



ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL

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

**“Aplicación del método Lean Six Sigma para controlar la
pérdida de peso en cárnicos durante el proceso de
descongelamiento en una cadena de comida rápida”**

PROYECTO DE TITULACIÓN

Previo a la obtención del Título de:

**MAGÍSTER EN GESTIÓN DE PROCESOS Y SEGURIDAD DE
LOS ALIMENTOS**

Presentada por:

Bryan Orlando Zamora Torres

GUAYAQUIL – ECUADOR

Año: 2024

DEDICATORIA

A mi familia.

TRIBUNAL DE TITULACIÓN

Jaime Macías A., Ph.D.
DIRECTOR DE PROYECTO

Patricio Cáceres., Ph.D.
VOCAL

DECLARACIÓN EXPRESA

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

Bryan Orlando Zamora Torres

RESUMEN

La oferta que se presenta en las cadenas de comida rápida en la actualidad incluye variedad de fuentes proteicas, cuyo valor nutricional incluye vitaminas, minerales y grasas. Para la preservación de estos productos existen diferentes métodos, cuya finalidad es mantener la mayor cantidad de nutrientes hasta llegar al consumidor final. La congelación surge como uno de los métodos más efectivos en la conservación de los alimentos con un impacto mínimo en las propiedades organolépticas y cualitativas de los alimentos. Durante el descongelamiento se genera la exudación de jugos propios de los cárnicos, los cuales están compuestos de proteínas, grasas y agua. El objetivo del estudio es reducir las pérdidas de peso generadas después del proceso de descongelado, mediante herramientas de análisis, métodos estadísticos y mejora continua.

Se determinaron causas ligadas al problema enfocado respecto al empaquetado del producto y los tiempos de descongelación manejados, desarrollando propuestas para mitigar la pérdida de peso de los productos cárnicos. Se cambió el empaquetado de los productos, pasando de 10 a 5 unidades por paquete, logrando optimizar espacio de almacenamiento, descongelación más uniforme y mejor manejo de los paquetes para colocar en parrilla. Respecto al tiempo de descongelamiento, se aplicaron pruebas con 18, 24, 36 y 48 horas, evidenciando que la menor pérdida de peso se obtenía a las 18 horas, sin embargo, el producto presentaba cristales de hielo. Por lo tanto, el tiempo que dio la menor pérdida de peso y producto conforme fue el de 24 horas, obteniendo que el filete de pollo y lomo de res tuvieron una pérdida del 13 y 9.6%, respectivamente. Tomando en consideración el 12% de pérdida de peso como estándar de la compañía, se obtuvo resultados favorables para el lomo de res. Por otro lado, se debe analizar nuevas alternativas para mitigar la pérdida de peso del filete de pollo para entrar en el estándar de la compañía.

Palabras clave: fuentes proteicas, preservación, congelación, descongelamiento, pérdida de peso, mejora continua, métodos estadísticos.

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	I
ÍNDICE GENERAL.....	II
CAPÍTULO 1.....	1
1. GENERALIDADES.....	1
1.1. Antecedentes	1
1.2. Justificación del proyecto	1
1.3. Objetivos	3
1.3.1. Objetivo general.....	3
1.3.2. Objetivos específicos	3
1.4. Marco teórico	3
1.4.1. Requerimiento proteico	3
1.4.2. Principio de la congelación	3
1.4.3. Descongelamiento de cárnicos	4
1.4.4. Lean.....	4
1.4.5. Seis Sigma.....	5
1.4.6. Lean Six Sigma (LSS)	5
CAPÍTULO 2.....	6
2. METODOLOGÍA.....	6
2.1. Definir.....	6
2.1.1. Despliegue de la función de calidad (QFD).....	6
2.1.2. Desarrollo de SIPOC	7
2.1.3. Árbol de requisitos críticos de calidad (CTQ).....	8
2.1.4. Definición del problema.....	9
2.2. Medir.....	10
2.2.1. Plan de recolección de datos	10
2.3. Analizar	11
2.3.1. Diagrama de Ishikawa	11
2.3.2. Matriz Causa efecto.....	12
2.3.3. Análisis modal de fallos y efectos (AMEF).....	13

2.3.4.	Selección de causas potenciales (matriz de impacto esfuerzo)	17
2.3.5.	Plan de verificación.....	17
2.3.6.	5 por qué	18
2.4.	Mejorar	18
2.4.1.	Matriz de selección de soluciones	18
2.4.2.	Análisis costo beneficio	20
2.4.3.	Plan de implementación	20
2.5.	Controlar	22
CAPÍTULO 3.....		23
3.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	23
3.1.	Resultados	23
3.2.	Resultados del plan de recolección de datos	23
3.2.1.	Registro de descongelamiento.....	23
3.2.2.	Peso de cárnicos.....	23
3.2.3.	Temperatura de los equipos de congelación y refrigeración 25	
3.3.	Pruebas piloto.....	25
3.3.1.	Cambio del empaquetado de la materia prima.....	25
3.3.2.	Cambio de los equipos de refrigeración	27
3.3.3.	Cambio de tiempo de descongelado.....	27
3.3.4.	Registro de control de descongelamiento	30
3.4.	Discusión	31
3.4.1.	Peso de cárnicos.....	31
3.4.2.	Estado actual de equipos de frío	31
3.4.3.	Optimización de espacio en la etapa de descongelado.....	31
3.4.4.	Optimización de tiempo de descongelado	32
3.4.5.	Proceso de mejora y control de la calidad del producto ...	33
CAPÍTULO 4.....		34
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	34
4.1.	Conclusiones	34
4.2.	Recomendaciones	35

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	36
ANEXOS	39

ABREVIATURAS

TM	Toneladas métricas
VOC	Voz del cliente
CTQ	Crítico de calidad
AMEF	Análisis Modal de Fallos y Efectos
POE	Procesos Operativos Estándar
DPMO	Defectos Por Millón de Oportunidades
LSS	Lean Six Sigma
QFD	Despliegue de la Función de Calidad

INDICE DE TABLAS

Tabla 1 Pérdida de peso de cárnicos durante el proceso de descongelación.....	2
Tabla 2 Composición nutricional aproximada de acuerdo con la especie	3
Tabla 3 Pérdida de agua por goteo procedente de muestras de 5,7 g y porcentaje de pérdida por cada tipo de carne a cada tiempo de almacenamiento.....	4
Tabla 4 Etapas del ciclo DMAIC.....	5
Tabla 5 Pasos del desarrollo de QFD.....	6
Tabla 6 Definición del problema	9
Tabla 7 Plan de recolección de datos.....	10
Tabla 8 Matriz causa efecto	12
Tabla 9 Clasificación de la gravedad según el modo de fallo	13
Tabla 10 Clasificación de la ocurrencia del modo de fallo	14
Tabla 11 Clasificación de la capacidad de detección del modo de fallo	14
Tabla 12 AMEF	15
Tabla 13 Causas de mayor relevancia de la matriz causa efecto y AMEF	17
Tabla 14 Plan de verificación	18
Tabla 15 Matriz de selección de soluciones	19
Tabla 16 Análisis costo beneficio	20
Tabla 17 Plan de implementación	21
Tabla 18 Registro de control de descongelación	22
Tabla 19 Levantamiento de equipos de frío.....	25
Tabla 20 Cambio de empaquetado de producto.....	26
Tabla 21 Prueba de tiempos de descongelado de filete grande de pollo	27
Tabla 22 Prueba de tiempos de descongelado de lomo grande de res	28

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Diagrama SIPOC de proceso de cadena de comida rápida	8
Figura 2 Diagrama CTQ.....	9
Figura 3 Diagrama de Ishikawa	12
Figura 4 Matriz impacto esfuerzo.....	17
Figura 5 Diagrama de 5 por qué	18
Figura 6 Prueba de normalidad para filete grande de pollo	24
Figura 7 Prueba de normalidad para lomo grande de res	24
Figura 8 Gráfico de intervalos de tiempos de descongelado de filete grande de pollo	28
Figura 9 Gráfico de intervalos de tiempos de descongelado de lomo grande de res...	29

CAPÍTULO 1

1. GENERALIDADES

1.1. Antecedentes

Uno de los nutrientes esenciales para la salud humana son las proteínas, contando con una dieta equilibrada se puede proporcionar la cantidad adecuada de aminoácidos para mantener la masa muscular, producción de hormonas y enzimas, y la construcción y reparación de tejidos (Phillips, 2017). El cerdo y la carne de res contienen un significativo contenido de grasa, con un importante aporte de minerales como el zinc y el hierro, indispensables para el sistema inmune y fortalecimiento óseo. El pollo, a diferencia de las fuentes anteriores, tiene un bajo contenido de grasa y es rico en proteínas, lo que lo convierte en una mejor opción para el desarrollo de músculo y la pérdida de peso (Andújar et al., 2003). Las proteínas son alimentos perecederos con un porcentaje de importante de agua, comprendido entre 65 a 80% en su composición (Alcívar & Ostaiza, 2017).

Dada la demanda proteica de la población ecuatoriana, la industria cárnica se encuentra centrada en la producción de animales de engorde, produciendo 573.2 mil toneladas métricas (TM) de pollo, 173.2 mil TM de carne de cerdo y 200 mil TM de carne de res; obteniendo un consumo de 54.09 kg per cápita por año (Chamba, 2021). El desarrollo de la industria cárnica necesita contar con una adecuada cadena de conservación para asegurar la calidad e inocuidad de los productos antes de ser debidamente comercializados. La preservación a bajas temperaturas es considerada la metodología más común para mantener las propiedades de los productos (Fabre et al., 2014).

La congelación es utilizada como uno de los métodos más efectivos y eficientes para la preservación de alimentos, teniendo un impacto mínimo en las propiedades organolépticas (color, olor, textura, consistencia, entre otros) y cualitativas (calidad y componentes) de los productos (Kiani & Sun, 2011). Adicionalmente, la calidad final de los cárnicos se puede ver afectada por la manipulación previa a la congelación, envasado, tiempo de almacenamiento, fluctuación de temperatura de almacenamiento y manejo del producto al realizar el descongelamiento (Muela et al., 2015).

1.2. Justificación del proyecto

El presente proyecto se realiza en una cadena de comida rápida del Ecuador, tomando en consideración los 15 locales comerciales ubicados en la ciudad de Guayaquil, en centros comerciales y locales independientes. El rubro de la empresa está encaminado al servicio de restauración, basándose en el asado de productos principalmente de origen animal como res, cerdo, pollo, carnes de hamburguesas, etc.

La problemática en la que se fundamenta el proyecto radica en la insatisfacción de los clientes acerca de la cantidad recibida del componente proteico de algunos platos ofertados. Dado el antecedente, se procedió con la revisión de los procesos ejecutados por parte del personal de cada local, donde se evidencian novedades durante el proceso de descongelado de los productos. El proceso actual según los lineamientos de la empresa, establecen tiempos de descongelación entre 8, 12, 24 y hasta 48 horas para las diferentes líneas de productos que manejan. El estándar establecido para la pérdida

de peso permisible durante el descongelado según el departamento de calidad de la empresa es del 12%, sin embargo, durante la toma de pesos in situ, se evidencian pérdidas mayores a dicho estándar (Tabla 1).

Tabla 1 Pérdida de peso de cárnicos durante el proceso de descongelación

Proteína	Peso ideal (g)	Peso promedio de producto crudo descongelado (g)	Promedio de % Pérdida de peso en descongelación
Bife de chorizo 250	250	233,09	6,76%
Bondiola	270	248,62	7,92%
Chuleta	115	107,56	6,47%
Filete grande de pollo	360	296,00	17,78%
Filete mediano de pollo	180	162,50	9,72%
Hamburguesa de pollo	115	111,36	3,16%
Hamburguesa de res	115	116,40	1,22%
Hamburguesa premium	180	177,50	1,39%
Lomo mediano de res	135	127,95	5,22%
Lomo fino 250	250	231,54	7,38%
Lomo grande de res	270	230,86	14,50%
Pajarilla	130	122,42	5,83%
Picaña 250	250	243,50	2,60%
Ribeye Angus 250	250	236,17	5,53%

Elaboración propia.

A partir de la Tabla 1, se puede evidenciar que las proteínas referentes al filete grande de pollo y lomo grande de res superan el estándar de pérdida de peso establecido por la compañía (12%). Por lo tanto, se priorizará el análisis con los dos productos en mención para el desarrollo del proyecto.

Para identificar las causas que están generando la pérdida de peso en los cárnicos objetivos, se propone la aplicación de métodos estadísticos, herramientas de optimización y mejora continua para identificar la causa raíz del problema, reducir la variabilidad de la pérdida de peso hasta alcanzar el estándar promedio, y plantear soluciones basadas en un análisis costo-beneficio, evaluándolas mediante el modelamiento de procesos y pruebas piloto.

Al alcanzar los objetivos planteados en el proyecto, la cadena de comida rápida podrá satisfacer la calidad del servicio a los clientes, impulsando el negocio y la captación de nuevos clientes; traducido a la generación de mayor rentabilidad y prestigio de la marca.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Reducir la pérdida de peso en cárnicos durante el proceso de descongelación mediante el uso de métodos estadísticos, herramientas de optimización y mejora continua en una cadena de comida rápida.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar la causa raíz que genera el problema.
- Agregar valor en los procesos involucrados en el análisis del problema mediante la aplicación de métodos estadísticos, herramientas de optimización y mejora continua, con la finalidad de reducir la variabilidad de la pérdida de peso.
- Plantear soluciones basadas en un análisis costo-beneficio y evaluarlas mediante el modelamiento de procesos y pruebas piloto.

