



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA QUE
GARANTICE LA MEJORA DE LA PRECISIÓN DEL PRONÓSTICO DE VENTAS DE UNA
INDUSTRIA ALIMENTICIA UBICADA EN GUATEMALA, APLICANDO EL PROCESO S&OP**

Arturo Rolando Alvarez Siliezar

Asesorado por MBA. Ing. Oscar Amilcar Anabizca Flores

Guatemala, febrero de 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA QUE
GARANTICE LA MEJORA DE LA PRECISIÓN DEL PRONÓSTICO DE VENTAS DE UNA
INDUSTRIA ALIMENTICIA UBICADA EN GUATEMALA, APLICANDO EL PROCESO S&OP**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ARTURO ROLANDO ALVAREZ SILIEZAR

ASESORADO POR MBA. ING. OSCAR AMILCAR ANABIZCA FLORES

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERO QUÍMICO

GUATEMALA, FEBRERO DE 2023

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANA	Ing. Aurelia Anabela Cordova Estrada
VOCAL I	Ing. José Francisco Gómez Rivera
VOCAL II	Ing. Mario Renato Escobedo Martínez
VOCAL III	Ing. José Milton De León Bran
VOCAL IV	Br. Kevin Vladimir Cruz Lorente
VOCAL V	Br. Fernando José Paz González
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

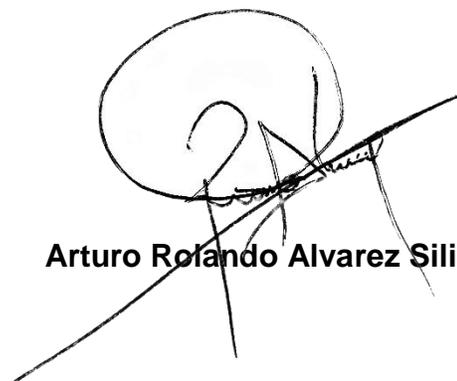
DECANO	Ing. Sydney Samuels Milson
EXAMINADOR	Dr. Adolfo Narciso Gramajo Antonio
EXAMINADORA	Ing. Teresa Lisely de León Arana
EXAMINADORA	Ing. Hilda Piedad Palma de Martini
SECRETARIO	Ing. Hugo Humberto Rivera Pérez

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:

DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA QUE GARANTICE LA MEJORA DE LA PRECISIÓN DEL PRONÓSTICO DE VENTAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA UBICADA EN GUATEMALA, APLICANDO EL PROCESO S&OP

Tema que me fuera asignado por la Dirección de Escuela de Estudios de Postgrado con fecha 11 de noviembre de 2022.



Arturo Rolando Alvarez Siliezar



EEPFI-PP-1890-2022

Guatemala, 11 de noviembre de 2022

Director
Williams G. Álvarez Mejía
Escuela De Ingeniería Química
Presente.

Estimado Ing. Álvarez

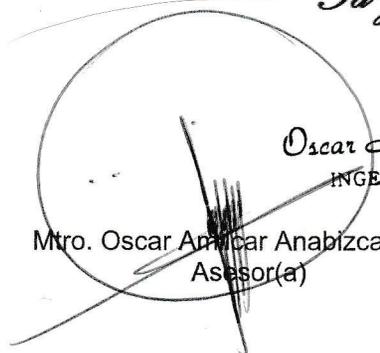
Reciba un cordial saludo de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería.

El propósito de la presente es para informarle que se ha revisado y aprobado el Diseño de Investigación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA QUE GARANTICE LA MEJORA DE LA PRECISIÓN DEL PRONÓSTICO DE VENTAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA UBICADA EN GUATEMALA, APLICANDO EL PROCESO S OP.**, el cual se enmarca en la línea de investigación: **Sistemas Integrados de Gestión - Gestión de la cadena de suministros**, presentado por el estudiante **Arturo Rolando Alvarez Siliezar** carné número , quien optó por la modalidad del "PROCESO DE GRADUACIÓN DE LOS ESTUDIANTES DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA OPCIÓN ESTUDIOS DE POSTGRADO". Previo a culminar sus estudios en la Maestría en ARTES en Gestion Industrial.

Y habiendo cumplido y aprobado con los requisitos establecidos en el normativo de este Proceso de Graduación en el Punto 6.2, aprobado por la Junta Directiva de la Facultad de Ingeniería en el Punto Décimo, Inciso 10.2 del Acta 28-2011 de fecha 19 de septiembre de 2011, firmo y sello la presente para el trámite correspondiente de graduación de Pregrado.

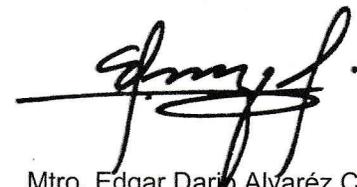
Atentamente,

"Id y Enseñad a Todos"


Oscar Anabizca Flores
INGENIERO INDUSTRIAL
Col. 11997
Mtro. Oscar Anabizca Flores
Asesor(a)


Mtro. Carlos Humberto Aroche Sandoval
Coordinador(a) de Maestría




Mtro. Edgar Darío Álvarez Cotí
Director
Escuela de Estudios de Postgrado
Facultad de Ingeniería





EEP.EIQ.1535.2022

El Director de la Escuela De Ingenieria Quimica de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor, el visto bueno del Coordinador y Director de la Escuela de Estudios de Postgrado, del Diseño de Investigación en la modalidad Estudios de Pregrado y Postgrado titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA QUE GARANTICE LA MEJORA DE LA PRECISIÓN DEL PRONÓSTICO DE VENTAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA UBICADA EN GUATEMALA, APLICANDO EL PROCESO S OP.**, presentado por el estudiante universitario **Arturo Rolando Alvarez Siliezar**, procedo con el Aval del mismo, ya que cumple con los requisitos normados por la Facultad de Ingeniería en esta modalidad.

ID Y ENSEÑAD A TODOS

Ing. Williams G. Álvarez Mejía; Mg.I.Q., M.U.I.E.
Director
Escuela De Ingenieria Quimica

Guatemala, noviembre de 2022

LNG.DECANATO.OI.234.2023

La Decana 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 Ingeniería Química, al Trabajo de Graduación titulado: **DISEÑO DE INVESTIGACIÓN DE UN MODELO DE PLANIFICACIÓN DE LA DEMANDA QUE GARANTICE LA MEJORA DE LA PRECISIÓN DEL PRONÓSTICO DE VENTAS DE UNA INDUSTRIA ALIMENTICIA UBICADA EN GUATEMALA, APLICANDO EL PROCESO S&OP**, presentado por: **Arturo Rolando Alvarez Siliezar**, después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE:



Inga. Aurelia Anabela Cordova Estrada

Decana



Guatemala, febrero de 2023

AACE/gaoc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios

Por amarme y siempre estar conmigo.

Mis padres

Angela Siliezar y Rolando Alvarez por su amor, sus sabios consejos y su ejemplar esfuerzo.

Mi esposa

Dora Villeda por ser mi fiel compañera de vida; por animarme y apoyarme genuinamente.

Mis hijos

Jose Daniel y María José Alvarez, por ser el motor y la energía que impulsan mi vida.

AGRADECIMIENTOS A:

Universidad de San Carlos de Guatemala Por ser la oportunidad de esfuerzo y aprendizaje; así como el lugar de tantos gratos recuerdos.

Ingenieros MSc. Oscar Anabizca y MSc. Jeannette Orozco por su guía en la culminación de este trabajo de graduación.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES	V
LISTA DE SÍMBOLOS.....	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANTECEDENTES	3
3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	5
3.1. Descripción del problema	5
3.2. Formulación del problema	5
3.2.1. Pregunta central	5
3.2.2. Preguntas de investigación.....	6
3.3. Delimitación de estudio.....	6
3.3.1. Límite temporal	6
3.3.2. Límite geográfico	7
3.3.3. Limite espacial.....	7
3.4. Viabilidad.....	7
3.5. Consecuencias de la investigación.....	7
3.5.1. De realizarse	8
3.5.2. De no realizarse.....	8
4. JUSTIFICACIÓN	9

5.	OBJETIVOS.....	11
5.1.	General	11
5.2.	Específicos.....	11
6.	NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN	13
7.	MARCO TEÓRICO	15
7.1.	Antecedentes de la empresa.....	15
7.1.1.	Giro de negocio	15
7.1.2.	Cadena de abastecimiento.....	16
7.1.2.1.	Diseño de la cadena de suministro	16
7.2.	Proceso y estructura de comercialización	17
7.2.1.	Proceso de comercialización	17
7.2.2.	Estructura de comercialización.....	18
7.3.	Planificación de ventas y operaciones (S&OP)	19
7.3.1.	Modelo S&OP.....	20
7.3.1.1.	Plan de demanda	21
7.3.1.2.	Plan de suministro	21
7.3.1.3.	Reunión previa S&OP	23
7.3.1.4.	Reunión ejecutiva.....	23
7.3.1.5.	Madurez del proceso	23
7.3.1.5.1.	Colaboración	24
7.3.1.5.2.	Organización	24
7.3.1.5.3.	Mediciones	24
7.3.1.5.4.	Tecnología	25
7.3.1.5.5.	Integración.....	25
7.3.2.	Pronóstico de ventas.....	25
7.3.2.1.	Familias y marcas de productos	27
7.3.2.2.	Canales de ventas.....	27

7.3.2.3.	Catálogo de productos.....	28
7.3.2.4.	Clasificación ABC	28
7.3.2.5.	Sistema logístico de distribución.....	28
7.3.2.6.	Recolección de datos.....	29
7.3.2.7.	Limpieza de datos.....	29
7.3.2.8.	Métodos estadísticos de pronósticos	30
7.3.2.9.	Medidas de error de pronósticos	31
7.3.2.10.	<i>Software</i> de pronóstico ForecastPro.....	31
7.3.2.11.	Modelo de generación de pronósticos ..	32
7.3.2.12.	Consolidación de pronósticos	32
7.3.3.	Planificación de la demanda	33
7.3.3.1.	Horizonte de planificación.....	33
7.3.3.2.	Calendario de planificación.....	34
7.3.3.3.	Integrantes de reunión de demanda	34
7.3.3.4.	Plan de demanda consensuado	34
7.3.4.	Puntos críticos de planificación de demanda	35
7.3.4.1.	Nuevos productos.....	35
7.3.4.2.	Productos <i>In&Out</i>	35
7.3.4.3.	Promociones.....	36
7.3.4.4.	Precios.....	36
7.3.4.5.	Historial del <i>back order</i>	36
7.3.5.	Beneficios de un modelo de planificación.....	37
7.3.5.1.	Cumplimiento de ventas	37
7.3.5.2.	Disminución de faltantes de producto ...	38
7.3.5.3.	Reducción de inventarios de producto	38
7.3.5.4.	Previsión de la capacidad instalada	38
8.	PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS	41

9.	METODOLOGÍA	45
9.1.	Enfoque	45
9.2.	Diseño	45
9.3.	Tipo	46
9.4.	Alcance	46
9.5.	Variables e indicadores	46
9.5.1.	Variables cualitativas.....	47
9.5.2.	Variables cuantitativas.....	47
9.6.	Matriz de consistencia.....	50
9.7.	Fases de la investigación	52
9.8.	Población y muestra	54
9.9.	Técnicas y metodología	55
9.10.	Resultados esperados.....	56
10.	TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	57
10.1.	Herramientas estadísticas descriptivas	57
10.1.1.	Media aritmética	57
10.1.2.	Desviación estándar	58
10.2.	Otras herramientas estadísticas.....	59
11.	FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO	61
12.	CRONOGRAMA.....	63
13.	REFERENCIAS	65
14.	APÉNDICES	69
15.	ANEXOS	71

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Esquema de solución del problema	13
2.	Actividades de la cadena de abastecimiento.....	15
3.	Proceso de comercialización.....	17
4.	Estructura de comercialización.....	18
5.	Fases del modelo S&OP	20
6.	Patrones generales de demanda regular	30

TABLAS

I.	Nivel de madurez del proceso S&OP de Grimson & Pyke.....	22
II.	Claves para mejorar el pronóstico de Mentzer	26
III.	Matriz de consistencia de variables e indicadores.....	51
IV.	Métodos de pronóstico utilizados por Forecast Pro.....	59
V.	Recursos financieros y materiales.....	61
VI.	Cronograma.....	63

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
σ	Desviación estándar poblacional
e	Error de estimación máximo esperado
t	Evento o producto analizado
Z	Nivel de confianza
P_t	Pronóstico del evento t en el periodo analizado
n	Tamaño de la muestra o eventos analizados
N	Tamaño de la población o eventos analizados
V_t	Venta real del evento t en el periodo analizado

GLOSARIO

BIAS	Es la diferencia o sesgo del error del pronóstico respecto de su dato real.
BO	Son pedidos que se realizan y procesan a pesar de que los productos solicitados no están en <i>stock</i> en él.
ERP	La planificación de recursos empresariales, también conocida como ERP, es un sistema que ayuda a automatizar y administrar los procesos empresariales de distintas áreas: finanzas, fabricación, venta al por menor, cadena de suministro, recursos humanos y operaciones.
FA	La forma más común de medir la precisión de un pronóstico (<i>forecast accuracy</i>) es comparar los resultados del pronóstico contra los valores reales del siguiente periodo.
KPI	Indicador clave de desempeño son los indicadores o valores cuantitativos que se pueden medir, comparar y monitorear, con el fin de exponer el desempeño de los procesos y trabajar en las estrategias de un negocio.

MAPE

Es el error de porcentaje medio absoluto, que es una medida relativa que escala esencialmente la MAD para que se muestre en unidades de porcentaje en lugar de en unidades de la variable.

