



Universidad de San Carlos de Guatemala  
Facultad de Ingeniería  
Escuela de Estudios de Postgrado  
Maestría en Artes en Gestión Industrial

**DESARROLLO DE UN MODELO DE PRONÓSTICOS POR MEDIO DEL MÉTODO ABC  
PARA LA REDUCCIÓN DE MERMA POR DAÑO DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN UN  
SUPERMERCADO**

**Ing. Ménfield Ronaldo Rabanales Ortiz**

Asesorado por la M.A. Inga. Anny Antonia Morales Mendoza

Guatemala, septiembre de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DESARROLLO DE UN MODELO DE PRONÓSTICOS POR MEDIO DEL MÉTODO ABC  
PARA LA REDUCCIÓN DE MERMA POR DAÑO DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN UN  
SUPERMERCADO**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA

FACULTAD DE INGENIERÍA

POR

**ING. MÉNFIELD RONALDO RABANALES ORTIZ**

ASESORADO POR LA M.A. INGA. ANNY ANTONIA MORALES MENDOZA

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

**MAESTRO EN ARTES EN GESTIÓN INDUSTRIAL**

GUATEMALA, SEPTIEMBRE DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE INGENIERÍA



**NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA**

DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton de León Bran
VOCAL IV	Ing. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

**TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO**

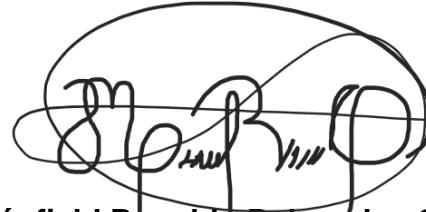
DECANO	Ing. José Francisco Gómez Rivera (a.i.)
EXAMINADORA	Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval
EXAMINADOR	Mtro. Ing. Walter Dario Caal Merida
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

## **HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR**

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

### **DESARROLLO DE UN MODELO DE PRONÓSTICOS POR MEDIO DEL MÉTODO ABC PARA LA REDUCCIÓN DE MERMA POR DAÑO DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN UN SUPERMERCADO**

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha noviembre de 2014.

A handwritten signature in black ink, enclosed within an oval border. The signature reads "Ing. Ménfield Ronaldo Rabanales Ortiz".

**Ing. Ménfield Ronaldo Rabanales Ortiz**

Decanato  
Facultad de Ingeniería  
24189101- 24189102  
[secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt](mailto:secretariadecanato@ingenieria.usac.edu.gt)

LNG.DECANATO.OI.639.2023

El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Estudios de Posgrado, al Trabajo de Graduación titulado: **DESARROLLO DE UN MODELO DE PRONÓSTICOS POR MEDIO DEL MÉTODO ABC PARA LA REDUCCIÓN DE MERMA POR DAÑO DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN UN SUPERMERCADO**, presentado por: **Ing. Ménfield Ronaldo Rabanales Ortiz**, que pertenece al programa de Maestría en artes en Gestión industrial después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
DECANO a.i.  
Facultad de Ingeniería  
Ing. José Francisco Gómez Rivera

Decano a.i.

Guatemala, septiembre de 2023

JFGR/gaoc



**Guatemala, septiembre de 2023**

LNG.EEP.OI.639.2023

En mi calidad de Directora de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del asesor, verificar la aprobación del Coordinador de Maestría y la aprobación del Área de Lingüística al trabajo de graduación titulado:

**“DESARROLLO DE UN MODELO DE PRONÓSTICOS POR MEDIO DEL MÉTODO ABC PARA LA REDUCCIÓN DE MERMA POR DAÑO DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN UN SUPERMERCADO”**

presentado por **Ing. Ménfield Ronaldo Rabanales Ortiz** correspondiente al programa de **Maestría en artes en Gestión industrial**; apruebo y autorizo el mismo.

Atentamente,

*“Id y Enseñad a Todos”*

  
**Mtra. Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada**  
**Directora**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Facultad de Ingeniería**





Guatemala, 3 de junio de 2023

**M.A. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti**  
**Director**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**  
**Presente**

**Estimado M.A. Ing. Alvarez Coti**

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el **INFORME FINAL y ARTÍCULO CIENTÍFICO** titulado: **DESARROLLO DE UN MODELO DE PRONÓSTICOS POR MEDIO DEL MÉTODO ABC PARA LA REDUCCIÓN DE MERMA POR DAÑO DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN UN SUPERMERCADO** del estudiante **Menfield Ronaldo Rabanales Ortiz** quien se identifica con número de carné **null** del programa de Maestría En Gestión Industrial.

Con base en la evaluación realizada hago constar que he evaluado la calidad, validez, pertinencia y coherencia de los resultados obtenidos en el trabajo presentado y según lo establecido en el **Normativo de Tesis y Trabajos de Graduación aprobado por Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería Punto Sexto inciso 6.10 del Acta 04-2014 de sesión celebrada el 04 de febrero de 2014**. Por lo cual el trabajo evaluado cuenta con mi aprobación.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



**Msc. Ing. Carlos Humberto Aroche Sandoval**  
**Coordinador**  
**Maestría En Gestión Industrial**  
**Escuela de Estudios de Postgrado**

Guatemala, 3 de junio de 2023

M.A. Ing. Edgar Dario Alvarez Coti  
Director  
Escuela de Estudios de Postgrados  
Presente

Estimado M.A. Ing. Alvarez Coti

Por este medio informo a usted, que he revisado y aprobado el Trabajo de Graduación y el Artículo Científico: **"DESARROLLO DE UN MODELO DE PRONÓSTICOS POR MEDIO DEL MÉTODO ABC PARA LA REDUCCIÓN DE MERMA POR DAÑO DE PRODUCTOS CÁRNICOS EN UN SUPERMERCADO"** del estudiante **Menfield Ronaldo Rabanales Ortiz** del programa de **Maestria En Gestión Industrial** identificado(a) con número de carné null.

Agradeciendo su atención y deseándole éxitos en sus actividades profesionales me suscribo.



Anny Antonia Morales Mendoza  
Ingeniera Industrial  
Colegiado No. 19,690

---

Mtra. Inga. Anny Antonia Morales Mendoza  
Colegiado No. 19690  
Asesora de Tesis

## ACTO QUE DEDICO A:

- Dios** Por guiarme en el camino dándome vida, salud y sabiduría para alcanzar y culminar una de mis metas, por ser mi fuente de fuerzas, provisión y esperanza ante cualquier circunstancia.
- Mi hijo** Menfil Alejandro Rabanales Diaz (q. e. p. d) por ser esa chispa de motivación e ilusión que desde el cielo está conmigo en cada momento y siempre llevaré en mi corazón y pensamiento, un enorme beso y abrazo hasta el cielo.
- Mis padres** Menfil Rabanales y María Ortiz, por apoyarme y creer en mí siempre, enseñarme valores con su ejemplo, por su amor incondicional y ser un ejemplo de superación, de quienes me siento muy orgulloso.
- Mis hermanos** Raúl, Lourdes, Ulisses y Oscar Rabanales Ortiz, por apoyarme en todo momento y brindarme sus palabras de aliento y fortaleza.
- Mi abuela** Catalina Escobar Mérida (q. e. p. d.), por brindarme su cariño y corrección. Sobre todo, por alentarme en cada momento, por lo que siempre la llevaré dentro de mi corazón.

**Mi Familia**

Que con ansias ha esperado este momento.

## AGRADECIMIENTOS A:

<b>Universidad de San Carlos de Guatemala</b>	En especial a la Facultad de Ingeniería, gracias por ser la fuente de saber y brindarme las herramientas que me forjaron como profesional.
<b>Facultad de Ingeniería</b>	Por brindarme el conocimiento y permitirme formarme como profesional y lograr culminar mis estudios académicos y crecer personalmente.
<b>Mis padres</b>	Menfil Rabanales y María Ortiz, quienes siempre han estado a mi lado, estaré eternamente agradecido por brindarme su apoyo incondicional para guiarme por el camino, siempre los llevaré en mi mente y corazón.
<b>Mi esposa</b>	Karla Yasseni Diaz Sandoval por acompañarme, motivarme y siempre darme ese impulso para finalizar esta etapa de mi vida, acompañado de su amor incondicional y su inmensa alegría.
<b>Mis catedráticos</b>	Por brindarme sus conocimientos y orientación profesional.



## ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES .....	VII
LISTA DE SÍMBOLOS.....	XI
GLOSARIO .....	XIII
RESUMEN.....	XIX
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....	XXI
OBJETIVOS.....	XXV
RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO.....	XXVII
INTRODUCCIÓN .....	XXXV
1. MARCO REFERENCIAL.....	1
1.1. Estudios previos .....	1
2. MARCO TEÓRICO.....	7
2.1. Cadena de suministro.....	7
2.2. Logística .....	9
2.2.1. Sistema logístico.....	10
2.2.1.1. Logística de abastecimiento .....	10
2.2.1.2. Logística de planta.....	10
2.2.1.3. Logística de distribución .....	11
2.2.1.4. Logística de producción.....	11
2.3. Inventarios .....	12
2.3.1. Objetivo del inventario .....	12
2.4. Sistema de inventarios .....	15
2.5. Costos de inventario .....	16
2.5.1. Costo del producto.....	16

2.5.2.	Costo de adquisición .....	16
2.5.3.	Costo de mantenimiento de inventario .....	17
2.5.4.	Costo por falta de inventario.....	17
2.6.	Métodos de valuación de inventarios .....	18
2.6.1.	Costo promedio ponderado .....	18
2.6.2.	Primero en entrar - primero en salir (FIFO o PEPS).....	19
2.6.3.	Último en entrar - primero en salir (LIFO o UEPS) .....	21
2.7.	Tipos de demanda.....	22
2.7.1.	Fabricar para inventario ( <i>make to stock</i> ) .....	23
2.7.2.	Ensamblar para inventario ( <i>assemble to stock</i> ).....	23
2.7.3.	Fabricación por pedido ( <i>make to order</i> ) .....	24
2.7.4.	Diseño a la medida ( <i>engineer to order</i> ) .....	24
2.8.	Control de la demanda (CODE) .....	24
2.9.	Aprovisionamiento y modelos de administración de inventarios .....	26
2.9.1.	Objetivos del control de inventarios .....	27
2.9.2.	Modelo determinístico .....	28
2.9.2.1.	Modelo de cantidad fija .....	29
2.9.2.2.	Modelo de cantidad fija de pedido de producción.....	30
2.9.2.3.	Modelo lote económico de producción.....	31
2.9.2.4.	Inventario de seguridad.....	32
2.9.3.	Modelo probabilístico .....	33
2.9.4.	Sistema de clasificación ABC de los inventarios ..	35
2.9.4.1.	Ventajas y desventajas del sistema ABC .....	38

2.10.	Merma .....	40
2.10.1.	La merma en el mercado <i>retail</i> .....	41
2.10.2.	Merma conocida .....	42
2.10.2.1.	Vencimientos .....	42
2.10.2.2.	Roturas .....	43
2.10.2.3.	Robos detectados.....	44
2.10.2.4.	Errores administrativos .....	45
2.10.2.5.	Robos y fraudes.....	46
2.10.3.	Causas generadoras de merma .....	46
2.10.4.	Factores que inciden en el deterioro de los alimentos .....	48
2.10.5.	Factores que influyen en la calidad de los alimentos .....	50
2.11.	Modelos de pronósticos cuantitativos.....	51
2.11.1.	Regresión lineal simple.....	53
2.11.2.	Promedio móvil simple.....	54
2.11.3.	Promedio móvil ponderado .....	55
2.11.4.	Suavización exponencial .....	56
2.11.5.	Suavización exponencial doble.....	57
2.12.	¿Cómo elegir el modelo de pronóstico? .....	57
2.12.1.	Error cuadrático medio (ECM) .....	58
2.12.2.	Desviación absoluta media (DAM).....	59
3.	DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN.....	63
3.1.	Análisis de la empresa.....	63
3.2.	Análisis de los departamentos de perecederos .....	64
3.3.	Proceso de recepción de carnes .....	65
3.3.1.	Revisión del pedido .....	66
3.3.2.	Verificar fechas de vencimiento .....	66

3.3.3.	Toma de temperatura.....	66
3.3.4.	Pesar los productos.....	66
3.3.5.	Inspección de productos.....	67
3.3.6.	Almacenamiento.....	67
3.4.	Proceso de retiro de productos a mermar.....	68
3.4.1.	Revisión, inspección y retiro de productos exhibidos .....	68
3.4.2.	Traslado y dar de baja los productos .....	69
3.4.3.	Diagrama de flujo actual de operaciones de los productos cárnicos .....	69
3.5.	Factores generadores de merma .....	72
3.5.1.	Niveles de inventarios .....	73
3.5.2.	Equipos refrigerados .....	73
3.5.3.	Calidad de los productos .....	74
3.5.4.	Personal operativo .....	74
3.5.5.	Temperatura .....	75
3.5.6.	Otros factores .....	76
3.6.	Segmentación de productos.....	77
3.6.1.	Ánálisis de ventas y merma.....	78
3.6.2.	Catálogo de productos .....	80
3.6.3.	Método ABC .....	82
3.6.3.1.	Productos clase A .....	85
3.6.3.2.	Productos clase B .....	86
3.6.3.3.	Productos clase C .....	86
3.7.	Modelo de pronósticos .....	86
3.7.1.	Modelo promedio móvil simple .....	88
3.7.2.	Modelo promedio móvil ponderado .....	90
3.7.3.	Suavización exponencial .....	92
3.7.4.	Método de Holt .....	94

3.7.5.      Evaluación de pronósticos .....	96
4.      PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	99
4.1.      Mejora en los procesos de operación .....	99
4.1.1.      Recepción de mercadería.....	99
4.1.2.      Almacenaje de los productos ABC .....	100
4.1.3.      Diagrama de flujo mejorado de operaciones de los productos cárnicos .....	101
4.2.      Capacitación al personal operativo.....	104
4.3.      Seguimiento de control de merma.....	105
4.4.      Análisis del modelo de pronóstico implementado.....	106
5.      DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....	111
5.1.      Identificar los diversos factores que afectan el departamento de carnes que merman los productos .....	111
5.2.      Aplicar un modelo de pronósticos de ventas que sirva como base para controlar los abastecimientos de inventarios y mejorar su rotación.....	113
5.3.      Evaluar la calidad con la que llegan los productos cárnicos de los centros de distribución al punto de venta .....	114
5.4.      Validar los procesos y controles que se llevan en el punto de venta para disminuir el incremento de la merma de productos cárnicos .....	115
CONCLUSIONES .....	117
RECOMENDACIONES .....	119
REFERENCIAS .....	121
APÉNDICES .....	127



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

### FIGURAS

<b>Figura 1.</b>	Administración de la cadena de suministro.....	8
<b>Figura 2.</b>	Sistema logístico .....	11
<b>Figura 3.</b>	Sistemas productivos.....	13
<b>Figura 4.</b>	Procedimiento y operación en un almacén .....	25
<b>Figura 5.</b>	Modelos de administración de inventarios .....	27
<b>Figura 6.</b>	Modelo básico de cantidad fija .....	30
<b>Figura 7.</b>	Modelo de cantidad fija de pedido de producción.....	31
<b>Figura 8.</b>	Modelo lote económico de producción (LEP) .....	32
<b>Figura 9.</b>	Demanda probabilística .....	34
<b>Figura 10.</b>	Gráfico ABC.....	36
<b>Figura 11.</b>	Factores que inciden en el deterioro de los alimentos.....	49
<b>Figura 12.</b>	Valores de actividad de agua de algunos alimentos .....	51
<b>Figura 13.</b>	Gráfico de pronósticos .....	52
<b>Figura 14.</b>	Gráfico evaluación de pronósticos.....	60
<b>Figura 15.</b>	Gráfico señal de rastreo.....	61
<b>Figura 16.</b>	Organigrama área de perecederos .....	63
<b>Figura 17.</b>	Departamentos de perecederos .....	64
<b>Figura 18.</b>	Proceso de recepción de carne .....	67
<b>Figura 19.</b>	Revisión y retiro de productos vencidos .....	68
<b>Figura 20.</b>	Almacenamiento y desecho de merma.....	69
<b>Figura 21.</b>	Diagrama de flujo actual de operaciones .....	70
<b>Figura 22.</b>	Diagrama Ishikawa .....	72
<b>Figura 23.</b>	Desjuego de productos .....	77

<b>Figura 24.</b>	Participación merma por daño carne de res .....	80
<b>Figura 25.</b>	Gráfico ABC carnes de res.....	85
<b>Figura 26.</b>	Fórmulas para criterio de precisión .....	87
<b>Figura 27.</b>	Resultados promedio móvil simple puyazo americano.....	88
<b>Figura 28.</b>	Resultados promedio móvil simple coulotte pieza grande.....	89
<b>Figura 29.</b>	Resultados promedio móvil ponderado puyazo americano .....	90
<b>Figura 30.</b>	Resultados promedio móvil ponderado coulotte pieza grande .....	91
<b>Figura 31.</b>	Resultados suavización exponencial puyazo americano.....	92
<b>Figura 32.</b>	Resultados suavización exponencial coulotte pieza grande.....	93
<b>Figura 33.</b>	Resultados método de Holt puyazo americano .....	94
<b>Figura 34.</b>	Resultados método de Holt coulotte pieza grande .....	95
<b>Figura 35.</b>	Descarga de productos clasificados .....	100
<b>Figura 36.</b>	Cajillas de productos clasificadas.....	100
<b>Figura 37.</b>	Implementación método ABC en cuartos fríos .....	101
<b>Figura 38.</b>	Diagrama de flujo mejorado de operaciones .....	102
<b>Figura 39.</b>	Capacitación personal operativo .....	104
<b>Figura 40.</b>	<i>Dashboard</i> de control de merma .....	105
<b>Figura 41.</b>	Ánalysis del modelo de pronósticos para el puyazo americano ..	107
<b>Figura 42.</b>	Tendencia de la merma para el puyazo americano.....	108
<b>Figura 43.</b>	Ánalysis del modelo de pronósticos para el coulotte pieza grande .....	109
<b>Figura 44.</b>	Tendencia de la merma para el coulotte pieza grande .....	110

## TABLAS

<b>Tabla 1.</b>	Variables e indicadores .....	XXIX
<b>Tabla 2.</b>	Cuadro de ventas y merma de perecederos .....	65
<b>Tabla 3.</b>	Cuadro de ventas y merma departamento carnes .....	78
<b>Tabla 4.</b>	Cuadro de ventas y merma subcategorías carnes de res .....	79

<b>Tabla 5.</b>	Catálogo de productos.....	81
<b>Tabla 6.</b>	Cálculo participación.....	82
<b>Tabla 7.</b>	Clasificación de productos .....	83
<b>Tabla 8.</b>	Evaluación de criterios de precisión .....	96

X

## LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
<b>aw</b>	Actividad de agua
<b>Q</b>	Cantidad de pedido
<b>pH</b>	Coeficiente de acidez
<b>H</b>	Costo anual de inventarios
<b>CT</b>	Costo anual del inventario
<b>C</b>	Costo de preparación
<b>D</b>	Demanda anual del artículo
<b>D<sub>t</sub></b>	Demanda para un período
<b>σ</b>	Desviación estándar
<b>/</b>	División
<b>f</b>	Frecuencia o tasa de producción
<b>=</b>	Igualdad
<b>a</b>	Intercepto con eje Y
<b>α</b>	Parámetro suavizador Alpha
<b>β</b>	Parámetro suavizador Beta
<b>b</b>	Pendiente de la línea
<b>L</b>	Plazo de pedido
<b>%</b>	Porcentaje
<b>F<sub>t</sub></b>	Pronóstico calculado
<b>√</b>	Radical
<b>-</b>	Resta
<b>+</b>	Suma

$\Sigma$	Sumatoria
$d$	Tasa de demanda
$p$	Tasa de producción
$T$	Tiempo o período
$ I $	Valor absoluto
$Y$	Variable dependiente
$X$	Variable independiente

## GLOSARIO

<b>Abastecimiento</b>	Actividad económica encaminada a cubrir las necesidades de consumo de una unidad económica en tiempo, forma y calidad.
<b>Cadena de suministros</b>	Formada por todos aquellos procesos involucrados de manera directa o indirecta en la acción de satisfacer las necesidades del cliente.
<b>Calidad</b>	Conjunto de características de un producto o servicio que le confieren la aptitud para satisfacer las necesidades del cliente.
<b>Centro de distribución</b>	Infraestructura logística en la cual se almacenan productos y se dan órdenes de salida para su distribución al comercio minorista o mayorista.
<b>Cliente</b>	Persona o empresa receptora de un bien, servicio, producto o idea, a cambio de dinero u otro artículo de valor.
<b>Comercialización</b>	Conjunto de actividades vinculadas al intercambio de bienes y servicios entre productores y consumidores.

<b>Competencia</b>	Conjunto de atributos que una persona posee y que le permiten desarrollar acción efectiva en determinado ámbito.
<b>Conocimiento empírico</b>	Aquel basado en la experiencia, en último término, en la percepción, pues indica qué es lo que existe y cuáles son sus características, pero no indica que algo deba ser necesariamente así y no de otra forma.
<b>Demanda</b>	Cantidad y calidad de bienes y servicios que pueden ser adquiridos por un consumidor o conjunto de consumidores.
<b>Desabastecimiento</b>	Falta de determinados productos en un lugar.
<b>Deterioro</b>	Estropear, menoscabar, poner en inferior condición una cosa.
<b>Efectividad</b>	Capacidad de lograr un efecto deseado, esperado o anhelado.
<b>Eficiencia</b>	Capacidad de lograr el efecto en cuestión con el mínimo de recursos posibles.
<b>Fraude</b>	Acción que resulta contraria a la verdad y a la rectitud.
<b>Frescura</b>	Propiedad de los alimentos recién obtenidos o que no han sufrido ningún proceso de curación.

<b>Gestión</b>	Actividades coordinadas para dirigir y controlar una organización.
<b>Homologación</b>	Se refiere a la equivalencia que deben mostrar los productos o los sistemas a un determinado proceso o estándar de trabajo o aplicación.
<b>Hurto</b>	Apoderamiento ilegítimo de una cosa mueble ajena que, a diferencia del robo, es realizado sin fuerza en las cosas, ni violencia o intimidación en las personas.
<b>Idóneo</b>	Adecuado o conveniente para una cosa, especialmente para desempeñar una función, una actividad o un trabajo.
<b>Implícito</b>	Algo que está incluido en otra cosa sin que esta lo exprese o lo manifieste de manera directa.
<b>Inocuidad</b>	Existencia y control de peligros asociados a los productos destinados para el consumo humano a través de la ingestión, como alimentos y medicinas, a fin de que no provoquen daños a la salud del consumidor.
<b>Insumo</b>	Todo aquello disponible para el uso y el desarrollo de la vida humana, desde lo que se encuentra en la naturaleza, hasta lo que se crea, es decir la materia prima de una cosa.

<b>Inventario</b>	Relación detallada, ordenada y valorada de los elementos que componen el patrimonio de una empresa o persona en un momento determinado.
<b>Logística</b>	Conjunto de los medios y métodos que permiten llevar a cabo la organización de una empresa, especialmente de distribución.
<b>Logística integral</b>	Procesos que facilitan el flujo de bienes y servicios desde el punto de origen al de consumo, vinculando los movimientos externos e internos y los de entrada y salida, es decir, teniendo en cuenta a los proveedores de materias y de insumos, a fabricantes y a la cadena de distribución, con el fin de satisfacer los requerimientos del cliente o consumidor final.
<b>Marketing</b>	Concepto inglés, traducido al castellano como mercadeo o mercadotecnia, se trata de la disciplina dedicada al análisis del comportamiento de los mercados y de los consumidores.
<b>Merma</b>	Pérdida o reducción de un cierto número de mercancías o de la actualización de un <i>stock</i> que provoca una fluctuación, es decir, la diferencia entre el contenido de los libros de inventario y la cantidad real de productos o mercancía dentro de un establecimiento, negocio o empresa.

<b>PEPS o FIFO</b>	Método de valoración de inventario que consiste en suponer que los primeros artículos en entrar al almacén o a la producción, son los primeros en salir.
<b>Perecedero</b>	Adjetivo que señala aquello poco durable y que, por lo tanto, ha de perecer.
<b>Productividad</b>	Vínculo que existe entre lo que se ha producido y los medios que se han empleado para conseguirlo.
<b>Pronósticos</b>	Procesos críticos y continuos que se necesitan para obtener buenos resultados durante la planificación de un proyecto.
<b>Proveedor</b>	Persona o empresa que abastece con algo a otra empresa o a una comunidad, el término procede del verbo proveer.
<b><i>Retail</i></b>	Término de la lengua inglesa que se emplea para nombrar a la venta minorista y la comercialización de productos al por menor.
<b>Retroalimentación</b>	Mecanismo por el cual una cierta proporción de la salida de un sistema se redirige a la entrada, con objeto de controlar su comportamiento.
<b>Robo</b>	Consistente en el apoderamiento de bienes ajenos, empleando para ello fuerza en las cosas o bien violencia o intimidación en las personas.

<b>Rotación del inventario</b>	Uno de los parámetros utilizados para el control de gestión de la función logística o del departamento comercial de una empresa.
<b>Satisfacción</b>	Sentimiento de bienestar o placer que se tiene cuando se ha colmado un deseo o cubierto una necesidad.
<b>Segmentación</b>	División de algo en segmentos, fragmentos o porciones.
<b>Sistema</b>	Conjunto de elementos mutuamente relacionados o que interactúan.
<b>Stock</b>	Voz inglesa que se usa en español con el sentido de existencias.
<b>Suministro</b>	Se hace referencia al acto y consecuencia de suministrar, es decir, proveer a alguien de algo que requiere.
<b>Táctica</b>	Método empleado con el fin de tener un objetivo en corto tiempo.
<b>UEPS o LIFO</b>	Método de valoración de inventario que consiste en suponer que los últimos artículos en entrar al almacén o a la producción, son los primeros en salir.

## RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de graduación es desarrollar un modelo de pronósticos por medio del método ABC dentro de un supermercado que presenta altos índices de merma en sus productos perecederos, principalmente en los productos cárnicos, ya que son productos de un alto valor económico y la merma de los mismos impacta la rentabilidad del negocio. Este problema resulta debido a que actualmente no se cuenta con una herramienta adecuada para realizar los pedidos y por medio de esta investigación se buscará optimizar recursos, contar con procesos eficientes y lograr niveles adecuados de inventario.

Para lograr este objetivo, la investigación se basará en la aplicación de la logística integral, la cual se caracteriza por una mayor exigencia en la calidad de los productos, desde su recepción hasta su exhibición y venta, con el fin de satisfacer los requerimientos del cliente o consumidor final. Por lo tanto, se está considerando la implementación de una estrategia en la administración de inventarios que logre reducir estos índices de un 9 % actual, a un 4 %.

Derivado de estos índices de merma, se estarán revisando los procesos actuales de manipulación, almacenamiento y rotación del inventario, por lo que se buscará segmentar los productos por medio de una matriz de productos ABC. De estos, los productos tipo A serán los de alto valor económico, B los de un valor económico medio y C los productos de bajo valor, para lo cual se estará considerando el comportamiento de la demanda y así lograr controlar la merma que se presenta actualmente, todo con el fin de homologar este modelo en otros puntos de venta.



## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

- Contexto general

El estudio del control de inventarios es importante hoy en día, en especial cuando se trata de productos perecederos por su tiempo de vida corto que poseen, porque al no contar con un nivel de inventario óptimo representa un costo de oportunidad para cualquier empresa, ya sea que se tengan excesos o desabastecimientos porque al tener excesos implica tener bastante capital invertido sin poderle sacar provecho y al contar con desabastecimientos implica no lograr cubrir la demanda lo cual impacta en la pérdida de clientes.

- Descripción del problema

La mayoría de las empresas guatemaltecas se han encontrado con el problema típico que se da por una mala administración de inventarios, sobre todo en los excesos y faltantes de existencias, aún más cuando se trabaja con productos perecederos, porque su tiempo de vida es corto y se deben rotar frecuentemente.

Esta es una de las situaciones que aqueja a la empresa actualmente, ya que tiene demasiado de lo que no se vende y existen muchos faltantes de lo que sí se vende. Esto sucede por malos controles y una mala administración de inventarios, que se nota más cuando se trata de productos con tiempos cortos de vida, entre los que están carnes, mariscos, frutas y verduras, ya que la empresa se dedica a comercializar este tipo de productos.

Por falta de control, el departamento que más problema presenta es el de carnes, ya que está presentando mensualmente una merma total sobre la venta del 9 %, lo cual está por arriba de lo que la empresa está buscando, que es reducir esta merma a un 4 %. Por lo tanto, el enfoque se está dando en este departamento específicamente, porque sus productos son de alto valor económico que impacta la utilidad de la empresa.

Se busca implementar acciones objetivas y concretas para reducir este porcentaje por medio del desarrollo de un modelo del método ABC, que consiste en segmentar los productos según su costo, categoría, venta y rotación, para proceder a evaluar e implementar un modelo de pronósticos apropiado para realizar pedidos de acuerdo con el comportamiento de las ventas, ya que actualmente estos pedidos se hacen empíricamente.

- Formulación del problema
  - Pregunta central
    - ¿Cómo se pueden reducir los porcentajes de merma que está presentando actualmente la empresa en el departamento de carnes?
  - Preguntas auxiliares
    - ¿Cuáles son los factores que hacen que los productos cárnicos se mermen y afecten la utilidad del departamento?
    - ¿Cuál es el sistema que la empresa maneja para hacer sus proyecciones de ventas?