1.4. Marco teórico

1.4.1. Requerimiento proteico

Para mantener a una persona mayor de 19 años saludable, la cantidad diaria recomendada de proteína es de 0.80g/kg/día, según el balance de nitrógeno (Phillips, 2017). Montalvo-Puente et al. (2018), señala la comparación nutricional de diferentes fuentes proteicas como: carne de res, cerdo y pollo, tomando en consideración 100 gramos de tejido fresco (Tabla 2).

Tabla 2 Composición nutricional aproximada de acuerdo con la especie

Análisis	Peso según animal (g/100g tejido fresco)		
	Pollo	Cerdo	Carne
Humedad	75.05 ± 0.16	74.40 ± 0.16	73.29 ± 0.16
Ceniza	1.16 ± 0.02	1.15 ± 0.02	1.27 ± 0.02
Proteína cruda	20.50 ± 0.34	20.94 ± 0.34	21.76 ± 0.34
Lípidos totales	6.87 ± 0.15	4.76 ± 0.15	2.83 ± 0.15

Elaboración propia.

1.4.2. Principio de la congelación

Su base radica en la disminución de temperatura por debajo de los 0°C, alcanzando los -18 a -20°C, lo que provoca la cristalización de las moléculas de agua, reducción de actividad de agua y retraso del deterioro de la calidad; logrando extender la vida útil de los productos (Kiani & Sun, 2011). Sin embargo, la congelación genera cambios físicos y químicos en los alimentos, generando desnaturalización de proteínas, oxidación de lípidos, decoloración, quemaduras por congelación, alteración del pH, concentración de solutos y cristalización del agua interna del producto (Leygonie et al., 2012).

La cadena de comida rápida en la que se desarrolla el estudio emplea dos tipos de procesos de congelación. En la congelación lenta los productos son congelados a 0.05°C/min, mientras que el rango para la congelación rápida es de 0.5°C/min. La formación de cristales de hielo está directamente relacionada con el tipo de congelación, ya que la congelación rápida forma pequeños cristales de hielo que son uniformemente

distribuidos dentro y fuera de las células de los tejidos musculares. Por otro lado, la congelación lenta, forma una capa larga de cristales de hielo que se ubica en la región extracelular, generando un daño menor a la composición de la proteína (Oliveira et al., 2015). Para los cortes empleados en el estudio, el filete grande de pollo y lomo grande de res se emplea la congelación rápida desde la planta de producción.

Las proteínas de fuente animal sometidas al proceso de congelación transforman la mayor cantidad de agua presente en su interior en cristales de hielo, esta acción permite detener la actividad bioquímica y microbiológica de los cárnicos. A percepción de los consumidores, el consumo de carnes frescas tiene mejor sabor, olor y aspecto físico que una carne congelada y posterior descongelada debido a la pérdida de peso, valores nutricionales, terneza, entre otros (Alcivar & Ostaiza, 2017a).

1.4.3. Descongelamiento de cárnicos

Según Moreno (2006), el descongelamiento de cárnicos genera una pérdida significativa de líquido, proteínas y grasas, que se traduce al en la pérdida de peso. Estos cambios afectan el sabor, color, apariencia y posible proliferación de microorganismos. Por lo que es recomendable mantener el producto en un recipiente cerrado y a bajas temperaturas (refrigeración).

Según Morón-Fuenmayor et al. (2003), la pérdida de peso cárnicos está en función del tamaño del fileteado y procedencia de la fuente animal. En la Tabla 3 se presentan los resultados de la investigación realizada en muestras de pollo, res, cerdo y avestruz, de acuerdo con el tiempo de almacenamiento.

Tabla 3 Pérdida de agua por goteo procedente de muestras de 5,7 g y porcentaje de pérdida por cada tipo de carne a cada tiempo de almacenamiento.

Tipo de Carne	Tiempo	Pérdida de peso (g)	% de Pérdida
Pollo	24	0.073a,b	1.430a,b
	48	0.106b	2.075b
	72	0.146c	2.879c
Res	24	0.117a	1.801a
	48	0.187b	2.943b
	72	0.213c	3.353c
Cerdo	24	0.061a	1.056a
	48	0.097a	1.661a
	72	0.140b	2.416b
Avestruz	24	0.032a	0.547a
	48	0.073a	1.239a
	72	0.125b	2.103b

a,b,c: Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas (P<0.05)

Extraído de: Morón-Fuenmayor et al. (2003).

1.4.4. Lean

La metodología Lean está enfocada en la identificación y eliminación de los desperdicios generados en una empresa, organización o procesos (Voehl et al., 2014). Los defectos tienen una afectación económica directa para la compañía, razón por la cual, esta

filosofía operativa cumple con eliminar sobreproducción, retrabajo, inventario, tiempo de espera, transporte, sobre-procesamiento, defectos (CSSC, 2018).

1.4.5. Seis Sigma

La metodología Seis Sigma tiene como objetivo la mejora de la calidad de los procesos minimizando variaciones y causas de los defectos. Su aplicación incluye el uso de herramientas estadísticas para la reducción de costos y mejora de la calidad (Voehl et al., 2014). Según George et al. (2003) y el CSSC (2018), la mejora tiene que seguir las etapas del ciclo DMAIC, el cual se encuentra detallado en la Tabla 4:

Tabla 4 Etapas del ciclo DMAIC

Etapa	Función	Herramientas
Definir	Identificación del problema, tomando en consideración los requerimientos para alcanzar la propuesta planteada	Project Charter, voz del cliente (VOC), análisis de partes interesadas, diagrama de proveedores, entradas, procesos, salidas y clientes (SIPOC), árbol de requisitos críticos de calidad (CTQ)
Medir	Recopilación de datos pertenecientes a los procesos del objetivo de estudio, validando si dicha información está ligada al problema identificado y suposiciones del equipo de trabajo	Plan de recolección de datos, mapeo de procesos, análisis del sistema de medición, estadística descriptiva, cartas de control.
Analizar	Validación de las hipótesis causales entre las variables de estudio, mediante análisis estadísticos.	Análisis causa raíz, análisis modal de fallos y efectos (AMEF), análisis de regresión, pruebas de hipótesis, gráficas de Pareto.
Mejorar	Implementación y desarrollo de las ideas planteadas para la solución del problema, cuyos resultados deben ser medidos, estableciendo parámetros de control para la siguiente etapa.	Lluvia de ideas, diseño de experimentos, diseño de soluciones, pruebas piloto, análisis costo beneficio.
Controlar	Establecimiento de parámetros de control, manteniendo los resultados esperados en la línea del tiempo.	Planes de control, procesos operativos estándar (POE), cartas de control, ayudas visuales, plan de sostenibilidad.

Elaboración propia.

1.4.6. Lean Six Sigma (LSS)

Según Voehl et al. (2014), la metodología LSS es la combinación de las filosofías operativas con mayor impacto en la mejora del rendimiento: metodología Lean y Seis Sigma, empleada en conjunto para la eliminación de los desperdicios y obtención de productos o servicios en un rango de 3.4 defectos por millón de oportunidades (DPMO).

CAPÍTULO 2

2. METODOLOGÍA

Como se pudo evidenciar en la Tabla 1, los cárnicos que están fuera del rango permisible de pérdida de peso son: filete grande de pollo y lomo grande de res. El uso de las herramientas de mejora continua y reducción de desperdicios permite optimizar los recursos y maximizar las ganancias, determinando fuentes potenciales que contribuyan a las desviaciones presentadas en los productos; generando alternativas para detener los problemas o mitigarlos en su máxima capacidad. El capítulo detalla cada una de las etapas del ciclo DMAIC, las cuales cuentan con herramientas que se aplicaron para definir el problema enfocado.

2.1. Definir

En esta etapa se delimita y define el problema en cuestión, detallando dónde se presenta, cómo afecta a los consumidores, desde qué tiempo existe, qué relación tiene con la calidad y productividad deseada (Gutiérrez Pulido, 2010).

Obtenido el problema definido, este debe estar ligado al objetivo del proyecto y brindar resultados que se obtendrían al resolverlo.

2.1.1. Despliegue de la función de calidad (QFD)

El QFD es un proceso estructurado para expresar la voz del cliente de manera gráfica, obteniendo resultados medibles y requerimientos que se solicitan; implementando dichas solicitudes en todo el proceso productivo revisando la factibilidad de estos (Voehl et al., 2014). Para desarrollar un análisis QFD se debe considerar los siguientes pasos:

Tabla 5 Pasos del desarrollo de QFD

Paso	Lineamiento	Definición
1	Requerimiento del cliente	Busca que es lo que desea el cliente.
2	Prioridades del cliente	Evalúa la importancia que le da el cliente a una característica en específico. Dicha escala se puede determinar numéricamente. Siendo: <ul style="list-style-type: none">• 5 alta• 3 media• 1 baja
3	Evaluación de los clientes	Evaluación del desempeño del producto por parte de s consumidores.
4	Requerimientos funcionales	Hace referencia al cómo se va a satisfacer los requerimientos de los clientes.
5	Matriz de relación	Se registra la relación existente entre los requerimientos del cliente y los requerimientos funcionales. Las relaciones pueden ser ponderadas como: <ul style="list-style-type: none">• 9 fuertes• 3 moderadas• 1 débiles• 0 ninguna
6	Evaluación de importancia	Determinada por la relación de la sumatoria de la relación entre la prioridad del cliente y los valores de la matriz de correlación. Por ejemplo:

7	Evaluación competitiva	Determinación de la posición actual, comparado con la competencia.
8	Matriz de correlación	Evidencia la relación existente entre los requerimientos funcionales, esta puede ser denotada como: <ul style="list-style-type: none"> • + positiva • 0 sin correlación • - negativa
9	Análisis	Presenta la dirección que debe tomar la empresa para la planificación y producción del servicio.

Elaboración propia

Se aplicó la Casa de la Calidad para la organización de las exigencias de los clientes de acuerdo con la problemática presentada en la percepción de los cárnicos recibidos en el producto final (Anexo A). Identificando que, según el rango de prioridades, el enfoque del proyecto debe estar dado en función del peso del producto.

2.1.2. Desarrollo de SIPOC

El diagrama SIPOC es una de las herramientas más usadas debido a su efectividad y sencillez, empleada para entender cada uno de los componentes de un proceso, logrando evidenciar la etapa de relevancia al ligarlo a un problema presentado (CSSC, 2018). Cada sigla de la herramienta tiene su significado, según George (2003) se definen por:

- Suppliers (Proveedores, según su traducción al español): hace referencia a la entidad que puede ser representada por una empresa, proceso o persona. Provee información, materiales, formatos o cualquier asunto que sea trabajado en el proceso.
- Input (Entrada, según su traducción al español): se refiere a la información o material entregado.
- Process (Proceso, según su traducción al español): Pasos usados en el proceso, todos aquellos que representen mayor o menor relevancia.
- Output (Salida, según su traducción al español): es la información, producto o servicio enviado al cliente.
- Costumers (Clientes, según su traducción al español): a quién está destinada la información, producto o servicio generado.

Por lo tanto, se empleó la herramienta para el desarrollo del diagrama con la información obtenida de la empresa en cuestión (Figura 1). Evidenciando la etapa del proceso (descongelación de materia prima) y salida (producto descongelado conforme) que debe ser analizada a detalle en las siguientes etapas.



Figura 1 Diagrama SIPOC de proceso de cadena de comida rápida

Elaboración propia.

2.1.3. Árbol de requisitos críticos de calidad (CTQ)

Son los factores o parámetros conductores de la calidad que se encuentran dentro de la empresa o proceso estudiado. Los CTQ's son características que pueden ser medibles, de los cuales su desarrollo brinda información sobre cuales necesidades podrían ser satisfechas (CSSC, 2018). La estructura del árbol CTQ está dada por los niveles:

- Necesidad: requerimiento específico u objetivo del cliente.
- Factores: características o parámetros que garanticen que se cumpla las necesidades del cliente.
- Requerimientos: especificaciones que garanticen los factores.

Para el desarrollo del CTQ, se tomó en consideración el objetivo del proyecto y las etapas a estudiar del diagrama SIPOC de la Figura 1. Determinando en primera instancia tres factores de relevancia y seis requerimientos para estudiar su incidencia en el problema detectado (Figura 2).