WMAPE

La media del error absoluto en porcentaje ponderado asigna el peso correspondiente a cada producto, dependiendo del volumen de venta dentro del grupo.

RESUMEN

La disminución de la precisión del pronóstico está incrementando los faltantes de producto terminado y las quejas de los clientes. La motivación de esta investigación es proponer un modelo de planificación de la demanda que permita mejorar la precisión del pronóstico de ventas por medio de la implementación del proceso S&OP.

Al revisar el proceso de planificación de la demanda se identificarán los puntos críticos que ocasionan una baja precisión del pronóstico de ventas, al mismo tiempo que se determina cuáles de ellos generan la mayor cantidad de problemas asociados; de tal manera que permita establecer un plan de acción certero.

Se revisará el modelo usado y se establecerá un modelo propuesto de planificación de la demanda que permita alcanzar el nivel de madurez S&OP deseado y el incremento de la precisión del pronóstico. La efectividad del modelo propuesto será evaluada por medio de una simulación con los datos históricos de dicha industria alimenticia.

1. INTRODUCCIÓN

Esta investigación de sistematización tiene como objetivo diseñar un modelo de planificación de la demanda que garantice la mejora de la precisión del pronóstico de ventas de una industria alimenticia ubicada en Guatemala y está situada en la línea de investigación de sistemas integrados de gestión en el área de gestión de la cadena de suministros de la Maestría de Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala.

La disminución de la precisión del pronóstico está incrementando los faltantes de producto terminado y las quejas de los clientes. Por lo tanto, es de suma importancia diseñar un modelo de planificación de la demanda que permita mejorar la precisión del pronóstico de ventas; para ello, se aplicará el proceso de Planificación de Ventas y Operaciones (S&OP). El aporte de este trabajo consiste en mostrar un método adecuado para la implementación del proceso S&OP.

El esquema de solución implica revisar el modelo usado para la planificación de la demanda, con el propósito de encontrar el nivel de madurez dentro del proceso de planificación de ventas y operaciones (S&OP). Luego, se establecerá un modelo propuesto de planificación de la demanda que permita alcanzar el nivel de madurez S&OP deseado y así mejorar los puntos críticos que provocan la disminución de la precisión del pronóstico. La efectividad del modelo propuesto será evaluada con datos históricos, por medio de una simulación; si el modelo propuesto es efectivo permitirá la mejora de los indicadores de dicha empresa alimenticia. Por otro lado, tomando en cuenta los recursos necesarios y la obtención de la información, se considera que sí es factible realizar esta investigación.

De acuerdo con el índice propuesto, en el marco teórico se desarrollarán los antecedentes de la industria alimenticia de esta investigación, su giro de negocio y su cadena de abastecimiento; luego se explicará su proceso y estructura de comercialización, ya que son las actividades directas de las que depende el desarrollo del pronóstico de ventas. También se definirá el concepto de planificación de demanda y del pronóstico de ventas, desde el punto de vista del proceso de madurez S&OP, con el objetivo de analizar y proponer un modelo de planificación que garantice la mejora de la precisión del pronóstico de ventas.

Dentro del desarrollo de la investigación se revisará el modelo de planificación de la demanda usado por dicha industria alimenticia para definir el nivel de madurez S&OP usado. Luego de una evaluación gerencial se elegirá el nivel de madurez S&OP deseado, que permitirá establecer los puntos críticos que deben mejorarse entre el nivel usado y el deseado. Posteriormente, se realizará el diseño del modelo propuesto de planificación de demanda; que será evaluado por medio de una simulación.

Mientras que, en la presentación de resultados se revisará el diseño de la cadena de abastecimiento usada por dicha industria alimenticia y se realizarán los diagramas SIPOC correspondientes, con el objetivo de definir el nivel de madurez S&OP del modelo de planificación usado; luego se definirá el modelo de planificación propuesto, usando un diagrama SIPOC.

2. ANTECEDENTES

Existen varios estudios de maestría que ayudan a entender los beneficios del mejoramiento de la precisión del pronóstico y de la planificación de la demanda. Para obtener dichos beneficios es necesario analizar el proceso usado para encontrar los puntos críticos y así hacer una propuesta de mejora del proceso de planificación de la demanda.

Los siguientes estudios aportan a esta investigación pues demuestran que al mejorar el proceso de planificación de la demanda pueden obtenerse beneficios cuantitativos, a través de toda la cadena de abastecimiento. Manjarres y Mogollón (2017) afirman que el uso de modelos cuantitativos mejora el 26 % la precisión de pronósticos, al compararla con el uso de modelos cualitativos. De manera similar la investigación de Ibarra (2020) indica un mejoramiento del 35 % en el porcentaje de abasto, una disminución del 18 % en la venta perdida y una disminución del 12 % en los días de inventario al proponer un modelo de planificación de demanda.

Reyes (2017), Castellanos (2019) y Estrada (2020) define un incremento del 13 % en la eficiencia de la maquinaria de producción por medio del mejoramiento del pronóstico de ventas y la preparación de un plan maestro de fabricación. Igualmente, Ibáñez (2019) y Castañeda (2020) expresan los beneficios económicos en el flujo de caja al implementar la mejora del proceso de planificación.

Para obtener dichos beneficios primero debe conocerse la evolución del proceso usado en la planificación de demanda. Como plantea Ibáñez (2019) en

esta investigación también se utilizará el nivel de madurez del proceso S&OP de Grimson & Pike de cinco dimensiones: reuniones y colaboraciones, organización, mediciones, tecnología de la información e integración del plan S&OP; este modelo permitirá conocer el estado inicial y el nivel de madurez deseado por la alta dirección de la empresa.

El segundo paso es establecer los puntos críticos que se deben mejorar en el proceso de planificación de demanda. Manjarres y Mogollón (2017) verifican las causas de la baja asertividad del pronóstico de ventas; por lo que servirá de guía para identificar los puntos críticos del modelo de planificación en esta investigación. Para reforzar el establecimiento de los puntos críticos también se empleará el formato S&OP *OnePage* de la consultora CELOGIS de Tomas Gálvez con 45 aspectos a evaluar en 6 revisiones de: producto, demanda, finanzas, suministro, distribución almacén y distribución transporte, en las áreas que aplique.

También es necesario considerar que el modelo propuesto de planificación de demanda debe incluir aspectos de procesos, personas y tecnologías. Ibarra (2020) sostiene que el mejoramiento del proceso del plan de demanda contribuye a la disminución del error de pronóstico; por lo que dicho estudio aportará en el aspecto de procesos en esta investigación. Ibáñez (2019) plantea que los equipos deben ser multidisciplinarios; por lo que dicho estudio aportará en el aspecto de personas en esta investigación.

Yate y Aránzazu (2018) analizaron el resultado de varios programas de pronóstico de ventas, enfatizando que el *software* ForecastPro es la TIC adecuada y que es clave en la apropiación de la herramienta S&OP y ayudará a los directores a realizar pronósticos más acertados; por lo que dicho estudio aportará en el aspecto de tecnologías en esta investigación.

3. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El 51 % de error porcentual absoluto medio del pronóstico de ventas está generando desabastecimiento de producto terminado en una industria alimenticia ubicada en Guatemala en 2022. Esto se debe a que los datos futuros del pronóstico de ventas sirven para generar un correcto abastecimiento a través de toda la cadena de suministros; por ello la importancia de su precisión.

3.1. Descripción del problema

Dentro de las causas de la baja precisión del pronóstico se encuentra la falta de un *software* especializado y la poca capacitación en la elaboración de pronósticos, falta de segmentación del mercado por familias de productos, así como la falta de una política de pago variable al equipo de ventas. Las consecuencias inmediatas que está generando este problema se ven reflejados en un mal servicio a los clientes y los conflictos interdepartamentales por los excesos y los agotamientos de inventario producto terminado.

3.2. Formulación del problema

A continuación, las preguntas basadas en el problema de investigación.

3.2.1. Pregunta central

¿Cuál es el modelo de planificación de la demanda que garantiza la mejora de la precisión del pronóstico de ventas de una industria alimenticia ubicada en Guatemala?

3.2.2. Preguntas de investigación

- ¿Cómo se elabora el pronóstico de ventas dentro del modelo usado para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala?
- ¿Cuáles son los puntos críticos del modelo usado que ocasionan una baja precisión del pronóstico de ventas de dicha industria alimenticia ubicada en Guatemala?
- ¿Qué beneficios se obtienen mediante la simulación del modelo propuesto para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala?

3.3. Delimitación de estudio

Aunque el estudio de investigación es sobre una industria alimenticia multinacional el mismo se delimitará dentro del mercado de Guatemala, durante el año 2023. El presente trabajo de investigación se realizará dentro del siguiente límite temporal, límite geográfico y límite espacial con el objetivo de obtener datos precisos y exactos.

3.3.1. Límite temporal

Este estudio de investigación iniciará en noviembre 2022 y finalizará en octubre 2023 en una industria Alimenticia de Guatemala.

3.3.2. Límite geográfico

La investigación se realizará en una industria alimenticia ubicada en la zona 12 de la ciudad de Guatemala.

3.3.3. Limite espacial

El estudio se realizará en la bodega de producto terminado, en el departamento de planificación de la demanda.

3.4. Viabilidad

Tomando en cuenta el análisis de factibilidad (capítulo 11) sobre los recursos humanos, tecnológicos, licencias y gastos varios que se necesitan para el desarrollo de esta investigación y también el análisis de la metodología (capítulo 9) sobre las variables e indicadores, la matriz de consistencia, las fases de la investigación, la población y muestra, las técnicas y metodología de recolección de datos que se necesitan para realizar esta investigación, se considera que la realización de esta investigación sí es viable.

3.5. Consecuencias de la investigación

Al proponer un método adecuado para la planificación de la demanda se podrá aumentar la precisión del pronóstico y simultáneamente se podrá mejorar el servicio al cliente. Además, se podrán mejorar varios indicadores clave de la productividad (KPI) a través de toda la cadena de abastecimiento y sus implicaciones en la mejora de los márgenes percibidos por dicha industria alimenticia.

3.5.1. De realizarse

La implementación del presente trabajo de investigación permitirá lograr los siguientes resultados:

- Mejorar el cumplimiento de ventas, por canal y familia de productos
- Disminuir los faltantes de inventario de producto terminado
- Reducir el inventario de producto terminado
- Prever restricciones de capacidad instalada a futuro.

3.5.2. De no realizarse

En el caso de no realizar este trabajo de investigación ocasionará los siguientes inconvenientes:

- Continuas quejas de los clientes, por el mal servicio recibido;
- Aumento de faltantes de inventario de producto;
- Incremento del inventario de producto terminado;
- Capacidad de producción excedida durante la estacionalidad.

4. JUSTIFICACIÓN

La investigación se sitúa en la línea de investigación de sistemas integrados de gestión en el área de gestión de la cadena de suministros de la Maestría de Gestión Industrial de la Universidad de San Carlos de Guatemala, ya que se enfocará en diseñar un proceso de planificación de la demanda para mejorar la precisión del pronóstico de una industria alimenticia ubicada en Guatemala, aplicando el proceso S&OP.

La necesidad de esta investigación surge de la disminución de la precisión del pronóstico de ventas y sus consecuencias tales como el aumento de los inventarios de productos terminado, el incremento de los faltantes de producto terminado, el aumento de las quejas de los clientes y los problemas de comunicación entre departamentos.

La importancia de revisar el proceso de planificación de la demanda consiste en identificar los puntos críticos que ocasionan una baja precisión del pronóstico de ventas, al mismo tiempo que se determina cuáles de ellos generan la mayor cantidad de problemas asociados; de tal manera que permita establecer un plan de acción certero.

La motivación de esta investigación es proponer un modelo de planificación de la demanda que permita mejorar la precisión del pronóstico de ventas por medio de la integración de los departamentos involucrados a través de toda la cadena de suministros y que permita alinear los objetivos de estos para que la empresa logre los beneficios requeridos por la junta directiva.

Los beneficios de realizar esta propuesta de investigación se encuentra el mejoramiento del cumplimiento de ventas por familias de productos, la previsión de las restricciones de la capacidad instalada, la reducción de los inventarios inmovilizados y la disminución de los faltantes de inventario de producto terminado.

Los beneficiarios serán las unidades externas de la cadena de abasto de la organización como los clientes, ya que al incrementar la precisión del pronóstico de ventas mejorará el abastecimiento de producto terminado. De igual forma se beneficiarán los clientes internos como los propietarios, accionistas y colaboradores al incrementar los ingresos por concepto de ventas en la empresa.

5. OBJETIVOS

Los objetivos de esta investigación son las actividades principales para lograr entender las causas que generan una baja precisión del pronóstico de ventas; además, dichos objetivos permitirán encontrar un modelo de planificación de la demanda que permita mejorar el servicio al cliente por medio del oportuno abastecimiento de producto terminado.

5.1. General

Diseñar un modelo de planificación de la demanda que garantice la mejora de la precisión del pronóstico de ventas de una industria alimenticia ubicada en Guatemala.

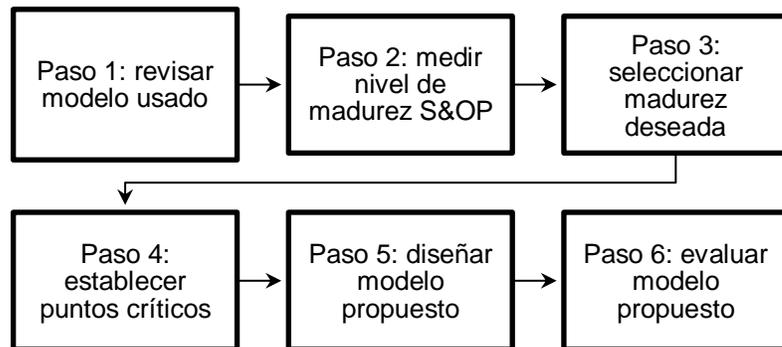
5.2. Específicos

- Revisar el procedimiento de elaboración del pronóstico de ventas dentro del modelo usado para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala.
- Identificar los puntos críticos del modelo usado que ocasionan una baja precisión del pronóstico de ventas de dicha industria alimenticia ubicada en Guatemala.
- Evaluar los beneficios que se obtienen mediante la simulación del modelo propuesto para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala.

