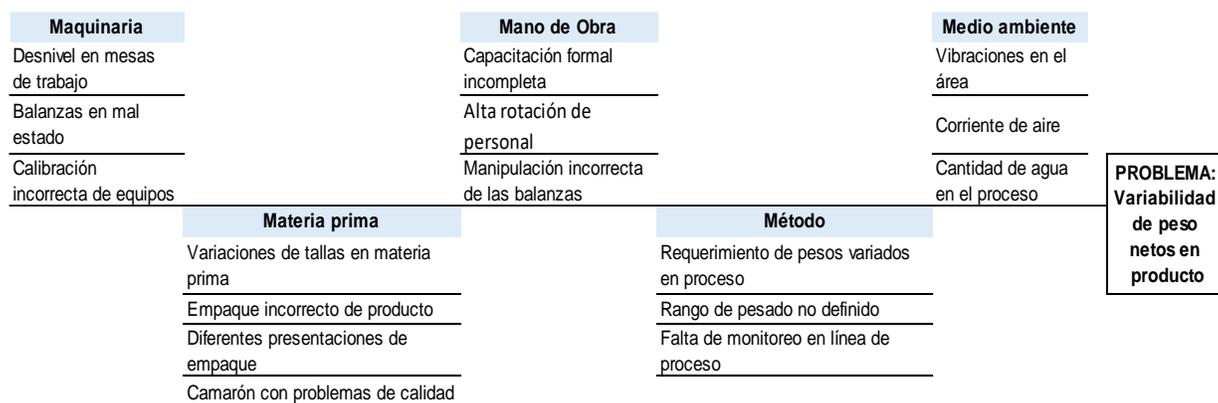
### 3. ANÁLISIS DEL PROCESO

Las herramientas de Ishikawa, Diagramas de Pareto, matriz de priorización y análisis de causa efecto con el objetivo de analizar la información y determinar la causa raíz que incrementa el peso neto en el proceso de pesado.

#### 3.1. Análisis de causas

##### 3.1.1. Diagrama Ishikawa

Con el planteamiento del problema es preciso identificar sus posibles causas, por lo que se involucró al comité para una sesión de trabajo donde se sostuvo una lluvia de ideas y se construyó un diagrama de causa-efecto, ver figura 3.1; donde se logra determinar que era necesario realizar un mapeo de todo el proceso



**Figura 3.1 Diagrama Ishikawa**

Fuente: Autor

##### 3.1.2. Matriz Causa Efecto

En las reuniones se identifica que algunas causas que pueden estar relacionadas con una posible causa raíz en común por lo que, bajo ese supuesto, se decidió implementar una matriz de evaluación bajo criterios de la frecuencia y el impacto que generan en el tema de estudio según la tabla 6.

**Tabla 6**  
**Criterios de Influencia**

CRITERIOS DE INFLUENCIA	
FRECUENCIA	IMPACTO
1 = DÉBIL	Influencia indirecta de un problema sobre otro
3 = MEDIA	Baja influencia directa de un problema sobre otro
9 = FUERTE	Alta influencia directa de un problema sobre otro

Fuente: Autor

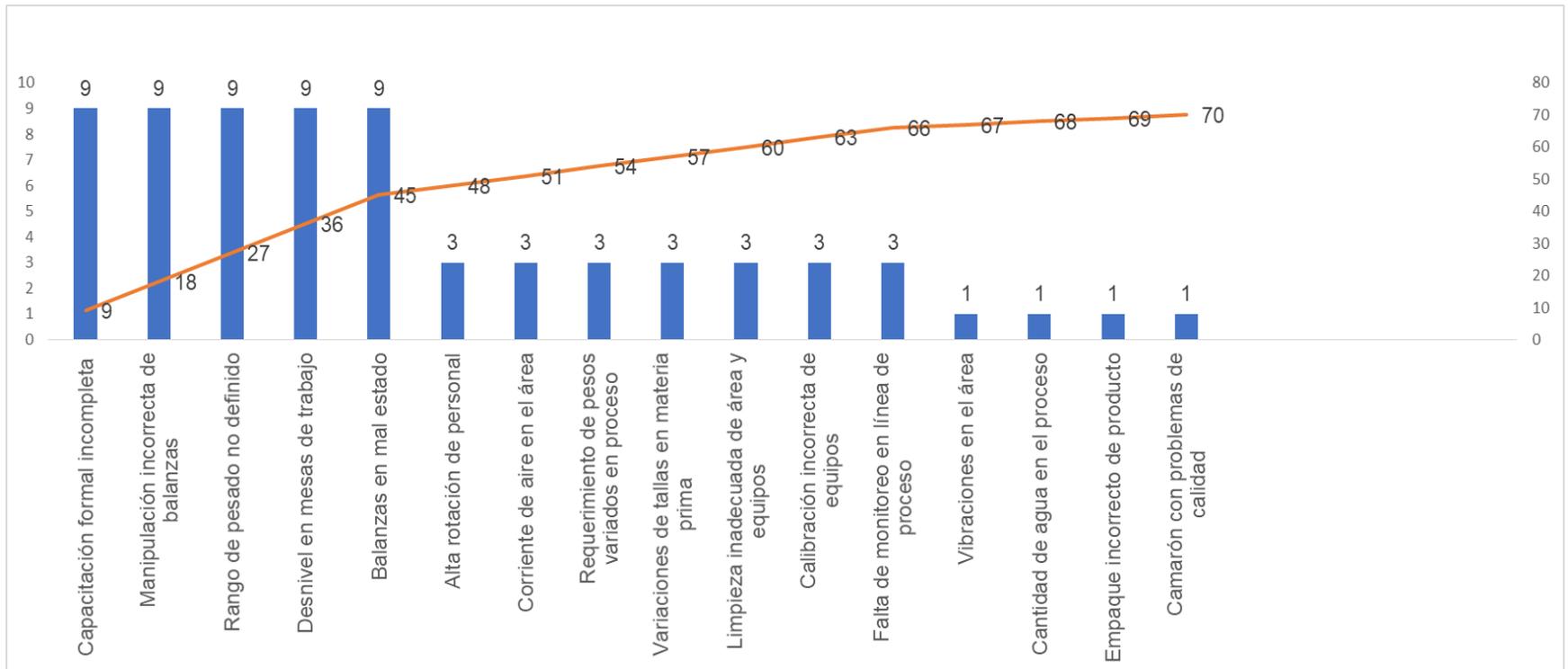
La tabla 7 muestra los fallos encontrados que afectan a la variable de salida Y.

**Tabla 7**  
**Matriz causa efecto**

MATRIZ CAUSA EFECTO		Variable de Salida Y
		Variabilidad de Peso Neto
VARIABLE DE ENTRADA XS	MANO DE OBRA	
	1 Capacitación formal incompleta	9
	2 Alta rotación de personal	3
	3 Manipulación incorrecta de balanzas	9
	MEDIO AMBIENTE	
	4 Vibraciones en el área	1
	5 Corriente de aire en el área	3
	6 Cantidad de agua en el proceso	1
	MÉTODO	
	7 Requerimiento de pesos variados en proceso	3
	8 Rango de pesado no definido	9
	9 Falta de monitoreo en línea de proceso	3
	MAQUINARIA	
	11 Desnivel en mesas de trabajo	9
	12 Balanzas en mal estado	9
	13 Calibración incorrecta de equipos	3
	MATERIA PRIMA	
14 Variaciones de tallas en materia prima	3	
15 Diferentes presentaciones de empaque en línea	3	
16 Empaque incorrecto de producto	1	
17 Camarón con problemas de calidad	1	
<b>TOTAL</b>		<b>70</b>

Fuente: Autor

De la matriz anterior de la tabla 7, se gráfica la figura 3.2 para verlas posibles causas identificadas con prioridad de atención.



**Figura 3.2 Causa Efecto**

Fuente: Autor

### 3.2. Plan de verificación de causas

Con las causas priorizadas se estructura un plan de validación de datos mediante la observación directa de registros en el sistema para las siguientes afirmaciones, ver tabla 8 a continuación:

**Tabla 8**  
**Plan de Verificación**

PLAN DE VERIFICACIÓN		
Causas Potenciales	Teoría sobre el impacto	¿Cómo lo verifico?
<b>Capacitación formal incompleta</b>	El procesamiento de la materia prima por un trabajador no capacitado aumenta la variabilidad del peso neto empacado en línea	Por GEMBA: Visualizar el desempeño de los trabajadores según nivel de experiencia en la empresa
<b>Rango de pesado no definido</b>	Los límites no establecidos en proceso aumentan la variabilidad de los pesos empacados en línea	<p>Diagrama y coeficiente de correlación entre las variables:</p> <p>Por herramienta estadística: Gráfica de control de variables</p> <p>Por herramienta estadística: Diagrama de dispersión y coeficiente de correlación</p> <p>Por herramienta estadística: Informe de Capacidad del proceso</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Variable: Estudio R&amp;R del peso neto</li> <li>- Variable: Cumplimiento de especificaciones de pesos de proceso</li> </ul> <p>Por GEMBA: Visualizar los límites de llenado con el fin de ver la posible causa de la variabilidad</p>
<b>Desnivel de mesas de trabajo</b>	A mayor inestabilidad de mesas por partes removidas en trabajos, mayor será la variabilidad de los pesos empacados en línea	<p>Por GEMBA:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Observación de la inestabilidad de mesas de trabajo en uso que causan variabilidad de pesos netos</li> <li>- Realizar preguntas cortas a los trabajadores de mantenimiento y limpieza y tomar fotos de las actividades que hacen los trabajadores</li> </ul>
<b>Balanzas en mal estado</b>	El desconocimiento de una correcta inspección al arranque genera que equipos en mal estado aumenten en la variabilidad de los pesos	Por GEMBA: Observación de las balanzas en mal estado

Fuente: Autor

### 3.2.1. Análisis Cinco Por qué

Las primeras tareas de las causas son las principales que analizamos como resultado de la figura 3.2, las siguientes corresponden a la tabla 8 donde se registraron con impacto medio al proceso, ver detalle en la tabla 9.