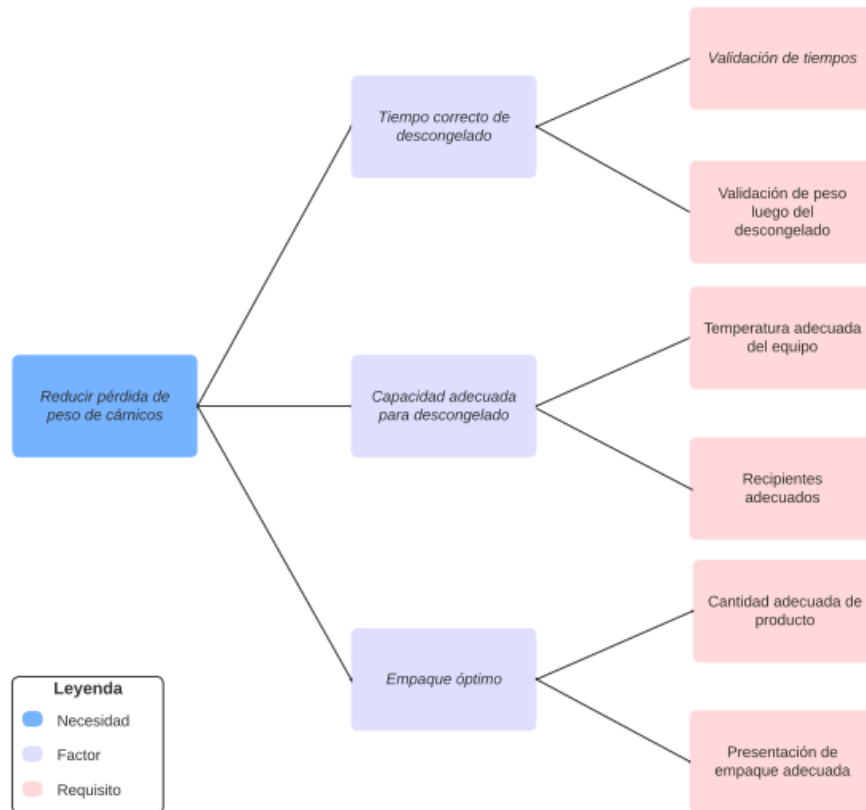


Figura 2 Diagrama CTQ

Elaboración propia

2.1.4. Definición del problema

Se empleó la herramienta de las 5 porqués, que tiene como fundamento el preguntar detalladamente acerca del problema del proceso, buscando entender la causa raíz del problema (CSSC, 2018). Su desarrollo está basado en brindar una conjetura concreta a partir de la información sustraída de las siguientes interrogantes: ¿Qué?, ¿Dónde?, ¿Cuándo?, ¿Qué tanto?, ¿Cómo lo sé?

A partir de los antecedentes e información brindada por los clientes en los apartados anteriores, se procedió con la definición del problema:

Tabla 6 Definición del problema

Interrogante	Descripción
¿Qué?	Pérdida de peso de cárnicos es elevada
¿Dónde?	Locales de cadena de comida rápida en Guayaquil
¿Cuándo?	Problema identificado desde febrero del 2024
¿Qué tanto?	Una pérdida mayor al 12% establecido
¿Cómo lo sé?	A partir de la toma de pesos del producto después del proceso de descongelación.
Definición del problema	La pérdida de peso de cárnicos luego del proceso de descongelación es elevada. En los locales de la cadena de comida rápida, se identificó desde febrero de 2024 que la pérdida de peso supera el estándar establecido del 12%.

Elaboración propia.

2.2. Medir

Una vez definido el problema, se procede con la creación de una métrica para el levantamiento de la información perteneciente al problema en cuestión. Mediante la métrica, se obtiene un punto de partida que denotará como estaba el proceso antes y después de aplicar las soluciones propuestas al finalizar el proyecto (CSSC, 2018). Los datos se pueden dividir en:

- Datos discretos: basados en el conteo. Estos datos pueden ser de tipo ordinal, nominal y binario o de atributo (CSSC, 2018). Se los conoce como datos cualitativos (Voehl et al., 2014).
- Datos continuos: son datos cuantitativos y medidos en unidades (CSSC, 2018).

2.2.1. Plan de recolección de datos

En la Tabla 7 se muestra el plan de recolección de datos establecido para el proyecto. Tomando en consideración qué se va a recolectar, el tipo de unidades y datos, cómo se va a realizar la medición, que registros se emplearán y fechas de la toma de muestras.

Tabla 7 Plan de recolección de datos

Parámetro	Unidad	Tipo de dato	Cómo se mide	Registro	Fecha de muestreo
Tiempo de descongelamiento	Horas	Continuo	Pasando los paquetes de proteína del congelador al refrigerador, evidenciando según lote las 48 horas transcurridas en el proceso de descongelado (según POE).	Registro de trazabilidad de producto en descongelación	Julio
Peso de cárnico	Gramos	Continuo	Toma de peso de producto descongelado salido del refrigerador.	Registro de pesos de cárnicos	Junio - Julio
Temperatura de equipos de congelación y refrigeración	Grados centígrados	Continuo	Toma de temperatura de equipos de congelación y refrigeración	Registro de temperaturas de equipos	Julio

Elaboración propia.

A continuación, se detalla la importancia de cada uno de los datos que serán recolectados en la Tabla 7:

- Tiempo de descongelamiento: este dato nos ayudará a verificar que se estén cumpliendo los tiempos estipulados actualmente en el POE, identificando posibles desviaciones por error humano y verificar si existe relación con la pérdida de peso de los cárnicos.
- Peso de cárnicos: La empresa maneja una base de datos que se alimenta semanalmente con los pesos de los cárnicos tomados después del proceso de descongelado de forma aleatoria. Por lo cual, se extraerá la información necesaria para el posterior análisis. Una vez recopilados los datos se realizará una prueba de normalidad para determinar si siguen una distribución normal o no.
- Temperatura de equipos de congelación y refrigeración: el seguimiento de las temperaturas de los equipos se realiza diariamente por parte del personal administrativo, tanto a nivel del indicador de temperatura, como con la ayuda del termómetro para identificar posibles desviaciones en el almacenamiento de la materia prima.

2.3. Analizar

Este paso incluye la búsqueda de las posibles causas del problema, haciendo referencia a la interrogante del porqué sucede, de forma reiterativa. Cabe resaltar que, se debe tener claramente diferenciado entre las causas reales, más no en las consecuencias del problema. Adicional a esto, verificar la variabilidad que se obtiene en la matriz productiva (jornada laboral, turno, equipos), parte o producto con la desviación o el proceso que tenga inconvenientes (Gutiérrez Pulido, 2010).

2.3.1. Diagrama de Ishikawa

Es un método que representa de forma gráfica la relación de un defecto con sus posibles causas. Según Gutiérrez Pulido (2010), existen tres tipos de diagramas, los cuales se diferencian por su método de búsqueda y organización de causas. Su división abarca:

- Método de las 6M: el cual abarca las causas principales en categorías de mano de obra, métodos, materiales, máquinas o equipos, medio ambiente y medición. A raíz de las categorías presentadas, se tiene un amplio margen del proceso, donde las diferentes causas del problema estarían relacionadas.
- Método de flujo del proceso: este diagrama tiene la particularidad de que la espina principal del esquema sigue la secuencia del proceso donde se ha identificado el problema.
- Método de estratificación: se enfoca en las causas potenciales, dichas causas son seleccionadas a raíz de una lluvia de ideas.

Para el presente proyecto, se desarrolló el diagrama de Ishikawa en base al método de las 6M, el cual se encuentra representado en la Figura 3:



Figura 3 Diagrama de Ishikawa

Elaboración propia

2.3.2. Matriz Causa efecto

Es una herramienta que ayuda a evaluar el impacto neto de causas (X's) y efectos (Y's) tomando en cuenta el conocimiento de los expertos en el área de estudio (Voehl et al., 2014). Según la puntuación detallada a continuación, se mantiene un orden para dejar de lado posibles causas que no afecten directamente al problema, eliminando trabajo innecesario. Se tomo como calificación:

- 0: Sin impacto
- 1: Impacto débil
- 3: Impacto medio
- 9: Alto impacto

A partir de las causas principales del diagrama de Ishikawa, se genera la ponderación acerca del impacto de la causa sobre el problema definido. Se realizó la entrevista de expertos en el área (E), siendo estos: jefe de operaciones (E1), jefe de mantenimiento (E2) y auditor operativo (E3). Obteniendo como resultado la siguiente matriz:

Tabla 8 Matriz causa efecto

N°	Causas X's	Y: Pérdida de peso en carnes			
		E1	E2	E3	Total
1	Empaque de producto inadecuado	9	1	9	19
2	Lotes de materia prima con desviaciones	3	1	3	7
3	Tiempos de descongelamiento	9	3	9	21
4	Límites de especificaciones obsoletos	1	0	9	10

5	Equipos obsoletos	9	9	9	27
6	Tiempo de defrost extendido	1	3	3	7
7	Temperatura fuera de rango	3	9	3	15
8	Falta de capacitación	1	3	9	13
9	Desconocimiento de procesos	3	1	3	7
10	Empleados sin experiencia	1	1	3	5

Elaboración propia.

2.3.3. Análisis modal de fallos y efectos (AMEF)

Es una herramienta usada para obtener información más detallada sobre las entradas y posibles fallos asociados al problema definido (CSSC, 2018). Según George (2003), esta herramienta ayuda a prevenir problemas antes que estos sucedan.

Cuando se realiza la aplicación del AMEF, se debe seleccionar los elementos clave asociados al resultado esperado. Según Bestratén et al. (2004), el desarrollo del AMEF cuenta con las siguientes etapas:

- Denominación del componente: se establece el proceso, elemento del proceso (en función del diagrama de las 6M) y el paso del proceso.
- Efecto potencial de fallo: desviaciones detectadas por el usuario o cliente. Se detalla las consecuencias indeseadas de fallo detectables u observables.
- Modo potencial de fallo: forma en que se puede fallar en la búsqueda de cumplir con el proceso, rendimiento o expectativa del cliente.
- Causa de modo de fallo: indica el origen del modo de fallo. Las causas deben tener relación directa, para que el trabajo realizado en la corrección sea preciso.
- Sistema de control: refleja los controles actuales para la prevención y detección del efecto respuesta.
- Severidad o gravedad: dictamina la importancia del modo potencial de fallo, valorando el nivel de consecuencias, donde dicho nivel aumenta en función de las características insatisfechas en el cliente. La clasificación puede darse según la Tabla 9:

Tabla 9 Clasificación de la gravedad según el modo de fallo

GRAVEDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Repercusiones imperceptibles	No es razonable esperar que este fallo de pequeña importancia origine efecto real alguno sobre el rendimiento del sistema. Probablemente, el cliente ni se daría cuenta del fallo.	1
Baja Repercusiones irrelevantes apenas perceptibles	El tipo de fallo originaría un ligero inconveniente al cliente. Probablemente, éste observará un pequeño deterioro del rendimiento del sistema sin importancia. Es fácilmente subsanable	2-3
Moderada Defectos de relativa importancia	El fallo produce cierto disgusto e insatisfacción en el cliente. El cliente observará deterioro en el rendimiento del sistema	4-6
Alta	El fallo puede ser crítico y verse inutilizado el sistema. Produce un grado de insatisfacción elevado.	7-8
Muy Alta	Modalidad de fallo potencial muy crítico que afecta el funcionamiento de seguridad del producto o proceso y/o involucra seriamente el incumplimiento de normas reglamentarias. Si tales incumplimientos son graves corresponde un 10	9-10

Extraído de: Bestratén et al. (2004)

- Ocurrencia: es la probabilidad de que ocurra una causa potencial de fallo. Las ocurrencias pueden ser valoradas de la siguiente forma:

Tabla 10 Clasificación de la ocurrencia del modo de fallo

FRECUENCIA	CRITERIO	VALOR
Muy Baja Improbable	Ningún fallo se asocia a procesos casi idénticos, ni se ha dado nunca en el pasado, pero es concebible.	1
Baja	Fallos aislados en procesos similares o casi idénticos. Es razonablemente esperable en la vida del sistema, aunque es poco probable que suceda.	2-3
Moderada	Defecto aparecido ocasionalmente en procesos similares o previos al actual. Probablemente aparecerá algunas veces en la vida del componente/sistema.	4-5
Alta	El fallo se ha presentado con cierta frecuencia en el pasado en procesos similares o previos procesos que han fallado.	6-8
Muy Alta	Fallo casi inevitable. Es seguro que el fallo se producirá frecuentemente.	9-10

Extraído de: Bestratén et al. (2004)

- Detección: evalúa la probabilidad de que se pueda detectar un caso con anterioridad para evitar las consecuencias de este. Para que ocurra dicha detección, se debe contar con controles específicos para determinada función. El índice de detección puede ser determinado por:

Tabla 11 Clasificación de la capacidad de detección del modo de fallo

DETECTABILIDAD	CRITERIO	VALOR
Muy Alta	El defecto es obvio. Resulta muy improbable que no sea detectado por los controles existentes	1
Alta	El defecto, aunque es obvio y fácilmente detectable, podría en alguna ocasión escapar a un primer control, aunque será detectado con toda seguridad a posteriori.	2-3
Mediana	El defecto es detectable y posiblemente no llegue al cliente. Posiblemente se detecte en los últimos estadios de producción	4-6
Pequeña	El defecto es de tal naturaleza que resulta difícil detectarlo con los procedimientos establecidos hasta el momento.	7-8
Improbable	El defecto no puede detectarse. Casi seguro que lo percibirá el cliente final	9-10

Extraído de: Bestratén et al. (2004)

El desarrollo del AMEF se presenta en la Tabla 12, identificando las causas con mayor prioridad a tratar (Prioridad de acción: Alta):

Tabla 12 AMEF

Proceso	Elemento del proceso	Paso del proceso	Efecto potencial de fallo	S	Modo potencial de fallo	Causa	O	D	Sistema de control	Prioridad de acción	Mejoras del proceso
Descongelado de materia prima	Equipo	Descongelado	Pérdida excesiva de peso de cárnicos	8	Equipos deteriorados u obsoletos	Equipos superan su tiempo de vida útil	4	2	Verificación de vida útil con ficha técnica de equipo	Media	Levantamiento de información de equipos deteriorados próximos a cambio
					Temperatura fuera de rangos	Sensor de temperatura averiado	3	3	Registro de verificación de sensor	Baja	Evaluación de sensores de mejor marca
						Compresor de equipo averiado	4	4	Registro de mantenimiento de equipos fríos	Media	Refuerzo de mantenimiento preventivo mensual
	Método	Tiempo de descongelado	Pérdida excesiva de peso de cárnicos	8	Tiempo excesivo de descongelado	Tiempos de descongelamiento desactualizados (POE)	4	4	Registro de actualizaciones de procesos	Media	Seguimiento de actualizaciones de procesos. Propuesta de oportunidades de mejora.
						Producto colocado a destiempo	7	5	Registro de control de descongelamiento	Alta	Evaluar nuevos tiempos de descongelado de productos
						Desconocimiento de procesos	5	3	Registro de capacitación de personal	Media	Reuniones mensuales de capacitación colectiva
						Demanda baja en función de la proyección	5	2	Plan de producción semanal	Media	Revisar históricos y fechas de alta afluencia en la actualidad para la planificación de la venta

			Cárnicos sin descongelación completa	7	Tiempo insuficiente de descongelado	Producto colocado a destiempo	6	3	Registro de control de descongelamiento	Alta	Evaluar mejores tiempos de descongelado de productos
						Stock insuficiente en el local	3	2	Manifiesto de pedido acorde a plan de producción	Baja	Planificación de requerimiento de pedido en base a venta proyectada
	Materia prima	Empaquetado de productos	Incorrecta descongelación de cárnicos	5	Unidades a descongelar excesivas por paquete	Mal empaquetado de planta de producción	3	2	Registro de unidades por paquete por producto	Baja	Revisión de mejora de empaquetado de productos
					Apilamiento incorrecto en descongelado	Exceso de producto en recipiente de descongelado	6	2	Ayuda visual de cantidades a descongelar	Media	Determinación de peso máximo por recipiente para descongelamiento
						Inexperiencia de parrillero	3	3	Registro de capacitación de personal	Baja	Reuniones mensuales de capacitación colectiva

Elaboración propia.

