



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA
PRODUCCIÓN EN LA FAMILIA DE PRODUCTOS DE SNACK DE
QUINUA DE UNA EMPRESA DE CEREALES

Autora

Johann Nicole Ortiz Bassante

Año
2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

DISEÑO DE UN SISTEMA DE PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA
PRODUCCIÓN EN LA FAMILIA DE PRODUCTOS DE SNACK DE QUINUA DE
UNA EMPRESA DE CEREALES

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniera en Producción Industrial

Profesor Guía

Msc. Cristina Belén Viteri Sánchez

Autora

Johann Nicole Ortiz Bassante

Año

2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

“Declaro haber dirigido el trabajo, Diseño de un sistema de planificación y control de la producción en la familia de productos de snack de quinua de una empresa de cereales, a través de reuniones con la estudiante Johann Nicole Ortiz Bassante, en el semestre 2018-2, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajo de Titulación”.

Cristina Belén Viteri Sánchez

Máster en Ingeniería Avanzada de la Producción, Logística y Cadena de
Suministro

CI: 1715638373

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Diseño de un sistema de planificación y control de la producción en la familia de productos de snack de quinua de una empresa de cereales, de la estudiante Johann Nicole Ortiz Bassante, en el semestre 2018-2, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajo de Titulación”.

Edison Rubén Chicaiza Salgado
Master in Business Administration
CI: 1710329036

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes”.

Johann Nicole Ortiz Bassante

CI: 1716751704

AGRADECIMIENTOS

A Dios, por iluminar cada día de mi vida con tantas bendiciones y personas importantes.

A mis padres, por creer en mí y darme la oportunidad de superarme.

A mis hermanas, por ser mi apoyo incondicional.

A mi familia y amigos, por estar en mi camino.

DEDICATORIA

A la persona que me lo ha dado
todo sin pedir nada a cambio...

A quien le debo todo lo que soy...

A quien siempre me amará
incondicionalmente...

A mi madre

RESUMEN

El presente Trabajo de Titulación consiste en el diseño de un sistema de planificación y control de la producción para el producto estrella de una Empresa de Cereales ubicada en la zona de Llano Grande, al noreste de la ciudad de Quito.

Se inicia con un Análisis ABC de los 16 productos que ofrece la empresa, con el objetivo de identificar un segmento prioritario al cual enfocar esfuerzos de mejora.

De esta manera, se establece la situación actual del producto denominado “Snack de Quinoa” en la presentación de 200 gramos con sus cuatro distintos sabores; Canela, Chocolate, Maracuyá y Vainilla, para así, identificar los inconvenientes relacionados con la planificación de producción de esta línea mediante la herramienta de Árbol de Definición de Problemas, distinguir la causa raíz de la que se derivan y sus consecuencias, las cuales se reflejan en costos de gestión de inventario.

Con ello, se procede a evaluar el patrón de demanda de cada uno de los productos, a fin de hallar posibles variaciones que puedan influir en el desarrollo de Modelos Cuantitativos de Pronóstico y en la decisión para elegir el método óptimo para cada una de las presentaciones través de Indicadores de Análisis de Error.

Finalmente, se propone una herramienta de programación de producción mediante el cálculo de la Cantidad Económica de Pedido, el Stock de Seguridad y el Punto de Reorden, además, de concluir con la definición de los resultados proyectados al manejar el Sistema de Planificación y Control dentro de la Empresa.

ABSTRACT

The following report consist of the design plan and production of a key product of a Cereal business which is located in Llano Grande zone, in the North East part of Quito.

An ABC Analysis, with the objective of identifying and focusing efforts to improve the product, was conducted on 16 products that the company offers.

Their star product, known as Quinoa Snacks, with a serving size of 200 grams and comes in the following four distinct flavors cinnamon, chocolate, passion fruit and vanilla were analyzed. Though the use of a Tree Chart, the focus of the analysis was placed on identifying drawbacks related to line production, which stems from production planning. The goal was to identify the root cause of the issues and the potential consequences, which are reflected in the inventory management cost.

With this, an evaluation of the demand pattern of each of their products was done in order to find any possible variations that influence the development of the Quantitative Forecast Models and to view decision-making in the optimization process though Error Analysis Indicators.

Finally, though the use of a programming tool, calculations were done to find the Economic Order Quantity, Security Stock and Reorder point. In addition, to conclude the analysis, a projection of the potential effects based on the results is presented.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Descripción del Problema.....	6
1.3. Justificación.....	6
1.4. Alcance.....	7
1.5. Objetivos.....	7
1.5.1. Objetivo General.....	7
1.5.2. Objetivos Específicos.....	8
2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	8
2.1. Planificación de Producción.....	8
2.2. Herramientas para Análisis de datos.....	9
2.2.1. Gráficas de Control.....	9
2.2.2. Diagrama de Pareto.....	10
2.2.3. Diagrama Causa y Efecto.....	11
2.3. Pronóstico.....	12
2.3.1. Características de los Pronósticos.....	13
2.3.1.1. Demanda.....	13
2.3.1.2. Patrones de Demanda.....	14
2.3.1.3. Coeficiente de Variación de Demanda.....	15
2.3.2. Clasificación de Pronósticos.....	16
2.3.2.1. Métodos subjetivos de pronósticos.....	16
2.3.3. Error de pronóstico.....	21
2.4. Gestión de Inventarios.....	23
2.4.1. Análisis ABC.....	23

2.4.2. Cantidad Económica a Ordenar	25
2.4.3. Inventario de Seguridad	25
2.4.3.1. Nivel de Servicio	26
2.4.4. Punto de Reorden	26
2.5. Programa Maestro de Producción	27
2.5.1. Matriz MPS	29
3. CAPÍTULO III. SITUACIÓN ACTUAL	31
3.1. Familia de Productos	31
3.2. Segmentación ABC	32
3.3. Análisis de Datos de SKU del Segmento A	36
3.4. Situación Actual.....	38
3.5. Definición del Problema.....	45
3.5.2. ¿Por qué es un problema?	45
3.5.3. ¿Dónde se presenta el problema?	45
3.5.1. ¿Qué es un Problema?	45
3.5.4. ¿Cuándo se presenta el problema?	46
3.5.5. ¿Cómo se presenta el problema?	47
3.5.6. Resumen.....	47
3.6. Análisis de Causa Raíz	48
3.6.1. Lluvia de Ideas	48
3.6.2. Diagrama de Causa - Efecto	49
4. CAPÍTULO IV. DISEÑO DEL MODELO DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN	52
4.1. Análisis del Patrón de Demanda	52
4.1.1. Análisis de Coeficiente de Variación	53

4.2. Análisis de Modelos de Pronósticos de Demanda.....	58
4.2.1. Promedio Móvil Simple.....	59
4.2.2. Promedio Móvil Ponderado	62
4.2.3. Suavización Exponencial Simple	64
4.2.3. Análisis de Regresión Lineal	68
4.2.4. Modelo de HOLT	72
4.2.6. Modelo de WINTERS	76
4.3. Análisis de Resultados de Pronósticos de Demanda.....	80
4.4. Diseño del Programa Maestro de Producción	87
4.4.1. Cantidad Económica a Ordenar	90
4.4.3. Inventario de Seguridad	91
4.4.4. Punto de Reorden	97
5. CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS	
PROYECTADOS.....	102
5.1. Desarrollo organizacional.....	102
5.2. Control de Producción e Inventarios	102
5.3. Aumento del nivel de servicio	103
5.4. Reducción de Costos de Inventario.....	103
6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	105
6.1. Conclusiones.....	105
6.2. Recomendaciones	107
REFERENCIAS	109
ANEXOS	113

1. CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

Buscar nuevas oportunidades de negocio independientemente de si se dispone de los recursos necesarios, ha sido el mecanismo en el que se han erguido muchas de las organizaciones a nivel mundial para alcanzar el éxito que actualmente poseen (Moreno Castro, 2016, p. 18). Emprendimiento, es el término que se le atribuye, considerando que este se ha encontrado presente a través de la historia de la humanidad, sin embargo, recientemente se emplea para apreciar aspectos como desarrollo e innovación, generación de valor y creación de fuentes de empleo (Schnarch Kirberg, 2014, p. 5). Por otro lado, ser emprendedor requiere de mucho más que tener ideas visionarias o el anhelo de ser independiente. Según el informe *Global Entrepreneurship Monitor* emitido en el 2016, Ecuador posee el índice más alto en Actividad Emprendedora Temprana de la región, con cerca del 32%. Es decir, de cada tres adultos en el país al menos uno ha desarrollado funciones relacionadas con la creación de un negocio (Lasio, Caicedo, Ordeñana, & Samaniego, 2016, p. 10).

“Empresa de Cereales” es un ejemplo palpable de esta actividad, la cual por más de 10 años ha establecido como pilar fundamental de sus operaciones, el producir alimentos saludables y atractivos al gusto con el objetivo de mejorar la calidad de vida de las personas. Esta empresa de origen ecuatoriano, se dedica a la elaboración y comercialización de productos agropecuarios y agroindustriales que se derivan del grano de quinua.

Chenopodium quinoa Willd, es el nombre científico de esta especie nativa de la región de los Andes, la cual fue el alimento principal de los pueblos aborígenes que habitaron esta zona, ya que posee un alto valor nutricional y capacidad de adaptabilidad a distintos tipos de suelo y condiciones climáticas. Por lo que en 1996, fue catalogada como cultivo promisorio de la humanidad por la

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) (Bojanic, 2011, p. 1).

Los principales productores de quinua a nivel mundial son Bolivia, Perú y Ecuador, mencionando que, en el 2014 la producción total de estos países alcanzó las 192,506 toneladas.

Específicamente, en Ecuador se produjo 12,707 toneladas métricas durante el 2015, tomando en cuenta que el país muestra el nivel más bajo de cultivo de la región Andina. Esto se debe al desarrollo de programas a cargo del Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca que fomentan su producción en las distintas provincias del país, considerando que las principales son; Imbabura (5,368 toneladas), Carchi (2,919 toneladas) y Chimborazo (2,361 toneladas). A continuación, se muestra un gráfico de su representatividad, donde se observa la participación de otras provincias como Pichincha y Cotopaxi, que registran una producción menor a 2,000 toneladas (Monteros, 2016, p. 3).

