

**UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE LAS
AMÉRICAS**

CARRERA DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

TRABAJO FINAL DE GRADUACIÓN

**para optar por el grado de bachillerato en Ingeniería
Industrial**

**Diseño del modelo de pronósticos de la empresa Fábrica de
Condimentos, S.A.**

AUTOR

Erick Francisco Martínez Solís

TUTOR

Ing. Luis Fernando Porras Valverde

LECTOR

Ing. José Alexis Espinoza Chávez

SAN JOSE, DICIEMBRE, 2021

RESUMEN EJECUTIVO

En el presente trabajo de investigación se busca el mejor método de cálculo de pronóstico para la empresa Fábrica de Condimentos, S.A., ubicada en Heredia. Por medio de la investigación se analiza la situación actual de la empresa, en que se determinan varios factores que afectan el indicador de asertividad del pronóstico Forecast Accuracy. Este indicador es de vital importancia para la empresa, dado que con este se mide la efectividad de los pronósticos realizados mes a mes.

Actualmente la empresa tiene un promedio de 56% en asertividad del pronóstico. Tomando en cuenta que lo óptimo de la industria alimentaria es de 75%, se propone realizar una investigación a fondo para comparar varios modelos y determinar cuál es el indicado.

En el análisis de la situación se identifican varias causas que muestran que la asertividad del pronóstico es baja. En ellas se encuentra que algunas de las máquinas de la empresa son muy antiguas, *lead times* de materias primas extensos, errores en la producción de los productos terminados, mal clima, sea terrestre o marítimo, e incluso el mismo método actual del pronóstico, entre otros. De acuerdo con el análisis de la situación también se identifican disconformidades en los clientes debido a despachos incompletos, una baja asertividad del pronóstico que causa que se pierdan ventas, o que se desechen materias primas o producto terminado.

En cuanto al método de pronóstico, se realizaron modelos de promedio simple, promedio ponderado, suavización exponencial simple, suavización exponencial doble y, por último, Holt-Winters. Estos modelos se aplicaron a una depurada lista de 12 productos, que son los que mayor relevancia tienen en cuanto a volumen en la empresa. Cabe mencionar que actualmente la empresa utiliza un modelo de promedio simple para calcular la demanda futura.

El modelo que salió victorioso con siete de los 12 productos pronosticados, de manera sobresaliente entre el resto de modelos, fue Holt-Winter, por lo que se propone utilizar este modelo para pronosticar la demanda, dado que contempla factores como la estacionalidad y la tendencia, factores que tienen actualmente la demanda de la empresa. Por último, se propone contratar a una persona para que realice las labores de pronóstico y demanda, debido a que la persona que actualmente realiza los cálculos no cuenta con suficiente experiencia, además de que realiza otras tareas que pueden restar tiempo al cálculo del pronóstico. La inversión de este proyecto es de \$1.258.000.

CONTENIDO

DEDICATORIA.....	1
AGRADECIMIENTOS	2
CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL TUTOR.....	3
CARTA DE REVISIÓN FILOLÓGICA	4
CARTA INCORPORACIÓN DE LAS MODIFICACIONES AL TFG	5
DECLARACIÓN JURADA	6
SOLICITUD DE DEFENSA	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
CONTENIDO.....	9
TABLAS	14
FIGURAS.....	16
CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN	18
Generalidades de la empresa	19
Misión.....	19
Visión	19
Planteamiento del problema.....	20
Objetivos	21
Objetivo general	21
Objetivos específicos	21
Justificación.....	21
Antecedentes	22

	10
Proyecciones.....	25
CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO	26
Pronóstico de la demanda.....	26
Métodos de pronósticos.....	26
Método cualitativo.....	26
Método Delphi.....	27
Estudio de mercado	28
Consenso de panel.....	28
Pronósticos visionarios.....	29
Método cuantitativo.....	29
Método cuantitativo modelo de series de tiempo.....	30
Promedio móvil simple	30
Promedio móvil ponderado	31
Suavización exponencial simple	31
Suavización exponencial triple (Winters)	32
Medición del error en los pronósticos	34
MAPE.....	34
MAD.....	34
MSE.....	35
Diagrama de Pareto	35
Diagrama de causa y efecto (Ishikawa).....	37
OTIF	38
Nivel de servicio o <i>Fill rate</i>	39
CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO	41

Enfoque	41
Enfoque cuantitativa.....	41
Enfoque cualitativo	41
Enfoque mixto	41
Alcance.....	42
Exploratorio.....	42
Descriptivo	42
Correlacional	42
Explicativo	43
Diseño.....	43
Diseños experimentales.....	43
Diseños no experimentales.....	43
Variables o unidades de análisis.....	44
Muestra de la investigación.....	46
Instrumentos	47
Proceso para la recolección de datos.....	48
Método de análisis.....	50
Cronograma.....	51
CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN	52
Descripción de la situación actual.....	52
Mapa de procesos	53
Diagrama de flujo.....	54
Diagrama de procesos	55
Datos históricos de tendencia en asertividad del pronóstico.....	56

Estadísticas de ventas	57
Clasificación ABC de productos	58
Diagrama de Pareto productos	60
Principales productos de acuerdo con la venta en kilogramos durante el año fiscal 2020	61
Diagrama de causa y efecto.....	62
Análisis de serie de tiempo principales productos	64
Análisis de la tendencia de los cinco principales productos	65
Análisis estadístico de las series de tiempo.....	72
Análisis del resultado de las herramientas aplicadas	76
CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	78
Conclusiones	78
Recomendaciones.....	79
CAPÍTULO VI PROPUESTA	80
Diseño.....	81
Modelos de pronósticos.....	81
Modelo elegido según el análisis	95
Requerimiento para implementar la propuesta.....	96
Propuesta salarial del analista	97
Beneficios operativos	98
Evaluación económica.....	98
Inversión requerida.....	99
Beneficios económicos.....	100
Plan de implementación	102
Cronograma.....	102

APÉNDICE	104
REFERENCIAS	105

TABLAS

Tabla 1 Variables	45
Tabla 2 Muestra de la investigación	47
Tabla 3 Instrumentos	48
Tabla 4 Recolección de datos.....	49
Tabla 5 Método de análisis	50
Tabla 6 Ventas de los últimos cuatro periodos fiscales.....	58
Tabla 7 ABC en porcentaje con respecto al total de productos	59
Tabla 8 Ventas de los 12 principales productos	62
Tabla 9 Serie de tiempo de los principales productos.....	70
Tabla 10 Análisis estadístico de Salsa Kétchup	72
Tabla 11 Análisis estadístico Nmpañizador	73
Tabla 12 Análisis estadístico Natilla	74
Tabla 13 Análisis estadístico de Salsa Kétchup 2	75
Tabla 14 Análisis estadístico de Salsa Kétchup 3	76
Tabla 15 Productos para referencia de los modelos de pronóstico.....	81
Tabla 16 Parámetros utilizados en el cálculo de los pronósticos	82
Tabla 17 Métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Kétchup	83
Tabla 18 Métodos de pronósticos aplicados al producto Empañizador.....	84
Tabla 19 Métodos de pronósticos aplicados al producto Natilla	85
Tabla 20 Métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Kétchup 2	86
Tabla 21 Métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Kétchup 3	87
Tabla 22 Métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Kétchup 4	88
Tabla 23 Métodos de pronósticos aplicados al producto Empañizador 2.....	89

Tabla 24 Métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Ketchup 5	90
Tabla 25 Métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Ketchup 6	91
Tabla 26 Métodos de pronósticos aplicados al producto Tenderizador	92
Tabla 27 Métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Ketchup 7	93
Tabla 28 Métodos de pronósticos aplicados al producto Base Empanizador	94
Tabla 29 Modelos con mejores resultados según análisis del error	95
Tabla 30 Salario del analista y cálculo de cargas sociales	97
Tabla 31 Detalle de inversión requerida	99
Tabla 32 Cálculo del VAN y la TIR	100
Tabla 33 Pérdidas de ventas por fuera de Forecast 2021	101
Tabla 34 Inventario perdido del año fiscal 2021	102
Tabla 35 Cronograma	103

FIGURAS

Figura 1	Fórmula promedio móvil simple	31
Figura 2	Fórmula de promedio móvil ponderado	31
Figura 3	Fórmula suavización exponencial simple	32
Figura 4	Fórmula suavización exponencial triple (Winters)	33
Figura 5	Fórmulas para actualizar variables en suavización exponencial triple	33
Figura 6	Fórmula MAPE	34
Figura 7	Fórmula MAD	35
Figura 8	Fórmula MSE	35
Figura 9	Diagrama de Pareto	37
Figura 10	Diagrama de causa y efecto	38
Figura 11	Fórmula OTIF	39
Figura 12	Fórmula Fill rate	40
Figura 13	Fórmula tamaño de la muestra	46
Figura 14	Cronograma	51
Figura 15	Mapa de procesos	53
Figura 16	Diagrama de flujo	54
Figura 17	Diagrama de procesos	55
Figura 18	Datos históricos de asertividad del pronóstico	57
Figura 19	Clasificación ABC de productos	59
Figura 20	Diagrama de Pareto	60
Figura 21	Diagrama de causa y efecto	63
Figura 22	Serie de tiempo Salsa Kétchup	65
Figura 23	Serie de tiempo Empanizador	66

Figura 24 Serie de tiempo Natilla	67
Figura 25 Serie de tiempo Salsa Kétchup 2	68
Figura 26 Serie de tiempo Salsa Kétchup 3	69
Figura 27 Laptop Dell Inspiron	99
Figura 28 Silla de escritorio.....	99

CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN

En la actualidad en el mundo de los negocios es de suma importancia la planificación estratégica basada en información confiable y precisa. Es aquí donde entra en juego el pronóstico de ventas de una empresa. Con un pronóstico de ventas acertado es posible tener una programación de la producción adecuada, además de una sincronización entre proveedores y clientes, ya que al tener información lo más cercana a lo que sucederá en el corto y mediano plazos se pueden negociar mejores condiciones con los proveedores en cuanto a precio y tiempos de entrega. Esto ayuda a un manejo óptimo de los almacenes de materias primas y producto terminado. En cuanto a la relación con el cliente aporta un mejor manejo en la cadena de suministros hacia este, y optimiza los pedidos en cuanto a entregas a tiempo y completas.

El presente trabajo consiste en la elaboración del diseño de pronósticos para la empresa Fábrica de Condimentos, S.A. Actualmente la empresa tiene algunas deficiencias en el proceso de adquisición de materias primas, transformación de estas y posterior venta, en lo que se han identificado inconsistencias en la información que se maneja para la programación y el control de la producción. Ocurre que la demanda de los clientes es bastante variable, y esto afecta la adquisición de materias primas y el programa de producción de la empresa, por lo que se investigará y establecerá un método que permita aumentar el nivel de exactitud del cálculo de las cantidades por producir mensualmente.

Teniendo claro el enfoque del trabajo en cuanto a lo que es un diseño de un método de pronóstico, se puede establecer la línea de investigación. Esta estará basada en la gestión de operaciones y procesos, aplicando herramientas de ingeniería industrial para buscar la mejor forma de cumplir con los objetivos establecidos en el presente trabajo.

Al tomar como base la línea de investigación de gestión de operaciones y procesos se tiene claro que se necesitará que exista una sinergia interdepartamental para lograr el objetivo en común, que es la mejora en los indicadores del pronóstico de ventas. Para esto se tendrá que poner en aviso a todas las áreas, para una debida colaboración.

Este documento se divide en capítulos, de la siguiente manera:

En el primer capítulo se presentan las generalidades de la empresa, el planteamiento del problema, los objetivos, la justificación de la investigación, los antecedentes y las proyecciones.

En el segundo capítulo se presenta el marco teórico, en el que se presentan las herramientas por utilizar en la investigación.

El tercer capítulo corresponde al marco metodológico que corresponde a la orientación que tiene la investigación.

En el cuarto capítulo se hace el análisis de la situación. Este capítulo es de suma importancia ya que es una radiografía en el presente de cómo se encuentra la compañía.

En el quinto capítulo se consignan las conclusiones y recomendaciones que se le pueden hacer a la empresa para una posible solución con base en la respuesta que se les dé a los objetivos.

En el sexto capítulo se presenta la propuesta de solución de la problemática después de realizado el análisis.

Seguidamente se presentan las generalidades de la empresa Fabrica de Condimentos, S.A.

Generalidades de la empresa

La empresa Fabrica de Condimentos, S.A es una empresa estadounidense que tiene 51 años de existencia. Se encuentra en todos los continentes y se dedica a la manufactura de materias primas y alimentos para diferentes sectores de la industria alimentaria.

Hoy cuenta con una diversidad de productos como salsas, aderezos y marinados, sazoadores, mezclas de panadería, ingredientes para la industria cárnica, sistemas de cobertura, bases culinarias, mezclas funcionales y helados.

En Costa Rica la planta de manufactura se encuentra en Heredia, en emplea a alrededor de 800 personas entre operarios y administrativos. En esta planta se elaboran los productos para cubrir las necesidades de los clientes de Centroamérica y el Caribe.

Misión

Nutrir al mundo fusionando creatividad y cuidado.

Visión

Mejoramos la comida del mundo.

Planteamiento del problema

Actualmente la empresa Fabrica de Condimentos, S.A. se dedica a la fabricación de diferentes productos alimenticios que vende en la región centroamericana y del Caribe. Es de mucha importancia para la empresa contar con un método de pronósticos eficiente, que le ayude a suplir las necesidades de los clientes y que a la vez sea rentable para sus dueños. Esto debido a que actualmente el método utilizado es deficiente en el sentido de que la exactitud del pronóstico es menor a 60%. La empresa necesita llegar al estándar mundial en la industria de alimentos y bebidas de 75%.

Existen problemas externos e internos que afectan la gestión de pronósticos de la empresa, como por ejemplo:

- Tiempos de entrega por parte de los proveedores extremadamente largos por motivos de distancias.
- Órdenes generadas por los clientes que no se tienen previstas.
- Manejo no óptimo de inventarios.
- Costos relacionados con el manejo de inventarios.
- Espacio de almacenaje que puede comprometerse debido a exceso de compra de materias primas o producto terminado.
- Vencimiento de materias primas y producto terminado.

Estos factores individualmente o en conjunto afectan a cualquier empresa en el sentido de que la vuelven menos productiva y menos rentable. En el momento en que se intervienen estos factores es posible realizar mejoras en su productividad y rentabilidad, lo que hará de la empresa incluso un mejor lugar para trabajar.

Por lo dicho, se plantea el siguiente problema:

¿Cómo diseñar un modelo de pronósticos que permita aumentar en 20% la exactitud en la empresa Fábrica de Condimentos, S.A.?

Objetivos

A continuación se presentan el objetivo general y los objetivos específicos, los cuales serán los ejes principales para el diseño del modelo de pronóstico en la empresa Fabrica de A Condimentos, S.A.

Objetivo general

- Diseñar un modelo de pronósticos en la empresa Fabrica de Condimentos, S.A. que permita el aumento de la asertividad del pronóstico en 20%.

Objetivos específicos

- Identificar los principales problemas que conllevan al bajo porcentaje de asertividad del pronóstico de ventas en la empresa Fabrica de Condimentos, S.A.
- Medir las consecuencias relacionadas con el cálculo del pronóstico.
- Analizar las causas que generan el bajo porcentaje de asertividad del pronóstico.
- Realizar el diseño del nuevo modelo de pronóstico.
- Establecer el programa de actividades que permita el control mes a mes de los indicadores relacionados con el pronóstico.

Justificación

El presente trabajo de graduación tendrá como foco principal el diseño de un modelo de pronósticos para la empresa Fabrica de Condimentos, S.A. En la actualidad la globalización e incluso la pandemia por Covid-19 le han puesto una fuerte presión al comercio en general, y sobre todo a las empresas de manufactura. Estas empresas, al ser transformadoras de materias primas, pertenecen al sector secundario de la industria y dependen de una serie de factores internos y externos para salir avante con sus compromisos.

Durante la realización del proyecto se buscará el mejor método de pronóstico y al final se tendrá una forma que puede beneficiar y mover la palanca de la empresa en materia operativa para una mejor exactitud en el momento de generar el pronóstico. Este pronóstico es el común denominador en temas de programación de la producción, además de compra de materias primas y manejo de inventarios, entre otros.

El impacto positivo que dará el aumento en la exactitud del pronóstico se verá reflejado en una mejor administración de los inventarios y, consecuentemente, en un mejor servicio en entregas a tiempo y con las cantidades correctas a los clientes. Esto inmediatamente tendrá beneficios económicos, como ahorro de dinero en costos de inventarios, pedidos y transporte de materias primas por motivos de urgencia; además de beneficios en el área operativa al tener una mejor visibilidad de la producción. El programa de producción funcionará de una mejor manera.

En el siguiente apartado se presentan los antecedentes del objetivo de la investigación.

Antecedentes

A continuación se presentan los antecedentes de la presente investigación. En este apartado se toman como referencia algunos artículos y tesis relacionados con pronósticos, realizados por diferentes personas tiempo atrás.

Valencia *et al* (2014) presenta en su artículo una técnica de optimización de inventarios multiperiodo por la vía de la simulación, lo cual hace a partir de una variación metaheurística búsqueda tabú. Esto para una empresa de manufactura del sector de confecciones de Colombia. El método optimización tabú es un heurístico que realiza una búsqueda de lo óptimo de una función objetiva en un modelo de programación lineal o no lineal, que trata de evitar que haya un óptimo local atrapado. Se determina que el método metaheurístico tabú muestra un buen desempeño, tanto que minimiza el error MAPE. (p 13-27)

Valencia *et al* (2014) propone aplicar varias técnicas bayesianas con un método de optimización, comparando su eficiencia mediante el indicador MAPE para el pronóstico del valor esperado. Los autores indican que la demanda de producto terminado ha sido pronosticada con diversos métodos. La propuesta de la investigación consiste en describir cuatro métodos estadísticos, tres bayesianos y uno basado en generación de variable aleatoria con distribución de Poisson para realizar pronósticos de demanda. En conclusión, se proporcionan alternativas para pronosticar en el corto plazo, pero al ser combinadas con el algoritmo tabú muestran un mejor desempeño. Este método es propuesto ya que al haber pocos datos no es conveniente utilizar series de tiempo.

Es de notar que en el anterior artículo de investigación los autores se enfocan en la solución por medio del método bayesiano, método que tiene como base un modelo probabilístico al utilizar elementos como la distribución de Poisson.

Arisaca *et al* (2014) en su tesis Propuesta de mejora en el proceso de abastecimiento de medicamentos en una clínica privada de salud se enfoca en el tema de costos. La importancia de la aplicación de un correcto método de pronóstico da como resultado una correcta planeación de abastecimiento y compras para la clínica privada.

Analiza también la importancia de clasificar proveedores por importe de compra, esto para firmar convenios estratégicos para asegurar el abastecimiento de productos.

Méndez y López (2014), en su artículo en la revista TECNURA, presentan una metodología para la gestión de la demanda en ambientes multiproducto para diferentes eslabones de la cadena de suministro, con alta variabilidad en la demanda. La metodología propuesta consiste en dos fases: la primera busca una clasificación de los productos de acuerdo con dos criterios, uno de movimiento para representar la rotación de inventarios, y el segundo de importancia respecto a las variables costo, volumen y peso. El resultado de esta fase es un conjunto de categorías para clasificar los productos e identificar aquellos más importantes y aquellos que se deben discontinuar.

Los autores mencionados, además de enfocarse en el tema de la clasificación, también desarrollan una segunda fase que consiste en realizar un pronóstico mixto, dependiendo de las categorías de producto. Estos métodos son la suavización exponencial doble y el promedio móvil doble. Comentan que estas técnicas se utilizaron en otra compañía y se logró una mejora de 10% en la desviación absoluta del promedio, aproximadamente.

Hinostroza (2016) propuso un manejo de pronósticos e inventarios acorde con la realidad de la empresa de ropa Lancaster para mejorar el desempeño de sus operaciones. Para el punto de mejora en los pronósticos después del análisis propuso un método de suavización exponencial. Además, para manejo de inventarios propuso una clasificación ABC en la que clasificó los artículos de mayor a menor importancia, caso en el cual los artículos en clasificación A deben ser revisados de manera continua, los B deben ser revisados de manera mensual y los C deben ser revisados cada dos meses.

Cardeñoso *et al* (2016) propone el desarrollo de pronósticos que permitan la estimación de las ventas y la propuesta de control de inventarios para mejorar la gestión de pedidos y distribución en la empresa MARLO E.I.R.L. En la investigación los autores determinan que la empresa ha crecido

desde su fundación hace más de 10 años; sin embargo, no así la metodología para optimizar la estimación de ventas y el control de sus inventarios, por lo que en la investigación se propone como parte de las soluciones una clasificación ABC. Con el análisis del histórico de ventas la propuesta que se hace para los pronósticos es utilizar un método de promedio móvil ponderado o suavización exponencial simple.

Amoroso *et al* (2017), en su artículo Modelo de pronóstico para la producción de sal, explican la importancia de establecer correlaciones para constituir el fundamento de un modelo de pronóstico que podría emplearse en la producción de sal. En la investigación se trabaja con datos históricos y también se toman datos meteorológicos, que son factores causales que afectan las proyecciones. Una vez analizada la información se determina que es posible crear un modelo de pronóstico matemático para la producción de sal. (p. 18-25)

Pinedo (2018) propone implementar un modelo de pronósticos de demanda para determinar la cantidad de inventario necesaria para cada temporada que atiende la tienda de prendas de vestir juvenil. Según la investigación la empresa realiza un cálculo del pronóstico basado en la experiencia y lo que se cree vender; sin embargo, este método no da los resultados esperados, por lo que propone realizar un análisis del histórico para proyectar la demanda futura. El método que se propone en la investigación es el Holt Winters y, además, se recomienda en la propuesta de trabajar con un método ABC de administración de inventarios.

Reyna (2019) se enfoca en un adecuado análisis de los periodos previos de ventas realizadas; esto para poder determinar el mejor método de pronóstico en la empresa FORCAGUA, S.A. En este trabajo el autor da mucho énfasis a la prueba de varios métodos de pronósticos, como son promedios móviles y correlación. En sus conclusiones determina que según el análisis el mejor modelo de pronóstico es el de correlación lineal.

Morales *et al* (2019) hizo una propuesta metodológica para determinar el comportamiento de las ventas de las siguientes empresas del sector alimentos: Industrias Bachoco, Grupo Bafar, Grupo Bimbo, Gruma, Grupo Herdez, Grupo Lala y Grupo Industrial Maseca. En la revista Semestre Económico 22 (52) el artículo trata sobre comparar modelos lineales y no lineales para determinar aquellos que presenten un mayor ajuste a los datos históricos. Se determina que el modelo de regresión lineal es el óptimo por la naturaleza del negocio de las empresas.

Proyecciones

Para el presente trabajo se establecen las siguientes proyecciones, las cuales se considera que impactarían de manera positiva la operación de la empresa Fabrica de Condimentos, S.A.:

- Disminuir el error del pronóstico.
- Tener una mejor comunicación entre los departamentos comercial y de operaciones.
- Incrementar el indicador de OTIF (*on time in full*) de la empresa.
- Optimizar el abasto de materias primas en tiempo y cantidad.
- Reducir el costo por transporte de materias primas con sentido de urgencia (vuelos en lugar de marítimo y terrestre).

CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO

Este apartado corresponde al marco teórico, en el cual se explican las herramientas por utilizar en la investigación. Se revisará la bibliografía en la cual se sustentará la investigación, mediante razones como resultado de la guía para la aplicación de las diferentes herramientas y métodos de ingeniería industrial, para el logro del objetivo general del presente trabajo.

Seguidamente se detallan las herramienta y conceptos de estas para tener clara la dirección que toma el proyecto.

Pronóstico de la demanda

Según Juárez *et al* (2016), “los pronósticos son una herramienta que proporciona un estimado cuantitativo de la probabilidad de eventos futuros.” Los autores mencionan que los alimentos perecederos requieren un especial cuidado que asegure la prolongación de su vida útil, garantizando su disponibilidad a través del adecuado almacenamiento.”