2.3.4. Selección de causas potenciales (matriz de impacto esfuerzo)

Tiene su enfoque en las áreas o procesos que generan mayor desperdicio (George, 2003). Se seleccionó las causas de mayor relevancia de la matriz causa efecto y causas de alta prioridad de AMEF (Tabla 13); las cuales fueron evaluadas en la matriz causa efecto, representada en la Figura 4, tomando en consideración:

- Impacto positivo (alto o bajo) de solucionar el problema definido al eliminar una determinada causa.
- Grado de dificultad (sencillo o complicado) de las actividades necesarias para eliminar la causa.

Tabla 13 Causas de mayor relevancia de la matriz causa efecto y AMEF

N°	Causas
1	Empaque de producto inadecuado
2	Tiempos de descongelamiento
3	Equipos obsoletos
4	Temperatura fuera de rango
5	Producto colocado a destiempo

Elaboración propia.

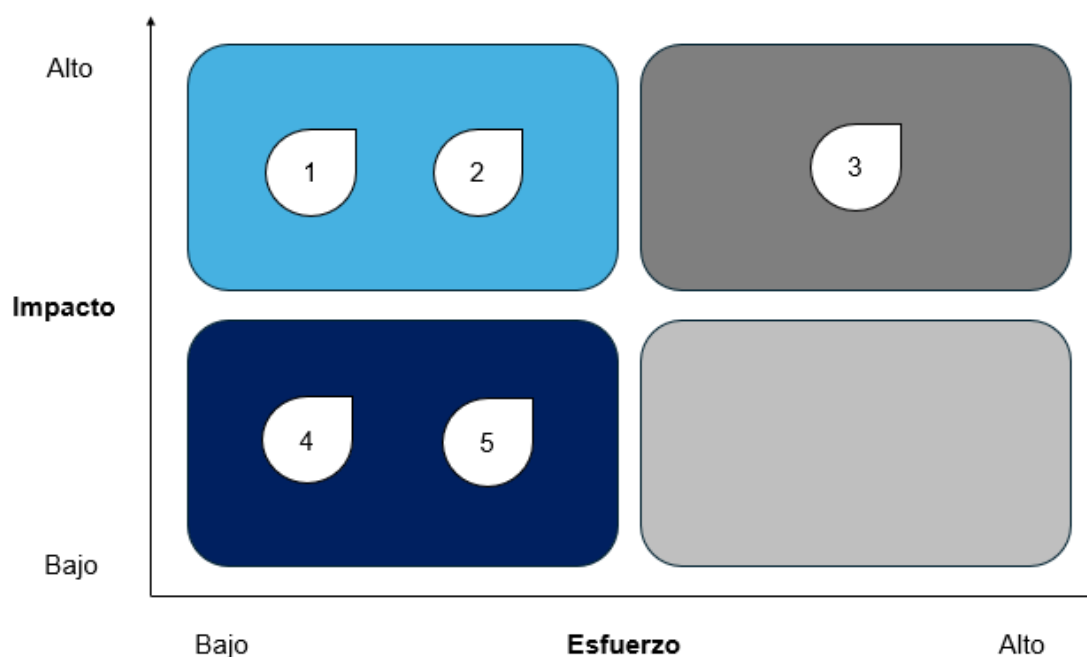


Figura 4 Matriz impacto esfuerzo

Elaboración propia.

2.3.5. Plan de verificación

Tomando en cuenta las causas de mayor impacto y menor dificultad obtenidas del paso anterior, se toma en cuenta la teoría sobre el impacto y se verifica mediante la observación del proceso y recolección de evidencias (GEMBA) o análisis estadístico dependiendo de la causa (CSSC, 2018).

Tabla 14 Plan de verificación

Causas potenciales	Teoría sobre el impacto	¿Cómo verificarlo?	Estado
Empaque de producto inadecuado	La presentación actual de los paquetes de materia prima viene de 10 unidades. Los paquetes deben permanecer mayor tiempo en descongelación para obtener producto óptimo para el asado.	GEMBA: Toma de peso de paquetes de materia prima al finalizar el tiempo establecido de descongelamiento (48 horas).	Verificado
Tiempos de descongelado	Al dejar demasiado tiempo el producto en descongelación, este presenta una mayor pérdida de peso asociada a los líquidos y grasas liberadas.	GEMBA: Verificación de lotes y tiempo de descongelado de paquetes.	Verificado

Elaboración propia.

2.3.6. 5 por qué

Es una herramienta ligada a la lluvia de ideas, la cual se enfoca en preguntar de forma reiterativa una causa ligada al problema enfocado con la finalidad la causa raíz de las desviaciones. A partir de las causas obtenidas de la matriz impacto esfuerzo se determinaron las causas raíz del problema:

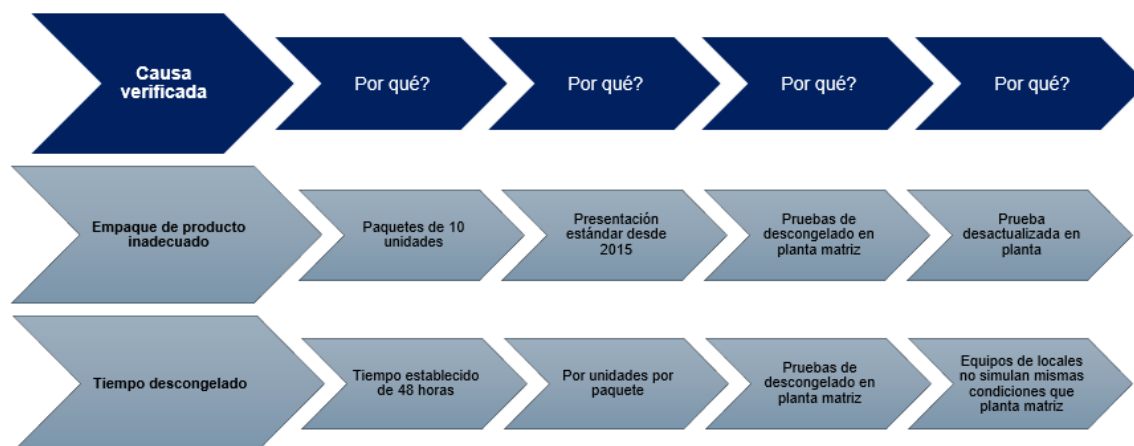


Figura 5 Diagrama de 5 por qué

Elaboración propia.

2.4. Mejorar

2.4.1. Matriz de selección de soluciones

Herramienta analítica que permite colocar propuestas de solución con su respectiva ponderación para cada una de las causas raíz identificadas en la etapa de análisis (CSSC, 2018). La matriz debe contener:

- Planteamiento del problema (problema enfocado).
- Causa raíz validada.
- Soluciones potenciales.
- Métodos prácticos para la posible solución del problema.
- Ponderación de las soluciones. Se puede calificar en una escala de 1 al 10 los siguientes tópicos:
 - Efectividad: mide que tan bien, puede una solución eliminar la causa raíz del problema. Siendo 1 no efectivo y 10 muy efectivo.

- Factibilidad: medida del esfuerzo requerido para implementar la solución. Siendo 1 no factible y 10 muy factible.
- Costo beneficio: realiza una estimación entre el costo del proyecto junto con las ganancias esperadas. Si las ganancias son mayores en comparación al costo, el índice será alto y viceversa.
- Las ponderaciones se multiplican finalmente para priorizar las soluciones y seleccionar la mejor puntuada. La matriz se desarrolló con las causas validadas de la Tabla 14, y se representa a continuación:

Tabla 15 Matriz de selección de soluciones

Planteamiento del problema	Causa raíz validada	Soluciones potenciales	Métodos prácticos	Efectividad	Factibilidad	Costo beneficio	Puntuación	Toma de acción
Pérdida de peso de cárnicos en proceso de descongelado	Empaque de producto inadecuado	Cambio de unidades por paquete	Ajuste de planta matriz a empaque de 5 unidades	9	8	8	576	Si
		Cambio de tipo de empaque	Solicitud de cambio de material de empaque	4	3	2	24	No
		Cambio de presentación de materia prima	Solicitud de cambio de presentación de materia prima, enviar trozos grandes	1	2	8	16	No
	Tiempos de descongelado	Cambio de tiempo de descongelado	Verificar el tiempo de descongelado mediante trazabilidad el lote	9	9	10	810	Si
		Cambio de equipos de frío	Solicitud a dirección estratégica por cambio de equipos	10	4	5	200	Si

Elaboración propia.

Se determina que las soluciones potenciales con mayor ponderación serán aplicadas para cumplir con la reducción del peso de los cárnicos:

- Cambio de unidades por paquetes.
- Cambio de tiempo de descongelado.

- Cambio de equipos de frío.

2.4.2. Análisis costo beneficio

Esta herramienta busca comparar los beneficios con los costos de implementar una solución dada (CSSC, 2018). Cada una de las alternativas puede ser valorada en función a la participación o importancia que se acople a los lineamientos de la empresa de estudio. A partir de la Tabla 15, se analiza como alternativas de solución al cambio de unidades de empaque (A), cambio de tiempo de descongelado (B) y cambios de equipo de frío (C); de las cuales, se muestra su calificación obtenida, así como la ponderación de cada una:

Tabla 16 Análisis costo beneficio

Beneficio	Peso	Alternativas (puntuación y ponderación)					
		A	A*	B	B*	C	C*
Aumento de transacciones	8	4	32	7	56	0	0
Disminución de quejas	6	1	6	6	36	6	36
Disminución de costo	8	3	24	7	56	2	16
Total		62		148		52	
*: Alternativa ponderada							

Elaboración propia

Las alternativas que presenten un mayor puntaje ponderado deben ser tratadas como prioritarias durante la implementación de las pruebas piloto, verificando el beneficio de acuerdo con lo estipulado en el presente análisis.

2.4.3. Plan de implementación

En base a las soluciones citadas en la Tabla 15 para toma de acción, se desarrolla el plan de implementación presentado en la Tabla 17, donde se colocan las acciones a implementar y se debe responder las siguientes preguntas (Gutiérrez Pulido, 2010):

- ¿Por qué se debe implementar?
- ¿Cómo se implementará?
- ¿Dónde se implementará?
- ¿Quién es el responsable de la implementación?
- ¿Cuándo se verificará la implementación?

Una vez respuestas las interrogantes, se procede con la verificación del cumplimiento de estas.

Tabla 17 Plan de implementación

Causa raíz	¿Qué acciones?	¿Por qué?	¿Cómo?	¿Dónde?	¿Quién?	¿Cuándo?	Estatus
Prueba desactualizada de descongelamiento en planta de producción, el volumen de producción no es el mismo que en el 2015.	Cambiar el empaquetado de la materia prima.	Para realizar el proceso de descongelamiento en un espacio adecuado en un tiempo menor.	Cambiando la presentación de 10 a 5 unidades por paquete.	5 locales piloto de la cadena de comida rápida.	Jefe de operaciones	Julio 2024.	Terminado
Los equipos de locales no tienen las mismas características de los equipos de planta matriz.	Cambio de equipos de refrigeración.	Equipos deteriorados en los locales.	Solicitud de cambio de equipos.	Locales que presenten equipos mayores a 8 años de uso.	Jefe de operaciones	Con la aprobación de dirección estratégica.	Pendiente
	Cambio de tiempo de descongelado.	El tiempo de descongelado va ligado a las unidades empaquetadas.	Realizando pruebas de tiempos de descongelado con la nueva presentación, en rangos de: 18, 24, 36 y 48 horas.	Locales comerciales.	Jefe de operaciones	Julio 2024.	Terminado

Elaboración propia.