6. NECESIDADES A CUBRIR Y ESQUEMA DE SOLUCIÓN

Este estudio surge de la necesidad de mejorar la precisión del pronóstico de ventas y el modelo de planificación de demanda para incrementar el cumplimiento de ventas por familias de productos, reducir los faltantes de inventario de producto terminado y prever las restricciones de capacidad instalada de una industria alimenticia ubicada en Guatemala.

Figura 1. **Esquema de solución del problema**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

De acuerdo con la figura 1 el esquema de solución comprenderá los siguientes pasos:

- Revisar el modelo usado para la planificación de la demanda.
- Medir el nivel de madurez del modelo usado para la planificación de la demanda.
- Seleccionar el nivel de madurez deseado por la gerencia general.

- Establecer los puntos críticos del modelo usado para la planificación de la demanda.
- Diseñar un modelo propuesto para la planificación de la demanda.
- Evaluar el modelo propuesto para la planificación de la demanda a través de una simulación usando datos históricos.

Dicho esquema de solución promueve el uso de procesos y herramientas de la gestión de la cadena de suministros, utilizados por empresas de categoría mundial. El modelo propuesto permitirá sincronizar los planes de la organización, alinear los recursos y las capacidades para incrementar el rendimiento de las ventas.

7. MARCO TEÓRICO

7.1. Antecedentes de la empresa

El establecimiento de una empresa tiene su origen en la necesidad de generar utilidades económicas; para ello, la empresa debe enfocarse en un giro de negocio y luego diseñar una cadena de abastecimiento óptima que le permita maximizar las utilidades. Específicamente, los pronósticos y la planificación de la demanda permiten dicha optimización de la cadena de abastecimiento.

7.1.1. Giro de negocio

El presente trabajo de investigación se desarrollará en una industria de origen guatemalteco; cuyo giro de negocio es la fabricación y comercialización de alimentos y bebidas de consumo humano en Centro y Norte América. Dicha industria se encuentra en constante crecimiento comercial, así como en una continua expansión de sus centros productivos.

Figura 2. **Actividades de la cadena de abastecimiento**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

7.1.2. Cadena de abastecimiento

Los términos cadena de suministro y cadena de abastecimiento se usan indistintamente en la industria y también en esta investigación. De manera general, se define que la “Cadena de suministros es un conjunto de actividades funcionales mediante las cuales la materia prima se convierte en productos terminados y se añade valor para el consumidor” (Ballou, 2004, p. 7). En la figura 2 se puede observar la cadena de abastecimiento general que dicha industria alimenticia necesita para convertir las materias primas en producto terminado; básicamente se divide en procesos de suministro, procesos de producción y procesos de comercialización. Específicamente, dentro del modelo de comercialización se puede verificar que la planificación de demanda es una actividad funcional importante en la cadena de abastecimiento.

7.1.2.1. Diseño de la cadena de suministro

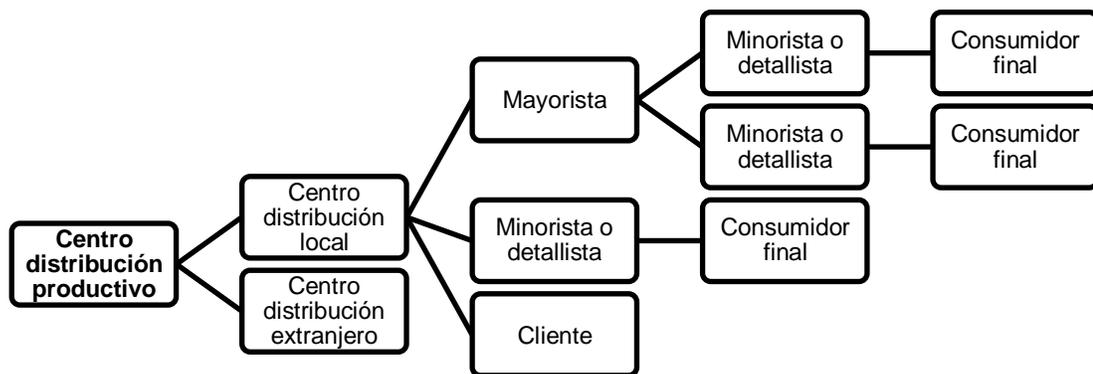
Para administrar eficientemente es necesario tomar en cuenta que “las decisiones sobre el diseño, planeación y operación de la cadena de suministro desempeñan un papel importante en el éxito o el fracaso de una compañía” (Chopra y Meindl, 2008, p. 8). El diseño de la cadena de abastecimiento es la base fundamental para lograr la eficiencia mencionada y específicamente la planificación de demanda es la actividad clave que será analizada y rediseñada en esta investigación.

Tomando en cuenta que en el “diseño de la cadena de suministro, la compañía decide qué procesos se llevarán a cabo en cada etapa” (Chopra y Meindl, 2008, p. 8) se realizará un análisis de cada una de las actividades que se relacionan con la planificación de demanda en dicha industria de alimenticia.

7.2. Proceso y estructura de comercialización

Como indica Meleán y Velasco (2017), una vez que el proceso de producción ha finalizado, comienza el proceso de comercialización y distribución. La fase de comercialización garantiza trasladar el producto terminado desde los centros productivos hasta los clientes o consumidores finales. En la figura 2 se puede observar que la fase de comercialización, de dicha industria alimenticia, se divide en varias actividades funcionales como planificación de la demanda, pedidos y ventas, distribución, clientes y *marketing*.

Figura 3. Proceso de comercialización



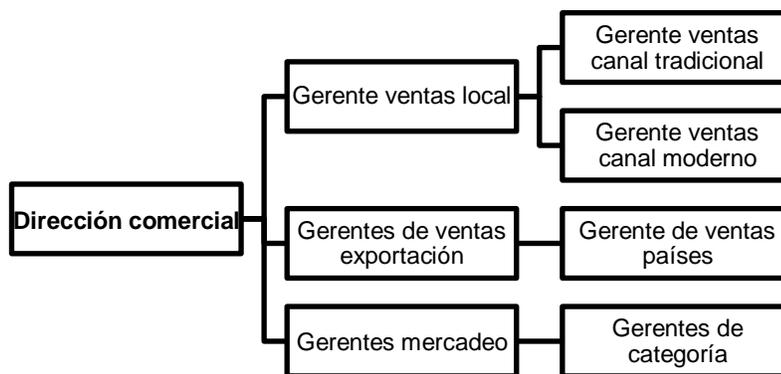
Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

7.2.1. Proceso de comercialización

Para cumplir con el objetivo de llevar el producto terminado desde los centros de distribución productivos hasta los consumidores finales es necesario, como indica Meleán y Velasco (2017), que intervengan diferentes intermediarios como centros de distribución locales o extranjeros, mayoristas y minoristas. En la figura 3 se puede observar un típico proceso de comercialización en el que se muestra la relación entre los diferentes intermediarios; las líneas representan el

transporte por medio del uso de paneles, camiones y contenedores que se necesitan para trasladar el producto de un intermediario a otro. Es importante recalcar que, el entendimiento de la fase de comercialización puede incidir en el diseño del procedimiento de la planificación de demanda.

Figura 4. **Estructura de comercialización**



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

7.2.2. **Estructura de comercialización**

De igual forma, es importante definir a los responsables del proceso de comercialización por medio de una estructura administrativa; ya que junto con cada uno de los responsables se revisa y define el pronóstico de ventas y la planificación de la demanda. En la figura 4, se puede observar una típica estructura de comercialización en la que hay un director comercial, gerentes de ventas por país, gerentes por cada tipo de canal de ventas, gerentes de mercadeo y gerentes por cada categoría o cada familia de productos.

El propósito de tener una estructura de ventas bien diseñada es lograr un buen cumplimiento del plan de demanda y del plan de ventas establecido en cada país, en cada región, en cada canal de ventas, en cada tipo de familias de

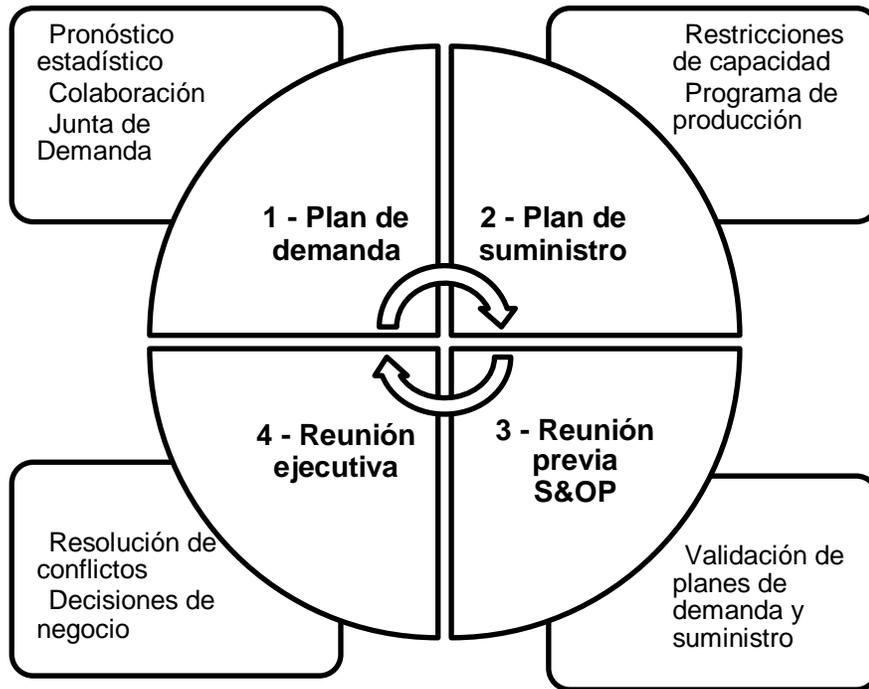
productos y en cada marca; definiendo los responsables, los recursos con los que se cuenta, las métricas de cumplimiento, entre otras.

7.3. Planificación de ventas y operaciones (S&OP)

Existen varios métodos o procesos para administrar la oferta y la demanda de las empresas, tales como: S&OP (*sales and operation planning*), SIOP (*sales, inventory and operations planning*), IBP (*integrated business planning*), MIOE (*merchandising, inventory and operations execution*).

Específicamente en esta investigación se utilizará el modelo S&OP como punto de partida para rediseñar el proceso de planificación de demanda. En términos generales estos modelos están enfocados en mejorar el balance de demanda y suministro en los aspectos generales de personas, procesos y tecnologías, optimizando márgenes y productividades; diferenciándose entre ellos, al poner un mayor énfasis y especialización en alguna actividad funcional específica.

Figura 5. Fases del modelo S&OP



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

7.3.1. Modelo S&OP

El modelo S&OP (*sales and operation planning*, por sus siglas en inglés) también se le conoce como proceso de planificación de ventas y operaciones. En términos generales “el proceso está diseñado para ayudar a una compañía a equilibrar la oferta y la demanda, y mantenerlas así a través del tiempo. Este equilibrio es esencial para el buen manejo de un negocio” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 516).

En la figura 5 se puede observar que para lograr este equilibrio entre demanda y oferta es necesario realizar todos los meses un conjunto de reuniones

cíclicas de plan de demanda, plan de suministro, revisión previa S&OP (balance) y reunión ejecutiva.

7.3.1.1. Plan de demanda

Previo a la reunión del plan de demanda, se debe realizar un pronóstico basado en las ventas históricas de los meses anteriores; el responsable de realizar dicho pronóstico es el planificador de demanda. Posteriormente, durante la reunión de demanda se revisan dichos pronósticos junto con ventas, mercadeo e inteligencia de mercado, con el propósito de establecer un plan de demanda de ventas por producto y por familias de productos.

7.3.1.2. Plan de suministro

El plan de demanda es enviado a planeación de producción con el propósito de entender las limitaciones de la capacidad instalada, planes de mantenimiento, recurso humano, inventarios de materiales y tiempos de entrega de los proveedores, entre otras, que limiten el cumplimiento de la demanda. Durante la reunión de plan de suministro se establece un programa de producción que considere todas las restricciones encontradas. Es deseable que en esta fase se establezcan diferentes escenarios de producción que puedan satisfacer la demanda junto con producción, mantenimiento, logística y compras, entre otros.