- ¿Cómo es la calidad con la que llegan y se reciben los productos cárnicos en el punto de venta?
- ¿Qué controles se llevan en el punto de venta para contrarrestar esta problemática?
- Delimitación del problema

Como consecuencia a los altos índices de merma y pérdida de margen de utilidad, la investigación se llevará a cabo después de proponer el problema de investigación, se estará tomando información correspondiente al periodo 2022 de enero a diciembre. Esto se realizará en una tienda de una cadena de supermercados que presenta problemas serios de merma, principalmente en el departamento de carnes, ya que estos productos poseen un alto valor económico.

Para la elaboración del trabajo de investigación, la empresa estará proporcionando las herramientas necesarias para tener acceso a la información de ventas, inventarios y costos de merma, permitiendo el ingreso a la tienda para ver los procesos de manipulación y almacenamiento de estos productos.

Se estará evaluando el proceso que realiza la tienda, desde la recepción hasta la exhibición. Además, se evaluará cómo reducir la tendencia de crecimiento de merma sobre la venta, para aplicar un método para el manejo de inventario adecuado, buscando reducir la merma a un 4 % para ofrecer productos frescos y de mejor calidad. El avance y comportamiento se estará midiendo cada mes, para observar el mejoramiento del índice de merma.



## **OBJETIVOS**

### **General**

Reducir los porcentajes de merma de productos cárnicos desarrollando un modelo del método ABC para la segmentación de artículos y seleccionar un modelo de pronóstico adecuado.

### **Específicos**

1. Identificar los diversos factores que afectan al Departamento de Carnes que merman los productos.
2. Aplicar un modelo de pronósticos de ventas que sirva como base para controlar los abastecimientos de inventarios y mejorar su rotación.
3. Evaluar la calidad con la que llegan los productos cárnicos de los centros de distribución al punto de venta.
4. Validar los procesos y controles que se llevan en el punto de venta para disminuir el incremento de la merma de productos cárnicos.



## RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

- Características del estudio

El estudio tuvo las siguientes características:

- Enfoque

El presente trabajo de graduación tuvo un enfoque mixto, debido a que el resultado de la investigación es la reducción de merma al momento de aplicar el modelo del método propuesto dentro de la investigación, que consistió en aplicar una segmentación de productos de acuerdo a su categoría, costo, precio y rotación, para controlar las existencias en los inventarios, evitando los excesos de tener almacenado productos que no se venden y el desabastecimiento de lo que sí se venden, por lo que se buscó tener un inventario con niveles adecuados.

- Alcance

De acuerdo con la profundidad del estudio de las variables y el alcance de los resultados, esta investigación tuvo cualidades descriptivas, debido a que se midieron y recolectaron datos en los que se evaluó el comportamiento de las ventas y la tendencia de la merma sobre la venta.

Se evaluaron diferentes factores que hicieron que la investigación fuera del tipo correlacional, por la relación que existe entre las variables que pueden influir en la merma de los productos perecederos. Se consideraron distintas variables, como tiempo de vida, calidad con la que llega el producto al punto de

venta, demanda, rotación de inventario y pedidos, para identificar y priorizar los puntos más importantes que están afectando los índices de merma de la tienda y controlarlos, aplicando e implementando controles que se deberán llevar con disciplina y dándole un respectivo seguimiento.

Finalmente, considerando el propósito del estudio, correspondió un estudio explicativo que detalla los fenómenos estudiados, explicando las condiciones en las que se manifiesta los diferentes factores que afectan la calidad de los productos perecederos, como mala manipulación, almacenamiento, estibación, pérdida de la cadena de frío, desajuste, factores que se busca controlar y así alcanzar índices de calidad e inocuidad óptimos para entregar productos de buena calidad, en búsqueda de la satisfacción del cliente.

- Diseño

Esta investigación se basó en un diseño no experimental, en el cual se implementó un modelo de pronósticos por medio del método ABC para el control de inventarios. Tuvo un enfoque cuantitativo y cualitativo, por sus puntos en el tiempo durante los que se recolectaron los datos históricos del comportamiento que ha tenido la merma por daño en el departamento de carnes de una cadena de supermercados en el último año, para evaluar los puntos críticos y tomar medidas correctivas.

Por lo tanto, el tipo de investigación fue transseccional, ya que se evaluaron todas las variables que afectan a los productos cárnicos en un periodo aproximado de 6 meses, ya que el departamento de carnes tiene diferentes tipos de productos, costos y precios de venta (carne de res, pollo y cerdo).

La investigación también fue descriptiva, ya que se midieron, evaluaron y recolectaron datos para evaluar cuál es el comportamiento de las ventas y cómo va el avance de la reducción de merma al momento de aplicar el método propuesto, que consistió en realizar una segmentación de productos de acuerdo con su categoría, costo, precio y rotación.

- Unidad de análisis

La unidad de análisis fue el proceso de control de merma de productos cárnicos, del cual se obtuvieron las distintas causas que producen merma en el departamento de carnes de un supermercado.

- Variables

Las variables e indicadores que sustentarán la investigación se observan en la tabla 1.

**Tabla 1.**

*Variables e indicadores*

Objetivos específicos	Variables	Subvariables	Indicadores	Técnica
Identificar los diversos factores que afectan el departamento de carnes que merman los productos.	<p><b>Independientes</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>● Pedidos</li> <li>● Mantenimiento de equipos de enfriamiento</li> <li>● Hurto</li> <li>● Capacitación del personal</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Errores en toma de inventario</li> <li>● Pérdida de la cadena de frío</li> <li>● Mal estiba de carne</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Porcentaje de productos susceptibles al robo</li> <li>● Frecuencia de mantenimiento de los equipos</li> <li>● Porcentaje de pérdida por desague</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>● Investigaciones existentes de la empresa</li> <li>● Observación no estructurada (se reportará por medio de un registro personal del investigador)</li> <li>● Registro de datos</li> </ul>

Continuación de la tabla 1.

Objetivos específicos	Variables	Subvariables	Indicadores	Técnica
	<b>Dependiente</b>		● Niveles óptimos de inventarios de acuerdo con la venta.	● Reportes electrónicos (historial de la empresa)
	● Excesos de inventario		●	
	● Rotación de inventario			
	● Problemas con equipos			
	Desjugue			
Aplicar un modelo de pronósticos de ventas que sirva como base para controlar los abastecimientos de inventarios y mejorar su rotación.	<b>Independiente</b>	● Demanda histórica de productos	● Días inventario de los productos	● Investigaciones existentes de la empresa.
	● Rotación del inventario		● Tiempo de vida de los productos	● Registro de datos.
	● Temporada del año		● Porcentaje de merma sobre venta	● Reportes electrónicos (historial de la empresa)
	● Tipo de producto			
	<b>Dependiente</b>			
	● Precio del producto			
Evaluar la calidad con la que llegan los productos cárnicos de los centros de distribución al punto de venta.	<b>Independiente</b>	● Condiciones fitosanitarias de los productos.	● Porcentaje de reclamos de productos en mal estado	● Observación no estructurada (se reportará por medio de un registro personal del investigador)
	● Cadena de frío		● Temperaturas de recepción de los productos	● Registro de datos.
	<b>Dependiente</b>	● Reclamos de calidad al proveedor	● Frecuencia de mantenimiento de los equipos	● Reportes electrónicos (historial de la empresa)
	● Mantener las temperaturas adecuadas			
	<b>Independiente</b>	● Seguimiento a los procesos	● Porcentaje de disminución de malos cobros o facturas mal cargadas	● Observación no estructurada (se reportará por medio de un registro personal del investigador)
	● Capacitación del personal			

Continuación de la tabla 1.

Objetivos específicos	Variables	Subvariables	Indicadores	Técnica
Validar los procesos y controles que se llevan en el punto de venta para disminuir el incremento de la merma de productos cárnicos.	<b>Dependiente</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Malos cobros</li> <li>• Facturas mal cargadas</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Entrevistas (apéndices)</li> <li>• Reportes electrónicos (historial de la empresa)</li> </ul>

*Nota.* Descripción de variables e indicadores de la investigación. Elaboración propia, realizado con Excel.

- Fases del estudio

El análisis y desarrollo de la propuesta de solución al problema se realizó en un punto de venta de una cadena de supermercados, bajo condiciones no experimentales cuantitativas y cualitativas. Con este propósito se desarrollaron las siguientes fases:

- Fase 1: evaluación del proceso actual

Se observaron los procesos directamente en el punto de venta para familiarizarse con el lugar, para luego volverse participante activo y lograr desarrollar un plan de muestreo de eventos. Para llevar a cabo esta fase preliminar se realizó una recolección de información por medio de una encuesta como herramienta de recolección de datos de la investigación, donde se midieron las causas que provocan la alta merma en el departamento de carnes.

El tipo de encuesta que se realizó fue de opinión, ya que se buscó identificar cuál es la percepción del cliente sobre la calidad del producto brindado.

- Fase 2: levantamiento de información

En esta etapa, se realizó un levantamiento de datos de los diversos factores que afectan a los productos cárnicos, que por su corto tiempo de vida se ven afectados, provocando que se mermen, se descargó inicialmente una base de datos de los productos cárnicos con los que trabaja la tienda actualmente, directamente del sistema que la empresa maneja.

Luego, se recolectaron los datos en tienda, para lo cual se aplicó una observación no estructurada, acompañada de una entrevista semiestructurada a los asociados involucrados en los procesos de recepción y manipulación de los productos que fueron el subgerente de tienda, coordinadores y auxiliares de perecederos. Después, esta información se tabuló y se realizó un diagrama de flujo del proceso y un diagrama de causa y efecto o Ishikawa.

- Fase 3: elaboración de una matriz de productos

Para esta etapa, se realizó un levantamiento de datos directamente del sistema de la empresa de los productos cárnicos que más merma han representado sobre la venta en el último año, tomando en cuenta los costos, ventas y porcentajes de merma que fueron las bases de datos principales para armar una matriz basada en el método ABC y segmentar los productos.

- Fase 4: evaluación de un modelo de pronósticos

Luego en esta etapa, se procedió a evaluar los diferentes modelos de pronósticos, entre los que se evaluó el promedio móvil, promedio móvil ponderado, suavización exponencial y el método de Holt, para cada una de las clasificaciones, determinando los criterios de precisión de cada uno de ellos, procediendo a implementarlo en el punto de venta en una hoja electrónica.

- Fase 5: implementación de propuesta

En esta etapa se implementó el modelo y método propuesto el cual se aplicó durante tres meses, todo esto acompañado de realización de auditorías a los procesos ya implementados, evaluando al personal que recibe y manipula estos productos por medio observaciones presenciales y a través de hojas de control.

- Fase 6: evaluación de resultados

Para esta última fase se evaluaron los resultados obtenidos con el fin de dar conclusiones de los resultados obtenidos.



## INTRODUCCIÓN

Esta investigación se enfoca principalmente en la problemática que presenta toda empresa sobre el tema del control y manejo de inventarios de productos perecederos, tomando en cuenta que el inventario de cualquier empresa es el activo más caro que tiene y si no se sabe manejar se tendrán muchos problemas, entre los que se pueden citar: excesos, desabastecimientos, vencimientos y merma, que son la consecuencia de un inventario inadecuado. Esto también genera falta de flujo de efectivo, por lo cual es muy importante que sea de un tamaño idóneo.

Una cadena de supermercados de Guatemala tiene este problema, ya que no cuenta con un modelo de pronóstico adecuado para tener un control óptimo de inventarios de productos perecederos, como mariscos, carnes, embutidos, lácteos, frutas y verduras. Por este motivo, esta investigación estará enfocada directamente en aplicar una segmentación y control de los productos cárnicos, cuyo indicador de merma por daño actualmente está muy por encima de lo que la empresa requiere.

La importancia de esta investigación consiste en realizar una segmentación de productos por medio del método ABC para clasificar los productos cárnicos, que representan mayor valor económico para la empresa y aplicar controles más rigurosos sobre ellos, para reducir el indicador de merma actual se estará proponiendo ensayar un modelo de pronóstico adecuado a la demanda, evitando los excesos y desabastecimientos en el punto de venta.

Entre los beneficios o aportes que se consideran obtener están que este método, al implementarlo y ser funcional, se aplicará a las otras categorías de productos perecederos y así homologarlo en todos los puntos de venta, logrando el objetivo de reducir la merma por daño a nivel regional.

El informe está estructurado en cinco capítulos, el capítulo 1 presenta el análisis de estudios previos relacionados a la gestión de inventarios y la importancia de una segmentación de productos por medio del método ABC, el capítulo 2 abarca los conceptos relacionados a los sistemas de inventarios, la merma en el mercado *retail* identificando las causas principales y los métodos de pronósticos cuantitativos, en el capítulo 3 se presentan los resultados obtenidos de acuerdo con la investigación y análisis realizados de la siguiente manera: identificación de los factores generadores de merma por medio de un diagrama de causa y efecto, elaboración del diagrama de flujo proceso, segmentación de productos por medio del método ABC y la evaluación de modelos de pronósticos por medio de los criterios de precisión, en el capítulo 4 se implementan el método y modelo propuesto en conjunto con controles de seguimiento, finalmente en el capítulo 5 se presenta la interpretación de los resultados obtenidos y la discusión de los mismos.

## 1. MARCO REFERENCIAL

### 1.1. Estudios previos

García (2004) indicó que la gestión de inventarios se compone de costo, calidad, tiempo y flexibilidad. Lo que toda empresa busca es minimizar el costo del inventario, guardando siempre la calidad del producto, teniendo un tiempo de entrega que sea acorde a lo establecido por el servicio al cliente, que está amarrado con la flexibilidad del inventario, llamándole flexibilidad a un inventario con el cual se pueda cubrir cualquier variación de la demanda o crecimiento del surtido de los productos.

Trujillo y Rodríguez (2006), en su trabajo *Diseño de un sistema de control y gestión del inventario de producto terminado para una empresa productora de fertilizantes simples y compuestos*, indicó que el principio fundamental en el que se basa el modelo de control y gestión del inventario es un trueque entre la inversión y el control. Es el resultado de combinar el concepto de la clasificación ABC del inventario de producto terminado con el nivel de servicio.

Para el inventario de bajo valor (grupo C), tener un alto nivel de servicio no es costoso, invertir en inventario de seguridad, relajar su control, ya que estos se controlan en masa. Para el inventario de alto valor (grupo A), tener un alto nivel de servicio es costoso, reducir la inversión en inventario de seguridad, estrechar su control, ya que estos se controlan en forma individual. Para el inventario de valor medio (grupo B), su control se parece a los del grupo C (Trujillo y Rodríguez, 2006).

Es por ello que “en toda empresa productora o comercializadora, se hace necesaria una discriminación de artículos con el fin de determinar de entre todos ellos cuáles son los que, por sus características, precisan un control más riguroso” (Puente, De la Fuente y Gómez, 2004, p. 1).

También se pudo llegar a la conclusión que:

Evidentemente, existirá un pequeño número de productos que tengan un alto coste unitario en comparación con el resto, y de los que normalmente habrá menor existencia. Es en estos productos que el control debe ser más riguroso. Pero no sólo es el coste unitario la variable que debe tenerse en cuenta para realizar la discriminación, ya que productos de pequeño coste, pero con un fuerte volumen de demanda pueden hacer que se paralice la fabricación (o la distribución) si no existe disponibilidad de los mismos en el momento oportuno.

Así, un buen indicador de la importancia que cada artículo tiene en el almacén es el producto de las dos variables anteriores, esto es, el coste unitario por su volumen anual demandado. Dicho producto nos determina el valor anual de cada referencia, y la clasificación que en el almacén debe realizarse para discriminar los productos que precisan de un mayor control, se regirá según este parámetro. (Puente, De la Fuente, y Gómez, 2004, pp. 1-2)

Fucci (1999) concluyó lo siguiente:

Si bien cada almacén tiene distintos tipos de curvas ABC, lo importante es recordar que:

Para los artículos A, se debe usar un estricto sistema de control, con revisiones continuas de los niveles de existencias y una marcada atención para la exactitud de los registros, al mismo tiempo que se deben evitar *sobre-stocks*.

Para los artículos B, llevar a cabo un control administrativo intermedio.

Para los artículos C, utilizar un control menos rígido podría ser suficiente para una menor exactitud en los registros. Se podría utilizar un sistema de revisión periódica para tratar en conjunto las órdenes surtidas por un mismo proveedor. (p. 6)

Es por ello que los sistemas informáticos permiten hacer uso de niveles uniformes de control para todos los artículos, independientemente la clasificación que tengan, sin embargo, el establecimiento y análisis de prioridades que se pueden realizar con la técnica ABC resultaron muy útiles para tomar decisiones (Fucci, 1999).

Álvarez (2010) indicó que:

La utilización del método ABC para la clasificación de artículos en el almacén nos permite reconocer cuales son los artículos que generan la mayor cantidad de problemas para así enfocar mejor los esfuerzos y darle solución. En el estudio realizado al almacén de insumos y materias primas de gallería, el método ABC nos permitió conocer los artículos que inmovilizan la mayor cantidad de dinero, para así darle una política adecuada de gestión en la que se logre mayores beneficios. (p. 9)

No siempre se puede utilizar el método de gestión de inventarios que genere mayores beneficios económicos, ya que hay varios factores que afectan la decisión de hacer esta elección. En algunos casos se tienen que separar varios insumos y hacerle una política a parte, esto debido a que son productos de consumo y algunos presentan riesgo de perecibilidad a tal grado de convertirse en merma, lo que significaría pérdida para la empresa, por lo que no es posible tenerlos almacenados por largos períodos de tiempo (Álvarez, 2010).

Vidal, Londoño y Contreras (2004) mencionó que:

Las causas fundamentales para la necesidad del mantenimiento de inventarios en cualquier empresa son, inicialmente, el desfase que existe entre la demanda de los consumidores y la producción o suministros de dichos productos y principalmente, las fluctuaciones aleatorias de la demanda y de los tiempos de reposición en la cadena de suministro. Las

estrategias más comunes para manejar estas fluctuaciones son el mejoramiento de la calidad de la información, el mantenimiento de inventarios de seguridad y la colaboración en la cadena de abastecimiento. (p. 36)

Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios expone un sistema de control de inventarios aplicando métodos de control y análisis que corresponden a su importancia relativa económica, presentando el método de clasificación ABC en un criterio cuantitativo y la matriz de adquisición/índice de rotación (Parada, 2009).

La cadena de supermercados presentó la problemática de no contar con controles de inventario establecidos, que provocaba desabastecimientos cuando la demanda de algunos productos subía, además del vencimiento y mal estado por tener mucho producto que no rota como se tenía planificado. Esto se debió a que no existía un estudio que indicara cuáles eran los productos que debían tener un nivel óptimo de inventario, por este problema se decidió hacer el presente estudio, para aplicar un modelo de pronósticos por medio del método ABC.



## 2. MARCO TEÓRICO

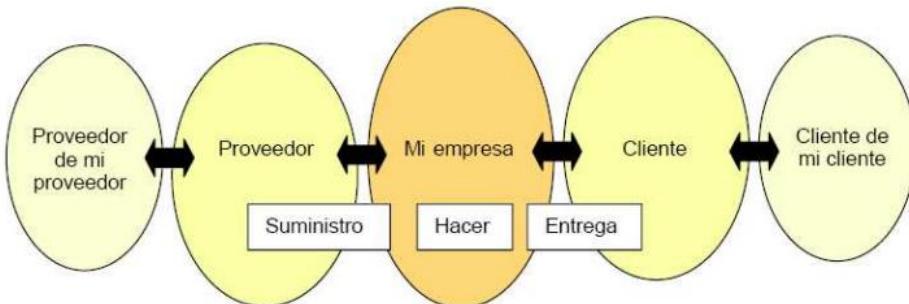
### 2.1. Cadena de suministro

Peña y Zumelzu (2006) definen “la cadena de suministro como un conjunto de procesos para posicionar e intercambiar materiales, servicios, productos semiterminados, terminados, operaciones de posacabado logístico, de posventa y de logística inversa, así como de información, en la logística integrada, que va desde la procuración y la adquisición de materia prima hasta la entrega y puesta en servicio de productos terminados al consumidor final. La administración de la logística de la cadena de suministro (SCM) es la ciencia y la práctica de controlar estos intercambios, monitoreados por la información asociada a este proceso logístico”.

La gestión de la cadena de suministros (SCM - *supply chain management*) es el término utilizado para describir el conjunto de procesos de producción y logística cuyo objetivo final es la entrega de un producto a un cliente. Esto quiere decir, que la cadena de suministro incluye las actividades asociadas desde la obtención de materiales para la transformación del producto, hasta su colocación en el mercado. (Peña y Zumelzu, 2006, p. 5)

**Figura 1.**

*Administración de la cadena de suministro*



*Nota.* Ejemplo de una cadena de suministro. Obtenido de V. Peña y L. Zumelzu (2006). *Cadena de suministros: sus niveles de importancia, modelado de procesos de negocios.* (p. 5.) Departamento de Informática.

Una cadena de suministros exitosa entrega al cliente final el producto apropiado, en el lugar correcto, en el tiempo exacto, al precio requerido y con el menor costo posible (Peña y Zumelzu, 2006).

La gestión de la cadena de suministro va más allá de la instalación de un nuevo sistema de información o del mejoramiento de una de las funciones de la cadena de suministro. Apunta a proporcionar a la cadena logística, en toda su extensión, las capacidades de adaptación al cambio, que hace referencia a la estrategia, la organización, los procesos de gestión y los sistemas de información de una cadena de suministro, lo que supone en primer lugar, una comprensión global de la cadena logística y el pasaje de una gestión orientada hacia las acciones puntuales de mejoramiento a una visión de gestión. (Morelos, Fontalvo y De la Hoz, 2012, p. 12)

El manejo de la cadena de suministros enfatiza las interacciones de la logística que tienen lugar entre las funciones de *marketing*, logística y producción en una empresa, y las interacciones que se llevan a cabo entre empresas independientes legalmente dentro del canal de flujo del producto. (Ballou, 2004, pp. 4-5)

La administración de la cadena de suministros se define como la coordinación sistemática y estratégica de las funciones tradicionales del negocio y de las tácticas a través de estas funciones empresariales, dentro de una compañía en particular, y a través de las empresas que participan en la cadena de suministros con el fin de mejorar el desempeño a largo plazo de las empresas individuales y de la cadena de suministros como un todo. (Mentzer, 2005)

## **2.2. Logística**

Ballou (2004) indica que:

La logística es parte del proceso de la cadena de suministros que planea, lleva a cabo y controla el flujo y almacenamiento eficientes y efectivos de bienes y servicios, así como de la información relacionada, desde el punto de origen hasta el punto de consumo, con el fin de satisfacer los requerimientos de los clientes. (p. 4)

### **2.2.1. Sistema logístico**

Monterroso (2000) lo define como:

La administración eficiente del flujo de bienes y servicios y que su operatoria afecta el desenvolvimiento de muchas áreas de la organización.

Por dicha razón, se puede hablar de un sistema logístico que, mediante la sincronización de sus funciones componentes, permite lograr un flujo ágil para responder velozmente a una demanda cambiante y cada vez más exigente. (p. 9)

Monterroso (2000) también describe que, como todo sistema, su análisis y la comprensión del mismo pueden obtenerse a partir del estudio de sus partes que lo componen. De esta forma se puede abordar el sistema logístico considerando los siguientes subsistemas.

#### **2.2.1.1. Logística de abastecimiento**

Agrupa todas las funciones de compra, recepción, almacenamiento y administración de inventarios, e incluye actividades relacionadas con la búsqueda, selección, registro y seguimiento de los proveedores.

#### **2.2.1.2. Logística de planta**

Abarca las actividades de mantenimiento y los servicios de planta, como así también la seguridad industrial y el cuidado del medio ambiente.

#### 2.2.1.3. Logística de distribución

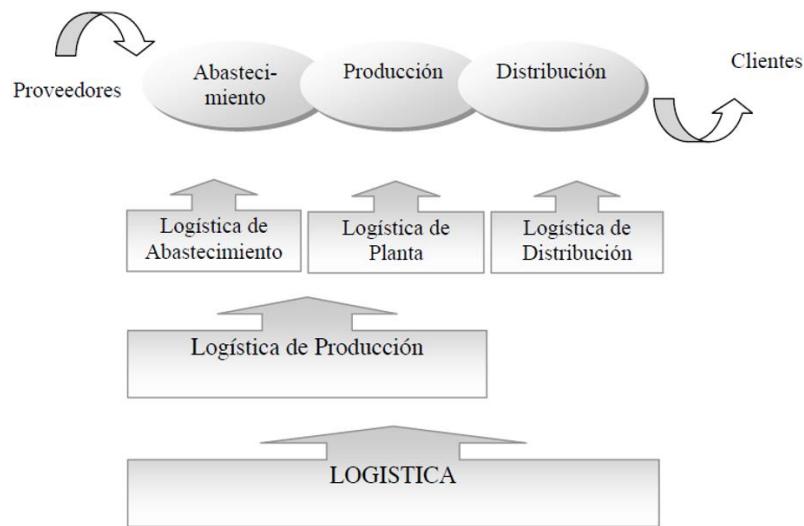
Comprende las actividades de expedición y distribución de los productos terminados a los distintos mercados, por medio de los distintos canales de distribución, constituyendo un nexo entre las funciones de producción y de comercialización.

#### 2.2.1.4. Logística de producción

Comprende las tareas propias de fabricación de bienes o prestación de servicios, se le conoce también como subsistemas de abastecimiento y de servicios de planta, ya que ambos se relacionan íntimamente (Monterroso, 2000).

**Figura 2.**

*Sistema logístico*



*Nota.* Ejemplo de un sistema logístico. Obtenido de E. Monterroso (2000). *El proceso logístico y la gestión de la cadena de abastecimiento.* (p. 10.) UNLU.

## **2.3. Inventarios**

Un factor preponderante dentro de una industria y el que determina en gran parte la eficiencia y rentabilidad de un negocio, por esto es un tema de alta relevancia. Existen diversos modelos sobre manejo de inventarios de productos tangibles, entre estos modelos encontramos el ERP, EOQ, POQ, entre otros que brindan suficientes herramientas para el manejo del inventario.

Sin embargo, estos modelos no son tan apropiados para productos intangibles, como lo son el alquiler de equipos, el cual estos prestan un servicio. En estos tipos de servicios tienen variables que no se contemplan en los otros modelos de productos tangibles como son la vida útil del equipo, y el mantenimiento apropiado que se les da para prestar un equipo, así como la acumulación de horas de trabajo. (Verastegui y Huertas, 2011, pp. 1-2)

Grijalva (2009) también los clasifica como “inventarios de materias primas, partes en proceso y de productos terminados, ya que se encuentran en algún lugar y en un determinado tiempo dentro del sistema de producción” (p. 132).

### **2.3.1. Objetivo del inventario**

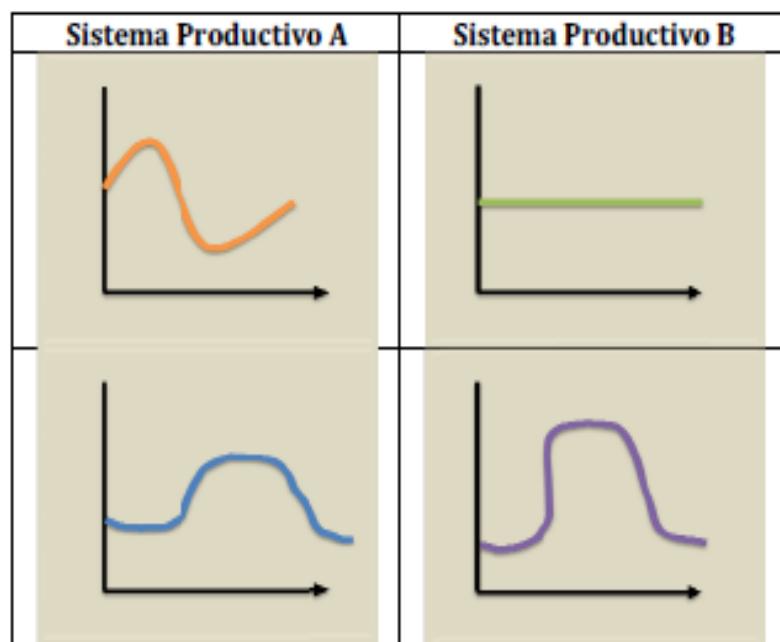
El objetivo de los inventarios permite la producción entre dos unidades de producción o dos etapas de producción que están ubicadas secuencialmente.

El inventario cumple una función de capacitor entre ambas unidades, permitiendo, por un lado, absorber las distintas capacidades y formas de producción, y por otro, las variaciones que experimenta cada unidad dentro de cualquier proceso de producción.

En la figura 3 se presentan dos sistemas de producción, A y B, los cuales funcionan con distinta tasa de producción y en el que el sistema A alimenta al sistema B (Grijalva, 2009).

**Figura 3.**

*Sistemas productivos*



Nota. Gráfica de ejemplo de sistemas productivos. Obtenido de E. Grijalva (2009). *Métodos cuantitativos para los negocios*. (<https://uplamcdn.files.wordpress.com/2009/04/libro-cap-04.pdf>), Consultado el 19 de julio de 2022. De dominio público.

Grijalva (2009) indica que:

De las figuras anteriores se puede observar lo siguiente:

- En la medida que exista un inventario es posible acoplar dos unidades. Las productivas con distinta capacidad de producción (entendiendo por capacidad de producción como la cantidad producida por unidad de tiempo).
- En la medida que el tamaño del inventario es mayor, es posible establecer mayor dependencia entre ambas unidades de producción. En el caso contrario, cuando el tamaño del inventario es menor, mayor es la dependencia entre ambas unidades. (pp. 132-133)

Según Morales, Saenz y Cárdenas (2006):

Un problema de inventarios existe cuando es necesario guardar bienes físicos o mercancías con el propósito de satisfacer la demanda sobre un horizonte de tiempo especificado (finito o infinito). Cada empresa debe almacenar bienes para asegurar un trabajo uniforme y eficiente en sus operaciones. Las decisiones sobre cuándo hacer los pedidos y en qué cantidad, son típicas de cada problema de inventarios.