2.5. Controlar

El objetivo de esta etapa es asegurar que las ganancias conseguidas sean preservadas, por lo menos hasta que exista un método mejor para el proceso o servicio (George, 2003). Según Gutiérrez Pulido (2010), el reto es que las mejoras soporten la prueba de tiempo, por lo que se debe establecer un sistema de control que:

- Prevea que los problemas existentes en el proceso, no se repitan.
- Impida que las mejoras o conocimiento ganado sean pasados a segundo plano.
- Fomente la mejora continua.

Para asegurar las acciones antes mencionadas, se requiere manejar controles de proceso, documentación y monitoreo. Por lo tanto, para el caso en cuestión, se desarrolló un registro de control en descongelación de producto, que permite conocer el tiempo de salida de paquetes a descongelación, lote, cantidad y fecha de consumo (Tabla 18).

Tabla 18 Registro de control de descongelación

REGISTRO DE CONTROL DESCONGELAMIENTO DE PRODUCTOS									
LOCAL:									
RESPONSABLE:									
MES:									
FECHA DE INICIO DE DESCONGELACIÓN (SALIDA DEL CONGELADOR):	01/07/24			02/07/24			03/07/24		
	HORA:	16:00:00		HORA:	16:00:00		HORA:	16:00:00	
	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES		
PRODUCTO	CANTIDAD (U)	LOTE	Fecha de Consumo	CANTIDAD (U)	LOTE	Fecha de Consumo	CANTIDAD (U)	LOTE	Fecha de Consumo
CÁRNICOS									

Elaboración propia.

El monitoreo se realiza de forma semanal por parte del jefe de operaciones, haciendo verificación de los lotes colocados en descongelación acorde al registro presentado. De igual forma, los departamentos de apoyo como calidad y capacitación tienen la autorización para la revisión y reporte de novedades en el registro de los productos.

CAPÍTULO 3

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Resultados

En el capítulo anterior se definió el problema enfocado, se identificó causas potenciales ligadas al problema, se analizó mediante herramientas de mejora continua las causas más probables y finalmente se establecieron las causas raíz de mayor relevancia para la implementación de mejoras que contribuyan a mitigar la pérdida de peso en los cárnicos objetivos. Por lo tanto, en la Tabla 17 se toma en consideración las acciones a tomar, las cuales hacen referencia al cambio de: empaquetado del producto, tiempos de descongelado y equipos de frío.

Inicialmente, en el Anexo A el despliegue de la función de calidad nos indicó el rango de prioridades al que se debe tener en consideración la voz del cliente. Haciendo referencia al peso o cantidad de producto y al buen sabor como características de mayor relevancia. Según Torres & Mora (2016), las experiencias que llenan de satisfacción a los clientes están relacionadas a la calidad del producto, menú variado e higiene.

3.2. Resultados del plan de recolección de datos

A partir del plan de recolección de datos, se desarrolló el seguimiento de los ítems estipulados en la Tabla 7, evidenciando las siguientes novedades:

3.2.1. Registro de descongelamiento

La revisión de los registros de descongelamiento muestra una secuencia de tiempos de acuerdo con lo estipulado en el POE, ambos productos (filete de pollo grande y lomo de res grande) cumplen con sus tiempos de descongelado en el registro. Sin embargo, se detectó una desviación puntual en la revisión in situ de los lotes colocados, los lotes ingresados en el registro no son los mismos que están en el paquete físico en descongelación. El seguimiento de los resultados es parte de la labor administrativa de cada uno de los locales, por lo tanto, el personal líder del establecimiento debe tener las bases claras para realizar la revisión respectiva.

3.2.2. Peso de cárnicos

De acuerdo con el apartado 2.2.1., se analizó la distribución de los datos del peso de filete de pollo grande (Figura 6) y lomo grande de carne (Figura 7). Se obtuvo una muestra de 90 datos por corte (Anexo B), con ayuda de Minitab se desarrolló la prueba de normalidad aplicando la prueba de Kolmogorov-Smirnov ($n > 50$), evidenciando que el valor-p para el filete grande de pollo (0.023) y lomo grande de res (< 0.01) es menor a 0.05, por lo tanto, los datos no siguen una distribución normal.

Tomando en consideración el filete de pollo grande, se puede evidenciar que la muestra tomada tiene una media de 300.9 gramos, lo que reflejado al peso ideal del producto (360 gramos) tiene una pérdida significativa de peso del 16.4%.

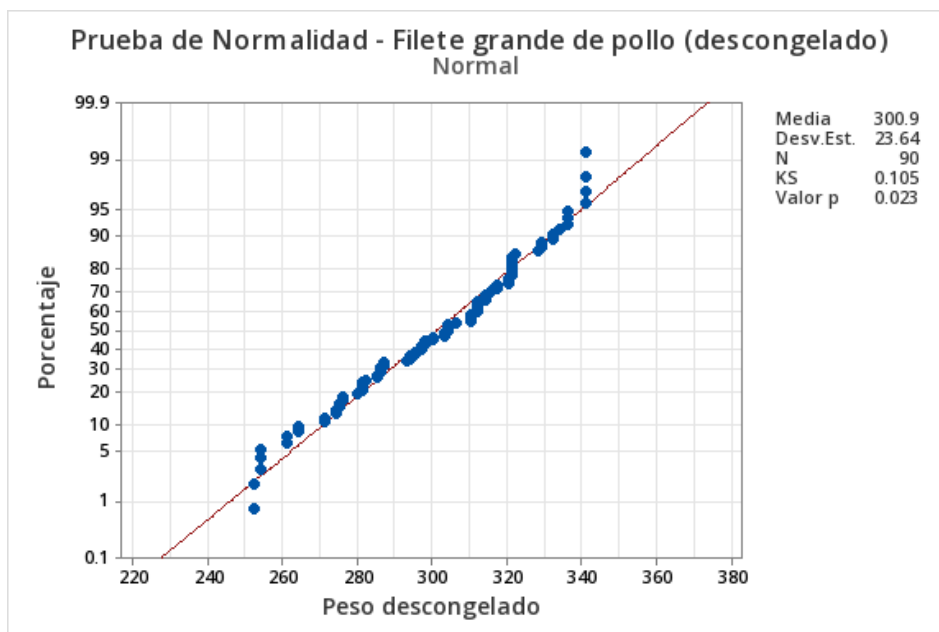


Figura 6 Prueba de normalidad para filete grande de pollo

Extraído de: Minitab Statistical Software

Por otro lado, el lomo de res grande se puede evidenciar que la muestra tomada tiene una media de 233.8 gramos, lo que reflejado al peso ideal del producto (270 gramos) tiene una pérdida significativa de peso del 13.4%. Según el estándar establecido por la empresa, la pérdida máxima tiene que ser del 12% para los productos congelados.

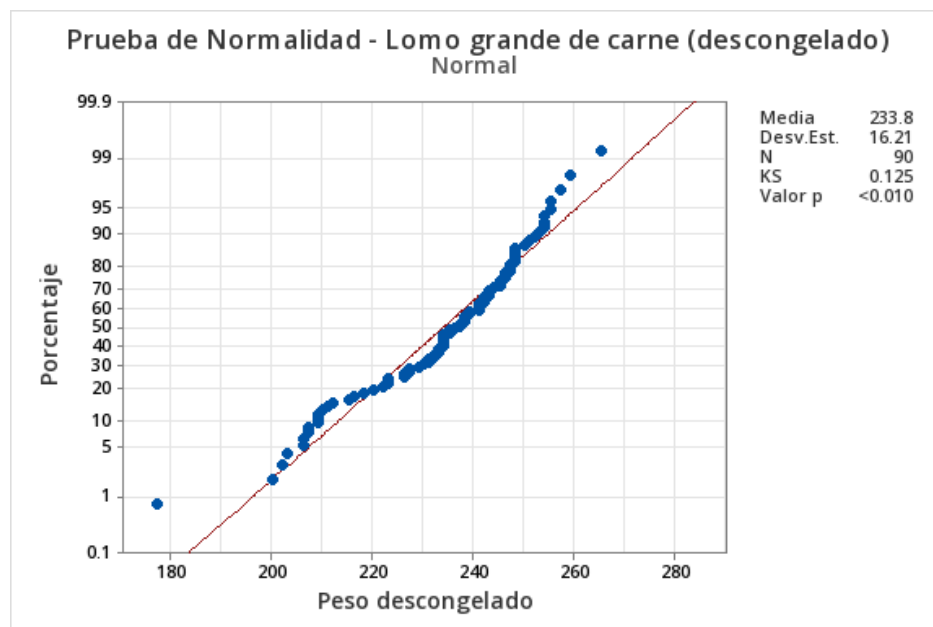


Figura 7 Prueba de normalidad para lomo grande de res

Extraído de: Minitab Statistical Software

3.2.3. Temperatura de los equipos de congelación y refrigeración

Se evidenció datos acordes a las temperaturas ideales de congelación (-12 a -18°C) y refrigeración (0 a 4°C). Sin embargo, existen desviaciones cuando los equipos están en de Frost, debido a que algunos equipos superan su vida útil de 10 años (Tabla 19).

Tabla 19 Levantamiento de equipos de frío

Local	Equipos de congelación	Equipos de refrigeración	Observación
1	3	3	Equipos de 7 años de uso.
2	3	3	Equipos de 11 años de uso.
3	2	2	Equipos de 13 años de uso.
4	4	4	Equipos nuevos.
5	1	1	Cámara de congelación y refrigeración, 5 años de uso.
6	3	3	Equipos de 6 años de uso.
7	3	3	Equipos de 4 años de uso.
8	2	3	Equipos de 7 años de uso.
9	1	2	Cámara de congelación y refrigeración, 8 años de uso.
10	1	2	Cámara de congelación y refrigeración, 12 años de uso.
11	1	4	Cámara de congelación, 13 años de uso.
12	3	3	Equipos de 3 años de uso.
13	2	3	Equipos de 9 años de uso.
14	1	3	Equipos de 9 años de uso.
15	1	3	Equipo de congelación averiado. El resto de los equipos tienen vida útil de 8 años.

Elaboración propia

3.3. Pruebas piloto

Según el apartado 2.4.3., el plan de implementación de las pruebas piloto se divide en:

3.3.1. Cambio del empaquetado de la materia prima

En conjunto con el departamento de producción, la propuesta del cambio de empaquetado se efectuó para el filete grande de pollo y lomo grande de res, cambiando el contenido de 10 a 5 unidades por paquete (Tabla 20). Al tener menos unidades por paquetes, la distribución de estos en los compartimentos para realizar el proceso de descongelación mejoró con la optimización de espacio. Adicional a esto, se evidenció un descongelado uniforme, dado que la superficie expuesta de cada unidad durante el descongelamiento es mayor que la presentación inicial. Finalmente, facilitó el manejo de los paquetes, debido a que, al presentar menor número de unidades, se evita la manipulación constante de los productos, disminuyendo el riesgo de presentar una contaminación cruzada durante las operaciones.

Tabla 20 Cambio de empaquetado de producto

Proteína	Presentación anterior	Presentación actual	Comparación
Filete grande de pollo			
Lomo grande de res			

Elaboración propia.

3.3.2. Cambio de los equipos de refrigeración

Debido a los costos que involucra el cambio de los equipos de refrigeración, esta prueba quedó en segundo plano del presente proyecto. Sin embargo, se dejó un precedente de los equipos junto con sus años de uso en cada local (Tabla 19), para el análisis del cambio de equipos en un tiempo cercano. Esta alternativa mejoraría el control de los productos en descongelación, debido a que existirían menos desviaciones en el proceso de descongelado.

3.3.3. Cambio de tiempo de descongelado

Se realizaron pruebas con la medida implementada en el apartado 3.2.1., tomando en consideración tiempos de 18, 24, 36 y 48 horas en descongelamiento para verificar las pérdidas obtenidas en estos periodos de tiempo y evidenciar la calidad en que salen los productos para ser colocados en parrilla. Se ejecutó la toma de pesos de 30 unidades por cada corte en los tiempos estipulados. En la Tabla 21 y Figura 8, se muestra los resultados obtenidos del descongelado de filete grande de pollo. Se evidencia la media de 319.8, 313.3, 308.6 y 296.8 gramos para los tiempos de 18, 24, 36 y 48 horas, respectivamente.

Tabla 21 Prueba de tiempos de descongelado de filete grande de pollo

Muestra	Peso de producto descongelado (g)			
	18 horas	24 horas	36 horas	48 horas
1	306	333	290	295
2	330	330	303	285
3	296	326	301	320
4	296	319	321	283
5	313	304	286	299
6	322	321	317	286
7	317	315	303	307
8	317	319	330	309
9	307	322	303	294
10	311	295	312	298
11	311	308	302	286
12	335	306	315	290
13	328	323	308	280
14	346	320	382	303
15	340	305	310	283
16	337	330	308	294
17	337	313	317	293
18	333	300	304	298
19	346	305	291	294
20	343	295	292	319
21	338	305	318	323
22	316	296	304	283
23	295	317	303	309

24	308	330	308	280
25	326	297	298	285
26	308	319	324	293
27	322	313	315	299
28	291	305	288	315
29	308	305	299	303
30	306	323	307	299
Promedio	319,6	313,3	308,6	296,8
% Pérdida peso	11,2	13,0	14,3	17,5

Elaboración propia.