Tabla I. Nivel de madurez del proceso S&OP de Grimson & Pyke

	Etapa 1 Sin S&OP	Etapa 2 Reactivo	Etapa 3 Estándar	Etapa 4 Avanzado	Etapa 5 Proactivo
Reuniones y colaboración	<ul style="list-style-type: none"> •Sin cultura de S&OP. •Sin reuniones. •Sin colaboración. 	<ul style="list-style-type: none"> •Discusión solo a nivel General. •Sin reuniones formales. •Foco solamente en metas financieras. 	<ul style="list-style-type: none"> •Reuniones de Pre S&OP. •Reuniones Ejecutivas de S&OP. •Utilización de pocos datos de clientes y proveedores. 	<ul style="list-style-type: none"> •Datos de clientes y proveedores integrados en reuniones, tales como SellOut, stock de tiendas, etc. •Alto compromiso de toda la organización. 	<ul style="list-style-type: none"> •S&OP es parte de la cultura organizacional. •Ciclo de reuniones formales con alta participación. •Acceso a información en tiempo real.
Organización	<ul style="list-style-type: none"> •Sin organización S&OP. 	<ul style="list-style-type: none"> •Sin funciones o responsabilidades formales en el S&OP. •Baja participación de trabajadores clave del proceso. 	<ul style="list-style-type: none"> •Compromiso parcial de la organización. •Solamente participa Supply Chain y Ventas. 	<ul style="list-style-type: none"> •Equipo interdisciplinario formal de S&OP. •Participa Supply Chain, Ventas, MKT y Finanzas. •Participación del equipo ejecutivo. 	<ul style="list-style-type: none"> •S&OP aceptada en toda la organización y es entendida como una herramienta para rentabilidad de la compañía. •Colaboración con clientes.
Medición	<ul style="list-style-type: none"> •Sin proceso de medición de indicadores. 	<ul style="list-style-type: none"> •Sólo mide parcialmente el resultado a nivel general de planes versus ventas. 	<ul style="list-style-type: none"> •Se mide el Forecast Accuracy. •Se miden los indicadores de inventario. •Reportes de control al S&OP. 	<ul style="list-style-type: none"> •Se mide la efectividad de promociones y nuevos productos. •Se mide efectividad del S&OP. •Herramientas de Bussines intelligence como apoyo a S&OP. KPI's. 	<ul style="list-style-type: none"> •Se mide la rentabilidad de la compañía. •Se miden todos los indicadores de Supply Chain y calidad de portafolio. •Mejora continua de KPI's.
Tecnologías de Información	<ul style="list-style-type: none"> •Cada planner maneja sus propias planillas Excel. •No existe consolidación de información. 	<ul style="list-style-type: none"> •Muchas planillas de áreas distintas. •Existe consolidación de información, pero sólo manual. 	<ul style="list-style-type: none"> •Información consolidada y centralizada de forma manual. •Planificación de operaciones mediante software de planificación. 	<ul style="list-style-type: none"> •Proceso de planificación linkeados a ERP, pero no optimizada del todo. 	<ul style="list-style-type: none"> •S&OP integrado en la organización. •Completa interfaz con ERP. •Alto uso de software de proyectos. •Utilización de modelos estadísticos.
Integración de planes S&OP	<ul style="list-style-type: none"> •No existe planificación formal. •Sólo foco en cumplir ordenes de compra de clientes. 	<ul style="list-style-type: none"> •El plan de venta impulsa el plan de operaciones. •Proceso de arriba a abajo (Top-Down). •Existe ignorancia sobre capacidad de producción. 	<ul style="list-style-type: none"> •Existe algo de integración en los planes de venta. •Proceso secuencial pero sólo en una dirección. •Planes de abajo para arriba (Bottom-Up). 	<ul style="list-style-type: none"> •Planes completamente integrados. •Proceso colaborativo con clientes principales. •Aplicación de constraint forecast a nivel de cliente. 	<ul style="list-style-type: none"> •Proceso enfocados en optimizar la rentabilidad de toda la compañía. •Reglas y normas del proceso aceptadas por toda la organización. •Revisión de escenarios.

Fuente: Grimson y Pyke (2007). *Sales & Operations Planning: An Exploratory Study and Framework*.

7.3.1.3. Reunión previa S&OP

En esta reunión previa S&OP se revisa y valida el plan de demanda y los diferentes escenarios del plan de suministro con el propósito de balancear la oferta y la demanda desde una perspectiva de costos. Durante este proceso se deben realizar las recomendaciones y las anotaciones, junto con los departamentos de costos, operaciones y logística, que se consideren oportunas y consistentes con la reunión ejecutiva S&OP. Es muy importante comparar el plan de demanda y suministros con el presupuesto anual; ya que, idealmente los planes deben estar por arriba del presupuesto.

7.3.1.4. Reunión ejecutiva

En esta reunión deben ser solucionados o conciliados todos los conflictos surgidos durante la reunión previa S&OP entre la demanda y el suministro; por parte de la gerencia general. También se revisan los indicadores de desempeño históricos y los indicadores predictivos del modelo S&OP contra el presupuesto anual, a nivel de familias de productos; así como una visión del flujo de efectivo y del capital de trabajo. El objetivo de esta reunión es confirmar un plan de trabajo S&OP para su comunicación a toda la organización.

7.3.1.5. Madurez del proceso

En la tabla I se muestra el progreso de la madurez del modelo S&OP de Grimson y Pyke en 5 etapas: Ssn S&OP, reactivo, estándar, avanzado y proactivo. “El objetivo del modelo de Grimson y Pyke es la optimización de beneficios a través de la integración de los planes de las funciones de ventas, operaciones y finanzas” (Grimson y Pyke, 2007, p. 14). Para definir en qué estado de madurez se encuentra el modelo S&OP de dicha industria alimenticia deben

evaluarse los siguientes aspectos de: colaboración, organización, medición, tecnologías de información e integración de planes.

7.3.1.5.1. Colaboración

Como indica Grimson y Pyke (2007) en este tema se cubre todo lo concerniente a las personas ligado a las reuniones y colaboraciones en el marco del modelo S&OP. Desde la etapa en la que cada persona clave del modelo S&OP trabaja de manera aislada hasta la etapa más desarrollada en la que todos los colaboradores clave del modelo S&OP se reúnen de manera eficiente, considerando información relevante y actualizada de toda la cadena de suministros.

7.3.1.5.2. Organización

Como indica Grimson y Pyke (2007) en este tema se cubre todo lo concerniente a las personas en temas de estructura organizacional en el marco del modelo S&OP. Desde una etapa en la que ningún colaborador tiene responsabilidades del modelo S&OP hasta el momento en el que existen personas y equipos con responsabilidades bien definidas del modelo S&OP y han logrado que toda la empresa reconozca y experimente los beneficios de este sistema de trabajo.

7.3.1.5.3. Mediciones

Como indica Grimson y Pyke (2007) en este tema se cubre todo el aspecto de procesos en términos de la medición de la eficiencia del modelo S&OP. Iniciando con empresas en donde no se mide la eficacia del modelo S&OP hasta

una empresa desarrollada en la que se mide la rentabilidad total de la cadena de suministros y cada participante clave S&OP es responsable de lograrla.

7.3.1.5.4. Tecnología

Como indica Grimson y Pyke (2007) en este tema se cubre lo relacionado con las tecnologías de la información que dan apoyo al modelo S&OP. Iniciando con empresas en donde cada persona trabaja con hojas de cálculo aisladas, hasta aquellas empresas evolucionadas en las que existe un ERP con información en tiempo real de toda la cadena de abastecimiento optimizada conjuntamente.

7.3.1.5.5. Integración

Como indica Grimson y Pyke (2007) en este tema se cubre todo el aspecto de procesos en términos de la integración entre la demanda y el suministro dentro de la optimización del modelo S&OP. Iniciando con empresas en donde solamente hay una respuesta reactiva para tratar de satisfacer los pedidos del cliente, hasta aquellas empresas que logran optimizar los beneficios entre las ventas y las operaciones tomando en cuenta múltiples escenarios y variables.

7.3.2. Pronóstico de ventas

El pronóstico es la estimación de la venta futura de una empresa. Es importante entender que “el pronóstico proporciona los datos de entrada para la planeación y control de todas las áreas funcionales, incluyendo logística, marketing, producción y finanzas” (Ballou, 2004, p. 287). Por ello, la importancia de una proyección de ventas radica en proveer a otras áreas funcionales una información correcta para tomar decisiones acertadas y en sincronía con toda la

empresa. Como indica Wilson y Keating (2009) citando a Mentzer, existen siete claves para mejorar el pronóstico, resumidas en la tabla II.

Tabla II. Claves para mejorar el pronóstico de Mentzer

Claves	Problemas y Síntomas	Acciones	Resultados
• Comprender qué es y qué no es la previsión.	<ul style="list-style-type: none"> • El sistema informático como foco, en lugar de los procesos y controles de gestión. • No se distingue entre pronósticos, planes y metas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer un grupo de pronósticos. • Implementar sistemas de control de gestión antes de seleccionar el software de pronóstico. • Distinguir entre pronóstico y metas de ventas. • Realizar planes a partir de pronósticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se reconoce que el pronóstico es una función empresarial crítica. • Énfasis en la precisión y juego minimizado.
• Pronostique la demanda, planifique la oferta.	<ul style="list-style-type: none"> • Uso del historial de envíos como base para pronosticar la demanda en lugar de la demanda real. 	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar las fuentes de información de la demanda. • Crear sistemas para capturar datos clave de la demanda. 	<ul style="list-style-type: none"> • Mejor servicio al cliente y planificación de capital.
• Comunicar, cooperar y colaborar.	<ul style="list-style-type: none"> • Duplicación del esfuerzo de pronósticos. • Desconfianza del pronóstico oficial. • Poca comprensión de la impacto en toda la empresa. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer un enfoque multi-funcional para pronosticar. • Establecer un grupo independiente de pronósticos que promueva la colaboración multi-funcional. 	<ul style="list-style-type: none"> • Toda la información relevante es usada para generar pronósticos. • Los usuarios confían en el pronóstico oficial. • Pronóstico más preciso y relevante.
• Eliminar islas de análisis.	<ul style="list-style-type: none"> • Desconfianza e información inadecuada que lleva a diferentes usuarios a crear sus propios pronósticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Construir una sola "infraestructura de pronóstico". • Brindar capacitación tanto para usuarios como para desarrolladores de pronósticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Pronósticos más precisos, relevantes y creíbles. • Islas de análisis eliminadas. • Inversiones optimizadas en sistemas de información y comunicación.
• Usar correctamente las herramientas.	<ul style="list-style-type: none"> • Dependier únicamente de métodos cualitativos o cuantitativos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Integrar métodos cuantitativos y cualitativos. • Identificar fuentes de mayor y menor precisión. • Proporcionar instrucciones. 	<ul style="list-style-type: none"> • Procesos más eficaces y eficientes.
• Dar importancia.	<ul style="list-style-type: none"> • No existe responsabilidad por pronósticos deficientes. • Los desarrolladores no entienden cómo se usan los pronósticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitar a los desarrolladores para comprender las implicaciones de los pronósticos deficientes. • Incluir la precisión del pronóstico en los sistemas de recompensas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Los desarrolladores se toman más en serio las previsiones. • Mayor esfuerzo por la precisión. • Más precisión y credibilidad.
• Medir, medir, medir.	<ul style="list-style-type: none"> • No saber si la empresa está mejorando. • Precisión no medida en niveles de agregación relevantes. • Incapacidad para aislar las fuentes de error de pronóstico. 	<ul style="list-style-type: none"> • Establecer métricas multidimensionales. • Incorporar medidas multinivel. • Medir la precisión cuando y donde quiera que se ajusten los pronósticos. 	<ul style="list-style-type: none"> • El desempeño del pronóstico se puede incluir en planes de desempeño individuales. • Las fuentes de error se pueden aislar y orientar para su mejora. • Mayor confianza en el proceso de pronóstico.

Fuente: Wilson y Keating (2009). *Business Forecasting with ForecastX*.

7.3.2.1. Familias y marcas de productos

Es importante entender el pronóstico de ventas en función de las familias de productos y también de los clientes. “En cuanto a la oferta, las operaciones agregadas se llevan a cabo por familias de productos y, en relación con la demanda, por grupos de clientes” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 516). En esta industria existen dos familias de productos: Alimentos y bebidas y cada una de ellas tiene especificaciones, variables y procesos de producción distintos; también a nivel de comercialización existen diferentes clientes y, por lo tanto, modelos distintos de comercialización y mercadotecnia. Es trascendental entender y separar los productos en diferentes familias porque cada una de ellas tendrá distintos comportamientos de pronóstico de ventas.

7.3.2.2. Canales de ventas

En el proceso de comercialización descrito por Meleán y Velasco (2017), resumido en la figura 3, indica que entre el centro productivo y los consumidores finales existen diferentes intermediarios que se encargan de la distribución del producto terminado llamados mayoristas y detallistas; a estos últimos se les conoce como canal tradicional. Al anterior, debe agregarse el canal moderno (supermercados), el canal de industria (B2B, *business to business*) y el canal institucional (restaurantes, hoteles, cafeterías, entre otros).

Es importante entender el pronóstico de ventas de cada producto en cada uno de los canales de ventas, así como la proporción de participación de cada canal de venta dentro del pronóstico total; ya que un producto puede ser de alta demanda en un canal y de baja demanda en otro canal diferente. Finalmente, puede medirse la rentabilidad por canal de ventas.

7.3.2.3. Catálogo de productos

El área de mercadeo se esforzará por tener un catálogo de ventas robusto que pueda ofrecer al consumidor final o los clientes; con el objetivo de dar mayor opción de compra que la competencia. El catálogo de productos es un documento en el que se encuentran organizados todos los productos por familias de producto, junto con las propiedades fisicoquímicas e información esencial, para que los clientes puedan tomar decisiones de compra rápidamente. El propósito de un catálogo de productos es incrementar las ventas o el número de clientes, lo que finalmente afectará los pronósticos.

7.3.2.4. Clasificación ABC

Dentro de una misma familia de productos no todos los productos poseen el mismo volumen de ventas. Por ello, “el concepto 80-20 se deriva de que el volumen de ventas es generado por relativamente pocos productos. Es decir, 80 % de las ventas de una empresa se generan por 20 % de los artículos de la línea de productos” (Ballou, 2004, p. 68). A esto se le conoce como la ley de Pareto y es importante reconocerlo para entender las variaciones de la demanda de cada uno de los productos.