Un sobre almacenamiento requerirá un capital invertido superior por unidad de tiempo, pero menos ocurrencias frecuentes de escasez y de colocación de pedidos. Un sub-almacenamiento, por otra parte, disminuirá el capital invertido por unidad de tiempo, pero aumentaría la frecuencia de los pedidos así como el tiempo de estar sin mercancía. Los dos extremos son costosos. (p. 189)

#### **2.4. Sistema de inventarios**

Parada (2006) lo define como:

Un conjunto de políticas y controles utilizados para el monitoreo de la cantidad de artículos disponibles, la determinación de los niveles que se deben mantener, el momento de reponer la existencia de algún artículo y el tamaño que deben tener los pedidos. (p. 1)

Herrera (2006) hace mención que:

Es difícil establecer una doctrina de operaciones económicas cuando varía la demanda, y aún más difícil cuando también varía el tiempo de reorden. Cuando la demanda o el tiempo de reorden varían el intervalo entre orden varía, pero la cantidad ordenada siempre permanece constante. (p. 11)

## **2.5. Costos de inventario**

De acuerdo a Herrera (2006):

Al implementar un sistema de inventarios se debe considerar solo aquellos costos que varían directamente con la doctrina de operaciones al decidir cuándo y cuánto reordenar; los costos independientes a la doctrina de operación no son pertinentes; básicamente existen cuatro tipos de costos pertinentes. (p. 12)

### **2.5.1. Costo del producto**

Es la suma que se paga al proveedor por el producto o servicio recibido, o costo directo de manufactura si este se produce. Normalmente es igual al precio de adquisición (Herrera, 2006).

### **2.5.2. Costo de adquisición**

Son todos aquellos costos en los que se incurre al colocar la orden de compra. Estos varían con cada orden de compra colocada, los costos de adquisición incluyen costos de servicio de correo, llamadas telefónicas a los proveedores, costos de mano de obra en las compras y contabilidad, costos de recepción, tiempo de cómputo para el mantenimiento de los registros y abastecimiento para la elaboración de la orden de compra (Herrera, 2006).

### **2.5.3. Costo de mantenimiento de inventario**

Son considerados los costos de llevar el inventario, por lo que son aquellos que salen del bolsillo y se relacionan con tener el inventario disponible. Estos costos incluyen los seguros, calefacción, energía, impuestos, pérdidas por robo, descomposición de productos o por rotura y los costos en los que se incurre por tener el capital ocioso en los inventarios (Herrera, 2006).

### **2.5.4. Costo por falta de inventario**

Herrera (2006) lo describe como:

Los costos por falta de existencia son los que ocasiona la demanda, cuando las existencias se agotan o sea son los costos de ventas perdidas o de pedidos no surtidos. La empresa pierde el margen de utilidad de las ventas no realizadas y la confianza del cliente. (p. 13)

Morales, Saenz y Cárdenas (2006) afirman que “la cantidad de pedido y el punto para un nuevo pedido suelen determinarse normalmente minimizando el costo de inventarios total que se puede expresar como una función de estas dos variables” (p. 190).

El costo total de un modelo de inventarios general está compuesto de la siguiente manera:

$$\text{Costo Total de inventario} = \left[ \begin{array}{c} \text{Costo de compra} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{Costo de pedido} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{Costo de almacén} \end{array} \right] + \left[ \begin{array}{c} \text{Costo de escasez} \end{array} \right] \quad (\text{Ec. 1})$$

## 2.6. Métodos de valuación de inventarios

Para Moreno, Romero y Membreño (2008):

El método de valuación de inventarios elegido por una empresa tiene una gran importancia. Por lo tanto, es necesario que a la hora de elegir que método de valuación se puede utilizar, se tenga información útil y veraz de los diferentes métodos a elegir, entre los que se pueden mencionar:

- CPP (costo promedio ponderado)
- PEPS (primeras entradas – primeras salidas)
- UEPS (últimas entradas – primeras salidas). (p. 9)

### 2.6.1. Costo promedio ponderado

Para Moreno, Romero y Membreño (2008):

El método del costo promedio ponderado, llamado a menudo método del costo promedio se basa en el costo promedio ponderado del inventario durante el período. Este método pondera el costo por unidad como el costo unitario promedio durante un periodo, esto es, si el costo de la unidad baja

o sube durante el periodo, se utiliza el promedio de estos costos. El costo promedio se determina de la manera siguiente: divide el costo de las mercancías disponibles para la venta (inventario inicial + compras) entre el número de unidades disponibles.

- Ventajas

- De fácil aplicación
- En una economía inflacionaria presenta una utilidad razonable ya que promedia costos antiguos y actuales.

- Desventajas

- No permite llevar un control detallado del costo de la mercadería entrante y saliente. (p. 10)

#### **2.6.2. Primero en entrar - primero en salir (FIFO o PEPS)**

Para Moreno, Romero y Membreño (2008):

Bajo el método de primeras entradas, primeras salidas, la compañía debe llevar un registro del costo de cada unidad comprada del inventario. Bajo

PEPS, los primeros costos que entran al inventario son los primeros costos que salen al costo de las mercancías vendidas, a eso se debe su nombre.

- Ventajas
  - El inventario final queda valuado al precio de las últimas compras.
  - El costo de los inventarios vendidos se valúa al costo de las primeras compras por lo que el costo reconocido en el estado de resultado es menor que el reconocido por los otros métodos de valuación.
  - El costo menor en el estado de resultado resulta en una utilidad bruta mayor que la obtenida con los otros métodos.
- Desventajas
  - La utilidad mayor repercute en un mayor pago de impuestos.
  - En una economía inflacionaria puede presentar una utilidad exagerada ya que confronta costos de compra antiguos con precios de venta actuales. (p. 10)

### **2.6.3. Último en entrar - primero en salir (LIFO o UEPS)**

Para Moreno, Romero y Membreño (2008):

El método últimas entradas, primeras salidas dependen también de los costos por compras de un inventario en particular. Bajo este método, los últimos costos que entran al inventario son los primeros costos que salen al costo de mercancías vendidas. Este método ha sido anulado por las Normas Internacionales de Contabilidad (NIC).

- Ventajas:
  - Confronta costos actuales con precios de venta actuales por lo que en el estado de resultado refleja una utilidad menor que los demás métodos.
  - La utilidad menor permite un menor pago de impuestos.
- Desventajas:
  - Aplicación y manejo de Kardex más complicado que con los demás métodos.

- El inventario final quedaba valuado según costos antiguos.

Por lo que no representan razonablemente el valor real del inventario final. (p. 11)

## 2.7. Tipos de demanda

Parada (2006) define:

La demanda se refiere al pedido o encargo de mercancías, productos o servicios por parte de un cliente o consumidor. Es de mucha importancia entender la diferencia entre los dos tipos de demanda, cuya contabilización se usa para determinar las capacidades del inventario.

La demanda independiente se refiere a la demanda de artículos que no guardan relación entre sí. La demanda dependiente se refiere a la necesidad de un artículo, que es un resultado directo de la necesidad existente por otro artículo de mayor nivel y del cual forma parte.

Cuatro estrategias fundamentales de manufactura que involucran los sistemas de inventarios: fabricar para inventario, ensamblar a la medida, fabricar a la medida y diseñar a la medida. Cada una de estas estrategias implica un manejo único de cada tipo de inventarios e implica

un desplazamiento del punto de desacople de la orden cada vez más adentro del proceso productivo. (pp. 3-4)

#### **2.7.1. Fabricar para inventario (*make to stock*)**

Las actividades se enfocan al mantenimiento de inventarios de productos terminados. Esta es la estrategia más exigente desde el punto de vista de la integración de la cadena de distribución. Los inventarios de productos terminados deben despacharse al cliente en tiempos prudenciales para evitar la obsolescencia y depreciación, ya que regularmente representan una mayor inversión de la organización. (Parada, 2006, p. 4)

#### **2.7.2. Ensamblar para inventario (*assemble to stock*)**

En esta estrategia el inventario que define el nivel de servicio de los clientes es el inventario de trabajo en proceso (partes y componentes terminados para ensamblaje). Esta estrategia de manufactura es común en las ventas de equipos electrónicos, computadoras personales, entre otros. El número de componentes que debe almacenarse siempre es mucho menor que el número de productos terminados que pueden ser ensamblados utilizando estos componentes. (Parada, 2006, p. 4)

### **2.7.3. Fabricación por pedido (*make to order*)**

Las inversiones de inventario suelen ser menores ya que el producto terminado se fabrica luego de la colocación de la orden. El nivel de servicio se define a partir del inventario de materias primas. La ingeniería determina los materiales que son requeridos, el proceso y los costos de fabricación. (Parada, 2006, p. 4).

### **2.7.4. Diseño a la medida (*engineer to order*)**

“El establecimiento del nivel de servicio depende en este caso de los proveedores. El producto se define, se diseña, se planifica su manufactura y se produce para satisfacer los requerimientos del cliente. La inversión en inventarios es nula” (Parada, 2006, p. 4).

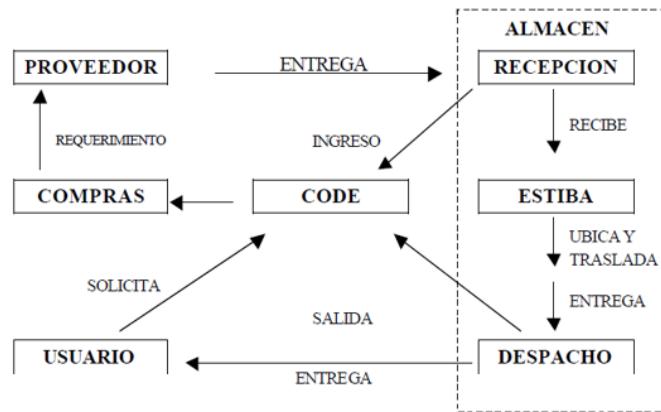
## **2.8. Control de la demanda (CODE)**

Martínez (2004) establece que:

Esta función de control obedece a la necesidad de satisfacer oportunamente y de forma adecuada al usuario. Las necesidades o requerimientos reales se manejan muy ligados y más aún dependientes uno del otro, es decir, el primero se detecta o determina la demanda y luego se debe controlar con el objeto de que se traduzca en eficiencia. (p. 2)

**Figura 4.**

*Procedimiento y operación en un almacén*



*Nota.* Gráfica de procedimiento y operación en un almacén. Obtenido de A. Martínez (2004). *Control de inventario con análisis de la demanda para la empresa Sport B.* (p. 23). Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Según Martínez (2004):

Normalmente la demanda no es satisfecha por varias razones, entre las más usuales se destacan el hecho que la solicitud es imprecisa en sus especificaciones técnicas o identificación del producto o material referido, lo que impide no determinar la demanda, por otro lado, no se tiene un óptimo conocimiento de las existencias reales en el almacén, lo que crea confusión, al adquirir mercaderías que ya existen logrando con esto sobre stock, como también no concretarse el requerimiento y menos satisfacer efectivamente la demanda.

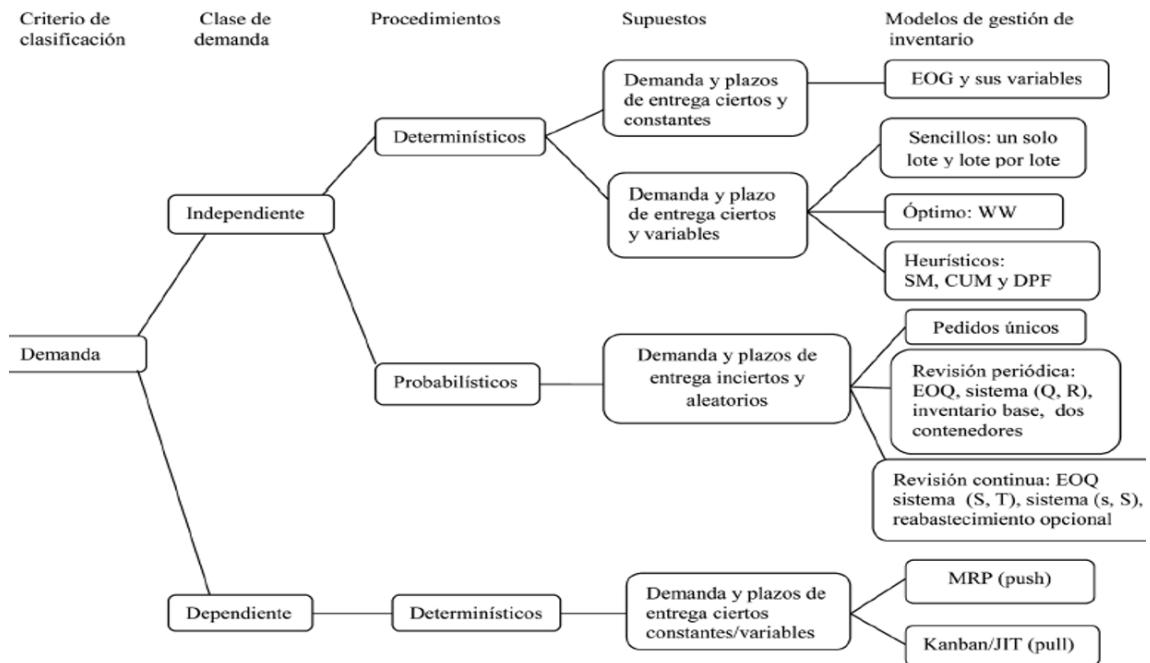
- El CODE tiene dos instancias, una operativa y una de control
- Operativa. Se preocupa de optimizar los requerimientos, vía su satisfacción en forma justa y oportuna.
- Control. Procura tener un conocimiento lo más exacto posible de las existencias y el flujo de recepción y despacho de mercaderías.  
(pp. 2-3)

## **2.9. Aprovisionamiento y modelos de administración de inventarios**

La función de aprovisionamiento consiste en procurarle a las empresas, en el momento oportuno y a los costos más reducidos, todas las mercancías y/o materiales necesarios para la ejecución de las tareas que involucran las diversas actividades a las que se dedican (producción, prestación de servicios y/o ventas). Tradicionalmente, se ha considerado el aprovisionamiento como sinónimo de compra o adquisición de bienes y servicios, pero en la actualidad se considera que abarca mucho más. Esta función incluye, además de las compras, el almacenamiento y la gestión de inventarios. (Bustos y Chacón, 2010, p. 245)

En la figura 5, se muestran los diferentes modelos de administración de inventarios.

**Figura 5.**  
*Modelos de administración de inventarios*



*Nota.* Ejemplo de diferentes modelos de administración de inventarios. Obtenido de C. Bustos y G. Chacón (2010). *Modelos determinísticos de inventarios para demanda independiente.* (p. 257). Contaduría y administración.

### 2.9.1. Objetivos del control de inventarios

Según Bustos y Chacón (2010) indica que:

Los objetivos principales del control de inventarios son:

- Minimizar la inversión en el inventario.
- Reducir el costo de almacenaje.

- Reducir las pérdidas por daños, obsolescencia o por artículos perecederos.
- Costear un inventario suficiente para que la producción no carezca de materias primas, partes y suministros.
- Controlar un transporte eficiente de los inventarios.
- Contar con un sistema eficiente de información del inventario.
- Entregar informes sobre el valor del inventario a contabilidad.
- Ejecutar compras de manera económica y eficiente.
- Realizar pronósticos sobre futuras necesidades de inventario. (p. 245)

### **2.9.2.      Modelo determinístico**

Según Bustos y Chacón (2010):

Los modelos determinísticos para demanda independiente surgen del supuesto clave de la demanda de un artículo que se lleva en inventario es independiente de la demanda de cualquier otro artículo que lleve también en dicho inventario. La demanda de estos artículos se estima a partir de pronósticos o de pedidos reales de los clientes. Cuando la demanda es conocida con cierto grado de certidumbre estamos en presencia de un modelo determinístico. (p. 246)

- Sirven para calcular inventarios cuando la demanda se conoce.
- Se utiliza para una eficiente rotación de inventarios.
- Para reducción de costos.
- Para determinar las unidades necesarias que satisfagan la demanda.

#### **2.9.2.1.      Modelo de cantidad fija**

Según Parada (2006), para el desarrollo de la expresión más simple de este modelo se asumen algunas condiciones que se listan a continuación.

- La demanda del producto es constante y uniforme en el período.
- El plazo es constante. Se llama plazo al tiempo transcurrido desde que se coloca el pedido hasta que se recibe.
- El costo de mantenimiento del inventario se basa en el inventario promedio.
- Los costos de los pedidos o de preparación son constantes.
- Todas las demandas serán satisfechas, de manera que no se permitirán pedidos pendientes.

El modelo de cantidad fija de pedido tiene un comportamiento de diente de sierra, como el que se muestra en la figura 6. La línea punteada corresponde al valor de  $R$ .  $Q$  es la cantidad óptima que debe ordenarse y corresponde a la cantidad económica de pedido, también llamada EOQ, o  $Q$  óptimo.

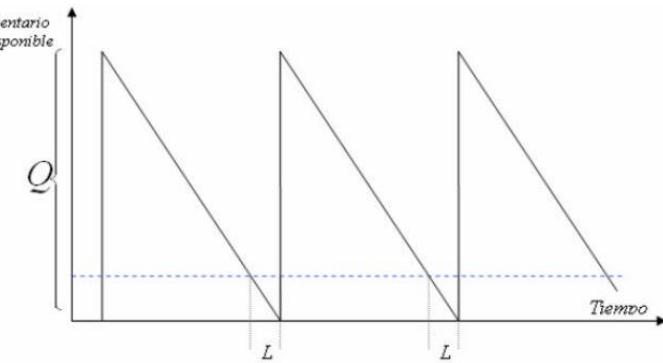
**Figura 6.**

*Modelo básico de cantidad fija*

$$CT = CD + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2}H$$

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H}}$$

L= Plazo de pedido  
 CT= Costo anual del inventario  
 D= Demanda anual del artículo  
 C= Costo del artículo  
 S= Costo de preparación  
 Q= Cantidad del pedido  
 H= Costo anual de mantenimiento



*Nota.* Ejemplo de un modelo básico de cantidad fija. Obtenido de J. Parada (2006). *Sistemas de inventario*. (p. 6). DOCPLAYER.

El nuevo punto de pedido R se determina para calcular la demanda de reabastecimiento.

$$R = \bar{d}L \quad (\text{Ec. 2})$$

### 2.9.2.2. **Modelo de cantidad fija de pedido de producción**

Una primera modificación al modelo consiste en ajustar la llegada de artículos al inventario a una tasa determinada a la vez que se utilizan los artículos en la planta o proceso. Utilizando la letra  $d$  para denotar la tasa de demanda constante de un artículo que vaya a utilizarse en la planta y la letra  $p$  para la tasa de producción del proceso que fabrica ese artículo

dentro de la misma planta, entonces se modifica la ecuación anterior para obtenerse siempre que la tasa de producción sea mayor que la tasa de la demanda. El valor óptimo para el pedido en este caso cambia a donde se observa que el número de unidades disponibles es siempre menor que la cantidad del pedido. (Parada, 2006, pp. 6-7)

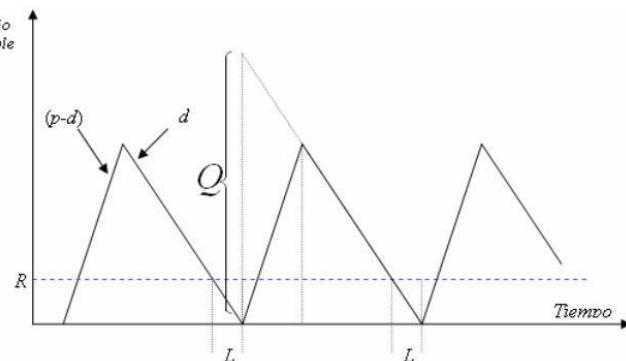
**Figura 7.**

*Modelo de cantidad fija de pedido de producción*

$$CT = CD + \frac{D}{Q}S + \frac{Q}{2} \frac{(p-d)}{q}$$

$$Q_{opt} = \sqrt{\frac{2DS}{H} \frac{p}{(p-d)}}$$

L= Plazo de pedido  
 CT= Costo anual del inventario  
 D= Demanda anual del artículo  
 C= Costo de preparación  
 Q= Cantidad del pedido  
 H= Costo anual de inventario  
 d= Tasa de demanda  
 p= Tasa de producción



*Nota.* Ejemplo de un modelo de cantidad fija de pedido de producción. Obtenido de J. Parada (2006). *Sistemas de inventario*. (p. 7). DOCPLAYER.

### 2.9.2.3. Modelo lote económico de producción

Asume en este modelo que la orden no es recibida completamente para artículos que son producidos internamente. Es decir que el suministro de la orden no es continuo; conforme se produce el producto este es entregado (artículos terminados pasan a formar parte del inventario). La

decisión principal incluye determinar la cantidad a producir por período. La cantidad a producir por período que minimiza el costo total de unidades en inventario se le conoce como modelo de Lote Económico de Producción (LEP). (Rubin, 2000, p. 16)

**Figura 8.**

Modelo lote económico de producción (LEP)

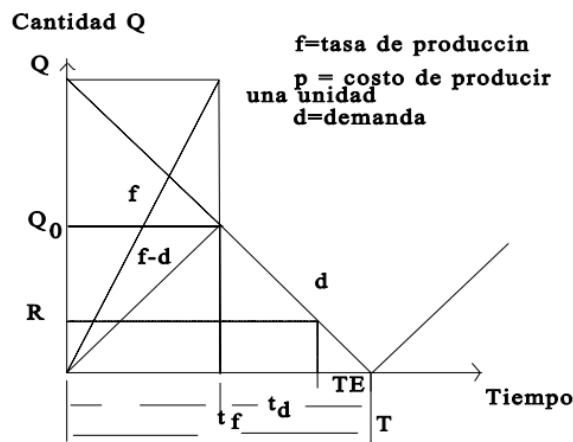
$$CT \text{ por ciclo (CT)} \quad CT = O + PQ + \frac{HQ^2}{2d} \left(1 - \frac{d}{f}\right)$$

$$CT \text{ por período (CT)} \quad CT = \frac{Od}{Q} + Pd + \frac{HQ}{2} \left(1 - \frac{d}{f}\right)$$

$$Q^* = \sqrt{\frac{2Od}{H \left(1 - \frac{d}{f}\right)}}$$

$$CT^* = \sqrt{2OdH \left(1 - \frac{d}{f}\right)}$$

$$N^* = \sqrt{\frac{dH \left(1 - \frac{d}{f}\right)}{2O}}$$



Nota. Ejemplo de un modelo de lote económico de producción. Obtenido de H. Rubin (2000). *Control de inventarios*. (p. 16). Instituto Tecnológico de Tepic.

#### 2.9.2.4. Inventario de seguridad

Según Valero (2008):

Lo más fácil para cualquier empresa es generar suficientes niveles de inventario, que permitan ocultar la problemática que encierra la incertidumbre natural entre lo deseado y lo real. El reto estriba en generar,

mantener y utilizar información confiable y oportuna que promueva la toma de decisiones adecuada, sin recurrir a los colchones (llámense inventarios de seguridad que sirven de amortiguadores ante la variación del pronóstico).

Lo importante es aplicarlo en los productos que realmente lo merecen, conforme su consumo real versus el augurio original. La meta esencial es mantener un nivel de *stocks* que garantice el nivel de servicio que el cliente exija al menor costo posible para la empresa.

En consecuencia, la determinación de las existencias de seguridad estará ligada a la percepción que se tenga de esas desviaciones y al grado de fiabilidad o nivel de servicio que se esté dispuesto a ofrecer a los clientes. (p. 3)

### **2.9.3.      Modelo probabilístico**

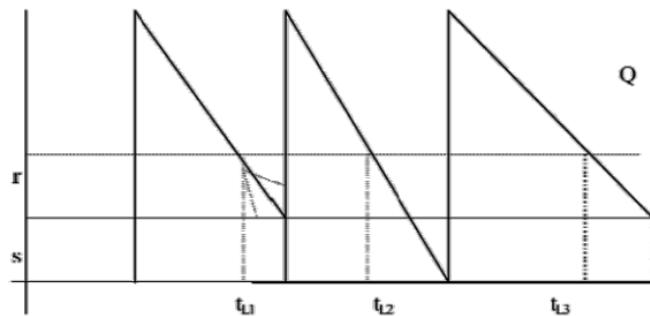
En los modelos de inventario se asumió lo siguiente:

- Demanda conocida y estable
- Tiempo de espera constante

La realidad no es así, ya que si pueden ocurrir ambas situaciones como lo indica la figura siguiente:

**Figura 9.**

*Demanda probabilística*



*Nota.* Ejemplo de un modelo de demanda probabilística. Obtenido de H. Rubin (2000). *Control de inventarios.* (p. 6). Instituto Tecnológico de Tepic.

En este caso se tiene que:

- Existe una demanda variable
- Existe un tiempo de espera variable

Por lo tanto, la solución de estos problemas es bastante complejo y puede ser logrado en función de un procedimiento de prueba y error de manera dirigido para obtener convergencia, asumiendo un valor de demanda constante, se calcula un punto de reorden, y con ese valor se recalculará un nuevo Q para otra demanda y nuevamente otro r, finalmente convergen a valores en el tiempo de Q y r. (Grijalva, 2009, p. 158)

#### **2.9.4. Sistema de clasificación ABC de los inventarios**

El análisis ABC tiene como objetivo aumentar la eficiencia de las políticas adoptadas porque permite concentrar recursos en las áreas donde se produce un mayor efecto deseado. Con ello, el efecto marginal de cada unidad de los recursos es máximo.

El análisis ABC está basado en la regla de Pareto, según la cual, cuando se analizan grandes cantidades de datos, la distribución de la mayor parte de los parámetros es de manera irregular. El análisis ABC se basa en clasificar los artículos del inventario según su importancia relativa (García, 2004).

Según Fucci (1999):

Un aspecto importante para el análisis y la administración de un inventario es determinar qué artículos representan la mayor parte del valor del mismo - midiéndose su uso en dinero - y si justifican su consecuente inmovilización monetaria.

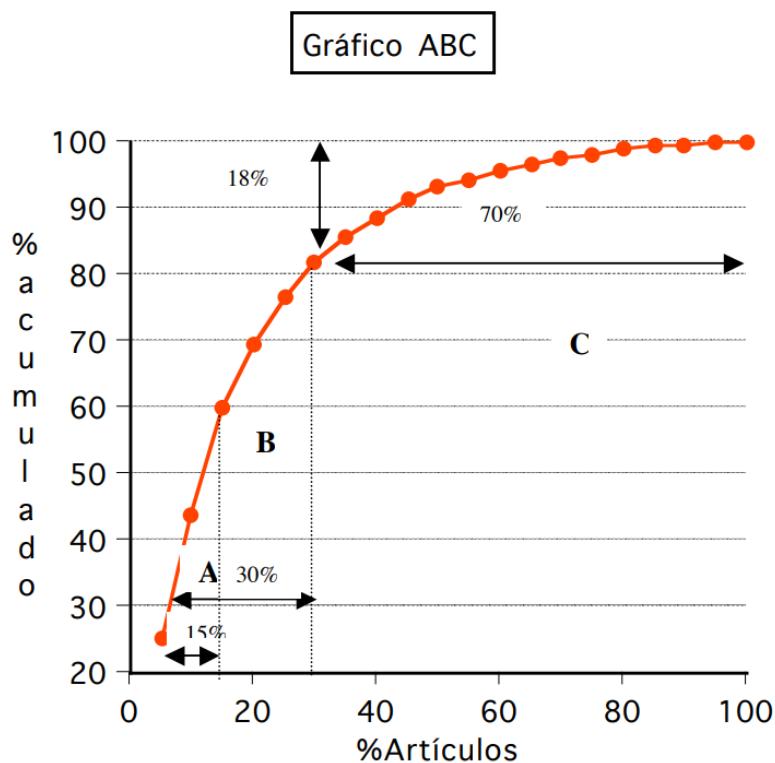
Estos artículos no son necesariamente ni los de mayor precio unitario, ni los que se consumen en mayor proporción, sino aquellos cuyas valorizaciones (precio unitario x consumo o demanda) constituyen porcentaje elevados dentro del valor del inventario total. Generalmente sucede que, aproximadamente el 20 % del total de los artículos, representan un 80 % del valor del inventario, mientras que el restante 80

% del total de los artículos inventariados, alcanza el 20 % del valor del inventario total. (p. 1)

El gráfico ABC es una herramienta que permite visualizar esta relación y determinar, en forma simple, cuáles artículos son de mayor valor, optimizando así la administración de los recursos de inventario y permitiendo tomas de decisiones más eficientes (ver figura 10) (Fucci, 1999).

**Figura 10.**

Gráfico ABC



Nota. Gráfica de determinación de zonas ABC. Obtenido de T. Fucci (1999). *El gráfico ABC como técnica de gestión de inventarios.* (p. 5). UNLU.

La clasificación de los productos se suele realizar siguiendo el siguiente patrón:

- Productos A: pocos productos (20 %) pero que tienen un alto nivel de uso o un alto costo y que representan el 80 % del valor total del inventario.
- Productos B: productos (40 %) que representan en total el 15 % del valor total del inventario.
- Productos C: gran cantidad de productos (40 %) con un poco uso individual o un bajo valor que representan solamente el 5 % del uso total del inventario (García, 2004).

Una vez discriminados los productos, se deben establecer diferentes tipos de políticas para cada uno de los grupos, como puede ser la diferenciación del tipo de servicio al cliente para unos y otros, o en relación al almacenamiento, o colocar los productos A en almacenes regionales más próximos al cliente y los B y C en almacenes centrales (García, 2004).