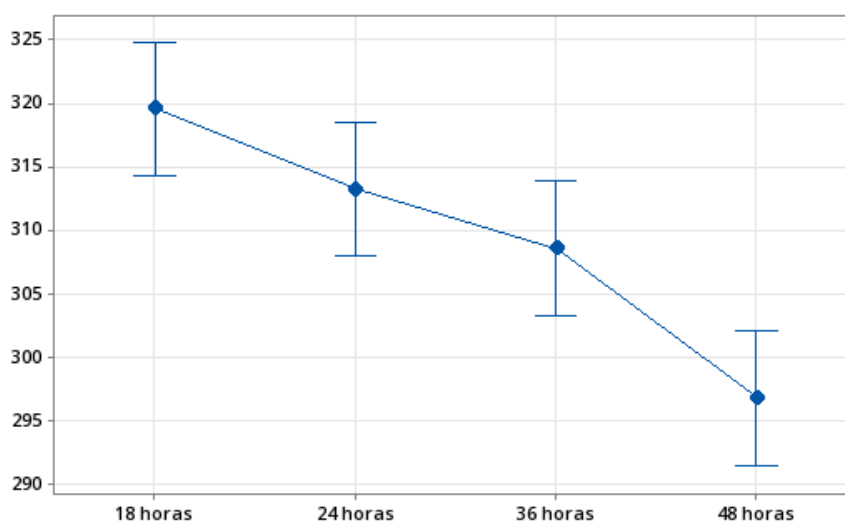


Figura 8 Gráfico de intervalos de tiempos de descongelado de filete grande de pollo

Extraído de: Minitab Statistical Software.

En la Tabla 22 y Figura 9, se muestra los resultados obtenidos del descongelado de lomo grande de res. Se evidencia la media de 246.3, 244, 239 y 235.2 gramos para los tiempos de 18, 24, 36 y 48 horas, respectivamente.

Tabla 22 Prueba de tiempos de descongelado de lomo grande de res

Muestra	Peso de producto descongelado (g)			
	18 horas	24 horas	36 horas	48 horas
1	232	257	230	228
2	238	256	252	225
3	252	255	241	224
4	256	252	245	236
5	236	250	229	254
6	255	249	237	221
7	238	248	237	218
8	246	248	229	231
9	250	247	241	232
10	226	245	240	226

11	251	241	243	243
12	246	238	232	231
13	236	236	243	228
14	244	235	227	230
15	236	233	265	242
16	250	233	224	214
17	248	230	237	251
18	250	234	240	251
19	252	247	228	238
20	256	237	229	254
21	262	244	237	256
22	235	231	243	248
23	234	272	232	237
24	242	250	241	243
25	247	235	240	220
26	250	236	230	232
27	258	252	227	248
28	254	232	265	221
29	246	244	255	256
30	264	252	251	218
Promedio	246,3	244,0	239,0	235,2
% Pérdida peso	8,8	9,6	11,5	12,9

Elaboración propia.

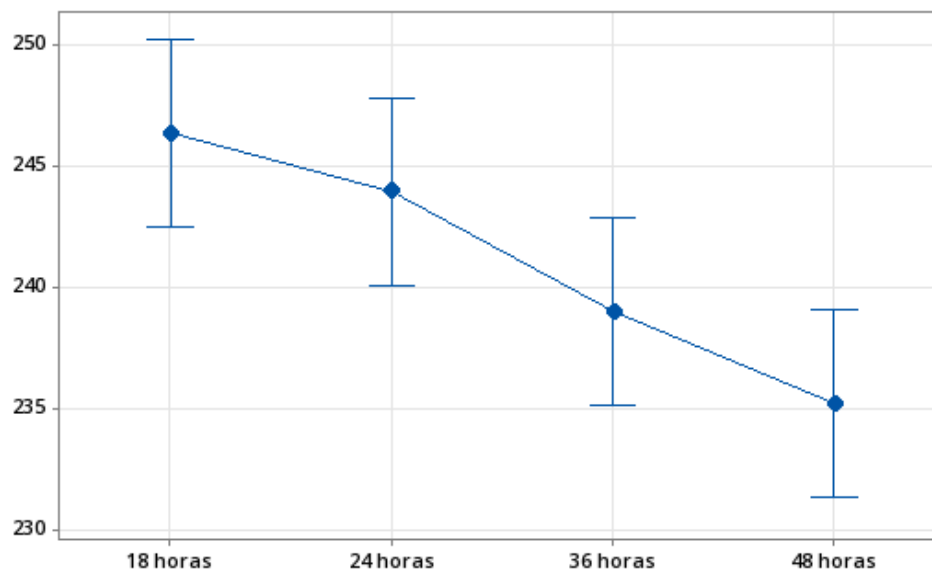


Figura 9 Gráfico de intervalos de tiempos de descongelado de lomo grande de res

Extraído de: Minitab Statistical Software.

3.3.4. Registro de control de descongelamiento

En la Tabla 23 se muestra el registro de todos los productos cárnicos que mantiene la cadena de comida rápida, resaltando los productos de lomo grande de res y filete grande de pollo. Se evidencia la fecha en que colocan el producto a descongelar y el tiempo en el que se debe ocupar los paquetes para la operación diaria, de esta tabla se realiza el seguimiento diario por parte de los administradores de los locales y los jefes de zona. Adicional a esto, se puede realizar una trazabilidad de los lotes empleados tomando en cuenta el lote registrado en el archivo en conjunto con la verificación in situ de los paquetes colocados en descongelación.

Tabla 23 Registro de descongelación de productos

LOCAL:			RESPONSABLE:			MES:														
FECHA DE INICIO DE DESCONGELACIÓN (SALIDA DEL CONGELADOR):			01/07/24			02/07/24			03/07/24			04/07/24			05/07/24			06/07/24		
			HORA:	1:00:00		HORA:	1:00:00		HORA:	1:00:00		HORA:	1:00:00		HORA:	1:00:00		HORA:	1:00:00	
			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES			SÁBADO			DOMINGO			LUNES		
PRODUCTO	CANTIDAD (U)	LOTE	Fecha de Consumo	CANTIDAD (U)	LOTE	Fecha de Consumo	CANTIDAD (U)	LOTE	Fecha de Consumo	CANTIDAD (U)	LOTE	Fecha de Consumo	CANTIDAD (U)	LOTE	Fecha de Consumo	CANTIDAD (U)	LOTE	Fecha de Consumo		
LOMO PEQUEÑO DE RES	20	3482306	2/7/2024	35	3532303	3/7/2024	50	3532303	4/7/2024	35	1224038	5/7/2024	30	1224038	6/7/2024	40	92408	7/7/2024		
LOMO GRANDE DE RES	5	3482306	3/7/2024	5	3482306	3/7/2024	5	3482306	3/7/2024	5	3482306	3/7/2024	5	3282306	3/7/2024	5	3282306	3/7/2024		
FILETE GRANDE DE POLLO	15	3542301	2/7/2024	10	102408	3/7/2024	30	102408	4/7/2024	25	102408	5/7/2024	20	1924308	6/7/2024	15	102408	7/7/2024		
BIFE CHORIZO				3	3392303	4/7/2024			5/7/2024	3	3392303	6/7/2024	3	3342303	7/7/2024	1	3342303	8/7/2024		
CHULETAS	150	40134223	3/7/2024	130	40101724	4/7/2024	150	40101724	5/7/2024	180	40101724	6/7/2024	90	40102224	7/7/2024	50	40102224	8/7/2024		
BONDIOLA DE CERDO				3	324230	4/7/2024	3	324230	5/7/2024	6	324230	6/7/2024	3	3452301	7/7/2024	2	3452301	8/7/2024		
PAJARILLA	10	3392301	3/7/2024	5	3602301	4/7/2024	3	3602301	5/7/2024	10	3602301	6/7/2024	5	54201	7/7/2024	10	42401	8/7/2024		
FILETE PEQUEÑO DE POLLO	70	3532301	3/7/2024	80	122401	4/7/2024	70	122401	5/7/2024	120	122401	6/7/2024	40	122401	7/7/2024	80	182401	8/7/2024		
MOYENOS DE POLLO	60	133323	3/7/2024	66	236423	4/7/2024	108	236423	5/7/2024	66	236423	6/7/2024	36	236423	7/7/2024	62	101124	8/7/2024		
ALAS ENTERAS HORMEADAS	12	3272301	3/7/2024			4/7/2024			5/7/2024	12	420401	6/7/2024	12	420401	7/7/2024			8/7/2024		
COSTILLAS SAZONADAS				7	34023011	4/7/2024	4	34023011	5/7/2024	2	34023011	6/7/2024	4	3462301	7/7/2024	6	3462301	8/7/2024		
CARNE HAMBURGUESA DE POLLO	10	34223	3/7/2024	10	3641364	4/7/2024			5/7/2024	10	0366A	6/7/2024			7/7/2024			8/7/2024		
CARNE HAMBURGUESA DE RES	10	35223	3/7/2024	10	3602313	4/7/2024	10	3602313	5/7/2024	10	0024A	6/7/2024	10	00224A	7/7/2024			8/7/2024		

Elaboración propia.

3.4. Discusión

A nivel general, la industria alimenticia tiene como propósito optimizar tecnologías de preservación de productos perecibles, garantizando productos inocuos y de alta calidad. Los métodos de almacenamiento a bajas temperaturas como la congelación y refrigeración son los más comunes debido a que no requieren agentes químicos, irradiación u otros métodos que pueden atentar con los atributos de los alimentos (Campanone et al., 2002).

3.4.1. Peso de cárnicos

Según Akhtar et al. (2013), la pérdida de peso en cárnicos durante el proceso de descongelado es un suceso relevante en las cadenas de comida rápida, denotando que la afectación directa de esta característica puede tener un impacto significativo en la percepción de los clientes sobre la calidad de los alimentos ofertados. A partir de la Figura 6 y Figura 7, se puede evidenciar que existe una pérdida de peso de 16.4% y 13.4% para filete grande de pollo y lomo grande de res, respectivamente. La velocidad de deshidratación superficial da como resultado la pérdida de peso está ligada a factores como la fuente de alimento, tipo de empaque empleado, fenómeno de exudación, velocidad superficial del aire que pase por el producto, la disposición del almacenamiento, su composición, la humedad relativa en su cadena de frío, entre otros (Barreiro & Sandoval, 2006).

3.4.2. Estado actual de equipos de frío

La cadena de frío en locales comerciales de comida rápida juega un papel fundamental para el almacenamiento de productos congelados. La preservación de la vida útil de los equipos es primordial, lo cual tiene relación directa con la eficiencia operativa, costos y la seguridad alimentaria. En el caso de existir fallas en los equipos, se puede comprometer la inocuidad de los alimentos, poniendo en riesgo la salud de los clientes (Yella et al., 2016).

Según las casas comerciales y proveedores externos, la vida útil establecida para equipos de frío es de 10 años contando con un mantenimiento preventivo durante dicho tiempo (Samsung Newsroom, 2023). Según la Tabla 19, se evidencian locales que tienen equipos con vida útil superior a los 10 años, por lo tanto, se debe dar seguimiento y contar con el mantenimiento preventivo para mantenerlos hasta un posible cambio. Por otro lado, la mejor alternativa es el cambio de los equipos que hayan superado su vida útil, garantizando que los productos mantendrán su capacidad de frío y proceso de descongelado.

3.4.3. Optimización de espacio en la etapa de descongelado

Durante la revisión del descongelado de producto in situ, se pudo evidenciar que debido a la oferta que presenta la empresa, los contenedores para el almacenamiento de producto no cuentan con la capacidad suficiente para el descongelamiento en alto volumen. Los paquetes actuales (10 unidades) son descongelados de acuerdo con dicha capacidad y el tiempo estipulado (48 horas). Sin embargo, con el crecimiento actual que ha tenido la empresa, el producto descongelado no está abasteciendo la demanda de los consumidores, por lo que no se está cumpliendo el tiempo estipulado de descongelado (<48 horas) y genera que los cortes presenten cristales de hielo al no tener un descongelado uniforme.

El problema mencionado anteriormente genera inconvenientes al colocar el producto en parrilla, debido a que debido a que puede darse una cocción desigual por que la temperatura interna del corte es mucho más baja que su parte externa, lo cual generaría que se cocine más rápido mientras que el interior permanece crudo o insuficientemente cocido (FSIS, 2015). Otro problema ligado al asado de carne congelada hace relación a la dificultad de llegar a temperaturas internas adecuadas para la eliminación de patógenos como *Salmonella sp.* y *E. coli*, que son indicadores clave para asegurar la inocuidad de un producto (Research Council (US), 1998).

El empaquetado de los cárnicos como se evidencia en la Tabla 20, se observa que las unidades por paquete cambiaron de 10 a 5 unidades. Según Grispoli et al. (2022), mientras los cárnicos tengan una mayor superficie expuesta durante el proceso de descongelamiento, favorece el tiempo de descongelado para uso del cárnico en las operaciones. El contenido de paquetes con menor número de unidades permite un descongelamiento más uniforme, las corrientes de aire pueden pasar con mayor facilidad, provocando una disminución de la pérdida de la humedad y permite acortar el tiempo de descongelado por paquete (Acuff & Dickson, 2017). Durante la operación, el manejo de los paquetes nuevos facilitó la manipulación del producto, debido a que existe menor contacto por parte del operador con el producto, evitando una posible contaminación cruzada. Según Paz Arruda Teo et al. (2016), uno de los principales factores que pueden desencadenar una contaminación cruzada están ligada a la manipulación de diferentes tipos de alimentos sin una desinfección previa.