7.3.2.5. Sistema logístico de distribución

También es importante dividir el pronóstico por países, regiones y canales de venta, ya que la cadena de abastecimiento debe imaginarse como una red de suministro de producto terminado, “como una red de eslabones y nodos. Los eslabones de la red representan el movimiento de bienes entre distintos puntos de almacenamiento de inventario. Estos puntos de almacenamiento (tiendas al menudeo, almacenes, fábricas o vendedores) son los nodos” (Ballou, 2004, p.

41). El pronóstico de venta de un mismo producto puede ser diferente para cada país, región o canal de venta. Si bien la industria alimenticia vende en varios países, en esta investigación se analizará únicamente la proyección de ventas del mercado doméstico de Guatemala.

7.3.2.6. Recolección de datos

Dentro de cada red de suministro de producto, de cada empresa, “existe una red de flujos de información. La información se deriva de los ingresos por ventas. Los nodos son los distintos puntos de recolección de información” (Ballou, 2004, p. 42). En la industria alimenticia de esta investigación existen diferentes regiones, canales de ventas y clientes. Se recolectarán los datos de ventas facturadas de cada uno de los nodos dando como resultado una base de datos histórica consolidada de Guatemala.

7.3.2.7. Limpieza de datos

Una vez que se han recopilado los datos es necesario realizar una limpieza de los mismos porque algunos datos quizá no sean pertinentes. En la práctica, a algunos datos les faltan valores que deban estimarse. Normalmente se requiere algún esfuerzo para obtener datos en la forma requerida, para usar ciertos procedimientos para pronosticar (Hanke y Wichern, 2010).

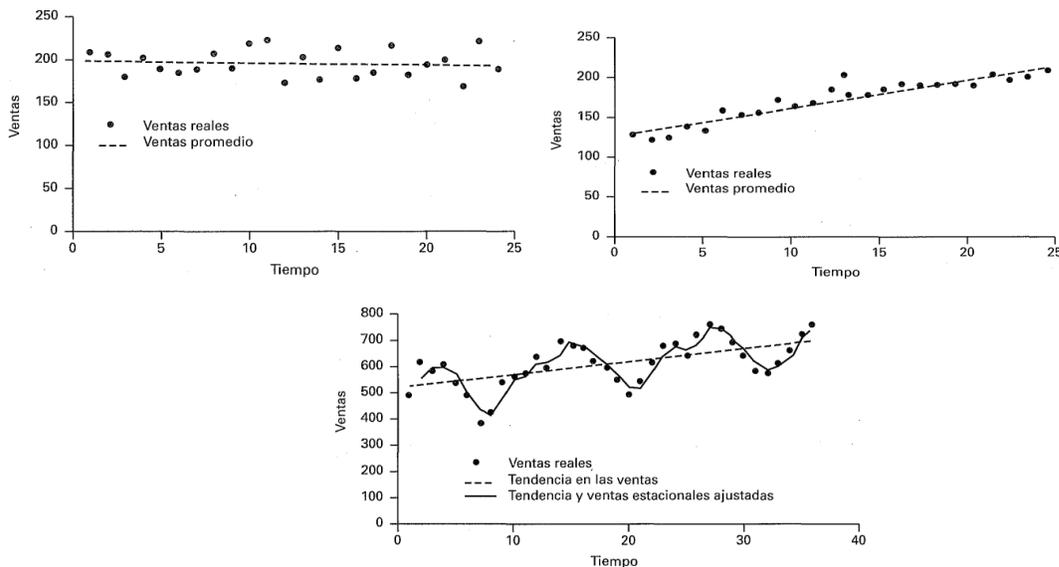
También puede utilizarse un criterio o factor de rechazo de ciertos datos de ventas que tienen un incremento debido a algún evento externo que no se repetirá en el futuro. En otros casos, hay quiebres de inventario que provocaron un sesgo hacia abajo en la venta histórica, por lo que se deben complementar con la venta perdida; en esta investigación se complementará la facturación con

los pedidos insatisfechos, con el objetivo de representar de mejor manera las ventas naturales o reales de la industria o empresa analizada.

7.3.2.8. Métodos estadísticos de pronósticos

Cada producto tiene un historial de ventas particular o un patrón de demanda distinto de otro producto; esto se hace más evidente si se comparan productos de distintas familias. “Los patrones de demanda por lo regular podrán descomponerse en componentes de tendencia, estacionales y aleatorios” (Ballou, 2004, p. 288). En la figura 6 se observan estos patrones.

Figura 6. Patrones generales de demanda regular



Fuente: Ballou (2004). *Logística. Administración de la cadena de suministro.*

Los métodos estadísticos de pronósticos son herramientas matemáticas que permiten calcular pronósticos de ventas. A nivel general, existen varios

métodos de pronóstico y “se han dispuesto en tres grupos: cualitativos, de proyección histórica, y causales” (Ballou, 2004, p. 291).

En esta investigación se usarán los métodos de proyección histórica debido a que se tiene una base de datos anual y mensual con información suficiente para detectar patrones de tendencia, estacionales y aleatorios, para dicha industria alimenticia.

Los métodos de proyección histórica también son conocidos como series de tiempo; su uso es recomendable si “las series de tiempo son estables y bien definidas, la proyección de esta información al futuro puede ser una forma efectiva de pronóstico para el corto plazo” (Ballou, 2004, p. 291).

7.3.2.9. Medidas de error de pronósticos

Ya que no existen métodos estadísticos perfectos debe esperarse un error de pronóstico asociado; tomando en cuenta que “el término error se refiere a la diferencia entre el valor de pronóstico y lo que ocurrió en realidad” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 480). Aunque hay diferentes formas de medir el error del pronóstico, en esta investigación se utilizará el MAPE para medir el error de cada uno de los métodos estadísticos de pronóstico.

7.3.2.10. Software de pronóstico ForecastPro

Como cada producto tiene distinto patrón de demanda “ningún modelo de pronóstico individual puede ser el mejor en toda ocasión. En vez de ello, la combinación de los resultados de varios modelos puede generar pronósticos más estables y precisos” (Ballou, 2004, p.312). Es decir que, a partir del historial de ventas deben calcularse diferentes métodos estadísticos de pronóstico para cada

producto y estimar cuál método es el que genera menor error de pronóstico. Sin embargo, calcular todos los métodos y errores estadísticos para cada uno de los productos del catálogo de ventas es impráctico porque llevaría mucho tiempo; por ello en esta investigación se utilizará un *software* de pronóstico.

Los *software* o programas de pronóstico permiten hacer varios cálculos en menor cantidad de tiempo. El uso de “un método del sistema experto para combinar métodos de pronóstico ha mostrado prometedores resultados, en especial para periodos de pronóstico de corto plazo menores a un año” (Ballou, 2004, pp. 313-314). En esta investigación se usará el *software* ForecastPro para encontrar el método estadístico de pronóstico que tenga el menor error de pronóstico para cada uno de los productos analizados.

7.3.2.11. Modelo de generación de pronósticos

Debe aceptarse que no es posible obtener pronósticos perfectos, pero “esto no quiere decir que no se trate de mejorar el modelo o la metodología de pronosticar, pero lo que debe hacerse es tratar de encontrar y usar el mejor método de pronóstico disponible, dentro de lo razonable” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 468). Debe diseñarse un proceso de pronósticos eficiente, al mismo tiempo que sea práctico por medio del uso de un *software* de pronósticos.

7.3.2.12. Consolidación de pronósticos

El responsable del diseño del proceso de pronósticos “debe decidir si toma un pronóstico de la demanda total y la distribuye proporcionalmente por regiones o si pronostica cada región en forma independiente. La cuestión es lograr la mayor precisión en el pronóstico a nivel regional” (Ballou, 2004, p. 311). Hay discrepancias sobre cuál de los dos métodos es el que genera menor error de

pronósticos; por ello es importante que se realice un análisis detallado antes de tomar una decisión. En esta investigación se utilizará un pronóstico de demanda total, que luego será distribuido por regiones.

7.3.3. Planificación de la demanda

Dentro del modelo S&OP es importante entender que es necesario tomar en cuenta personas, procesos y tecnologías para lograr diseñar un proceso eficiente y práctico; “el modelo de pronóstico que una empresa debe utilizar depende de: el horizonte de tiempo que se va a pronosticar; la disponibilidad de datos; la precisión requerida; el tamaño del presupuesto de pronóstico y la disponibilidad de personal calificado” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 474).

También debe definirse la estrategia para abastecer la demanda del cliente, ya que “existen principalmente dos variedades de estrategia de planificación: fabricación contra *stock* (MTS) y fabricación bajo pedido (MTO). En la estrategia MTS el producto se pone a disposición antes de la demanda real” (Sinha, Mane, Kusters y Jandhyala, 2018, p. 98).

7.3.3.1. Horizonte de planificación

Regularmente para un proceso de S&OP se necesita cubrir un periodo mayor que el *lead time* de la cadena de abastecimiento y que deseablemente termine por habilitar el presupuesto; “la planeación a mediano plazo casi siempre cubre un periodo de 3 a 18 meses. Las actividades a mediano plazo incluyen el pronóstico y el manejo de la demanda, así como la planeación de ventas y operaciones” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 517). Este rango de tiempo también permitirá prever temas de capacidad de producción y hacer contratos con proveedores que permitan negociar precios.

7.3.3.2. Calendario de planificación

Usualmente “la planeación de ventas y operaciones ocurre en un ciclo mensual” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 516). Deben acordarse revisiones mensuales y generarse los calendarios anuales en donde se establezcan los responsables de cada actividad y ser publicada, aceptada y comprendida por todos los participantes del modelo S&OP. Estas reuniones deben agendarse y cumplirse con seriedad para generar un ritmo ininterrumpido entre todos los integrantes.

7.3.3.3. Integrantes de reunión de demanda

El proceso de planificación de demanda es un proceso colaborativo entre diferentes áreas como: logística, planificación, comercial, mercadeo, inteligencia de mercados, entre otros. Regularmente se designa al gerente de planificación como líder de la reunión, sin embargo, el departamento responsable de cumplir el pronóstico obtenido es el departamento comercial. “La colaboración eficaz requiere coparticipación, coordinación, compromiso y entendimiento. Sin embargo, los beneficios de un pronóstico más preciso bien pueden justificar el esfuerzo extra requerido para operar en una alianza” (Ballou, 2004, p. 315).

7.3.3.4. Plan de demanda consensuado

Durante la reunión de planificación de demanda, se arranca con un pronóstico, pero luego de una revisión colaborativa se debe establecer un plan de demanda consensuado; “el pronóstico de colaboración se refiere al desarrollo de pronósticos utilizando las entradas de múltiples participantes. El objetivo es reducir el error de pronóstico” (Ballou, 2004, p. 315). Se debe realizar un análisis

producto por producto y cada integrante debe aportar activamente su punto de vista para obtener el mejor pronóstico posible.

7.3.4. Puntos críticos de planificación de demanda

Hay diversos factores que afectan el resultado de la venta, tales como “promociones, pocos compradores que adquieren en grandes cantidades, compras estacionales/cíclicas, y demanda creada por "desastres naturales" crean un problema especial” (Ballou, 2004, p. 314). Es importante lograr detectar dentro de la información histórica dichos eventos para poderlos considerar dentro de las proyecciones futuras.

7.3.4.1. Nuevos productos

El responsable de conocer los nuevos productos, en la reunión de planificación de demanda, es el departamento de mercadeo; deben mostrar un prototipo, establecer el propósito del producto, los clientes potenciales, volumen esperado del nuevo proyecto, costo y precio. Lo anterior es importante para definir: “la estimación inicial hasta que se comience a desarrollar un historial de ventas a partir del patrón de demanda de productos similares dentro de la línea” (Ballou, 2004, p. 310). O dentro de la familia de productos.

7.3.4.2. Productos *In&Out*

Dentro de los nuevos productos hay un concepto de productos llamado *In&Out* y como lo indica su nombre son productos destinados a entrar y salir, permaneciendo durante un tiempo limitado, previamente definido por mercadeo. Su propósito es llevar nuevas noticias al consumidor, experimentar y posicionarse en nuevos sectores del mercado, crear la idea de un catálogo más

grande en el consumidor, entre otros. Este tipo de producto puede afectar el pronóstico de su familia de productos incrementando las ventas o canibalizando las ventas de los productos ya establecidos.

7.3.4.3. Promociones

Es importante que se controle y se le dé seguimiento a las promociones que se realizan para alcanzar los objetivos de ventas. Como indica Peña (2017) existen diferentes tipos de promociones que buscan darle un valor agregado al cliente, entre ellas están: mejores precios, agregar demos, unidades o contenido extra, atados de otros productos u objetos, cupones, entre otros. Todas las promociones son diseñadas para incrementar potencialmente la venta.

7.3.4.4. Precios

Como indica Peña (2017) es importante conocer la evolución de los precios para saber hacia dónde se dirige el negocio. De igual manera, hay que conocer los precios de la competencia para poder posicionar los propios; ya que en algunos mercados el precio relativo provocará que las ventas incrementen o disminuyan. También es importante entender cómo cambia el precio de cada producto en función del canal de ventas al que se distribuya; con el objetivo de saber cuál será la rentabilidad total que se podrá alcanzar.

7.3.4.5. Historial del *back order*

Back order se refiere a una estrategia de ventas en la que se factura producto sin revisar si se encuentra o no en inventario; por lo tanto, *back order* se refiere a los pedidos pendientes que se encuentran a la espera de inventario y producción para ser facturados. Por ello, para encontrar la demanda total de un

producto se debe sumar los pedidos despachados y los pedidos pendientes; dicho de otra forma, la demanda total es la suma de la facturación histórica y el *back order* histórico.