PARTICIPACIÓN EN PRODUCCIÓN NACIONAL AÑO 2015

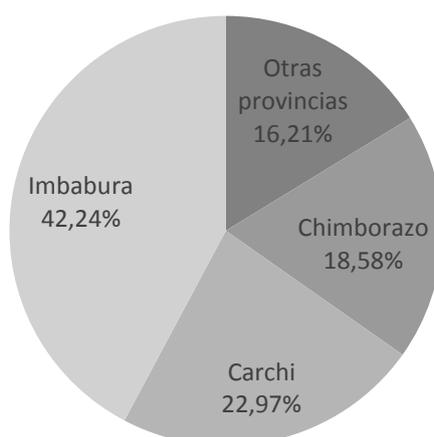


Figura 1. Participación en producción nacional de quinua durante el año 2015
Tomado de (Monteros, 2016, p. 3)

Por otro lado, la demanda de quinua en el país se encuentra dividida conforme al mercado nacional e internacional, considerando que en el 2008 se exportó 422 toneladas a destinos como Estados Unidos (53%), Reino Unido (29%), Francia (6%), Alemania, España y otros países, que corresponden el 4% respectivamente. Mientras que el consumo ecuatoriano muestra un crecimiento progresivo en los últimos años, debido a factores como mayor difusión de las cualidades del grano, preferencia a los productos orgánicos y desarrollo de nuevos productos (Peralta, 2009, p. 19).

La gama de productos ecuatorianos elaborados con quinua es considerablemente limitada, ya que su industrialización se concentra en procesos simples y semi complejos, donde se identifican productos como hojuelas, harinas, galletas, pan, cereales expandidos, fideos, bebidas y papillas para alimento infantil.

Entre las principales empresas procesadoras del Ecuador, se encuentran “Cereales La Pradera” con una producción de 42 toneladas al año, “Cereales más Corona” y “Productos del Campo” con 60 toneladas, INAGROFA con 280 toneladas, “Empresa de Cereales” con 18 toneladas e INCREMAR con 12 toneladas (Peralta, 2009, pp. 16-18).

Señalando que todas las empresas nacionales se encuentran en desventaja, por la fuerte competencia de transnacionales, como “*Kellogg's*” y “*Nestlé*”, quienes lideran el mercado por la amplia variedad de productos que se distinguen por su precio y publicidad constante. Sin embargo, “Empresa de Cereales” ha ido posicionándose en las perchas de cadenas de supermercados, de tal manera que de las siete marcas que se ofertan, cinco son importadas y dos son ecuatorianas, una de ellas pertenece a la empresa antes mencionada (Líderes, 2017).

De esta forma, se observa la participación de “Empresa de Cereales” en el mercado nacional, la cual empezó en el 2006, como un emprendimiento de

producción casera de granola, que después de 5 años, inspiró a la adquisición de un terreno en la zona de Llano Grande, al noreste de la ciudad de Quito, en donde se encuentra ubicada la planta actualmente.

Se considera una pequeña empresa de mediano riesgo puesto que, durante el 2016, alcanzó ingresos anuales de alrededor de USD 355 mil, empleando 3 toneladas semanales de grano de quinua para elaborar sus productos. Además, cuenta con un equipo de trabajo distribuido en el área de producción y el área administrativa, con 8 y 9 colaboradores respectivamente (Superintendencia de Compañías, 2016).

Haciendo énfasis en el concepto de “Alimentación sana”, la empresa cuenta con al menos 16 productos entre semielaborados y de consumo directo, los cuales son preparados a base de quinua y otros ingredientes, que mejoran sus bondades y los convierten en alimentos totalmente naturales, altos en fibra y bajos en grasas saturadas y azúcares. De esta manera, mantiene una flexible cartera de productos que comprende desde granola y snacks de diferentes sabores hasta harina y hojuela de quinua para panadería y repostería. Indicando que sus presentaciones, dependiendo del producto, varían entre 30g hasta 400g, y a ciertos clientes se entrega por granel.

La Empresa ha recibido capacitaciones para determinar los requisitos de exportación a la Unión Europea, como medida para el fortalecimiento de la cadena de valor de la quinua ecuatoriana. Además, es beneficiaria del Programa AL-INVEST que promueve la internacionalización y productividad de micro, pequeñas y medianas empresas de América Latina, considerando que durante el periodo 2014, “Empresa de Cereales” exportó a España 10 toneladas de grano de quinua y para el año siguiente, 38 toneladas (Enríquez, 2017).

El posicionamiento de sus productos en cadenas comerciales del país, programas alimenticios del gobierno y ferias internacionales, motivó a la

empresa a invertir en nueva maquinaria que le permitiera industrializar su producción, mediante procesos semi automatizados, y apostar por estrategias para asegurar la calidad de sus productos y operaciones.

Gracias a ello, han adquirido la certificación de Buenas Prácticas de Manufactura (BPM) que ratifican la elaboración de sus productos bajo ciertos términos de uniformidad y control. Además, cumple con la Certificación Internacional HACCP que implica el compromiso que posee la empresa entorno a la inocuidad alimentaria a través de la identificación de peligros y su capacidad para disminuirlos a niveles admisibles (ANMAT, 1997, pp. 1-3).

De igual manera, sus procesos se rigen entorno a Procedimientos Operativos Estandarizados de Saneamiento (POES), los cuales se enfocan en la inocuidad de los productos que se elaboran dentro de la planta (Programa calidad de los alimentos Argentinos (Conal), 2007, p. 1). Mientras que la aplicación de la Norma ISO 22000, ha contribuido a que la empresa pueda establecer lineamientos para una gestión eficiente de sus recursos y de esta forma, reducir riesgos relacionados con la seguridad alimentaria (ISO, 2005, pp. 2-4)

Recientemente, la empresa obtuvo las certificaciones “Libre de Gluten” y “Libre de Transgénicos”, las cuales garantizan que los ingredientes que contienen sus productos no poseen contaminación de esta proteína o de organismos modificados genéticamente.

De esta forma, se ha identificado un factor determinante para la decisión de compra de productos como los que ofrece la empresa, indicando que la tendencia del mercado nacional e internacional se encuentra orientado al consumo de alimentos saludables. Por lo que “Empresa de Cereales” maneja alrededor de 150 clientes que comprenden desde personas naturales hasta grandes cadenas de supermercados tales como, Corporación “FAVORITA” y “EL ROSADO”, Mega Santamaría S.A. y “CORAL HIPERMERCADOS”, entre otros.

1.2. Descripción del Problema

La planificación de producción de la empresa se realiza en base a la gestión de su inventario. Es decir, cada inicio de semana un responsable de bodega realiza un control de inventario de producto terminado, materia prima e insumos, con el objetivo de programar requerimientos para las órdenes de producción de dicha semana. Aspecto que provoca variación en el nivel de inventario de producto terminado puesto que ciertas unidades permanecen en bodega durante periodos prolongados de tiempo, mientras que en ocasiones no se cumplen satisfactoriamente los pedidos por unidades faltantes.

Asimismo, el Área de producción ha considerado mantener en bodega ciertas unidades como un respaldo de seguridad, en caso de generarse pedidos de imprevisto. Sin embargo, su estimación se ha realizado de forma experimental por lo que, en ocasiones, no son suficientes para satisfacer las órdenes.

Por otro lado, los estándares de calidad en las ocasiones que se generan pedidos de imprevisto son menores ya que los controles e inspecciones que se deberían realizar, durante los procesos no pueden ser ejecutados adecuadamente por la proximidad de la fecha de entrega del producto, contribuyendo con la posibilidad de que productos no conformes puedan llegar al alcance del cliente.

1.3. Justificación

En los últimos años, “Empresa de Cereales” reportó ventas por más de 200 mil unidades de “Snack de Quinoa”, convirtiéndose en uno de los productos más representativos de la organización. Sin embargo, dentro de las actividades entorno a su elaboración, se han podido determinar varios problemas que dificultan el crecimiento productivo de la empresa, como incumplimiento de pedidos, desconocimiento de la demanda, disminución de estándares de calidad en pedidos de última hora y nivel de existencias insuficiente para la variación de la demanda. Inconvenientes que influyen fuertemente en las estrategias de crecimiento que se ha planteado la alta dirección, como la

internacionalizar del producto, por su renombrada aceptación en el mercado nacional y la adquisición de nueva maquinaria.

El plan de producción utilizado por la empresa, se basa en un control semanal de la bodega, el cual es deficiente cuando existen pedidos imprevistos. Por lo que es prioritario el desarrollo de un sistema de planificación y control de producción, donde se gestione de mejor manera los recursos de las áreas involucradas como son compras, producción y ventas, y se pueda contribuir con las herramientas necesarias para que la organización pueda satisfacer su demanda de manera óptima.

1.4. Alcance

El presente trabajo está enfocado en el diseño de un sistema de planificación y control de la producción para el producto estrella “Snack de Quinoa” en la presentación de 200 gramos con sus cuatro distintos sabores; canela, chocolate, maracuyá y vainilla de una empresa de cereales situada en el sector de Llano Grande, al noreste de la ciudad de Quito - Ecuador.

Demostrando previamente, mediante un Análisis ABC de los 16 productos que ofrece la empresa, que la línea de “Snack de Quinoa” forma parte del segmento de productos prioritario para la misma; además, de representar cerca del 40% de sus ingresos netos.

Como parte del alcance, se considera a los distintos procesos relacionados con el área de compras, producción y ventas, los cuales contribuyen con la información necesaria para el desarrollo del proyecto.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo General

Diseñar un sistema de planificación y control de la producción que contribuya a la optimización de los recursos en la familia de productos de “Snack de Quinoa” para la presentación de 200 gramos de una empresa de cereales.

1.5.2. Objetivos Específicos

- Definir en segmentos la Cartera de productos mediante el Análisis ABC.
- Establecer la situación actual de la empresa mediante herramientas para identificación de problemas e información relevante sobre el control de la producción de la línea de “Snack de Quinoa”.
- Aplicar los distintos modelos de pronóstico para el estudio de la demanda que posee el producto “Snack de Quinoa” en la presentación de 200 gramos.
- Determinar el método de pronóstico óptimo mediante indicadores de análisis de error.
- Analizar los resultados esperados y su beneficio en el proceso de producción.

2. CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Planificación de Producción

La planificación industrial comprende un conjunto de técnicas enfocadas en la optimización de productividad, el ajuste de la demanda y la organización de recursos necesarios como personas, materiales y recursos.

La principal consecuencia que podría generar una planificación deficiente es la total descoordinación de las diferentes etapas que se ven involucradas en la producción, desde el abastecimiento de materia prima hasta su transformación en un bien. Y como tal, podría ocasionar exceso de existencias, costos adicionales por retrasos en la entrega del producto, utilización no adecuada de los recursos críticos de la organización y pérdida de clientes.