En la presente investigación el tema del pronóstico es un eje principal, por lo que se debe tener clara la importancia de estos. Por ejemplo, si una empresa pronostica un crecimiento de las ventas de 2% y la planeación de ventas tiene una meta de 6%, es evidente que tendrá que seguir una estrategia diferente para lograr la meta. En el ejemplo anterior se denota la importancia de tener una visión de lo que sucederá en el futuro aplicando un método cuantitativo o cualitativo; esto para la toma de decisiones.

Métodos de pronósticos

A continuación se presentan los métodos cualitativos y cuantitativos y, además, se explican las diferentes técnicas de cada método.

Método cualitativo

Moreno (2019) indica que “las técnicas cualitativas para estimar la demanda se utilizan cuando no existen datos históricos o cuando los datos que se dispone no son confiables.”

Seguidamente se detallan estas técnicas.

Método Delphi

Moreno (2019) dice:

El método Delphi se aplica cuando se presentan las siguientes condiciones: no existen datos históricos que se puedan emplear, los factores externos tienen gran influencia en los resultados cuando la situación examinada no tiene las condiciones que se requieren para utilizar una técnica exacta, y cuando es preciso obtener información de un grupo heterogéneo de profesionales expertos en distintas áreas de conocimientos. (p.28)

También Moreno (2019) explica:

El método se caracteriza porque ningún experto conoce la identidad de los otros que participan en el proceso. Es reiterativo, porque los expertos conocen los puntos de vista de los demás y pueden modificar su opinión. Como el propósito es mostrar el punto de acuerdo obtenido, las respuestas del grupo se presentan en base a valores estadísticos como: promedios, desviación estándar, valor máximo y valor mínimo. Para utilizar este procedimiento se deben seguir cuatro pasos:

- Definir el problema, establecer el objetivo del estudio, el contexto en que se desarrollará y el período investigado.
- Selección de los expertos desde el punto de vista cuantitativo, atendiendo a los recursos y tiempo disponible, y desde el punto de vista cualitativo, de acuerdo con objetivos, experiencia, disponibilidad y acceso a la información
- Elaboración, distribución de los cuestionarios, análisis y presentación de la información de acuerdo con resultados estadísticos.
- Comunicación de los resultados a los expertos y envío de nuevo cuestionario.

Recibidas las nuevas respuestas se extraen las diferencias, se evalúan y si es necesario se envía una tercera consulta.

Para el presente trabajo se toma en cuenta la técnica de Delphi como referencia para el desarrollo de este.

Estudio de mercado

Moreno (2019) comenta:

Es un método sistemático que se caracteriza por su flexibilidad en la selección y diseño de la metodología más apropiada para la situación que se examina. Consta de cinco etapas:

- 1) Definición del problema y los objetivos de la investigación
- 2) Desarrollo del plan de investigación
- 3) Obtención de información
- 4) Análisis de la información
- 5) Presentación de resultados (p.29)

Para el presente trabajo se toma en cuenta la técnica de estudio de mercado como referencia para su desarrollo, en el sentido de aplicar algunos conceptos de la teoría en el análisis de la situación y la propuesta.

Consenso de panel

De acuerdo con Moreno (2019):

Es una técnica similar al procedimiento que sigue el método DELPHI, donde los expertos que participan son ejecutivos de la empresa que poseen conocimientos y experiencia en el tema. Se diferencia del método antes mencionado porque todos los participantes conocen la identidad del que emite las opiniones y no es necesaria la retroalimentación de las apreciaciones de cada experto, porque cada uno emite su juicio a nivel de comité. Cada participante reconoce las capacidades de los otros y se estimula su participación para efectuar un pronóstico de las ventas futuras. (p.30-31)

Para el presente trabajo se toma en cuenta la técnica de consenso de panel como referencia para el desarrollo de este, en el sentido de aplicar algunos conceptos de la teoría en el análisis de la situación y la propuesta.

Pronósticos visionarios

Moreno (2019) indica que esta técnica de pronóstico es:

Expertos calificados en un área —de acuerdo con su especialidad y experiencia— emiten pronósticos cuya calidad debe ser reconocida por toda la comunidad perteneciente a su área.

Con respecto a la estimación de la demanda, consiste en pronosticar las ventas con base en la experiencia, buen juicio y sentido común. Se suelen pronosticar las ventas considerando la experiencia que se ha tenido en trabajos anteriores en negocios similares. Se puede solicitar la opinión de los trabajadores de la empresa, de sus vendedores, la de expertos en el tema, de personas que hubiesen tenido el mismo tipo de negocio o que trabajen en negocios de la competencia. (p.31)

La técnica anterior es de utilidad en el presente trabajo para crear una sinergia en el departamento comercial. Con esta técnica se logra obtener información valiosa por medio del personal de ventas de los clientes de la empresa. Cuando se obtiene información directa del cliente, en el sentido de su demanda, el pronóstico se puede afinar de manera que las cantidades de producto que se venderán sean más exactas.

Todas las técnicas anteriores se refieren a formas de calcular un pronóstico mediante subjetividad. Al ser técnicas no tan numéricas, según la teoría, indica que puede inducir a error en ocasiones.

Método cuantitativo

Moreno (2019) indica que:

Los métodos cuantitativos se basan en cifras que permiten investigar, examinar y verificar información con el propósito de establecer la relación que existe entre las variables que intervienen en la demanda de un bien, en la importancia que tiene cada variable en la cuantía de las ventas históricas y en que exista una dependencia entre las variables cuya particularidad sea representable por algún modelo numérico.

El uso de los métodos cuantitativos permite predecir el comportamiento de un grupo de consumidores con resultados que pueden ser generalizados al resto de la

población. Entre los métodos cuantitativos se destacan los modelos matemáticos y los modelos causales. (p.36)

De seguido se detallan los métodos cuantitativos, los cuales son de mucha utilidad cuando se tiene una información histórica, esto para utilizar esta misma para proyectar a futuro la posible demanda. En el caso de esta investigación se tiene información histórica que será utilizada en los análisis del pronóstico.

Método cuantitativo, modelo series de tiempo

Moreno (2019) indica que:

Una serie de tiempo es una secuencia ordenada de valores que se observan y registran en intervalos de tiempo regulares: diarios, semanales, mensuales, semestrales o anuales. El objeto de registrar estos valores es efectuar un análisis de series de tiempo con el fin de comprobar la presencia de estándares o pautas no aleatorias, aislar y estudiar sus componentes para utilizarlos como guías en la estimación de movimientos futuros. Las aplicaciones de esta técnica se utilizan en economía, física, geofísica, química, electricidad, en demografía, en *marketing*, en telecomunicaciones, en transporte, entre otras. (p.123)

Promedio móvil simple

Gálvez (s f) comenta que:

El método de promedios móviles simples se recomienda utilizarlo cuando la información histórica de las ventas no tiene tendencia o factores estacionales que la afecten. Sólo es necesario considerar un número “n” de periodos históricos para realizar el pronóstico. Dicho número dependerá siempre del nivel de error que genere dicha cantidad de “n”. (p.20)

La técnica de promedio móvil simple se utiliza cuando la variación de los datos no es significativa. Por ejemplo, una empresa que todos los meses vende entre 100 y 95 unidades de su producto podría usar una técnica de promedio simple. En el presente trabajo se analizará como posible técnica para la propuesta.

A continuación, en la **Figura 1 Fórmula promedio móvil simple**, se observa la fórmula de la técnica de pronóstico promedio móvil simple.

Figura 1 Fórmula promedio móvil simple

$$\text{Pronóstico}_{t+1} = \sum \frac{\text{Ventas}_{t-1}}{n}$$

Nota: Gálvez (s f)

Promedio móvil ponderado

Escobar *et al* (2011) señalan que:

Promedio móvil ponderado como su nombre lo indica, consiste en el cálculo del promedio de los últimos n días de datos dándole más peso a los datos más nuevos. En otras palabras, es la media aritmética, pero a cada dato se lo multiplica por un peso que es una función lineal.

En la **Figura 2 Fórmula de promedio móvil ponderado** se observa la fórmula de la técnica del promedio móvil ponderado:

Figura 2 Fórmula de promedio móvil ponderado

$$\dot{X}_t = \frac{\sum_{i=1}^n C_i * X_{t-1}}{\sum_{i=1}^n C_i}$$

Nota: Juárez et al (2016)

En la **Figura 2 Fórmula de promedio móvil ponderado**, Juárez *et al* (2016) indican que:

“donde \dot{x}_t se refiere al promedio móvil ponderado de la demanda en unidades en el periodo t; C_i es el factor de ponderación, y X_{t-1} es la demanda real en unidades de los periodos anteriores a t.”

Suavización exponencial simple

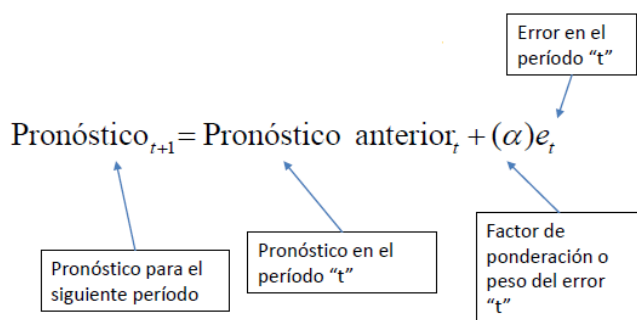
Gálvez (s f) comenta que:

Otro de los métodos que se recomienda utilizar cuando la información histórica de las ventas no tiene tendencia o factores estacionales que la modifiquen, es el de atenuación exponencial simple. Esta pesa las variaciones o cambios que tiene el error del pronóstico en el tiempo con alfa (α). El valor de alfa es un porcentaje que tiene valores de cero a uno sin incluirlos. (p.23)

Esta técnica también es útil cuando no existen picos o valles tan pronunciados en la demanda. Si existiera una variación leve esta se suaviza con el valor alfa de la fórmula. En el presente trabajo se utilizará para analizarla como posible técnica para la propuesta.

En la **Figura 3 Fórmula de suavización exponencial simple** se tiene la fórmula del pronóstico por medio de la técnica suavización exponencial simple.

Figura 3 Fórmula de suavización exponencial simple



Nota: Gálvez (s f)

Suavización exponencial triple (Winters)

Dentro de los métodos para datos de ventas con tendencia, Gálvez (s f) comenta que:

Una de las técnicas que tiene mayor aplicación y efectividad, cuando las ventas históricas tienen grandes variaciones en ciertos meses del año o marcada estacionalidad (temporalidad), es la técnica de Winters o atenuación exponencial triple. Este método pesa la variación, la tendencia y la estacionalidad con alfa (α), beta (β) y gama (γ), respectivamente. El objetivo es encontrar la combinación de estos elementos que minimice el error del pronóstico. (p.26)

Según lo comentado por el autor indicado en el párrafo anterior, este método es de mucha utilidad para empresas que por su naturaleza pueden tener promociones o incrementos debido a cierta época del año, como por ejemplo Navidad o verano. En el presente trabajo se analiza si esta técnica puede entrar dentro de la propuesta.

En la **Figura 4 Fórmula suavización exponencial triple (Winters)** se observa el método de cálculo de la técnica suavización exponencial triple (Winters).

Figura 4 Fórmula suavización exponencial triple (Winters)

$$\hat{Y}_{t+p} = [a_t + b_t(p)]S_{t-L+p}$$

$\beta =$ Pesa la tendencia
 $\alpha =$ Pesa la variación
 $\gamma =$ Pesa la estacionalidad

"L" = Ancho de la estacionalidad y "p" = Periodos a pronosticar

Nota: Gálvez (s f)

Siguiendo con la técnica de suavización exponencial triple (Winter) en la **Figura 4 Fórmula suavización exponencial triple (Winters)**, se presentan las fórmulas para actualizar los valores, alfa, beta y gama de la fórmula, recordando que estas variables son la variación, la tendencia y la estacionalidad, respectivamente.

Figura 5 Fórmulas para actualizar variables en suavización exponencial triple

$$a_t = \alpha \frac{Y_t}{S_{t-L}} + (1 - \alpha)(a_{t-1} + b_{t-1})$$

$$b_t = \beta(a_t - a_{t-1}) + (1 - \beta)b_{t-1}$$

$$S_t = \gamma \frac{Y_t}{a_t} + (1 - \gamma)S_{t-L}$$

Nota: Gálvez (s f)

Medición del error en los pronósticos

Cardeñoso *et al* (2016) indican que “estimar la exactitud de un método de pronóstico o el error del pronóstico se refiere a conocer la distancia entre el valor real y el estimado” (p.60)

Por lo tanto, conocer los indicadores y medidas para la respectiva medición del error en los pronósticos es de suma importancia. A continuación se presentan las medidas y sus fórmulas.

MAPE

Minitab (s f), en el sitio web de este programa estadístico indica que:

El error porcentual absoluto medio (MAPE) expresa la exactitud como un porcentaje del error. Debido a que el MAPE es un porcentaje, puede ser más fácil de entender que otros estadísticos de medición de exactitud. Por ejemplo, si el MAPE es 5, en promedio el pronóstico está errado en un 5%.

La medida MAPE es una medida que se aplicará para medir el error del pronóstico y obtener información importante acerca del error.

En la **Figura 6 Fórmula MAPE** se observa la fórmula del error MAPE del pronóstico.

Figura 6 Fórmula MAPE

$$MAPE = \frac{\sum_{i=1}^n 100 |Real_i - Pronóstico_i|}{n \cdot Real_i}$$

Nota: Imágenes de Google

MAD

Minitab (sf) comenta que:

“La desviación absoluta de la media (MAD) expresa exactitud en las mismas unidades que los datos, lo que ayuda a conceptualizar la cantidad del error.”

La medida MAD es una medida que se aplica para medir el error del pronóstico y obtener información importante acerca del error.

En la

Figura 7 Fórmula MAD se observa la fórmula de la desviación absoluta MAD.

Figura 7 Fórmula MAD

$$MAD = \frac{\sum |Real - Pronóstico|}{n}$$

Nota: Imágenes de Google

MSE

Cardeñoso *et al* (2016) indican que:

Otra técnica para evaluar una técnica de pronóstico es el Error Cuadrático Medio (MSE). Cada error o residual se eleva al cuadrado; luego estos valores se suman y se dividen entre el número de observaciones. Este enfoque penaliza los errores mayores de pronósticos, ya que eleva cada uno al cuadrado. Esto es importante pues en ocasiones pudiera ser preferible una técnica que produzca errores moderados a otra que por lo regular tenga errores pequeños pero que ocasionalmente arroje algunos en extremo grandes.

La medida MSE es una medida que se aplicará para medir el error del pronóstico y obtener información importante acerca del error.

En la **Figura 8 Fórmula MSE** se observa la fórmula de la medida MSE.

Figura 8 Fórmula MSE

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n e_t^2}{n}$$

Nota: Cardeñoso (2016)

Diagrama de Pareto

Sales (2013) comenta que:

El Diagrama de Pareto es una gráfica en donde se organizan diversas clasificaciones de datos por orden descendente, de izquierda a derecha, por medio de barras

sencillas después de haber reunido los datos para calificar las causas. De modo que se pueda asignar un orden de prioridades (p.1)

Con la orientación del texto anterior se puede reconocer la importancia del diagrama de Pareto para la presente investigación. En la actualidad la empresa tiene una serie de problemas que inciden en la baja exactitud del pronóstico. Con una herramienta tan potente como el diagrama de Pareto se puede determinar el grado de importancia y jerarquía de estos problemas.

Inclusive en temas de clasificar productos y clientes para determinar su importancia esta herramienta es de mucha ayuda, ya que se podrá identificar 20% de clientes que generan 80% de las ventas o, en su defecto, 20% de productos que generan 80% de ventas. Esto puede ayudar en enfocar esfuerzos orientados a la solución de los problemas de alrededor del pronóstico.

Este diagrama es utilizado en varios campos, desde la economía y la estadística hasta la psicología. Es una herramienta muy potente que ayuda a identificar problemas para posteriormente solucionarlos.

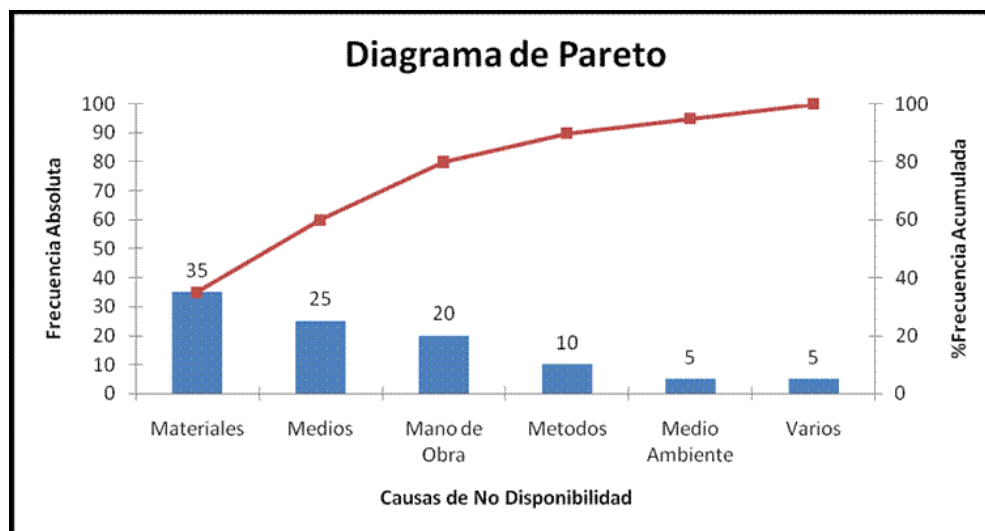
El diagrama de Pareto se realiza de la siguiente manera:

1. Se selecciona el aspecto que se va a analizar
2. Se agrupan los datos por categorías
3. Se colocan los valores a cada categoría
4. Se ordenan los datos de mayor a menor
5. Se le realiza una frecuencia acumulada
6. Posteriormente se obtiene un porcentaje respecto al total de datos
7. Se agregan los porcentajes acumulados para identificar dónde se encuentra el 80/20
8. A continuación se confecciona el grafico del diagrama de Pareto

En la **Figura 9 Diagrama de Pareto** se observa el diagrama de Pareto.

En el presente trabajo se usa esta herramienta para identificar las prioridades por analizar para idear el método ideal de pronóstico.

Figura 9 Diagrama de Pareto



Nota: Imágenes de Google

Diagrama de causa y efecto (Ishikawa)

Zapata y Villegas (2006), mencionados por Romero y Díaz (2010), indican que:

Esta herramienta no ofrece respuesta a una pregunta, como el análisis de Pareto, diagramas Scatter o histogramas. En el momento de generar el diagrama causa-efecto normalmente se ignora si estas causas son o no responsables de los efectos. Por otra parte, un diagrama causa-efecto bien organizado sirve como vehículo para ayudar a los equipos a tener una concepción común de un problema complejo, con todos sus elementos y relaciones claramente visibles a cualquier nivel de detalle requerido. Este diagrama se debe utilizar cuando se pueda contestar “Sí” a una o a las dos preguntas siguientes:

- 1) ¿Es necesario identificar las causas principales de un problema?
- 2) ¿Existen ideas u opiniones, o ambas, sobre las causas de un problema?

Con la ayuda de la definición del texto anterior se hará un análisis de las principales causas de nivel de hombre, maquina, entorno, material, método y medida, que pueden estar generando una baja

exactitud en el pronóstico. Es de mucha importancia la implementación de esta herramienta en el presente trabajo de investigación, ya que dará una visibilidad de causas que pueden estar escondidas.

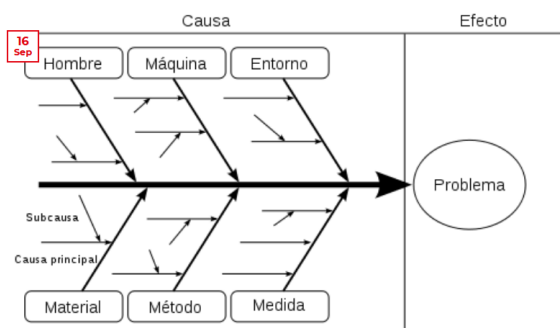
El diagrama de causa y efecto empleado de la manera correcta puede ser de mucho provecho para la investigación. Este diagrama representa cualitativamente factores que intervienen en algún fenómeno o hecho.

Este diagrama trabaja de la mano con el diagrama de Pareto, el cual tiene como objetivo priorizar los factores que pueden afectar una gestión u operación en general.

En el presente trabajo se hará uso de esta herramienta en el sentido de identificar las causas de la baja asertividad del pronóstico.

En la **Figura 10 Diagrama de causa y efecto** se observa el diagrama de causa y efecto.

Figura 10 Diagrama de causa y efecto



Nota: Imágenes de Google

OTIF

Torres-Rabello (2011) comenta que:

El indicador “OTIF” significa *on-time* (pedidos a tiempo) e *in-full* (pedidos completos). El OTIF exige que se cumplan ambas cosas al mismo tiempo. Este es un ejemplo: Un cliente hace un pedido por 100 unidades y los necesita el próximo martes. El próximo martes le entregamos 85, por lo tanto, el OTIF (la primera vez) es 85%. A los 30 días entregamos 10 unidades adicionales, por lo tanto, el OTIF a

30 días es $85 + 10 = 95\%$. Nótese que el OTIF está relacionado con el tiempo en que se completa una orden. (p.26)

En la **Figura 11 Fórmula OTIF** se observa la fórmula de cálculo de OTIF.

En el presente trabajo se tomará en cuenta el indicador OTIF para medir los niveles de satisfacción de los clientes.

Figura 11 Fórmula OTIF

$$OTIF = \frac{\sum \text{Pedidos Perfectos en Cantidad y en Ventana Horaria}}{\text{Total Pedidos}}$$

Nota: Imágenes de Google

Nivel de servicio o *Fill rate*

Torres-Rabello (2011), indica que:

El Fill-Rate (FR) es un indicador que mide la cantidad que entregamos a los clientes con respecto de lo que nos solicitó. El *Fill rate* se refiere a la satisfacción de todos los estudios de clientes que arrojan resultados similares: los clientes queremos que nos entreguen los productos que pedimos, en la cantidad que los pedimos, en el tiempo que los pedimos, en las condiciones que los pedimos y al precio que pactamos.

Ejemplo: un cliente hace tres pedidos durante el mes de cierto SKU: 100, 80 y 120 unidades. Le entregamos, respectivamente, 80, 80 y 80 unidades. El FR es $(80 + 80 + 80) / (100 + 80 + 120) = 80\%$. Sin embargo, sólo en un caso entregamos el 100% de lo que nos solicitó. El porcentaje de órdenes completas (denominado *Order Fill-Rate*) es aquí $1/3 = 33\%$. (p.26)

En la **Figura 12 Fórmula Fill rate** se observa la fórmula del *Fill rate*. Esta fórmula fue obtenida de una imagen en inglés en que *# of ads delivered* significa órdenes entregadas y *# of ad requests*, órdenes solicitadas.

En el presente trabajo el indicador *Fill rate* se tomará en cuenta para medir los niveles de satisfacción de los clientes.

Figura 12 Fórmula Fill rate

$$\text{Fill Rate} = \frac{\text{\# of ads delivered}}{\text{\# of ad requests}}$$

Nota: Imágenes de Google

CAPÍTULO III MARCO METODOLÓGICO

En el presente capítulo se desarrolla en detalle la metodología del trabajo de investigación. Se determinan los métodos bajo los cuales se llevará a cabo el trabajo. Términos importantes, como enfoque, alcance, diseño, muestra de la investigación, entre otros, se detallarán para conocer de qué tratan.

Enfoque

En el trabajo de investigación se pueden aplicar tres tipos de enfoque, cuantitativo, cualitativo y mixto. Seguidamente se detallan los tres métodos y la elección del método para el presente trabajo.