**Tabla 9**  
**Análisis Cinco Por qué**

<u>Ronda 1</u>	<u>Ronda 2</u>	<u>Ronda 3</u>	<u>Ronda 4</u>	<u>Ronda 5</u>	<u>Resultado del análisis</u>
<b>Por qué existe una capacitación formal incompleta?</b>	<b>Por qué asumen la experiencia del Colaborador?</b>	<b>Por qué es la directriz aplicada hace mucho tiempo?</b>			Establecer de una metodología de capacitación integral al personal de clasificadora.
Porque asumen la experiencia del Colaborador	Porque es la directriz aplicada hace mucho tiempo	Porque no existe una metodología para capacitación del personal			
<b>Por qué existe la manipulación incorrecta de balanzas?</b>	<b>Por qué no le enseñaron como hacerlo?</b>	<b>Por qué asumen experiencia y capacitación del trabajador?</b>	<b>Por qué han adquirido la metodología con el paso de los años?</b>		
Porque no le enseñaron como hacerlo	Porque asumen experiencia y capacitación del trabajador	Porque es la metodología que han adquirido con el paso de los años	Porque el trabajador registra experiencia en otra empacadora		Estandarizar los rangos de peso neto a empacar para cada producto en la línea por talla en la asignación de lote y pedido en la clasificadora.
<b>Por qué existe un rango de pesado diferente para el mismo código en las clasificadoras?</b>	<b>Por qué el criterio de calidad en proceso determina el porcentaje de aceptación en la clasificadora?</b>				
Porque el criterio de calidad en proceso determina el porcentaje de aceptación en la clasificadora	Porque el proceso no se encuentra estandarizado				Establecer un perímetro seguro durante la actividad que implica el distanciamiento óptimo y protección de los equipos aledaños durante la limpieza profunda que no afecten el proceso.
<b>Por qué se presenta un desnivel en las mesas de trabajo?</b>	<b>Por qué las mesas de trabajo de las máquinas de diferente altura son mezcladas?</b>	<b>Por qué algunas partes han sido removidas por ejecución de trabajos de limpieza?</b>	<b>Por qué el personal de limpieza realiza traslados de los equipos?</b>		
Porque las mesas de trabajo de las máquinas de diferente altura son mezcladas	Porque algunas partes han sido removidas por ejecución de trabajos de limpieza	Porque el personal de limpieza realiza traslados de los equipos	Porque requiere contar con espacio para el uso de químicos, equipos especiales, mangueras y caída de agua		

		<b>Por qué las mesas de trabajo se reasignaron al área sin realizarle ajustes?</b>			Asegurar las partes flojas y sensibles para mayor resistencia y reestructurar el equipo y herramienta según el diseño estándar de la mesa de trabajo de clasificadora.
	Porque fueron diseñadas para otro proceso y se reasignaron al área sin realizarle ajustes	Porque no se realizó una inspección del estado y funcionalidad de las mesas de trabajo en la nueva área			
<b>Por qué existen balanzas en mal estado?</b>	<b>Por qué los monitores de visualización presentan fallas de lectura de dígitos?</b>	<b>Por qué no se ha realizado el cambio oportuno de la balanza?</b>	<b>Por qué no se realiza una inspección de los equipos necesarios para la clasificación?</b>		Realizar los cambios respectivos en los equipos de manera oportuna con un plan de mantenimiento y verificación de áreas y equipos.
Porque los monitores de visualización presentan fallas de lectura de dígitos	Porque no se ha realizado el cambio oportuno de la balanza	Porque no se realiza una inspección de los equipos necesarios para la clasificación	Porque no existe un registro documentado		
<b>Por qué se presenta variaciones de tallas en materia prima?</b>	<b>Por qué el camarón no es clasificado totalmente?</b>	<b>Por qué el Jefe de Línea no configura la máquina de acuerdo al gramaje?</b>	<b>Por qué no conoce la posición correcta de los volantes según el gramaje?</b>	<b>Por qué realiza el método de prueba y error?</b>	Establecer un registro de calibración de equipos para uso del Supervisor.
Porque el camarón no es clasificado totalmente	Porque el Jefe de Línea no configura la máquina de acuerdo al gramaje	Porque no conoce la posición correcta de los volantes según el gramaje	Porque realiza el método de prueba y error	Porque no cuenta con un registro o procedimiento	
<b>Por qué la materia prima presenta un amplio rango de variación de gramaje</b>	<b>Por qué durante la pesca del camarón se encuentra en varias fases?</b>				Incluir el gramaje promedio del lote de materia prima resultante del análisis de Control de Calidad en la pantalla de asignación de lote del Supervisor.
Porque durante la pesca del camarón se encuentra en varias fases	Porque en la piscina el camarón crece y continua reproduciéndose				
<b>Por qué existe falta de monitoreo en línea de proceso?</b>	<b>Por qué no existe un control de inspección previo al arranque?</b>				Elaborar un Check List de arranque que registre los equipos, parámetros y las herramientas importantes a cumplir para el registro del Supervisor antes de iniciar el turno en el dispositivo.
Porque no existe un control de inspección previo al arranque	Porque no existe un formato de registro para la actividad en línea				

Fuente: Autor

### 3.2.2. Resultante de Causas Raíces

El resumen se puede observar en la tabla 9. El resultante permite realizar el seguimiento al plan de mejora en el procesamiento de camarón con la reducción del peso neto empacado.

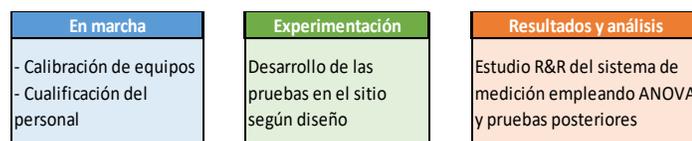
- Establecer de una metodología de capacitación integral al personal de clasificadora.
- Estandarizar los rangos de peso neto a empacar para cada producto por talla.
- Establecer un perímetro seguro durante la actividad que implica el distanciamiento óptimo y protección de los equipos aledaños durante la limpieza profunda.
- Asegurar las partes flojas y sensibles para mayor resistencia y reestructurar el equipo y herramienta según el diseño estándar de la mesa de trabajo de clasificadora.
- Realizar los cambios respectivos en los equipos de manera oportuna con un plan de mantenimiento y verificación de áreas y equipos.
- Establecer un registro de calibración de equipos para uso del Supervisor.
- Incluir el gramaje promedio del lote de materia prima resultante del análisis de Control de Calidad en la pantalla de asignación de lote del Supervisor.
- Elaborar un Check List de arranque que registre los equipos, parámetros y las herramientas importantes a cumplir antes de iniciar el turno en el dispositivo.

### 3.2.3. Estandarización de peso neto

La estandarización de los rangos de peso neto a empacar para cada producto por talla requiere de una ampliación del estudio para analizar el estado de los recursos usados durante el proceso, como el sistema de medición y el personal que realiza la función de llenado del empaque, por lo que se establece la formulación de una prueba R&R.

### 3.2.4. Prueba de repetibilidad y reproducibilidad (R&R)

El uso de aplicaciones informáticas para el procesamiento y análisis estadístico en la mejora de procesos incrementa la oportunidad de enfocar objetivamente los recursos de la empresa en la ejecución de proyectos. Para el desarrollo de la prueba R&R se requiere realizar actividades de ajuste a las condiciones que se detallan en la figura 3.3, que aseguren la confiabilidad del estudio.



**Figura 3.3 Ajuste para prueba**

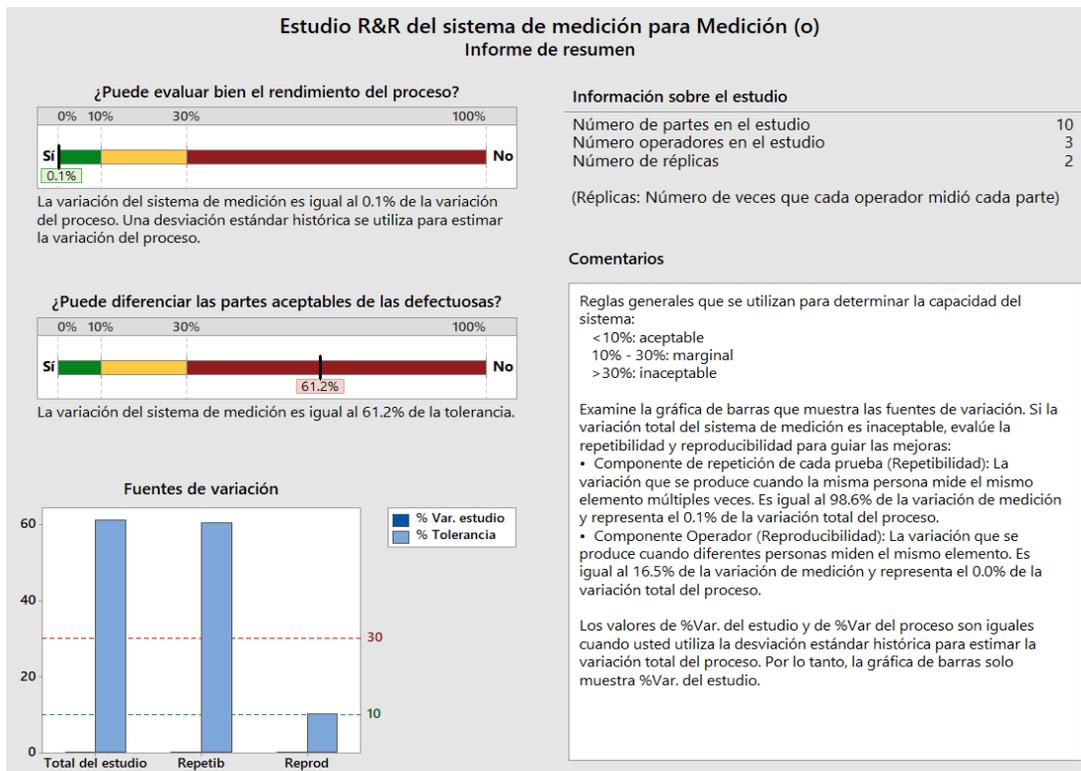
Fuente: Autor

### 3.2.1. En marcha

Se requiere mantener calibradas las balanzas a usar en la prueba y para la cualificación de pesadores, se realizaron los ensayos con tres pesadores; donde la principal diferencia es la experiencia en la tarea. El Pesador 1 tiene un nivel de preparación académica superior y experiencia intermedia, el Pesador 2 tiene mayor experiencia en la actividad, mientras que el Pesador 3 mantiene una experiencia intermedia-avanzada.

### 3.2.2. Experimentación

Los ensayos se realizaron con las condiciones de repetibilidad y reproducibilidad de forma aleatoria y según el diseño se encuentra en el Anexo A, donde la variable de interés es el peso neto y es de tipo cuantitativa continua. Las muestras del ensayo corresponden a cajas listas para pesar de forma aleatoria que evite algún posible sesgo que se pueda presentar en la realización de la prueba de forma consecutiva.