Un adecuado proceso de planificación de la producción se fundamenta en aspectos como:

1. Gestión y control de inventarios.
2. Lista de materiales explosionada para la fabricación.

3. Análisis de demanda para determinar el método de pronóstico pertinente.
4. Planificación Agregada de la Producción que relaciona inventarios, recursos disponibles y la demanda, para optimizar la capacidad productiva.
5. Plan Maestro de Producción, en el que se detalla los pedidos a cumplir, sus cantidades y plazos de fabricación.
6. Planificación de Requerimientos de Materiales, donde se especifica los elementos a comprar y abastecer.
7. Control de producción que consiste en la verificación de su cumplimiento o la aplicación de acciones para su reprogramación (Luis Carlos Hernández Barrueco, 2016, p. 20-21).

2.2. Herramientas para Análisis de datos

Se basan en principios que buscan alcanzar altos niveles de desempeño y calidad. De esta manera, se describen algunas herramientas que contribuyen con el análisis de procesos para resolver problemas, reestructurar y mejorar procesos (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2013, pp. 160-161).

2.2.1. Gráficas de Control

Herramienta que permite monitorear estándares, a través de variaciones anormales dentro de una muestra, donde se representa la línea central o promedio histórico de los datos, y los límites de control, que se basan en la distribución de la media (Figura 2).

De esta manera, se determina las causas comunes que se encuentran dentro de los límites, y las que se exhiben fuera, se consideran causas asignables a un comportamiento inusual.

Las gráficas de control permiten detectar cambios relacionados con la distribución del proceso, sin embargo, no son herramientas perfectas ya que se apoyan en distribuciones muestrales (Krajewski et al., 2013, pp. 170-172).

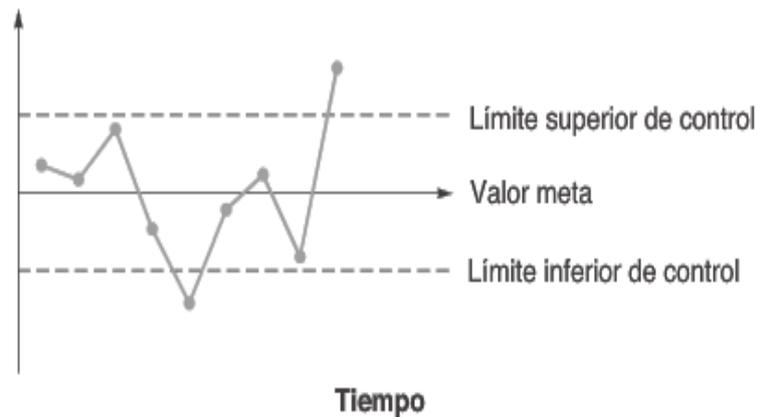


Figura 2. Gráfica de Control

Tomado de (Render & Haizer, 2014, p. 218)

2.2.2. Diagrama de Pareto

La gráfica de Pareto es una de las siete herramientas de Gestión de Calidad Total (TQM), la cual permite organizar errores, problemas o defectos con respecto a su nivel de importancia y de esta manera, encontrar soluciones óptimas.

Este método grafica los aspectos a estudiar en orden descendente, tomando en cuenta la frecuencia con la que ocurren. Su propósito es identificar los más relevantes, indicando que el 80% de los errores que surgen, son resultado del 20% de las causas (Render & Haizer, 2014, p. 218-220).

En la siguiente figura, se observa la estructura de esta herramienta:

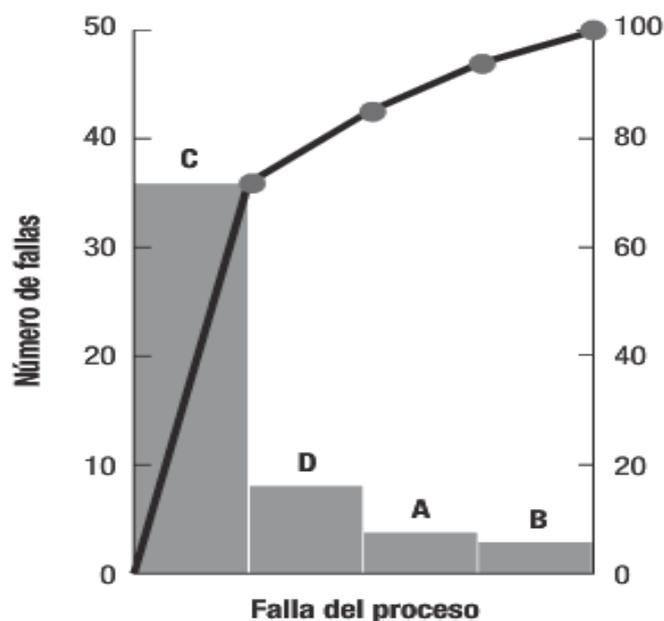


Figura 3. Gráfica de Pareto

Tomado de (Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman, 2013, p. 136)

2.2.3. Diagrama Causa y Efecto

Es conocido como Diagrama de Ishikawa o Diagrama de espina de pescado. Este método ayuda a identificar causas que afectan directa e indirectamente el resultado, considerando cuatro categorías principales: materiales, maquinaria, mano de obra y método. Sin embargo, de manera frecuente se emplean dos aspectos adicionales como son; materia prima y el medio en el que se desarrolla (Render & Haizer, 2014, pp. 218-219)

En la Figura 4, se muestra el esquema de esta técnica, mediante un ejemplo para determinar las posibles causas que intervienen en el efecto de elaborar “panel de fibra defectuosa”.



Figura 4. Diagrama de Causa y Efecto

Tomado de (Krajewski et al., 2013, p. 136)

2.3. Pronóstico

Un pronóstico se define como la ejecución de acciones con antelación, que satisfacen necesidades que se puedan presentar a futuro. Considerando que esta técnica es vital para cualquier organización de negocios que requiere la toma de decisiones de manera continua sobre procesos relacionados con la planeación de la producción, programación e inventario (Schroeder, Meyer Goldstein, & Rungtusanatham, 2011, p. 239).

Es importante, establecer la diferencia entre la planeación y el pronóstico ya que son términos semejantes que dependen el uno del otro. La planeación consiste en “pensar lo que debería suceder” a futuro, y se procura alterar a través de los pronósticos. Por otro lado, este último, se relaciona con “pensar que pasará” en el futuro, siendo un insumo para cualquier tipo de planeación y control de negocios, que contribuye con la toma de decisiones de operaciones que involucran el diseño del proceso, establecimiento de la capacidad y determinación del nivel de inventario (Schroeder, Meyer Goldstein, & Rungtusanatham, 2011, p. 239).

2.3.1. Características de los Pronósticos

Regularmente, un pronóstico no es perfecto ya que el ambiente en el que se desarrollan los negocios, existe múltiples factores que no se pueden pronosticar con total certeza. Por lo tanto, la mejor estrategia consiste en realizar continuamente una revisión de los pronósticos y, tener en cuenta su alta probabilidad de imprecisión.

La selección óptima de un método de pronóstico dependerá de los siguientes aspectos:

1. Disponibilidad de los datos y su calidad
2. Patrón de los datos
3. La precisión requerida
4. El horizonte de tiempo a pronosticar
5. Número de conceptos a pronosticar

El objetivo de los modelos predictivos, es ofrecer la técnica adecuada para los distintos patrones de demanda y así, determinar el pronóstico más útil, indicando que la clave radica en considerar cada artículo y situación como un sistema único (Krajewski et al., 2013, pp. 465-466).

Por otro lado, el establecer el servicio o producto a pronosticar, es tan importante como decidir el método apropiado puesto que los errores en los pronósticos son más altos cuando se toma en cuenta artículos individuales y periodos cortos.

Por lo tanto, se deben agrupar productos o servicios de características similares, como requerimientos de demanda, procesos y materiales, para contribuir con la exactitud del pronóstico (Krajewski, Ritzman, & Malhotra, 2013, p. 465-466).

2.3.1.1. Demanda

El desarrollo de pronósticos emplea información relevante como la demanda, la cual se refiere a la solicitud de un bien o servicio por parte de un sujeto.

Tomando en cuenta que esta posee dos fuentes básicas que requieren de coordinación para su manejo; la demanda dependiente se origina cuando un producto o servicio se encuentra relacionado directamente con la de otros. De esta forma, este tipo no requiere de un pronóstico, sino únicamente de una tabulación.

En cambio, la demanda independiente no se deriva de otros productos, es por eso que se pueden adoptar diferentes medidas para su gestión óptima, tomando en cuenta que su pronóstico puede resultar complejo ya que es una variable continua (Jacobs & Chase, 2014, p.485-486).

2.3.1.2. Patrones de Demanda

La demanda posee cuatro patrones básicos, los cuales se pueden combinar para definir un modelo de tiempo derivado de la demanda de un producto o servicio (figura 5). Sin embargo, se considera un quinto patrón que se convierte en un componente de los anteriores cuatro, por su difícil determinación (Krajewski et al., 2013, pp. 465-466).

- **Horizontal.** Variación de datos en los que oscila la demanda con relación a la media, pero puede manifestarse como una constante en el caso, de que no exista otro modelo que pueda influenciar.
- **Tendencia.** Muestra la posibilidad de crecimiento o decrecimiento de la demanda, considerando que las líneas de tendencia son el punto de partida para desarrollar un pronóstico.
- **Estacionalidad.** Son causados por la incidencia del hombre, provocando un ciclo repetitivo entorno a un periodo de tiempo fijo y conocido, ya sea por hora, día, mes o temporada (Krajewski et al., 2013, pp. 465-466).
- **Cíclico.** Menos predecibles y son el resultado de eventos que dificultan su determinación, como cambios políticos, condiciones económicas o presiones sociológicas. Además, puede presentar mucha variación a lo largo del tiempo, es decir, pueden existir períodos de cero demanda y otros de grandes picos (Vidal Holguin, 2010, p. 57).

- **Aleatorio.** Se refiere a los acontecimientos imprevistos, por lo tanto, este término en muchas ocasiones se considera que es al azar ya que no se puede determinar su causa ni tampoco predecirla, provocando que la demanda sea inexacta (Krajewski et al., 2013, pp. 465-466).