Enfoque cuantitativo

Según Hernández-Sampieri (2018), “la ruta cuantitativa es apropiada cuando queremos estimar las magnitudes u ocurrencia de los fenómenos y probar hipótesis.” (p.6)

El autor plantea que en la ruta cuantitativa existe una realidad objetiva. La realidad no cambia por las observaciones o mediciones realizadas. Este tipo de enfoque contiene un conjunto de procesos organizado de manera secuencial para comprobar ciertas suposiciones. (p.6)

Enfoque cualitativo

Hernández-Sampieri (2018) indica:

Con el enfoque cualitativo también se estudian fenómenos de manera sistemática. Sin embargo, en lugar de comenzar con una teoría y luego “voltear” al mundo empírico para confirmar si esta es apoyada por los datos y resultados, el investigador comienza el proceso examinando los hechos en sí y revisado los estudios previos, ambas acciones de manera simultánea, a fin de generar una teoría que sea consistente con lo que está observando que ocurre. (p.7)

Enfoque mixto

Así se explica en el libro Metodología de la Investigación:

El enfoque cuantitativo representa un conjunto de procesos sistemáticos, empíricos y críticos de investigación, también implican la recolección y análisis de datos, tanto cuantitativos como cualitativos. El método mixto puede implementarse de acuerdo

con diversas secuencias. A veces lo cuantitativo precede a lo cualitativo o viceversa. (Hernández-Sampieri, 2018, p. 10)

De acuerdo con el tipo de investigación en el presente trabajo, en que se aplican estadística, recolección de datos y análisis numérico, se determina como enfoque el método cuantitativo.

En el siguiente apartado se define el alcance del presente trabajo.

Alcance

Según Hernández-Sampieri (2018) "existen cuatro tipos de alcance para un trabajo de investigación, los cuales son: exploratorio, descriptivo, correlacional, y explicativo. A continuación se da la definición y se determina cuál se usará en el trabajo." (p.106)

Exploratorio

Hernández-Sampieri (2018) explica que "los estudios exploratorios se llevan a cabo cuando el propósito de la investigación es examinar un fenómeno o problema de investigación nuevo o poco estudiado." (p.106)

Por lo indicado este tipo de alcance es muy útil, por ejemplo en el estudio del Covid19. Este es un virus del que se conoce poco, por lo tanto, la comunidad científica se encuentra en un estudio día a día para conocer más en profundidad el virus.

Descriptivo

Según Hernández-Sampieri (2018):

El tipo de alcance descriptivo pretende especificar propiedades, características y perfiles de personas, grupos, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis, el autor pone como ejemplo el censo nacional de población, cuyo propósito es caracterizar a los ciudadanos de una nación. (p.108)

Correlacional

Hernández-Sampieri (2018) comenta:

Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que existe entre dos o más conceptos, categorías o variables en un contexto en particular. Según el autor este tipo de estudios pretenden responder a preguntas de

investigación como las siguientes: ¿La obesidad en adultos mayores de 60 años está vinculada a un mayor riesgo de padecer diabetes? En ocasiones solo se analiza la relación entre dos conceptos o variables, pero con frecuencia se ubican más variables. (p.109-110)

Explicativo

En su libro Metodología de la investigación, Hernández-Sampieri (2018) comenta que “los estudios explicativos van más allá de la descripción de fenómenos, conceptos o variables o del establecimiento de relaciones entre estas. Está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos de cualquier índole.” (p.110-111)

De acuerdo con Hernández-Sampieri (2018), “los estudios que se realizan con el tipo de alcance explicativo pretenden determinar las causas de los eventos y fenómenos de cualquier índole. Establecen relaciones de causalidad entre conceptos, variables, hechos o fenómenos en un contexto concreto.” (p.sn)

Tratándose el presente trabajo de un caso en el que se pretende determinar las causas de un evento con el objetivo de diseñar un nuevo método, en lo que se utilizará el alcance explicativo.

Diseño

Diseños experimentales

Ortega *et al* (2021) menciona que:

El diseño experimental son técnicas de estadística que permiten identificar y cuantificar las causas de un efecto dentro de un estudio experimental. Según los autores, en un diseño experimental se manipulan deliberadamente una o más variables, vinculadas a las causas, para medir el efecto que tienen en otra variable de interés. (p.sn)

Diseños no experimentales

Hernández-Sampieri (2018) indica:

Podría definirse como la investigación que se realiza sin manipular deliberadamente variables. Es decir, se trata de estudios en los que no se hace variar en forma

intencional las variables independientes para ver su efecto sobre otras variables.
(p.174)

Hernández-Sampieri (2018) puntualiza que existen dos tipos de diseño no experimentales, uno es el transeccional y el otro el longitudinal. A continuación se menciona lo que indica el autor

Según Hernández-Sampieri (2018):

Los diseños transeccionales o transversales recolectan datos en un solo momento, en un tiempo único. Su propósito normalmente es:

1. Describir variables en un grupo de casos (muestra o población), o bien, determinar cuál es el nivel o modalidad de las variables en un momento dado.
2. Evaluar una situación, comunidad, evento, fenómeno o contexto en un punto del tiempo.
3. Analizar la incidencia de determinadas variables, así como su interrelación en un momento, lapso o periodo. (p.176)

Hernández-Sampieri (2018) comenta:

En ciertas ocasiones, el interés del investigador es analizar cambios al paso del tiempo en determinadas categorías, conceptos, sucesos, variables, contextos o comunidades, o bien, las relaciones entre estas; aún más, a veces ambos tipos de cambios. Entonces puedes disponer de los diseños longitudinales, los cuales recolectan datos en diferentes momentos o periodos para hacer inferencias respecto al cambio, sus determinantes y consecuencias. (p.180)

El presente trabajo de investigación se realiza bajo el diseño no experimental transversal, ya que en la estructura de la investigación la recolección de datos se hará en un solo momento para posteriormente analizar y transformar estos datos en información para la toma de decisiones.

VARIABLES O UNIDADES DE ANÁLISIS

Seguidamente se tiene la variable o unidad de análisis del presente trabajo.

Según Hernández-Sampieri (2018), “la unidad de muestreo es el tipo de caso a elegir para estudiar. Frecuentemente es la misma que la unidad de análisis (la que al final constituye o produce los datos o información que se examinará mediante procedimientos estadísticos)”

Por lo dicho, para este trabajo de investigación seguidamente se detalla la unidad de análisis.

A continuación, en la **Tabla 1 Variables**, se detallan las variables de estudio de la investigación. En estas se puede observar cómo cada variable se relaciona con los objetivos específicos.

Tabla 1 Variables

Objetivos	Variable	Conceptual	Operacional	Instrumental
Identificar los principales problemas que conllevan al bajo porcentaje de asertividad del pronóstico de ventas en la empresa Fabrica de Condimentos, S. A	Asertividad del pronóstico	Conjunto de hechos o circunstancias que dificultan la consecución de algún fin. Real Academia Española (n.d.)	% de asertividad del pronóstico	Información histórica en la base de datos y Excel. Diagrama de Pareto, Ishikawa
Medir las consecuencias relacionadas con el cálculo del pronóstico.	Consecuencias	Hecho o acontecimiento que se sigue o resulta de otro. Real Academia Española (n.d.)	Pedidos correctos y a tiempo/total de pedidos	Reportes de pedidos entregados/OTIF
Analizar las causas que generan el bajo porcentaje de asertividad del pronóstico.	Causas	Aquello que se considera como fundamento u origen de algo. Real Academia Española (n.d.)	Causas correspondientes al pronóstico/Causas totales	Diagrama de causa y efecto
Realizar el diseño del nuevo modelo de pronóstico.	Diseño	Concepción original de un objeto u obra destinados a la producción en serie. Real Academia Española (n.d.)	Porcentaje de error de pronóstico con diseño actual - Porcentaje de error de pronóstico con diseño anterior	Información histórica en la base de datos y Excel, Indicadores MAPE y de asertividad
Establecer el programa de actividades que permita el control mes a mes de los indicadores relacionados con el pronóstico.	Actividades	Conjunto de operaciones o tareas propias de una persona o entidad. Real Academia Española (n.d.)	Actividades completadas/Actividades totales	Reporte de actividades completadas

Nota: Erick Martínez Solís

De seguido se detalla el sistema de muestreo para la investigación.

Muestra de la investigación

Según Hernández-Sampieri (2018):

En la ruta cuantitativa, una muestra es un subgrupo de la población o universo que te interesa, sobre la cual se recolectarán los datos pertinentes, y deberá ser representativa de dicha población (de manera probabilística, para que puedas generalizar los resultados encontrados en la muestra a la población). (p.196)

El muestreo en esta investigación se realiza en los meses de julio a octubre de 2021, al ser una ruta cuantitativa en la que el logro de los objetivos se fundamenta en métodos numéricos es necesario hacer algunos cálculos para definir la muestra.

A continuación se detalla la fórmula para el cálculo de la muestra.

En la **Figura 13 Fórmula del tamaño de la muestra** se puede observar la fórmula por usar para el cálculo de la muestra.

Figura 13 Fórmula del tamaño de la muestra

$$n \geq \frac{Z_{\alpha/2}^2 * N * p * q}{Z_{\alpha/2}^2 * p * q + N * E^2}$$

Nota: Acuña (2012)

Según Acuña (2012), cuando se desea estimar una proporción de una característica y la población en estudio es finita, entonces el tamaño de la muestra se calcula con la fórmula de la **Figura 13 Fórmula tamaño de la muestra**. (p.142)

Acuña (2012) Los términos usados en estas expresiones significan:

n: tamaño estadístico

$Z_{\alpha/2}$: estadístico de distribución normal ligado al error α

N: tamaño de la población

σ : varianza poblacional de la característica de la variable de estudio

E: error de estimación entre el parámetro y el estadígrafo

p: proporción de la característica de la muestra

q: proporción que no pertenece a la característica en la muestra (p.142)

En la **Tabla 2 Muestra de la investigación** se observa el detalle de muestreo de la investigación.

Tabla 2 Muestra de la investigación

Indicador	Tipo de muestra	Unidad de muestreo	Fórmula
Asertividad del pronóstico	Aleatoria simple	Líneas de productos de 4 pronósticos de los meses de julio a octubre del 2021	$n \geq \frac{Z_{\alpha/2}^2 * N * p * q}{Z_{\alpha/2}^2 * p * q + N * E^2}$
Consecuencias	Aleatoria simple	Pedidos generados durante los 4 meses de julio a octubre del 2021	$n \geq \frac{Z_{\alpha/2}^2 * N * p * q}{Z_{\alpha/2}^2 * p * q + N * E^2}$
Causas	Aleatoria simple	Pedidos generados durante los 4 meses de julio a octubre del 2021	$n \geq \frac{Z_{\alpha/2}^2 * N * p * q}{Z_{\alpha/2}^2 * p * q + N * E^2}$
Diseño	Aleatoria simple	Líneas de nuevos pronósticos generados con el nuevo método	$n \geq \frac{Z_{\alpha/2}^2 * N * p * q}{Z_{\alpha/2}^2 * p * q + N * E^2}$
Actividades	Aleatoria simple	Indicadores alrededor del pronóstico presentados en las reuniones	$n \geq \frac{Z_{\alpha/2}^2 * N * p * q}{Z_{\alpha/2}^2 * p * q + N * E^2}$

Nota: Erick Martínez Solís

Instrumentos

En la

Tabla 3 Instrumentos se observan los instrumentos que se utilizarán para las diferentes mediciones en el proyecto.

Tabla 3 Instrumentos

Indicador	Instrumento	Recursos Requeridos	Beneficios
Asertividad del pronóstico	Hoja de recolección de datos	Bases de datos, Laptop, Excel	Determinar para intervenir la cantidad de errores relacionados con el pronóstico
Consecuencias	Hoja de recolección de datos - Informes	Bases de datos, Laptop, Excel	Identificar la cantidad de pedidos correctos y revisar el detalle de los incorrectos
Causas	Hoja de recolección de datos-Informes	Bases de datos, Laptop, Excel	Analizar las causas de los problemas relacionados al pronóstico
Diseño	Informes	Bases de datos, Laptop, Excel	Aumentar la exactitud del pronóstico
Actividades	Hoja de cumplimiento de actividades o cronograma	Laptop, cronograma, apoyo de diferentes departamentos de la empresa	Seguimiento mensual de los indicadores relacionados con el pronóstico

Nota: Erick Martínez Solís

En el siguiente apartado se describe el proceso de recolección de datos de la investigación.

Proceso de la recolección de datos

El proceso de recolección de datos se hará de manera virtual, ya que toda la información requerida se encuentra en los servidores de la empresa, por lo cual la información se obtendrá mediante tablas de dinámicas o cuadros de Excel.

Las fuentes principales serán facturas generadas por los departamentos de servicio al cliente y logística, en documentos oficiales como los pronósticos realizados. Esta información se encuentra

en los servidores y computadoras de la empresa. También como fuente se usarán tablas de Excel en las que se guarda información estadística histórica de la empresa.

La preparación de la información se hará por medio de la herramienta Excel. Esta herramienta, por su funcionalidad para hacer cálculos y llevar control estadístico, es apta para este trabajo de investigación.

En la **Tabla 4 Recolección de datos** se observa el detalle de la recolección de datos para la investigación.

Tabla 4 Recolección de datos

Indicador	Fuente de los datos	Método de recolección de los datos	Beneficios esperados
Asertividad del pronóstico	Facturas y pronósticos generados durante el mes. Se localizan en los sistemas informáticos de la empresa	Se recolectará en el momento en el que se realiza el pronóstico información de 4 meses de estos, recolectados en archivos de Excel	Se espera obtener información sobre los principales problemas relacionados con el pronóstico
Consecuencias	Facturas y pronósticos generados durante el mes. Se localizan en los sistemas informáticos de la empresa	Se recolectará y clasificará información de las consecuencias que genera la baja asertividad del pronóstico. Esto se recolectará de manera mensual una vez hecho el cierre de informes de mes	Se espera obtener información sobre la satisfacción de los clientes
Causas	Informes realizados por el departamento de SAC y Planning	Se recolectará y clasificará información de las causas que generan la baja asertividad del pronóstico. Esto se recolectará de manera mensual una vez hecho el cierre de informes de mes	Se espera obtener las principales causas relacionadas con el pronóstico
Diseño	Facturas y pronósticos generados durante el mes	Se recolectará información de la medición del nuevo método de pronóstico. Se recolectará en el momento de realizar los nuevos cálculos	Se espera obtener información histórica del comportamiento de asertividad del pronóstico

Actividades	Cronograma y minutas de reuniones	Mediante informes se recolectará información sobre la aceptación en la empresa del nuevo método	Se espera obtener retroalimentación de los resultados del diseño del nuevo método de pronóstico
-------------	-----------------------------------	---	---

Nota: Erick Martínez Solís

Método de análisis

La información que se recolectará de las diferentes fuentes de información será la de un minucioso análisis. Se trabajará con técnicas estadísticas, como medidas de tendencias central, medidas de dispersión y métodos de pronósticos de series de tiempo, entre otros.

Los principales programas que se utilizarán serán Excel, el cual es un software de hoja de cálculo que sirve para realizar múltiples cálculos, entre ellos cálculos estadísticos.

Además, se tienen como una de las fuentes principales de información los datos almacenados en el servidor de la empresa.

Se utilizarán otros programas como Microsoft Visio y Lucidchart para la elaboración de diagramas.

En la **Tabla 5 Método de análisis** se detalla el método de análisis de la investigación.

Tabla 5 Método de análisis

Indicador	Análisis por realizar	Programa	Uso
Asertividad del pronóstico	Se realizará un análisis de asertividad en el que se hará una comparación con los pedidos reales	Excel	Se analizarán los principales problemas para atacarlos
Consecuencias	Se realizará un análisis de qué consecuencias tienen más peso en la insatisfacción del cliente	Excel	Se medirá la satisfacción del cliente en cuanto a pedidos entregados
Causas	Se realizará un análisis para detectar las principales causas relacionadas con la baja asertividad	Excel	Se analizarán las principales causas para atacarlas

Diseño	Se realizará un análisis para medir la asertividad del nuevo método de pronóstico	Excel	Se medirá la exactitud del pronóstico para comparar y ver las mejoras
Actividades	Se realizará un análisis para revisar mensualmente los indicadores del nuevo método de pronóstico	Excel - Word	Se dará seguimiento a las actividades para la mejora en la exactitud del pronóstico

Nota: Erick Martínez Solís

Cronograma

A continuación, en la **Figura 14 Cronograma**, se muestra el cronograma de actividades mediante un diagrama de Gantt. En este se pueden observar las tareas y sus tiempos de entrega.

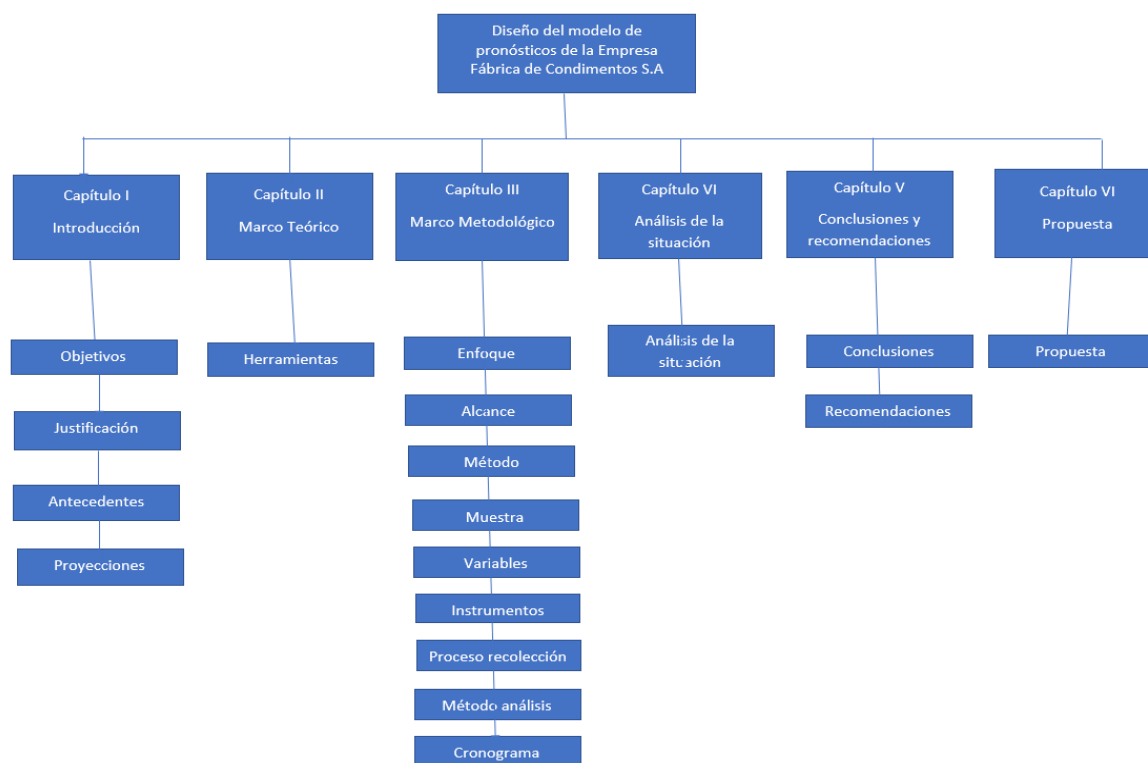
Figura 14 Cronograma

Actividades	Semanas II Cuatrimestre 2021														Semanas III Cuatrimestre 2021									
	1	2	3	4	5	6	7	10	11	12	13	14	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Hojas preliminares																								
Capítulo I																								
Capítulo III																								
Capítulo II																								
Capítulo IV																								
Pimer avance cap. V																								
Segundo avance cap. V																								
Avance Capítulo VI																								
Entrega final																								

Nota: Erick Martínez Solís

En la **Figura 20 WBS** se detalla el WBS con el contenido de cada capítulo.

Figura 20 WBS



Nota: Erick Martínez Solís

CAPÍTULO IV ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN

En el siguiente apartado se comenta el análisis de la situación actual de la empresa.

La situación actual

Seguidamente se analizan los pros y los contras de la metodología actual del pronóstico; además, se utilizan las herramientas descritas en el capítulo II del trabajo. Estas herramientas ayudarán a identificar los problemas y a aplicar las estrategias para el alcance de los objetivos propuestos al inicio del trabajo.

Se desarrollan los tres primeros objetivos específicos con el planteo de estos objetivos y se determina el estado actual de la empresa, para posteriormente ejecutar los análisis necesarios para el planteamiento de las conclusiones y de la propuesta de resolución del problema.

En la actualidad la empresa realiza ventas a 14 diferentes países de Centroamérica y el Caribe. Al ser tantos países la gestión de la venta es multicultural; esto en el sentido de que tiene que tratar con la legislación de cada país hacia donde exporta. Tiene en cada país de Centroamérica, excepto en Belice, al menos un vendedor. Estos vendedores atienden también las islas del Caribe, por ejemplo: Jamaica, Trinidad y Tobago, Guyana y Republica Dominicana, entre otras.

Y no solo la gestión de ventas puede ser complicada, también la gestión de abastecimiento lo es. Esto debido a que una gran parte de las materias primas y empaques que se utilizan en la manufactura de productos terminados provienen de diferentes partes del mundo, como por ejemplo algunas especies que provienen de Asia, y algunos empaques de Suramérica.

Esta complicada gestión de abastecerse de materias primas y empaques, desde vender a una variedad de países con diferentes culturas, situaciones gubernamentales y legales de diferente índole, hacen que la gestión de los pronósticos de venta sea sumamente importante para la empresa. Es acá en donde radica el objetivo del presente proyecto, en donde se desea incrementar en 10% la asertividad del pronóstico para ayudar a tener una mejor relación con los clientes por medio de la venta, y ayudar a tener mejores indicadores en la cadena de suministros.

El cumplimiento del objetivo general y consecuentemente de los objetivos específicos se buscará mediante las diferentes herramientas de ingeniería industrial que se pueden utilizar para identificar

y resolver los problemas que se presentan actualmente en la empresa en relación con los pronósticos de ventas.

A continuación se presenta, expresada en diferentes formas, la situación actual de la empresa.

Mapa de procesos

En la **Figura 15 Mapa de procesos** se muestra cómo está distribuida la empresa en el mapa de procesos.

Figura 15 Mapa de procesos



Nota: Erick Martínez Solís

En la **Figura 15 Mapa de procesos** se presentan las áreas de la empresa. Estas se segmentan en las tres grandes áreas del mapa de procesos, las cuales son:

Procesos estratégicos: Investigación y desarrollo, control de calidad, dirección general y dirección comercial.

Procesos operativos: Producción, planeación de la demanda, bodegas de inventarios de materias primas y producto terminado, mantenimiento industrial y logística.

Procesos de apoyo: Servicio al cliente, finanzas, RRHH, tecnologías de información, servicios generales y mercadeo.