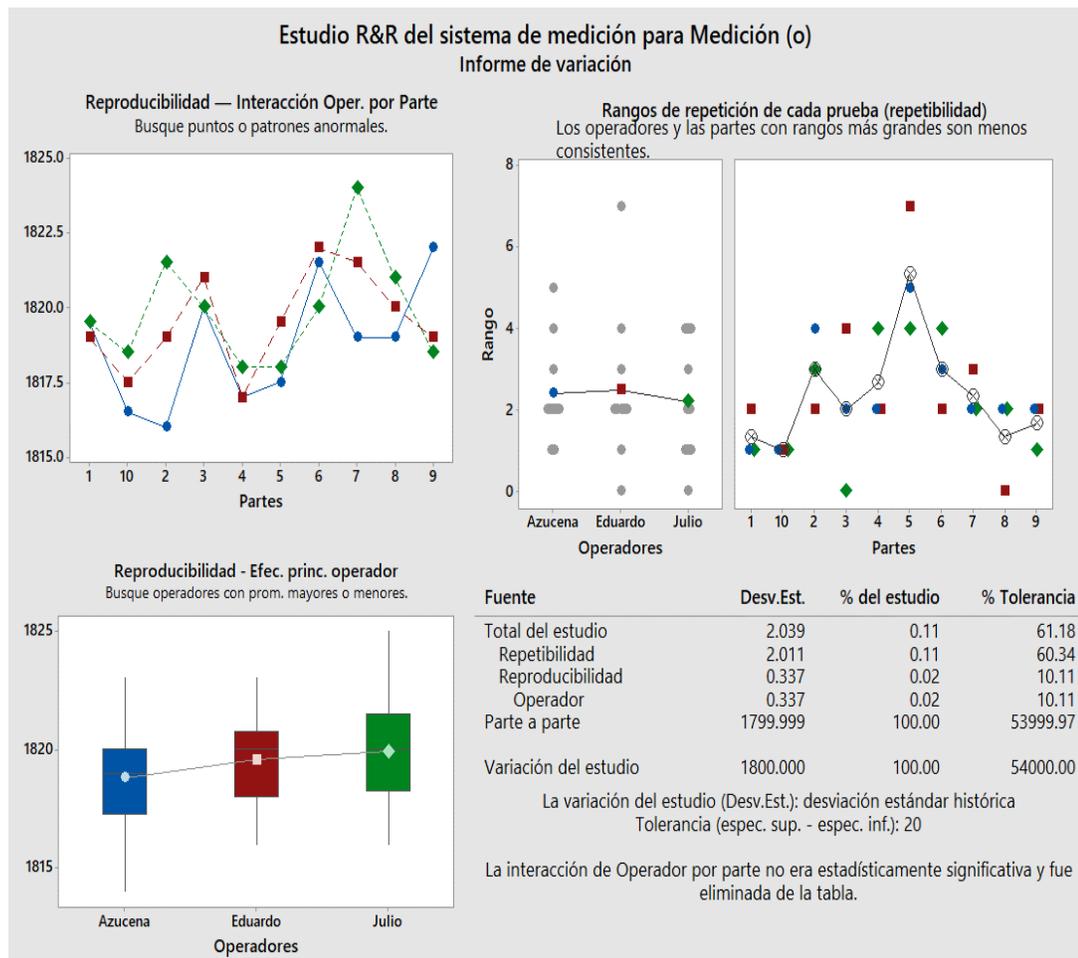


**Figura 3.4 Informe de resumen R&R**

Fuente: Autor

La figura 3.4 muestra que la variación del sistema de medición es igual 0,1% de la variación del proceso, mientras que el 61,2% de tolerancia nos indica que el sistema no es capaz de diferenciar las partes aceptables de las defectuosas.

La figura 3.5 muestra en detalle la variación de los operadores en la interacción de operario por parte, un rango fluctuante entre los tres operadores que pierden consistencia en los valores más grandes. Por lo que se registra el 60,34% de repetibilidad con 10,11% de reproducibilidad.

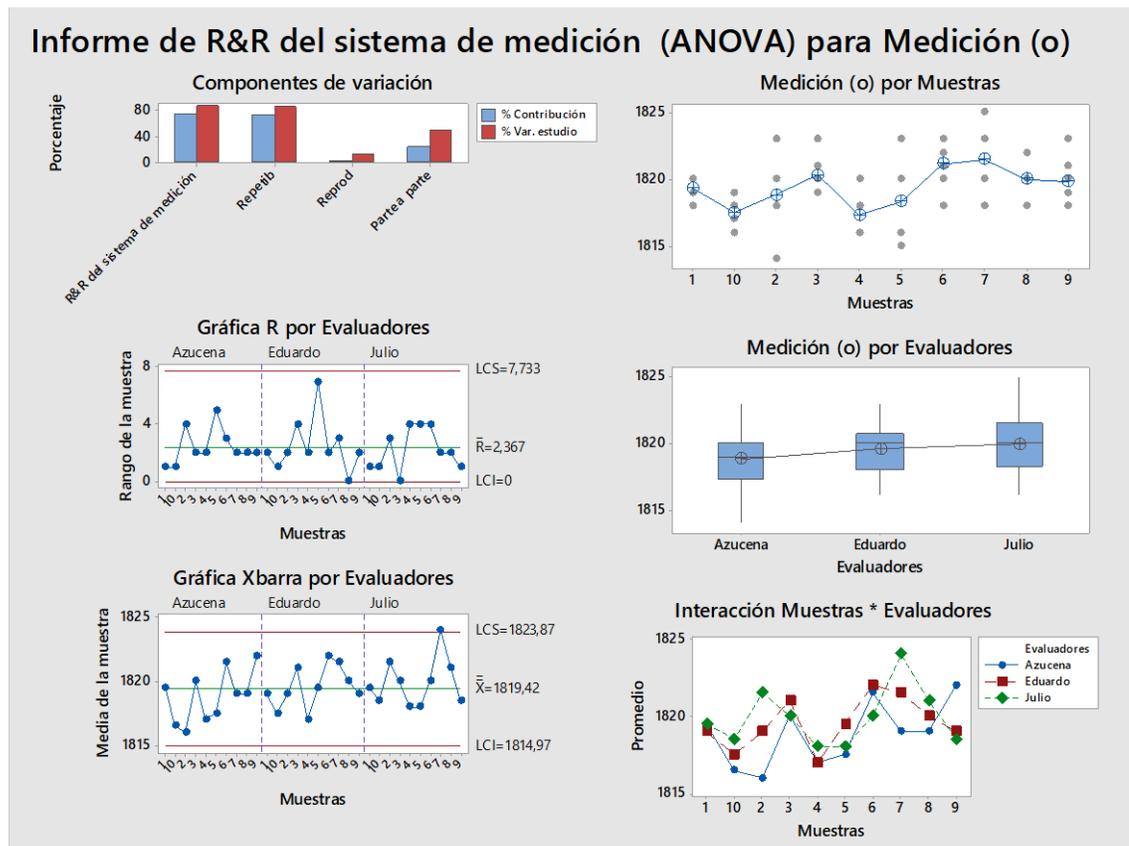


**Figura 3.5 Informe de variación R&R**

Fuente: Autor

En la figura 3.6 se muestra la gráfica R que muestra la consistencia de los evaluadores, donde registran diez (10) datos fuera del promedio general del proceso de alta variación con 2,367 y un valor muy cercano al LCS, pero principalmente dos (2) datos en el LCI. La gráfica Xbarra muestra la variación de los promedios de las partes con variación en el tercer operador con un dato superiora 1823,87.

La gráfica por evaluador nos indica que las mediciones de cada operador presentan una tendencia a incrementar proporcionalmente debido a que las medias de las mediciones de cada uno de ellos no son similares.



**Figura 3.6 Informe R&R ANOVA**

Fuente: Autor

Con los resultados obtenidos en las gráficas de la figura 3.4, 3.5 y 3.6 de las pruebas, se considera la posibilidad de registrar los datos por código y talla en el sistema de medición que permita tener mayor exactitud y precisión en el proceso que actualmente se desarrolla con la balanza modelo X2SS, ver figura 3.7, El equipo actual no permite el

registro de recetas con los parámetros permitidos por código y talla, por lo que se establece que previo al análisis de un nuevo equipo se requiere establecer los valores a ingresar.



**Figura 3.7 Balanza X2SS**

Fuente: Autor

Dentro del análisis, se detectó que el planteamiento del proceso de pesado se contemplaba de manera general y como empresa, se requiere que ver de manera particular para lograr controlar el comportamiento irregular de la materia prima con la variación de tallas, por lo que los límites de empaque deben ser diferentes. Con el objetivo del proyecto orientado en los pesos netos se considera, dentro de análisis, identificar la fuerza de la relación de la información recolectada del empaque final previamente en las variables de temperatura, peso bruto, unidades por kilo y uniformidad del modelo de la tabla 5.

Para calcular el efecto del cambio en el peso neto en relación a los datos de las otras variables o componentes se demostró que la temperatura del camarón en caja puede diferir por valores decimales por lo que no se considera para el estudio, la uniformidad es una variable subjetiva en el proceso debido a que se calcula por la diferencia de los diez camarones más grandes y los diez más pequeños por lo que los seleccionados podrían variar entre operadores que realicen el control. De la información registrada, el dato confiable matemáticamente es de las unidades por kilo. La empresa mantiene un estándar por cada talla que se toma de guía para el estudio a realizar, ver el detalla en la tabla 10.

**Tabla 10**  
**Estándar tallas**

TALLA	MÍNIMO	IDEAL	UNIFORMIDAD	GRANDES	PEQUEÑOS
30/40	31	35	1.30	10	10
40/50	41	45	1.30	10	10

Fuente: Archivo de la empresa

Por lo que se establece realizar el cálculo de correlación con el peso neto para la talla 30/40 y los resultados se muestran a continuación en la figura 3.8. El valor de 0,936 es mayor al valor de significancia 0,5 establecido, por lo que no existe suficiente evidencia para rechazar  $H_0$ . No se cuenta con suficiente evidencia para concluir que la correlación es estadísticamente significativa entre las variables.

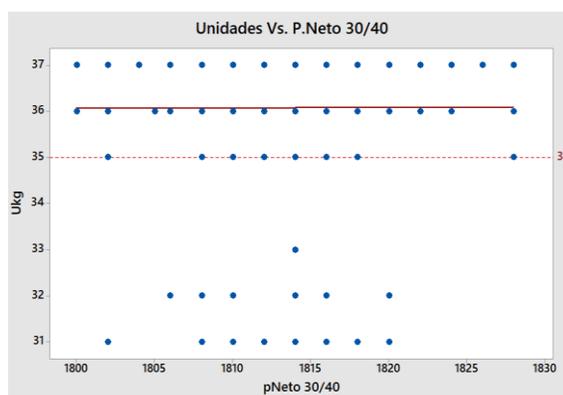
Correlación: Ukg; pNeto 30

Correlaciones  
Correlación de Pearson 0.005  
Valor p 0.936

**Figura 3.8 Correlación peso 30**

Fuente: Autor

Por su parte, la gráfica de matriz que se muestra en la figura 3.9 muestra la linealidad de la variable de unidades por kilo empacadas y el pesto entre 1800 a 1830 gramos, con la mayor cantidad de datos en los valores de 36 y 37, superando el ideal de 35 establecido.