Dentro del *back order* hay una componente activa que corresponde a los pedidos pendientes que aún esperan los clientes y el resto del *back order* son pedidos descartables; especialmente en el canal moderno (supermercados) los sistemas de reposición duplican los pedidos hasta que la demanda es satisfecha. Para encontrar la demanda total solamente debemos tomar en cuenta el *back order* activo; por ello, es importante que la industria o empresa mantenga activo solamente el *back order* que aún espera el cliente.

7.3.5. Beneficios de un modelo de planificación

Dentro de los beneficios de tener un modelo de planificación, como el modelo S&OP, podemos encontrar: el mejoramiento del cumplimiento de ventas, por medio de la disminución de los faltantes de producto terminado, al mismo tiempo que se obtiene una reducción de los inventarios. También es importante mencionar que la implementación del modelo de planificación nos permite hacer una previsión de la capacidad instalada a futuro.

7.3.5.1. Cumplimiento de ventas

El responsable de cumplir el plan consensuado de ventas es el departamento comercial; “este plan de ventas casi siempre se expresa en unidades del conjunto de grupos de productos y está asociado con los programas de incentivos de ventas y otras actividades de mercadotecnia” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 488). Los incentivos alineados al cumplimiento del plan de ventas permiten que el personal operativo mejore la precisión del pronóstico de

ventas, poniendo más cuidado en el cumplimiento de todos los productos del catálogo de ventas y no solamente en algunos productos tipo A.

7.3.5.2. Disminución de faltantes de producto

Por medio del mejoramiento del pronóstico se puede realizar un plan de demanda más preciso. Basado en este plan de demanda o requerimiento de ventas se puede hacer un plan de suministro u ofrecimiento de producción que minimice los quiebres de inventario, disminuyendo de esta forma los pedidos pendientes de despacho e incrementando las ventas efectivas durante ese mismo periodo. Si el pronóstico de ventas tiene una precisión del pronóstico alta es menos probable experimentar incrementos de ventas sorpresivos.

7.3.5.3. Reducción de inventarios de producto

De igual manera, por medio de un pronóstico de ventas con una alta precisión se puede realizar un plan de inventarios más robusto que permita la disminución de los inventarios inmovilizados, los inventarios de baja rotación y los excesos de inventarios de alta rotación. Con un inventario sano se podrá disminuir la inversión de capital en este rubro, sin descuidar el servicio a los clientes.

7.3.5.4. Previsión de la capacidad instalada

Dado que la planificación de demanda debe tener un horizonte mayor que el *lead time* de la cadena de abastecimiento, se podrán prever los problemas futuros de falta de capacidad instalada de producción; “si se cuenta con la capacidad suficiente, los programadores de productos individuales pueden manejar el lanzamiento diario y semanal de pedidos de productos individuales

para cubrir la demanda a corto plazo” (Chase, Jacobs y Aquilano, 2009, p. 516). Como indica Heizer y Render (2007) si no se prevé la capacidad se tendrá una seria limitante para el crecimiento de la venta de la empresa, perdiendo cuota del mercado.

8. PROPUESTA DE ÍNDICE DE CONTENIDOS

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

LISTA DE SÍMBOLOS

GLOSARIO

RESUMEN

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

OBJETIVOS

HIPÓTESIS

RESUMEN DEL MARCO METODOLÓGICO

INTRODUCCIÓN

1. MARCO TEÓRICO

1.1. Antecedentes de la empresa

1.1.1. Giro de negocio

1.1.2. Cadena de abastecimiento

1.2. Proceso y estructura de comercialización

1.2.1. Proceso de comercialización

1.2.2. Estructura de comercialización

1.3. Planificación de ventas y operaciones (S&OP)

1.3.1. Proceso S&OP

1.3.1.1. Plan de demanda

1.3.1.2. Plan de suministro

1.3.1.3. Reunión previa S&OP

1.3.1.4. Reunión ejecutiva

1.3.1.5. Madurez del proceso

- 1.3.2. Pronóstico de ventas
 - 1.3.2.1. Familias y marcas de productos
 - 1.3.2.2. Canales de ventas
 - 1.3.2.3. Catálogo de productos
 - 1.3.2.4. Clasificación ABC
 - 1.3.2.5. Sistema logístico de distribución (SI/SO)
 - 1.3.2.6. Recolección de datos
 - 1.3.2.7. Limpieza de datos
 - 1.3.2.8. Métodos estadísticos de pronósticos
 - 1.3.2.9. Medidas de error de pronósticos
 - 1.3.2.10. *Software* de pronóstico ForecastPro
 - 1.3.2.11. Modelo de generación de pronósticos
 - 1.3.2.12. Consolidación de pronósticos
- 1.3.3. Planificación de la demanda
 - 1.3.3.1. Horizonte de planificación
 - 1.3.3.2. Calendario de planificación
 - 1.3.3.3. Integrantes de reunión de demanda
 - 1.3.3.4. Plan de demanda consensuado
- 1.3.4. Puntos críticos de planificación de demanda
 - 1.3.4.1. Nuevos productos
 - 1.3.4.2. Productos *In&Out*
 - 1.3.4.3. Promociones
 - 1.3.4.4. Precios
 - 1.3.4.5. Historial del *back order*
- 1.3.5. Beneficios de un modelo de planificación
 - 1.3.5.1. Cumplimiento de ventas
 - 1.3.5.2. Disminución de faltantes de producto
 - 1.3.5.3. Reducción de inventarios de producto
 - 1.3.5.4. Previsión de la capacidad instalada

2. DESARROLLO DE LA INVESTIGACIÓN
 - 2.1. Revisión del modelo usado de planificación de demanda
 - 2.2. Medición del nivel de madurez S&OP del modelo usado
 - 2.3. Selección del nivel de madurez S&OP deseado
 - 2.4. Establecimiento de los puntos críticos del modelo usado
 - 2.5. Diseño del modelo propuesto de planificación de demanda
 - 2.6. Simulación del modelo propuesto de planificación de demanda

3. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS
 - 3.1. Diseño de la cadena de abastecimiento utilizado
 - 3.2. Diagramas SIPOC de los procesos usados
 - 3.3. Nivel de madurez S&OP del modelo de planificación usado
 - 3.4. Resultados históricos del modelo de planificación usado
 - 3.4. Modelo de planificación propuesto
 - 3.5. Resultados simulados del modelo de planificación propuesto

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS
 - 4.1. Comparativo del modelo usado y el modelo propuesto
 - 4.2. Beneficios del modelo de planificación propuesto

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS

APÉNDICES

ANEXOS

9. METODOLOGÍA

En esta investigación se utilizará una metodología con enfoque de investigación mixto, con alcance descriptivo y con un diseño no experimental. Debido a que se propondrá un nuevo modelo de planificación de la demanda y de la elaboración del pronóstico de ventas, para una industria alimenticia; se validará a través de una simulación con base estadística anual y la comparación de los KPI (*key performance indicator*) del modelo usado y del modelo propuesto; por lo tanto, el tipo de estudio será tanto transversal como longitudinal.

9.1. Enfoque

El enfoque de la investigación es mixto, porque se utilizarán métodos cualitativos y cuantitativos para la recopilación de la información. Se examinarán las variables cualitativas por medio del análisis y auditoría de los procedimientos de la planificación de la demanda y de la elaboración del pronóstico de venta utilizados por dicha industria alimenticia. Además, se revisarán las variables cuantitativas por medio del análisis de los datos históricos de ventas.

9.2. Diseño

El diseño de esta investigación será no experimental, pues se descargarán los datos históricos anuales de las ventas desde el ERP (*enterprise resource planning*) utilizado en dicha industria alimenticia y posteriormente se utilizarán métodos estadísticos para su análisis; utilizando un *software* de pronósticos experto para conseguir disminuir el error de pronóstico de ventas.

9.3. Tipo

El tipo de estudio, tomando en cuenta su periodo y secuencia será transversal y longitudinal; será transversal, porque se analizará el proceso de planificación de la demanda utilizado con el objetivo de optimizarlo y longitudinal, porque se utilizará la información histórica de tres años para realizar una simulación anual y así entender los beneficios que se obtendrán al implementar el modelo de planificación de demanda propuesto.

9.4. Alcance

También debe considerarse que la solución de este problema de investigación tendrá un alcance descriptivo. Ya que, se revisarán y auditarán los procedimientos escritos por dicha industria alimenticia dentro de su modelo de gestión de calidad; de igual forma, se realizará un modelo propuesto para la planificación de la demanda y la elaboración del pronóstico de ventas, basado en el modelo S&OP.

9.5. Variables e indicadores

Las variables que se utilizarán en este trabajo de investigación son de carácter cualitativo y cuantitativo. Entre las variables cuantitativas se encuentran el error del pronóstico, el error del pronóstico ponderado, el sesgo del error del pronóstico, la precisión del pronóstico. Y entre las variables cualitativas se encuentra el nivel de madurez del proceso.

9.5.1. Variables cualitativas

A continuación, se listan las variables cualitativas que se usarán para desarrollar esta investigación, desde el punto de vista de la evaluación de los procedimientos del sistema de gestión de calidad.

- Nivel de madurez S&OP: Se debe definir el nivel de madurez del proceso de pronósticos y de la planificación de la demanda utilizando la tabla I del nivel de madurez del proceso S&OP de Grimson & Pike; que evalúa las cinco dimensiones siguientes: reuniones y colaboraciones, organización, mediciones, tecnología de la información e integración.
- Análisis GAP: el análisis GAP o análisis de brechas consiste en analizar los procedimientos y los resultados para encontrar el estado real del proceso, luego definir el estado deseado o expectativa al que se necesita llegar, también se debe definir detalladamente las brechas que deben cerrarse y por último definir las *soluciones* o plan de acción.

9.5.2. Variables cuantitativas

De la misma manera, se listan las variables cuantitativas que se usarán para desarrollar esta investigación, desde la perspectiva del análisis numérico del pronóstico resultante.

- Error del pronóstico: el error de pronóstico mide la divergencia entre la venta real y el valor previamente pronosticado, para dicho periodo específico. Existen muchas formas de calcular el error del pronóstico, pero en este trabajo de investigación se usará el indicador MAPE (*mean*

absolute percentage error) que según Wilson y Keating (2009) es calculado de la siguiente manera:

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{V_t - P_t}{V_t} \right| \quad (\text{Ec. 1})$$

Donde:

MAPE = *mean absolute percentage error*

n = cantidad de eventos o productos analizados

t = evento o producto analizado

V_t = venta real del evento t en el periodo analizado

P_t = pronóstico del evento t en el periodo analizado

- Error del pronóstico ponderado: cuando se determina el error de pronóstico de un conjunto de productos con MAPE se asigna el mismo peso a todos los eventos. Para corregir este sesgo se utiliza una versión mejorada llamada WMAPE (*weighted mean absolute percentage error*) que asigna un peso a cada producto según su volumen de venta y según Wilson y Keating (2009) es calculado de la siguiente manera:

$$WMAPE = \sum_{t=1}^n \left| \frac{V_t - P_t}{V_t} \right| x \left(\frac{V_t}{\sum V_t} \right) \quad (\text{Ec. 2})$$

Donde:

WMAPE = *weighted mean absolute percentage error*

n = cantidad de eventos o productos analizados

t = evento o producto analizado

V_t = venta real del evento t en el periodo analizado

P_t = pronóstico del evento t en el periodo analizado

- Sesgo del error del pronóstico: debido a que, tanto el MAPE (*mean absolute percentage error*) como el WMAPE (*weighted mean absolute percentage error*) se basan en un error absoluto ambos suman de forma indistinta los errores del pronóstico hacia abajo y hacia arriba, respecto de la venta real. El BIAS establece la dirección o sesgo del pronóstico; si el pronóstico generado está por abajo o por arriba de la venta. Según Chopra y Meindl (2008) es calculado de la siguiente manera:

$$BIAS = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{P_t - V_t}{V_t} \quad (\text{Ec. 3})$$

Donde:

BIAS = sesgo del error de pronóstico

n = cantidad de eventos o productos analizados

t = evento o producto analizado

V_t = venta real del evento t en el periodo analizado

P_t = pronóstico del evento t en el periodo analizado

- Precisión del pronóstico: la precisión del pronóstico mide el grado de proximidad entre la venta real y el valor previamente pronosticado, para dicho periodo específico. Ya que en este trabajo de investigación se utilizará el MAPE para encontrar el error de pronóstico entonces la precisión del pronóstico según Sinha, Mane, Kusters y Jandhyala (2018) es calculada de la siguiente manera:

$$FA = 1 - \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left| \frac{V_t - P_t}{V_t} \right| \quad (\text{Ec. 4})$$

Donde:

FA = *forecast accuracy*

n = cantidad de eventos o productos analizados

t = evento o producto analizado

V_t = venta real del evento t en el periodo analizado

P_t = pronóstico del evento t en el periodo analizado

- *Back order rate*: El *back order* se refiere a los pedidos pendientes de despacho por falta de inventario. Es importante conocerlos porque son parte de la demanda y por lo tanto afectan al pronóstico de venta. En este trabajo de investigación se descargarán dichos datos del ERP y se calcularán su proporción en función de la venta facturada; según Wilson y Keating (2009) es calculado de la siguiente manera:

$$\%BO = \sum_{t=1}^n \frac{BO_t}{V_t + BO_t} \quad (\text{Ec. 5})$$

Donde:

%BO = *back order rate*

n = cantidad de eventos o productos analizados

t = evento o producto analizado

BO_t = *back order* del evento t en el periodo analizado

V_t = venta real del evento t en el periodo analizado

9.6. Matriz de consistencia

Las variables e indicadores, que se utilizarán para desarrollar cada uno de los objetivos específicos enunciados en el capítulo 5.2 de este trabajo de

investigación, se resumen en la tabla III. También se definen las variables, los tipos de variables, los indicadores, las fórmulas y las técnicas de recolección que serán utilizados.