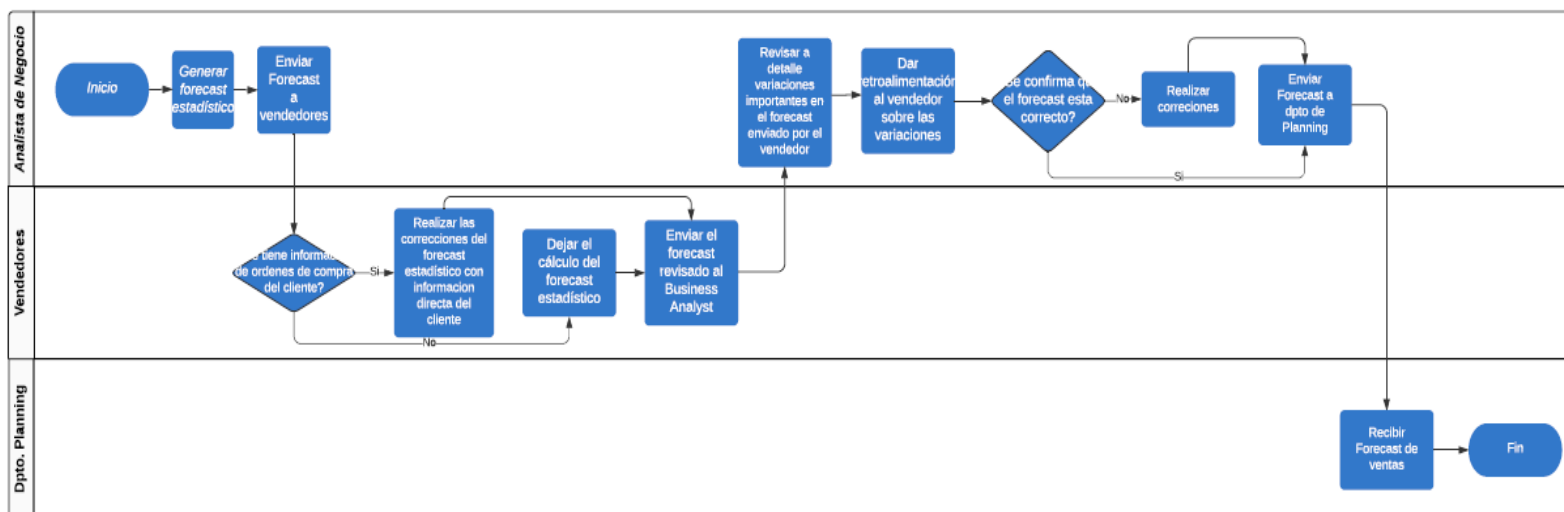
Todos estos procesos funcionan como un solo sistema en el cual el objetivo final es brindar productos de calidad y un excelente servicio a los clientes, y obtener rentabilidad para la empresa y sus socios.

Diagrama de flujo

En la **Figura 16 Diagrama de flujo** se detalla el proceso actual de pronóstico de la empresa.

Figura 16 Diagrama de flujo

Diagrama de flujo gestión de forecast
 Empresa Fábrica de Condimentos S.A
 Erick Martínez Solís | September 12, 2021



Nota: Erick Martínez Solís

En la figura anterior se puede analizar el proceso actual de pronóstico, en el cual el detalle del proceso es el siguiente:

- El inicio es con la generación de un pronóstico estadístico por parte del analista.
- Se envía el archivo de Excel con el pronóstico a los ejecutivos de ventas.
- El vendedor revisa el pronóstico estadístico de acuerdo con la información que tenga por parte del cliente.
- El vendedor devuelve el archivo al analista.
- El analista revisa variaciones importantes en el pronóstico.
- Se realiza una revisión en conjunto con el analista y el vendedor sobre esas variaciones.
- Si las variaciones se deben corregir estas se confirman por parte del vendedor.

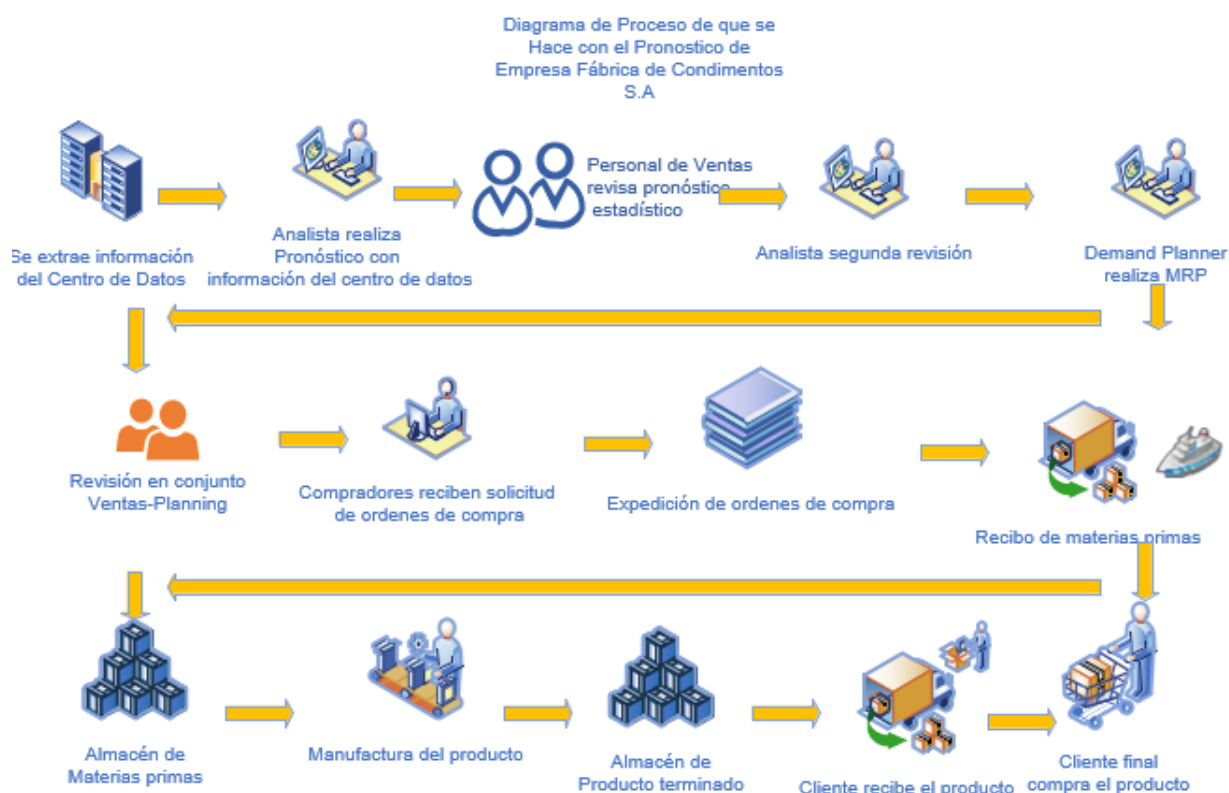
- Posteriormente, una vez confirmado el pronóstico, se envía al departamento de Planning.

Este conjunto de pasos contribuye a que se haga el pronóstico todos los meses, el cual se utiliza para compra de materias primas, programación de la fábrica y estimaciones financieras.

Diagrama de procesos

En la **Figura 17 Diagrama de procesos** se indica gráficamente el proceso de las tareas derivadas del pronóstico de ventas.

Figura 17 Diagrama de procesos



Nota: Erick Martínez Solís

El pronóstico para cualquier empresa es de suma importancia; esto debido a que con este se realizan varios procesos de planeación. Dentro de las tareas que se derivan están las graficadas en la **Figura 17 Diagrama de procesos**. De seguido, el detalle de estas:

- Extracción de la información de histórica de ventas. Esta es aprovechada para realizar los cálculos del pronóstico por parte del analista.

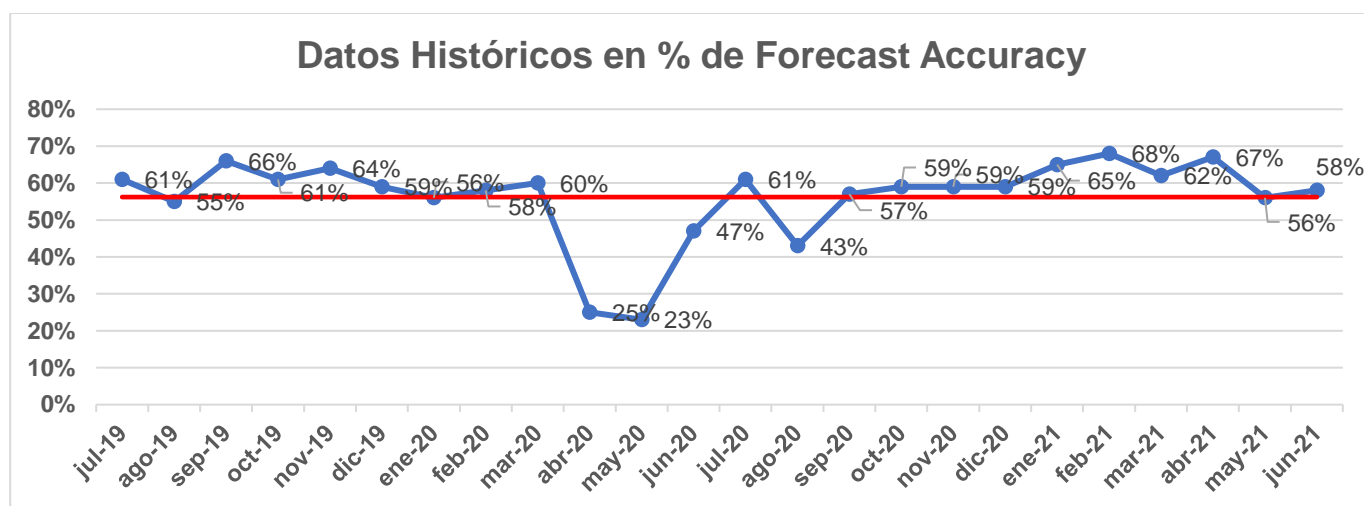
- El vendedor hace una revisión del pronóstico estadístico realizado por el analista.
- Posteriormente el analista realiza una segunda revisión del pronóstico para detectar variaciones fuertes y a la vez volver a revisar con el vendedor.
- Seguidamente el *demand planner* realiza el MRP para calcular las cantidades de materias primas que se requerirán en el futuro; además, con el pronóstico se realiza la programación de la fábrica en cuanto a cargas de máquinas y operarios.
- Se efectúa una reunión entre los departamentos de venta y operaciones; esto para revisar el pronóstico y llegar a un acuerdo para dejar en firme el pronóstico.
- El departamento de compras expide órdenes de compras de materias primas a los diferentes proveedores ubicados en varios países.
- Una vez confeccionadas las órdenes de compra por parte del departamento de compras los proveedores envían el producto, y es recibido y almacenado en gran parte en un almacén fiscal, y otra parte en las bodegas de la empresa.
- Se realiza el proceso de manufactura con las materias primas. Estas tendrán como proceso final el producto terminado en su respectivo empaque.
- El producto se almacena en una bodega de producto terminado para posteriormente ser enviado al cliente.
- El cliente realiza un proceso de manufactura con este producto o la distribución directa a un cliente final.

Datos históricos de tendencia en asertividad del pronóstico

En la **Figura 18 Datos históricos de asertividad del pronóstico** se puede analizar la tendencia de los últimos dos años móviles, de julio de 2019 a junio del 2021, que ha tenido *el Forecast accuracy*, indicador clave para medir la asertividad de pronósticos. Se puede observar un comportamiento de alrededor de 55% y 68% en casi todos los periodos. Esto eliminando los valores porcentuales de los meses de abril a junio de 2020 y el mes de agosto de 2020. Estos meses fueron extraordinarios debido al impacto de la pandemia por Covid19. En los meses anteriormente descritos hubo un impacto negativo en las ventas y el abastecimiento de las materias primas.

En consecuencia, del punto anteriormente explicado las ventas que se habían pronosticado no se cumplieron por el cierre de los países centroamericanos y de las islas del Caribe, lo que dio al traste con el incremento en el inventario de materias primas.

Figura 18 Datos históricos de asertividad del pronóstico



Nota: Erick Martínez Solís

Según la **Figura 18 Datos históricos de asertividad del pronóstico** se puede determinar que en los últimos dos años móviles el indicador de *Forecast accuracy* está por debajo del estándar de la industria, el cual es de 75%. El promedio de este indicador durante los últimos dos años móviles ha sido de 56%. Existen meses en que el comportamiento es de arriba de 65% para la empresa. Cuando el indicador está arriba de 65% ya se pueden ver buenos números en los indicadores relacionados con el *Forecast accuracy*, como son: OTIF, niveles de inventarios, costo por transporte, entre otros.

Estadísticas de ventas

En este apartado se presentan los números de ventas en kilogramos de los últimos cuatro periodos fiscales, octubre – setiembre. En la **Tabla 6 Ventas de los últimos cuatro periodos fiscales** se observan los datos de ventas mencionados.

Tabla 6 Ventas de los últimos cuatro periodos fiscales

Año	Kilogramos vendidos
Año 2017	24,164,473
Año 2018	26,155,799
Año 2019	26,422,088
Año 2020	23,646,905

Nota: Erick Martínez Solís

La empresa tiene como unidad de medida de producción el kilogramo, por lo cual los datos en la **Tabla 6 Ventas de los últimos cuatro periodos fiscales** contemplan la producción total en kilogramos de cada año, independientemente de si el producto fue líquido o en polvo.

Dentro de los kilogramos fabricados en polvo y líquido existen diferentes tipos de empaques. Estos son los siguientes: botellas, sacos, cajas, pouches, *doy pack* y cubetas, entre otros.

Las ventas año a año se han venido incrementando, pero en el año 2020 el impacto de la pandemia por Covid19 afectó de manera negativa los kilogramos vendidos.

Clasificación ABC de productos

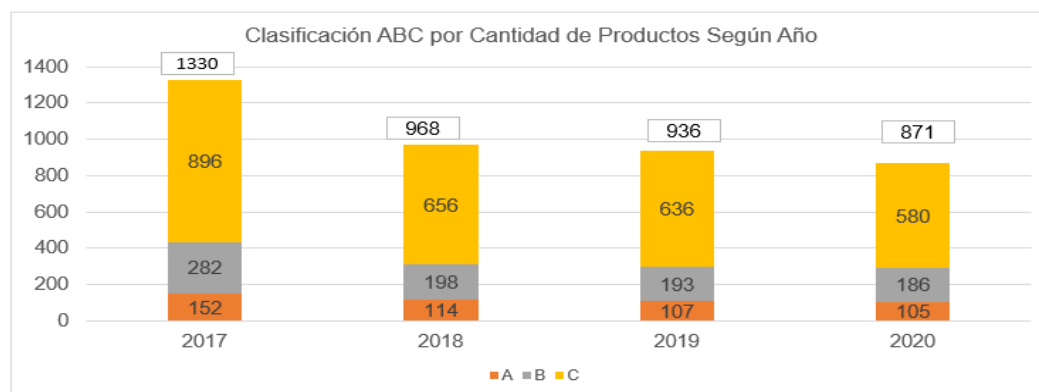
Realizada una clasificación ABC de los productos que vende la empresa, se confeccionó el siguiente gráfico en el que se, en la

El objetivo de usar esta herramienta es el de identificar cuáles son los productos claves, intermedios y de poca salida en la manufactura de la empresa. Al realizar esta clasificación se puede determinar dónde están los productos a los que se les debe dar un enfoque especial en la posible solución del problema de baja asertividad del pronóstico. En una empresa como esta, en la que el catálogo de productos es extenso es de suma importancia depurar esa lista para enfocarse en los de mayor importancia. Esto puede permitir realizar un plan sobre productos de gran volumen y hacer que los indicadores, como *Forecast accuracy* u OTIF, se comporten con una exactitud mejor.

Figura 19 Clasificación ABC de productos, analiza el comportamiento de los productos en relación con los kilos vendidos a lo largo de cuatro años de histórico. Los años que se contemplan son años fiscales oct-set del 2017 al 2020.

El objetivo de usar esta herramienta es el de identificar cuáles son los productos claves, intermedios y de poca salida en la manufactura de la empresa. Al realizar esta clasificación se puede determinar dónde están los productos a los que se les debe dar un enfoque especial en la posible solución del problema de baja asertividad del pronóstico. En una empresa como esta, en la que el catálogo de productos es extenso es de suma importancia depurar esa lista para enfocarse en los de mayor importancia. Esto puede permitir realizar un plan sobre productos de gran volumen y hacer que los indicadores, como *Forecast accuracy* u OTIF, se comporten con una exactitud mejor.

Figura 19 Clasificación ABC de productos



Nota: Erick Martínez Solís

En la

El objetivo de usar esta herramienta es el de identificar cuáles son los productos claves, intermedios y de poca salida en la manufactura de la empresa. Al realizar esta clasificación se puede determinar dónde están los productos a los que se les debe dar un enfoque especial en la posible solución del problema de baja asertividad del pronóstico. En una empresa como esta, en la que el catálogo de

productos es extenso es de suma importancia depurar esa lista para enfocarse en los de mayor importancia. Esto puede permitir realizar un plan sobre productos de gran volumen y hacer que los indicadores, como *Forecast accuracy* u OTIF, se comporten con una exactitud mejor.

Figura 19 Clasificación ABC de productos se observa el total de 1 330 productos para el año 2017, 968 en el año 2018, 936 en el año 2019 y 2020 en el año 2020. A continuación se detalla cada clasificación.

Clasificación A. La cantidad de productos que representa 80% del valor total de los kilos vendidos equivale a alrededor de 12% del total según la **Tabla 7 ABC en porcentaje con respecto al total de productos**.

Clasificación B. La cantidad de productos que representa 15% del valor total de los kilos vendidos equivale a alrededor de 21% del total de productos, según la **Tabla 7 ABC en porcentaje con respecto al total de productos**.

Clasificación C. La cantidad de productos que representan 5% del valor total de los kilos vendidos equivale a alrededor de 68% del total de productos según la **Tabla 7 ABC en porcentaje con respecto al total de productos**.

Tabla 7 ABC en porcentaje con respecto al total de productos

ABC en porcentaje con respecto al total de productos			
Año	A	B	C
2017	11%	21%	67%
2018	12%	20%	68%
2019	11%	21%	68%
2020	12%	21%	67%

Nota: Erick Martínez Solís

De acuerdo con lo observado en la

Figura 19 Clasificación ABC de productos, es importante hacer la acotación de cómo año a año ha venido disminuyendo la cantidad productos totales. Esto obedece a un plan de depuración de catálogo que la empresa ha venido implementando para disminuir la manufactura de productos que no agregan valor a la venta de la empresa.

Incluso, en la **Tabla 7 ABC en porcentaje con respecto al total de productos** se observa la mezcla de productos en la clasificación ABC, en que el porcentaje de participación de productos en cada categoría se mantiene estable, a pesar de la disminución en cuanto a cantidad de productos que se fabrican, que rondan 12% para la clasificación A, 21% para la clasificación B y 68% para la clasificación C.

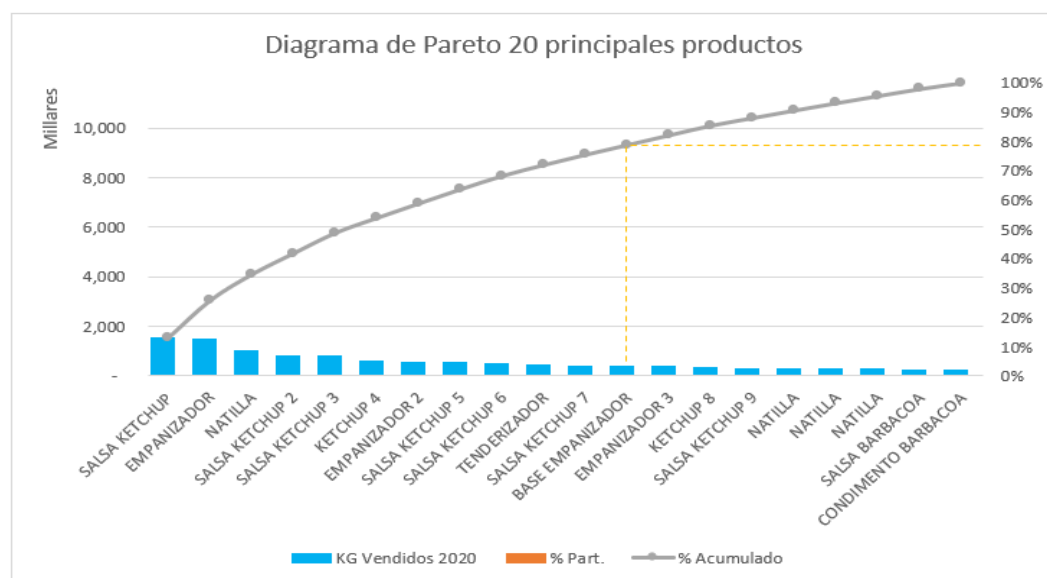
Esta clasificación es de mucha importancia ya que acá se identifican los productos en los que se enfocará el presente trabajo para realizar los siguientes análisis.

Diagrama de Pareto productos

De acuerdo con el análisis ABC realizado en el apartado anterior se determina un listado de 20 productos que actualmente representan 50% de la venta. Estos productos son de la clasificación A. A partir de este 50% en la

Figura 20 Diagrama de Pareto se observa dónde se depura aún más este listado, con el que obtiene 12 productos que representan 80% del 50% de la venta.

Figura 20 Diagrama de Pareto



Nota: Erick Martínez Solís

El diagrama de Pareto en la

Figura 20 Diagrama de Pareto indica que existen 12 productos que representan 80% del 50% de la venta en kilogramos de la empresa, por lo que esto servirá como guía para enfocarse en estos productos y darles mayor relevancia, en el sentido que son productos de gran importancia en la venta al cliente y en la gestión de materias primas.

Cuando se hace referencia a la gestión de venta al cliente se toma en cuenta que gran parte de estos 12 productos se venden a un solo cliente. Además, en el caso de gestión de materias primas existen factores importantes, como que las materias primas se importan de países lejanos de Asia, Suramérica, Europa y Norteamérica.

Lo anterior incide de gran manera en el *lead time* que se tienen por parte de los proveedores en el momento de abastecer a la empresa. Hay otros factores, como lo son los precios por transporte de materias primas. En donde sí existe un faltante se tiene que incurrir en un costo por transporte aéreo, esto incrementando el costo de producción. Además, hay factores de faltante por desabasto mundial de materias primas que se utilizan para fabricar empaques de producto terminado.

Principales productos de acuerdo con la venta en kilogramos durante el año fiscal 2020

En relación con los 12 productos marcados en el diagrama de Pareto, se tiene la estadística de ventas en kilogramos de estos productos durante los últimos cuatro periodos fiscales, tomando

como referencia de ordenamiento el año más reciente, el cual es el periodo fiscal 2020, en donde se observa que la salsa Ketchup 1 es la de mayor volumen, seguida por el empanizador y en tercer lugar la natilla, que hace un top 3.

Estos productos, en situaciones normales de consumo, no causan distorsión en la operación de la empresa, pero cuando existen picos altos o bajos de consumo las materias primas, como la pasta de tomate o los almidones, entre otros, pueden faltar o sobrar. En el caso de que falten causan una molestia al cliente y una pérdida de venta para la empresa. Por otro lado, si sobran existe una posibilidad de inventario de materias primas perdido y, por consiguiente, pérdida de dinero para la empresa.

De allí la importancia de tener una buena asertividad en el pronóstico de estos productos, ya que tienen una significancia mayúscula en cuanto a materias primas y programación de planta, e incluso un mal cálculo en el pronóstico causa una carga significativa en las máquinas, o también puede causar tiempo ocioso, lo que causa que el costo de producción se incremente al ser este absorbido por la producción de otros productos.