**Figura 3.9 Unidades vs. Peso 30/40**

Fuente: Autor

De igual manera se considera la correlación para el valor de 40 obteniendo los siguientes datos, ver figura 3.10.

### Correlación: Ukilo; pNeto 40

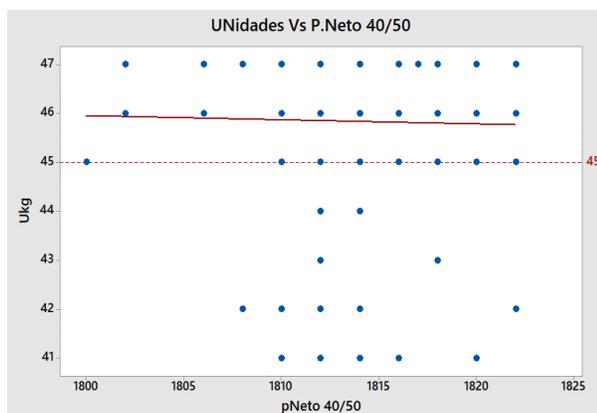
#### Correlaciones

Correlación de Pearson	-0.018
Valor p	0.784

**Figura 3.10 Correlación peso 40**

Fuente: Autor

La figura 3.11 muestra la linealidad de la variable de unidades por kilo empacadas con la mayor cantidad de datos en los valores de 46 y 47, superando el ideal de 45 establecido por la empresa empaçadora para la talla.



**Figura 3.11 Unidades vs. Peso 40/50**

Fuente: Autor

### 3.2.1. Plan de acción para la mejora

Para las acciones de mejora identificadas en la tabla 8 se estableció un plan de acción que identifique los entregables y la actividad a dar seguimiento en un periodo de tiempo establecido y un responsable asignado, ver tabla 11 para mayor información.

**Tabla 11**  
**Plan de acción para la mejora**

PLAN DE ACCIÓN PARA LA MEJORA								
TAREA	RESPONSABLE	FECHA INIC	FECHA FI	OBSERVACIÓN	ENTREGABLE	AVANC	ESTAD	
Establecer de una metodología de capacitación integral al personal de clasificadora.	AV	04/10/2021	24/01/2022	Plan elaborado de capacitación integral para el personal de clasificadora.	Plan de capacitación	100%	Completa	
Estandarizar los rangos de peso neto a empacar para cada producto por talla	CG / AF	11/10/2021	22/10/2023	Pruebas realizadas y validadas por código de producto y talla.	Rangos de peso estandarizados	50%	En proceso	
Establecer un perímetro seguro durante la actividad que implica el distanciamiento óptimo y protección de los equipos aledaños durante la limpieza profunda que no afecten el proceso.	OF	04/10/2021	10/11/2021	Registro de políticas e instrucciones para la correcta limpieza en zonas de proceso.	Procedimiento de Limpieza actualizado	100%	Completa	
Asegurar las partes flojas y sensibles para mayor resistencia y reestructurar el equipo y herramienta de acuerdo al diseño estándar de la mesa de trabajo de clasificadora.	EL	16/10/2021	23/11/2021	Reestructuración de herramientas y equipos estandarizados para la clasificadora.	Equipos y herramientas reestructurados	100%	Completa	
Realizar los cambios respectivos en los equipos de manera oportuna con un plan de mantenimiento y verificación de áreas y equipos.	DC	16/10/2021	09/12/2022	Verificación de estado de equipos y análisis de cambio.	Pruebas validadas de operación de equipos	80%	En proceso	
Establecer un registro de calibración de equipos para uso del Supervisor.	CG / AF	13/10/2021	11/02/2022	Calibración validada de volantes de clasificación según talla en la máquina	Instructivo de Calibración de clasificadora	100%	Completa	
Incluir el gramaje promedio del lote de materia prima resultante del análisis de Control de Calidad en la pantalla de asignación de lote del Supervisor.	MR	20/10/2021	15/12/2021	Pantalla de asignación de lote actualizada y validada con información de Control de Calidad.	Configuración actualizada del sistema	100%	Completa	
Elaborar un Check List de arranque que registre los equipos, parámetros y las herramientas importantes a cumplir para el registro del Supervisor antes de iniciar el turno en el dispositivo.	MR	20/10/2021	15/12/2021	Check list validado de especificaciones a cumplirse.	Registro en línea operativo	100%	Completa	

Fuente: Autor

# CAPITULO 4

## 4. MEJORAMIENTO DEL PROCESO

### 4.1. Implementación del plan de acción

Para la implementación del plan de acción de la tabla 11, se distribuye las actividades con el tipo de mejora a la que se encuentra relacionada, para de esta manera; mantener una gestión eficaz en la ejecución de las mismas.

#### 4.1.1. Mejora cultural en el proceso

**Entregable 1:** Plan elaborado de capacitación integral.

**Resultado:** Para la metodología de capacitación integral se programan y ejecutan las capacitaciones al personal del área de Producción que implica una reinducción de actividades de acuerdo al Perfil del cargo.

#### 4.1.2. Mejora documental en el proceso

**Entregable 2:** Instructivo de Calibración de clasificadora.

**Resultado:** Se documenta, ver figura 4.1, la calibración adecuada para los equipos con el registro de la configuración de los volantes por talla y equipo en la clasificación de camarón.



**Figura 4.1** Guía de Calibración de máquina

Fuente: Autor

**Entregable 3:** Registro de políticas e instrucciones para la correcta limpieza en zonas de proceso.

**Resultado:** Se documenta el instructivo con las políticas que incluya el perímetro seguro durante la actividad para el distanciamiento óptimo y protección de los equipos aledaños durante la limpieza, ver figura 4.2.

SISTEMA DE GESTION DE CALIDAD E INOCUIDAD		
INSTRUCTIVO DE LIMPIEZA DE MAQUINAS CLASIFICADORAS CODIGO: ISGCI-013-7	Actualizacion: 21	Fecha: 2022/04/21
	Página: 1/8	

#### 1. OBJETIVO

Garantizar la inocuidad de las superficies en contacto con el camarón, *material de empaque* y/o ingredientes, así como las superficies de no contacto.

#### 2. CAMPO DE APLICACIÓN

##### 2.1 SUPERFICIES DE CONTACTO:

- Máquinas clasificadoras convencionales
- Máquinas clasificadoras dobles (pulpos y alacrán)

##### 2.2. CONDICIONES EXISTENTES

2.2.1 Solución de agua clorada 200 ppm, utilizada (para desinfección) en los procesos de limpieza de superficies de contacto y no Contacto a excepción de las máquinas clasificadoras, las líneas de descabezado, el área IQF, Area Brine donde la desinfección se realiza con solución de ácido Per acético a 200 ppm. El cloro así

**Figura 4.2 Instructivo de limpieza de clasificadora**

Fuente: Autor

Posterior a ello, se realizan capacitaciones al personal de acuerdo a los turnos asignados. Ver figura 4.3.



**Figura 4.3 Capacitación documental**

Fuente: Autor

Durante la mejora operativa también se desarrolló documentos que registren los controles y prácticas establecidas para el pesado del producto clasificado, por lo que, se establece el documento de la figura 4.4 como referencia.

		PRODUCCIÓN	
LOGO	INSTRUCTIVO CONTROL DE PESADO DE PRODUCTO CODIGO: IPP-024	REVISIÓN: 00	FECHA: 17/01/2022
		Página: 1/7	

**Figura 4.4 Documento de mejora documental**

Fuente: Archivo de la empresa

El documento detalla cómo realiza el llenado y pesado para la etapa de empaque, por lo que se establece las siguientes acciones por parte del operador:

- Llenado: Coloca producto en la caja hasta un poco menos de su totalidad y la coloca en la banda lateral para verificación del siguiente operador.
- Pesado: Verifica que la cantidad de peso neto contenida en la caja llenada se encuentre según la instrucción de ficha técnica para el código de producto y talla, ver figura 4.5.

GLASEO AGUA:	0	HIELO:	0	Total:	0.00	GRAMOS	NETO PAGO PROVEEDOR						
NETO DECLARADO:	4.00 LIBRAS						1,800.00						
BRUTO PRODUCCION	1,800.00 GRAMOS						GRAMOS						
BRUTO DECLARADO:	0.00 LIBRAS					NA							
PESO VENTA:	4.00 LIBRAS					DESCR. PROFORMA: AVALB							
<b>CAJAS/FUNDAS</b>													
TIPO:	CAJAS AUTOREMABLE SIN VENTANA		ARTES EMPACADORA		COMPLEMENTO: PAÑAL								
DECORADO	SIN DECORAR				RETRACTILADO: NO APLICA								
<b>MASTERS</b>													
DISEÑO:	GENÉRICO												
<b>TALLA</b>													
DEFINICIÓN TALLA: PIECES/KG													
TAL. MP.	TAL. VTA.	CONTEN		RENDIMIENTO		GLASEADO	ENIP	CÓDIGO DE BARRA CAJA	CÓDIGO DE BARRA MASTER	OBSERVACION	TALLA ENTERO	ENTERO	
		MIN	DECAL	MAX	MIN	DECAL	MAX				MIN	DECAL	MAX
20.30	20.30	21	25	27	21	25	27	1.30	7841206702586	17841206702581	8035		

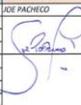
**Figura 4.5 Ficha técnica de producto**

Fuente: Archivo de la empresa

La capacitación fue orientada al personal responsable de la balanza. El detalle de los participantes se encuentra en la figura 4.6.

*Lista de Personal de pesado*

Este informe cuyo contenido está basado en información brindada por los jefes de línea de cada máquina en los 2 turnos, se establece dando constancia del personal fijo de pesa, como parte del proyecto Kaben en cuanto a mejoras continuas.