- El primer paso consiste en ordenarlos, de mayor a menor, de acuerdo con el tanto por ciento que representa respecto al total de las ventas de la empresa.
- El segundo paso se completa colocando al lado del tanto por ciento sobre las ventas, el tanto por ciento que representa cada producto respecto al margen bruto total generado por la venta de todos los productos de la empresa.

- El tercer paso consiste en separar en tramos o categorías, con el fin de clasificar en productos de alta, media, y baja importancia relativa. Este análisis permite determinar cuáles son los productos realmente importantes en la empresa (García, 2004).

#### **2.9.4.1. Ventajas y desventajas del sistema ABC**

Para Gutiérrez y Arcila (2013):

Las ventajas para las empresas que implantan un sistema ABC son:

- Es aplicable a todo tipo de empresas.
- Identifica clientes, productos, servicios u otros objetivos de costos no rentables.
- Puede crear una base informativa que facilite la implantación de un proceso de gestión de calidad total, para superar los problemas que limitan los resultados actuales.
- El ABC incrementa la confiabilidad y utilidad de la información de costos en el proceso de toma de decisiones y hace posible la comparación de operaciones entre plantas y divisiones.

- Aporta más informaciones sobre las actividades que realiza la empresa, permitiendo conocer cuáles aportan valor añadido y cuáles no, dando la posibilidad de poder reducir o eliminar estas últimas.
- El ABC es muy útil en la etapa de planeación y control, suministra una abundante información que sirve de guía para varias decisiones estratégicas tales como: fijación de precios, búsquedas de fuentes, introducción de nuevos productos y adopción de nuevos diseños o procesos de fabricación, entre otras.
- Se logra una mejor asignación de los costos indirectos a los objetivos de costos. (Productos o servicios).

Las desventajas para las empresas que implantan un sistema ABC son:

- Puede provocar que se descarte lo adecuado de los sistemas de costos tradicionales.
- Los cálculos que exige el modelo ABC son complejos de entender.

- Se basa en información histórica.
- Su implantación suele ser muy costosa, ya que todo el entramado de actividades y generadores de costos exige mayor información que otros sistemas.
- Si se seleccionan muchas actividades se puede complicar y encarecer el sistema de cálculo de costos. (pp. 34-35)

## 2.10. Merma

Primero lo que hay que conocer y entender qué significa el término merma, de acuerdo con Plaza (2013):

Merma es la pérdida física, en el volumen, peso o cantidad de las existencias, ocasionada por causas inherentes a su naturaleza o al proceso productivo, que en caso de los productos cárnicos es la disminución de peso evidenciados en la toma de pesos antes y después de cada etapa de los procesos de fabricación (embutido, cocción, atemperado y enfriamiento). (p. 45)

Según Mejía y Rosas (2010):

Se entiende por merma a la disminución o rebaja de un bien, en su comercialización o en su proceso productivo, debido a la pérdida física que

afecta a su constitución y naturaleza corporal, así como a su pérdida cuantitativa por estar relacionado a cantidades. (p. 5)

#### **2.10.1. La merma en el mercado *retail***

Según Bruzzi (2014):

No todas las empresas valoran su merma de la misma forma, o no contemplan en este número de igual manera todo lo que Merma representa.

Algunas empresas toman la totalidad de sus pérdidas como número de merma, y otras solo la pérdida provocada por factores desconocidos, impactando el resto de forma directa al margen de ganancias.

Esto impide hacer comparaciones y estimar un número que indique cuál sería la media aceptable a nivel país y regional, dificultando saber si los resultados son óptimos o no; por ende, si se realiza un buen trabajo, tomando cada empresa tan solo las posibilidades de merma que cada una tiene para no afectar sus rentabilidades.

$$\text{MERMA} = \text{STOCK TEÓRICO} - \text{STOCK FÍSICO}$$

Este concepto es válido para cualquier comercio o para cualquier área de comercialización tanto sea food o no food. (p. 1)

Bruzzi (2014) establece que la merma se podría dividir en dos grandes grupos:

- Merma conocida
- Merma desconocida

#### **2.10.2. Merma conocida**

“Representa todas las pérdidas de las cuales se conocen las causas que la provocaron, lo que permite tomar acciones directas sobre éstas para obtener resultados de forma rápida, disminuyendo y controlando su impacto” (Bruzzi, 2014, p. 1).

De acuerdo a Bruzzi (2014) “existen gran cantidad de factores o causas que provocan merma, las que se encuentran comprendidas como las más comunes en la merma conocida son las siguientes” (p. 1).

##### **2.10.2.1. Vencimientos**

La totalidad de los productos que conforman las áreas de Food, cuentan con fechas de vencimiento y en una estructura comercial organizada. Este tipo de pérdidas deberían estar contempladas desde las etapas de negociación de compras, hasta en los cálculos de márgenes que estos productos pueden brindar por su venta. (Bruzzi, 2014. p. 1)

### 2.10.2.2. Roturas

Según Bruzzi (2014):

Generalmente las pérdidas provocadas por las roturas pueden contemplarse también dentro de las posibles pérdidas de margen, cuando los volúmenes de exhibición y rotación de mercaderías son lo suficientemente acotadas como para mantener una relación entre la posible pérdida y los márgenes deseados. Cuando estas condiciones no se dan, las pérdidas provocadas por las roturas pueden tornarse un serio problema, hasta representar un alto porcentaje del total de la merma.

Existen varias causas que provocan roturas:

- Fallas de *packaging* de los productos.
- Mala manipulación en los procesos de reposición.
- Mala manipulación de los productos exhibidos por parte de clientes.
- Mala estiba de productos de los lugares de depósitos o almacenamiento.
- Traslado de la mercadería a los puntos de venta, desde el proveedor o centros de distribución. (p. 2)

### **2.10.2.3. Robos detectados**

Si bien el robo es el término más asociado a la palabra merma, ya que cuando no se puede determinar causas del faltante de mercaderías, el robo detectado, como bien dice la palabra, es todo aquel que se puede establecer como tal, tanto porque pudo observarse el momento de concretado el hecho o por que se detectó parte, o sólo el *packaging* de un producto, lo que dará certeza de la causa del faltante (Bruzzi, 2014).

Primero es que la empresa conoce cuál es la utilización anual de los artículos que se encuentran en el inventario. Segundo que la frecuencia con la cual la empresa utiliza el inventario no varía con el tiempo. Tercero que los pedidos que se colocan para reemplazar las existencias de inventario se reciben en el momento exacto en que los inventarios se agotan.

De acuerdo con Bruzzi (2014), la merma desconocida es:

Todas las pérdidas a las que no se le puede atribuir una causa, lo que provoca que se tengan que realizar investigaciones o análisis de las posibles causas que seguramente, durante dicho análisis, se determinarán más de una posible causa, llevando indefectiblemente a plantear acciones que cubran o remedien la mayor cantidad de éstas, con la gran desventaja de no obtener resultados de forma rápida al momento de medir la eficacia de las acciones elegidas, ya que no se trabaja sobre una causa, sino sobre varias posibles causas. (p. 3)

Según Bruzzi (2014), la merma desconocida se divide en dos grandes grupos.

#### **2.10.2.4. Errores administrativos**

Bruzzi (2014) indica que pueden encerrarse en éste gran grupo a todos los errores ya sean voluntarios o involuntarios que se producen durante toda la cadena de distribución y administración de mercadería dentro de un negocio, siendo los más comunes los que se enumeran a continuación:

- Errores de transferencias de mercadería entre los centros de distribución. Este caso también es aplicable cuando la recepción de mercancías es de proveedores directos y que, al no contar con un nivel de control acorde, no pueden ser detectados errores provocados por el proveedor.
- Malos conteos realizados del *stock* físico al momento de realizar inventarios de mercaderías.
- Errores de facturación, entendiendo por esto que existen posibilidades que la mercadería tanto para el sistema de administración de *stock* corresponde a un tipo de producto y precio, y para el sistema de facturación es otro totalmente distinto o similar, generando esto que la mercadería salga del local sin registrarse debidamente, generando una pérdida en la gran mayoría de los casos.

#### **2.10.2.5. Robos y fraudes**

Dentro de este grupo podríamos encerrar a todos los robos perpetrados por clientes deshonestos y empleados del negocio que no pudieron ser detectados y por lo tanto no quedaron registros de lugar, modalidad, cantidad de los productos sustraídos.

Cuando se habla de fraudes se entenderá por toda maniobra realizada por clientes y empleados o en el peor de los casos en convivencia entre ambos para obtener un beneficio económico en desmedro del negocio. (Bruzzi, 2014, p. 4)

#### **2.10.3. Causas generadoras de merma**

Para Cuevas (2004):

El tema de mermas es muy importante, ya que una de las principales causas del sobre-costo son ellas, justamente. Por lo que se debe entender como mermas todos los desperdicios injustificados de materiales. Las principales causas de merma son:

- Errores en el acomodo de la mercadería.
- Excesos de compras de la mercadería en el almacén.
- Mala calidad de las compras.

- No revisar ni recibir adecuadamente las compras.
- No rotar adecuadamente la mercadería, tanto en el almacén como en los centros de producción.
- Falta de capacitación o supervisión al personal.
- No contar con los espacios o las instalaciones adecuadas.
- Problemas de temperatura en los refrigeradores y congeladores.
- Problemas de temperaturas de mesas fría y caliente.
- Errores en el almacenamiento de productos, sobre todo en la refrigeración, al no contar con empaques y depósitos adecuados.
- Exceso de producción.
- No encontrar utilidad a los recortes producidos por el procesamiento de frutas, verduras y cárnicos.
- No reciclar algunos productos
- Falta de promociones.
- Errores en la fijación de los precios.
- Errores en los procesos de descongelación de alimentos empacados.
- No establecer políticas de procesamiento de materias primas.
- Errores en la toma de órdenes. (p. 98)

Según Bruzzi (2014):

Conociendo que la Merma Cero en el mercado de las ventas minoristas no existe, se tendrá que tener en cuenta dos puntos principales de control para poder garantizar medianamente la gestión del impacto de merma en el negocio.

- Los ingresos de Mercaderías, ya que por éstos ingresa toda la mercadería del negocio.
- La línea de facturación, ya que por ésta sale toda la mercadería del negocio.

Los aumentos de la Merma a niveles elevados que ponen en jaque la rentabilidad del negocio suelen deberse a la falta de formación, control y compromiso de las personas que lo conforman, transformándose en la principal causa de Merma, para lo cual hay que trabajar mucho y absolutamente todos los días. (p. 4)

#### **2.10.4. Factores que inciden en el deterioro de los alimentos**

De acuerdo a Sorraça y Torres (2006) las técnicas de conservación de alimentos siguen teniendo como primer objetivo la preservación de la calidad higiénica sanitaria de los productos, aunque sin perder de vista aspectos tan importantes como la preservación del valor nutricional o de la calidad sensorial

de los alimentos. Así las principales técnicas de conservación de los alimentos pueden ser agrupadas de acuerdo al objetivo higiénico sanitario que persiguen.

**Figura 11.**

*Factores que inciden en el deterioro de los alimentos*

Objetivos	Factor empleado	Modo de lograrlo
Reducir o inhibir el crecimiento de microorganismos	Disminuir la temperatura	Almacenamiento en refrigeración o congelación.
	Reducir la actividad de agua/ elevar la osmolaridad	Secado Liofilización Deshidratación osmótica Curado y salado Adición de solutos
	Restricción de nutrientos	Emulsificación
	Disminuir la disponibilidad de oxígeno	Envasado al vacío Atmósferas modificadas Atmósferas controladas
	Acidificación	Adición de ácidos Fermentación láctica o acética
	Presencia de alcohol	Fermentación alcohólica
	Empleo de preservantes	Inorgánicos(nitrito) Orgánicos(benzoatos) Antibióticos(nisina)
Inactivación de microorganismos	Tratamiento térmico	Pasteurización Esterilización
	Radiaciones ionizantes	Radurización Radicidación Radappertización
	Métodos no térmicos	Altas presiones Otras radiaciones
Restricción del acceso de los microorganismos	Descontaminación	Tratamiento de ingredientes(óxido de etileno) Tratamiento del material del envase
	Procesamiento aséptico	Procesamiento y envasado aséptico(UHT)

Nota. Presentación de las principales técnicas de conservación de alimentos. Obtenido de R. Sorraza y M. Torres (2006). *Manipulación y almacenamiento de alimentos.* (p. 9). Editora Logicuba.

#### **2.10.5. Factores que influyen en la calidad de los alimentos**

Sorrraca y Torres (2006) indican que:

Los factores que influyen en la calidad de los alimentos se pueden clasificar en intrínsecos y extrínsecos, o sea factores que dependen de la composición del alimento: materias primas, composición y formulación del producto, actividad de agua, valor de pH, potencial Redox y los factores extrínsecos: elaboración, higiene y almacenamiento. (p. 12)

Sorrraca y Torres (2006) explican lo siguiente, los factores intrínsecos:

- Materias primas: generalmente la calidad del producto final se asocia con la calidad de las materias primas, por ello es necesario identificar todos los parámetros que pueden influir y conocer su efecto.
- Composición y formulación del producto: la composición del alimento es el factor individual más importante en el almacenamiento, por ejemplo, los sólidos altos proporcionan en las mermeladas un período mayor de conservación, sin el empleo de conservantes. Al igual un índice de 3.6 % de acidez en los encurtidos les asegura una estabilidad y seguridad microbiológica.

- Actividad de agua (aw): expresa la disponibilidad de agua en una solución, cuando ésta y la atmósfera están en equilibrio, la humedad relativa de esa atmósfera se denomina humedad relativa en equilibrio (HRE). (p. 12)

**Figura 12.**

*Valores de actividad de agua de algunos alimentos*

Producto	Actividad de agua (aw)
Carnes, frutas frescas, leche y jugos	> 0,98
Salchichas, embutidos, leche evaporada, pan	0,98-0,93
Carne seca, queso Cheddar, leche condensada	0,93-0,85
Productos de pastelería, frutos secos, mermeladas	0,85-0,60
Papas fritas, galletas, cereales de desayuno	<0,60

*Nota.* Presentación de valores de actividad de agua de algunos alimentos. Obtenido de R. Sorraza y M. Torres (2006). *Manipulación y almacenamiento de alimentos.* (p. 13). Editora Logicuba.

## 2.11. Modelos de pronósticos cuantitativos

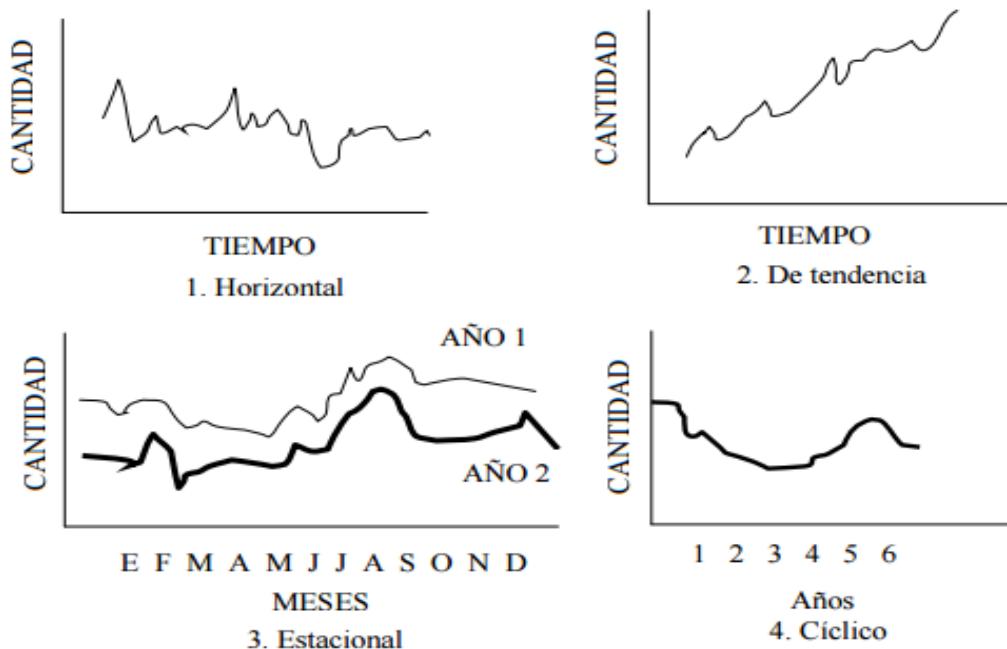
Según Sierra (2010) el reto de pronosticar la demanda del cliente es una tarea difícil porque la demanda de bienes y servicios suele variar considerablemente dependientes de los patrones de demanda que pueden ser:

- Horizontal: la fluctuación de los datos en torno de una media constante.
- De tendencia: el incremento o decremento sistemático de la media de la serie a través del tiempo.

- Estacional: un patrón repetible de incrementos o decrementos de la demanda, dependiendo de la hora del día, la semana, el mes o la temporada.
- Cíclico: una pauta de incrementos o decrementos graduales y menos previsibles de la demanda, los cuales se presentan en el curso de períodos de tiempo más largos (años o decenios).
- Aleatorio: una serie de variaciones imprevisibles de la demanda (ver figura 13).

**Figura 13.**

Gráfico de pronósticos



*Nota.* Ejemplo de patrones de demanda. Obtenido de A. Sierra (2010). *Pronósticos de la demanda.* (p. 3).

Los modelos cuantitativos de pronósticos son modelos matemáticos que se basan en datos históricos. Estos modelos suponen que los datos históricos son relevantes en el futuro. Casi siempre puede obtenerse información pertinente al respecto. Se analizarán varios modelos cuantitativos, la precisión del pronóstico, pronósticos a largo plazo y pronósticos a corto plazo (Fraizer, 2008).

Modelos cuantitativos para realizar un pronóstico:

- Regresión lineal simple.
- Promedio móvil simple.
- Promedio móvil ponderado.
- Suavizamiento exponencial.
- Suavizamiento exponencial doble.
- Suavizamiento exponencial con tendencia y estacionalidad.

#### **2.11.1. Regresión lineal simple**

Modelo que utiliza el método de los mínimos cuadrados para identificar la relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes, presentes en un conjunto de observaciones históricas (Sierra, 2010).

- El análisis de regresión lineal establece una relación entre una variable dependiente y una o más variables independientes.
- En la regresión lineal simple hay solamente una variable independiente.
- Si los datos están constituidos por una serie de tiempo, la variable independiente es el tiempo.

- La variable dependiente es cualquier cosa que se quiere pronosticar.
- Ecuación de regresión, este modelo toma la forma:

$$Y = a + bX \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

$Y$  = variable dependiente

$X$  = variable independiente

$a$  = intercepto con eje  $Y$

$b$  = pendiente de la línea

Constantes  $a$  y  $b$

Estas constantes obtienen de la siguiente forma:

$$a = \bar{y} - b\bar{x} \quad b = \frac{\sum xy - n(\bar{y})(\bar{x})}{\sum x^2 - n(\bar{x})^2} \quad (\text{Ec. 4})$$

### 2.11.2. Promedio móvil simple

Según Sierra (2010):

Se usa para estimar el promedio de una serie de tiempo de demanda y para suprimir los efectos de las fluctuaciones al azar. Este método resulta más útil cuando la demanda no tiene tendencias pronunciadas ni fluctuaciones estacionales. Implica simplemente calcular la demanda

promedio para los "n" períodos más recientes con el fin de utilizarla como pronóstico del periodo siguiente. Para el pronóstico siguiente una vez conocida la demanda, la demanda más antigua incluida en el promedio anterior se sustituye por la demanda más reciente y luego se vuelve a calcular el promedio. (p. 10)

### **2.11.3. Promedio móvil ponderado**

Modelo parecido al modelo de promedio móvil arriba descrito, excepto que el pronóstico para el siguiente período es un promedio ponderado de las ventas pasadas, en lugar del promedio aritmético (Sierra, 2010).

- Es una variación del promedio móvil en la que no todos los datos tienen el mismo peso.
- Esto permite que los datos que tienen mayor importancia tengan mayor peso.
- Los pesos deben sumar 1.
- La distribución de los pesos determina la velocidad de respuesta del pronóstico.

#### 2.11.4. Suavización exponencial

Según Sierra (2010):

Es un método de promedio móvil ponderado muy refinado que permite calcular el promedio de una serie de tiempo, asignando a las demandas mayor ponderación que a las demandas anteriores. Es el método de pronóstico formal que se usa más a menudo, por su simplicidad y por la reducida cantidad de datos que requiere. A diferencia del método de promedio móvil ponderado, que requiere  $n$  periodos de demanda pasada y  $n$  ponderaciones, la suavización exponencial requiere solamente tres tipos de datos:

- El pronóstico del último periodo.
- La demanda de ese periodo.
- Un parámetro suavizador, alfa  $\alpha$ , cuyo valor fluctúa entre 0 y 1.0. (p.

13)

Sierra (2010) expresa que, para elaborar un pronóstico con suavización exponencial, será suficiente que se calcule un promedio ponderado de la demanda más reciente y el pronóstico calculado para el último periodo. La ecuación correspondiente a este pronóstico es:

$$F_{t+1} = \alpha(\text{demanda para este periodo}) + (1 - \alpha) (\text{pronóstico calculado para el último periodo})$$

$$\begin{aligned}
 &= \alpha Dt + (1 - \alpha) F_t \\
 &= F_t + \alpha(Dt - F_t)
 \end{aligned}$$

Por lo tanto, el pronóstico para el periodo siguiente es igual al pronóstico del periodo actual más una proporción del error del pronóstico correspondiente al mismo periodo actual.

- La constante,  $\alpha$ , toma valores entre 0 y 1
- Una  $\alpha$  cercana a uno da una alta velocidad de respuesta
- Una  $\alpha$  cercana a cero da una baja velocidad de respuesta

#### **2.11.5. Suavización exponencial doble**

También se conoce como suavización exponencial doble, ya que se suavizan tanto la estimación del promedio como la estimación de la tendencia utilizando dos constantes de suavización (Fraizer, 2008).

### **2.12. ¿Cómo elegir el modelo de pronóstico?**

Según Cohen (2012):

Habiendo introducido una variedad de modelos, es necesario establecer algunos criterios para la elección del método más apropiado. Lo primero es preguntarse ¿para qué se utilizará? Si se trata de un fundamento para la toma de una decisión poco importante, probablemente lo mejor sea utilizar los métodos más simples y que requieran de la menor cantidad de información. Pero si será la base de una decisión compartida o que deba

ser evaluada por otros, habrá que buscar un equilibrio entre un método sofisticado y más preciso, y uno más simple pero más fácilmente entendible por todos. (p. 8)

Se presentan a continuación dos maneras cuantitativas de evaluar un método en función al error (es decir, la diferencia entre el valor real y el que se había pronosticado), partiendo de la base que se busca obtener los menores errores posibles. Simplemente se calcula el valor para los dos métodos que se comparan, y elegir el de menor valor. Los dos se independizan del signo del error, ya que de lo contrario estarían cancelándose los valores muy negativos con los muy positivos, cuando esto no debería dejar de indicar un método poco certero (Cohen, 2012).

### 2.12.1. Error cuadrático medio (ECM)

Es una función de riesgo correspondiente al valor esperado de la pérdida del error al cuadrado o pérdida cuadrática, el ECM evalúa la calidad de un estimador o conjunto de predicciones en cuanto a su variación y el grado de sesgo.

$$\text{ECM} = \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{n} = \frac{\sum \text{errores}^2}{n} \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde n es la cantidad de datos disponibles desde el inicio del cálculo del pronóstico.

### 2.12.2. Desviación absoluta media (DAM)

Es una función de riesgo correspondiente al valor esperado de la pérdida del error al cuadrado o pérdida cuadrática, el ECM evalúa la calidad de un estimador o conjunto de predicciones en cuanto a su variación y el grado de sesgo.

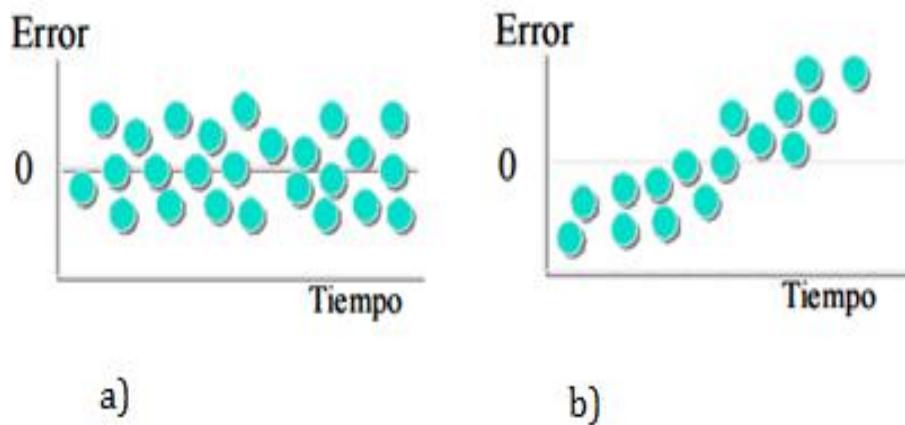
$$DAM = \frac{\sum_{i=1}^n |y_i - \hat{y}_i|}{n} = \frac{\sum |\text{errores}|}{n} \quad (\text{Ec. 6})$$

Donde n es la cantidad de datos disponibles desde el inicio del cálculo del pronóstico.

Por último, debe evaluarse un indicador adicional que permita detectar cuando un método está dejando de ser confiable. Si los errores se dieran en forma aleatoria, se obtendrá un comportamiento como el que se presenta en la figura 14a, si en cambio, el método se va alejando cada vez más de los valores reales, se obtendría una curva como la figura 14b (Cohen, 2012).

Figura 14.

## Gráfico evaluación de pronósticos



Nota. Ejemplo de evaluación de pronóstico. Obtenido de R. Cohen (2012). *Pronósticos, gestión de recursos*. (p. 3). FIUBA.

Esto, se puede detectar por medio de la señal de Rastreo en cada período.

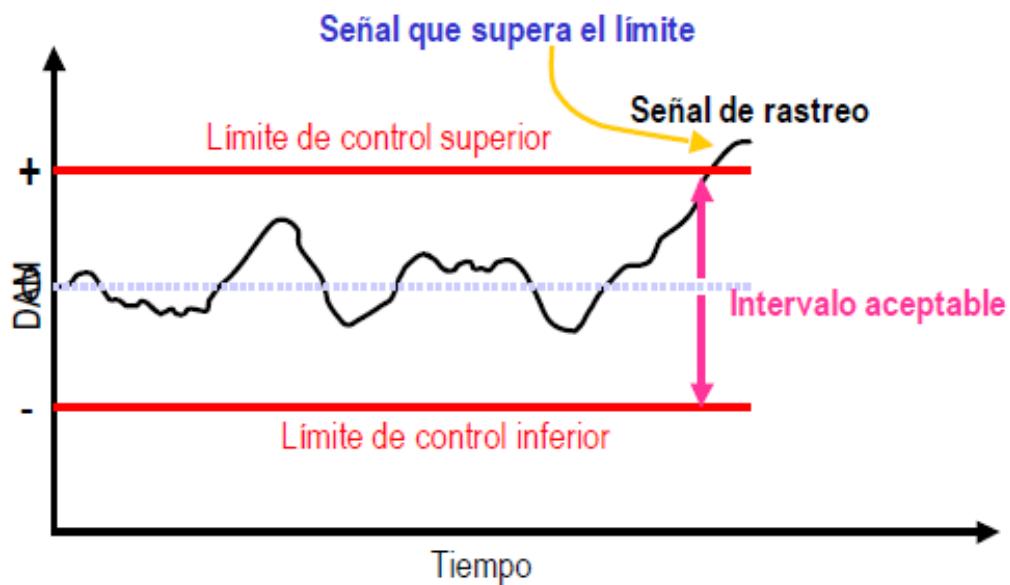
$$\text{Señal de rastreo} = \frac{\sum \text{errores}}{(\sum |\text{errores}| / n)} \quad (\text{Ec. 7})$$

De acuerdo a Cohen (2012):

Si en cualquier período se obtiene un valor absoluto superior a 3.75, esto indica que el método de pronóstico debe ser descartado, ya que estadísticamente la probabilidad de que esto ocurra aleatoriamente es de sólo el 0.3 % (equivale al concepto de 3 desvíos standard para cada lado de la media). Notar que el denominador es el DAM, mientras que el

numerador es la suma de los errores con sus correspondientes signos. (p. 9)

**Figura 15.**  
Gráfico señal de rastreo



*Nota.* Ejemplo de señal de rastreo. Obtenido de R. Cohen (2012). *Pronósticos, gestión de recursos.* (p. 7.) FIUBA.



### 3. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN

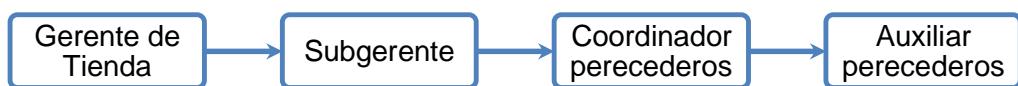
#### 3.1. Análisis de la empresa

La empresa contaba con varios puntos de venta a nivel nacional y la mayoría de sus productos cárnicos eran suministrados por una planta de producción de carnes la cual formaba parte de la misma empresa, en esta planta se realizaba todo el proceso de empacado, cortes de carne de res, cerdo, pollo y otros productos los cuales eran distribuidos con los más altos estándares de seguridad alimentaria, inocuidad y trazabilidad.

Dentro de los puntos de venta existía una jerarquía organizacional que tenía injerencia sobre el proceso de recepción e inspección de productos perecederos entre los que se encontraba el gerente de tienda, el subgerente, el coordinador de perecederos y el auxiliar de perecederos, las tiendas trabajaban los siete días de la semana de 07:00 a 21:00 horas, con turnos rotativos para las posiciones del área operativa, la recepción de los productos perecederos se realizaba durante la mañana por lo menos cuatro veces por semana.