Tabla 8 Ventas de 12 principales productos

Producto	KG 2020	KG 2019	KG 2018	KG 2017
Salsa ketchup	1,542,276	2,261,116	2,215,628	1,886,878
Empanizador	1,504,175	1,149,925	456,175	-
Natilla	1,052,010	869,211	937,864	288,468
Salsa ketchup 2	851,687	142,957	-	-
Salsa ketchup 3	823,141	933,085	939,004	907,668
Salsa ketchup 4	607,065	772,095	750,375	425,925
Empanizador 2	582,650	664,025	714,900	675,350
Salsa ketchup 5	573,108	-	-	-
Salsa ketchup 6	538,951	903,655	932,686	875,995
Mejorador	444,825	327,800	339,825	-
Salsa ketchup 7	413,424	155,178	-	-
Base empanizador	391,825	389,100	328,225	20,675
Total	9,325,138	8,568,148	7,614,682	5,080,959

Nota: Erick Martínez Solís

Con la información de la

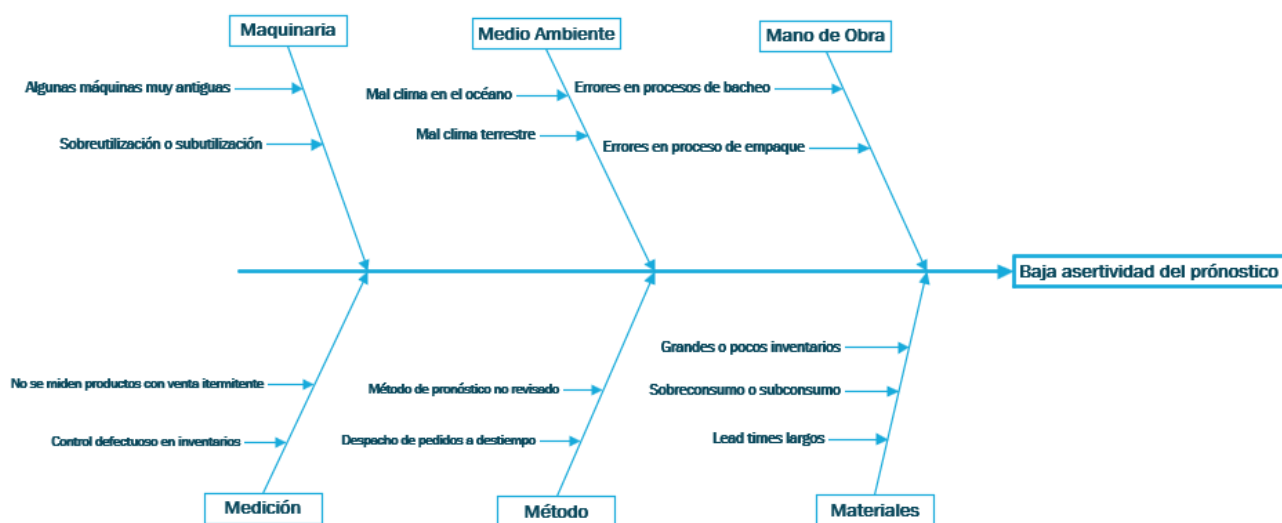
Tabla 8 Ventas de 12 principales productos es importante recalcar que la afectación por la pandemia Covid19 se manifiesta de manera general en las ventas totalizadas; sin embargo, se ve un claro crecimiento en los productos top para el año 2020. Esto tiene un motivo y es que estos productos, como el empanizador o algunas salsas Kétchup, están orientados a mercados de consumo en los cuales la pandemia hizo que la venta fuera incremental, debido a que las personas estuvieron más tiempo en sus casas. Otro ejemplo de producto con buena venta a pesar de la pandemia fue el mejorador, que es un producto de aplicación en carnes de todo tipo.

Incluso algunos productos no se vendían en periodos anteriores al 2020 y resultaron muy exitosos en ese año. Por otro lado, hubo algunos productos top, como otro tipo de Kétchup que va orientado a otro tipo de mercado que, si fue afectado por la pandemia, como lo fueron los restaurantes de comida rápida o el segmento llamado Foodservice, que abarca hoteles, restaurantes especializados o distribuidores de productos.

Diagrama de causa y efecto

De acuerdo con la investigación realizada y utilizando la herramienta del diagrama de causa y efecto se gráfica, en la **Figura 21 Diagrama de causa y efecto**, las causas relacionadas con la baja asertividad del pronóstico.

Figura 21 Diagrama de causa y efecto



Nota: Erick Martínez Solís

Con respecto al análisis del diagrama de causa y efecto, en lo que a maquinaria se refiere, existen varias máquinas que tienen muchos años en funcionamiento. Al ser máquinas un poco viejas en ocasiones existen paros por mantenimiento, o por avería. Esto a pesar de que la empresa cuenta con programas de mantenimiento preventivo y predictivo.

En lo que respecta a ambiente, el indicador de asertividad del pronóstico se ve afectado cuando por motivos de mal clima, ya sea terrestre o marítimo, se atrasan los transportes de materias primas o de producto terminado.

En el punto de mano de obra, a pesar de que la empresa cuenta con bastos programas de capacitación, además de personal con baja rotación y de mucha experiencia, en ocasiones existen errores humanos en el proceso de manufactura, ya sea en bacheo, que es un proceso de preparación de las recetas, o en el propio proceso de empaque, esto causa atrasos y desperdicios.

Medición es otro punto importante en el que la complicada gestión de la venta en asuntos de venta intermitente a los clientes dificulta una proyección futura y causa que la asertividad baje, debido a pedidos que se pronostican en meses en los que no hay venta. Además, otro caso importante es el del control de inventarios. Una medición inexacta de lo que existe puede causar que se quede mal en pedidos de varios clientes debido a que las materias primas son compartidas para la fabricación de varios productos.

Entre las causas que se agrupan en método, la forma en que se calcula el pronóstico actualmente no ha sido sometida a una evaluación para comparar con otros métodos de cálculo de pronóstico. Cabe resaltar que el método actual es un método de promedio simple, en el que se toman los tres meses anteriores para pronosticar los siguientes tres meses. Es posible que otro método de cálculo sea mejor que el actual. Incluso esto podría incidir de manera positiva en otras causas explicadas del diagrama de causa y efecto.

En el punto de materiales existen sobreconsumos de materias primas, lo cual impacta de manera negativa en los inventarios, debido a que se agotan materias primas importantes que incluso pueden provenir de lugares lejanos. Además de los sobreconsumos existen los subconsumos, y esto afecta el inventario en desperdicio. Al comprar materias primas que no se consumen según lo proyectado se incurre en un desperdicio, en el que en ocasiones estas materias primas se tienen que botar. Otro tema importante dentro de materiales es el *lead times* que los proveedores manejan. Estos tiempos

de entrega, dependiendo del país de donde se importe la materia prima es extenso, en ocasiones de hasta tres meses, por lo que un mal pronóstico puede causar ventas perdidas y molestias a los clientes.

Análisis de series de tiempo de los principales productos

A continuación se analizan las series de tiempo en cantidad de venta por kilogramo de los principales productos que vende la empresa. Esto para identificar las tendencias de estos productos y así poder determinar las variaciones fuertes durante el año.

Con el objetivo de tener claridad en el análisis se incluyen dos periodos (años) para el presente análisis. Estos son el año 2019 y el año 2020. En el caso de este último se debe tomar en cuenta la afectación por Covid19 y en el caso del año 2019 se toma como un año normal, sin afectación.

La afectación por COVID 19 hizo que las variaciones en la venta de los productos fueran fuertes. Básicamente al inicio de la pandemia, de un momento a otro el mundo se paralizó, debido a las fuertes restricciones que decretaron los países para contener el contagio de la enfermedad. Esto causó una afectación de la cadena de suministros, cuando la empresa, antes de la declaración de pandemia, ya se había comprometido con proveedores y clientes en el abastecimiento de materias primas o suministro de productos terminados, respectivamente.

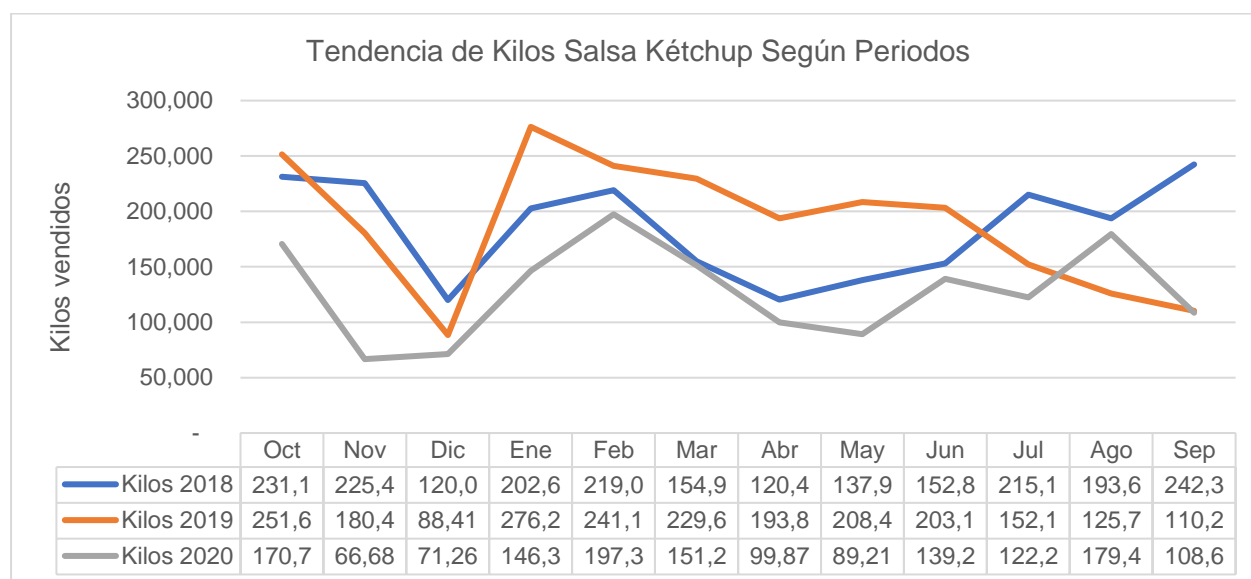
Cabe denotar que siempre ha existido variación en la venta de la empresa; esto debido a que el consumo de los clientes no es estable. Dependiendo del producto, existen fuertes picos de demanda o fuertes picos en la baja demanda, por lo que el presente trabajo es de suma importancia para encontrar la gestión y la fórmula correcta en lo que a administración y cálculo del pronóstico se refiere.

Análisis de la tendencia de los cinco principales productos

Este análisis representa una evaluación a fondo de la demanda de los cinco principales productos. El análisis contempla tres periodos fiscales, dos en la normalidad antes de la pandemia y uno durante la pandemia del COVID 19.

En la **Figura 22 Serie de tiempo de Salsa Kétchup** se observa la tendencia que ha tenido este producto durante los últimos tres periodos fiscales, 2018, 2019 y 2021.

Figura 22 Serie de tiempo de Salsa Kétchup



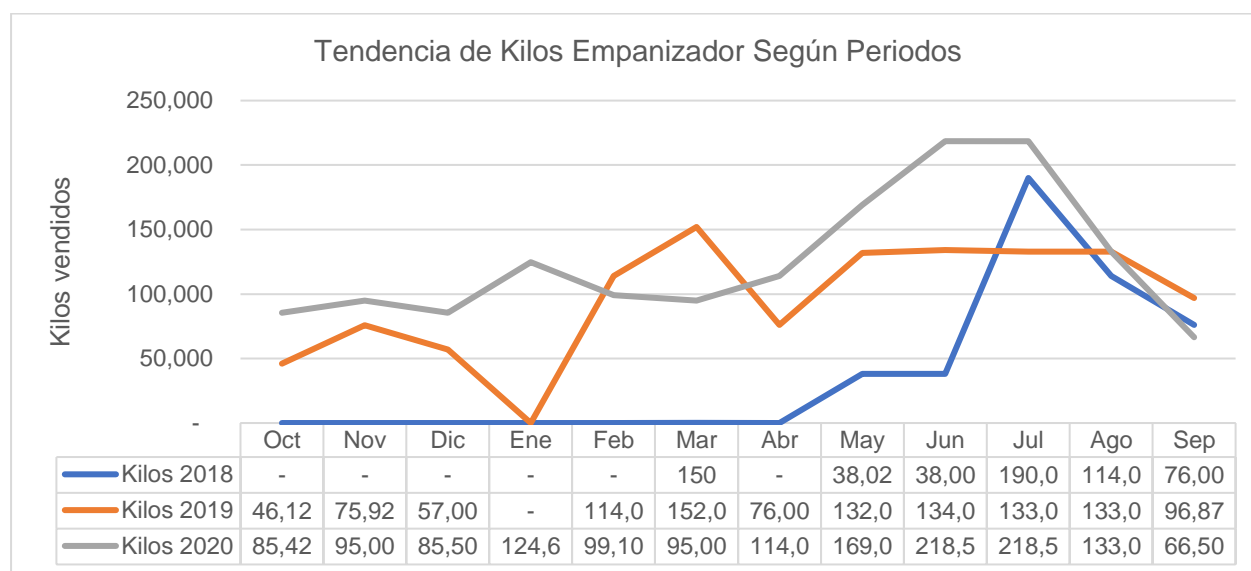
Nota: Erick Martínez Solís

En la **Figura 22 Serie de tiempo de Salsa Kétchup** se aprecia la demanda de salsa Kétchup durante los periodos 2018, 2019 y 2020, cuando este producto fue el de mayor demanda en cuanto a kilos. Es importante mencionar que, en las épocas del año, meses antes de la Semana Santa y fiestas de fin de año, la demanda se incrementa; esto debido a que es un producto que complementa diferentes tipos de comidas rápidas. En esas épocas el flujo de personas en centros comerciales y playas, entre otros lugares, es de alto volumen.

Además, se puede observar que durante los meses posteriores a Semana Santa y antes de las fiestas de fin de año, la demanda tiende a bajar. Este producto tiene la particularidad de que comparte materia prima, como la pasta de tomate, con otros tipos de Kétchup, que también son de gran volumen y que se encuentran en la lista top de productos de la empresa.

En la **Figura 23 Serie de tiempo del empanizador** se observa la tendencia que ha tenido este producto durante los últimos tres periodos fiscales, 2018, 2019 y 2021.

Figura 23 Serie de tiempo del empanizador



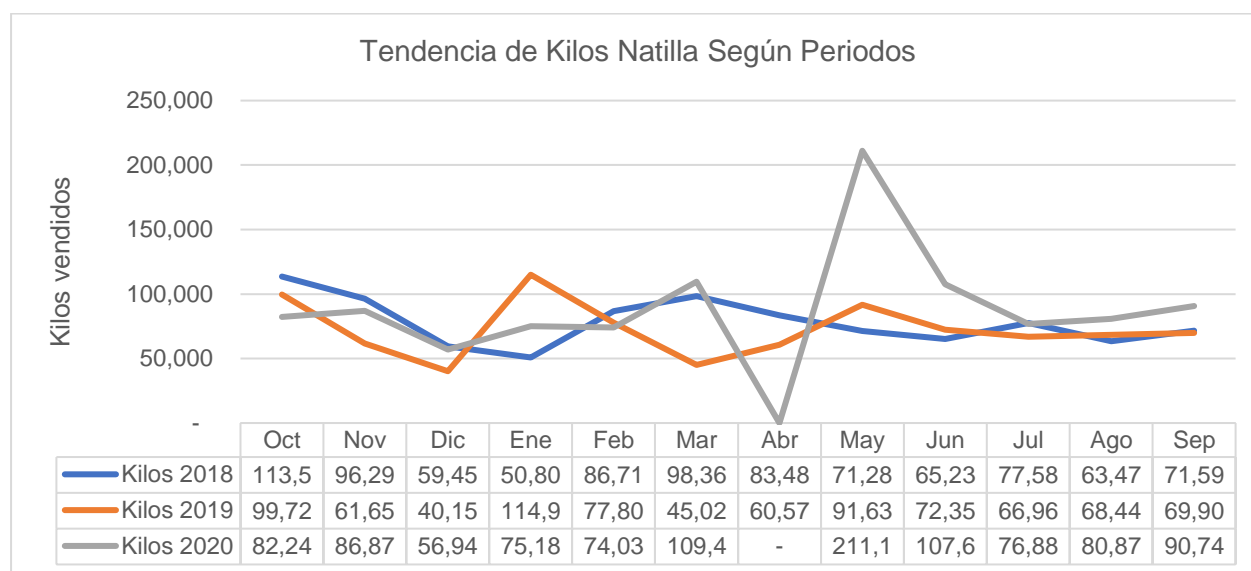
Nota: Erick Martínez Solís

El producto empanizador, a diferencia de la salsa Kétchup, tiene una demanda incremental en los meses entre junio y setiembre. El resto del año se mantiene con algunos picos al alta y a la baja. Se debe tomar en cuenta que este producto se comercializa a partir del mes de abril de 2018. Posteriormente a eso se ha convertido en un producto de alto volumen, el cual tiene como comprador al principal cliente de la empresa. Incluso se puede observar que para el periodo fiscal 2020, a pesar de estar en un año de pandemia, el producto tuvo picos altos en los meses de junio y julio. Estos picos altos inclusive fueron mejores a los años anteriores.

En la

Figura 24 Serie de tiempo Natilla se observa la tendencia que ha tenido este producto durante los últimos tres periodos fiscales, 2018, 2019 y 2021.

Figura 24 Serie de tiempo Natilla



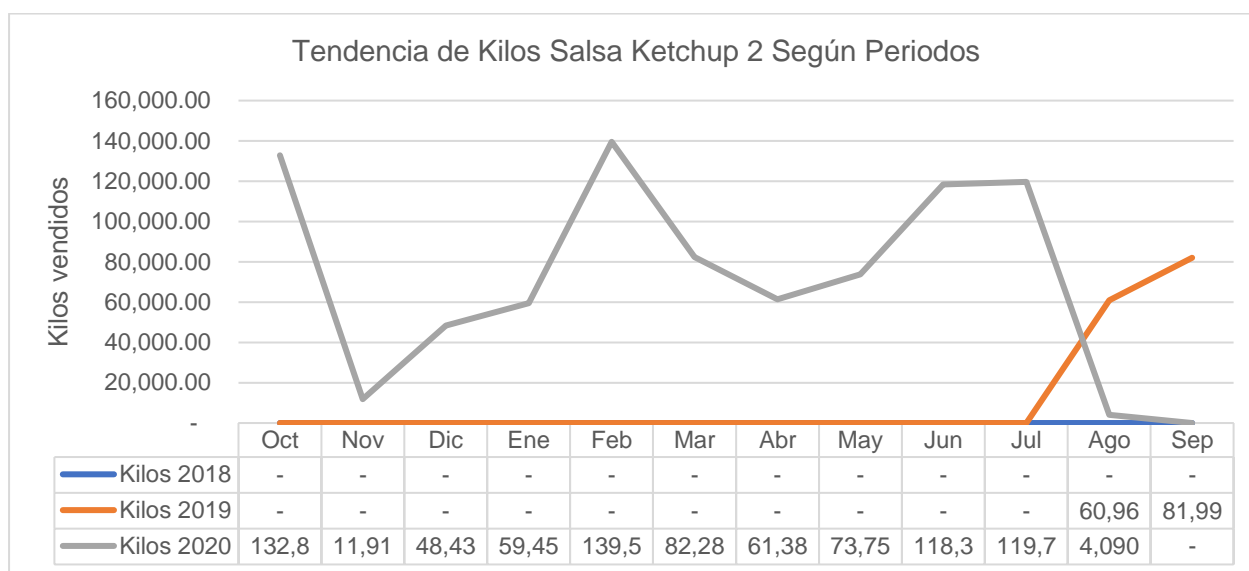
Nota: Erick Martínez Solís

El producto natilla tiene una demanda un poco más estable que la de los dos anteriores; sin embargo, en el momento de analizar el gráfico se observa un pico alto en el mes de mayo del 2020. Esto obedece al efecto de la pandemia, pues el cliente en el mes de abril no solicitó producto debido a la incertidumbre del mercado. No obstante, posteriormente a eso la demanda se estabiliza: La natilla es un producto que no es de exportación, por lo que la comercialización de ella es solo para Costa Rica. Como se menciona se indica que los dos productos anteriormente analizados son de exportación y se comercializan en varios países de Centroamérica.

Es importante recalcar que esta presentación de natilla es una de cuatro presentaciones que se venden. La que tiene más alta demanda es esta presentación, sin embargo, al compartir materiales y líneas de producción una proyección correctamente calculada beneficia a las otras presentaciones en cuanto a programación de manufactura y materiales.

En la **Figura 25 Serie de tiempo de la salsa Kétchup 2** se observa la tendencia que ha tenido este producto durante los últimos tres periodos fiscales, 2018, 2019 y 2021.

Figura 25 Serie de tiempo de la salsa Kétchup 2



Nota: Erick Martínez Solís

El producto salsa Ketchup 2 tiene la particularidad de que es un derivado del producto número 1 del listado, que es el ketchup. La diferencia radica en que el producto Ketchup el cliente lo comercializa en sus restaurantes y el producto ketchup 2 lo comercializa en puntos de venta, como supermercados y minisúperes; esto en algunos países de Centroamérica.

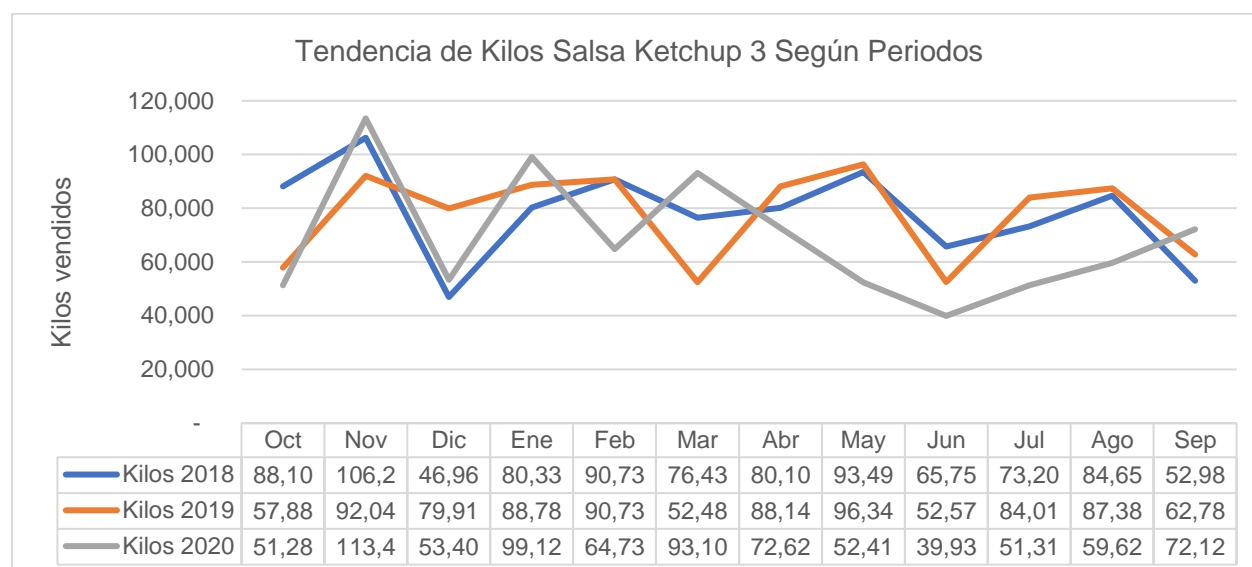
La única diferencia entre los dos productos mencionados en el párrafo anterior es la caja que contiene las botellas. La caja del producto que se vende en supermercados es una presentación que es más fácil para exhibición en puntos de venta; la otra presentación es una caja totalmente cerrada.

Este producto comenzó a fabricarse en julio del 2019 para el principal cliente de la empresa. Se pueden observar en los primeros meses cantidades grandes de kilogramos en la demanda, lo cual obedece al llenado de canales de venta. Posteriormente a eso la demanda se ha mantenido inestable.

Al ser un producto muy nuevo la inestabilidad de la demanda crea una incertidumbre en el momento de realizar las proyecciones. Esto puede causar afectación en la compra de materias primas importadas y que tienen *lead times* extensos, ya que este producto comparte materias primas como pasta de tomate con otros sku's.

En la

Figura 26 Serie de tiempo de la salsa Ketchup 3 se observa la tendencia que ha tenido este producto durante los últimos tres periodos fiscales, 2018, 2019 y 2021.

Figura 26 Serie de tiempo de la salsa Kétchup 3**Nota: Erick Martínez Solís**

En el caso del producto salsa Kétchup 3 en el periodo de la pandemia se observa, como a inicios del periodo 2020, que replica la tendencia del año 2018, pero a mediados del 2020 esta tendencia tiende a bajar y a hacer su propia línea independiente.