CEDULA	N	APELLIDOS Y NOMBRES	CENTRO/C	GRUPO	Jefe de línea
019220331	1	IGNACIO ROSALES WALTER MANUEL	PRODUCC1	GRUPO # 1	
923311849	2	MAGALLANES REYES MARILU LIZMILA	PRODUCC1	GRUPO # 1	
914911755	3	SALINAS TUMBACO INDCENTA CLEOTILDE	PRODUCC1	GRUPO # 1	
918968025	4	SORIA TUMBACO VIRGINIA AMARILIS	PRODUCC1	GRUPO # 1	
925389074	5	MENOSCAL GARCIA XAVIER ROBERTO	PRODUCC1	GRUPO # 1	
925345052	6	FRAGLIA WEVERA LUIS CALIXTO	PRODUCC1	GRUPO # 1	
923274596	7	YAGUAL SOLANO CHRISTHAN DARIO	PRODUCC1	GRUPO # 1	
925723025	8	POZO GUALE PATRICIO JAVIER	PRODUCC1	GRUPO # 1	
Grupo # 2					
917194549	12	ANDRADE MALDAS RUTH GEORGINA	PRODUCC1	GRUPO # 2	
910728351	13	ARRIAGA ALAVA LIZDITH EMMA	PRODUCC1	GRUPO # 2	
942137712	14	CAICEDO GUERRERO DANNA PATRICIA	PRODUCC1	GRUPO # 2	
954694238	4	PALMA PARRALES GEORGE WELLINGTON	PRODUCC1	GRUPO # 2	
92662255	5	CLUNTERO LOPEZ MARIA HERMINIA	PRODUCC1	GRUPO # 2	
180003633	6	BARRA PACHECO JARITH ELIZBETH	PRODUCC1	GRUPO # 2	
916778954	7	COROÑEZ MICOLTA MARTHA CECILIA	PRODUCC1	GRUPO # 2	
924491731	8	PARRALES MAQUILLO DARWIN ANDRES	PRODUCC1	GRUPO # 2	
906702394	9	BROMERO MURILLO JUAN MILTON	PRODUCC1	GRUPO # 2	

**Figura 4.6 Listado de personal de pesado**

Fuente: Archivo de la empresa

### 4.1.3. Mejora sistemática en el proceso

#### **Entregable 4:** Registro en línea operativo

**Resultado:** Check List validado de especificaciones a cumplirse en el arranque del turno que registre el Supervisor o Jefe de línea de la limpieza y los equipos, parámetros y las herramientas necesarias de manera sistemática en el dispositivo electrónico, ver figura 4.7.

**Figura 4.7 Verificación en el sistema**

Fuente: Sistema PROSI

#### **Entregable 5:** Configuración actualizada del sistema.

**Resultado:** Pantalla de asignación de lote actualizada y validada con información del gramaje promedio resultante del análisis de Control de Calidad, ver figura 4.8 que se calcula por las muestras tomadas de varias tinas del lote en la recepción de la materia prima que incluye el porcentaje representativo de gramaje de basura, materia extraña y entre las observaciones hace referencia al tratamiento en las líneas de proceso, ver figura 4.9.

TAMANIO					
PESO FRECUENCIA	27.41	129.00	88.97	3,536.00	88.40
PEQUEÑO	19.50	4.00	2.76	78.00	1.95
GRANDE	32.17	12.00	8.28	386.00	9.65
		<b>145.00</b>		<b>4,000.00</b>	<b>PESO PROMEDIO: 27.59</b>

BASURA (gr): 52.00  
 MATERIALES EXTRAÑOS (%): 4.00  
 OBSERVACIONES: MUESTRA "3" ( 15 TINAS )

SE COLOCA EN CONFLICTO PARA COLUMNA "A" POR MUDADO, TRABAJANDO DEFECTO EN LINEAS PARA MEJORAR PORCENTAJES.  
 PRUEBA DE SABOR AMARGO EN CABEZAS 4/20 (20%)

**Figura 4.8 Análisis de Control de Calidad**

Fuente: Sistema PROSI

Planta:  Tipo:  Actualizar Lote Manual:  Procesar

Proceso: Excluir Tallas:  Grabar Excl. Requerimiento

Enter text to search...

LOTE	PROV	Info. Adl.	Piscina	Lbs Recibidas	Color	Sabor	Sulfito	Tinas	Gramaje Prom	ProxResult	Máquina	OE
135215	LANGOSTINO C.A LANCONO (Farm ASC) (** Sin analisis **)	RALEO	7	5,950	A2	NOR, 0	1:33	1:8 T	18,01		C1	S2041
135214	(Lot, Precio: 132487) NATU - INDU (Farm ASC) (-Corea del sur (NO) - China -> Si- China 2 -> Si - Canada (No) - Republica dominicana (NO) - Tailandia (NO)** VIGENCIA CHINA/ 31 DIAS** H	PESCA TOTAL	9	67,200	A3	NOR, 0	1:43	1:30T, 2:30T	23,5	*1 - 11:25	C1	S2053
135213	(Lot. Precio 133454) EMPACADORA GRUPO S.A (AQUAMAR), (Corea del sur -> Si- China -> Si- China 2 -> Si- Canada -> Si - Republica dominicana -> Si- Tailandia (NO)** VIGENCIA CANADA: 36 DIAS ***** VIGENCIA CHINA. 66 DIAS ***** VIGENCIA COREA DEL SUR 30 DIAS	PESCA TOTAL	# 67	56,000	A2	NOR, 0	2:18	1:37T, 2:32T	25,9	*1 - 10:57	C1	S3978

Figura 4.9 Asignación de lote

Fuente: Sistema PROSI

**Entregable 6:** Pruebas validadas de operación de equipos.

**Resultado:** Se implementa el control de Verificación diaria de calibración de las balanzas, ver figura 4.10 para realizar los cambios respectivos en los equipos de manera oportuna con un plan de mantenimiento y adicionalmente se establece, por parte del Supervisor HACCP, el control por movimiento de las balanzas asignadas por clasificadora y las de respaldo para reposición ante fallos en proceso.

Verificación Diaria de la Calibración de Balanzas  
CÓDIGO: FSGCI-035

Id. Verificación:  Estado:  ACTIVO

Patrón:  20 KG  2 KG Tolerancia:  0.005 KG  0.05 KG

Criterios:  En rango  Fuera de rango

Prueba de Excentricidad

Nro.	1	2	3	4	5
Balanza					

Figura 4.10 Verificación diaria de balanzas

Fuente: Sistema PROSI

#### 4.1.4. Mejora operativa en el proceso

**Entregable 7:** Equipos y herramientas reestructurados.

**Resultado:** Se realiza la reestructuración de herramientas y equipos, ver figura 4.11, que consiste en asegurar las partes flojas y sensibles debido a la ausencia, pérdida o daño, para lograr una mayor resistencia de acuerdo al diseño estándar de la mesa de trabajo de la clasificadora, donde ante las bases faltantes y desprendidas, se evidencia la necesidad de construir bancos pequeños para el personal que requiera un alcance a la mesa que fue diseñado para la altura promedio del obrero de producción de género masculino pero que de manera particular sigue siendo alto para el personal femenino.



**Figura 4.11 Reestructuración de equipos**

Fuente: Autor

**Entregable 8:** Rangos de peso estandarizados.

**Resultado:** Se realizan pruebas por código de producto y talla para estandarizar los rangos de peso neto a empacar en la línea por talla en la clasificadora debido a los diferentes márgenes de revisión de los Jefes de Líneas para el producto empacado y que de igual forma el personal de Control de Calidad en la línea también presenta discrepancias en valores. Para la implementación de la mejora operativa se considera los resultados del análisis de repetibilidad y reproducibilidad, la correlación de las unidades de camarón con la participación del personal y la programación de los valores en el nuevo equipo por medio del ingreso de recetas con el registro del peso y la señalización de tipo semáforo con el color rojo de alerta, ver figura 4.12.



**Figura 4.12 Balanza Prix**

Fuente: Autor

# CAPITULO 5

## 5. ANALISIS DE RESULTADOS Y CONTROL

### 5.1. Resultados generales

El capítulo tiene como objetivo la presentación de los resultados luego de implementar las mejoras.

Se diseña un modelo con el formato 10x3x2 y los resultados obtenidos del sistema de medición por método ANOVA se muestran en la siguiente tabla 5.1 del Estudio R&R que fue procesado en el software estadístico.

#### Estudio R&R del sistema de medición - método ANOVA

Tabla ANOVA de dos factores con interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Muestras	9	12,1031	1,34479	83,6882	0,000
Evaluadores	2	0,0255	0,01276	0,7942	0,467
Muestras * Evaluadores	18	0,2892	0,01607	0,8738	0,610
Repetibilidad	30	0,5517	0,01839		
Total	59	12,9696			

$\alpha$  para eliminar el término de interacción = 0,05

Tabla ANOVA dos factores sin interacción

Fuente	GL	SC	MC	F	P
Muestras	9	12,1031	1,34479	76,7590	0,000
Evaluadores	2	0,0255	0,01276	0,7284	0,488
Repetibilidad	48	0,8409	0,01752		
Total	59	12,9696			

#### R&R del sistema de medición

##### Componentes de la varianza

Fuente	CompVar	%Contribución (de CompVar)
Gage R&R total	0,017520	7,34
Repetibilidad	0,017520	7,34
Reproducibilidad	0,000000	0,00
Evaluadores	0,000000	0,00
Parte a parte	0,221212	92,66
Variación total	0,238732	100,00

La tolerancia del proceso es = 10

##### Evaluación del sistema de medición

Fuente	Desv.Est. (DE)	Var. estudio (6 × DE)	%Var. estudio (%VE)	%Tolerancia (VE/Toler)
Gage R&R total	0,132362	0,79417	27,09	7,94
Repetibilidad	0,132362	0,79417	27,09	7,94
Reproducibilidad	0,000000	0,00000	0,00	0,00
Evaluadores	0,000000	0,00000	0,00	0,00
Parte a parte	0,470332	2,82199	96,26	28,22
Variación total	0,488602	2,93161	100,00	29,32

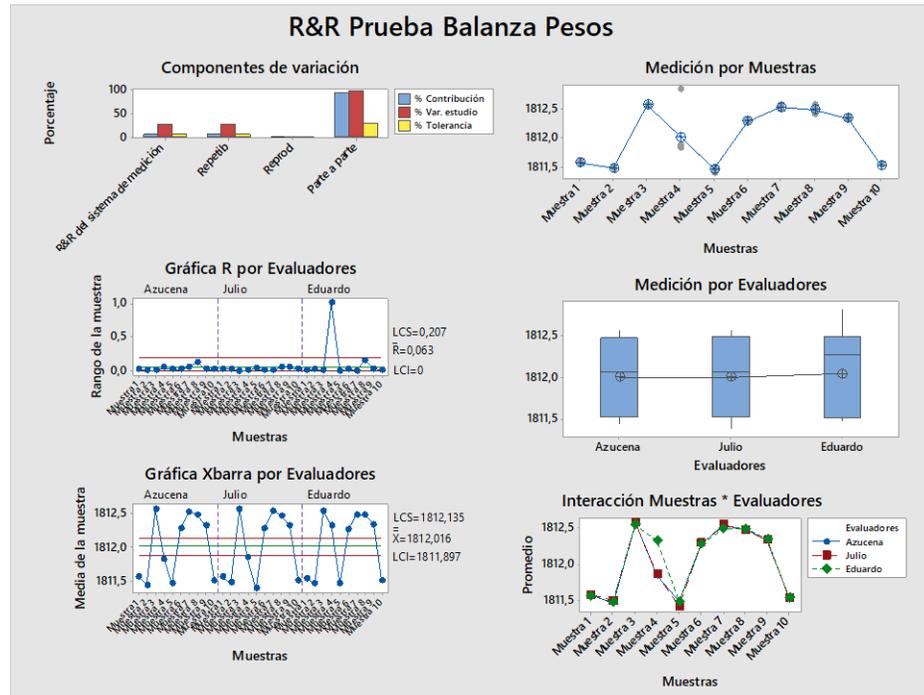
Número de categorías distintas = 5

##### R&R del sistema de medición para Medición

### Figura 5.1 Resultados R&R

Fuente: Autor

Por lo que se considera el análisis de la varianza (ANOVA), la aleatoriedad del orden de las corridas o ensayos, los gráficos de los componentes, el gráfico de rango, gráfico de X barra y los gráficos de dispersión: por partes, por operario y su interacción, el análisis R&R y las pruebas de hipótesis planteadas, según la figura 5.2.