Tabla III. **Matriz de consistencia de variables e indicadores**

Objetivos específicos	Variable	Tipo de Variable	Indicador	Técnica de recolección
Revisar el procedimiento de elaboración del pronóstico de ventas dentro del modelo usado para la planificación de la demanda	Nivel de madurez S&OP	Cualitativa	% cumplimiento procedimiento vigente (diagrama SIPOC), % cumplimientos descriptores de puestos, % nivel de madurez S&OP vigente.	Investigación documental, observación, entrevistas
	Error del pronóstico	Cuantitativa	$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left \frac{V_t - P_t}{V_t} \right $	Datos ERP
		Cuantitativa	$WMAPE = \sum_{t=1}^n \left \frac{V_t - P_t}{V_t} \right x \left(\frac{V_t}{\sum V_t} \right)$	Datos ERP
	Sesgo del pronóstico	Cuantitativa	$BIAS = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{P_t - V_t}{V_t}$	Datos ERP
	Precisión del pronóstico	Cuantitativa	$FA = 1 - \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left \frac{V_t - P_t}{V_t} \right $	Datos ERP
	<i>Back order ratio</i>	Cuantitativa	$\%BO = \sum_{t=1}^n \frac{BO_t}{V_t + BO_t}$	Datos ERP
Identificar los puntos críticos del modelo usado que ocasionan una baja precisión del pronóstico de ventas	Nivel de madurez S&OP	Cualitativa	% nivel de madurez S&OP deseado, % cumplimiento procedimiento deseado (diagrama SIPOC), análisis GAP.	Minuta gerencial

Continuación tabla III.

Evaluar los beneficios que se obtienen mediante la simulación del modelo propuesto para la planificación de la demanda	Error del pronóstico	Cuantitativa	$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left \frac{V_t - P_t}{V_t} \right $	Datos ERP, Forecast Pro
			$WMAPE = \sum_{t=1}^n \left \frac{V_t - P_t}{V_t} \right x \left(\frac{V_t}{\sum V_t} \right)$	Datos ERP, Forecast Pro
	Sesgo del pronóstico	Cuantitativa	$BIAS = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{P_t - V_t}{V_t}$	Datos ERP, Forecast Pro
	Precisión del pronóstico	Cuantitativa	$FA = 1 - \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \left \frac{V_t - P_t}{V_t} \right $	Datos ERP, Forecast Pro
	<i>Back order</i>	Cuantitativa	$\%BO = \sum_{t=1}^n \frac{BO_t}{V_t + BO_t}$	Datos ERP, Forecast Pro

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Word.

9.7. Fases de la investigación

Este trabajo de investigación se realizará por medio del desarrollo de las siguientes fases de estudio: la revisión de los procesos usados para la planificación de la demanda, la verificación y auditoría de los procesos usados, la identificación de los puntos críticos del modelo usado y evaluación de los beneficios del modelo propuesto.

- Fase 1: revisión documental

Durante esta fase se revisarán los procedimientos escritos dentro del sistema de gestión de calidad, de dicha industria alimenticia. Los procedimientos específicos que se evaluarán son todos aquellos que tienen relación con el proceso de la planificación de la demanda y también con la elaboración del pronóstico de ventas; de igual manera se revisarán los descriptores de puestos

relacionados. También se diseñarán las herramientas de recolección de información, como entrevistas, encuestas, entre otros.

- Fase 2: verificación de procesos

En esta fase se desarrollarán los diagramas SIPOC del proceso usado de planificación de la demanda de acuerdo con los procedimientos escritos del sistema de gestión de calidad. Luego de ello se confirmará si se cumplen dichos procedimientos, por medio de una auditoría; esto último permitirá hacer una actualización de los diagramas SIPOC del proceso usado.

- Fase 3: identificación de puntos críticos

Una vez establecido el procedimiento usado para la planificación de la demanda se determinará el nivel de madurez S&OP que tiene dicha industria alimenticia. Adicionalmente se definirá el nivel de madurez S&OP deseado o nivel que la industria necesita alcanzar. Considerando el nivel deseado se definirán los puntos críticos que deben mejorarse dentro del proceso, por medio de la realización de un análisis GAP.

- Fase 4: evaluación de los beneficios

Tomando en consideración los puntos críticos que deben mejorarse, se diseñará un modelo propuesto para la planificación de la demanda; para ello, se desarrollarán los diagramas SIPOC del modelo deseado. En seguida se realizará una simulación para evaluar la efectividad del modelo propuesto para la planificación de la demanda. Con los datos reales obtenidos por el proceso usado y los datos simulados del proceso propuesto se determinarán los beneficios que podrán ser alcanzados.

9.8. Población y muestra

En este trabajo de investigación la población en estudio abarca todos los productos que se han vendido durante los 3 años mencionados; durante este periodo se han vendido un total de 611 productos. Usando un muestreo estadístico, con 95 % de nivel de confianza y con 5 % de error, el tamaño de la muestra se determinará con la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N\sigma^2 Z^2}{e^2*(N-1) + \sigma^2 Z^2} \quad (\text{Ec. 6})$$

Dónde:

n = tamaño de la muestra

N = tamaño de la población (611)

σ = desviación estándar poblacional (0.5 por convención)

Z = nivel de confianza (1.96 para 95 % de confianza para este estudio)

e = error de estimación máximo esperado (5 % para este estudio)

$$n = \frac{611 * (0.5)^2 * (1.96)^2}{(0.05)^2 * (611 - 1) + (0.5)^2 * (1.96)^2} = 236.1 \cong 236 \text{ productos}$$

Tomando los 611 productos como el tamaño de la población se obtiene un tamaño recomendado para la muestra de 236 productos. Sin embargo, para este trabajo de investigación no se usará la muestra que se ha calculado, sino que se utilizará la población de 611 productos; ya que se utilizará el *software* ForcastPro que permite calcular el pronóstico estadístico de una gran cantidad de datos, en modo experto.

9.9. Técnicas y metodología

- Observación: luego de la revisión documental de procedimientos, que tienen relación con la planificación de la demanda y la elaboración del pronóstico de ventas, se realizará una auditoría u observación para verificar que se cumplan. Se asistirá a las reuniones de planificación de demanda para observar que los responsables del proceso cumplan los objetivos planteados en los procedimientos. De la misma forma, se auditará el procedimiento de elaboración del pronóstico de ventas con el planificador de demanda.
- Entrevistas: se revisarán los descriptores de puestos que tienen relación con la planificación de la demanda y la elaboración del pronóstico de ventas previo a realizar las entrevistas con los responsables del proceso (ventas, mercadeo, logística y planificación). El propósito de las entrevistas es verificar que los responsables cumplan con los objetivos planteados en cada uno de los descriptores de puestos, que tengan relación con la elaboración de pronósticos y la planificación de la demanda.
- Encuestas: se diseñarán y realizarán encuestas para medir el grado de madurez del proceso S&OP de Grimson & Pyke del proceso usado. Además, se elaborarán y realizarán encuestas para definir si es necesario aplicar las claves para mejorar el pronóstico según Mentzer. Las encuestas serán realizadas a los responsables del proceso de elaboración del pronóstico y de la planificación de la demanda.
- Datos históricos ERP: para iniciar esta investigación se solicitará acceso al *ERP (enterprise resource planning)* utilizado en dicha industria alimenticia. Por medio del acceso a la base de datos se descargará la

información de facturación, pedidos insatisfechos y meta de ventas mensuales desde enero 2020 hasta diciembre 2022.

9.10. Resultados esperados

Se espera que los resultados de la investigación mejoren el proceso de planificación de la demanda, de tal manera que aumente la precisión del pronóstico de ventas, de dicha industria alimenticia; y de esta manera puedan alcanzarse los beneficios enunciados en el capítulo 3.5.1. Además, se busca preparar la base para la implementación completa del proceso S&OP, mediante la mejora de la planificación de la demanda. También se espera que la propuesta de implementación del *software* ForecastPro mejore la efectividad y la rapidez del proceso de elaboración del pronóstico de ventas.

10. TÉCNICAS DE ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

En este capítulo se detallan las técnicas de análisis estadístico descriptivas o inferenciales que se utilizarán en cada una de las fases de investigación; de tal manera que, se logren establecer los beneficios de la implementación de un nuevo modelo de la planificación de la demanda y de la elaboración de los pronósticos de ventas.

10.1. Herramientas estadísticas descriptivas

Para esta investigación se utilizarán herramientas estadísticas descriptivas de tendencia central y de dispersión. Se utilizará la media aritmética para medir la tendencia central de la muestra y la población. Y se calculará la desviación estándar para medir la dispersión de la muestra y la población de los datos analizados.

10.1.1. Media aritmética

Se usará la media aritmética para calcular la venta anual promedio de cada uno de los productos que componen la muestra y la población analizada para esta investigación. La media aritmética es el resultado de dividir la suma de todas las observaciones entre el número total de observaciones y se calculará de la siguiente forma:

$$\underline{X} = \frac{\sum_{i=1}^N x_i}{N} \quad (\text{Ec. 7})$$

Dónde:

\bar{X} = Promedio aritmético

X_i = Resultado o valor de la observación i

i = Evento i dentro del total de observaciones analizados

N = Cantidad total de observaciones analizados

10.1.2. Desviación estándar

Se utilizará la desviación estándar para calcular la dispersión de los datos alrededor de la venta anual promedio para cada uno de los productos que componen la muestra y la población analizada para esta investigación. La desviación estándar es la raíz cuadrada de la media de los cuadrados de las diferencias y se calculará de la siguiente forma:

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (x_i - \bar{X})^2}{N}} \quad (\text{Ec. 8})$$

Dónde:

σ = Desviación estándar

\bar{X} = Promedio aritmético

X_i = Resultado o valor de la observación i

i = Evento i dentro del total de observaciones analizados

N = Cantidad total de observaciones analizados

10.2. Otras herramientas estadísticas

En esta investigación se analizarán los datos históricos de ventas utilizando el *software* Forecast Pro en modo experto (*artificial intelligence driven forecasting*). Este *software* utiliza modelos y técnicas de pronósticos cualitativos, análisis de series de tiempo, causales y modelos de simulación resumidos en la tabla IV. Combina la inteligencia artificial (AI, *artificial intelligence*), el aprendizaje automático (ML, *machine learning*) y el análisis estadístico para generar pronósticos precisos y confiables.

Tabla IV. **Métodos de pronóstico utilizados por Forecast Pro**

Metodo	Descripción
Métodos Simples	Conjunto de modelos sencillos pueden ser extremadamente útiles. Incluye los modelos de <i>Crecimiento Porcentual</i> , <i>Naive</i> , <i>Promedios Móviles</i> y de <i>Valor Fijo</i> .
Box-Jenkins	Para conjuntos de datos estables, Forecast Pro admite el modelo <i>Box-Jenkins Estacional Multiplicativo</i> . El modelo se puede construir de forma completamente automática o interactiva mediante una gama completa de diagnósticos.
Suavización Exponencial	Proporciona doce modelos diferentes de <i>Suavizado Exponencial Holt-Winters</i> para adaptarse a una amplia gama de características de datos. La robustez del suavizado exponencial lo hace ideal cuando no hay indicadores predominantes y cuando los datos son demasiado cortos o volátiles para los modelos Box-Jenkins. Puede seleccionarse el modelo y establecerse los parámetros o dejar que Forecast Pro lo seleccione.
Simplificación Estacional	Es una técnica útil si se pronostican datos con más de 12 observaciones al año. La <i>simplificación estacional</i> reduce el número de índices estacionales utilizados para modelar los datos y a menudo, mejora sustancialmente la precisión del pronóstico.
Modelo de Eventos	Los <i>modelos de eventos</i> amplían el suavizado exponencial al proporcionar ajustes para eventos especiales como promociones, huelgas u otras ocurrencias irregulares. Puede ajustar eventos de varios tipos diferentes, tales como promociones de diferentes tamaños o tipos, o días festivos móviles como Semana Santa. Crear, ajustar y mantener eventos es fácil usando el intuitivo administrador de eventos de Forecast Pro.
Bajo Volumen	El modelo de <i>Demanda intermitente de Croston</i> y los modelos de <i>datos discretos</i> están incluidos en Forecast Pro para acomodar datos de bajo volumen y escasos, es decir, datos donde la demanda a menudo es cero.
Productos Nuevos	Contiene varios métodos para pronosticar nuevos productos, incluyendo el <i>Pronóstico por Analogía</i> , <i>Componente</i> , <i>Mapeo de Productos</i> y el modelo de <i>Difusión de Bass</i> .
Ajuste a la Curva	El <i>Ajuste de Curva S</i> proporciona una forma rápida y sencilla de identificar la forma general de la curva que siguen los datos. Forecast Pro ofrece cuatro tipos de curvas: 1-Línea recta, 2-Cuadrática, 3-Exponencial, 4-Crecimiento (S-curve).
Regresión Dinámica	Si hay indicadores o variables principales importantes, se utiliza la <i>Regresión Dinámica</i> de Forecast Pro. Puede incluir variables independientes, variables retrasadas o transformadas y crear modelos generalizados <i>Cochrane-Orcutt</i> . Usando el diagnóstico auto-interpretante de Forecast Pro, se puede construir y comparar modelos alternativos.
Modelos de Multiniveles	Los modelos de <i>múltiples niveles</i> permiten agregar datos en grupos que se pueden conciliar mediante un enfoque <i>Top-down</i> (de arriba hacia abajo) o <i>Bottom-up</i> (de abajo hacia arriba) para producir pronósticos coherentes en todos los niveles de agregación. Los índices estacionales y de eventos se pueden extraer de los agregados de nivel superior y aplicarse a los datos de nivel inferior.
Machine Learning	Con los <i>modelos de Aprendizaje Automático</i> (ML) de Forecast Pro, ya no se necesita ser científico de datos para crear pronósticos precisos basados en ML. Forecast Pro utiliza árboles de decisión de aumento de gradiente extremo e incluye un conjunto predefinido de características que le permiten crear modelos de forma completamente automática. También puede personalizar el modelo enumerando características adicionales (por ejemplo, variables explicativas, programaciones de eventos, etc.).