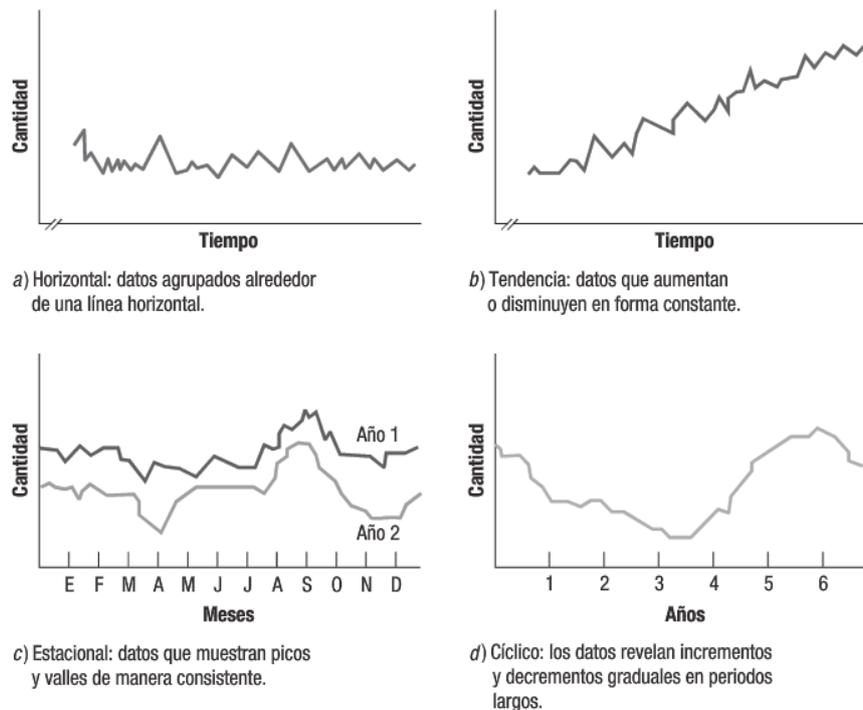


Figura 5. Patrones de la Demanda

Tomado de (Krajewski et al., 2013, p. 466)

2.3.1.3. Coeficiente de Variación de Demanda

Un parámetro que permite establecer cuál es el patrón de la demanda, consiste en calcular el coeficiente de variación de su distribución. Considerando que la demanda puede ser catalogada como cíclica, si el coeficiente es mayor o igual que 1; caso contrario, esta se muestra como horizontal o de tendencia (Vidal Holguin, 2010, pp. 57-58).

Se define como:

$$CV = \frac{\text{Desviación estándar de la demanda}}{\text{Demanda promedio}} \quad (\text{Ecuación 1})$$

Donde,

$$\bar{x} = \frac{\sum_{t=1}^n x_t}{n} \quad (\text{Ecuación 2})$$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (x_t - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (\text{Ecuación 3})$$

CV = Coeficiente de Variación

x = Demanda observada en el período t

n = Número total de períodos observados

\bar{x} = Demanda promedio

σ = Desviación estándar

Es importante indicar que mientras más pequeño sea esta métrica, menor será el grado de aleatoriedad de la demanda (Vidal Holguin, 2010, pp. 57-58).

2.3.2. Clasificación de Pronósticos

Existe un amplio despliegue de modelos de pronóstico, por lo que es esencial, determinar una clasificación adecuada que facilite su aplicación.

2.3.2.1. Métodos subjetivos de pronósticos

Estos métodos son conocidos como cualitativos ya que se basan en el juicio humano. De esta manera, se identifican algunas técnicas que permiten desarrollar pronósticos a través de estimaciones y opiniones ya sea individuales o grupales (Nahmias, 2014, p. 50).

- **Estimaciones de la fuerza de ventas.** Este modelo recopila las proyecciones periódicas desarrolladas por los integrantes de la fuerza de trabajo, ya que son quienes más conocen sobre los productos y servicios que adquirirán los clientes en un futuro cercano (Krajewski et al., 2013, pp. 470-471).
- **Encuesta al mercado.** Se enfoca en determinar el interés del consumidor mediante la recopilación de datos. Generalmente, se desarrollan encuestas para identificar los planes de compras de los

clientes a futuro, sin embargo, puede aportar con información para el mejoramiento de productos o el desarrollo de nuevos (Krajewski et al., 2013, pp. 470-471).

- **Juicio de opinión ejecutiva.** Consiste en una técnica de pronóstico que considera la opinión e intuición de un grupo de alto nivel, que en ocasiones se basa en modelos estadísticos para concluir una estimación de la demanda (Render & Haizer, 2014, pp. 106-108).
- **Método Delphi.** Para el desarrollo de este método se requieren tres participantes activos. De esta forma, se designa un grupo encargado tanto de la preparación y distribución de cuestionarios, como de la recopilación y procesamiento de los resultados. Mismos que se obtienen a través de los entrevistados, ya que proporcionan información para que un tercer grupo pueda tomar decisiones y desarrollar pronósticos (Render & Haizer, 2014, pp. 106-108).

2.3.2.2. Métodos objetivos de pronósticos

Los modelos objetivos o cuantitativos son aquellos que se derivan de un análisis de demanda anterior para predecir una futura. A su vez, se clasifican otros métodos que dependen de la forma en la que se emplea la información para la realización de pronósticos (Jacobs & Chase, 2014, pp. 487-490).

- **Modelo de Simulación**

Requiere de programas de software para manejar suposiciones sobre la situación a pronosticar.

- **Relaciones Causales**

Emplea el método de regresión lineal relacionando la demanda con un factor derivado del ambiente (Jacobs & Chase, 2014, pp. 506-507).

- **Regresión Lineal**

La regresión se establece como la correlación que existe entre dos o más variables. De manera que se puede pronosticar una variable basándose en otra

(Jacobs & Chase, 2014, pp. 488-490). La regresión lineal tiene la forma de una recta:

$$Y = a + bX \quad (\text{Ecuación 4})$$

$$b = \frac{n(\sum XY) - (\sum X)(\sum Y)}{n(\sum X^2) - (\sum X)^2} \quad (\text{Ecuación 5})$$

$$a = \frac{\sum Y}{n} - b \frac{\sum X}{n} \quad (\text{Ecuación 6})$$

Donde,

Y = Variable dependiente

a = Secante en Y

b = Pendiente de la recta

X = Variable independiente

- **Análisis de series de tiempo**

Método más utilizado ya que se fundamenta en la información relacionada con demandas anteriores para predecir futuras (Jacobs & Chase, 2014, pp. 488-489).

- **Método de Promedio Móvil Simple**

Esta técnica puede ser de ayuda para evitar las fluctuaciones aleatorias del pronóstico, considerando que la demanda del producto no varía frecuentemente y no posee características estacionales. Es conveniente emplear un histórico de datos para predecir el siguiente periodo de forma directa. El promedio móvil se identifica por retrasar la tendencia, es decir, mientras más largo sea el periodo, más se uniformizará los elementos aleatorios (Jacobs & Chase, 2014, pp. 497-499).

La fórmula para Promedio Móvil Simple es:

$$F_t = \frac{A_{t-1} + A_{t-2} + A_{t-3} + \dots + A_{t-n}}{n} \quad (\text{Ecuación 7})$$

Donde,

F_t = Pronóstico para el periodo siguiente

n = Número de periodos a promediar

A_{t-1} = Evento real en el periodo pasado

$A_{t-2}, A_{t-3}, A_{t-n}$ = Eventos reales hace dos, tres y n periodos

○ **Método de Promedio Móvil Ponderado**

Este método permite asignar importancia a cada variable, siempre y cuando la sumatoria de las ponderaciones resulte ser uno (Jacobs & Chase, 2014, pp. 498-499).

La ecuación es:

$$F_t = w_1 A_{t-1} + w_2 A_{t-2} + \dots + w_n A_{t-n} \quad (\text{Ecuación 8})$$

Donde,

w_1 = Ponderación dada al periodo $t - 1$

w_2 = Ponderación dada al periodo $t - 2$

w_n = Ponderación dada al periodo $t - n$

A_{t-1} = Evento real en el periodo pasado

$A_{t-2}, A_{t-3}, A_{t-n}$ = Eventos reales hace dos, tres y n periodos

n = Número total de periodos en el pronóstico

○ **Método de Suavización Exponencial Simple**

Se refiere a la relación que mantienen los eventos más recientes con el futuro, por lo tanto, a cada aumento en el pasado se reduce $(1-\alpha)$. Este método de pronóstico es el más común, ya que los modelos exponenciales son mucho más precisos y requieren de una constante de suavización, que permite determinar el nivel de uniformidad y la capacidad de reacción ante la variación entre pronósticos y hechos reales (Jacobs & Chase, 2014, pp. 499-501).

La fórmula consiste en:

$$F_t = \alpha D_{t-1} + (1-\alpha)F_{t-1} \quad (\text{Ecuación 9})$$

Donde,

F_t = Pronóstico de suavización exponencial para el periodo t

F_{t-1} = Pronóstico de suavización exponencial para el periodo anterior

D_{t-1} = Demanda real en el periodo anterior

α = Constante de suavización

De esta forma, se podría establecer que el nuevo pronóstico resulta en el pronóstico anterior más la proporción de error, es decir, la variación entre lo que realmente ocurrió y el pronóstico anterior.

○ **Método de Holt**

Este método emplea datos que poseen un patrón de tendencia para desarrollar las proyecciones (Axsäter, 2015, pp. 15-16).

Las ecuaciones correspondientes son:

$$L_t = \alpha Y_t + (1-\alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (\text{Ecuación 10})$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (\text{Ecuación 11})$$

$$F_{t+m} = L_t + mT_t \quad (\text{Ecuación 12})$$

Donde,

L_t = Nivel de la serie dado al periodo t (Valor suavizado)

T_t = Tendencia de la serie dado al periodo t

α = Constante de suavización ($0 < \alpha < 1$)

β = Constante de suavización para la tendencia ($0 < \beta < 1$)

1)

F_{t+m} = Valor del pronóstico de Holt para el periodo $t + m$

m = Horizonte a pronosticar

○ **Método de Winters**

Por otro lado, este modelo permite desarrollar predicciones en base a información que muestra patrón estacional y tendencia (Axsäter, 2015, pp. 17-18).