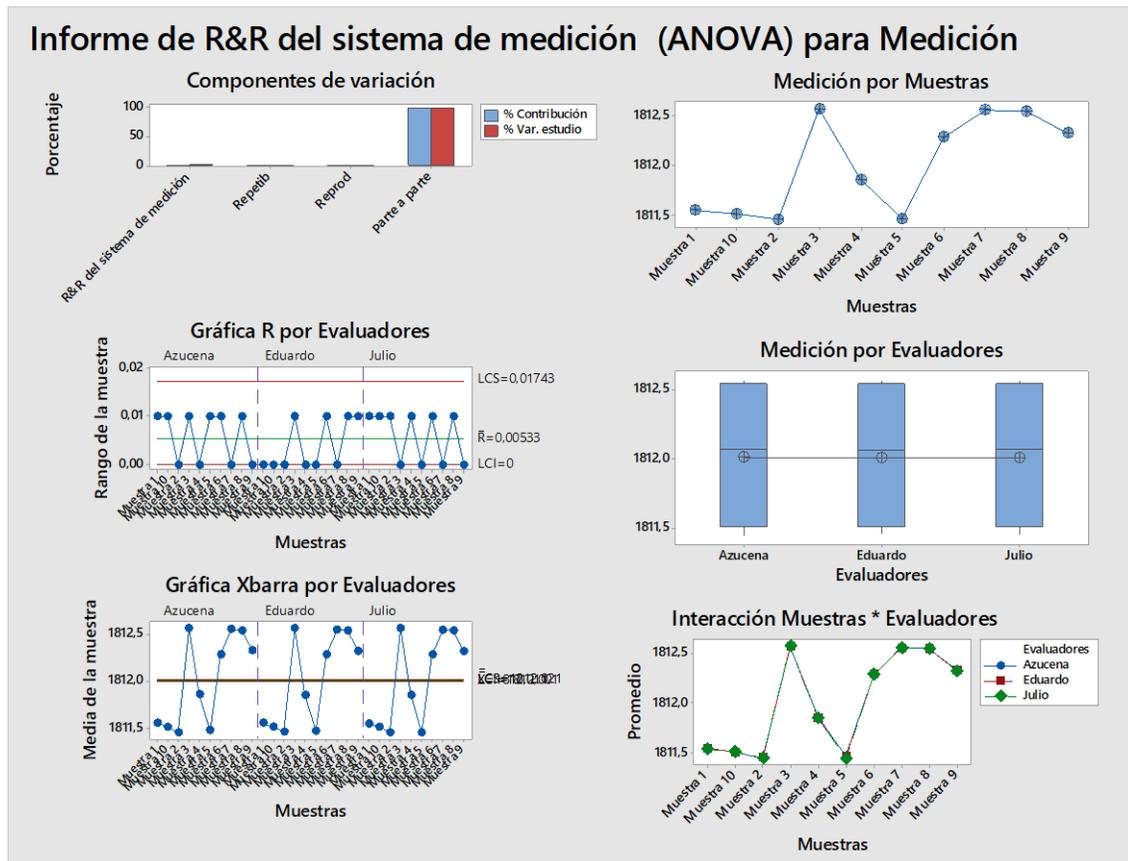
**Figura 5.2 Gráficas R&R**

Fuente: Autor

De acuerdo a lo observado en la figura 0.16, el gráfico R por operadores se encuentra bajo control estadístico. Esto, debido a que el rango promedio es 0,063, con solo un (1) dato sobre el límite superior (LCS) por parte del operador Eduardo y se establece que el gráfico de control es válido. El R&R total es de 7,34 que es bueno al ser inferior al 10% y el porcentaje de parte a parte es del 92,66% bastante cercano a 100%.

La tolerancia del proceso es 10 y 5 como categorías distintivas (ndc) que representa el número de datos de grupos que el sistema de medición es capaz de distinguir en el estudio, por lo se entiende que el sistema de medición puede controlar la variación del proceso (gráficas de control) y es aceptado como correcto.

Dentro de la ejecución se realizaron controles continuos donde se registró la mejora aplicando los controles en la operación, y el resultado se evidencia en la figura 5.3.



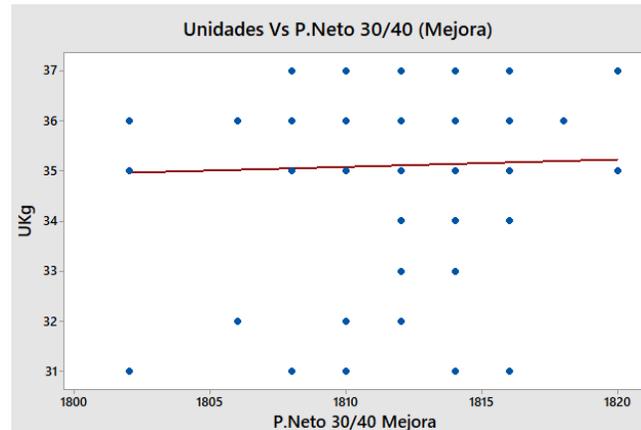
**Figura 5.3 R&R Controlado**

Fuente: Autor

Las pruebas y el análisis muestran que existe alta confiabilidad del instrumento de medición actual, por lo que podemos continuar con la estandarización de los pesos netos acorde a las condiciones del proceso productivo.

### 5.2. Gráficas de control de resultados

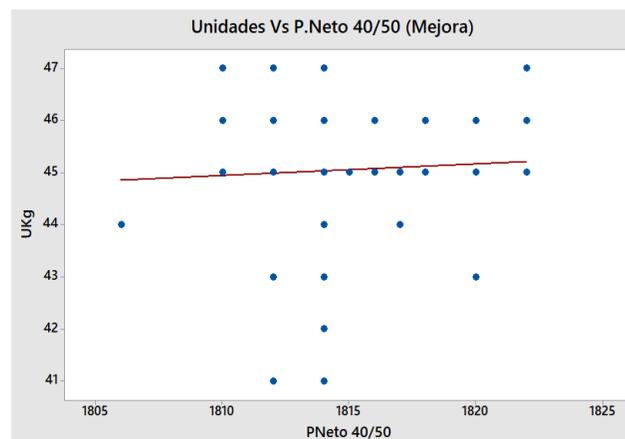
Se realiza nuevamente la revisión de la gráfica de los pesos por 30 y 40, donde se visualiza en la figura 5.3 una mejora significativa en la cantidad de unidades por kilo empacadas. Los datos se ajustan a las 35 unidades de camarón por kilo permanecen como la mayor cantidad de datos registrados en un rango menor de peso de 1805 a 1815.



**Figura 5.4 Unidades 2 vs. Peso 30/40**

Fuente: Autor

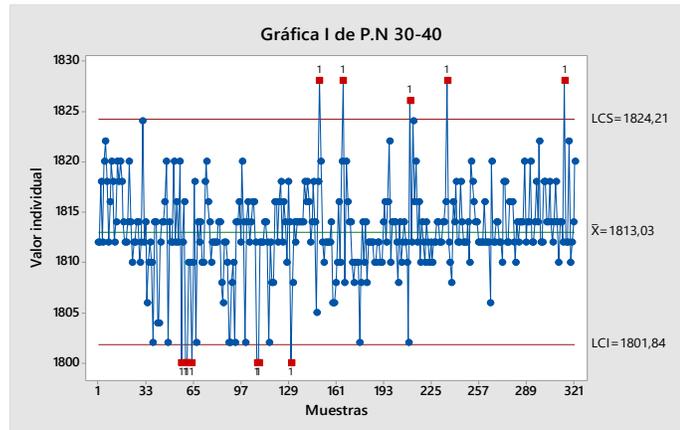
La figura 5.4 muestra las unidades de camarón por kilo para el peso 40/50 que se ajusta a 45.



**Figura 5.5 Unidades 2 vs. Peso 40/50**

Fuente: Autor

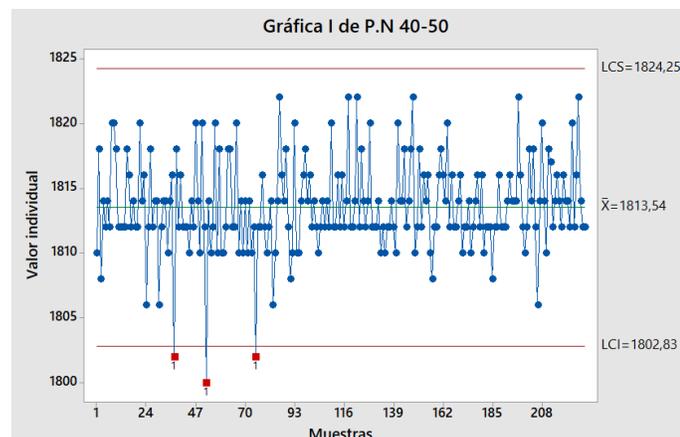
En la figura 5.6 muestra que el peso neto de la talla 30/40 registra un patrón cercano a los límites establecidos en el estudio con pocos datos fuera de los límites de control del proceso, pero que mantienen el peso promedio de 1813,03 gramos por caja como límite de control.



**Figura 5.6 Peso neto 2 talla 30-40**

Fuente: Autor

En la figura 5.7 se visualiza el gráfico del 30/40 para que se entienda el análisis en la misma talla, donde el peso promedio está ajustado significativamente a los límites de control del proceso con un peso promedio de 1813,54 gramos. Los puntos fuera de control se deben a la causa especial del entrenamiento con el uso de las nuevas balanzas.