3.4.4. Optimización de tiempo de descongelado

Tomando en cuenta la Tabla 21 y Figura 8, se verificó la pérdida de peso del filete grande de pollo. El resultado a las 18 horas es el que menor porcentaje de pérdida de peso presenta, con un 11.2%, sin embargo, al revisar los paquetes, todavía se encontraban restos de cristales de hielo, lo que puede generar que no exista la cocción adecuada y se obtenga un producto crudo, frío o con agua en su parte interna (FSIS, 2015).

En segunda instancia, el tratamiento de 24 horas de descongelado mostró una mejor apariencia cumplido el tiempo establecido, debido a que los cortes estaban en condiciones óptimas para ser colocados en parrilla (sin presencia de cristales de hielo), para este caso se obtuvo un 13% de pérdida de peso. A pesar de no mantenerse dentro del rango establecido por la compañía (>12%), es el mejor tratamiento obtenido para el manejo de los filetes de pollo. Adicionalmente, los tratamientos de 36 y 48 horas mostraron una pérdida de peso mayor de 14.3% y 17.5%, respectivamente. Denotando en estos casos, el apareamiento de partes demasiado secas debido a la pérdida excesiva de líquidos propios de los filetes.

Según la Tabla 22 y Figura 9, se evidencia la presencia de cristales de hielo en el descongelado de 18 horas para el lomo de res, lo que impide tener un producto óptimo para tener en parrilla.

Tomando en consideración los paquetes sometidos a 24 horas, se obtuvo una pérdida de peso del 9.6%, con una apariencia óptima para el asado, los cortes ya no presentaban los cristales de hielo. El resultado de este tratamiento fue satisfactorio, ya que se encuentra dentro del rango permitido por la compañía (<12%). Los tratamientos a 36 y 48 horas muestran una pérdida de peso del 11.5% y 12.9%, respectivamente.

Solo los cortes sometidos a 48 horas de descongelamiento presentaron secciones resacas debido al tiempo adicional que permanecieron en refrigeración.

Tomando en cuenta ambos cortes, se evidencia que el tiempo de 24 horas es el que dio mejor resultado, tomando en cuenta una apariencia óptima, sin presencia de cristales de hielo ni partes secas del producto. Los tiempos mayores de 36 y 48 horas, denotaron una mayor pérdida de peso y partes resacas de los cortes. En la Figura 8 y Figura 9, se muestra que existe una relación directamente proporcional entre el tiempo de descongelamiento y la pérdida de peso de los cortes, dado que al aumentar el tiempo de almacenamiento aumenta la pérdida de peso de los productos. Según Morón-Fuenmayor et al. (2003), mientras las proteínas permanezcan mayor tiempo de en almacenamiento, mayor será la pérdida de peso, dependiendo del origen animal (fibras que componen sus tejidos) y tipo de empaque para el procedimiento.

3.4.5. Proceso de mejora y control de la calidad del producto

Como mecanismo de control, se revisó el uso del cuadro de descongelamiento (Tabla 23), donde se puede verificar los productos puestos a descongelar, tomando tiempos, cantidad y lotes involucrados para dar el seguimiento respectivo por parte del equipo de trabajo general de la compañía. Este cuadro permite dar el seguimiento constante del manejo de los productos. Según Fernández et al. (2021), manteniendo un sistema de control y seguridad alimentaria se puede generar un impacto en la calidad del producto y reducción de riesgos de inocuidad, alineándose con los principios de la metodología Seis Sigma al mejorar los procesos, calidad del producto y reducción de desperdicios.

CAPÍTULO 4

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Durante el desarrollo de la metodología planteada en el proyecto, se pudo dar cumplimiento a los objetivos estipulados en el capítulo 1. Iniciando con la identificación de las causas raíz que estaban generando el problema enfocado, estas causas fueron atribuidas a la desactualización del proceso de descongelamiento de planta de producción, debido a que se seguía manteniendo protocolos del 2015, sin tomar en consideración el crecimiento que ha presentado la empresa en los últimos años. De forma paralela, la segunda causa a la que se le atribuyó el problema, fueron las características con las que cuentan los equipos de planta matriz a diferencia de los equipos dotados a los locales comerciales.

Una vez establecidas las causas raíz, se procedió con la aplicación de los métodos de medición, análisis y mejora de los procesos para atacar la problemática principal del problema. Para esto, se implementó un plan de verificación de datos, matriz de selección de soluciones y análisis de costo beneficio para optar por las alternativas más viables para el desarrollo del proyecto.

Al ejecutar las pruebas piloto se obtuvo hallazgos importantes en su desarrollo. En primera instancia, respecto al empaquetado de los productos, de 10 a 5 unidades por paquete, se pudo tener un mejor manejo de los paquetes de filete grande pollo y lomo grande de res; optimizando tiempo y espacio para realizar el proceso de descongelación. Evidenciando que los cortes presentaban una mejor apariencia, ya que la descongelación se ejecutó de forma uniforme para cada una de las unidades de los paquetes. Adicional a esto, se previene una posible contaminación cruzada al realizar la manipulación de los alimentos.

La prueba de tiempos de descongelación con el nuevo empaquetado dio una solución efectiva respecto a la pérdida de peso y tiempo que se debería mantener un producto en descongelado. Los mejores resultados se obtuvieron a 24 horas de descongelamiento, con una pérdida de 13% y 9.6% para filete grande de pollo y lomo grande de res, respectivamente. Tomando en cuenta que el estándar establecido por la cadena de comida rápida para la pérdida de peso es del 12%, el lomo grande de res cumple con el objetivo planteado (9.6%), sin embargo, el filete grande de pollo aún está fuera del rango impuesto (13%). Se descartó el intervalo de 18 horas, debido a que se evidenciaron cristales de hielo en la superficie de los cortes que pueden incurrir en cocciones inadecuadas en parrilla. Por otro lado, los periodos de 36 y 48 horas tuvieron una mayor pérdida de peso y presentaron zonas reseca debido al tiempo excesivo en descongelamiento.

Finalmente, como mecanismo de control para mantener los tiempos de descongelado acorde a los nuevos lineamientos, el cuadro implementado para la verificación de lotes (Tabla 18), se lo revisa de forma digital con respaldo fotográfico diario para conocer la cantidad colocada a descongelar en conjunto con los lotes trabajados. Esta revisión, es

corroborada por parte de jefatura de operaciones y áreas de apoyo como el departamento de calidad y capacitación.

4.2. Recomendaciones

Se recomienda seguir los lineamientos establecidos en el presente proyecto para asegurar los resultados obtenidos en el proceso de desarrollo.

Para la implementación a nivel general en la región, se recomienda dar el seguimiento a todas las variables que puedan afectar el proceso, entre estas tenemos el estado de los equipos de frío, capacidad suficiente para colocar cada tipo de producto y evitar una posible contaminación cruzada.

De acuerdo con lo discutido respecto a los equipos de frío con vida útil mayor a los diez años, se recomienda realizar el levantamiento general de la región y emitir la propuesta a dirección estratégica para asegurar la cadena de frío en todos los locales comerciales.

Los tiempos establecidos para el descongelamiento de los cárnicos puede presentar diferencias dependiendo del estado de los equipos. Se recomienda dar seguimiento constante a los productos salidos de descongelación para mantener una base de datos general del proceso implementado.

Para el caso del filete de pollo grande que, en la prueba con mejor rendimiento, se obtuvo una pérdida del 13%, por lo que se recomienda buscar medidas adicionales que ayuden a mitigar la pérdida del peso para estar dentro del rango establecido por la compañía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuff, G. Royce., & Dickson, J. S. . (2017). *Ensuring safety and quality in the production of beef*. Burleigh Dodds Science Publishing.
- Akhtar, S., Khan, M. I., & Faiz, F. (2013). Effect of Thawing on Frozen Meat Quality: A comprehensive Review. *Pakistan Journal of Food Sciences*, 23(4), 198-211.
- Alcivar, G., & Ostaiza, R. (2017a). *Relación entre tiempo de descongelamiento y pérdida de peso de las muestras de carne de res y de cerdo previamente congeladas*. Universidad Laica Eloy Alfaro de Manabí.
- Alcivar, G., & Ostaiza, S. (2017b). *Relación entre tiempo de descongelamiento y pérdida de peso de las muestras de carne de res y de cerdo previamente congeladas*.
- Andújar, G., Pérez, D., & Venegas, O. (2003). *Química y bioquímica de la carne y los de la carne y los productos cárnicos productos cárnicos*. Química y bioquímica. <http://revistas.mes.edu.cu>
- Barreiro, J., & Sandoval, A. (2006). *Operaciones de conservación de alimentos por bajas temperaturas*. Editorial Equinoccio.
- Bestratén, M., Orriols, R., & Mata, C. (2004). *Análisis modal de fallos y efectos*. AMFE.
- Campanone, L. A., Roche, L. A., Salvadori, V. O., & Mascheroni, R. H. (2002). Monitoring of Weight Losses in Meat Products during Freezing and Frozen Storage. *Food Science and Technology International*, 8(4), 229-238. <https://doi.org/10.1177/1082013202008004555>
- Chamba, W. (2021). *Producción actual de carne en Ecuador*. PRONACA. [https://www.procampo.com.ec/index.php/blog/10-nutricion/220-produccion-carne-ecuador#:~:text=En%20la%20actualidad%20la%20industria,10.90%20Kg%20per%20c%C3%A1pita%20\(ASPE%2C](https://www.procampo.com.ec/index.php/blog/10-nutricion/220-produccion-carne-ecuador#:~:text=En%20la%20actualidad%20la%20industria,10.90%20Kg%20per%20c%C3%A1pita%20(ASPE%2C)
- CSSC. (2018). *Lean Six Sigma Black Belt Certification Training Manual*. *The Council for Six Sigma Certification*.
- Fabre, R., Perlo, F., Bonato, P., Tito, B., Teira, G., & Tisocco, O. (2014). Efecto de las condiciones de conservación sobre la calidad de pechugas de pollo. En *Universidad Nacional de Entre Ríos*. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=14532635006>
- Fernández, B., Font, M., & Álvaro, G. (2021). Sistemas de control y seguridad alimentaria en los restaurantes del Parque del Marisco de la ciudad de Manta. *Revista Electrónica Cooperación Universidad Sociedad*.
- FSIS. (2015). *Cooking Meat and Poultry*.
- George, M. L. . (2003). *Lean Six Sigma for service : how to use Lean Speed and Six Sigma Quality to improve services and transactions*. McGraw-Hill.

- Grispoldi, L., Chalias, A., Barzi, E., Pecorari, L., Tassinari, M., Saraiva, C., García-Díez, J., Karama, M., El-Ashram, S., Traina, G., & Cenci-Goga, B. T. (2022). Effect of packaging and storage conditions on some quality traits of bovine meat. *Italian Journal of Food Safety*, 11(2). <https://doi.org/10.4081/ijfs.2022.10038>
- Gutiérrez Pulido, H. (2010). *Calidad total y productividad*. www.xlibros.com
- Kiani, H., & Sun, D. W. (2011). Water crystallization and its importance to freezing of foods: A review. En *Trends in Food Science and Technology* (Vol. 22, Número 8, pp. 407-426). <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.04.011>
- Leygonie, C., Britz, T. J., & Hoffman, L. C. (2012). Impact of freezing and thawing on the quality of meat: Review. En *Meat Science* (Vol. 91, Número 2, pp. 93-98). <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2012.01.013>
- Montalvo-Puente, A. P., Torres-Gallo, R., Acevedo-Correa, D., Montero-Castillo, P. M., & Tirado, D. F. (2018). Nutritional Comparison of Beef, Pork and Chicken Meat from Maracaibo City (Venezuela). *Advance Journal of Food Science and Technology*, 15(SPL), 218-224. <https://doi.org/10.19026/ajfst.14.5898>
- Moreno, B. (2006). *Higiene e inspección de carnes*.
- Morón-Fuenmayor, O. E., Zamorano-García, L., de Alimentación Desarrollo, C., Ciad, A., & México, H.-S. (2003). Pérdida por goteo en diferentes carnes crudas Drip loss in different raw meat. En *Aceptado Junio* (Vol. 11, Número 2).
- Muela, E., Monge, P., Sañudo, C., Campo, M. M., & Beltrán, J. A. (2015). Meat quality of lamb frozen stored up to 21 months: Instrumental analyses on thawed meat during display. *Meat Science*, 102, 35-40. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2014.12.003>
- Oliveira, M. R., Gubert, G., Roman, S. S., Kempka, A. P., & Prestes, R. C. (2015). Meat quality of chicken breast subjected to different thawing methods. *Revista Brasileira de Ciencia Avicola / Brazilian Journal of Poultry Science*, 17(2), 165-172. <https://doi.org/10.1590/1516-635x1702165-172>
- Paz Arruda Teo, C. R., Balbinotti, L., Pasolini, M., & Busato, M. A. (2016). Manipulación de alimentos en el ambiente doméstico como un factor de vulnerabilidad a las enfermedades transmitidas por los alimentos. *Revista Facultad de Ciencias de la Salud UDES*, 3(1), 51. <https://doi.org/10.20320/rfcsudes.v3i1.107>
- Phillips, S. M. (2017). Current Concepts and Unresolved Questions in Dietary Protein Requirements and Supplements in Adults. En *Frontiers in Nutrition* (Vol. 4). Frontiers Media S.A. <https://doi.org/10.3389/fnut.2017.00013>
- Research Council (US). (1998). Ensuring Safe Food: From Production to Consumption. *Institute of Medicine (US) and National Research Council (US)*.
- Samsung Newsroom. (2023). *¿Cómo saber que debes que debes cambiar tu refrigerador?*
- Torres, M. de los Á., & Mora, C. (2016). Experiencia de consumo y los niveles de satisfacción de los usuarios de establecimientos de comida rápida en el municipio

Libertador del estado Mérida, Venezuela. *Universidad de los Andes*.
<https://www.redalyc.org/journal/4655/465549683004/html/>

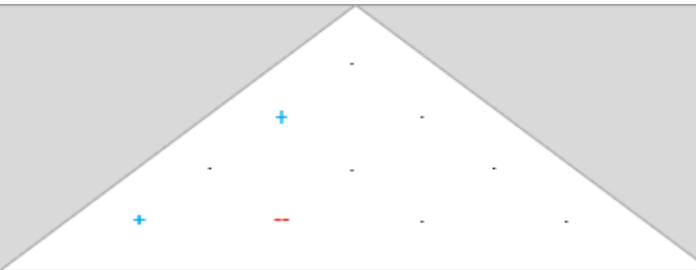
Voehl, F., Harrington, H. J., Mignosa, C., & Charron, R. (2014). *LEAN SIX SIGMA BLACK BELT HANDBOOK Tools and Methods for Process Acceleration*. CRC Press.