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

11. FACTIBILIDAD DEL ESTUDIO

Este trabajo de investigación se financiará con recursos propios del investigador y será realizado con información histórica y documentación de los procesos de una industria alimenticia, ubicada en Guatemala; se utilizarán los recursos detallados en la tabla V. Por lo tanto, se considera que sí es factible elaborar este trabajo de investigación.

Tabla V. **Recursos financieros y materiales**

Descripción	Unidad de Medida	Cantidad Necesaria	Precio Unitario	Total
Recursos Humanos:				
Honorarios Asesor (ad honorem)	Unidad	1	Q 0.00	Q 0.00
Honorarios Propios (ad honorem)	Unidad	1	Q 0.00	Q 0.00
Honorarios Entrevistados	Unidad	5	Q 0.00	Q 0.00
Recursos Tecnológicos:				
Computadora	Unidad	1	Q 0.00	Q 0.00
Celular	Unidad	1	Q 0.00	Q 0.00
Licencias:				
Software ForecastPro (pronóstico)	Unidad	1	Q 7,761.00	Q 7,761.00
Gastos Varios:				
Depreciación Vehículo	Diario	12	Q 150.00	Q 1,800.00
Combustible	Diario	12	Q 114.00	Q 1,368.00
Alimentación	Diario	12	Q 125.00	Q 1,500.00
Internet	Mensual	6	Q 200.00	Q 1,200.00
Imprevistos:				
Varios (impresiones)	Veces	20	Q 60.00	Q 1,200.00
Total				Q 14,829.00

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

12. CRONOGRAMA

Tabla VI. Cronograma

Nombre de tarea	Duración	Fin	1er trimestre nov dic ene febr	2º trimestre mar ab may jun	3er trimestre jul ago sept oct	4º trimestre nov dic ene febr
Fase 1: Revisión Documental	2.96 sem	12/12/22				
Revisión del Procedimiento del Modelo Usado y Diseño de Herramientas de Recoleccion	3 sem.	12/12/22				
Fase 2: Verificación de Procesos	7 sem.	17/02/23				
Elaborar Diagramas del Proceso Usado (SIPOC)	2 sem.	30/12/22				
Auditar Procesos Usado y Actualización	5 sem.	17/02/23				
Fase 3: Identificar Puntos Críticos	8.04 sem	8/05/23				
Medir Nivel de Madurez S&OP del Proceso Usado	2.04 sem.	9/03/23				
Seleccionar Madurez S&OP Deseada	2 sem.	29/03/23				
Definir Puntos Críticos del Proceso Usado	4 sem.	8/05/23				
Fase 4: Evaluar Beneficios del Modelo Propuesto	8 sem.	25/07/23				
Diseñar Modelo Propuesto (SIPOC)	3 sem.	6/06/23				
Evaluar Modelo Propuesto (Simulación)	4 sem.	14/07/23				
Revisión de los Beneficios vs Modelo Usado	1 sem	25/07/23				
Presentación de Resultados	2 sem.	14/08/23				
Discusión de Resultados	2 sem.	1/09/23				
Redacción de Conclusiones	1 sem	12/09/23				
Redacción de Recomendaciones	2 sem.	2/10/23				
Redacción de Informe Final	3 sem.	31/10/23				

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Project.

13. REFERENCIAS

1. Ballou, R. H. (2004). *Logística. administración de la cadena de suministro*. México: Pearson.
2. Castañeda, S. Z. (2020). *Modelo de planificación para el requerimiento de materiales en la fabricación de tapadera para envases de linaza, utilizando la herramienta MRP I en una empresa manufacturera de plásticos* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/13324/1/Sandy%20Zucely%20Casta%C3%B1eda%20Choc.pdf>.
3. Castellanos, K. V. (2019). *Evaluación de una metodología matemática de mínimos cuadrados para optimizar pronósticos de venta de productos de confitería aireados, en una fábrica ubicada en el municipio de Escuintla* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/13069/1/Laura%20Mar%C3%ADa%20Castellanos%20Falla.pdf>.
4. Chase, R. B., Jacobs, F. R. y Aquilano N. J. (2009). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*. México: Mc Graw Hill.
5. Chopra, S. y Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro. Estrategia, planeación y operación*. México: Pearson.

6. Estrada, J. J. (2020). *Diseño de un plan maestro de producción para mejorar la eficiencia de maquinaria utilizada en una empresa de fabricación de plástico* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/15579/1/Jonathan%20Javier%20Estrada%20P%C3%A9rez.pdf>.
7. Grimson, J. A. & Pyke D. F. (marzo, 2007). Sales & operations planning: an exploratory study and framework. *The International Journal of Logistics Management*, 18(3), 322-346. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/247621017_Sales_and_operations_planning_An_exploratory_study_and_framework/link/0046352a67f7fc6923000000/download.
8. Hanke, J. E. y Wichern, D. W. (2010). *Pronósticos en los negocios*. México: Prentice Hall.
9. Heizer, J. y Render, B. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones, decisiones estratégicas*. España: Pearson Educación.
10. Ibáñez, S. (2019). *Sales and operation planning (S&OP) y su Impacto Estratégico en Signify* (Tesis de maestría). Universidad de Chile, Santiago de Chile. Recuperado de <https://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/170978/Sales-and-operation-planning-%28S%26OP%29-y-su-impacto-estrategico.pdf>
11. Ibarra, M. O. (2020). *Desarrollo de un modelo de planeación de la demanda estacional de la cadena de suministro en tiendas de*

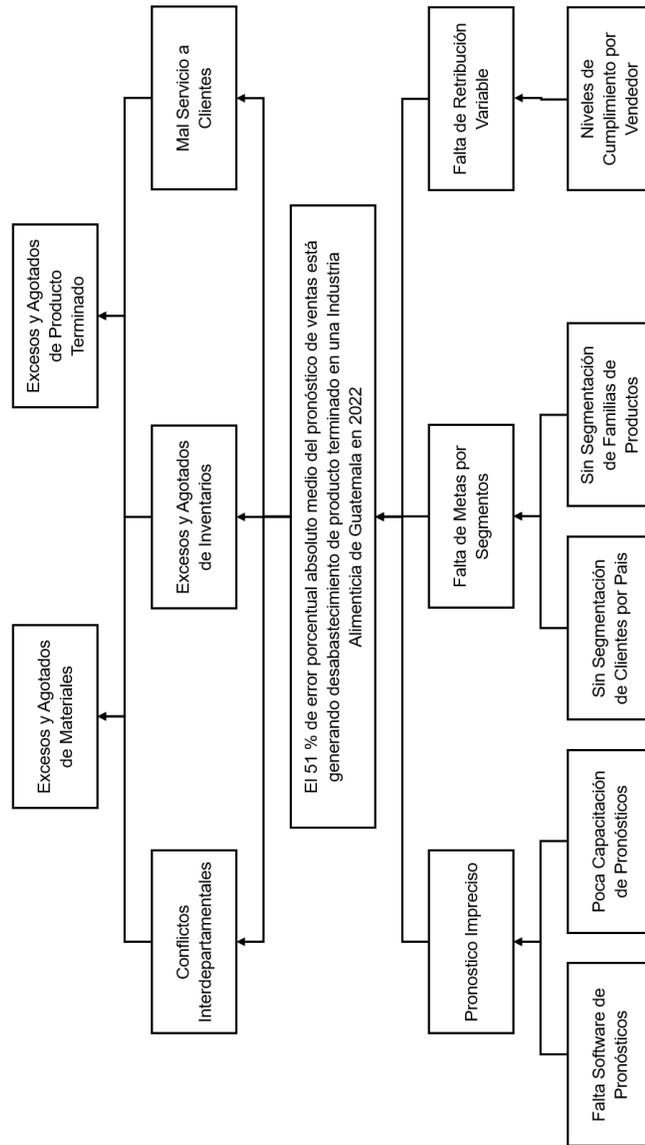
conveniencia (Tesis de maestría). Universidad de Sonora, México. Recuperado de http://www.irsitio.com/refbase/documentos/419_IbarraRodriguez2020.pdf.

12. Manjarres, E. J. y Mogollón, J. C. (2017). *Diseño de una herramienta de pronóstico, para una línea de envasados de una planta que elabora productos de consumo masivo* (Tesis de maestría). Universidad del Norte, Barranquilla, Colombia. Recuperado de <http://manglar.uninorte.edu.co/bitstream/handle/10584/7746/130144.pdf>.
13. Meleán, R. y Velasco, J. (junio, 2017). Proceso de comercialización de productos derivados de la ganadería bovina doble propósito. *Negotium*, 13(37), 47-61. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/782/78252811004.pdf>.
14. Peña, C. (2017). *Planificación de ventas y operaciones S&OP en 14 claves*. España: Marge Books.
15. Reyes, M. S. (2017). *Implementación de un sistema de administración y manejo de inventarios en la bodega de materia prima de una empresa productora de agroquímicos, mediante un sistema ABC* (Tesis de maestría). Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala. Recuperado de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/8259/1/Menphis%20Sofonias%20Reyes%20Mazariegos.pdf>.

16. Sinha, A., Mane, P., Kusters, J. y Jandhyala, R. (2018). *Sales and operations planning with SAP IBP*. Alemania: Rheinwerk Publishing.
17. Wilson, J. y Keating, B. (2009). *Business forecasting with ForecastX*. Estados Unidos: McGraw-Hill Irwin.
18. Yate, M. V. y Aránzazu O. W. (2018). *El S&OP como estrategia para mejorar el cumplimiento de la promesa de servicio en C.I El Globo S.A.S* (Tesis de maestría). Institución Universitaria Esumer, Medellín, Colombia. Recuperado de https://repositorio.esumer.edu.co/jspui/bitstream/esumer/1253/2/Esumer_promesa.pdf.

14. APÉNDICES

Apéndice 1. Árbol del problema



Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft PowerPoint.

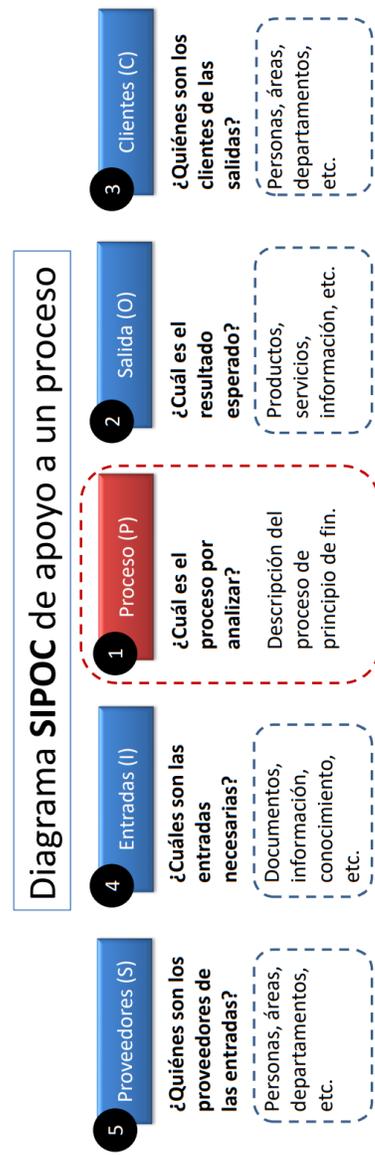
Apéndice 2. Matriz de coherencia

Linea	Título	Problema	Pregunta Central	Preguntas Secundarias	Objetivos Secundarios
		<p>¿Cómo se elabora el pronóstico de ventas dentro del modelo usado para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala?</p>			<p>Revisar el procedimiento de elaboración del pronóstico de ventas dentro del modelo usado para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala.</p>
<p>Sistemas Integrados de Gestión - Gestion de la Cadena de Suministros</p>	<p>Diseño de Investigación de un Modelo de Planificación de la Demanda que garantice la mejora de la Precisión del Pronóstico de Ventas de una Industria Alimenticia ubicada en Guatemala. aplicando el Proceso S&OP.</p>	<p>El 51% de error porcentual absoluto medio del pronóstico de ventas está generando desabastecimiento de producto terminado en una Industria Alimenticia ubicada en Guatemala en 2022.</p>	<p>¿Cual es el modelo de planificación de la demanda que garantiza la mejora de la precisión del pronóstico de ventas de una Industria alimenticia ubicada en Guatemala?</p>	<p>¿Cuáles son los puntos críticos del modelo usado que ocasionan una baja precisión del pronóstico de ventas de dicha industria alimenticia ubicada en Guatemala?</p>	<p>Diseñar un Modelo de Planificación de la Demanda que garantice la mejora de la Precisión del Pronóstico de Ventas de una Industria Alimenticia ubicada en Guatemala.</p> <p>Identificar los puntos críticos del modelo usado que ocasionan una baja precisión del pronóstico de ventas de dicha industria alimenticia ubicada en Guatemala.</p>
				<p>¿Qué beneficios se obtienen mediante la simulación del modelo propuesto para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala?</p>	<p>Evaluar los beneficios que se obtienen mediante la simulación del modelo propuesto para la planificación de la demanda de esta industria alimenticia ubicada en Guatemala.</p>

Fuente: elaboración propia, empleando Microsoft Excel.

15. ANEXOS

Anexo 1. Diagrama SIPOC



Fuente: Selogis (2020). *Diagrama SIPOC*.