**Figura 16.**

*Organigrama área de perecederos*



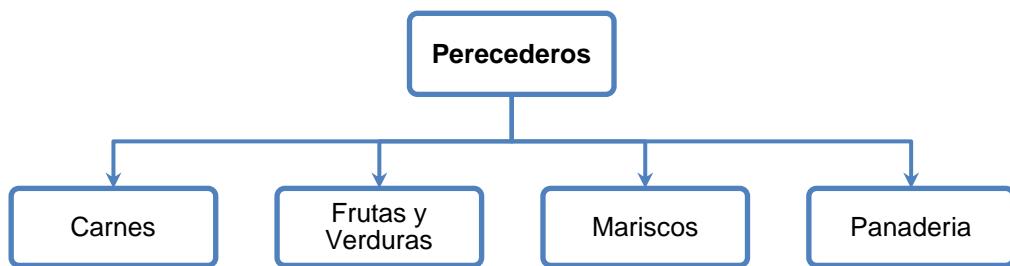
Nota. Presentación de organigrama área de perecederos. Elaboración propia, realizado con Word.

### 3.2. Análisis de los departamentos de perecederos

En los puntos de venta se encontraron varios departamentos de perecederos, los cuales según el tipo de producto tenían diferente forma de manejo y así mismo se llevaban diferentes controles, estos departamentos se muestran en la siguiente figura.

**Figura 17.**

*Departamentos de perecederos*



*Nota.* Presentación de organigrama de departamentos de perecederos. Elaboración propia, realizado con Word.

Se realizó un análisis de ventas total compañía del año 2022 de estos departamentos, así mismo los porcentajes de merma que presentaron durante ese periodo de tiempo los cuales se detallan en la tabla 2.

**Tabla 2.***Cuadro de ventas y merma de perecederos*

Departamento	Venta total (\$)		Merma total (\$) 2022	% Merma / venta total	% Peso merma
	2022				
Carnes	\$ 24,107,364		\$ 2,184,640	9 %	42 %
Frutas y Verduras	\$ 18,882,342		\$ 2,470,946	13 %	47 %
Mariscos	\$ 2,142,860		\$ 114,147	5 %	2 %
Panadería	\$ 2,126,937		\$ 487,241	23 %	9 %
<b>Total, general</b>	<b>\$ 47,259,502</b>		<b>\$ 5,256,974</b>	<b>11 %</b>	<b>100 %</b>

*Nota.* Tabla descriptiva de ventas y merma de perecederos. Elaboración propia, realizado con Excel.

Se determinó que los departamentos con mayor porcentaje de peso en merma eran los departamentos de carnes y de frutas y verduras con un peso de 42 % y 47 % respectivamente, por lo que para esta investigación el enfoque se realizó en el departamento de carnes que presentó un 9 % de merma sobre la venta total y su peso de merma del 42 % y según los resultados que se obtuvieron en esta investigación poder implementarlo y ampliarlo a otros departamentos.

### 3.3. Proceso de recepción de carnes

El proceso iniciaba en el momento cuando llegaba el camión refrigerado de la planta de producción, previamente a esto el área de recepción tenía que estar libre y limpia, y quien recibía el pedido debía lavarse y desinfectarse bien las manos para empezar el proceso de recepción el cual se detalla a continuación.

### **3.3.1. Revisión del pedido**

El auxiliar de perecederos verificaba las unidades recibidas contra la cantidad indicada en la factura, cuando existía alguna diferencia entre factura y la cantidad física que se recibía, se anotaban las diferencias en una boleta de faltantes, luego se realizaba el reclamo y se descartaba del sistema.

### **3.3.2. Verificar fechas de vencimiento**

Se revisaba que los productos contarán con su fecha de producción y vencimiento con esto se tenía un mejor control y se aseguraba la rotación de los productos en el punto de venta.

### **3.3.3. Toma de temperatura**

Se realizaba la toma de temperatura de los productos la cual debía estar entre -0 °C y -18 °C en caso de congelados, siempre manteniendo la cadena de frío para evitar la reducción del tiempo de conservación, impedir que los productos presentaran cuadros de descomposición y evitar el riesgo de intoxicación al momento de consumir alimentos en mal estado.

### **3.3.4. Pesar los productos**

Cuando se realizaba este proceso se colocaba la caja vacía en la pesa para iniciar el pesado de los productos y luego se procedía a cargarlos al sistema, separándolos por tipo de producto.

### 3.3.5. Inspección de productos

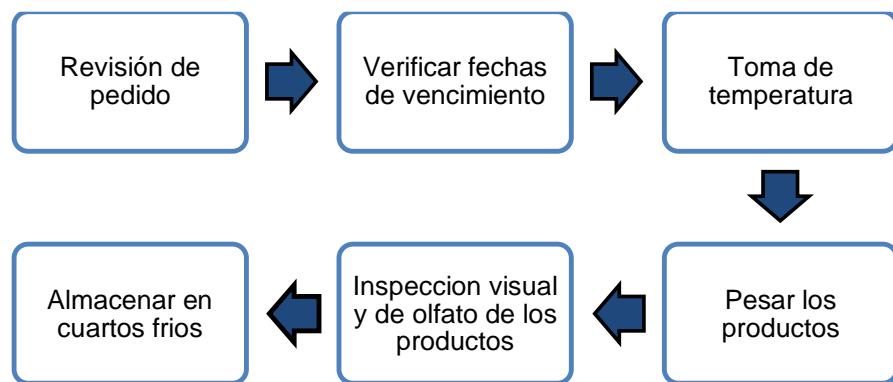
Se realizaba una pequeña inspección visual en la cual se revisaba que el color de la pieza debía ser uniforme a lo largo de todo el corte de la carne y una inspección de olfato en la que un olor fuerte se presentaba cuando un producto pasaba mucho tiempo en refrigeración o perdía la cadena de frío, por lo que su olor debía ser débil y no muy fuerte, si los productos no cumplían se procedía a realizar el reclamo y no se recibía el producto.

### 3.3.6. Almacenamiento

Se trasladaban los productos a las cámaras de congelados y fríos en las que se debía tener un control en la rotación para evitar quedarse con productos próximos a vencer que terminan en merma y pérdida para la empresa.

**Figura 18.**

*Proceso de recepción de carne*



*Nota.* Diagrama de proceso de recepción de carne. Elaboración propia, realizado con Word.

El tiempo de duración de este proceso era en promedio 15 minutos para mantener la cadena de frío.

### 3.4. Proceso de retiro de productos a mermar

El proceso consistía en realizar los siguientes pasos:

#### 3.4.1. Revisión, inspección y retiro de productos exhibidos

Se realizaba un recorrido a primera hora antes de la apertura de la tienda en el cual se revisaban fechas de vencimiento, se rotaba el producto adecuadamente, se llenaban las cámaras frías y los productos que estaban vencidos o no contaban con la frescura correcta se procedía a retirarlos colocándolos en una cajilla especial.

**Figura 19.**

*Revisión y retiro de productos vencidos*



*Nota.* Recorrido de revisión de los productos antes de abrir la tienda. Elaboración propia.

### 3.4.2. Traslado y dar de baja los productos

Luego de que se sacaban los productos no óptimos para consumo se procedía a trasladarlos a los cuartos fríos en áreas específicas donde iniciaba el proceso de dar de baja en el sistema y se reportaba la cantidad del producto a mermar, los cuales después de que contarán con el visto bueno se procedía a triturarlos previo a sacarlos como desecho de la tienda.

**Figura 20.**

*Almacenamiento y desecho de merma*



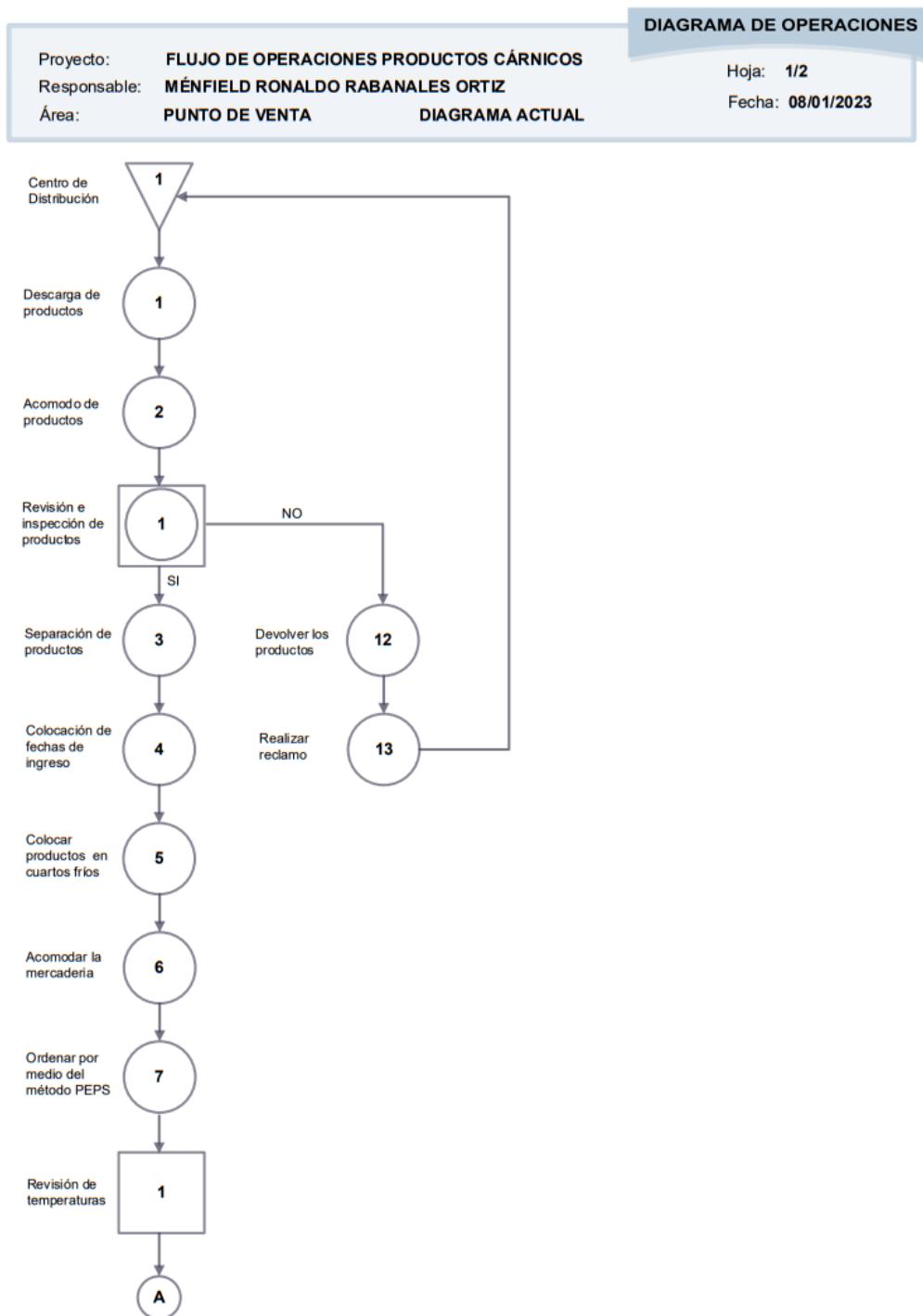
*Nota.* Almacenamiento y desecho en cuartos fríos de la tienda. Elaboración propia.

### 3.4.3. Diagrama de flujo actual de operaciones de los productos cárnicos

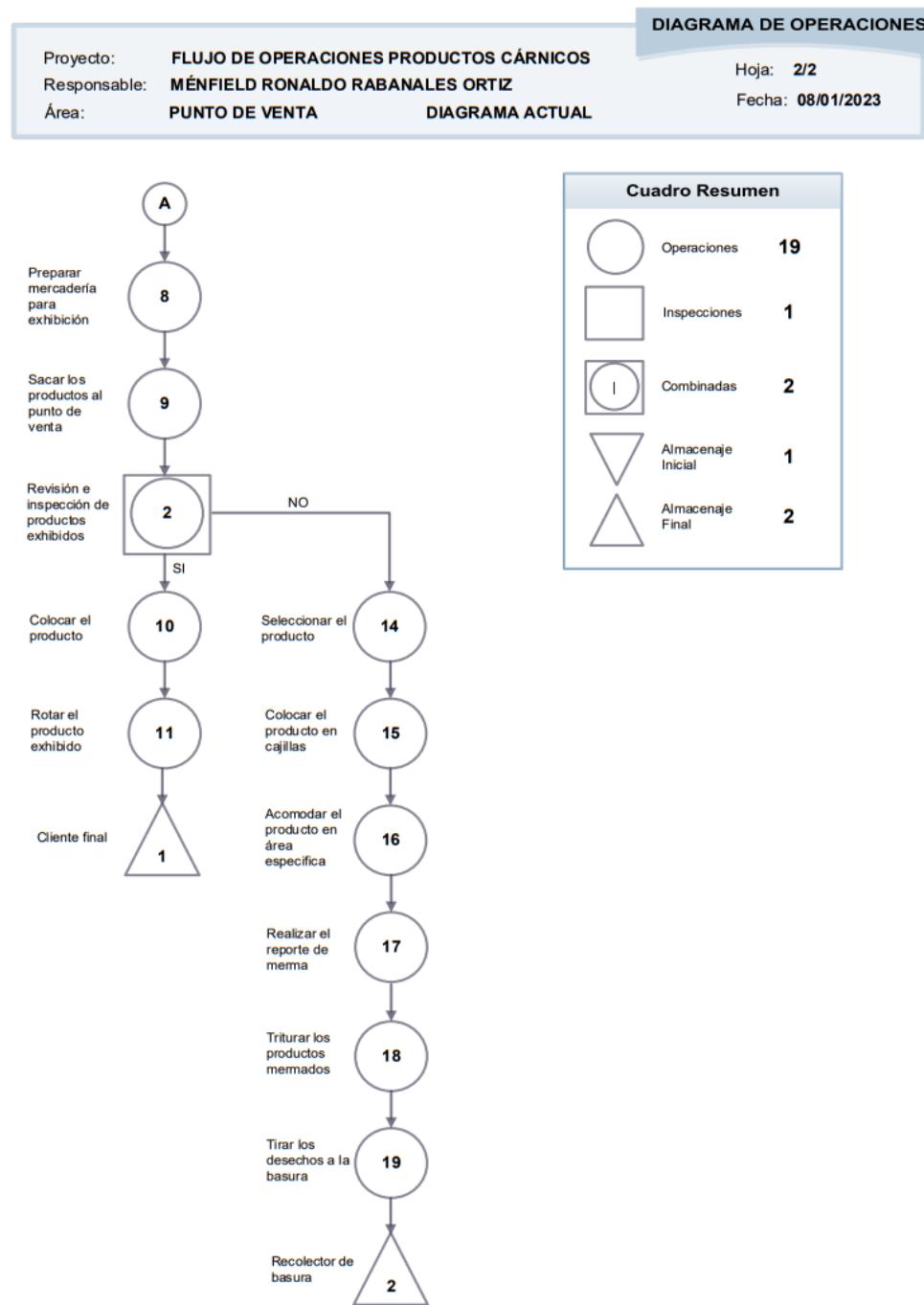
Se elaboró un diagrama de flujo actual de operaciones de los productos cárnicos en el punto de venta el cual se presenta a continuación:

**Figura 21.**

*Diagrama de flujo actual de operaciones*



Continuación de la figura 21.



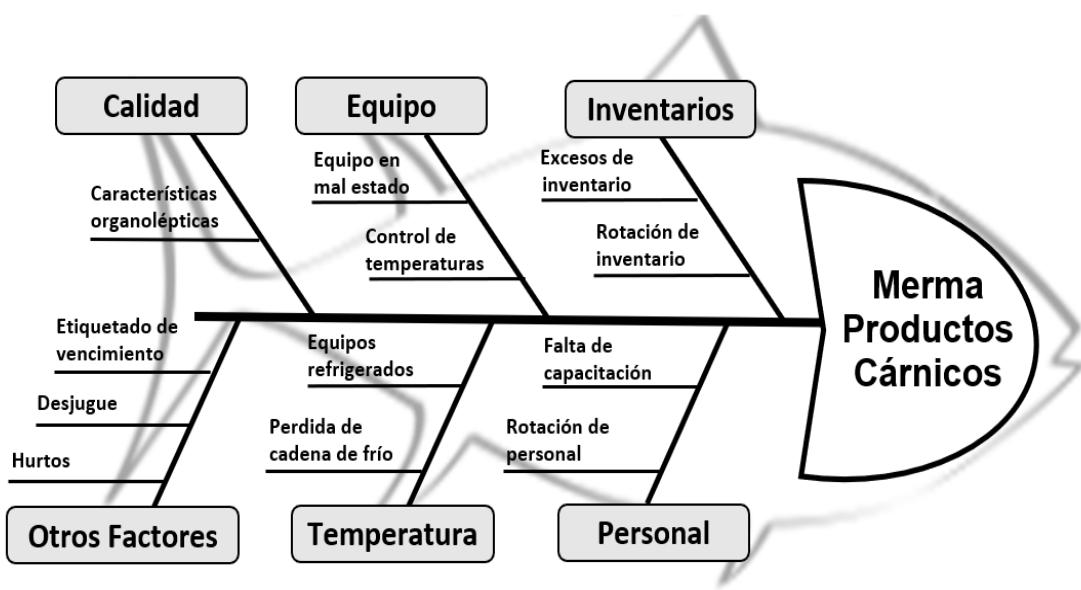
*Nota.* Diagrama de flujo actual de operaciones de los productos cárnicos en el punto de venta.  
 Elaboración propia, realizado con Visio.

### 3.5. Factores generadores de merma

Con los resultados de las encuestas y recorridos realizados en las visitas a los puntos de venta se realizó un diagrama de causa y efecto conocido también como diagrama Ishikawa en el que se detallan los principales factores generadores de merma.

**Figura 22.**

*Diagrama Ishikawa*



*Nota.* Presentación de diagrama de Ishikawa Elaboración propia, realizado con Excel.

A continuación, se detallan cada uno de estos factores:

### **3.5.1. Niveles de inventarios**

Los excesos de inventarios en la mayoría de puntos de venta fue el problema más frecuente que se presentó debido a que les llega demasiado producto por traslado de otras unidades, por decisiones que toma el área comercial para potencializar la venta de productos para fines de semana o productos de temporada y otro factor que se encontró fueron los malos pedidos que se realizaban dentro de la operación, estos factores fueron los que provocaron en determinado momento un exceso para la tienda, esto venía asociado con una oportunidad de mejora en la rotación de inventarios, los puntos de venta manejaban el sistema de rotación de inventario PEPS, pero por la premura de llenado de cámaras frías en algunas ocasiones no lo realizaban correctamente quedando producto rezagado.

### **3.5.2. Equipos refrigerados**

Los equipos refrigerados normalmente contaban con un mantenimiento preventivo, pero en algunos casos estos equipos ya no funcionaban adecuadamente y presentaban una pérdida de temperatura lo que provocaba que los productos no mantuvieran la cadena de frío y empezarán un proceso de descomposición antes de su fecha de vencimiento, el reemplazo de equipo requería la autorización de la dirección de la operación pero el costo de los mismos era muy alto y para los directivos realizar este tipo de inversiones afectaba directamente la utilidad de la empresa es por esta razón que postergaban estos cambios, por lo que solo van apagando fuegos realizando mantenimientos correctivos.

### **3.5.3. Calidad de los productos**

Los productos normalmente que llegaban en los camiones refrigerados provenientes de la planta de producción debían llegar en buenas condiciones y si no cumplían con la calidad esperada se procedía a realizar el reclamo y no se recibía la mercadería, el tiempo del proceso de recepción y traslado a los cuartos fríos no debía ser mayor de 15 minutos, porque al ser mayor se perdía la cadena de frío y algunos productos presentaban ciertas características organolépticas que afectaban la calidad de los productos, las más frecuentes que se identificaron fueron las siguientes:

- Olor: la pérdida de temperatura provocaba que la carne se descongelara rápidamente y empezaría a soltar un mal olor iniciando así el proceso de descomposición debido a la pérdida de temperatura o porque el producto estuvo mucho tiempo refrigerado y eso implicaba retirar rápidamente el producto y mermarlo.
- Color: la carne perdía su color rojizo uniforme y se notaba pálida, en este punto el producto ya perdió la calidad para el cliente y no es llamativo ni apetecible, por lo que se procedía a retirarlo.

### **3.5.4. Personal operativo**

El personal operativo tenía un papel muy importante en todo el proceso desde que realizaba los pedidos hasta que retiraba y desechara los artículos, entre algunas de las principales funciones se pueden mencionar las siguientes:

- Realizaba pedidos
- Revisaba la calidad en la recepción

- Revisaba fechas de vencimiento
- Trasladaba y almacenaba los productos en los cuartos fríos
- Realizaba la revisión de temperatura en las cámaras frías
- Realizaba la rotación de inventarios
- Retiraba los productos no aptos para consumo
- Desechaba los productos en mal estado

Se encontró que el factor humano era otro elemento que influía en la generación de merma, lo que se logró apreciar en la mayoría de los casos fue que desconocían algunos procesos importantes y esto se daba por falta de capacitación y conocimiento del impacto que tenía el no hacer los procesos adecuadamente.

En la información recabada se identificó que existía una alta rotación de personal en estas áreas, por lo que debe existir una capacitación constante y un seguimiento adecuado para reforzar temas relevantes en todo el proceso de recepción, almacenamiento, rotación y manipulación de alimentos porque actualmente no se están cumpliendo.

### **3.5.5. Temperatura**

En los recorridos realizados se observó que el personal dejaba los productos fuera de los cuartos fríos por mucho tiempo, al igual con el proceso de recepción de mercadería se tardaban demasiado para la revisión e inspección de productos y esto provocaba que los productos perdieran la cadena de frío afectando el tiempo de vida.

Las cámaras frías en mal estado también influyeron en los factores generadores de merma, se observó que algunas cámaras no llegaban a la

temperatura óptima provocando pérdida de líquidos y saliera mal olor, pero en otras era demasiado baja la temperatura que quemaba la carne y perdía su color rojizo llamativo y la carne no era apetecible.

### **3.5.6. Otros factores**

Entre otros factores se pueden mencionar los siguientes:

- Hurto: este factor es muy difícil de controlar debido a que en los puntos de venta este tipo de productos eran susceptibles a que alguien los hurtara, esto se daba más en los cortes importados que eran los artículos de mayor valor económico y esta pérdida de inventario se registraba como merma desconocida.
- Etiquetado de vencimiento: se revisaba que los artículos contarán con su etiqueta de fecha de vencimiento, para cuidar la inocuidad y calidad de los productos, esto iba de la mano con las revisiones que realizaba el personal al momento de revisar las cámaras frías y rotar los inventarios, un producto sin etiqueta de fecha de vencimiento se debía desechar.
- Desjuge: también conocido como pérdida de fluidos o líquidos se daba cuando la pieza de carne no se mantenía en una temperatura estable y empezaba a perder líquido, a esta pérdida de líquido también se le conocía como merma desconocida y esto no es más que la pérdida de peso por pérdida de fluidos y esto no se era fácil de medir y para el cliente ver el producto así no lo motivaba a comprar el producto.

**Figura 23.**  
*Desague de productos*



*Nota.* Pérdida de líquido o fluidos de los productos a baja temperatura. Elaboración propia.

### **3.6. Segmentación de productos**

El departamento de carnes se dividía en varias categorías, por lo que se realizó un análisis de ventas y merma total compañía, en el que se evaluó qué categoría era la que tenía mayor relevancia y afectaba directamente al departamento, por lo que de acuerdo con la tabla 3, la categoría que más porcentaje de peso reflejo es la categoría de res con un 56 % de peso total merma del departamento.

**Tabla 3.***Cuadro de ventas y merma departamento carnes*

Departamento	Categoría	Venta total (\$)		Merma total (\$)		% Merma / venta total	% Peso merma
		2022		2022			
<b>Carnes</b>	Res	\$ 9,420,480	\$ 1,224,052	13 %	56 %		
	Cerdo	\$ 2,587,320	\$ 436,197	17 %	20 %		
	Aves	\$ 8,018,095	\$ 426,964	5 %	20 %		
	Congelados	\$ 709,455	\$ 63,560	9 %	3 %		
	Otros	\$ 3,372,014	\$ 33,867	1 %	2 %		
<b>Total, general</b>		<b>\$ 24,107,364</b>	<b>\$ 2,184,640</b>	<b>9 %</b>	<b>100 %</b>		

*Nota.* Descripción de cantidades de ventas y merma en el departamento de carne. Elaboración propia, realizado con Excel.

En los análisis siguientes para la segmentación de productos del departamento de carnes en la categoría de res se tomó únicamente como referencia la información de uno de los puntos de venta de la compañía que en el año 2022 presentó un impacto promedio de la merma por daño en comparación con otras unidades.

### 3.6.1. Análisis de ventas y merma

La categoría de carne de res contaba con otras subcategorías, de las cuales también se analizó ventas y merma por daño del año 2022, se tomó como referencia un punto de venta de la compañía que representaba el promedio de los supermercados, a continuación, se detalla la información en la tabla 4.

**Tabla 4.***Cuadro de ventas y merma subcategorías carnes de res*

Subcategorías	Catálogo	Ventas (\$) 2022	Merma (\$) 2022	% Merma / venta	% Peso merma
Carne importada	4	\$ 208,446.56	\$ 15,998.08	8 %	46 %
Cortes finos enteros	10	\$ 48,643.94	\$ 4,049.71	8 %	12 %
Cortes locales asar	6	\$ 21,728.71	\$ 3,559.46	16 %	10 %
Carne para guisar	6	\$ 16,420.19	\$ 3,012.54	18 %	9 %
Bistecs	6	\$ 37,307.78	\$ 2,740.83	7 %	8 %
Carne molida	14	\$ 90,032.34	\$ 2,731.08	3 %	8 %
Huesos de res	8	\$ 11,077.25	\$ 2,056.21	19 %	6 %
Marinados de res	2	\$ 1,489.19	\$ 306.19	21 %	1 %
Vísceras de res	3	\$ 3,333.35	\$ 188.37	6 %	1 %
<b>Total, general</b>	<b>59</b>	<b>\$ 438,479</b>	<b>\$ 34,642</b>	<b>8 %</b>	<b>100 %</b>

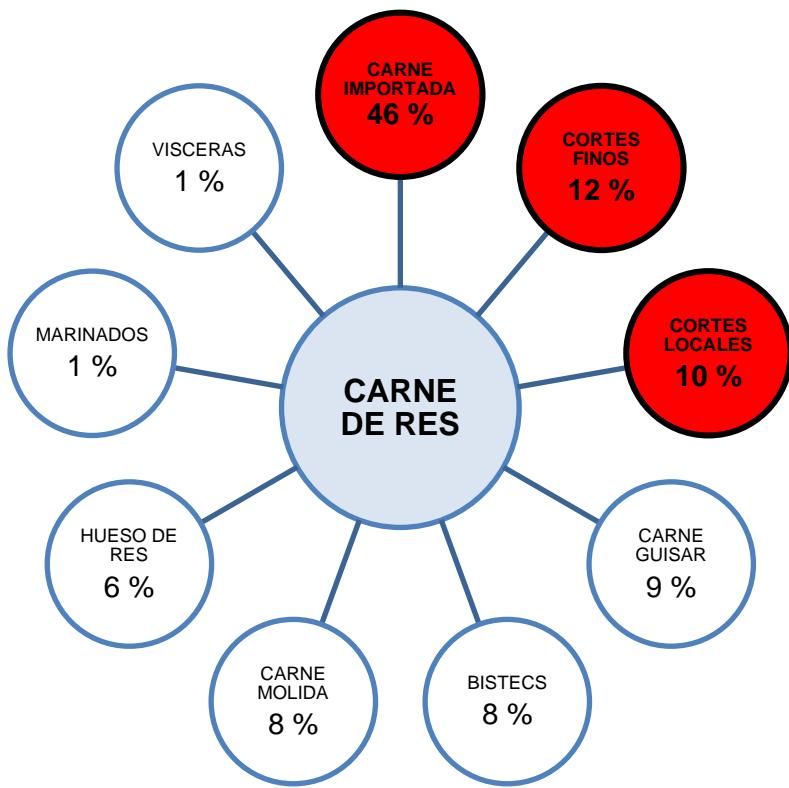
*Nota.* Descripción de cantidades de ventas y merma de las subcategorías carnes de res.  
Elaboración propia, realizado con Excel.

Se analizó la información de las subcategorías y se encontró que las carnes importadas estaban en primer lugar de la tabla con un catálogo de 4 productos y una participación en la merma por daño del 46 % y un porcentaje de merma sobre la venta del 8 %, en segundo lugar, estaba la subcategoría de cortes finos enteros con un catálogo de 10 productos y una participación en la merma por daño del 12 % y un porcentaje de merma sobre la venta del 8 % y en tercer lugar estaban los cortes locales para asar con un catálogo de 6 productos y una participación en la merma por daño del 10 % y un porcentaje de merma sobre la venta de 16 %.

Con esta información se realizó el análisis considerando una base de datos de 20 productos que representaban el 68 % de merma por daño en el punto de venta en las tres subcategorías detalladas anteriormente.

**Figura 24.**

*Participación merma por daño carne de res*



Nota. Diagrama ejemplo de participación merma por daño carne de res. Elaboración propia, realizado con Word.

### 3.6.2. Catálogo de productos

Después de que se analizaron las subcategorías que afectaban directamente el departamento y que representaban el 68 % de merma por daño en el punto de venta, se procedió a detallar los productos que formaban parte de cada una de las subcategorías, ver tabla 5.