Este producto está orientado a consumo de restaurantes, específicamente a salones, por lo que la tendencia a la baja en los meses de abril del 2020 en adelante obedece a las restricciones por el Covid19. Esto hizo que la demanda bajara debido a los cierres de los diferentes países.

En situaciones normales este producto tiene un comportamiento estable, con tendencia a incrementar la demanda meses antes a temporadas fuertes del año, como son Semana Santa y las fiestas de fin de año. Este producto, al igual que algunos de los productos top, se fabrican para el cliente más importante de la empresa. Es de mucha importancia la correcta proyección de este producto para una correcta administración de los inventarios de materias primas, como se comenta en párrafos anteriores. Existen materias primas que provienen de diferentes lugares del mundo, algunos con *lead times* de tres meses.

En la **Tabla 9 Serie de tiempo de los principales productos** se observa el histórico de ventas en kilogramos del resto de principales productos.

Tabla 9 Serie de tiempo de los principales productos

Periodos	Kilos Salsa Ketchup 4	Kilos Empanizador 2	Kilos Salsa Ketchup 5	Kilos Salsa Ketchup 6	Kilos Tenderizador	Kilos Salsa Ketchup 7	Kilos Base Empanizador
oct-17	68,340	45,575	-	43,829	36,425	-	39,750
nov-17	54,195	81,050	-	133,020	28,450	-	64,950
dic-17	66,105	22,425	-	4,297	27,800	-	34,625
ene-18	63,645	76,625	-	152,820	35,200	-	8,275
feb-18	77,430	57,325	-	96,633	17,850	-	4,700
mar-18	47,565	52,525	-	66,172	4,100	-	33,750
abr-18	61,755	66,550	-	57,282	40,800	-	31,750
may-18	70,140	74,400	-	79,759	34,725	-	14,500
jun-18	56,370	58,250	-	62,189	18,800	-	14,750
jul-18	63,075	66,300	-	89,363	36,425	-	28,375
ago-18	56,700	47,400	-	62,094	40,900	-	23,600
sep-18	65,055	66,475	-	85,228	18,350	-	29,200
oct-18	57,960	43,975	-	82,122	26,450	-	15,100
nov-18	65,190	68,275	-	47,516	34,125	-	38,125
dic-18	71,370	22,625	-	99,444	29,650	-	11,300
ene-19	79,815	62,125	-	69,459	16,300	-	36,900
feb-19	49,860	92,325	-	62,351	36,950	-	36,550
mar-19	52,500	42,100	-	115,632	17,225	-	38,800
abr-19	60,810	44,500	-	75,795	38,375	-	26,350
may-19	69,915	61,200	-	91,964	5,350	30,528	33,450
jun-19	53,460	63,300	-	52,013	4,500	41,373	39,425
jul-19	74,280	59,200	-	69,631	30,100	50,373	50,700

Periodos	Kilos Salsa Kétchup 4	Kilos Empanizador 2	Kilos Salsa Kétchup 5	Kilos Salsa Kétchup 6	Kilos Tenderizador	Kilos Salsa Kétchup 7	Kilos Base Empanizador
ago-19	66,975	55,050	-	52,747	28,000	8,595	15,000
sep-19	69,960	49,350	-	84,980	60,775	24,309	47,400
oct-19	71,505	62,425	-	60,836	45,275	17,550	42,800
nov-19	72,150	57,650	45,965	80,035	68,200	35,532	47,875
dic-19	77,070	55,575	50,400	76,157	21,725	23,202	18,800
ene-20	61,335	66,225	90,720	99,053	35,125	35,352	54,750
feb-20	43,500	71,750	68,302	65,333	29,300	25,200	45,875
mar-20	37,935	50,750	66,125	82,674	36,425	62,937	36,625
abr-20	15,210	47,000	22,660	73,432	41,800	1,755	33,000
may-20	35,565	16,000	22,902	-	24,200	15,930	1,000
jun-20	48,375	22,975	25,644	-	26,700	59,535	4,500
jul-20	48,525	36,700	45,400	-	25,500	86,868	36,000
ago-20	33,195	59,800	65,964	-	49,200	18,594	23,000
sep-20	62,700	35,800	69,028	1,429	41,375	30,969	47,600

Nota: Erick Martínez Solís

En la tabla anterior se resumen las ventas en kilogramos de los otros siete productos que componen el 80/20 del 50% de la venta. Hay que recordar que el análisis de serie de tiempo se enfoca en estos productos, que son de gran importancia y que tienen un impacto en la venta, así como en la adquisición de materias primas.

La **Tabla 9 Serie de tiempo de los principales productos**. Esta es acomodada de manera tal que de izquierda a derecha se muestran los productos de mayor a menor demanda.

Análisis estadístico de las series de tiempo

A continuación se hace un análisis estadístico de la serie de tiempo de los productos anteriormente descritos. Se muestran los cálculos de las principales medidas centrales, como el promedio, y de dispersión, como la desviación estándar. No se usará la media ni la moda, ya que en este caso son medidas de poca utilidad. En el caso de la moda es amodal, ya que no hay valores que se repitan.

En la **Tabla 10 Análisis estadístico de la salsa Kétchup** se observan los kilos vendidos durante los años fiscales 2018, 2019 y 2020. Se puede ver cómo en este producto existen fuertes variaciones en los mismos meses de un año a otro.

Tabla 10 Análisis estadístico de la salsa Kétchup

Artículo	Periodo	Kilos 2018	Kilos 2019	Kilos 2020
Salsa Kétchup	Oct	231,138	251,609	170,735
	Nov	225,404	180,416	66,688
	Dic	120,006	88,410	71,264
	Ene	202,660	276,290	146,325
	Feb	219,083	241,155	197,397
	Mar	154,919	229,644	151,208
	Abr	120,406	193,851	99,871
	May	137,938	208,465	89,211
	Jun	152,896	203,124	139,203
	Jul	215,172	152,131	122,294
	Ago	193,636	125,783	179,451
	Sep	242,371	110,239	108,630
	Total	2,215,628	2,261,116	1,542,276
	Promedio	184,636	188,426	128,523
	Desviación estándar	42,872	56,466	40,792
	Desv. estándar %	23%	30%	32%
	Dato Máximo	242,371	276,290	197,397
Dato Mínimo	120,006	88,410	66,688	

Nota: Erick Martínez Solís

En la tabla anterior se analiza el producto salsa Kétchup. Se observa cómo los totales se mantienen similares del año 2018 al 2019, y disminuyen debido al efecto pandemia en el 200, por lo que el promedio de ventas disminuye para el año 2020. En asuntos de desviación estándar se nota cómo se incrementa en el año 2019, y los datos ya no se alejan de la media en gran manera para el año 2020.

A pesar de la afectación pandémica, en la medida de los datos máximos y mínimos existe bastante variación de un año a otro. Esto demuestra la inconsistencia de este producto en los pedidos del cliente. Siendo el producto número 1 en la demanda es de poner mucha atención debido al gran volumen de materias primas que requiere este producto.

En la **Tabla 11 Análisis estadístico del empanizador** se observan los kilos vendidos durante los años fiscales 2018, 2019 y 2020. Se puede ver cómo en este producto existen fuertes variaciones en los mismos meses de un año a otro.

Tabla 11 Análisis estadístico del empanizador

Artículo	Periodo	Kilos 2018	Kilos 2019	Kilos 2020
Empanizador	Oct	-	46,125	85,425
	Nov	-	75,925	95,000
	Dic	-	57,000	85,500
	Ene	-	-	124,600
	Feb	-	114,000	99,100
	Mar	150	152,000	95,000
	Abr	-	76,000	114,000
	May	38,025	132,000	169,025
	Jun	38,000	134,000	218,525
	Jul	190,000	133,000	218,500
	Ago	114,000	133,000	133,000
	Sep	76,000	96,875	66,500
	Total	456,175	1,149,925	1,504,175
	Promedio	38,015	95,827	125,348
	Desviación estándar	58,038	43,747	48,845
	Desv. estándar %	153%	46%	39%
	Dato Máximo	190,000	152,000	218,525
Dato Mínimo	-	-	66,500	

Nota: Erick Martínez Solís

En la tabla anterior se analiza el producto empanizador y se observa cómo en el primer año de venta se vendieron 456.175 kilos. Posteriormente la venta del año 2020 se incrementa con respecto a la del año 2019. Esto se da como efecto de que este producto está dirigido a aplicaciones en proteínas de origen animal. En el lapso del 2020 se consideró que debido a que las personas estaban más en sus hogares consumieron más este tipo de producto.

Se observa también cómo los promedios varían siempre en tendencia a incrementar de un año a otro. Esto fundamentado en el incremento de las ventas. Por otro lado, la desviación estándar se comporta mejor en el año 2020, en el sentido de que fueron consistentes todos los meses, a diferencia de los dos años anteriores en los que el producto tuvo periodos en los cuales no hubo venta, cuando incluso se muestra una gran desviación en el año 2018 de 153%.

En los datos mínimos y máximos se notan grandes diferencias de un año a otro, esto debido a que es un producto que está en su curva de crecimiento.

En la **Tabla 12 Análisis estadístico de Natilla** se observan los kilos vendidos durante los años fiscales 2018, 2019 y 2020. Se puede ver cómo en este producto existen fuertes variaciones en los mismos meses de un año a otro.

Tabla 12 Análisis estadístico de Natilla

Artículo	Periodo	Kilos 2018	Kilos 2019	Kilos 2020
Natilla	Oct	113,569	99,727	82,248
	Nov	96,297	61,654	86,876
	Dic	59,451	40,152	56,949
	Ene	50,807	114,977	75,188
	Feb	86,717	77,809	74,032
	Mar	98,365	45,024	109,490
	Abr	83,487	60,577	-
	May	71,289	91,633	211,101
	Jun	65,235	72,351	107,623
	Jul	77,580	66,962	76,884
	Ago	63,475	68,442	80,873
	Sep	71,592	69,904	90,745
	Total	937,864	869,211	1,052,010
	Promedio	78,155	72,434	87,668
	Desviación estándar	17,474	20,524	45,901
	Desv. estándar %	22%	28%	52%
	Dato Máximo	113,569	114,977	211,101
Dato Mínimo	50,807	40,152	-	

Nota: Erick Martínez Solís

En la tabla anterior se observa el comportamiento de la Natilla durante tres años del histórico. Este producto se manufactura para un cliente que lo vende en supermercados. A pesar de ser un producto longevo en la empresa se nota una variación importante mes a mes; esto dependiendo de factores

de mercado y consumo. Es importante recalcar que en el año de pandemia (2020) el producto tuvo una buena venta de 211,101 kg. Este comportamiento es muy similar al del producto empanizador, si se tiene como variable el hecho de que las personas estuvieron más en sus hogares. Esto causó que el consumo de los productos que las personas compran para consumir en sus hogares tuviera un incremento en las ventas.

El promedio de este producto se incrementó en el año 2020, fundamentado esto en la gran demanda que tuvo, lo cual hizo que la desviación estándar fuera de 52%; debido a que hubo grandes volúmenes por incertidumbre en los meses anteriores y posteriores a los cierres por la pandemia.

En la **Tabla 13 Análisis estadístico de la salsa Ketchup 2** se observan los kilos vendidos durante los años fiscales 2018, 2019 y 2020, en lo que se puede ver cómo este producto, a pesar de ser muy nuevo es uno de los principales productos debido a su volumen.

Tabla 13 Análisis estadístico de la salsa Ketchup 2

Artículo	Periodo	Kilos 2018	Kilos 2019	Kilos 2020
Salsa Ketchup 2	Oct	-	-	132,804
	Nov	-	-	11,919
	Dic	-	-	48,434
	Ene	-	-	59,452
	Feb	-	-	139,539
	Mar	-	-	82,289
	Abr	-	-	61,383
	May	-	-	73,752
	Jun	-	-	118,318
	Jul	-	-	119,705
	Ago	-	60,961	4,090
	Sep	-	81,996	-
	Total	-	142,957	851,687
	Promedio	-	11,913	70,974
	Desviación estándar	-	26,982	47,441
	Desv. estándar %	-	226%	67%
Dato Máximo	-	81,996	139,539	
Dato Mínimo	-	-	-	

Nota: Erick Martínez Solís

En la **Tabla 14 Análisis estadístico de la salsa Ketchup 3** se observan los kilos vendidos durante los años fiscales 2018, 2019 y 2020, en el que se puede ver cómo este producto tiene una venta

estable en los años 2018 y 2019; sin embargo, la pandemia afectó la venta en alrededor de 100 mil kilos.

Tabla 14 Análisis estadístico de la salsa Kétchup 3

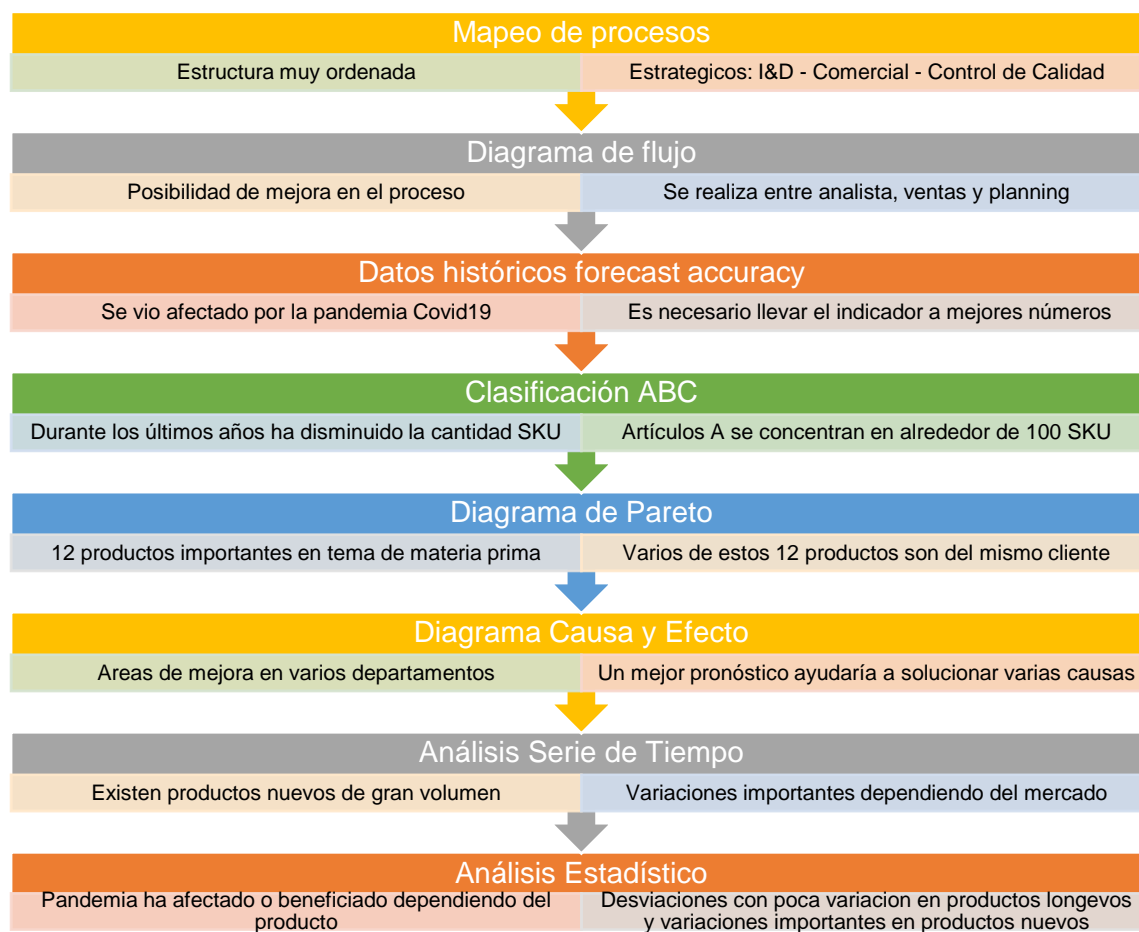
Artículo	Periodo	Kilos 2018	Kilos 2019	Kilos 2020
Salsa Kétchup 3	Oct	88,107	57,883	51,287
	Nov	106,235	92,042	113,444
	Dic	46,965	79,914	53,400
	Ene	80,334	88,785	99,123
	Feb	90,736	90,736	64,738
	Mar	76,431	52,481	93,107
	Abr	80,108	88,140	72,624
	May	93,494	96,349	52,416
	Jun	65,754	52,577	39,933
	Jul	73,205	84,011	51,319
	Ago	84,656	87,382	59,625
	Sep	52,980	62,786	72,124
	Total	939,004	933,085	823,141
	Promedio	78,250	77,757	68,595
	Desviación estándar	16,124	15,748	21,565
	Desv. estándar %	21%	20%	31%
	Dato Máximo	106,235	96,349	113,444
Dato Mínimo	46,965	52,481	39,933	

Nota: Erick Martínez Solís

Análisis del resultado de las herramientas aplicadas

A continuación un análisis del resultado de las herramientas aplicadas en la situación actual de la empresa en lo que a pronóstico se refiere.

Estos hallazgos fundamentarán las conclusiones y recomendaciones las cuales son de vital importancia en el presente proyecto. Estas serán la base fundamental para el desarrollo de una propuesta viable y que ayude a resolver el problema indicado al principio de esta investigación.



Nota: Erick Martínez Solís

CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En el siguiente apartado se presentan las conclusiones y recomendaciones de la investigación.

Conclusiones

- En conclusión, alrededor de la baja asertividad del pronóstico existen varios factores que funcionan en un proceso cíclico, es decir, que cada mes se repiten los mismos factores. Al utilizar las herramientas de análisis se identificaron situaciones como que existen productos muy nuevos y, debido a que pertenecen al cliente más importante que tiene la empresa, estos productos son de un volumen muy grande y con comportamiento inestable. Esto causa una distorsión bastante grande en temas de administración de inventario de materias primas y programación de planta.
- Dentro de las consecuencias se tiene una afectación al cliente, que causa atrasos en la cadena de suministros de estos y pérdida de ventas, además de costos excesivos en materia de transporte aéreo. Eso es debido a faltantes de materias primas, principalmente por sobreconsumo de proyecciones no contempladas. También como consecuencia se producen costos por almacenaje; esto en el sentido de que las materias primas no se consumen por proyecciones de productos realizadas y no vendidas, lo cual causa un costo por almacenamiento en un almacén fiscal.
- En conclusión, como causas principales de la baja asertividad del pronóstico se tienen máquinas antiguas, lo que ocasiona que en una parada por avería la producción pueda atrasarse y dar al traste con no cumplir con el pedido del cliente. Otra de las causas es que muchas de las materias primas que utiliza la empresa provienen de países lejanos, por lo cual los proveedores dan *lead times* bastante extensos. Esto es un riesgo ya que cualquier fenómeno o motivo puede causar un atraso en la llegada de estas materias primas.
- Otra conclusión es que se deben realizar una revisión y un análisis del método de pronóstico, esto para determinar si el método actual es el más indicado.
- Además, como parte de las conclusiones se agrega que se detectaron debilidades en la comunicación entre los departamentos de ventas y el de operaciones, debido a falta de actividades o reuniones para tener un contacto fluido durante el periodo mensual. Estas debilidades en comunicación causan distorsión en la gestión de las tareas derivadas del pronóstico.

Recomendaciones

- Debido a la incertidumbre en cuanto al comportamiento de productos muy nuevos y de gran volumen se recomienda, en la medida de lo posible, tener una retroalimentación de parte del cliente en aspectos de consumos fuera de lo normal. Ello con el objetivo de tener una visión de corto plazo del comportamiento de estos productos. Esto permitirá una reacción a tiempo para gestionar pedidos de materias primas y programación de planta.
- Se recomienda a la gerencia de operaciones revisar el proceso que llevan a cabo los departamentos de *planning* y bodegas en cuanto a administración de inventarios. Es de suma importancia tener claros los puntos de reorden, además de los inventarios de seguridad de materias primas, principalmente materias primas claves que provienen de países lejanos y que tienen *lead times* largos.
- Se sugiere a las áreas de gerencia general, finanzas y operaciones, en un mediano plazo hacer un análisis de costo - beneficio en la sustitución de máquinas; esto para tener máquinas con tecnología de punta que permitan incrementar la productividad de la fábrica, para que a la vez esto aporte en el cumplimiento de pedidos de los clientes a tiempo. Además, en cuanto a importación de materias primas:
- Se recomienda a la gerencia de ventas realizar un análisis del modelo de pronóstico actual, lo cual debe ser de manera tal que se prueben varios modelos existentes, como: promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial simple y doble, Winters, entre otros. Una vez realizados los modelos se debe elegir el que mejor se adapte a la operación y al modelo de negocio de la empresa.
- Como apoyo adicional al nuevo modelo de pronóstico se recomienda crear una sinergia en la que estén los departamentos de ventas y operaciones, de manera tal que se fortalezca un proceso de S&OP que de forma parcial se realiza en la empresa. Para esto es necesario dar varios pasos o celebrar reuniones durante el mes en las que se sometan a revisión las fortalezas y debilidades de la gestión de venta y operación de la empresa; esto desde el punto de vista de entrega del pronóstico por parte del departamento de ventas y por parte de operaciones la revisión del estado de materias primas y capacidad de producción de la fábrica.

CAPÍTULO VI PROPUESTA

Seguidamente, en este apartado se analiza la propuesta del proyecto. Se analizarán varios modelos de pronóstico para evaluar su comportamiento y finalmente se tomará la decisión con base en los indicadores de error del pronóstico, como son el MAD desviación media absoluta y el MAPE error porcentual medio absoluto.

Además, se evalúa la parte económica, en la que se estimará el costo de la implementación de la mejora y se analizará el costo de mano de obra, equipo, entre otros.

Por último, se sugiere un plan de implementación de la propuesta. Esta parte es importante para tener una guía de cómo realizar las sugerencias del presente trabajo y que estas tengan éxito.

Para empezar, se muestran los modelos de pronóstico que se probaron, que están con base en un histórico de demanda real de 12 meses, tomando en cuenta los meses de octubre del 2020 hasta setiembre del 2021.

Los modelos que se probaron fueron: Promedio simple, promedio ponderado, suavización exponencial, suavización exponencial doble y por último Winters-Holt.

A cada modelo se le midieron tres indicadores importantes, primeramente, el MAD desviación media absoluta; en segundo lugar, el MAPE error porcentual medio absoluto, y por último el indicador que la empresa toma como principal parámetro para medir el comportamiento del pronóstico, el cual es el Forecast Accuracy o asertividad del pronóstico.

Hay que recordar que la empresa tiene como meta un Forecast Accuracy de 75%, porcentaje que es una referencia de la industria alimentaria. Con este porcentaje, según la empresa, llega a números óptimos en indicadores como OTIF, niveles de inventario, desperdicio de materias primas o producto terminado; sin embargo, se indica por parte de la empresa que cuando se llega arriba de 65% en este indicador se nota una mejoría en los otros indicadores mencionados en este párrafo.

Al alcanzar niveles óptimos en los indicadores anteriores eso impacta de manera inmediata los indicadores financieros, como son los márgenes de operación o márgenes netos de ganancia.

Por último, y no menos importante, impacta de manera positiva el servicio que se le da al cliente, en cuanto a tener siempre materias primas para producir lo que el cliente solicita en el momento y cantidad que lo solicita.

Diseño

Modelos de pronósticos

A continuación se tienen los cuadros de los modelos de pronóstico realizados.

En la **Tabla 15 Productos para referencia de los modelos de pronóstico** se observan los productos a los que se les aplicaron los modelos de pronóstico.

Tabla 15 Productos para referencia de los modelos de pronóstico:

RK	Producto
1	SALSA KETCHUP
2	EMPANIZADOR
3	NATILLA
4	SALSA KETCHUP 2
5	SALSA KETCHUP 3
6	KETCHUP 4
7	EMPANIZADOR 2
8	SALSA KETCHUP 5
9	SALSA KETCHUP 6
10	TENDERIZADOR
11	SALSA KETCHUP 7
12	BASE EMPANIZADOR

Nota: Erick Martínez Solís

En la figura anterior se muestran los 12 productos a los que se les aplicaron los diferentes modelos de pronóstico. Estos 12 productos hay que recordar que son de suma importancia para la empresa debido a su gran volumen. Estos productos fueron obtenidos en el momento de analizar las herramientas ABC y el diagrama de Pareto.