Las ecuaciones son:

$$L_t = \alpha \left(\frac{Y_t}{S_t} \right) + (1 - \alpha)(L_{t-1} + T_{t-1}) \quad (\text{Ecuación 13})$$

$$T_t = \beta(L_t - L_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \quad (\text{Ecuación 14})$$

$$S_{t+p} = \gamma \left(\frac{Y_t}{L_t} \right) + (1 - \gamma)S_t \quad (\text{Ecuación 15})$$

$$F_{t+m} = (L_1 + mT_t)S_{t+m} \quad (\text{Ecuación 16})$$

Donde,

L_t = Nivel de la serie dado al periodo t (Valor suavizado)

T_t = Tendencia de la serie dado al periodo t

S_t = Factor estacional dado al periodo t

α = Constante de suavización; $0 < \alpha < 1$

β = Constante de suavización para la tendencia, $0 < \beta < 1$

γ = Constante de suavización para el factor estacional, $0 < \gamma < 1$

F_{t+m} = Valor del pronóstico de Winters para el periodo $t + m$

p = Periodicidad de la demanda

m = Horizonte a pronosticar

2.3.3. Error de pronóstico

Los pronósticos siempre contienen un margen de error es por ello que se procura emplear un rango de estimación y mantener un respaldo de existencias (Krajewski et al., 2013, p. 467).

La ecuación es:

$$e_t = D_t - F_t \quad (\text{Ecuación 17})$$

Donde,

e_t = Error de predicción en el tiempo t

D_t = Demanda en el tiempo t

F_t = Pronóstico en el tiempo t

2.3.3.1. Suma Acumulada de errores de pronóstico

Conocido por sus siglas CFE, consiste en una métrica de sesgo que únicamente percibe si el proceso de pronóstico se encuentra en la media, ya sea “pesimista”, es decir, que CFE es positivo, pero tiende a estar bajo el pronóstico; o bien “optimista”, cuando es negativo y tiende a estar sobre el pronóstico.

La fórmula se define como:

$$CFE = \sum_{t=1}^n e_t \quad (\text{Ecuación 18})$$

Donde,

e_t = Error de predicción en el tiempo t

n = Número de variables

Es importante tener en cuenta que si CFE resulta con signo positivo, se puede asumir que el pronóstico genera un excedente en inventario, mientras que si es negativo, se genera un faltante (Krajewski et al., 2013, p. 467).

2.3.3.2. Desviación Absoluta Media

Es una métrica lineal que hace referencia a la exactitud del proceso, otorgando a cada error el mismo peso. Se representa por las siglas MAD.

La ecuación es:

$$MAD = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |e_t| \quad (\text{Ecuación 19})$$

Donde,

e_t = Error de predicción en el tiempo t

n = Número de variables

Se considera como la dispersión de los errores del pronóstico, es decir, las unidades promedio con que se equivoca el pronóstico (Krajewski et al., 2013, p. 468).

2.3.3.3. Error Medio Porcentual y Error Medio Porcentual Absoluto

Se conocen como MPE y MAPE, los cuales atribuyen mayor peso a errores en periodos de baja demanda. El error medio porcentual mide el sesgo, mientras que el error medio porcentual absoluto se refiere a la exactitud.

Las fórmulas son:

$$MPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{e_t}{D_t} \quad (\text{Ecuación 20})$$

$$MAPE = \frac{1}{n} \sum_{t=1}^n \frac{|e_t|}{D_t} \quad (\text{Ecuación 21})$$

Donde,

e_t = Error de predicción en el tiempo t

n = Número de variables

D_t = Demanda en el tiempo t

Ambas métricas miden porcentualmente el desempeño del pronóstico, mediante una relación entre su error y el nivel de demanda real. Por lo tanto, mientras más pequeño son los valores de MAPE, mejor será el pronóstico (Krajewski et al., 2013, p. 467-468).

2.4. Gestión de Inventarios

2.4.1. Análisis ABC

Por lo general, las organizaciones manejan miles de artículos que ponen a disposición del consumidor, y los llaman unidades mantenidas en inventario o SKU, por sus siglas en inglés que hacen referencia a “*stock keeping units*”.

Sin embargo, para una óptima administración únicamente un pequeño porcentaje de dichos artículos requieren un control estricto.

De esta manera, el análisis ABC pretende segmentar los SKU en tres grupos, tomando en cuenta el valor de uso que estos representan para la empresa y dar cierta prioridad a cada categoría (Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman, 2013, p. 314-315).

Básicamente, este método emplea el Diagrama de Pareto con el objetivo de identificar los artículos de la Segmentación A, que representan el 20% de los SKU totales de la empresa pero que comprometen el 80% del valor de uso (Ver Figura 6).

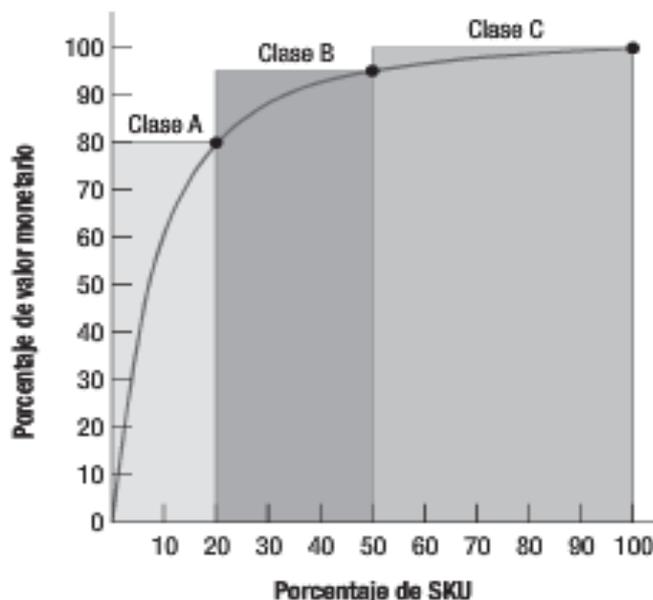


Figura 6. Gráfica del Análisis ABC

Tomado de (Krajewski et al., 2013, p. 314)

La segmentación depende de la magnitud de la empresa como de la cantidad de productos que maneja la misma, por lo tanto, se puede optar por expandir el número de divisiones y los factores a considerar en la estratificación de los SKU.

Frecuentemente, este análisis es aplicado en la segmentación de inventarios para un mayor control de los mismos (Lee J. Krajewski, Larry P. Ritzman, 2013, p. 314-315). No obstante, para el presente proyecto se empleará como una herramienta que permita determinar a qué familia de productos se debe enfocar el sistema de planificación y control de la producción.

2.4.2. Cantidad Económica a Ordenar

El inventario se encuentra estrechamente relacionado con el costo de mantener producto en bodega y el de preparación de pedidos. Considerando que el costo de mantener, es la suma del costo de capital y los costos variables de tener artículos disponibles, como almacenamiento y manejo, impuestos, seguros y mermas. Por otro lado, el costo de ordenar se refiere al de preparar una orden ya sea al proveedor o al taller de producción.

De esta manera, el lote económica pretende minimizar los costos totales anuales de mantener el inventario de ciclo y de ordenar (Krajewski et al., 2013, pp. 316-318).

$$EOQ = \sqrt{\frac{2DS}{H}} \quad (\text{Ecuación 22})$$

Donde,

EOQ = Cantidad económica de lote

D = Demanda anual, en unidades por año

S = Costo de preparar u ordenar un lote

H = Costo de mantener una unidad en inventario por un año

2.4.3. Inventario de Seguridad

Se opta por mantener un registro excedente en inventario con el objetivo de evitar problemas de faltantes o retrasos, generados por la incertidumbre de la demanda, cambios en los suministros y el tiempo de ciclo. Tomando en cuenta que este factor es afectado por el nivel de servicio que se desea ofrecer al cliente (Krajewski et al., 2013, p. 312-323).

La ecuación es:

$$SS = z\sigma_{dLT} \quad (\text{Ecuación 23})$$

Donde,

SS = Cantidad de inventario de seguridad

σ_{dLT} = Desviación estándar de la demanda en el tiempo de entrega

z = Número de desviaciones estándar necesarias para lograr el nivel de servicio

2.4.3.1. Nivel de Servicio

Se considera como la probabilidad de que la demanda sea menor que el suministro disponible en el tiempo de entrega, es decir, es el complemento de la probabilidad que exista un faltante.

De modo que se emplea una Tabla de Distribución Normal estandarizada para establecer el valor de z , tomando en cuenta que este valor depende del riesgo de faltantes, por lo tanto mientras más alto sea este parámetro, menor será el riesgo (Render & Haizer, 2014a, pp. 494–498).

Se muestra el nivel de servicio correspondiente al valor de z ;

- Nivel de servicio de 85%, $z = 1,04$
- Nivel de servicio de 92%, $z = 1,41$
- Nivel de servicio de 99%, $z = 2,33$

2.4.4. Punto de Reorden

También llamado Sistema de Cantidad Fija, y pretende monitorear el inventario restante de un SKU para determinar si es necesario reordenar. Teniendo en cuenta que la demanda, en ocasiones no es predecible, por lo que se requiere de un inventario de seguridad que se encuentre disponible en caso de situaciones imprevistas (Krajewski et al., 2013, pp. 320-322).

Se presenta la siguiente ecuación;

$$ROP = \bar{d}L + SS \quad (\text{Ecuación 24})$$

Donde,

ROP = Nivel de inventario a reordenar

\bar{d} = Demanda promedio en periodo de tiempo dado

L = Tiempo de entrega constante en periodo de tiempo dado

SS = Inventario de seguridad

2.5. Programa Maestro de Producción

El Programa Maestro de Producción es conocido por sus siglas en inglés como “*Master Production Schedule*” (MPS) y es considerada una planificación a corto plazo que pretende determinar los elementos necesarios y la cantidad a producir de cierto elemento, teniendo en cuenta los recursos críticos y la optimización de sus costes.

Su desarrollo dependerá del entorno de producción en el que se encuentre inmersa la organización (Sánchez & Masriera, 2013, p. 125).

A continuación, se definen tres tipos básicos:

1. Manufactura y ensamble para stocks
2. Manufactura y ensamble bajo pedido
3. Manufactura para stock y ensamble bajo pedido
- 4.

Además, es indispensable cierta información como pedidos de clientes, gestión de inventarios y ventas previstas durante el periodo a analizar, para una adecuada planificación de la producción a corto plazo. La Figura 7 muestra el flujo con el que se desenvuelve esta herramienta.