**Tabla 5.***Catálogo de productos*

Item	Descripción	Subcategoría
1	Coulotte de res mk pza gde	
2	Entrana marinada	
3	Puyazo mk americano	<b>Carne importada</b>
4	Coulotte de res mk pza peq	
5	Bistec magro res dc emp	
6	Bolovique trozos emp	
7	Manita de rochoy emp	
8	Tomahawk sm	
9	Lomito magro de res	
10	Manita de rochoy magra pza	<b>Cortes finos enteros</b>
11	Bolovique magro de res pza	
12	Centro lomo magro	
13	Bolovique de res porc	
14	Manita de rochoy res porc	
15	Churrasco especial emp	
16	Churrasco angus beef emp	
17	Carne viuda con hueso porc	
18	Lomo grande de res porc	<b>Cortes locales asar</b>
19	Churrasco especial porc	
20	Puyazo nacional fresco pza	

*Nota.* Descripción del catálogo de productos. Elaboración propia, realizado con Excel.

Después de obtener esta base de datos se realizó el análisis de la información por medio del método ABC.

### 3.6.3. Método ABC

El método o gráfico ABC se aplicó para analizar y priorizar los productos y así clasificarlos de la siguiente manera:

- Productos A: aquellos productos que debían tener mayor control
- Productos B: aquellos productos que se les debía dar seguimiento
- Productos C: aquellos productos que no eran tan significativos

Como primer paso, a la tabla del catálogo se le colocó la información de la cantidad mermada, costos unitarios, se calculó el costo de merma total y el porcentaje de participación en relación con la merma total quedando de la siguiente manera ver tabla 6.

**Tabla 6.**

*Cálculo participación*

Item	Descripción	Pond.	Merma (Ctd)	Costo U. (\$)	Merma Total (\$)	% Part.
1	Coulotte de res mk pza gde	5 %	11,927	\$ 6.09	\$ 72,617.58	22 %
2	Entrana marinada	5 %	1,568	\$ 6.64	\$ 10,412.07	3 %
3	Puyazo mk americano	5 %	35,365	\$ 4.10	\$ 144,924.21	44 %
4	Coulotte de res mk pza peq	5 %	2,445	\$ 6.13	\$ 14,981.63	5 %
5	Bistec magro res dc emp	5 %	211	\$ 4.93	\$ 1,039.19	0 %
6	Bolovique trozos emp	5 %	446	\$ 4.22	\$ 1,883.28	1 %
7	Manita de rochoy emp	5 %	384	\$ 5.20	\$ 1,997.43	1 %
8	Tomahawk sm	5 %	260	\$ 5.93	\$ 1,542.50	0 %
9	Lomito magro de res	5 %	2,842	\$ 9.63	\$ 27,366.81	8 %
10	Manita de rochoy magra pza	5 %	564	\$ 6.18	\$ 3,486.64	1 %
11	Bolovique magro de res pza	5 %	685	\$ 4.70	\$ 3,219.80	1 %

Continuación de la tabla 6.

Item	Descripción	Pond.	Merma (Ctd)	Costo U. (\$)	Merma Total (\$)	% Part.
12	Centro lomo magro	5 %	966	\$ 6.19	\$ 5,984.35	2 %
13	Bolovique de res porc	5 %	350	\$ 4.09	\$ 1,430.65	0 %
14	Manita de rochoy res porc	5 %	1,408	\$ 6.38	\$ 8,987.62	3 %
15	Churrasco especial emp	5 %	245	\$ 4.48	\$ 1,097.21	0 %
16	Churrasco angus beef emp	5 %	209	\$ 4.31	\$ 899.89	0 %
17	Carne viuda con hueso porc	5 %	1,018	\$ 4.72	\$ 4,806.20	1 %
18	Lomo grande de res porc	5 %	582	\$ 5.12	\$ 2,981.26	1 %
19	Churrasco especial porc	5 %	2,246	\$ 4.39	\$ 9,868.94	3 %
20	Puyazo nacional fresco pza	5 %	1,474	\$ 5.04	\$ 7,429.91	2 %
<b>Totales</b>		<b>100 %</b>			<b>\$ 326,957.19</b>	<b>100 %</b>

Nota. Descripción del porcentaje de participación. Elaboración propia, realizado con Excel.

Como segundo paso se ordenaron los porcentajes de participación de todos los productos ordenándolos de mayor a menor. Se calcularon los porcentajes acumulados de ponderación y participación con lo que se logró una mejor visibilidad y así se realizó la clasificación de productos, esto se puede apreciar en la siguiente tabla.

**Tabla 7.**

*Clasificación de productos*

Item	Descripción	Pond.	Merma (Ctd)	Costo U. (\$)	Merma Total (\$)	% Part.	% Acum. Pond.	% Acum . Part.	Clase
3	Puyazo mk americano	5 %	35,365	\$ 4.10	\$ 144,924.21	44 %	5 %	44 %	A
1	Coulotte de res mk pza gde	5 %	11,927	\$ 6.09	\$ 72,617.58	22 %	10 %	67 %	
9	Lomito magro de res	5 %	2,842	\$ 9.63	\$ 27,366.81	8 %	15 %	75 %	
4	Coulotte de res mk pza peq	5 %	2,445	\$ 6.13	\$ 14,981.63	5 %	20 %	79 %	B
2	Entraña marinada	5 %	1,568	\$ 6.64	\$ 10,412.07	3 %	25 %	83 %	
19	Churrasco especial porc	5 %	2,246	\$ 4.39	\$ 9,868.94	3 %	30 %	86 %	

Continuación de la tabla 7.

Item	Descripción	Pond.	Merma (Ctd)	Costo U. (\$)	Merma Total (\$)	% Part.	% Acum. Pond.	% Acum . Part.	Clase
14	Manita de rochoy res porc	5 %	1,408	\$ 6.38	\$ 8,987.62	3 %	35 %	88 %	
20	Puyazo nacional fresco pza	5 %	1,474	\$ 5.04	\$ 7,429.91	2 %	40 %	91 %	
12	Centro lomo magro	5 %	966	\$ 6.19	\$ 5,984.35	2 %	45 %	93 %	
17	Carne viuda con hueso porc	5 %	1,018	\$ 4.72	\$ 4,806.20	1 %	50 %	94 %	
10	Manita de rochoy magra pza	5 %	564	\$ 6.18	\$ 3,486.64	1 %	55 %	95 %	
11	Bolovique magro de res pza	5 %	685	\$ 4.70	\$ 3,219.80	1 %	60 %	96 %	
18	Lomo grande de res porc	5 %	582	\$ 5.12	\$ 2,981.26	1 %	65 %	97 %	
7	Manita de rochoy emp	5 %	384	\$ 5.20	\$ 1,997.43	1 %	70 %	98 %	
6	Bolovique trozos emp	5 %	446	\$ 4.22	\$ 1,883.28	1 %	75 %	98 %	
8	Tomahawk sm	5 %	260	\$ 5.93	\$ 1,542.50	0 %	80 %	99 %	
13	Bolovique de res porc	5 %	350	\$ 4.09	\$ 1,430.65	0 %	85 %	99 %	
15	Churrasco especial emp	5 %	245	\$ 4.48	\$ 1,097.21	0 %	90 %	99 %	
5	Bistec magro res dc emp	5 %	211	\$ 4.93	\$ 1,039.19	0 %	95 %	100 %	
16	Churrasco angus beef emp	5 %	209	\$ 4.31	\$ 899.89	0 %	100 %	100 %	

c

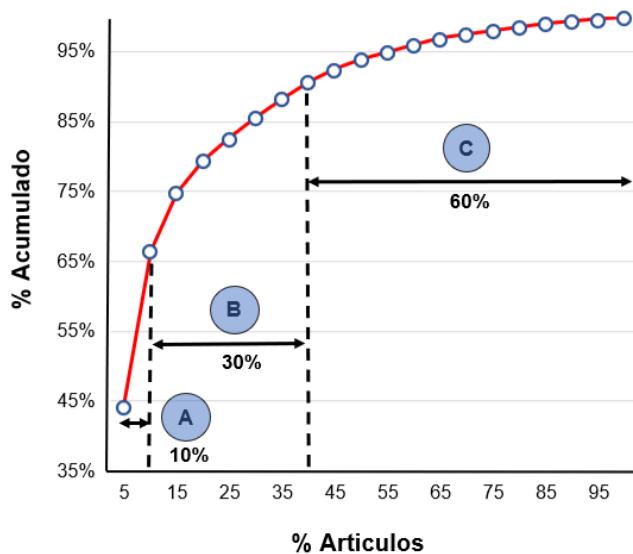
Nota. Descripción de la clasificación de productos. Elaboración propia, realizado con Excel.

Como se observó en la tabla anterior enfocando esfuerzos estrictamente en los primeros dos productos se estará controlando el 67 % de la merma.

Como siguiente paso se realizó una gráfica conocida como diagrama de Pareto o gráfico ABC con lo que se procedió a analizar los productos de forma gráfica, ver la figura siguiente.

**Figura 25.**

Gráfico ABC carnes de res



Nota. Presentación de diagrama de Pareto. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 3.6.3.1. Productos clase A

Con los datos del gráfico y de la tabla se visualizó que los primeros dos artículos representaban el 10 % de la base de datos con una participación del 67 % de la merma total y estos artículos se clasificaron como clase A, estos artículos son los ítems 3 y 1 de la base de datos y ambos pertenecían al catálogo de artículos de carnes importadas ver tabla 5.

- Puyazo americano
- Coulotte de res pieza grande

Estos productos fueron los que requirieron mayor control y seguimiento, para fines de esta investigación se sometieron a otro tipo de análisis en el que se evaluaron varios métodos de pronóstico para regular y controlar los inventarios.

### **3.6.3.2. Productos clase B**

Estos productos de acuerdo con la tabla representaban un 30 % de la base de datos y estos artículos se clasificaron como clase B, siendo 6 ítems de los cuales correspondió a dos de cada una de las subcategorías analizadas, controlando estos ítems más los productos clase A, se controló el 91 % de la merma.

Para estos productos no es necesario otro análisis, se consideró que mejorando los procesos operativos se obtendría una mejora significativa.

### **3.6.3.3. Productos clase C**

Los productos que entraron en esta clasificación fueron los productos restantes y que representaban el 60 % de la base de datos pero que solo tenían una participación del 9 % de la merma generada en el periodo de tiempo analizado.

Estos artículos fueron clasificados dentro del método como clase C, por lo que solo requieren un pequeño seguimiento.

## **3.7. Modelo de pronósticos**

Con la información que se obtuvo con el método ABC se evaluaron varios modelos de pronósticos para los dos artículos que representaron el 67 % de

impacto en merma, se tomó como base la demanda de ventas en libras, correspondiente al periodo de enero a diciembre del año 2022.

Para todos los modelos evaluados se tomó en consideración los siguientes criterios de precisión.

- Error medio (EM)
- Desviación absoluta media (DAM)
- Error cuadrático medio (ECM)
- Error porcentual absoluto medio (EPAM)
- Error porcentual medio (EPM)
- Señal de rastreo (SR)

### Figura 26.

*Fórmulas para criterio de precisión*

$$EM = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^n (X_t - \bar{X}_t)$$

$$DAM = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^n |X_t - \bar{X}_t|$$

$$ECM = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^n (X_t - \bar{X}_t)^2$$

$$EPAM = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^n \frac{|X_t - \bar{X}_t|}{X_t}$$

$$EPM = \frac{1}{n} \sum_{t=0}^n \frac{(X_t - \bar{X}_t)}{X_t}$$

$$SR = \frac{\sum_{t=1}^n (X_t - \bar{X}_t)}{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |X_t - \bar{X}_t|}$$

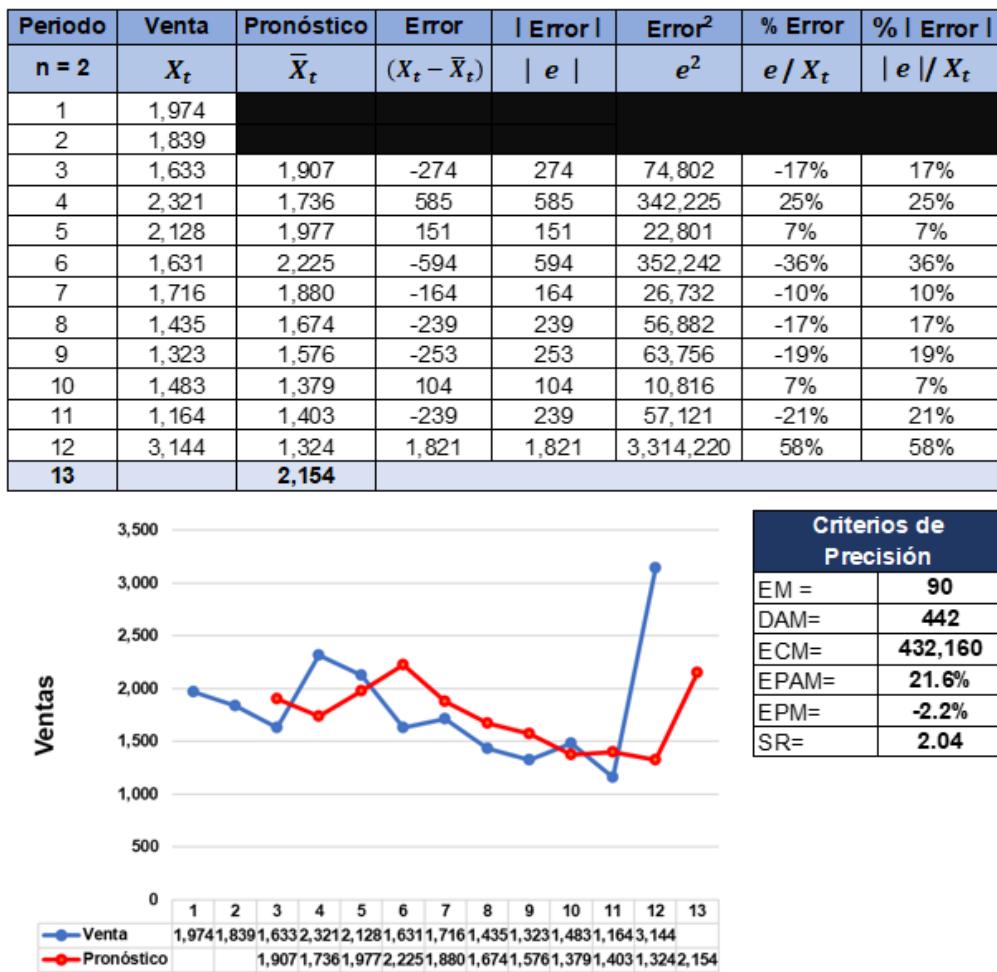
*Nota.* Presentación de fórmulas para criterio de precisión. Elaboración propia, realizado con Word.

### 3.7.1. Modelo promedio móvil simple

Se evaluaron diferentes periodos de tiempo para calcular el pronóstico para este modelo, el periodo que menos desviación mostró fue el aplicar un periodo de  $n=2$ , para ambos productos.

**Figura 27.**

*Resultados promedio móvil simple puyazo americano*

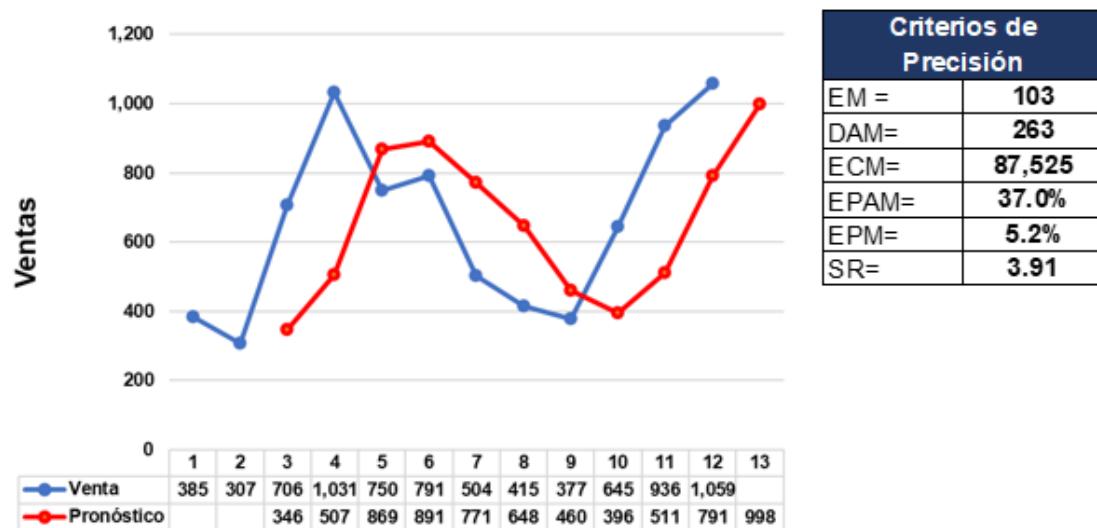


Nota. Descripción de resultados promedio móvil simple puyazo americano. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 28.**

*Resultados promedio móvil simple coulotte pieza grande*

Periodo	Venta	Pronóstico	Error	Error	Error <sup>2</sup>	% Error	%   Error
n = 2	X <sub>t</sub>	$\bar{X}_t$	(X <sub>t</sub> - $\bar{X}_t$ )	e	e <sup>2</sup>	e / X <sub>t</sub>	e   / X <sub>t</sub>
1	385						
2	307						
3	706	346	360	360	129,600	51%	51%
4	1,031	507	525	525	275,100	51%	51%
5	750	869	-119	119	14,042	-16%	16%
6	791	891	-100	100	9,900	-13%	13%
7	504	771	-267	267	71,022	-53%	53%
8	415	648	-233	233	54,056	-56%	56%
9	377	460	-83	83	6,806	-22%	22%
10	645	396	249	249	62,001	39%	39%
11	936	511	425	425	180,625	45%	45%
12	1,059	791	269	269	72,092	25%	25%
<b>13</b>	<b>998</b>						



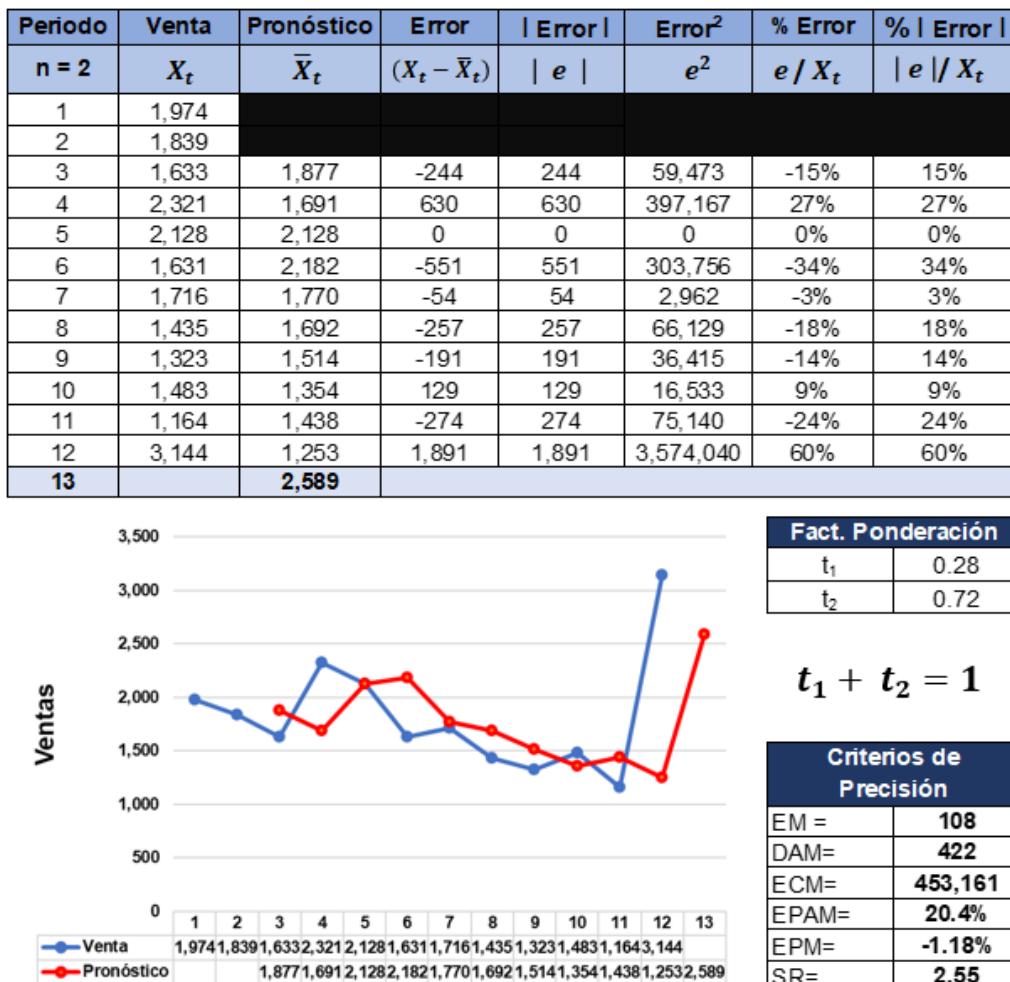
*Nota.* Descripción de resultados promedio móvil simple coulotte pieza grande. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 3.7.2. Modelo promedio móvil ponderado

Para este modelo se consideró también un periodo de  $n=2$  y los factores de ponderación para ambos productos fueron  $t_1 = 0.28$  y para  $t_2 = 0.72$ .

**Figura 29.**

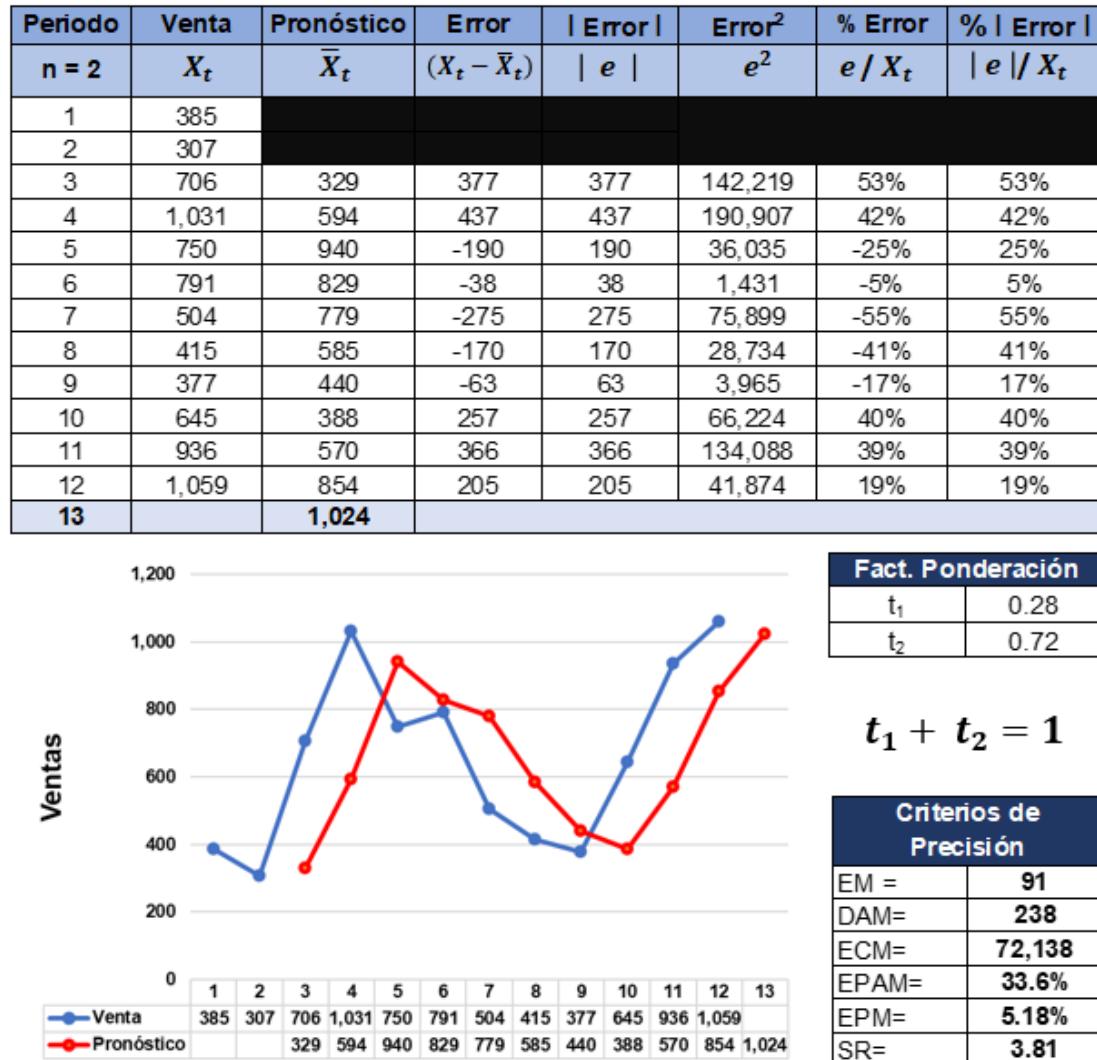
*Resultados promedio móvil ponderado puyazo americano*



*Nota.* Descripción de resultados promedio móvil ponderado puyazo americano. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 30.**

*Resultados promedio móvil ponderado coulotte pieza grande*



*Nota.* Descripción de resultados promedio móvil ponderado coulotte pieza grande. Elaboración propia, realizado con Excel.

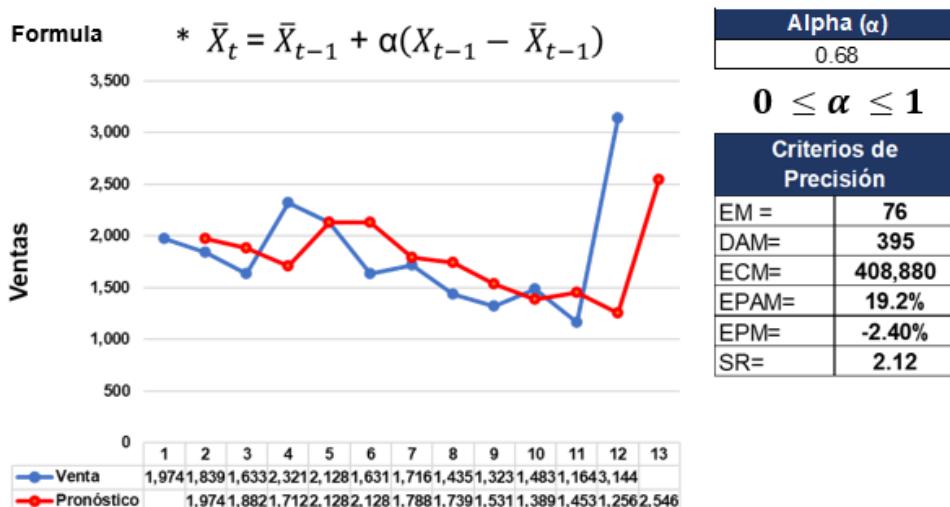
### 3.7.3. Suavización exponencial

Para este método se utilizó un factor de suavización *Alpha* ( $\alpha$ ) de 0.68 para ambos productos con el que se obtuvieron los siguientes resultados.