Hay que acotar que para todos los cálculos en los modelos de pronóstico de cada producto se utilizaron los siguientes parámetros.

Estos parámetros son de gran importancia ya que según la teoría siempre se deben aplicar para los diferentes modelos de pronósticos. Cada modelo tiene diferentes factores que se deben usar para lograr el cálculo final del pronóstico. Entre estos se tienen la demanda y los diferentes tipos de constantes de suavización: la de promedio, estacionalidad y tendencia, además de la longitud de la estacionalidad, entre otros.

En la **Tabla 16 Parámetros utilizados en el cálculo de los pronósticos** se observa una matriz en la que se identifican los parámetros que le corresponden a cada modelo de pronóstico. Las celdas con la indicación N/A significa que el parámetro no se aplica para el modelo.

Tabla 16 Parámetros utilizados en el cálculo de los pronósticos

Parámetros	Promedio Simple	Promedio Ponderado	Suavización exponencial	Suavización exponencial Doble	Holt Winters
Demanda	12 meses	12 meses	12 meses	12 meses	12 meses
Histórico para pronosticar	3 meses	3 meses	1 mes	1 mes	1 mes
% Ponderación	N/A	Primer mes 20%, Segundo mes 30%, tercer mes 50%	N/A	N/A	N/A
Constante de suavización promedio alfa	N/A	N/A	0.23	0.11	0.15
Constante de suavización tendencia beta	N/A	N/A	N/A	N/A	0.58
Constante de suavización estacionalidad gama	N/A	N/A	N/A	N/A	0
Longitud de estacionalidad	N/A	N/A	N/A	N/A	4

Nota: Erick Martínez Solís

En la matriz anterior se establecen los parámetros por utilizar en el cálculo de los pronósticos. Para la demanda se toma un periodo óptimo de 12 meses. El histórico de tiempo de análisis para promedio simple es de tres meses. Hay que recalcar que este método es el usado actualmente por la empresa. En el promedio ponderado se usa 20% para el mes más lejano, 30% para el segundo mes y 50% para el mes más próximo al pronóstico. Para los métodos de suavización exponencial simple, doble y Winters-Holt, se utiliza un histórico para pronosticar de un mes, de acuerdo con lo que la teoría indica. Se tienen también las constantes de suavización, del promedio alfa, de la tendencia beta y de la estacionalidad gama. Es importante resaltar que estas constantes se asignaron

con una estimación inicial genérica, a excepción de la longitud de estacionalidad, que se estimó con una análisis de los gráficos de históricos de la demanda, para posteriormente ajustarlas con la herramienta Solver de Excel. Con esta herramienta se logró minimizar el error MAD y por consiguiente el impacto en el MAPE y en el Forecast Accuracy es positivo, al dar al traste con un mejor número en estos indicadores.

En la **Tabla 17 Métodos de pronósticos aplicados al producto salsa Ketchup** se observan los métodos de pronósticos aplicados al producto salsa Ketchup.

Tabla 17 Métodos de pronósticos aplicados al producto salsa Ketchup

Kilogramos salsa Ketchup							
Mes	Periodo	Demanda	Promedio Simple	Promedio Ponderado	Suavización exponencial	Suavización exponencial Doble	Holt Winters
oct-20	1	233,047					
nov-20	2	181,739					
dic-20	3	121,679					
ene-21	4	193,551	178,822	161,970	121,679	121,679	193,550
feb-21	5	145,495	165,656	169,627	138,356	137,554	180,699
mar-21	6	239,253	153,575	155,149	140,013	140,185	159,644
abr-21	7	163,041	192,766	201,985	163,041	163,041	162,342
may-21	8	60,525	182,597	182,396	163,041	165,223	153,440
jun-21	9	107,264	154,273	127,025	139,253	144,279	122,783
jul-21	10	80,986	110,277	104,398	131,830	137,008	102,238
ago-21	11	147,543	82,925	84,777	120,032	125,086	79,035
sep-21	12	173,262	111,931	119,520	126,416	129,817	74,935
	Total		1,332,821	1,306,847	1,243,661	1,263,873	1,228,666

Medidas de error del pronóstico

MAD	52,735	51,146	48,662	49,169	45,782
MAPE	48.5%	46.0%	43.5%	44.6%	39.5%
FCST ACCU.	64.4%	64.8%	64.8%	65.0%	66.5%

Nota: Erick Martínez Solís

En el cuadro anterior se puede determinar que, según las medidas de error del pronóstico y el indicador de Forecast Accuracy para el producto de mayor volumen de la empresa Salsa Ketchup, el mejor método de pronóstico es el Holt Winters. Se tiene un MAD desviación media absoluta de

45,782 kg. El MAPE error porcentual medio absoluto es de 39,5% y el Forecast Accuracy de 66,5%; esto tomando como comparativo los valores del método actual promedio simple, en los cuales se tiene un MAD desviación media absoluta de 52,735 kg. El MAPE error porcentual medio absoluto es de 48,5% y el Forecast Accuracy de 64,4%.

En la **Tabla 18 Métodos de pronósticos aplicados al producto Empanizador** se observan los métodos de pronósticos aplicados al producto Empanizador.

Tabla 18 Métodos de pronósticos aplicados al producto Empanizador

Kilogramos Empanizador							
Mes	Periodo	Demanda	Promedio Simple	Promedio Ponderado	Suavización exponencial	Suavización exponencial Doble	Holt Winters
oct-20	1	28,500					
nov-20	2	38,025					
dic-20	3	66,500					
ene-21	4	123,500	44,342	50,358	66,500	66,500	39,869
feb-21	5	123,500	76,008	89,305	79,727	79,091	63,221
mar-21	6	28,500	104,500	112,100	89,884	89,595	88,261
abr-21	7	95,000	91,833	76,000	75,640	77,337	90,469
may-21	8	114,000	82,333	80,750	80,133	81,730	102,563
jun-21	9	150,950	79,167	91,200	87,991	89,565	116,653
jul-21	10	161,900	119,983	128,675	102,601	104,225	137,045
ago-21	11	181,575	142,283	149,035	116,361	118,814	158,161
sep-21	12	117,625	164,808	169,548	131,494	135,230	181,060
Total			905,258	946,970	830,331	842,089	977,302

Medidas de error del pronóstico					
MAD	48,629	46,736	46,303	45,763	40,627
MAPE	59.5%	61.3%	52.6%	52.1%	49.5%
FCST ACCU.	51.7%	55.6%	49.8%	51.1%	62.6%

Nota Erick Martínez Solís

En el cuadro anterior se puede determinar que, según las medidas de error del pronóstico y el indicador de Forecast Accuracy para el producto Empanizador, el mejor método de pronóstico es el Holt Winters, se tiene un MAD desviación media absoluta de 40.627 kg. El MAPE error porcentual medio absoluto es de 49,5% y el Forecast Accuracy de 62,6%; esto tomando como

comparativo los valores del método actual promedio simple, en los cuales se tiene un MAD desviación media absoluta de 48.629 kg. El MAPE error porcentual medio absoluto es de 59,5% y el Forecast Accuracy de 51,7%.

En la **Tabla 19 Métodos de pronósticos aplicados al producto Natilla** **Tabla 18 Métodos de pronósticos aplicados al producto Empanizador**, se observan los métodos de pronósticos aplicados al producto Natilla.

Tabla 19 Métodos de pronósticos aplicados al producto Natilla

Kilogramos Natilla							
Mes	Periodo	Demand a	Promedio Simple	Promedio Ponderado	Suavización exponencial	Suavización exponencial Doble	Holt Winters
oct-20	1	79,953					
nov-20	2	121,625					
dic-20	3	88,249					
ene-21	4	67,758	96,609	96,602	88,249	88,249	92,887
feb-21	5	74,298	92,544	84,678	83,494	83,722	90,464
mar-21	6	108,657	76,768	75,126	81,360	81,391	87,987
abr-21	7	78,516	83,571	90,169	87,694	87,049	92,715
may-21	8	71,979	87,157	86,715	85,564	85,131	91,080
jun-21	9	91,825	86,384	81,276	82,412	82,090	87,093
jul-21	10	86,458	80,773	83,209	84,596	83,943	87,030
ago-21	11	66,985	83,421	85,172	85,028	84,321	86,135
sep-21	12	95,458	81,756	77,795	80,841	80,344	80,862
Total			768,982	760,743	759,238	756,240	796,252

Medidas de error del pronóstico

MAD	15,609	16,533	13,742	13,730	14,924
MAPE	19.5%	20.4%	17.0%	16.9%	19.1%
FCST ACCU.	81.7%	80.4%	83.7%	83.7%	83.1%

Nota: Erick Martínez Solís

En el cuadro anterior se puede determinar que, según las medidas de error del pronóstico y el indicador de Forecast Accuracy para el producto Natilla, el mejor método de pronóstico es Suavización exponencial doble. Se tiene un MAD desviación media absoluta de 13.730 kg, El MAPE error porcentual medio absoluto es de 16,9% y el Forecast Accuracy de 83,7%. Esto

tomando como comparativo los valores del método actual promedio simple, en los cuales se tiene un MAD desviación media absoluta de 15.609 kg, el MAPE error porcentual medio absoluto es de 19,5% y el Forecast Accuracy de 81,7%.

En la **Tabla 20 Métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Kétchup 2** **Tabla 18 Métodos de pronósticos aplicados al producto Empanizador**, se observan los métodos de pronósticos aplicados al producto salsa Kétchup 2.

Tabla 20 Métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Kétchup 2

Kilogramos Salsa Kétchup 2							
Mes	Periodo	Demand a	Promedio Simple	Promedio Ponderado	Suavización exponencial	Suavización exponencial Doble	Holt Winters
oct-20	1	17,096					
nov-20	2	65,480					
dic-20	3	45,724					
ene-21	4	90,147	42,767	45,925	45,724	45,724	36,540
feb-21	5	66,452	67,117	71,887	56,032	55,537	54,637
mar-21	6	64,143	67,441	69,415	58,450	58,490	67,566
abr-21	7	49,449	73,581	70,036	59,771	60,413	77,952
may-21	8	52,810	60,015	57,258	57,376	58,735	82,202
jun-21	9	38,460	55,467	54,068	56,316	58,037	83,814
jul-21	10	31,521	46,906	44,963	52,173	54,250	79,201
ago-21	11	50,665	40,930	37,860	47,381	49,529	70,178
sep-21	12	108,362	40,215	42,481	48,143	49,802	63,654
Total			494,439	493,894	481,367	490,517	615,745

Medidas de error del pronóstico

MAD	21,439	20,856	19,715	19,987	31,555
MAPE	32.9%	31.6%	30.8%	31.9%	60.5%
FCST ACCU.	61.0%	62.0%	63.1%	63.3%	53.9%

Nota: Erick Martínez Solís

En el cuadro anterior se puede determinar que, según las medidas de error del pronóstico y el indicador de Forecast Accuracy para el producto Salsa Kétchup 2, el mejor método de pronóstico es Suavización exponencial simple. Se tiene un MAD desviación media absoluta de 19.715 kg. El

MAPE error porcentual medio absoluto es de 30,8% y el Forecast Accuracy de 63,1%. Esto tomando como comparativo los valores del método actual promedio simple en los cuales se tiene un MAD desviación media absoluta de 21.439 kg. El MAPE error porcentual medio absoluto es de 32,9% y el Forecast Accuracy de 61,0%.

En la **Tabla 21 Métodos de pronósticos aplicados al producto salsa Ketchup 3** se observan los métodos de pronósticos aplicados al producto salsa Ketchup 3.

Tabla 21 Métodos de pronósticos aplicados al producto salsa Ketchup 3

Kilogramos Salsa Ketchup 3							
Mes	Periodo	Demanda	Promedio Simple	Promedio Ponderado	Suavización exponencial	Suavización exponencial Doble	Holt Winters
oct-20	1	74,753					
nov-20	2	133,879					
dic-20	3	98,284					
ene-21	4	168,892	102,305	104,256	98,284	98,284	95,845
feb-21	5	105,026	133,685	140,707	114,669	113,880	118,740
mar-21	6	85,753	124,067	122,837	112,431	112,786	127,646
abr-21	7	90,768	119,890	108,162	106,240	107,568	128,816
may-21	8	100,639	93,849	92,115	102,650	104,281	127,310
jun-21	9	159,393	92,387	94,700	102,183	103,695	125,211
jul-21	10	77,189	116,933	128,042	115,459	116,172	135,018
ago-21	11	51,642	112,407	106,540	106,578	108,415	126,298
sep-21	12	96,445	96,074	80,856	93,830	96,252	108,727
		Total	991,598	978,216	952,324	961,332	1,093,611

Medidas de error del pronóstico					
MAD	37,484	38,817	30,827	30,954	41,369
MAPE	40.2%	41.3%	32.9%	33.3%	47.5%
FCST ACCU.	66.0%	64.3%	70.9%	71.0%	66.0%

Nota: Erick Martínez Solís

En el cuadro anterior se puede determinar que, según las medidas de error del pronóstico y el indicador de Forecast Accuracy, para el producto salsa Ketchup 3 el mejor método de pronóstico es Suavización exponencial simple. Se tiene un MAD desviación media absoluta de 30.827 kg. El

MAPE error porcentual medio absoluto es de 32,9% y el Forecast Accuracy de 70,9%. Esto tomando como comparativo los valores del método actual promedio simple, en los cuales se tiene un MAD desviación media absoluta de 37.484 kg. El MAPE error porcentual medio absoluto es de 40,2% y el Forecast Accuracy de 66,0%.

En la **Tabla 22 Métodos de pronósticos aplicados al producto salsa Ketchup 4** se observan los métodos de pronósticos aplicados al producto salsa Ketchup 3.

Tabla 22 Métodos de pronósticos aplicados al producto salsa Ketchup 4

Kilogramos salsa Ketchup 4							
Mes	Periodo	Demanda	Promedio Simple	Promedio Ponderado	Suavización exponencial	Suavización exponencial Doble	Holt Winters
oct-20	1	-					
nov-20	2	34,869					
dic-20	3	60,480					
ene-21	4	83,833	31,783	40,701	60,480	60,480	23,298
feb-21	5	47,207	59,727	67,034	65,899	65,638	44,842
mar-21	6	66,125	63,840	60,849	61,562	61,852	57,992
abr-21	7	96,768	65,722	63,991	62,620	62,856	72,688
may-21	8	47,578	70,033	77,663	70,544	70,459	91,793
jun-21	9	80,640	70,157	66,044	65,215	65,930	97,037
jul-21	10	70,157	74,995	73,947	68,794	69,426	104,993
ago-21	11	43,142	66,125	68,786	69,110	70,014	107,255
sep-21	12	101,397	64,646	58,746	63,085	64,513	99,724
Total			567,028	577,761	587,310	591,169	699,621

Medidas de error del pronóstico

MAD	21,712	24,198	20,532	20,227	28,483
MAPE	31.2%	35.9%	30.8%	30.5%	47.5%
FCST ACCU.	65.5%	62.3%	68.5%	69.2%	63.4%

Nota: Erick Martínez Solís

En el cuadro anterior se puede determinar que, según las medidas de error del pronóstico y el indicador de Forecast Accuracy para el producto salsa Ketchup 4, el mejor método de pronóstico es Suavización exponencial doble. Se tiene un MAD desviación media absoluta de 20.227 kg. El

MAPE error porcentual medio absoluto es de 30,5% y el Forecast Accuracy de 69,2%. Esto tomando como comparativo los valores del método actual promedio simple, en los cuales se tiene un MAD desviación media absoluta de 21.712 kg, El MAPE error porcentual medio absoluto es de 31,2% y el Forecast Accuracy de 65,5%.

En la **Tabla 23 Métodos de pronósticos aplicados al producto Empanizador 2** se observan los métodos de pronósticos aplicados al producto Empanizador 2.

Tabla 23 Métodos de pronósticos aplicados al producto Empanizador 2

Kilogramos Empanizador 2							
Mes	Periodo	Demanda	Promedio Simple	Promedio Ponderado	Suavización exponencial	Suavización exponencial Doble	Holt Winters
oct-20	1	42,625					
nov-20	2	57,125					
dic-20	3	42,900					
ene-21	4	85,625	47,550	47,113	42,900	42,900	46,517
feb-21	5	30,625	61,883	67,108	52,814	52,337	56,602
mar-21	6	51,625	53,050	49,580	47,665	48,063	54,855
abr-21	7	33,250	55,958	52,125	48,584	49,106	56,194
may-21	8	67,350	38,500	38,238	45,026	45,903	52,663
jun-21	9	92,350	50,742	53,975	50,206	50,747	55,945
jul-21	10	54,575	64,317	73,030	59,986	60,304	65,540
ago-21	11	90,050	71,425	68,463	58,730	59,914	67,201
sep-21	12	61,000	78,992	79,868	65,998	67,376	75,807
Total			522,417	529,498	471,909	476,651	531,324

Medidas de error del pronóstico					
MAD	23,365	24,701	21,156	21,016	21,219
MAPE	41.5%	44.3%	34.2%	34.1%	37.4%
FCST ACCU.	59.7%	58.0%	59.7%	60.3%	64.1%

Nota: Erick Martínez Solís

En el cuadro anterior se puede determinar que, según las medidas de error del pronóstico y el indicador de Forecast Accuracy para el producto Empanizador 2, el mejor método de pronóstico es Holt Winters. Se tiene un MAD desviación media absoluta de 21.219kg. El MAPE error

porcentual medio absoluto es de 37,4% y el Forecast Accuracy de 64,1%. Esto tomando como comparativo los valores del método actual promedio simple, en los cuales se tiene

un MAD desviación media absoluta de 23.365 kg. El MAPE error porcentual medio absoluto es de 41,5% y el Forecast Accuracy de 59,7%.

En la **Tabla 24 Métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Ketchup 5** se observan los métodos de pronósticos aplicados al producto salsa Ketchup 5.

Tabla 24 Métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Ketchup 5

Kilogramos Salsa Ketchup 5							
Mes	Periodo	Demanda	Promedio Simple	Promedio Ponderado	Suavización exponencial	Suavización exponencial Doble	Holt Winters
oct-20	1	25,368					
nov-20	2	21,552					
dic-20	3	27,204					
ene-21	4	50,400	24,708	25,141	27,204	27,204	24,788
feb-21	5	67,296	33,052	37,672	32,587	32,328	30,664
mar-21	6	48,204	48,300	54,209	40,641	40,335	41,291
abr-21	7	49,716	55,300	54,371	42,396	42,782	48,116
may-21	8	54,756	55,072	52,778	44,094	45,119	54,293
jun-21	9	48,120	50,892	51,934	46,568	48,138	60,341
jul-21	10	75,600	50,864	50,430	46,928	49,142	63,473
ago-21	11	75,756	59,492	63,187	53,582	55,993	71,237
sep-21	12	50,304	66,492	70,182	58,727	61,689	78,261
Total			444,172	459,904	392,727	402,730	472,463

Medidas de error del pronóstico

MAD	13,988	14,328	16,030	15,581	14,227
MAPE	22.9%	24.1%	26.1%	25.5%	25.2%
FCST ACCU.	71.7%	72.0%	63.3%	65.2%	72.9%

Nota: Erick Martínez Solís

En el cuadro anterior se puede determinar que, según las medidas de error del pronóstico y el indicador de Forecast Accuracy para el producto Salsa Ketchup 5, el mejor método de pronóstico es Holt Winters. Se tiene un MAD desviación media absoluta de 14.227kg. El MAPE error

porcentual medio absoluto es de 25,2% y el Forecast Accuracy es de 72,9%. Esto tomando como comparativo los valores del método actual promedio simple, en los cuales se tiene

un MAD desviación media absoluta de 13.988 kg. El MAPE error porcentual medio absoluto es de 22,9% y el Forecast Accuracy de 71,7%.

En la **Tabla 25 Métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Ketchup 6** se observan los métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Ketchup 6.

Tabla 25 Métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Ketchup 6

Kilogramos Salsa Ketchup 6							
Mes	Periodo	Demanda	Promedio Simple	Promedio Ponderado	Suavización exponencial	Suavización exponencial Doble	Holt Winters
oct-20	1	44,199					
nov-20	2	21,078					
dic-20	3	11,673					
ene-21	4	93,510	25,650	21,000	11,673	11,673	30,516
feb-21	5	39,789	42,087	54,473	30,663	29,750	40,910
mar-21	6	57,636	48,324	50,282	32,781	32,965	41,734
abr-21	7	28,998	63,645	59,457	38,548	39,536	46,430
may-21	8	30,258	42,141	39,748	36,332	38,630	44,714
jun-21	9	13,122	38,964	35,356	34,923	38,073	42,205
jul-21	10	8,820	24,126	21,438	29,864	33,753	35,055
ago-21	11	40,905	17,400	14,398	24,981	29,132	26,089
sep-21	12	42,030	20,949	25,723	28,676	32,315	24,452
		Total	323,286	321,873	268,441	285,827	332,106

Medidas de error del pronóstico					
MAD	23,526	23,574	22,618	22,981	22,180
MAPE	81.3%	75.5%	75.8%	82.7%	89.2%
FCST ACCU.	34.5%	34.1%	24.2%	27.6%	39.9%

Nota: Erick Martínez Solís

En el cuadro anterior se puede determinar que, según las medidas de error del pronóstico y el indicador de Forecast Accuracy para el producto Salsa Ketchup 6, el mejor método de pronóstico es Holt Winters. Se tiene un MAD desviación media absoluta de 22.180kg. El MAPE error

porcentual medio absoluto es de 89,2% y el Forecast Accuracy de 39,9%. Esto tomando como comparativo los valores del método actual promedio simple en los cuales se tiene

un MAD desviación media absoluta de 23,526 kg, y el MAPE error porcentual medio absoluto es de 81,3% y el Forecast Accuracy de 34,5%.

En la **Tabla 26 Métodos de pronósticos aplicados al producto Tenderizador** se observan los métodos de pronósticos aplicados al producto Tenderizador.

Tabla 26 Métodos de pronósticos aplicados al producto Tenderizador

Kilogramos Tenderizador							
Mes	Periodo	Demanda	Promedio Simple	Promedio Ponderado	Suavización exponencial	Suavización exponencial Doble	Holt Winters
oct-20	1	38,700					
nov-20	2	16,000					
dic-20	3	39,950					
ene-21	4	35,075	31,550	32,515	39,950	39,950	32,999
feb-21	5	27,100	30,342	32,723	38,819	38,873	32,105
mar-21	6	29,925	34,042	32,063	36,099	36,213	29,737
abr-21	7	49,400	30,700	30,108	34,667	34,621	28,154
may-21	8	43,225	35,475	39,098	38,086	37,606	31,493
jun-21	9	44,675	40,850	42,418	39,278	38,748	34,427
jul-21	10	16,325	45,767	45,185	40,530	40,026	38,015
ago-21	11	25,350	34,742	30,210	34,914	34,832	35,035
sep-21	12	73,575	28,783	26,508	32,694	32,490	33,003
Total			312,250	310,825	335,037	333,358	294,967

Medidas de error del pronóstico					
MAD	13,865	12,976	13,632	13,726	13,605
MAPE	42.0%	38.8%	41.5%	41.4%	38.3%
FCST ACCU.	60.0%	62.4%	63.4%	62.9%	58.5%

Nota: Erick Martínez Solís

En el cuadro anterior se puede determinar que, según las medidas de error del pronóstico y el indicador de Forecast Accuracy para el producto Tenderizador, el mejor método de pronóstico es Suavización exponencial doble. Se tiene un MAD desviación media absoluta de 13.726kg, el

MAPE error porcentual medio absoluto es de 41.4% y el Forecast Accuracy de 62,9%. Esto tomando como comparativo los valores del método actual promedio simple en los cuales se tiene un MAD desviación media absoluta de 13,865 kg; el MAPE error porcentual medio absoluto es de 42.0% y el Forecast Accuracy de 60,0%.