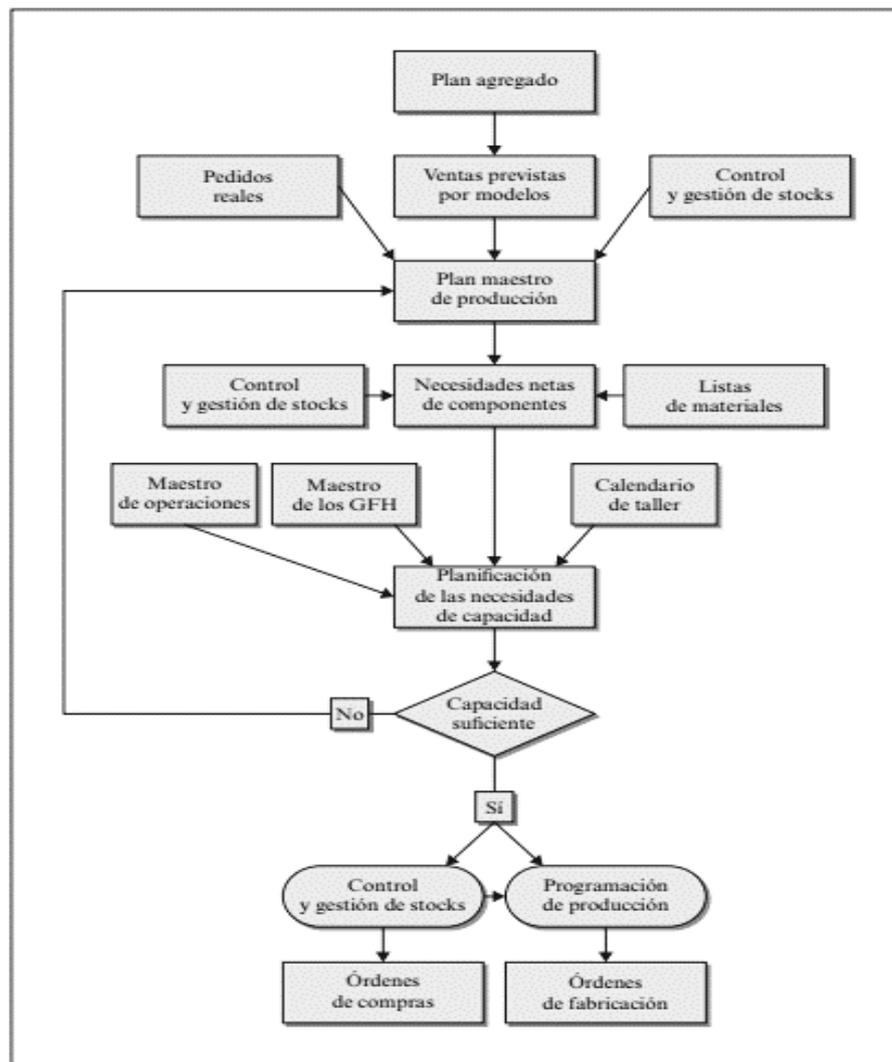


Figura 7. Plan Maestro de Producción

Tomado de (Sánchez & Masriera, 2013, p. 73)

Los sistemas MPS no son estáticos, puesto que cada vez se encuentran más relacionados con la metodología japonesa “Justo a Tiempo” (JIT). Considerando que el inventario disponible, los pronósticos de demanda y los pedidos por parte del cliente son actualizados cada semana, siendo una de sus fortalezas, la capacidad que posee para re planear con precisión y mantener un control óptimo de inventario en proceso y producto terminado (Render & Haizer, 2014, p.559-565)

2.5.1. Matriz MPS

La mayoría de Sistemas de Planificación emplean recursos informáticos, sin embargo, su desarrollo es bastante sencillo y puede realizarse de forma manual.

A continuación, se detalla cada parámetro de la matriz desarrollada en el presente trabajo de titulación, con el propósito de aclarar ciertos conceptos relacionados.

2.5.1.1. Política de Ordenar

Se establece la cantidad solicitada a producir de cierto artículo, la cual ha sido determinada a través del análisis de la cantidad ideal a ordenar para minimizar los costos de inventario (Krajewski et al., 2013, pp. 549-552).

2.5.1.2. Punto de Reorden

Se refiere al nivel crítico del inventario, donde se debe emitir un pedido a producción para evitar desabastecimiento del producto (Krajewski et al., 2013, pp. 320–322).

2.5.1.3. Stock de Seguridad

Son las unidades que se han fijado como inventario de seguridad, y que han sido consideradas como parte del punto de reorden (Krajewski et al., 2013, pp. 312-323).

2.5.1.4. Inventario Inicial

Es la cantidad de artículos que han de encontrarse disponibles en inventario para satisfacer la demanda, mencionando que este es uno de los criterios a considerar para el desarrollo del Plan Maestro en cierto lapso de tiempo.

2.5.1.5. Pronóstico

Constituyen las unidades previstas a solicitar por los clientes, indicando que se han determinado mediante el desarrollo de los modelos de pronóstico, como una medida para anticiparse a los pedidos reales.

2.5.1.6. Pedido

Representan las órdenes comprometidas con el cliente durante el periodo de tiempo.

2.5.1.7. Plan Maestro de Producción

Detalla la cantidad de unidades a producir en un periodo de tiempo específico, tomando en cuenta la necesidad del producto ya que no se encuentra dentro del nivel de existencias y deberá solicitarse su fabricación (Krajewski et al., 2013, p. 541-543).

$$\begin{aligned} \text{Si, } \text{Inventario inicial}_i < \text{Máximo}(\text{Pronóstico}_i, \text{Pedido}_i) \\ \text{MPS será } > 0 \end{aligned} \quad (\text{Ecuación 25})$$

2.5.1.8. Inventario Final

Es el número de artículos que resultaron excedentes, ya sea del Plan Maestro o del consumo que se generó del Inventario Inicial al satisfacer el pedido.

$$\text{Inventario final}_i = \text{Inv. inicial}_i + \text{MPS}_i - \text{Máximo}(\text{Pronóstico}_i, \text{Pedido}_i) \quad (\text{Ecuación 26})$$

2.5.1.9. Disponible a Prometer

Las unidades que se encuentran disponibles a ofertar a los clientes, son información útil para el Departamento de Ventas ya que puede negociar su fecha de entrega. Es importante tener en cuenta que este parámetro depende de si se desarrolla un Plan Maestro durante el periodo de tiempo dado (Krajewski et al., 2013, pp. 551-552).

$$\text{DPP}_i = \text{Inv. inicial}_i + \text{MPS}_i - (\text{Pedido hasta nuevo MPS}) \quad (\text{Ecuación 27})$$

3. CAPÍTULO III. SITUACIÓN ACTUAL

3.1. Familia de Productos

“Empresa de Cereales” maneja 5 principales familias de productos, las cuales se ha planificado que su producción se distribuya en dos galpones, como medida para evitar la contaminación cruzada. De esta manera, se destinó el depósito principal únicamente a la elaboración de “Snack de Quinua” y donde se encuentra la maquinaria recientemente adquirida ya que involucra los principales procesos que ejecuta la empresa. Mientras que, en el segundo, se procesa y empaca harina, hojuela, granola y quinua en grano, productos semielaborados que no requieren de procesos complejos para su consumo.

A continuación, se muestra cada referencia con su respectiva familia.

Tabla 1.

SKU por Familia de Productos

FAMILIA DE PRODUCTO	SKU (<i>Stock Keeping Units</i>)
Harina de Quinua	Harina de Quinua en presentación de 400 gramos
Hojuela de Quinua	Hojuela de Quinua en presentación de 400 gramos
Granola de Quinua	Granola de Quinua en presentación de 400 gramos
Snack de Quinua	Paquete de Snack de Quinua en presentación 30 gramos con 1 unidad de sabor Canela, 2 unidades de sabor Chocolate, 1 unidad de sabor Maracuyá y 2 unidades de sabor Vainilla
	Snack de Quinua en presentación 30 gramos y sabor Canela
	Snack de Quinua en presentación 30 gramos y sabor Chocolate
	Snack de Quinua en presentación 30 gramos y sabor Maracuyá
	Snack de Quinua en presentación 30 gramos y sabor Vainilla
	Snack de Quinua en presentación 150 gramos y sabor

	Canela
	Snack de Quinoa en presentación 150 gramos y sabor Chocolate
	Snack de Quinoa en presentación 150 gramos y sabor Maracuyá
	Snack de Quinoa en presentación 150 gramos y sabor Vainilla
	Snack de Quinoa en presentación 200 gramos y sabor Canela
	Snack de Quinoa en presentación 200 gramos y sabor Chocolate
	Snack de Quinoa en presentación 200 gramos y sabor Maracuyá
	Snack de Quinoa en presentación 200 gramos y sabor Vainilla

3.2. Segmentación ABC

De acuerdo con el alcance del proyecto, se definirá la situación actual de los procesos que se relacionan directamente con la realización del sistema de planificación y control de la producción de los SKU que forman parte del segmento A.

Sin embargo, para dicha categorización se requiere que los distintos productos que maneja la empresa sean evaluados en base a los siguientes criterios:

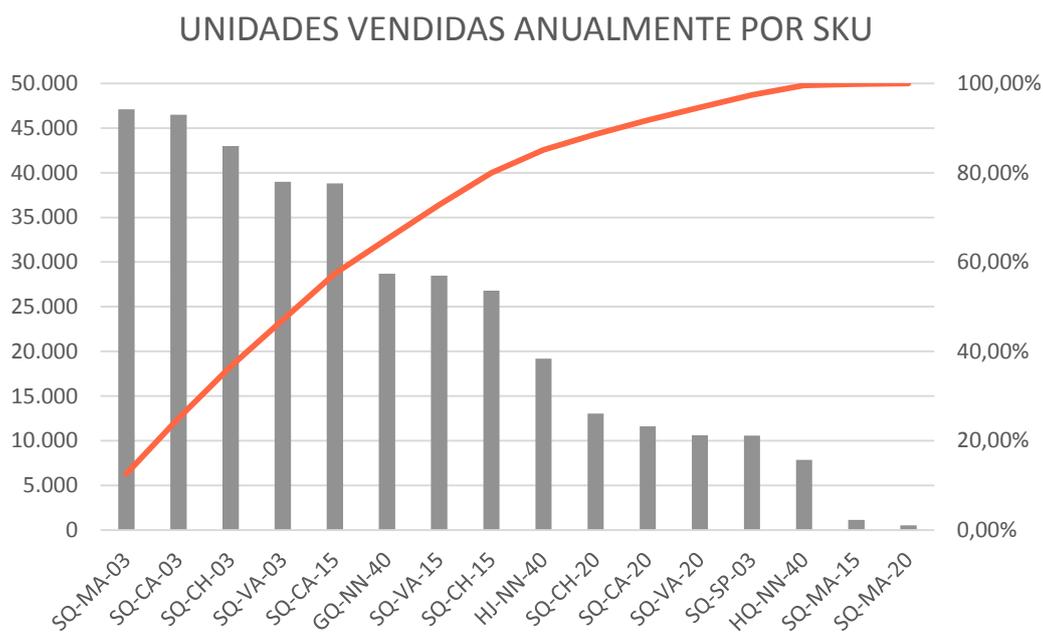
1. Cantidad de Unidades Vendidas
2. Dólares Vendidos por SKU
3. Costo de Compra de Insumos

De esta manera, se determinó que 8 SKU comprenden el 80% del total de unidades vendidas, las mismas que se encuentran especificadas en la Tabla 2. La información referente a las ventas anuales de cada producto se detalla de manera completa en Anexo 1.