**Figura 5.7 Peso neto 2 talla 40-50**

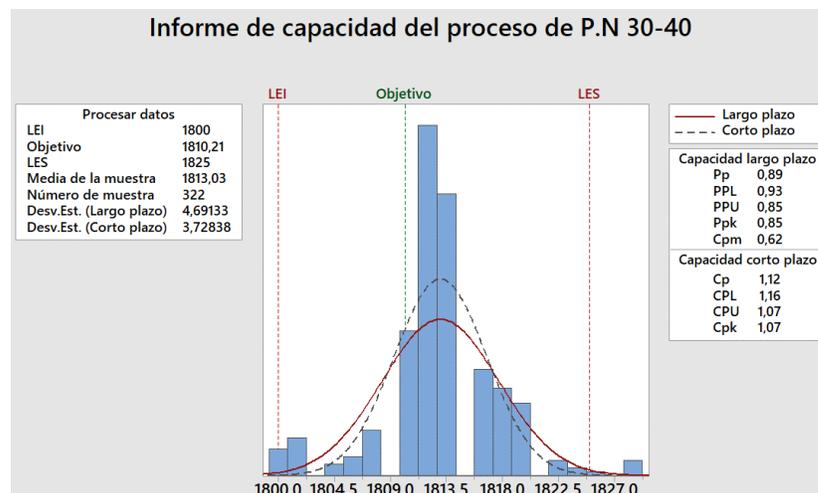
Fuente: Autor

### 5.3. Análisis de capacidad del proceso

Debido al análisis previo en el capítulo 3 sobre los límites de empaque diferentes debido al comportamiento de la materia prima y con la mejora de recetas con semaforización implementadas, se logra mitigar el problema de variabilidad a corto plazo y a largo plazo se elimine.

Por lo que se aplica en el estudio para las tallas de 30/40 con los límites que mantiene la media de la muestra en 1813,23 gramos. El valor de  $C_p$  de 1,12 nos indica la variación tolerada del proceso entre los límites LSE y LSI a corto plazo; es decir la capacidad potencial que al ser mayor a 1, nos indica que es aceptable considerando el 99,73% de los datos y requiere de control estricto para su mejora.

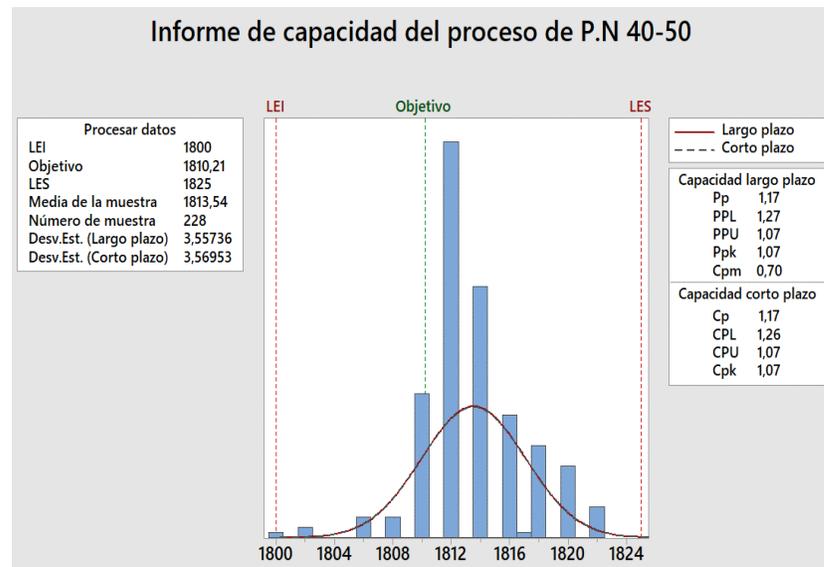
A fin de revisar que no se presenten problemas de localización y medir la capacidad real del pesado, en la figura 5.8 se observa el valor de 1,07 en el  $C_{pk}$  que nos confirma que el proceso cumple con las especificaciones, pero que no está centrado en su totalidad debido a que el valor difiere en 0,5 al  $C_p$ .



**Figura 5.8 Capacidad de proceso 30/40**

Fuente: Autor

De igual forma se realiza la gráfica para la talla 40/50 con la graduación de gramaje y semaforización de las balanzas, se logra que la distribución de los camarones en caja sea favorable, según se observa en la figura 5.9



**Figura 5.9 Capacidad de proceso talla 40/50**

Fuente: Autor

Se puede apreciar que, si en la receta de 30/40 y 40/50 se toman los mismos límites, el Cp va mejorar al 1,17 que indica la capacidad de cumplir con las especificaciones, pero que al tratarse de un proceso productivo que involucra mano de obra directa en la línea, se debe capacitar al personal para el cambio, ingreso, uso y control de las recetas de acuerdo al caso por código de producto.

#### **5.4. Evaluación Financiera**

Para obtener la rentabilidad en la implementación del proyecto es importante considerar el costo de la totalidad de equipos y extras hasta la puesta en marcha versus las pérdidas por producto entregado fuera de parámetros.

##### **5.4.1. Involucrados durante prueba**

Las evaluaciones realizadas se tomaron como parte del muestreo normal durante el procesamiento del lote de producción, por lo que no resultaron en un costo adicional de una prueba destructiva.

Todas las cajas utilizadas en los diferentes muestreos de pesos fueron destinadas a la línea de proceso de la clasificadora para un ajuste en el peso neto hasta su empaque final, por lo que está contemplado en el costo de producción actual.

### 5.4.2. Involucrados durante implementación

Los costos de implementación incluyen:

- Balanza electrónica de sobre mesa para pesaje avanzado PRIX, ver detalle en tabla 12 a continuación:

**Tabla 12**  
**Balanza Prix**

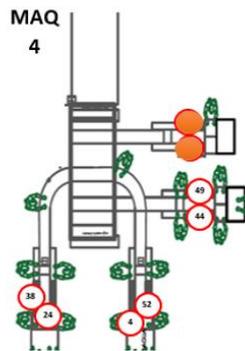
Orden de compra:	OC246798
Cantidad:	6 unidades
Material:	acero inoxidable
Dimensiones:	definidas en cotización
Total (IVA incluido):	\$17.472,00

Fuente: Autor

- Horas/hombre por capacitación

La capacitación del personal se realizó durante 6 días con una duración de 1 hora extra al horario según el turno de trabajo asignado.

Por el grupo de pesadores incluye a 6 personas fijas más 2 suplentes en caso de ausencia, con un costo por hora extra promedio por persona es \$2,00. De forma gráfica se identifica la distribución de los pesadores en la línea de empaque, según la figura 0.5.



**Figura 5.10 Distribución de pesadores**

Fuente: Autor

El staff de mantenimiento participo con 8 técnicos que fueron capacitados por tres horas (3). Cada hora/hombre del técnico es en promedio es de \$2,75.

### 5.4.3. Costos por implementación

Los costos por libra de camarón empacado representan un rubro importante por el volumen de procesamiento en la planta, por lo que, se determina revisar el código 5009 como objeto de estudio de este proyecto.

En el primer semestre período 2021, la materia prima en exceso por producto terminado fue de 743,34 kilos que corresponde a \$95,96/Kg incurriendo en \$95.344,17 de pérdida, tal como se muestra en la tabla 13.

**Tabla 13**  
**Cálculo de pérdida I**

TALLA: 30/40	PESO BASE 1810 GRAMOS POR CAJA				
	PERIODO I (2021)				
	MES	CAJAS	PROM.O EXCESO (GRAMOS)	CANT. KILOS	CANT. UNIT KILOS
MARZO	173802	12	2096,78	\$12,50	\$26.209,75
ABRIL	175023	12	2071,68	\$12,66	\$26.227,47
MAYO	105905	11	1148,33	\$13,50	\$15.502,46
JUNIO	65976	10	659,38	\$13,10	\$8.637,88
JULIO	122229	9	1148,43	\$12,90	\$14.814,75
AGOSTO	36884	8	308,74	\$12,80	\$3.951,87
<b>TOTAL PERDIDA</b>	679819		7433,34	\$77,46	<b>\$95.344,17</b>

Fuente: Autor

La adquisición de nuevos equipos modernos y con mayor exactitud es la única mejora que incurrió como gastos para la empresa que corresponde a un valor por costo de inversión de \$17.656,00 por el proyecto, detalle en la tabla 14.

**Tabla 14**  
**Costo Total**

Costo Capacitación	\$184,00
Costo Balanza (6)	\$17.472,00
<b>Total</b>	<b>\$17.656,00</b>

Fuente: Autor

Hasta el mes de febrero 2022, el exceso de libras fue de \$50,43/Kg, como se muestra en la tabla 15.

**Tabla 15**  
**Cálculo de pérdida II**

TALLA: 30/40	PESO BASE 1810 GRAMOS POR CAJA				
	PERIODO II (2021)				
MES	CAJAS	PROM. EXCESO (GRAMOS)	CANT. KILOS	CANT. UNIT KILOS	TOTAL USD
SEPTIEMBRE	63883	7	453,73	\$12,85	\$5.830,43
OCTUBRE	262800	8	2296,2	\$12,88	\$29.575,06
NOVIEMBRE	249059	5	453,73	\$12,98	\$5.889,42
DICIEMBRE	176945	4	714,06	\$14,62	\$10.439,56
ENERO	122087	4	219,86	\$14,78	\$3.249,53
FEBRERO	103724	2	47,27	\$14,88	\$703,38
<b>TOTAL GANANCIA</b>	978498		4184,85	\$82,99	<b>\$55.687,37</b>

Fuente: Autor

Con la implementación de la mejora se estima un ahorro de \$39.656,80. Este valor se obtuvo restando la pérdida del periodo I, menos la pérdida del periodo II.

El ahorro de \$22.000,80 corresponde a la diferencia del ahorro debido a las mejoras implementadas menos el costo de la implementación, por lo que se obtiene la recuperación total de la inversión con el procesamiento de camarón en los nuevos equipos y con la reducción del último periodo a \$27,73/Kg con un total de exceso de \$35.372,34 como se muestra en la tabla 16 y se espera que continúe disminuyendo para el resto de los meses del año.

**Tabla 16**  
**Cálculo de pérdida III**

TALLA: 30/40	PESO BASE 1810 GRAMOS POR CAJA				
	PERIODO III (2022)				
MES	CAJAS	PROM. EXCESO (GRAMOS)	CANT. KILOS	CANT. UNIT KILOS	TOTAL USD
MARZO	65789	2	454,3	\$14,96	\$6.795,58
ABRIL	35431	3	238,5	\$14,99	\$3.575,41
MAYO	281059	4	478,3	\$15,13	\$7.236,98
JUNIO	175995	3	708,6	\$14,86	\$10.530,39
JULIO	245087	3	452,7	\$14,04	\$6.356,19
AGOSTO	122324	1	69,5	\$12,63	\$877,79
<b>TOTAL GANANCIA</b>	925685		2402,0	\$86,61	<b>\$35.372,34</b>

Fuente: Autor

El beneficio del proyecto puede notarse en la reducción del costo de variación del peso neto que incluye la optimización de prácticas, reestructuración de procedimientos con las nuevas balanzas y la formación de la cultura de mejora de procesos para el procesamiento en todas las tallas con el código de producto seleccionado.