**Figura 31.**

*Resultados suavización exponencial puyazo americano*

Periodo	Venta	Pronóstico	Error	Error	Error <sup>2</sup>	% Error	%   Error
	$X_t$	$\bar{X}_t$	$(X_t - \bar{X}_t)$	$  e  $	$e^2$	$e / X_t$	$  e   / X_t$
1	1,974						
2	1,839	1,974	-135	135	18,225	-7%	7%
3	1,633	1,882	-249	249	61,887	-15%	15%
4	2,321	1,712	609	609	371,107	26%	26%
5	2,128	2,128	0	0	0	0%	0%
6	1,631	2,128	-497	497	247,009	-30%	30%
7	1,716	1,788	-72	72	5,250	-4%	4%
8	1,435	1,739	-304	304	92,389	-21%	21%
9	1,323	1,531	-208	208	43,388	-16%	16%
10	1,483	1,389	94	94	8,837	6%	6%
11	1,164	1,453	-289	289	83,646	-25%	25%
12	3,144	1,256	1,888	1,888	3,565,946	60%	60%
<b>13</b>		<b>2,546</b>					



Nota. Descripción de resultados suavización exponencial puyazo americano. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 32.**

*Resultados suavización exponencial coulotte pieza grande*

Periodo	Venta	Pronóstico	Error	Error	Error <sup>2</sup>	% Error	%   Error
	X <sub>t</sub>	$\bar{X}_t$	(X <sub>t</sub> - $\bar{X}_t$ )	e	e <sup>2</sup>	e / X <sub>t</sub>	e   / X <sub>t</sub>
1	385						
2	307	385	-78	78	6,084	-25%	25%
3	706	332	374	374	140,092	53%	53%
4	1,031	587	444	444	196,764	43%	43%
5	750	890	-140	140	19,731	-19%	19%
6	791	795	-4	4	12	0%	0%
7	504	792	-288	288	83,007	-57%	57%
8	415	595	-180	180	32,500	-43%	43%
9	377	472	-95	95	9,047	-25%	25%
10	645	407	238	238	56,580	37%	37%
11	936	570	366	366	134,220	39%	39%
12	1,059	820	239	239	57,154	23%	23%
<b>13</b>		<b>983</b>					

Formula

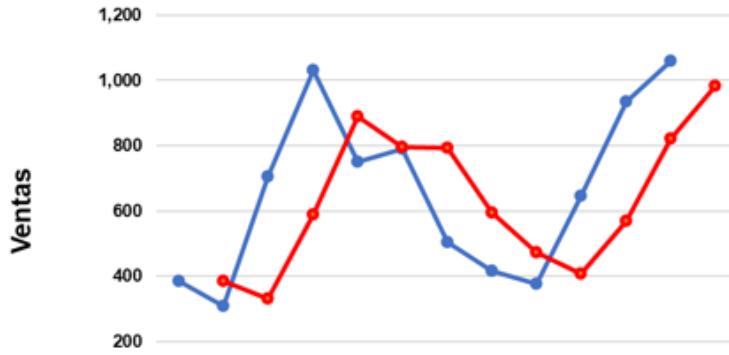
$$* \bar{X}_t = \bar{X}_{t-1} + \alpha(X_{t-1} - \bar{X}_{t-1})$$

Alpha (α)

0.68

0 ≤ α ≤ 1

Ventas



Criterios de Precisión

EM =	<b>80</b>
DAM=	<b>222</b>
ECM=	<b>66,835</b>
EPAM=	<b>33.2%</b>
EPM=	<b>2.20%</b>
SR=	<b>3.94</b>

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Venta	385	307	706	1,031	750	791	504	415	377	645	936	1,059	
Pronóstico	385	332	587	890	795	792	595	472	407	570	820	983	

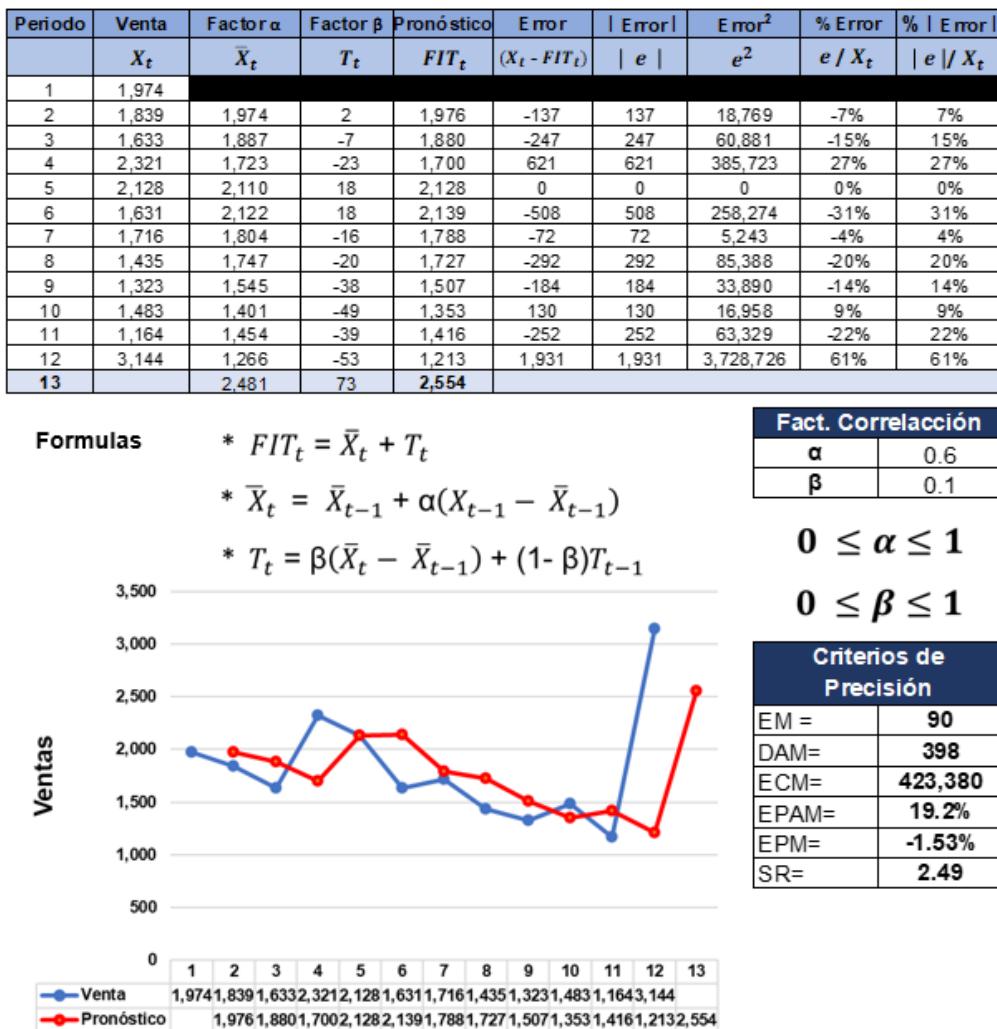
Nota. Descripción de resultados suavización exponencial coulotte pieza grande. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 3.7.4. Método de Holt

Para este método se utilizaron factores de correlación de  $\alpha = 0.6$  y  $\beta = 0.1$  para ambos productos, obteniendo los siguientes resultados.

**Figura 33.**

*Resultados método de Holt puyazo americano*



*Nota.* Descripción de resultados método de Holt puyazo americano. Elaboración propia, realizado con Excel.

**Figura 34.**

*Resultados método de Holt coulotte pieza grande*

Periodo	Venta	Factor $\alpha$	Factor $\beta$	Pronóstico	Error	Error	Error <sup>2</sup>	% Error	%   Error
	$X_t$	$\bar{X}_t$	$T_t$	$FIT_t$	$(X_t - FIT_t)$	$  e  $	$e^2$	$e / X_t$	$  e   / X_t$
1	385								
2	307	385	2	387	-80	80	6,400	-26%	26%
3	706	335	-3	331	375	375	140,400	53%	53%
4	1,031	575	21	596	435	435	189,285	42%	42%
5	750	870	49	918	-168	168	28,362	-22%	22%
6	791	792	36	828	-37	37	1,387	-5%	5%
7	504	791	32	824	-320	320	102,205	-63%	63%
8	415	606	10	616	-201	201	40,370	-48%	48%
9	377	482	-3	479	-102	102	10,469	-27%	27%
10	645	414	-9	405	240	240	57,742	37%	37%
11	936	563	6	570	366	366	134,036	39%	39%
12	1,059	804	30	834	225	225	50,486	21%	21%
<b>13</b>	<b>969</b>	<b>43</b>		<b>1,012</b>					

**Formulas**

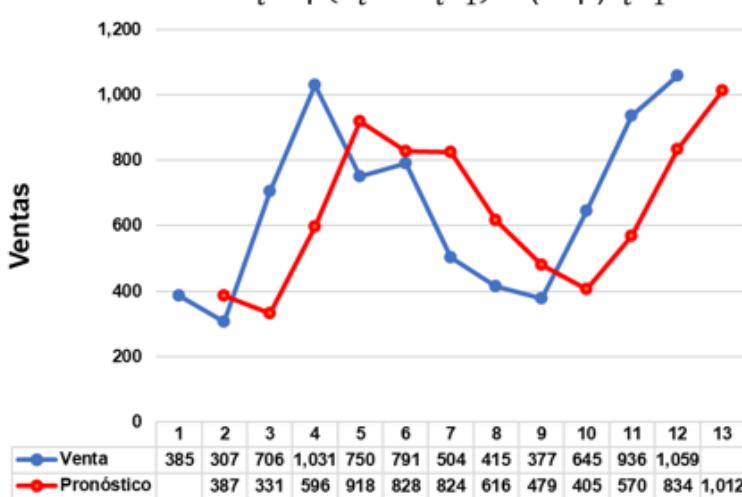
$$\begin{aligned}
 * \quad & FIT_t = \bar{X}_t + T_t \\
 * \quad & \bar{X}_t = \bar{X}_{t-1} + \alpha(X_{t-1} - \bar{X}_{t-1}) \\
 * \quad & T_t = \beta(\bar{X}_t - \bar{X}_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1}
 \end{aligned}$$

**Fact. Correlación**

$\alpha$	0.6
$\beta$	0.1

$$0 \leq \alpha \leq 1$$

$$0 \leq \beta \leq 1$$



**Criterios de Precisión**

EM =	<b>67</b>
DAM =	<b>232</b>
ECM =	<b>69,195</b>
EPAM =	<b>35.0%</b>
EPM =	<b>0.06%</b>
SR =	<b>3.16</b>

*Nota.* Descripción de resultados método de Holt coulotte pieza grande. Elaboración propia, realizado con Excel.

### 3.7.5. Evaluación de pronósticos

Con la información que se obtuvo de los modelos de pronósticos evaluados se realizó un cuadro resumen en el que se analizaron los criterios de precisión de los productos, esto con la finalidad de tomar la mejor decisión de qué modelo se adecuaba a la demanda.

**Tabla 8.**

*Evaluación de criterios de precisión*

Puyazo americano		Promedio móvil	Promedio móvil ponderado	Suavización exponencial	Método Holt
Criterios de precisión					
EM	Error medio	90	108	<b>76</b>	90
DAM	Desviación absoluta media	442	422	<b>395</b>	398
ECM	Error cuadrático medio	432,160	453,161	<b>408,880</b>	423,380
Error porcentual absoluto					
EPAM	medio	21.6 %	20.4 %	<b>19.2 %</b>	19.2 %
EPM	Error porcentual medio	-2.2 %	<b>-1.18 %</b>	-2 %	-1.5 %
SR	Señal de rastreo	<b>2.04</b>	2.55	2.12	2.49
Coulotte pieza grande					
EM	Error medio	103	91	80	<b>67</b>
DAM	Desviación absoluta media	263	238	<b>222</b>	232
ECM	Error cuadrático medio	87,525	72,138	<b>66,835</b>	69,195
Error porcentual absoluto					
EPAM	medio	37.0 %	33.6 %	<b>33.2 %</b>	35.0 %
EPM	Error porcentual medio	5.2 %	5.18 %	2 %	<b>0.1 %</b>
SR	Señal de rastreo	3.91	3.81	3.94	<b>3.16</b>

*Nota.* Descripción de evaluación de criterios de precisión. Elaboración propia, realizado con Excel.

El modelo de pronóstico que mejor se apegó a la demanda fue el modelo de suavización exponencial para ambos productos.



## **4. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1. Mejora en los procesos de operación**

Los procesos de operación presentaron una oportunidad de mejora de acuerdo con la investigación, los ajustes que se realizaron fueron los siguientes.

#### **4.1.1. Recepción de mercadería**

Uno de los procesos que promovía la pérdida de la cadena de frío era la recepción de mercadería cuando llegaba del centro de distribución, esto por el tiempo que se invertía en el acomodo, revisión y traslado, por ello lo primordial fue reducir estos tiempos y agilizar la recepción y evitar que los productos pasaran más de 15 minutos sin ingresar a los cuartos fríos.

Se unificaron las operaciones de separar, acomodar e inspeccionar los productos desde que salían del camión de entrega para reducir los tiempos, que anteriormente se hacían por separado, para este ajuste se involucró a los encargados del centro de distribución para que enviaran los productos dentro de las cajillas ya clasificados colocándole el tipo de producto si era tipo A, B o C de acuerdo con la matriz de catalogación de la investigación, con esto se logró reducir el tiempo de recepción de 15 minutos a 12 minutos en promedio y se aseguró que los productos estuvieran el menor tiempo posible fuera de los cuartos fríos.

**Figura 35.**

*Descarga de productos clasificados*



*Nota.* Recepción de mercadería. Elaboración propia.

**Figura 36.**

*Cajillas de productos clasificadas*



*Nota.* Producto clasificado. Elaboración propia.

#### **4.1.2. Almacenaje de los productos ABC**

Se realizó una mejora en el almacenaje de estos productos en los cuartos fríos, se señalizaron áreas específicas para acomodar e identificar los productos

catalogados como ABC que llegaban identificados desde el centro de distribución de acuerdo con el análisis que se realizó y así llevar un mejor control, principalmente de los productos clasificados como tipo A debido a que su impacto era más significativo que el resto del catálogo de productos.

**Figura 37.**

*Implementación método ABC en cuartos fríos*



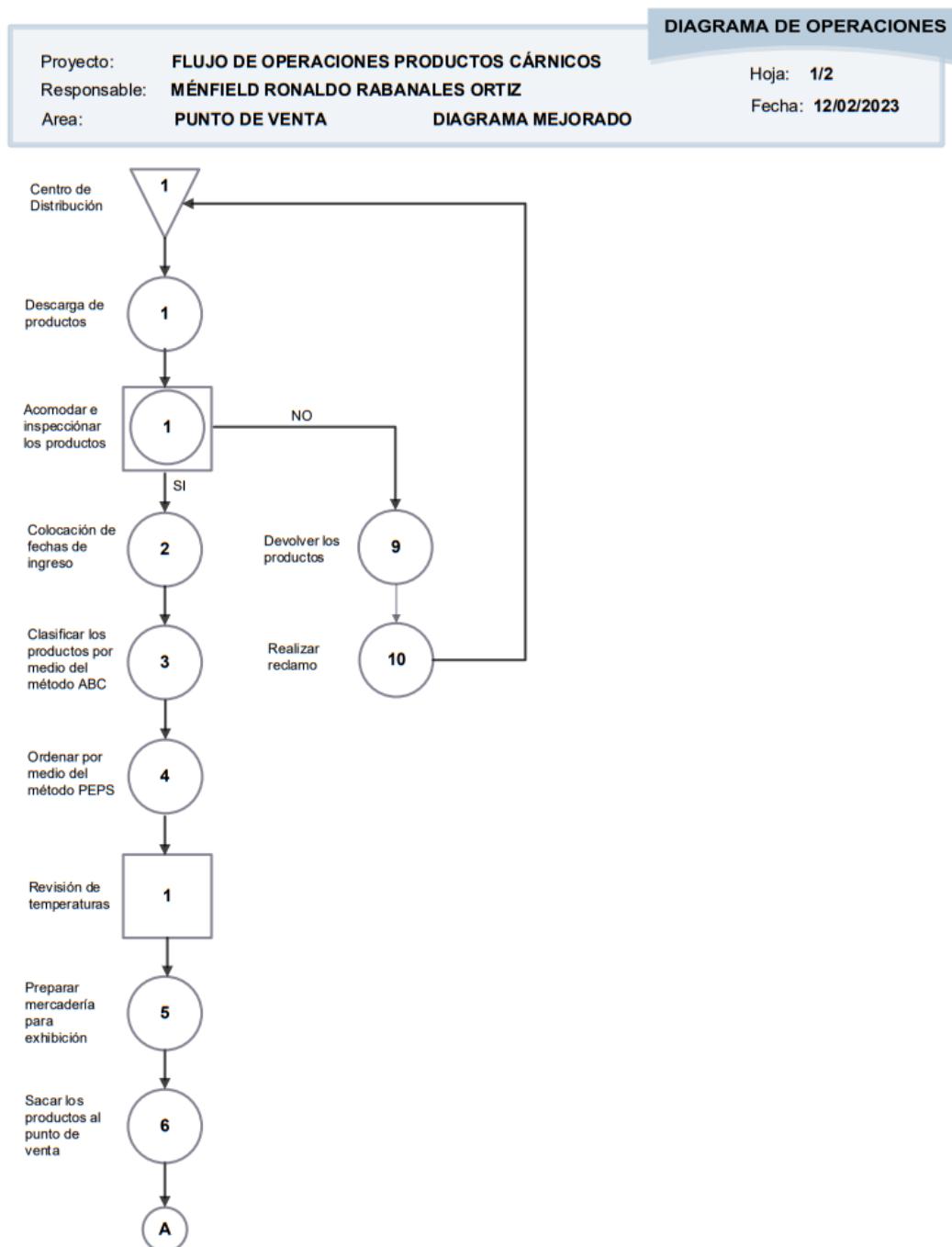
*Nota.* Almacenaje de productos ABC. Elaboración propia.

#### **4.1.3. Diagrama de flujo mejorado de operaciones de los productos cárnicos**

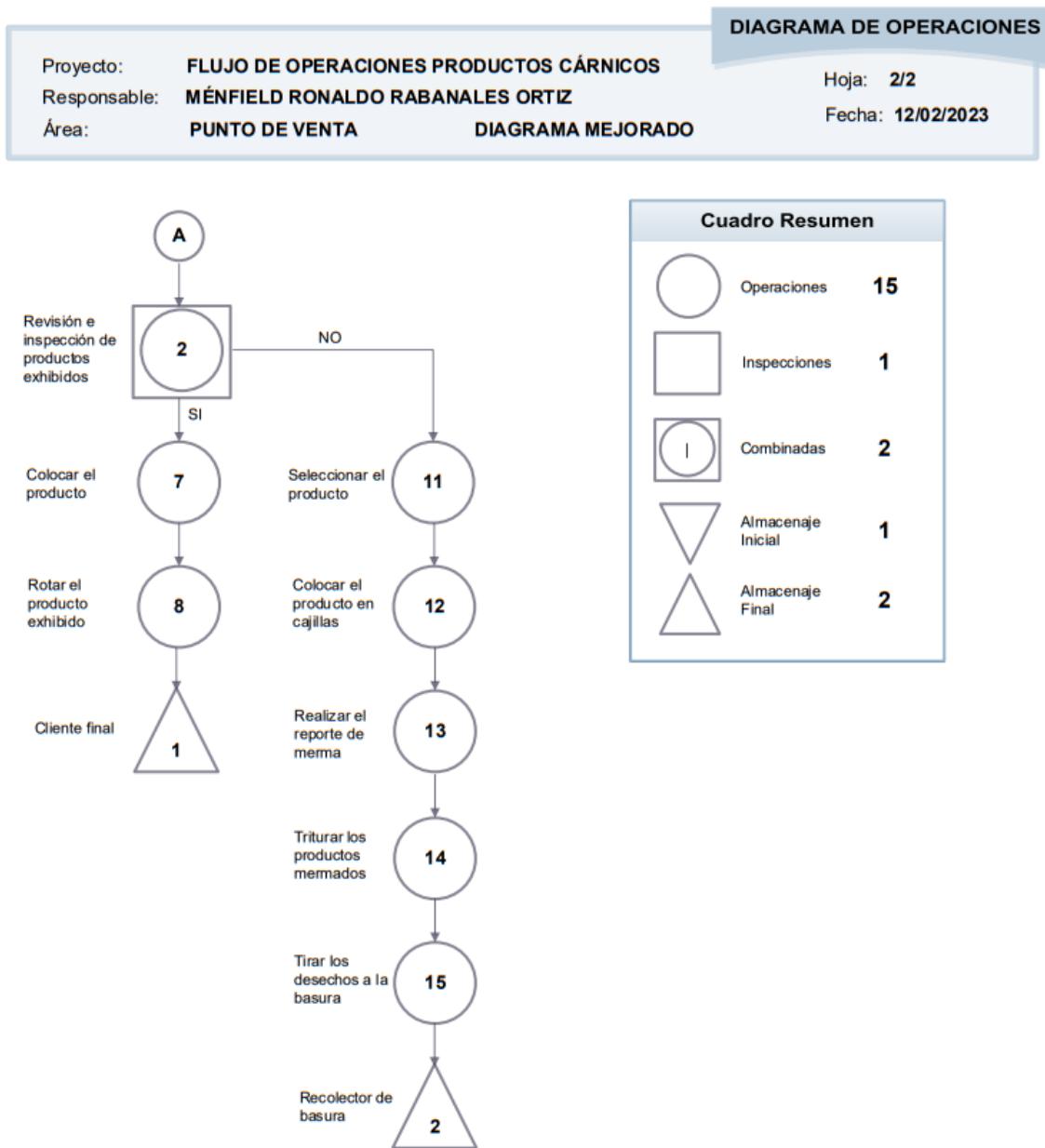
Se realizó una mejora al diagrama de flujo de operaciones de los productos cárnicos el cual se presenta a continuación.

**Figura 38.**

## *Diagrama de flujo mejorado de operaciones*



Continuación de la figura 38.



*Nota.* Diagrama de flujo mejorado de operaciones de los productos cárnicos en el punto de venta.  
Elaboración propia, realizado con Visio.

#### 4.2. Capacitación al personal operativo

La falta de capacitación fue otro factor importante que se encontró en la investigación, debido a esto el personal desconocía la importancia que tenían algunos de los procesos dentro de la operación, por lo que se tuvo un acercamiento con el departamento de recursos humanos y la operación para que ambas partes retomaran nuevamente las capacitaciones y charlas.

También se recomendó que absolutamente todo el personal operativo debía conocer cómo iban los resultados de la reducción y control de merma para que los empleados tuvieran un empoderamiento total de los procesos y hacerles conciencia que cada una de las actividades que realizan en su jornada laboral generan un impacto en los resultados de la empresa.

**Figura 39.**

*Capacitación personal operativo*



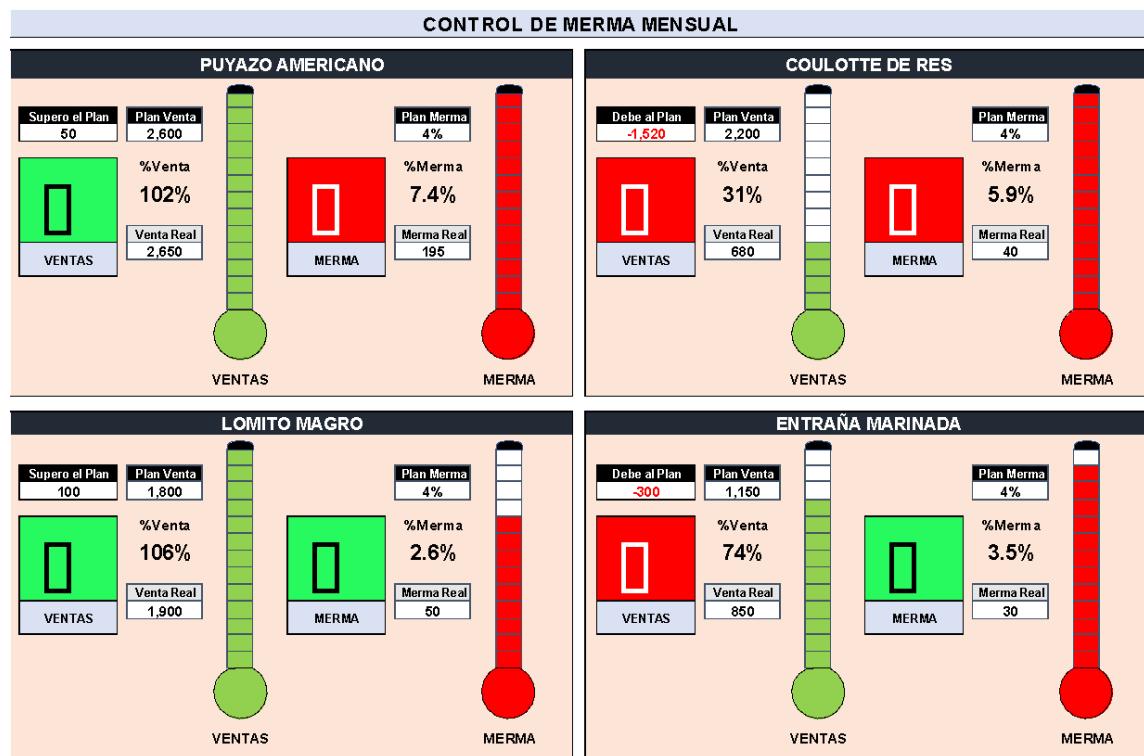
*Nota.* Capacitación al personal operativo de la tienda. Elaboración propia.

### 4.3. Seguimiento de control de merma

Se elaboró un *dashboard* con la ayuda del programa de Excel, para hacerlo se tomó la idea de representarlo como un termómetro para que al personal les fuera más fácil visualizarlo, interpretarlo y relacionarlo con lo importante que es mantener los productos perecederos con una temperatura óptima y velar por mantener la cadena de frío en todo momento, ver figura 40.

**Figura 40.**

*Dashboard de control de merma*



*Nota.* Ejemplo de control de merma de manera mensual. Elaboración propia, realizado con Excel.

Al *dashboard* se le colocó el plan de venta de los productos que requerían un seguimiento de acuerdo con el mes, adicional se registraron los datos de las ventas acumuladas conforme fueron transcurriendo los meses, así mismo también se le colocó el dato de cuánto era lo que estaban registrando como pérdida o merma del producto, para ambos indicadores la unidad de medida estaba dada en libras.

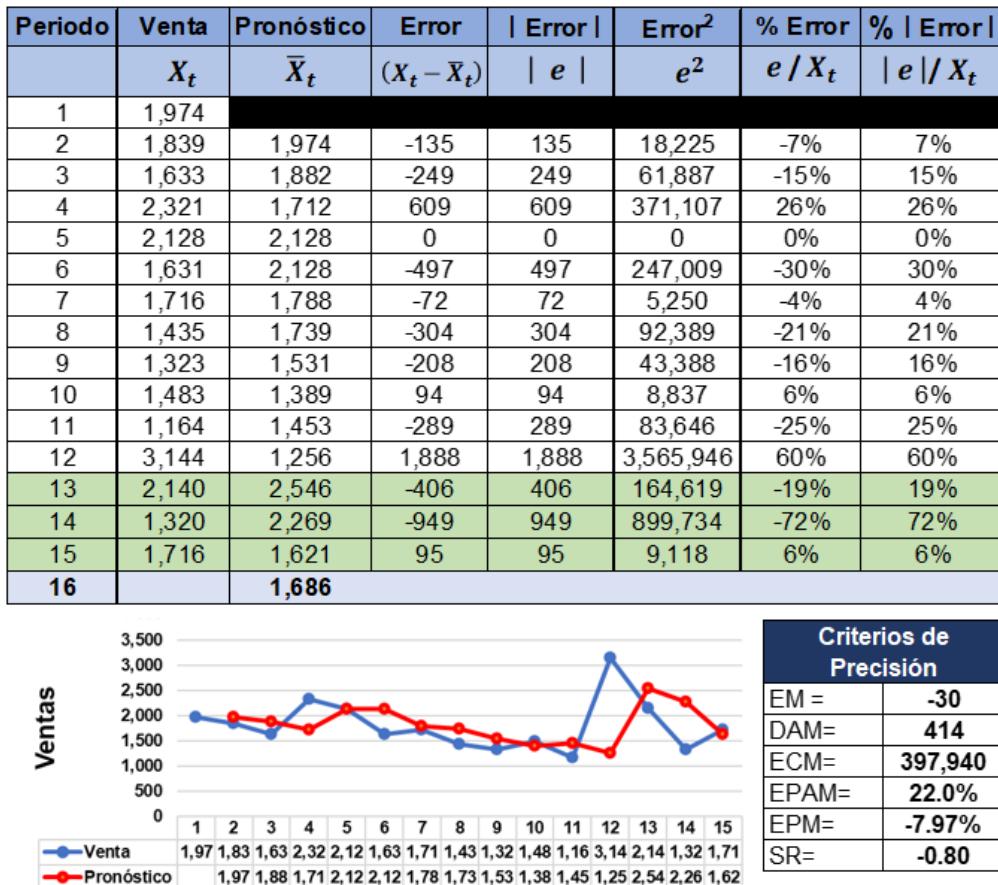
Se colocaron los indicadores de ventas y merma porque el porcentaje de merma se obtiene de dividir la cantidad mermada entre la cantidad vendida, para esta investigación solamente se aplicó a los productos catalogados como clase A y clase B para darles un mejor seguimiento y control, este *dashboard* se llenaba diariamente para poder actuar con tiempo y tomar decisiones.

#### **4.4. Análisis del modelo de pronóstico implementado**

Se implementó el modelo de pronóstico de suavización exponencial para lograr controlar los inventarios de los artículos que de acuerdo con el método ABC eran los que tenían altos márgenes de merma, con esto se evaluó la demanda del primer trimestre del 2023, obteniendo los siguientes resultados.

**Figura 41.**

*Análisis del modelo de pronósticos para el puyazo americano*



*Nota.* Descripción de resultados del análisis del modelo de pronósticos para el puyazo americano.  
Elaboración propia, realizado con Excel.

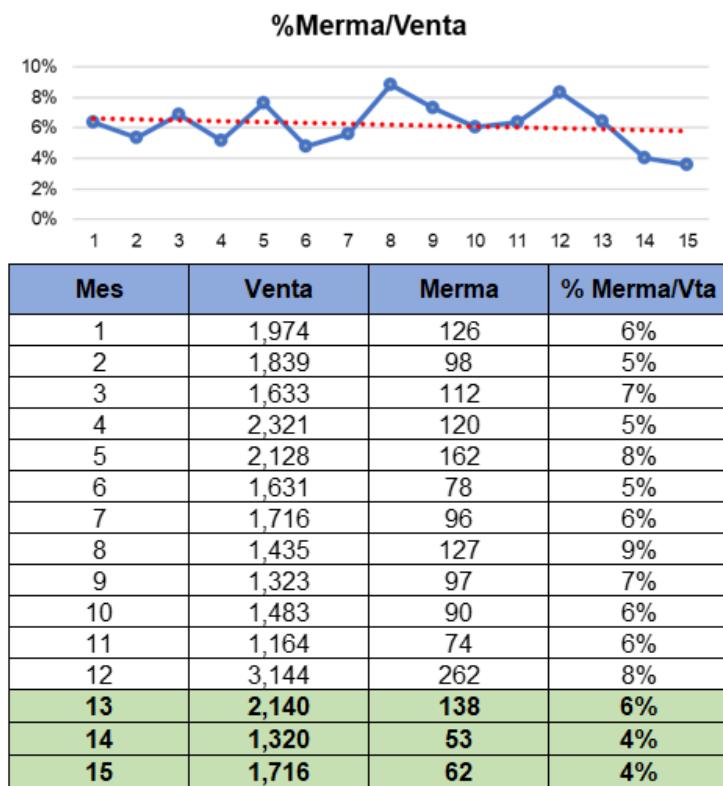
Los resultados que se obtuvieron del pronóstico para el Puyazo Americano no fueron los ideales, el pronóstico se vio afectado por el comportamiento de la demanda del mes 12 la cual presentó un repunte, esto debido a que para este mes en el punto de venta se realizó un impulso de este producto importado para capitalizar más ventas y aprovechar la afluencia de clientes de fin de año, lo que

provocó que la desviación absoluta media (DAM) incrementará de 395 a 414 por lo que se debe evaluar nuevamente el modelo y hacer un ajuste.