Tabla 2.

Detalle de Unidades Vendidas Anualmente por SKU

CÓDIGO	PRODUCTO	UNIDADES
SQ-MA-03	Snack de Quinoa Maracuyá 30 gramos	47.092
SQ-CA-03	Snack de Quinoa Canela 30 gramos	46.510
SQ-CH-03	Snack de Quinoa Chocolate 30 gramos	42.983
SQ-VA-03	Snack de Quinoa Vainilla 30 gramos	38.976
SQ-CA-15	Snack de Quinoa Canela 150 gramos	38.814
GQ-NN-40	Granola de Quinoa 400 gramos	28.692
SQ-VA-15	Snack de Quinoa Vainilla 150 gramos	28.484
SQ-CH-15	Snack de Quinoa Chocolate 150 gramos	26.816

*Figura 8. Segmentación de productos en base a unidades vendidas*

En lo que respecta a dólares vendidos por SKU, se identificaron 8 productos que ocupan el 80% de las ventas totales (ver Tabla 3). Los demás datos correspondientes a este criterio están referenciados en Anexo 2.

Tabla 3.

Detalle de Dólares Vendidos Anualmente por SKU

CÓDIGO	PRODUCTO	VENTAS
GQ-NN-40	Granola de Quinoa 400 gramos	\$ 49.746,26
SQ-CA-15	Snack de Quinoa Canela 150 gramos	\$ 48.041,29
HJ-NN-40	Hojuela de Quinoa 400 gramos	\$ 38.231,76
SQ-CH-15	Snack de Quinoa Chocolate 150 gramos	\$ 37.457,67
SQ-VA-15	Snack de Quinoa Vainilla 150 gramos	\$ 36.630,12
SQ-CH-20	Snack de Quinoa Chocolate 200 gramos	\$ 29.885,84
SQ-CA-20	Snack de Quinoa Canela 200 gramos	\$ 23.490,08
SQ-VA-20	Snack de Quinoa Vainilla 200 gramos	\$ 21.389,14

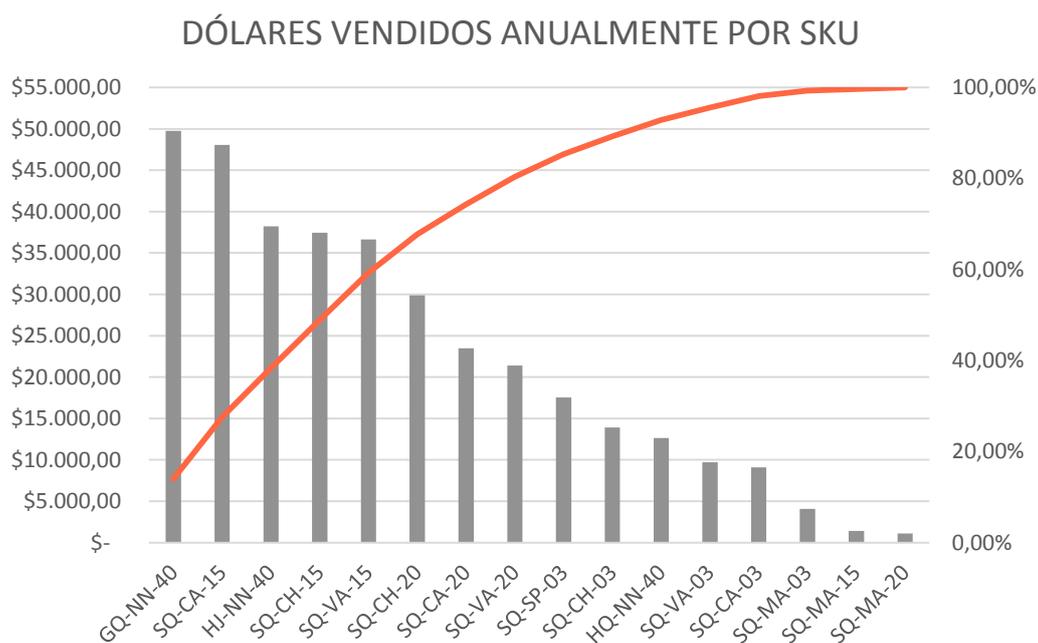


Figura 9. Segmentación de productos en base a dólares vendidos

Como último aspecto, se realizó una segregación conforme al costo de compra de insumos por cada SKU, donde se establecieron que 8 productos pertenecen al 80% del costo total asignado a este rubro (Tabla 4). La tabla completa se muestra en Anexo 3.

Tabla 4.

Detalle de Costo Anual de Compra de Insumos por SKU

CÓDIGO	PRODUCTO	VENTAS
GQ-NN-40	Granola de Quinua 400 gramos	\$ 57.121,21
HJ-NN-40	Hojuela de Quinua 400 gramos	\$ 37.436,98
SQ-CA-15	Snack de Quinua Canela 150 gramos	\$ 25.962,88
SQ-CH-15	Snack de Quinua Chocolate 150 gramos	\$ 17.735,89
HQ-NN-40	Harina de Quinua 400 gramos	\$ 15.391,47
SQ-VA-15	Snack de Quinua Vainilla 150 gramos	\$ 15.318,72
SQ-CH-20	Snack de Quinua Chocolate 200 gramos	\$ 12.080,89

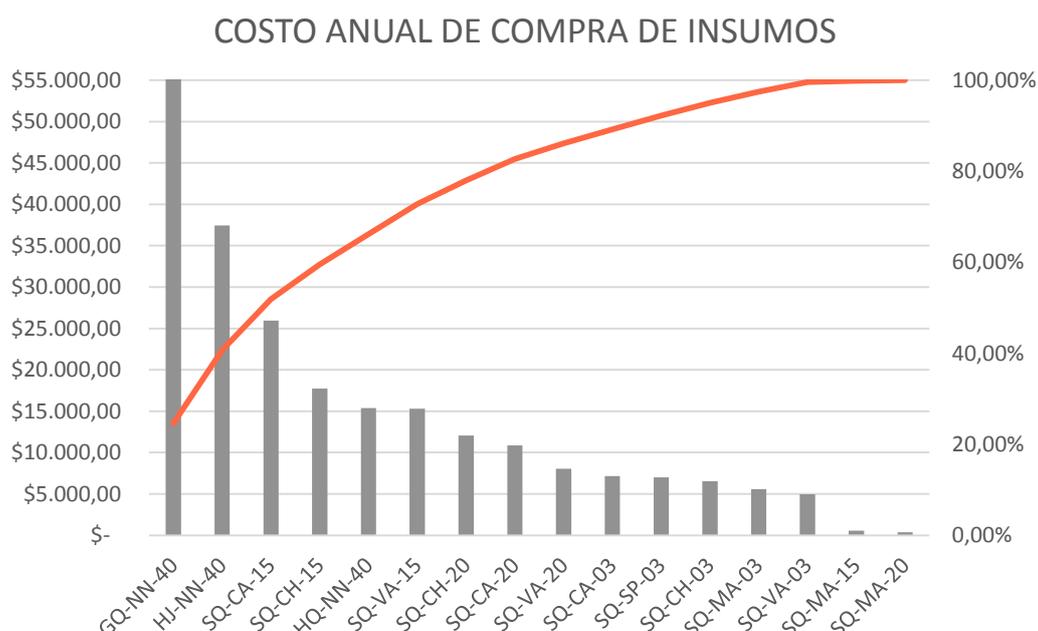


Figura 10. Segmentación de productos en base a costo de compra de insumos

Por consiguiente, se identificaron los SKU asignados para cada segmento, considerando que dentro del grupo A se encuentran los que cumplen con el 80% de dos de los principios antes mencionados. En el caso de satisfacer un solo aspecto se conformará el segmento B y, finalmente, para las referencias que se encuentran fuera de los pocos vitales de los tres criterios, se asignarán al conjunto C.

SEGMENTACIÓN DE CARTERA DE PRODUCTOS

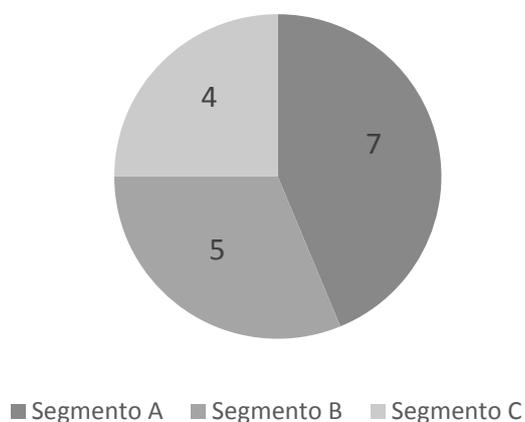


Figura 11. Segmentación de cartera de productos

Conforme con la Figura 10, se puede concluir que de los 16 SKU que posee “Empresa de Cereales”, únicamente 7 forman parte del Segmento A. Mientras que 5 son asignados al Segmento B y 4 al Segmento C. La información correspondiente al análisis de segmentación de la cartera de productos se encuentra detalla en el Anexo 4.

3.3. Análisis de Datos de SKU del Segmento A

En la siguiente tabla, se muestran los ítems que corresponden al Segmento A en base a su familia de productos.

Tabla 5.

SKU del Segmento A por Familia de Productos

FAMILIA DE PRODUCTO	SKU (<i>Stock Keeping Units</i>)
Hojuela de Quinua	Hojuela de Quinua en presentación de 400 gramos
Granola de Quinua	Granola de Quinua en presentación de 400 gramos
Snack de Quinua	Snack de Quinua en presentación 150 gramos y sabor Canela
	Snack de Quinua en presentación 150 gramos y sabor Chocolate

	Snack de Quinoa en presentación 150 gramos y sabor Vainilla
	Snack de Quinoa en presentación 200 gramos y sabor Canela
	Snack de Quinoa en presentación 200 gramos y sabor Chocolate

Dentro del Segmento A existen varios productos de diferentes familias, lo cual podría dificultar su proceso de estudio. Por lo tanto, se ha priorizado una sola familia para realizar el análisis correspondiente al presente proyecto. Es importante mencionar que existen otros factores que influyeron en la selección de la familia “SNACK DE QUINUA” en presentación de 200 gramos para sus cuatro diferentes sabores, como la decisión de exportar dicho producto a Estados Unidos y otros países de Europa durante el 2017. Medida que se desea mantener e impulsar ya que se obtuvieron resultados beneficiosos para la empresa, en cuanto a lo económico como en el posicionamiento de la marca en el mercado nacional e internacional. Además, esta presentación constituye el 40% de los ingresos netos de la empresa, por lo que posee un fuerte impacto en el desarrollo competitivo de la misma. A continuación, se especifican los SKU pertinentes a la elección antes mencionada (ver Tabla 6).