## CAPITULO 6

### 6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 6.1. Conclusiones

1. Con el desarrollo de la situación inicial se logró determinar que los datos del proceso no se ajustaban a los parámetros de control establecidos en producción como un estándar general, mostrando un problema al no considerar el comportamiento de la materia prima en la variabilidad de tallas.
2. Con el análisis realizado de las herramientas tales como diagrama de Ishikawa, verificación de causas, y cinco por qué, se identificaron que el origen de la variabilidad del peso neto fueron las siguientes:
  - Falta de capacitación integral del personal
  - Falta de estandarización de peso neto por código de producto y talla
  - Controles de mantenimiento, limpieza y calibración de equipos y herramientas
3. El análisis de capacidad determino que el proceso es capaz de cumplir con las especificaciones, al obtener Ppk 1,07 por lo que se verifico la reducción de las unidades de camarón por empaque en talla 30/40 al ideal 35 y en talla 40/50 con 45.
4. La perdida por exceso de producto empacado disminuyo de \$95.344,17 durante el periodo I de estudio hasta \$35.372,34 en el periodo III, es decir que de \$95,96/kg se redujo a \$27,73/Kg de materia prima en exceso.
5. Se puede concluir que uno de objetivos de la presente tesis en conceptos de Capacidad, fue pasar por una operación de pesado para medir el desempeño en determinadas horas de proceso a la actualidad, de poder evaluar el desempeño del proceso en relación a la habilidad de cumplir con las especificaciones de la nueva forma de pesar en el presente año.

## 6.2. Recomendaciones

1. Se recomienda realizar el seguimiento al proceso de pesado por parte de las Jefaturas y Gerencias del área de Producción, con la finalidad del cumplimiento de los procedimientos y directrices implementadas.
2. Ejecutar el mantenimiento de las balanzas y herramientas durante las paradas de planta que conforman el proceso de clasificación de camarón para evitar que existan variaciones en el proceso de empaque del producto final y permita la identificación oportuna del personal en el proceso.
3. Continuar con la programación de recetas en las nuevas balanzas con enfoque a los códigos de producto de mayor salida por talla, que garantice la mayor cantidad de producto terminado presente menor diferencia con los parámetros establecidos mejorando la exactitud y precisión.
4. Mantener los controles de arranque de proceso, arranque de turno, características de la materia prima e información de la calidad del producto en los equipos y herramientas para el archivo histórico de datos que faciliten la medición de la implementación a través del tiempo.
5. Mantener capacitado al personal de proceso con el programa integral que incluya el manejo de los equipos de operación y estándares de trabajo para el proceso de arranque de máquina, monitoreo de proceso de empaque final, por tanto, el personal de planta contará con la experiencia suficiente para ejecutar éstas y otras implementaciones a futuro.
6. Comunicar a los Jefes de Línea y Supervisores de Producción los resultados de su gestión por clasificadora con la finalidad de promover el involucramiento del personal para el éxito de la operación.
7. Evaluar y proponer mejoras en el sistema que permitan identificar en tiempo real cuando el procesamiento del lote está fuera de parámetros en una línea de producción para tomar acciones inmediatas en la operación que garanticen el cumplimiento de los procedimientos.

## BIBLIOGRAFÍA

- 6[https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/566458/Administracion\\_De\\_Operaciones\\_-\\_LEE\\_J.\\_K-comprimido.pdf](https://www.gob.mx/cms/uploads/attachment/file/566458/Administracion_De_Operaciones_-_LEE_J._K-comprimido.pdf)
- Krajewski, Lee; Ritzman, Larry; Malhotra, Manoj Administración de Operaciones. Octava edición Pearson Educación, México, 2008 ISBN: 978-970-26-1217-9
- Orlandoni Merli, G. (2012). Gestión de la Calidad: Control Estadístico y Seis Sigma. Telos, 14(2),269-274. [fecha de Consulta 16 de Enero de 2023]. ISSN: 1317-0570. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=99323311008>
- Green, J. C., Lee, J., & Kozman, T. A. (2010). Managing lean manufacturing in material handling operations. International Journal of Production Research.
- Ruiz Carrillo, J. A., & Pupo Francisco, J. M. (2017). Manufacturing system improvement in shrimp processing: Analysis case MARECUADOR S.A. exporter. Espacios, 38(54).
- Pulido-Rojano, Alexander D., & Bocanegra-Bustamante, Carlos A.. (2015). Mitigation of defects in products manufactured. Ingeniería y competitividad, 17(1), 161-172. Retrieved November 08, 2022, from [http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0123-30332015000100015&lng=en&tlng=en](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0123-30332015000100015&lng=en&tlng=en).
- Garza Ríos, R. C., González Sanchez, C. N., Rodríguez González, E. L., & Hernández Asco, C. M. (2016). Aplicación de la metodología DMAIC de Seis Sigma con simulación discreta y técnicas multicriterio. Revista de Metodos Cuantitativos Para La Economía y La Empresa, 22(1), 19–35.
- Romero Vega, Luis Esteban, Valdés Luna, Luis Carlos, Pastor de Moya, Jorge Guillermo, & Herrera Acosta, Roberto José. (2018). Control estadístico para el monitoreo del proceso de corte de pastillas de jabón. Ingeniería y Desarrollo, 36(2), 455-468.
- Bonilla, E., Díaz, B., Kleeberg, F., & Noriega, M. (2020). Herramientas y Tecnicas "Mejora Continua de los procesos". Lima-Perú: Fondo Editorial.

## **ANEXOS**

# ANEXO A

## MODELO DE PRUEBA INICIAL R&R

Orden	Corrida	Muestras	Evaluadores	Medición (o)
1		Muestra 7	Azucena	1818
2		Muestra 6	Azucena	1820
3		Muestra 3	Azucena	1819
4		Muestra 4	Azucena	1818
5		Muestra 5	Azucena	1815
6		Muestra 1	Azucena	1819
7		Muestra 10	Azucena	1817
8		Muestra 9	Azucena	1823
9		Muestra 2	Azucena	1818
10		Muestra 8	Azucena	1820
11		Muestra 9	Julio	1819
12		Muestra 2	Julio	1823
13		Muestra 3	Julio	1820
14		Muestra 10	Julio	1819
15		Muestra 1	Julio	1820
16		Muestra 6	Julio	1818
17		Muestra 5	Julio	1820
18		Muestra 4	Julio	1820
19		Muestra 7	Julio	1825
20		Muestra 8	Julio	1822
21		Muestra 3	Eduardo	1823
22		Muestra 4	Eduardo	1818
23		Muestra 5	Eduardo	1816
24		Muestra 7	Eduardo	1820
25		Muestra 9	Eduardo	1820
26		Muestra 10	Eduardo	1818
27		Muestra 2	Eduardo	1818
28		Muestra 6	Eduardo	1823
29		Muestra 8	Eduardo	1820
30		Muestra 1	Eduardo	1818
31		Muestra 1	Azucena	1820
32		Muestra 3	Azucena	1821
33		Muestra 2	Azucena	1814
34		Muestra 7	Azucena	1820
35		Muestra 6	Azucena	1823
36		Muestra 9	Azucena	1821
37		Muestra 5	Azucena	1820
38		Muestra 4	Azucena	1816
39		Muestra 10	Azucena	1816
40		Muestra 8	Azucena	1818
41		Muestra 2	Julio	1820
42		Muestra 4	Julio	1816
43		Muestra 9	Julio	1818
44		Muestra 8	Julio	1820
45		Muestra 10	Julio	1818
46		Muestra 7	Julio	1823
47		Muestra 6	Julio	1822
48		Muestra 3	Julio	1820
49		Muestra 1	Julio	1819
50		Muestra 5	Julio	1816
51		Muestra 2	Eduardo	1820
52		Muestra 9	Eduardo	1818
53		Muestra 6	Eduardo	1821
54		Muestra 8	Eduardo	1820
55		Muestra 10	Eduardo	1817
56		Muestra 5	Eduardo	1823
57		Muestra 7	Eduardo	1823
58		Muestra 4	Eduardo	1816
59		Muestra 3	Eduardo	1819
60		Muestra 1	Eduardo	1820

(Fuente: Autor)

## ANEXO B

### MODELO DE PRUEBA FINAL R&R

OrdenCorrida	Muestras	Evaluaadores	Medición
1	Muestra J	OP 1	1811,76
2	Muestra C	OP 1	1808,08
3	Muestra D	OP 1	1818,48
8	Muestra A	OP 1	1809,89
5	Muestra E	OP 1	1815,54
6	Muestra B	OP 1	1815,56
7	Muestra F	OP 1	1808,78
8	Muestra I	OP 1	1812,06
9	Muestra G	OP 1	1814,78
10	Muestra H	OP 1	1815,81
11	Muestra C	OP 2	1811,23
12	Muestra F	OP 2	1809,51
13	Muestra D	OP 2	1817,09
14	Muestra E	OP 2	1814,16
15	Muestra J	OP 2	1811,12
16	Muestra I	OP 2	1813,78
17	Muestra B	OP 2	1814,15
18	Muestra G	OP 2	1816,41
19	Muestra A	OP 2	1811,30
20	Muestra H	OP 2	1814,75
21	Muestra A	OP 3	1814,51
22	Muestra I	OP 3	1813,11
23	Muestra B	OP 3	1813,21
24	Muestra G	OP 3	1817,14
25	Muestra E	OP 3	1815,32
26	Muestra F	OP 3	1810,59
27	Muestra H	OP 3	1814,23
28	Muestra J	OP 3	1813,17
29	Muestra D	OP 3	1816,04
30	Muestra C	OP 3	1811,37
31	Muestra I	OP 1	1813,02
32	Muestra D	OP 1	1816,54
33	Muestra B	OP 1	1814,01
34	Muestra A	OP 1	1809,58
35	Muestra E	OP 1	1816,22
36	Muestra G	OP 1	1815,44
37	Muestra H	OP 1	1815,03
38	Muestra F	OP 1	1807,24
39	Muestra C	OP 1	1811,16
40	Muestra J	OP 1	1813,73
41	Muestra C	OP 2	1809,42
42	Muestra E	OP 2	1815,96
43	Muestra F	OP 2	1810,26
44	Muestra H	OP 2	1815,36
45	Muestra D	OP 2	1816,41
46	Muestra A	OP 2	1812,12
47	Muestra B	OP 2	1814,76
48	Muestra G	OP 2	1816,07
49	Muestra I	OP 2	1813,77
50	Muestra J	OP 2	1813,79
51	Muestra C	OP 3	1810,40
52	Muestra F	OP 3	1809,72
53	Muestra A	OP 3	1813,55
54	Muestra B	OP 3	1814,35
55	Muestra I	OP 3	1813,03
56	Muestra G	OP 3	1815,66
57	Muestra J	OP 3	1812,87
58	Muestra D	OP 3	1816,27
59	Muestra H	OP 3	1814,13
60	Muestra E	OP 3	1814,69

(Fuente: Autor)