En la **Tabla 27 Métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Ketchup 7** **Tabla 26 Métodos de pronósticos aplicados al producto Tenderizador**, se observan los métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Ketchup 7.

Tabla 27 Métodos de pronósticos aplicados al producto Salsa Ketchup 7

Kilogramos Salsa Ketchup 7							
Mes	Periodo	Demanda	Promedio Simple	Promedio Ponderado	Suavización exponencial	Suavización exponencial Doble	Holt Winters
oct-20	1	39,168					
nov-20	2	50,616					
dic-20	3	17,550					
ene-21	4	36,738	35,778	31,793	17,550	17,550	37,153
feb-21	5	113,193	34,968	33,757	22,003	21,788	35,961
mar-21	6	32,904	55,827	71,128	43,163	42,212	52,828
abr-21	7	33,750	60,945	57,758	40,782	41,505	53,641
may-21	8	17,550	59,949	49,385	39,151	41,028	52,762
jun-21	9	54,450	28,068	25,481	34,138	36,983	46,617
jul-21	10	37,800	35,250	39,240	38,852	41,695	47,500
ago-21	11	42,300	36,600	38,745	38,608	41,903	44,966
sep-21	12	75,150	44,850	43,380	39,464	43,010	43,243
		Total	392,235	390,667	313,710	327,675	414,672

Medidas de error del pronóstico

MAD	26,293	27,131	23,335	22,782	22,753
MAPE	63.6%	62.2%	44.9%	44.9%	53.1%
FCST ACCU.	39.7%	37.5%	33.1%	37.4%	50.6%

Nota: Erick Martínez Solís

En el cuadro anterior se puede determinar que, según las medidas de error del pronóstico y el indicador de Forecast Accuracy para el producto Salsa Ketchup 7, el mejor método de pronóstico es Holt Winters. Se tiene un MAD desviación media absoluta de 22.753kg; el MAPE error

porcentual medio absoluto es de 53,1% y el Forecast Accuracy de 50,6%; esto tomando como comparativo los valores del método actual promedio simple en los cuales se tiene

un MAD desviación media absoluta de 22.293 kg, el MAPE error porcentual medio absoluto es de 63.6% y el Forecast Accuracy de 39,7%.

En la **Tabla 28 Métodos de pronósticos aplicados al producto Base Empanizador** **Tabla 26 Métodos de pronósticos aplicados al producto Tenderizador**, se observan los métodos de pronósticos aplicados al producto Base Empanizador.

Tabla 28 Métodos de pronósticos aplicados al producto Base Empanizador

Kilogramos Base Empanizador							
Mes	Periodo	Demanda	Promedio Simple	Promedio Ponderado	Suavización exponencial	Suavización exponencial Doble	Holt Winters
oct-20	1	16,000					
nov-20	2	52,400					
dic-20	3	33,700					
ene-21	4	53,850	34,033	35,770	33,700	33,700	29,734
feb-21	5	30,100	46,650	47,515	38,376	38,151	39,243
mar-21	6	22,450	39,217	37,945	36,455	36,618	43,059
abr-21	7	36,000	35,467	31,025	33,205	33,636	43,423
may-21	8	51,950	29,517	30,755	33,854	34,133	45,102
jun-21	9	71,975	36,800	41,265	38,053	38,072	49,474
jul-21	10	34,500	53,308	58,773	45,925	45,782	58,078
ago-21	11	50,900	52,808	49,233	43,274	43,924	57,862
sep-21	12	62,500	52,458	50,195	45,043	45,962	59,508
Total			380,258	382,475	347,885	349,979	425,483

Medidas de error del pronóstico

MAD	15,781	16,235	14,861	14,583	13,797
MAPE	37.1%	39.0%	32.6%	32.0%	35.4%
FCST ACCU.	62.6%	61.8%	61.6%	62.5%	70.8%

Nota: Erick Martínez Solís

En el cuadro anterior se puede determinar que, según las medidas de error del pronóstico y el indicador de Forecast Accuracy para el producto Base Empanizador, el mejor método de pronóstico

es Holt Winters. Se tiene un MAD desviación media absoluta de 13,797kg; el MAPE error porcentual medio absoluto es de 35,4% y el Forecast Accuracy de 70,8%. Esto tomando como comparativo los valores del método actual promedio simple en los cuales se tiene

un MAD desviación media absoluta de 15.781 kg, el MAPE error porcentual medio absoluto es de 37,1% y el Forecast Accuracy de 62,6%.

Modelo elegido según el análisis

En la **Tabla 29 Modelos con mejores resultados según el análisis del error** se observa cuáles modelos de pronósticos dieron mejores resultados en el momento de medir el MAD, el MAPE y el Forecast Accuracy a los 12 primeros productos que comercializa la empresa.

Tabla 29 Modelos con mejores resultados según el análisis del error

RK	Producto	Modelo con mejor MAD-MAPE-Fcst Accuracy
1	SALSA KETCHUP	Holt-Winters
2	EMPANIZADOR	Holt-Winters
3	NATILLA	Suavización exponencial Doble
4	SALSA KETCHUP 2	Suavización exponencial
5	SALSA KETCHUP 3	Suavización exponencial
6	KETCHUP 4	Suavización exponencial Doble
7	EMPANIZADOR 2	Holt-Winters
8	SALSA KETCHUP 5	Holt-Winters
9	SALSA KETCHUP 6	Holt-Winters
10	TENDERIZADOR	Suavización exponencial Doble
11	SALSA KETCHUP 7	Holt-Winters
12	BASE EMPANIZADOR	Holt-Winters

Nota: Erick Martínez Solís

De acuerdo con los modelos diseñados el que mejor comportamiento tuvo, según la medición del MAD, el MAPE y el Forecast Accuracy, fue el modelo de Holt-Winters en el que en siete de los 12 productos el resultado fue mejor que en los otros cuatro modelos probados, tomando en cuenta que dentro de estos cuatro modelos se encuentra el que la empresa utiliza actualmente, el cual es el promedio simple.

Por lo dicho se propone usar como modelo de pronósticos el modelo de Holt-Winters para los productos de clasificación A, dado la importancia de estos productos. Este modelo estima tres variables que suavizan el pronóstico, las cuales son tendencia, estacionalidad y promedio.

Estas variables están presentes en las demandas de los productos que comercializa la empresa, por lo que usar este sistema, en conjunto con la herramienta Solver de Excel para ajustar las constantes de suavización, impactará de manera positiva en las mediciones de MAD, MAPE y Forecast Accuracy. Con apoyo en el método de pronóstico se debe tener retroalimentación del área comercial para aspectos de incremento de la demanda en líneas importantes de producto.

Para los productos B y C se propone utilizar un modelo de pronósticos de Promedio Móvil ponderado o Suavización Exponencial Simple, estos modelos son más baratos de implementar por lo que sería de gran ayuda en el resto de productos que no sean A.

Requerimiento para implementar la propuesta

A continuación se detallan los requerimientos para la ejecución de la propuesta.

En primer lugar, se debe tener en cuenta que el método de pronóstico elegido es Holt-Winters, debido a la flexibilidad que tiene de ajustar tendencias y estacionalidad. De acuerdo con el comportamiento de las ventas de la empresa este es el modelo que más se ajusta.

Por lo tanto, para la realización de cálculos de este se debe contratar a una persona con el puesto de analista, debido a que la persona que actualmente realiza la gestión no es la más indicada. Esta persona tiene múltiples tareas y su conocimiento en pronósticos no es el mejor. La persona por contratar debe tener experiencia en pronósticos y análisis de la demanda; además, debe trabajar de la mano con el departamento comercial y operaciones.

Analizando requisitos de puestos de analista de pronóstico y demanda, en la página web del www.empleo.com, se indican como requisitos generales:

Formación académica:

Bachillerato o licenciatura en Ingeniería Industrial.

Conocimientos requeridos:

- Mejoramiento continuo en procesos
- Experiencia general en manejo de datos
- Excel intermedio-avanzado
- Manejo de inventarios
- Seguimiento de indicadores
- Generación de reportería.

Estos requisitos son generales y la empresa podría solicitar algunos adicionales de acuerdo con la gestión que realice la persona contratada.

Propuesta salarial del analista

En cuanto a salario, la estimación del mercado laboral para el puesto de analista de pronósticos y demanda puede rondar ₡1.100.000. En la **Tabla 30 Salario del analista y cálculo de cargas sociales** se observan el salario y sus respectivas cargas sociales. Estos cálculos se obtuvieron de la página web de la calculadora de la Caja Costarricense de Seguro Social.

Tabla 30 Salario del analista y cálculo de cargas sociales

Cálculo de cargas sociales sobre salario			
Salario	₡1,100,000		
Caja Costarricense de Seguro Social			
Concepto	Patrono	Trabajador	Monto
SEM	9,25%	5,50%	₡162,250
IVM	5,25%	4,00%	₡101,750
TOTAL CCSS	14,5%	9,5%	₡264,000
Recaudación Otras Instituciones			
Institución	Patrono	Trabajador	Monto
Cuota Patronal Banco Popular	0,25%	-	₡2,750
Asignaciones Familiares	5,00%	-	₡55,000
IMAS	0,50%	-	₡5,500
INA	1,50%	-	₡16,500
TOTAL OTRAS INSTITUCIONES	7,25%	-	₡79,750

Ley de Protección al Trabajador (LPT)			
Concepto	Patrono	Trabajador	Monto
Aporte Patrono Banco Popular	0,25%	-	¢2,750
Fondo de Capitalización Laboral	1,50%	-	¢16,500
Fondo de Pensiones Complementarias	2,00%	-	¢22,000
Aporte Trabajador Banco Popular	-	1,00%	¢11,000
INS	1,00%	-	¢11,000
TOTAL LPT	4,75%	1,00%	¢63,250
Total			
	Patrono	Trabajador	Total
PORCENTAJES TOTALES	26,5%	10,5%	37,00%
MONTOS TOTALES	¢291,500	¢115,500	¢407,000

Nota: <https://www.ccss.sa.cr/calculadora>

Para poder hacer efectiva la contratación del analista la empresa debe contar con un presupuesto para el pago de salario anual de ¢16.698,000. Este presupuesto incluye las cargas sociales.

Beneficios operativos

- Un mejor control de inventarios en las bodegas internas de materia prima y producto terminado y externas de materia prima, especialmente el impacto positivo sería en las bodegas externas de materia prima, en donde el alquiler de *racks* ronda los \$12 por metro cuadrado por mes. Cuando existe sobre inventario este costo sube considerablemente.
- Un mejor porcentaje en indicadores claves como son el Forecast accuracy y el OTIF.
- Ahorro en transporte aéreo, ya que cuando existe algún faltante de materia prima importante se incurre en el pago de servicios aéreos para traer estas materias primas a tiempo, cuyo costo ronda los \$200 por 100kg.

Evaluación económica

En el presente apartado se realiza la evaluación económica del proyecto; esto para analizar si el proyecto es viable. La gestión de un proyecto es de mucha importancia, por lo que el dinero invertido debe generar réditos en un plazo considerable para la empresa.

Cuando se habla de generar réditos no solo se debe hacer mención del retorno de la inversión, sino también de la parte de ahorro en desperdicio de materias primas y ahorro en diferentes tipos de

costos y gastos. Esto debe traducirse también en más ventas y, por consiguiente, en más utilidad para los socios o dueños de la empresa.

Una empresa rentable genera más empleo al país y riqueza a sus dueños, por lo que es importante que las decisiones que se tomen para la mejora de cualquier proceso, y en este caso la mejora de un indicador relacionado al pronóstico, sea conveniente en el aspecto de inversión para la empresa.

Inversión requerida

La inversión requerida se observa en **Tabla 31 Detalle de inversión requerida**.

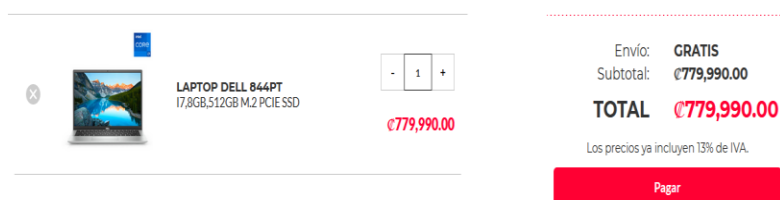
Tabla 31 Detalle de inversión requerida

Costos del Proyecto	
Laptop Dell Inspiron	₪779.000,00
Silla de escritorio	₪79.900.00
Capacitaciones	₪ 400,000.00
Total	₪1,258,900.00

Nota: Erick Martínez Solís

A continuación se detallan los elementos descritos en la **Tabla 31 Detalle de inversión requerida**.

Figura 27 Laptop Dell Inspiron



The image shows a product listing for a Dell Inspiron laptop. On the left, there is a small image of the laptop and a close button (X). The text next to it reads: "LAPTOP DELL I644PT 17,8GB,512GB M.2 PCIE SSD". To the right of the text is a quantity selector with a minus sign, the number "1", and a plus sign. Below the text and selector is the price "₪779,990.00". On the right side of the image, there is a checkout summary with a red dotted line above it. It lists: "Envío: GRATIS", "Subtotal: ₪779,990.00", and "TOTAL ₪779,990.00". Below the total is the text "Los precios ya incluyen 13% de IVA." and a red "Pagar" button.

Nota: Catalogo Web Office Depot

Figura 28 Silla de escritorio



Nota: Catálogo Web Office Depot

Para efectos de análisis de la inversión se calculan el VAN y la TIR. En la

Tabla 32 Cálculo del VAN y la TIR se observan los cálculos.

Tabla 32 Cálculo del VAN y la TIR

Periodo Anual	Ingreso	Egreso	Flujo de efectivo neto	VAN
0			-COP1,258,900	
1	COP59,678,003	COP53,710,203	COP5,967,800	COP5,425,273
2	COP63,258,683	COP56,932,815	COP6,325,868	COP5,227,990
3	COP67,054,204	COP60,348,784	COP6,705,420	COP5,037,882
4	COP71,077,456	COP63,969,711	COP7,107,746	COP4,854,686
5	COP75,342,104	COP67,807,893	COP7,534,210	COP4,678,152
Valor presente de la suma de flujos actualizados				COP25,223,983
VAN				COP23,965,083
TIR				480%
<i>Tasa de interés 10% anual Establecida por la junta directiva de la empresa</i>				

Nota: Erick Martínez Solís

Hecho un análisis del VAN y la TIR la conclusión es que, al ser una inversión pequeña, de COP1,258,900, en comparación con los flujos netos de la empresa, la tasa interna de retorno es significativamente grande, por lo que la inversión es aceptable con una retribución de ahorros y mejoras en varios procesos en los que actualmente la empresa tiene deficiencias.

Beneficios económicos

Dentro de los beneficios económicos se espera que se reduzcan pérdidas de ventas, además de inventario perdido de materia prima o producto terminado. En

Tabla 33 Pérdidas de ventas por fuera del Forecast 2021 se observan las pérdidas por ventas durante el periodo fiscal 2021.

Tabla 33 Pérdidas de ventas por fuera del Forecast 2021

Pérdidas de venta por fuera de Forecast 2021	
Oct	¢4,411,800
Nov	¢6,346,800
Dic	¢7,159,500
Ene	¢3,870,000
Feb	¢4,837,500
Mar	¢3,328,200
Abr	¢7,275,600
May	¢5,031,000
Jun	¢4,489,200
Jul	¢4,876,200
Ago	¢5,611,500
Sep	¢4,682,700
Total	¢61,920,000

Nota: Erick Martínez Solís

Según el cuadro anterior durante el periodo fiscal 2021 se perdieron ventas por un total de 61 millones de colones, debido a pronósticos inexactos. El departamento de operaciones realizó una

estimación de acuerdo con el histórico de indicador de asertividad de pronóstico, y se determinó que manteniendo el Forecast Accuracy arriba de 65% puede recuperarse 60% de las ventas perdidas mostradas en la

Tabla 33 Pérdidas de ventas por fuera del Forecast 2021, por lo que se estarían recuperando alrededor de 37 millones de colones.

Además, existe otro indicador clave y es el de pérdida de inventario, ya sea materia prima o producto terminado. Este indicador la empresa lo llama LOI (*Lost on inventory*) o pérdida de inventario, y se utiliza para medir lo que se tire a la basura por vencimiento de materias primas o producto terminado. También mide producto defectuoso, en este caso para medir el impacto de esta investigación se centra en el vencimiento de materias primas.

En la

Tabla 34 Inventario perdido en el año fiscal 2021 se observan los montos de inventario tirado a la basura durante el año fiscal 2021.

Tabla 34 Inventario perdido en el año fiscal 2021

Inventario perdido 2021	
Oct	¢16,770,000
Nov	¢10,965,000
Dic	¢11,610,000

Se contrata a la persona, tomando en cuenta que este laborando y de 1 mes de preaviso																			
Ingreso y capacitación de la persona																			
Asignación de tareas relacionadas al pronóstico y demanda																			

Nota: Erick Martínez Solís

De acuerdo con la tabla anterior, en el transcurso de 15 semanas la persona encargada de realizar la gestión de pronósticos y demanda empezaría a generar réditos a la empresa. Es de suma importancia que la persona tenga experiencia en aplicación de la propuesta de pronóstico, que es Holt-Winters. El cronograma se enfoca mucho en la persona, sin embargo, no hay que desviarse de la propuesta, que es la aplicación del método de pronóstico Holt-Winters para la reducción de los errores del pronóstico que se midieron en el presente trabajo, los cuales fueron MAD y MAPE; además del incremento en el indicador de asertividad de pronóstico Forecast Accuracy.

APÉNDICE

REFERENCIAS

- Acuña, J. (2012). *Control de Calidad un enfoque integral y estadístico*. Editorial tecnológica de Costa Rica.
- Aguilar-Barojas, S. (2005). Fórmulas para el cálculo de la muestra en investigaciones de salud. *Salud en Tabasco*, 11(1), 333-338. <https://www.redalyc.org/pdf/487/48711206.pdf>
- Alonso, J., & Gallo, B. (2015). Proyección de demanda: ¿este problema no es normal! *Estudios Gerenciales*, 31(135), 237-239. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=21237092010>
- Amoroso, L., Delisle, P., & Quesada, E. (2017). Modelo de pronóstico para la producción de sal. *Revista Ciencia y Tecnología*, 33(1), 18-25. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/cienciaytecnologia/article/view/33937/33435>
- Arisaca, C., Figueroa, P., & Candela, D. (2014). *Propuesta de mejora en el proceso de Abastecimiento de medicamentos en una clínica privada de salud*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/617622/Tesis%20final%20-%20Propuesta%20de%20mejora.pdf?sequence=11&isAllowed=y>
- Cardeñoso, S., & Misle de la Torre, C. (2016). *Propuesta de Desarrollo de Pronósticos y Control de Inventarios para la Mejora de la Gestión de Pedidos y Distribución en la Empresa MARLOE.I.R.L.* http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/412/3/Steve_Claudia_Tesis_bachiller_2016.pdf.pdf
- Escobar, A., Moreno, J., & Múnera, S. (2011). Simulación basada en agentes de software para la evaluación de indicadores técnicos. *Fac. Ing. Univ. Antioquia* (58), 123-132. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/ingenieria/issue/view/1304>
- Gálvez, T. (sf). *3 métodos prácticos para pronosticar sus ventas*. Celogis. [https://www.linkedin.com/in/tomas-galvez/detail/overlay-view/urn:li:fsd_profileTreasuryMedia:\(ACoAAAVR7d8BVUt1vZQGkic_dHJP9HVxkuozPpE,1470250526315\)/](https://www.linkedin.com/in/tomas-galvez/detail/overlay-view/urn:li:fsd_profileTreasuryMedia:(ACoAAAVR7d8BVUt1vZQGkic_dHJP9HVxkuozPpE,1470250526315)/)
- Hernández-Sampieri, R. (2018). *Metodología de la investigación*. McGraw Hill.

- Hinostroza, L. (2016). *Manejo de pronósticos e inventarios para la mejora del desempeño de las operaciones en una empresa textil peruana*.
http://repositorio.usil.edu.pe/bitstream/USIL/2582/1/2016_Hinostroza_Manejo-de-pronosticos-e-inventarios.pdf
- Juárez, A., Atziry, C., Martínez, J., & Sánchez, D. (2016). Análisis de series de tiempo en el pronóstico de la demanda. 32(141), 387-396. doi:
<http://dx.doi.org/10.1016/j.estger.2016.11.002>
- Méndez, G., & López, E. (2014). Metodología para el pronóstico de la demanda en ambientes multiproducto y de alta variabilidad. *Tecnura*, 18(40), 89-102.
<https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=257030546008>
- Minitab. (sf). *Minitab*. www.minitab.com: <https://support.minitab.com/es-mx/minitab/18/help-and-how-to/modeling-statistics/time-series/how-to/moving-average/interpret-the-results/all-statistics-and-graphs/>
- Morales, A., Ramírez, E., & Rodríguez, G. (2019). Pronóstico de ventas de las empresas del sector de alimentos: Una aplicación de redes neuronales. *Semestre Económico*, 22(52).
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-63462019000300161&lang=es
- Moreno, T. (2019). *El pronóstico de ventas en los negocios*. RIL Editores.
https://repositorio.uaautonoma.cl/bitstream/handle/20.500.12728/3192/Pronostico_de_ventas.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- NC State University. (2011). Measuring Forecast Accuracy: Approaches to Forecasting: A Tutorial. sn. <https://scm.ncsu.edu/scm-articles/article/measuring-forecast-accuracy-approaches-to-forecasting-a-tutorial>
- Ortega, J., Valverde, A., Indacochea, B., Castro, C., Vera, M., Alcívar, J., & Vera, R. (2021). *Diseños experimentales: Teoría y práctica para experimentos agropecuarios*. Grupo Compás. <http://142.93.18.15:8080/jspui/handle/123456789/116>
- Pinedo, J. (2018). *Propuesta de un modelo de pronósticos de demanda y gestión de inventarios para la planeación de demanda en prendas de vestir juvenil*.

https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/623528/Pinedo_CJ.pdf?sequence=5&isAllowed=y

Real Academia Española. (s.f.). *Real Academia Española*. <https://dle.rae.es>: <https://dle.rae.es>

Reyna, M. (2019). *Evaluación de los métodos de proyección de ventas, a través de pronósticos y determinación del modelo óptimo para FORCOGUA S.A.* <http://www.repositorio.usac.edu.gt/13984/1/Mariela%20Elizabeth%20Reyna%20Gordillo.pdf>

Romero, E., & Díaz, J. (2010). El uso del diagrama causa-efecto en el análisis de casos. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (México)*, XL (3-4), 127-142. <https://www.redalyc.org/pdf/270/27018888005.pdf>

Sales, M. (2013). *Diagrama de Pareto*. EALDE Business School. https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/44144377/Diagramde_pareto-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1624242149&Signature=F2vnZFFVY~uesiRcFhM9ICZcD5uT8uywSC2qjL0oUxn7EludL1rUDEllQdLrBe7yp5Xm82FhaAFEM3SgKKu8oFSgK4Tp0ykJMst21Y0K8iq8B60j6lpUFak2chYiwbRI7jQSgrkGSVT

Torres-Rabello, R. (2011). *academia.edu*. www.academia.edu: https://www.academia.edu/14206474/Indicadores_Log%C3%ADsticos_Fill_Rate_y_OTIF

Valencia, M., Correa, J., Díaz, F., & Ramírez, S. (2014). Aplicación de modelación bayesiana y optimización para pronósticos de demanda. *Ingeniería y Desarrollo*, 32(2), 179-199. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=85232596002>

Valencia, M., González, D., & Cardona, J. (2014). Metodología de un modelo de optimización para el pronóstico y manejo de inventarios usando el metaheurístico tabú. *Revista Ingeniería UCR*, 24(1), 13-27. https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/ingenieria/article/view/13771/pdf_16