Lo relevante y realmente importante que hay que hacer mención es que con los ajustes operacionales de control y seguimiento se logró reducir los márgenes de merma en el primer trimestre para el puyazo en los meses 14 y 15 se redujo un 3 % de como venía y presentó una tendencia decreciente ver figura.

**Figura 42.**

*Tendencia de la merma para el puyazo americano*

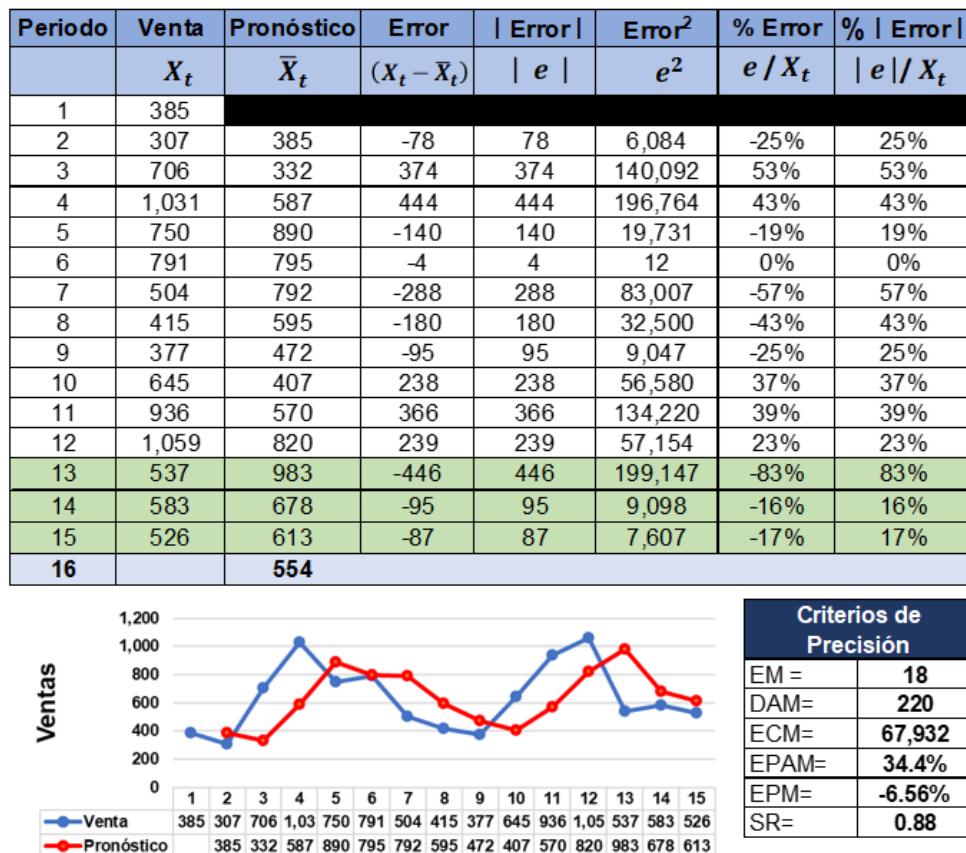


*Nota.* Descripción de resultados de tendencia para el puyazo americano. Elaboración propia, realizado con Excel.

El análisis de los datos obtenidos del pronóstico del coulotte pieza grande del primer trimestre del 2023 fueron positivos, estos datos estuvieron alineados con la demanda en los meses 14 y 15, la desviación absoluta media (DAM) se mantuvo con una pequeña variación ya que cambio de 222 a 220 y se consideró seguir con este modelo y conforme transcurra el tiempo si el comportamiento de la demanda lo requiere hacer un ajuste al factor de suavización, los resultados fueron los siguientes.

**Figura 43.**

*Análisis del modelo de pronósticos para el coulotte pieza grande*

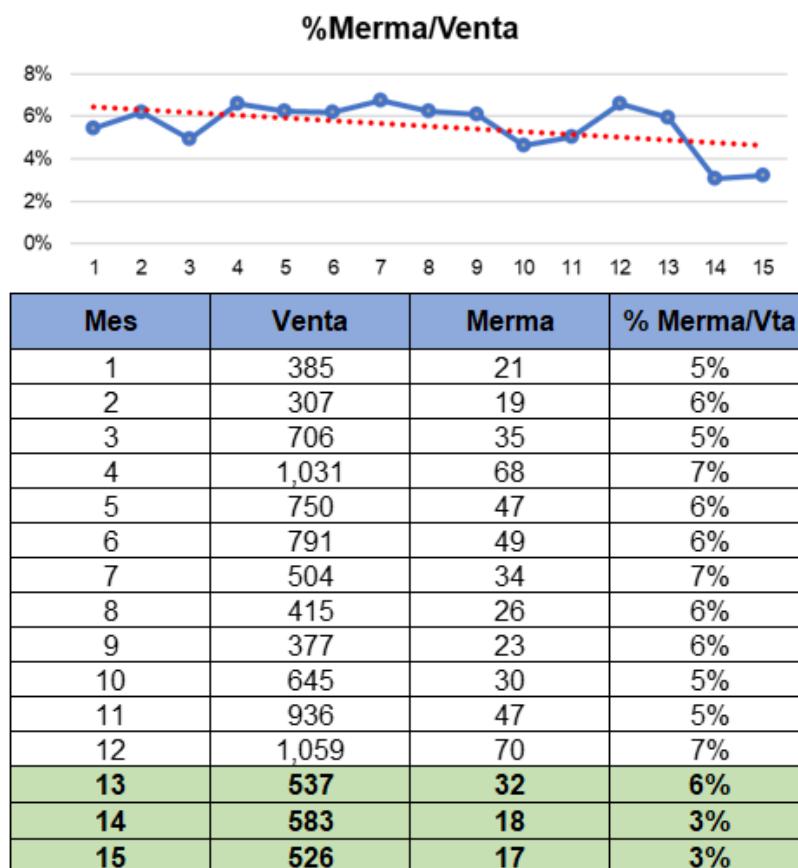


*Nota.* Descripción de resultados del análisis del modelo de pronósticos para el Coulotte Pieza Grande. Elaboración propia, realizado con Excel.

Con un buen modelo de pronósticos, el seguimiento y los controles implementados en la operación se pudo apreciar una baja en los márgenes de merma del primer trimestre para el coulotte pieza grande, como se aprecia en la tabla y gráfica en los meses 14 y 15 se redujo la merma en un 3 % de como venía y presentó una tendencia decreciente.

**Figura 44.**

*Tendencia de la merma para el coulotte pieza grande*



*Nota.* Descripción de resultados de tendencia de la merma para el coulotte pieza grande.  
Elaboración propia, realizado con Excel.

## 5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se realizó un análisis de los resultados obtenidos en la investigación que se llevó a cabo en un supermercado, en el cual se planteó un modelo de pronósticos que tomó como base el método ABC para disminuir la merma por daño de productos cárnicos.

### 5.1. Identificar los diversos factores que afectan el departamento de carnes que merman los productos

El primer objetivo consistió en encontrar los diversos factores internos y externos que afectaban al departamento de carnes que provocaban que se generaría merma de productos, se elaboró un diagrama de causa y efecto con el cual se analizaron varios factores entre los que se puede mencionar en primera instancia al personal operativo, en las visitas realizadas se demostró una falta de conocimiento de algunos procesos relevantes como lo era la rotación adecuada, velar por mantener la cadena de frío y revisión de fechas de caducidad, el personal operativo tenía un papel importante en todo el proceso desde la recepción hasta la exhibición del producto en las cámaras frías, es por eso que se recomendó capacitar al personal, darles empoderamiento para que tengan una mentalidad de dueños y velen por mantener inventarios sanos para evitar mermar los productos que al final afecta la rentabilidad del negocio.

Los equipos refrigerados representaron otro factor importante debido a que se encontraron equipos que no alcanzaban la temperatura ideal para evitar reducir el tiempo de vida de los productos, esto se vio reflejado directamente en la calidad de la carne como lo indicó Sorraça y Torres (2006) en su trabajo

*Manipulación y almacenamiento de alimentos*, este tipo de productos pueden presentar problemas en sus propiedades organolépticas como lo es el mal olor, pérdida de color y sabor que provocan que los productos no sean apetecibles, se recomendó el cambio de equipos, pero por temas administrativos contables los equipos presentaban valores en libros altos por lo que solo se realizaban mantenimientos correctivos, para cambiarlos requieren una inversión muy alta, lo que implicaba tener mayor control en estos equipos para mantener la cadena de frío.

Los niveles de inventarios fue otro factor a controlar, se evaluaron varios modelos de pronósticos para anticipar la demanda de los artículos que presentaban mayor oportunidad en cuanto a nivel de alta merma se refería, siendo el método de suavización exponencial el método que presentó los mejores criterios de precisión, el reto más fuerte de determinar la demanda es la variación del comportamiento de compra de los clientes como lo indicó Sierra (2010) en su publicación *Pronósticos de la demanda*, en el análisis para el puyazo americano se encontraron variaciones en las ventas de fin de año del 2022 debido a una estrategia comercial que provocó que se vendiera más producto del proyectado esto afectó los resultados, por lo que en estas situaciones es necesario evaluar y ajustar el modelo nuevamente.

Hay otros factores que no pueden ser controlados, los cuales eran registrados como merma desconocida, de estos se puede mencionar los hurtos o robos de mercadería por clientes deshonestos, principalmente en los productos de alto valor económico como lo eran los cortes importados, otro factor fue la pérdida de peso de las piezas de carne por pérdida de líquidos, también conocido como desajuste de la carne, este líquido es difícil de medir y controlar, si bien es cierto la merma cero no existe en este tipo de negocio, pero es necesario controlar los procesos para reducir el impacto de merma, porque los aumentos

de merma o tener altos niveles de merma no es rentable para cualquier negocio como lo mencionó Bruzzi (2014) en su artículo publicado *La merma en el mercado Retail*.

## **5.2. Aplicar un modelo de pronósticos de ventas que sirva como base para controlar los abastecimientos de inventarios y mejorar su rotación**

En el segundo objetivo se analizó un modelo de pronósticos adecuado que determinara la demanda que presentaban los productos con mayor oportunidad para controlar sus inventarios y mejorar su rotación, para esta selección se utilizó el método ABC como herramienta para visualizar fácilmente que productos presentaban mayor impacto en merma y tomar una decisión más eficiente, como lo demostró Fucci (1999) en su artículo *El gráfico ABC como técnica de gestión de inventarios*, este método permitió visualizar dentro del departamento de carnes cuales eran los productos que requerían mayor control los cuales fueron catalogados como tipo A siendo el puyazo americano y el coulotte pieza grande como se aprecia en la tabla 7, estos productos fueron los que se evaluaron en los modelos de pronósticos.

Los modelos de pronósticos que se evaluaron fueron el de promedio móvil, promedio móvil ponderado, suavización exponencial y el método de Holt, para determinar qué modelo era el adecuado, se evaluaron los criterios de precisión como lo explicó Cohen (2012) en su artículo *Pronóstico, gestión de recursos*, por lo que con los resultados que están en la tabla 8, el modelo de pronóstico más eficiente fue el de suavización exponencial por presentar el error más bajo en la evaluación de los criterios de precisión.

Los resultados del pronóstico del puyazo americano no fueron los ideales, el pronóstico se vio afectado por la demanda que se generó en el mes de diciembre, este mes presentó un repunte ocasionado por un impulso de este producto importado para capitalizar más ventas, aprovechando el tráfico de clientes de fin de año, lo que provocó que la desviación absoluta media (DAM) incrementara un 4.8 % por lo que se debe evaluar nuevamente el modelo y hacer un ajuste, ahora con los resultados del pronóstico para el coulotte pieza grande fueron positivos, los resultados del pronóstico estuvieron alineados con la demanda en los meses de febrero y marzo, la desviación absoluta media (DAM) se mantuvo con una pequeña variación por lo que conforme vaya pasando el tiempo si el comportamiento de la demanda lo requiere se puede hacer un ajuste al factor de suavización.

### **5.3.      Evaluar la calidad con la que llegan los productos cárnicos de los centros de distribución al punto de venta**

En el tercer objetivo se evaluó la calidad con la que llegaban los productos cárnicos del centro de distribución al punto de venta, se revisó y observó la calidad con la que los productos se entregaban en el punto de venta la cual cumplía con buenos estándares de calidad requeridos, los factores que afectaban la calidad fueron los factores extrínsecos como lo indicó Sorraza y Torres (2006) en su trabajo *Manipulación y almacenamiento de alimentos*, el inconveniente se presentaba cuando se perdía la cadena de frío en los camiones o en los procesos de recepción por el tiempo de espera para trasladar los productos desde el momento que se descargaban del camión hasta llevarlos a los cuartos fríos para su respectivo almacenamiento, este tiempo no debía ser mayor de 15 minutos.

Con la catalogación que se realizó de acuerdo a la matriz de los productos ABC se hicieron pruebas piloto en las que se trabajó conjuntamente con la operación y el centro de distribución en el que se realizaron mejoras a los procesos de envío, identificando y enviando separados por tipo de producto A, B o C con lo que se buscó reducir los tiempos de revisión, separación y traslado hacia los cuartos fríos para luego almacenarlos en áreas específicas previamente identificadas, con esto se mejoraron los tiempos de recepción e hizo más fácil darle seguimiento a los artículos catalogados como tipo A.

#### **5.4.     Validar los procesos y controles que se llevan en el punto de venta para disminuir el incremento de la merma de productos cárnicos**

Por último se implementaron procesos de control y seguimiento dentro de la tienda, se realizó un *dashboard* para darle seguimiento a los productos críticos, la operación no contaba con estos controles por lo que hubo la necesidad de implementarlo, con estos controles y ajustes operativos se logró una reducción del 4 % en la merma por daño solamente en los 2 productos evaluados, estos procesos se están considerando implementarlos en otras áreas de perecederos para lograr reducir los porcentajes de merma, de acuerdo con la tendencia que se venía registrando de merma hay una disminución significativa en el primer trimestre del 2023, de los artículos tipo A, esto significa que todo el trabajo de campo y de investigación obtuvo resultados positivos.



## CONCLUSIONES

1. Se logró reducir un 4 % la merma por daño de los productos cárnicos, ejecutando controles rigurosos en los productos de alto valor económico, se implementó el modelo de pronóstico de suavización exponencial el cual contrarrestó los excesos de inventario y merma que se venía registrando.
2. Se identificaron varios factores generadores de merma, entre estos se encontraron niveles de inventarios altos, mala rotación, pérdida de la cadena de frío, hurtos y el más importante el factor humano debido a la falta de capacitación y conocimiento de procesos.
3. El modelo de pronóstico que se ajustó a la demanda y controló los inventarios fue el de suavización exponencial, el cual presentó los criterios de precisión más bajos, la muestra que se evaluó fueron los productos catalogados como tipo A del método ABC.
4. La calidad con la que llegaban los productos del centro de distribución era aceptable, la pérdida de la cadena de frío se daba cuando se recibían los productos, se realizó una segmentación de productos previos a la entrega para agilizar el proceso de recepción y almacenaje con lo que se logró reducir estos tiempos.
5. La operación presentó deficiencias en los métodos de control y seguimiento para la reducción de merma, por lo que se elaboró un *dashboard* con la ayuda del programa de Excel y un *check list*, con esta

implementación se tomaron medidas en los problemas y se mejoraron los procesos.

## RECOMENDACIONES

1. Designar un gestor de inventarios que mantenga inventarios adecuados y detallados, que controle los excesos y desabastos que se puedan presentar.
2. Mantener equipos de alto desempeño que estén en constante capacitación y darles empoderamiento, con los excesos de inventarios que envía el área comercial hacer promociones para reducirlos y evitar mermar los productos.
3. Evaluar el modelo de pronóstico cada 3 meses y modificar el factor de suavización de ser necesario, la utilización del método ABC de ser posible aplicarlo en otras categorías y departamentos.
4. Mantener estándares de limpieza e inocuidad para conservar la calidad de los productos evitando perder la cadena de frío en todo el proceso, formar equipos anti-merma que velen por mantener buenas prácticas de manufactura.
5. Dar seguimiento a los procesos de control que fueron muy eficientes para la operación, evaluar aplicarlos en otras áreas en los productos con problemas de alta merma y mayor demanda.



## REFERENCIAS

- Álvarez, J. (2010). Evaluación agregada: una innovación en la gestión de inventarios en una empresa de alimentos de consumo masivo. *Pontificia Universidad Católica del Perú*, 1801(32), 1-10. <https://docplayer.es/3454066-Evaluacion-agregada-una-innovacion-en-la-gestion-de-inventarios-en-una-empresa-de-alimentos-de-consumo-masivo.html>
- Ballou, R. (2004). *Logística: administración de la cadena de suministro*. Pearson Educación.
- Bruzzi, M. (enero, 2014). *La merma en el mercado retail*. Foro de Seguridad. <https://www.forodeseguridad.com/artic/discipl/4116.htm>
- Bustos, C. y Chacón, G. (2010). Modelos determinísticos de inventarios para demanda independiente. *Contaduría y administración*, 57(3), 239-259. <https://www.redalyc.org/pdf/395/39523153011.pdf>
- Cohen, R. (2012). *Pronósticos, gestión de recursos*. FIUBA.
- Cuevas, J. (2004). *Control de costos y gastos en los restaurantes*. Editorial Limusa S.A.
- Fraizier, G. (2008). *Administración de producción y operaciones*. Editorial Thomsons.

Fucci, T. (1999). *El gráfico ABC como técnica de gestión de inventarios*. UNLU.

García, J. P. (2004). *Gestión de stocks de demanda independiente*. Editorial Universidad Politécnica.

Grijalva, E. (2009). *Métodos cuantitativos para los negocios*.  
<https://uplamcdn.files.wordpress.com/2009/04/libro-cap-04.pdf>

Gutiérrez, J. y Arcila, J. (2013). *Diagnóstico del sistema de inventarios de la empresa Productos La Escobita*. Universidad Tecnológica de Pereira.

Herrera, A. (2006). *Sistema de inventarios*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos.

Martínez, A. (2004). *Control de inventario con análisis de la demanda, para la empresa Sport B*. [Tesis de licenciatura, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú]. Archivo digital.  
[https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/martinez\\_ra/martinez\\_ra.pdf](https://sisbib.unmsm.edu.pe/bibvirtualdata/tesis/basic/martinez_ra/martinez_ra.pdf)

Mejía, D. y Rosas, M. (2010). *Propuesta de reducción de merma en la producción de una empresa de productos lácteos bajo la metodología DMAIC*. [Tesis de licenciatura, Instituto Politécnico Nacional]. Archivo digital.  
<https://tesis.ipn.mx/bitstream/handle/123456789/7402/UF7.183.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Mentzer, T. (2005). *Supply chain management*. [Gestión de la cadena de suministro]. Universidad de Tennessee.

Monterroso, E. (2000). *El proceso logístico y la gestión de la cadena de abastecimiento.* UNLU.

[https://www.researchgate.net/publication/296483187 El proceso logistico y la gestion de la cadena de abastecimiento](https://www.researchgate.net/publication/296483187_El_proceso_logistico_y_la_gestion_de_la_cadena_de_abastecimiento)

Morales, J., Saenz, R. y Cárdenas, R. (2006). *Introducción a la investigación de operaciones y su aplicación en la toma de decisiones gerenciales.* Ediciones Mayte.

Morelos, J., Fontalvo, T. y De la Hoz, E. (2012). Análisis de la cadena de suministro de un hipermercado. *INGENIARE*, 7(13), 11-24.

Moreno, W., Romero, A. y Membreño, A. (2008). *Comparación de los métodos de valuación de inventarios en una economía con alta tasa de inflación.* UNAM-RUCFA.

Parada, J. (12 de julio de 2006). *Sistema de inventarios.*  
<https://docplayer.es/1014625-Sistemas-de-inventario.html>

Parada, Ó. (2009). Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios. *Cuadernos de Administración*, 22(38), 169-187.  
<https://www.redalyc.org/pdf/20511730009.pdf>

Peña, V. y Zumelzu, L. (2006). Cadena de suministros: sus niveles de importancia, modelado de procesos de negocios. *Departamento de Informática.*  
[https://www.academia.edu/15806563/Cadena\\_de\\_Suministros\\_sus\\_niveles\\_e\\_importancia](https://www.academia.edu/15806563/Cadena_de_Suministros_sus_niveles_e_importancia)

Plaza, E. (2013). *Estudio de actualización de mermas de productos para mejorar la rentabilidad de Alimentos Licali S.A.* [Tesis de licenciatura, Universidad Autónoma de Occidente]. Archivo digital.  
<https://red.uao.edu.co/bitstream/handle/10614/5215/TID01599.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Puente, J., De la Fuente, D. y Gómez, A. (2004). *Una revisión de la clasificación ABC clásica: introducción de información adicional relevante.* Universidad de Oviedo.

Rubin, H. (2000). *Control de inventarios.* Instituto Tecnológico de Tepic.

Sierra, A. (2010). *Pronósticos de la demanda.*  
[https://www.academia.edu/17290616/UNIDAD\\_II\\_PRONOSTICO\\_DE\\_LA\\_DEMANDA](https://www.academia.edu/17290616/UNIDAD_II_PRONOSTICO_DE_LA_DEMANDA)

Sorrraca, R. y Torres, M. (2006). *Manipulación y almacenamiento de alimentos.* Editora Logicuba.

Trujillo, L. y Rodríguez, M. (2006). *Diseño de un sistema de control y gestión del inventario de producto terminado para una empresa productora de fertilizantes simples y compuestos.* [Tesis de licenciatura, Escuela Superior Politécnica del Litoral]. Archivo digital.  
<https://www.dspace.espol.edu.ec/bitstream/123456789/1602/1/3144.pdf>

Valero, A. (2008). *Nivel de servicio e inventario de seguridad, soluciones integrales de clase mundial.* Education, Training and Consulting, S.C.

Verastegui, M. y Huertas, I. (del 14 al 16 de septiembre de 2011). Modelo de manejo de inventarios para una empresa de alquiler de equipos de construcción. [sesión de congreso]. 9° *Encuentro Colombiano de Dinámica de Sistemas*, Bogotá, Colombia.  
<https://studylib.es/doc/5049387/modelo-de-manejo-de-inventarios-para-una-empresa-de-alqui>

Vidal, C., Londoño, J. y Contreras, F. (2004). Aplicación de modelos de inventarios en una cadena de abastecimiento de productos de consumo masivo con una bodega y N puntos de venta. *Ingeniería y Competitividad*, 6(1), 35-52.



# APÉNDICES

## Apéndice 1.

### *Matriz de coherencia*

Problemas	Objetivos	Resultados esperados	Metodología
<b>1. Problema principal</b> ¿Cómo se puede reducir los porcentajes de merma que está presentando actualmente la empresa en el departamento de carnes?	<b>1. Objetivo general</b> Reducir los porcentajes de merma de productos cárnicos desarrollando un modelo del método ABC para la segmentación de artículos y seleccionar un modelo de pronóstico adecuado.	<b>1. Objetivo general</b> Reducir el porcentaje de merma en el departamento de carnes de un 18 % a un 4 % por medio del método propuesto.	<b>1. Tipo de investigación</b> De acuerdo con el tipo de análisis y naturaleza del problema y objetivos planteados en el trabajo se considera una investigación aplicada, que se apoyara con un marco conceptual aplicado en el manejo y control de inventarios.
<b>2. Problemas secundarios</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cuáles son los factores que hacen que los productos cárnicos se mermen y afecten la utilidad del departamento?</li> <li>• ¿Cuál es el sistema que la empresa maneja para hacer sus proyecciones de ventas?</li> </ul>	<b>2. Problemas secundarios</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar los diversos factores que afectan el departamento de carnes y hacen que se mermen los productos.</li> <li>• Determinar un método adecuado para llevar un mejor control de inventarios y mejorar su rotación.</li> </ul>	<b>2. Problemas secundarios</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Controlar todos los factores que afectan directamente el porcentaje de merma.</li> <li>• Encontrar el método adecuado para tener un mejor control de inventarios y mejorar la rotación de los productos</li> </ul>	<b>2. Nivel de investigación</b> Será una investigación del tipo retrospectiva inicialmente, luego longitudinal y por último descriptiva.
			<b>3. Metodología de la investigación</b> En la presente investigación se empleará el método descriptivo, el análisis deductivo, estadístico entre otros.
			<b>4. Población</b> Esta investigación se enfocará en productos perecederos.
			<b>5. Muestra</b> La muestra en esta investigación serán carnes y cortes de res.

## Continuación del apéndice 1.

Problemas	Objetivos	Resultados esperados	Metodología
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Cómo es la calidad con la que llegan y se reciben los productos cárnicos en el punto de venta?</li> <li>• ¿Qué controles se llevan en el punto de venta para contrarrestar esta problemática?</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evaluar la calidad con la que llegan los productos cárnicos de los centros de distribución al punto de venta.</li> <li>• Validar los procesos y controles que se llevan en el punto de venta para disminuir el incremento de la merma de productos cárnicos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dar una retroalimentación a los centros de distribución sobre la calidad de los productos que envía a los puntos de venta.</li> <li>• Implementar controles acertados para mejorar la operación en el punto de venta.</li> </ul>	<p><b>6. Técnicas</b> Se recolectarán datos del sistema de la empresa para graficar y contar con un análisis documental</p> <p><b>7. Instrumentos</b> Los principales instrumentos que se aplican es la Guía del análisis documental.</p>

*Nota.* Descripción de la matriz de coherencia. Elaboración propia.

## Apéndice 2.

### Formato de encuesta

---

**ENCUESTA DE EVALUACIÓN**

**Datos Principales**

Nombre de tienda: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

Puesto del asociado: \_\_\_\_\_ Sexo: M  F

**Evaluación de tienda**

1) ¿Conoce el concepto de MERMA?  
SI  NO

2) ¿Cuál es el departamento que mayor oportunidad presenta en control de merma?  
Enumere según prioridad del 1 al 4  
Frutas y Verduras  Carnes  Mariscos  Panadería

3) ¿Cuáles son los 3 productos cárnicos que más merman?  
\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ y \_\_\_\_\_

4) ¿Cuántos días inventario manejan actualmente en el departamento de carnes?  
\_\_\_\_\_ días

5) ¿Sabe qué cantidad en dinero es lo que se merma a productos cárnicos en promedio diario en la tienda?  
SI  NO  si respondió SI Q. \_\_\_\_\_

6) ¿Cuál considera que es el problema principal por el cual se merman productos cárnicos?  
Temperaturas  Mala calidad  Equipo refrigerado en mal estado   
Producto llega muy maduro  Mala manipulación del producto  Fechas de vencimiento cortas   
Otros: \_\_\_\_\_

7) ¿Los productos cárnicos que reciben llegan de buena calidad y frescura?  
SI  NO

8) ¿Tienen algún método específico para realizar sus pedidos?  
SI  NO

9) ¿Cómo realizan sus pedidos?  
\_\_\_\_\_

10) ¿Funcionan bien sus equipos refrigerados?  
SI  NO

11) ¿Han recibido alguna capacitación sobre el manejo y manipulación de productos perecederos?  
SI  NO

12) ¿Sabe en qué consiste el método PEPS?  
SI  NO   
Explíquelo: \_\_\_\_\_  
\_\_\_\_\_

---

*Nota.* El instrumento de recolección de datos utilizado para la identificación de problemas de merma en los puntos de venta. Elaboración propia.

## Apéndice 3.

## *Formato de control de pedidos*

## HOJA DE CONTROL DE PEDIDOS

DEPARTAMENTO: \_\_\_\_\_

*Nota. El instrumento de recolección de datos utilizado para el control de pedidos en los puntos de venta. Elaboración propia, realizado con Excel.*

## Apéndice 4.

## *Formato de recepción de pedidos*

## HOJA DE RECEPCIÓN DE PEDIDOS

DEPARTAMENTO: \_\_\_\_\_

*Nota. El instrumento de recolección de datos utilizado para la recepción de pedidos en los puntos de venta. Elaboración propia.*

## Apéndice 5.

### Formato de check list

#### CHECK LIST

Tienda:			Fecha	RESULTADO FINAL
Gerente Tienda:				
Evaluador:			 Excelente &nbsp; 100 - 90  Alerta &nbsp; 85 - 70  Necesita mejorar &nbsp; 69 - 0	
Departamento:				
ASPECTOS EVALUADOS		EVALUACIÓN	OBSERVACIONES	
<b>1. Operativos</b>		SI	NO	N/A
<b>Control de pedidos</b>				
Implementado				
Completo				
Correcto				
Productos necesarios				
Tiene visto bueno de la gerencia				
<b>Proceso de recepción</b>				
Pedido impreso				
Termómetro				
Tara de cajas plásticas				
Uso de calculadora				
Revisión de productos mas mermados				
Traslado inmediato a bodegas				
<b>Control de áreas de almacenaje</b>				
Aplicación del método cromático				
Excesos				
Limpieza y orden				
Control de temperaturas				
Malos olores				
<b>Piso de venta</b>				
Uso de fondos falsos				
Rotación adecuada producto				
Niveles máximos de exhibición				
PlanoGRAMA al 100%				
Calidades adecuadas				
Rotación/Vencimiento				
Rotulación (precios)				
Limpieza y orden				
Control de temperaturas				
<b>2. Información</b>		SI	NO	N/A
Reporte de los mas mermados				
Revisión del reportes				
Compras y acreditaciones				
Seguimiento eventos				
<b>3. Administrativo</b>		SI	NO	N/A
Control estadístico productos				
Control de compras				
Cumplimiento desecho de merma				
Control de Plagas				
Termómetro de merma				
Seguimiento a Planes de acción				

*Nota.* El instrumento de evaluación para control de recepción de productos perecederos en los puntos de venta. Elaboración propia.