Yella, R., Naveen Kumar, R., Vemula, S. R., Nagalla, B., & Gavaravarapu, S. M. (2016). Food Safety in Domestic Refrigerators - A Mixed Methods Study to Identify Key Messages for Promoting Safe Storage Practices among Households. *The Indian Journal of Nutrition and Dietetics*, 53(1), 1.
<https://doi.org/10.21048/ijnd.2016.53.1.3871>

ANEXOS

ANEXO A

DESPLIEGUE DE LA FUNCIÓN DE CALIDAD (QFD)

Desired direction of improvement (↑,0,↓)							Correlación:						
		↑	0	0	↓	↑	+	.	-	Positive	No correlation	Negative	
Calificación de importancia del cliente	Requerimientos funcionales →						Relaciones:						
	Requerimientos del cliente ↓	Peso adecuado	Intensidad de calor	Complementos adecuados	Correcto fileteado	Proteínas de calidad	9	3	1		Strong	Moderate	Weak
							Evaluación competitiva (1: bajo, 5: alto)						
							Puntaje	Percepción cadena	Competidor 1	Competidor 2			
5	Cantidad	9	3		3		75	4	3	4			
4	Termino adecuado	3	9			3	60	3	4	2			
5	Buen sabor		3	9		9	105	3	4	2			
3	Buena apariencia	9	3	3	9	3	81	3	2	1			
3	Fácil de cortar	9		1	3	9	66	2	3	3			
Importancia técnica		111	75	57	51	93	387						
% Importancia		29%	19%	15%	13%	24%	100%						
Rango de prioridades		1	3	4	5	2							

Elaboración propia

ANEXO B

RECOPIACIÓN DE DATOS DE PÉRDIDA DE PESO DE
CÁRNICOS CON NUEVO EMPAQUETADO

LOCAL	FECHA DE MUESTREO	PROTEINA	PESO IDEAL EN GRAMOS QUE DEBE CUMPLIR EL PRODUCTO	PESO EN GRAMOS DEL PRODUCTO CRUDO DESCONGELADO (REAL)
1	1/6/2024	Filete grande de pollo	360	328
11	1/6/2024	Filete grande de pollo	360	295
6	1/6/2024	Filete grande de pollo	360	304
1	1/6/2024	Filete grande de pollo	360	261
7	1/6/2024	Filete grande de pollo	360	297
9	1/6/2024	Filete grande de pollo	360	281
2	1/6/2024	Filete grande de pollo	360	303
3	1/6/2024	Filete grande de pollo	360	281
8	1/6/2024	Filete grande de pollo	360	312
9	1/6/2024	Filete grande de pollo	360	310
10	1/6/2024	Filete grande de pollo	360	314
8	8/6/2024	Filete grande de pollo	360	321
14	8/6/2024	Filete grande de pollo	360	304
7	8/6/2024	Filete grande de pollo	360	321
13	8/6/2024	Filete grande de pollo	360	310
11	8/6/2024	Filete grande de pollo	360	264
2	8/6/2024	Filete grande de pollo	360	294
14	8/6/2024	Filete grande de pollo	360	293
14	8/6/2024	Filete grande de pollo	360	254
12	8/6/2024	Filete grande de pollo	360	274
12	8/6/2024	Filete grande de pollo	360	294
12	8/6/2024	Filete grande de pollo	360	336
15	15/6/2024	Filete grande de pollo	360	321
15	15/6/2024	Filete grande de pollo	360	280
9	15/6/2024	Filete grande de pollo	360	312
9	15/6/2024	Filete grande de pollo	360	285
10	15/6/2024	Filete grande de pollo	360	297
6	15/6/2024	Filete grande de pollo	360	264
1	15/6/2024	Filete grande de pollo	360	285
11	22/6/2024	Filete grande de pollo	360	315
14	22/6/2024	Filete grande de pollo	360	311
6	22/6/2024	Filete grande de pollo	360	310
1	22/6/2024	Filete grande de pollo	360	286

7	22/6/2024	Filete grande de pollo	360	317
2	22/6/2024	Filete grande de pollo	360	314
9	22/6/2024	Filete grande de pollo	360	298
2	29/6/2024	Filete grande de pollo	360	274
3	29/6/2024	Filete grande de pollo	360	316
8	29/6/2024	Filete grande de pollo	360	298
4	29/6/2024	Filete grande de pollo	360	306
1	29/6/2024	Filete grande de pollo	360	282
1	29/6/2024	Filete grande de pollo	360	320
2	29/6/2024	Filete grande de pollo	360	295
3	29/6/2024	Filete grande de pollo	360	304
4	29/6/2024	Filete grande de pollo	360	261
5	29/6/2024	Filete grande de pollo	360	297
7	29/6/2024	Filete grande de pollo	360	281
8	6/7/2024	Filete grande de pollo	360	303
9	6/7/2024	Filete grande de pollo	360	281
10	6/7/2024	Filete grande de pollo	360	312
11	6/7/2024	Filete grande de pollo	360	310
14	6/7/2024	Filete grande de pollo	360	314
14	6/7/2024	Filete grande de pollo	360	321
15	6/7/2024	Filete grande de pollo	360	304
7	6/7/2024	Filete grande de pollo	360	321
2	6/7/2024	Filete grande de pollo	360	286
3	13/7/2024	Filete grande de pollo	360	275
4	13/7/2024	Filete grande de pollo	360	276
5	13/7/2024	Filete grande de pollo	360	252
6	13/7/2024	Filete grande de pollo	360	254
7	13/7/2024	Filete grande de pollo	360	271
8	13/7/2024	Filete grande de pollo	360	287
9	13/7/2024	Filete grande de pollo	360	341
9	13/7/2024	Filete grande de pollo	360	300
10	13/7/2024	Filete grande de pollo	360	312
11	13/7/2024	Filete grande de pollo	360	320
12	13/7/2024	Filete grande de pollo	360	336
1	13/7/2024	Filete grande de pollo	360	332
3	20/7/2024	Filete grande de pollo	360	329
14	20/7/2024	Filete grande de pollo	360	341
8	20/7/2024	Filete grande de pollo	360	321
9	20/7/2024	Filete grande de pollo	360	286
13	20/7/2024	Filete grande de pollo	360	275
1	20/7/2024	Filete grande de pollo	360	276
1	20/7/2024	Filete grande de pollo	360	252
14	20/7/2024	Filete grande de pollo	360	254

1	20/7/2024	Filete grande de pollo	360	271
7	20/7/2024	Filete grande de pollo	360	287
12	20/7/2024	Filete grande de pollo	360	341
15	27/7/2024	Filete grande de pollo	360	300
9	27/7/2024	Filete grande de pollo	360	312
9	27/7/2024	Filete grande de pollo	360	320
14	27/7/2024	Filete grande de pollo	360	336
11	27/7/2024	Filete grande de pollo	360	321
8	27/7/2024	Filete grande de pollo	360	332
8	27/7/2024	Filete grande de pollo	360	329
9	27/7/2024	Filete grande de pollo	360	341
12	27/7/2024	Filete grande de pollo	360	322
2	27/7/2024	Filete grande de pollo	360	334
8	27/7/2024	Filete grande de pollo	360	317
2	1/6/2024	Lomo grande de res	270	223
12	1/6/2024	Lomo grande de res	270	209
4	1/6/2024	Lomo grande de res	270	248
1	1/6/2024	Lomo grande de res	270	242
1	1/6/2024	Lomo grande de res	270	251
2	1/6/2024	Lomo grande de res	270	254
12	8/6/2024	Lomo grande de res	270	238
9	8/6/2024	Lomo grande de res	270	212
9	8/6/2024	Lomo grande de res	270	206
1	8/6/2024	Lomo grande de res	270	245
1	8/6/2024	Lomo grande de res	270	227
11	8/6/2024	Lomo grande de res	270	234
12	15/6/2024	Lomo grande de res	270	215
9	15/6/2024	Lomo grande de res	270	234
6	15/6/2024	Lomo grande de res	270	232
6	15/6/2024	Lomo grande de res	270	223
9	15/6/2024	Lomo grande de res	270	209
12	15/6/2024	Lomo grande de res	270	248
13	15/6/2024	Lomo grande de res	270	242
1	22/6/2024	Lomo grande de res	270	257
13	22/6/2024	Lomo grande de res	270	265
1	22/6/2024	Lomo grande de res	270	200
1	22/6/2024	Lomo grande de res	270	234
13	22/6/2024	Lomo grande de res	270	254
14	22/6/2024	Lomo grande de res	270	234
14	22/6/2024	Lomo grande de res	270	259
15	29/6/2024	Lomo grande de res	270	233
1	29/6/2024	Lomo grande de res	270	242
1	29/6/2024	Lomo grande de res	270	248

2	29/6/2024	Lomo grande de res	270	236
3	29/6/2024	Lomo grande de res	270	223
4	29/6/2024	Lomo grande de res	270	254
5	29/6/2024	Lomo grande de res	270	230
6	29/6/2024	Lomo grande de res	270	177
7	6/7/2024	Lomo grande de res	270	255
8	6/7/2024	Lomo grande de res	270	246
9	6/7/2024	Lomo grande de res	270	243
9	6/7/2024	Lomo grande de res	270	248
10	6/7/2024	Lomo grande de res	270	255
11	6/7/2024	Lomo grande de res	270	234
13	6/7/2024	Lomo grande de res	270	233
14	13/7/2024	Lomo grande de res	270	246
11	13/7/2024	Lomo grande de res	270	239
6	13/7/2024	Lomo grande de res	270	241
1	13/7/2024	Lomo grande de res	270	250
7	13/7/2024	Lomo grande de res	270	222
8	13/7/2024	Lomo grande de res	270	235
2	13/7/2024	Lomo grande de res	270	231
9	13/7/2024	Lomo grande de res	270	220
9	13/7/2024	Lomo grande de res	270	247
12	13/7/2024	Lomo grande de res	270	239
13	13/7/2024	Lomo grande de res	270	229
1	13/7/2024	Lomo grande de res	270	238
8	13/7/2024	Lomo grande de res	270	247
9	13/7/2024	Lomo grande de res	270	238
4	13/7/2024	Lomo grande de res	270	243
1	13/7/2024	Lomo grande de res	270	238
1	20/7/2024	Lomo grande de res	270	245
10	20/7/2024	Lomo grande de res	270	253
8	20/7/2024	Lomo grande de res	270	210
9	20/7/2024	Lomo grande de res	270	234
14	20/7/2024	Lomo grande de res	270	245
11	20/7/2024	Lomo grande de res	270	202
8	20/7/2024	Lomo grande de res	270	218
8	20/7/2024	Lomo grande de res	270	246
9	20/7/2024	Lomo grande de res	270	211
13	20/7/2024	Lomo grande de res	270	237
1	20/7/2024	Lomo grande de res	270	233
1	20/7/2024	Lomo grande de res	270	206
13	20/7/2024	Lomo grande de res	270	209
14	20/7/2024	Lomo grande de res	270	226
14	20/7/2024	Lomo grande de res	270	231

15	20/7/2024	Lomo grande de res	270	207
1	27/7/2024	Lomo grande de res	270	234
1	27/7/2024	Lomo grande de res	270	252
11	27/7/2024	Lomo grande de res	270	227
6	27/7/2024	Lomo grande de res	270	207
1	27/7/2024	Lomo grande de res	270	241
7	27/7/2024	Lomo grande de res	270	232
2	27/7/2024	Lomo grande de res	270	244
9	27/7/2024	Lomo grande de res	270	247
2	27/7/2024	Lomo grande de res	270	248
12	27/7/2024	Lomo grande de res	270	203
3	27/7/2024	Lomo grande de res	270	243
8	27/7/2024	Lomo grande de res	270	235
9	27/7/2024	Lomo grande de res	270	241
4	27/7/2024	Lomo grande de res	270	226
1	27/7/2024	Lomo grande de res	270	241
10	27/7/2024	Lomo grande de res	270	237
8	27/7/2024	Lomo grande de res	270	216

Elaboración propia