Tabla 6.

SKU seleccionados del Segmento A para análisis

FAMILIA DE PRODUCTO	SKU (<i>Stock Keeping Units</i>)
Snack de Quinoa	Snack de Quinoa en presentación 200 gramos y sabor Canela
	Snack de Quinoa en presentación 200 gramos y sabor Chocolate
	Snack de Quinoa en presentación 200 gramos y sabor Maracuyá
	Snack de Quinoa en presentación 200 gramos y sabor Vainilla

3.4. Situación Actual

Se establecerá un punto de partida que contribuya con una descripción detallada del contexto en el que se desarrollan las actividades de recepción de materia prima, producción y despacho de producto terminado correspondientes a la familia de “Snack de Quinua” de 200 gramos para los cuatro sabores, con el fin de proponer mejoras viables que se encuentran enfocadas a solucionar problemas hallados en el transcurso.

3.3.1. Datos Disponibles

Para el desarrollo de un pronóstico adecuado, se ha considerado un periodo de tiempo significativo desde enero del 2017 hasta febrero del 2018. Además, se cuenta con un histórico de demanda desplegado por el Área de Ventas. En la siguiente tabla se presentan los datos correspondientes:

Tabla 7.

Histórico de Demanda obtenido de las facturas de ventas

HISTÓRICO DE DEMANDA					
AÑO	MES	UNIDADES POR PRESENTACIÓN			
		CANELA	CHOCOLATE	MARACUYÁ	VAINILLA
2017	ENERO	762	1.170	30	906
	FEBRERO	1.191	1.143	36	1.005
	MARZO	1.154	1.100	10	1.072
	ABRIL	941	856	21	917
	MAYO	1.125	913	25	922
	JUNIO	1.054	1.582	31	933
	JULIO	1.236	1.147	388	1.017
	AGOSTO	1.021	1.311	120	711
	SEPTIEMBRE	1.163	984	24	957
	OCTUBRE	686	1.343	39	725
	NOVIEMBRE	608	942	24	990
	DICIEMBRE	1.018	1.173	6	746
TOTAL		11.959	13.664	754	10.901
2018	ENERO	1.012	891	3	916
	FEBRERO	1.351	1.358	3	820
TOTAL		2.363	2.249	6	1.736

De igual manera, la empresa maneja una programación de producción, la cual se basa en un control de inventario de producto terminado que se ejecuta semanalmente.

En la siguiente tabla, se muestra la información referente al histórico generado por el área de producción.

Tabla 8.

Histórico de Programación de Producción

HISTÓRICO DE PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN					
AÑO	MES	UNIDADES POR PRESENTACIÓN			
		CANELA	CHOCOLATE	MARACUYÁ	VAINILLA
2017	ENERO	734	1.189	0	1.441
	FEBRERO	702	795	0	505
	MARZO	1.906	1.812	0	1.237
	ABRIL	272	240	0	979
	MAYO	2.500	793	0	670
	JUNIO	511	2.197	0	1.592
	JULIO	1.730	1.310	441	369
	AGOSTO	540	1.437	0	1.433
	SEPTIEMBRE	971	217	0	600
	OCTUBRE	1.576	1.563	0	555
	NOVIEMBRE	526	822	50	848
	DICIEMBRE	481	1.729	0	917
TOTAL		12.449	14.104	491	11.146
2018	ENERO	1.081	1.746	0	2.536
	FEBRERO	1.644	1.275	0	693
TOTAL		2.725	3.021	0	3.229

3.4.2 Análisis de error

Al contar con los datos históricos se procederá a analizar su error (Ecuación 17). Aspecto que permitirá establecer una métrica comparativa con respecto a la propuesta de mejora. A continuación, se adjuntan las tablas correspondientes al cálculo de error y error absoluto que permitirán determinar:

- CFE: Suma Acumulada de errores
- MAD: Desviación absoluta media

- MPE: Error medio porcentual
- MAPE: Error medio porcentual absoluto

Considerando que estos indicadores han sido calculados a través de la aplicación de las Ecuaciones 18, 19, 20 y 21, respectivamente.

Tabla 9.

Cálculo de Error

PRODUCTO	CANELA	CHOCOLATE	MARACUYÁ	VAINILLA
ENERO-2017	28	-19	30	-535
FEBRERO-2017	489	348	36	500
MARZO-2017	-752	-712	10	-165
ABRIL-2017	669	616	21	-62
MAYO-2017	-1375	120	25	252
JUNIO-2017	543	-615	31	-659
JULIO-2017	-494	-163	-53	648
AGOSTO-2017	481	-126	120	-722
SEPTIEMBRE-2017	192	767	24	357
OCTUBRE-2017	-890	-220	39	170
NOVIEMBRE-2017	82	120	-26	142
DICIEMBRE-2017	537	-556	6	-171
ENERO-2018	-69	-855	3	-1706
FEBRERO-2018	-293	83	3	125

Tabla 10.

Cálculo de Error Absoluto

PRODUCTO	CANELA	CHOCOLATE	MARACUYÁ	VAINILLA
ENERO-2017	28	19	30	535
FEBRERO-2017	489	348	36	500
MARZO-2017	752	712	10	165
ABRIL-2017	669	616	21	62
MAYO-2017	1.375	120	25	252
JUNIO-2017	543	615	31	659
JULIO-2017	494	163	53	648
AGOSTO-2017	481	126	120	722

SEPTIEMBRE-2017	192	767	24	357
OCTUBRE-2017	890	220	39	170
NOVIEMBRE-2017	82	120	26	142
DICIEMBRE-2017	537	556	6	171
ENERO-2018	69	855	3	1.706
FEBRERO-2018	293	83	3	125

Para mayor comprensión de los resultados obtenidos, en la siguiente tabla se presenta el resumen para la presentación del sabor Canela.

Tabla 11.

Descripción del cuadro resumen para presentación Canela

PRESENTACIÓN CANELA		
INDICADOR	ORIGINAL	OBSERVACIÓN
CFE	-850	Durante el periodo se generó una ruptura de stock promedio de 492 unidades, considerando que el proceso de pronóstico se encuentra en la media optimista
MAD	492	
MPE	-6,31%	
MAPE	48,77%	

Los indicadores hacen referencia a:

CFE: durante el periodo analizado correspondiente a 14 meses, la elaboración de este producto tuvo un sesgo hacia subestimar la demanda.

MAD: este valor refleja las unidades promedio que resultan del error de pronóstico.

MPE: representa en porcentaje la frecuencia con la que se acumula o se desabastece el inventario, mostrando que las unidades en stock no serán suficientes para satisfacer la demanda, resultando en ruptura de stock.

MAPE: se refiere al indicador MAD en porcentaje, es decir, señala el nivel de desempeño del pronóstico con respecto de la demanda real.

OBSERVACIONES: en el transcurso de 14 meses, el pronóstico se encuentra en la media optimista ya que tiende a estar por encima del pronóstico, por lo tanto, el indicador MPE es negativo. Además, se supone que el pronóstico fue exacto durante los picos y valles en un 48,77% de las veces.

A continuación, se presentan los resultados de los demás productos:

Tabla 12.

Síntesis de Errores para presentación Chocolate

PRESENTACIÓN CHOCOLATE		
INDICADOR	ORIGINAL	OBSERVACIÓN
CFE	-1.212	Durante el periodo se generó una ruptura de stock promedio de 380 unidades, considerando que el proceso de pronóstico se encuentra en la media optimista
MAD	380	
MPE	-5,46%	
MAPE	35,80%	

Tabla 13.

Síntesis de Errores para presentación Maracuyá

PRESENTACIÓN MARACUYÁ		
INDICADOR	ORIGINAL	OBSERVACIÓN
CFE	269	Durante el periodo se generó una acumulación de inventario promedio de 31 unidades, considerando que el proceso de pronóstico se encuentra en la media pesimista
MAD	31	
MPE	77,00%	
MAPE	94,43%	

Tabla 14.

Síntesis de Errores para presentación Vainilla

PRESENTACIÓN VAINILLA		
INDICADOR	ORIGINAL	OBSERVACIÓN
CFE	-1.738	Durante el periodo se generó una ruptura de stock promedio de 438 unidades, considerando que el proceso de pronóstico se encuentra en la media optimista
MAD	438	
MPE	-15,84%	
MAPE	48,90%	

Una vez realizado el análisis del error de los pronósticos de cada una de las presentaciones, se procede a cuantificar los costos que involucra el mantener inventario durante varios periodos y de igual manera, el desabastecimiento de productos cuando se deben entregar pedidos.

3.4.3 Análisis económico

Al desarrollar un análisis económico de los datos anteriores, la empresa en promedio dejó de vender cerca de \$61.000 y acumuló más de \$1.500 en inventario, durante el periodo de 14 meses.

Tabla 15.

Análisis Económico de Variación de Inventario

ANÁLISIS ECONÓMICO DE VARIACIÓN DE INVENTARIO					
DESCRIPCIÓN	PRECIO POR UNIDAD	RUPTURA DE STOCK		ACUMULACIÓN DE STOCK	
		CANTIDAD (UNIDADES)	CANTIDAD (DÓLARES)	CANTIDAD (UNIDADES)	CANTIDAD (DÓLARES)
CANELA	\$ 3,21	492	\$ 1.579,32	-	-
CHOCOLATE	\$ 3,63	380	\$ 1.379,40	-	-
MARACUYÁ	\$ 3,13	-	-	31	\$ 97,03
VAINILLA	\$ 3,21	438	\$ 1.405,98	-	-
TOTAL MENSUAL		1.310	\$ 4.364,70	31	\$ 97,03
TOTAL ANUAL		18.340	\$ 61.105,80	434	\$ 1.358,42

Adicionalmente, se determina el costo que genera el almacenamiento de inventario en bodega, el cual parte de la siguiente ecuación:

$$CA = \frac{Q}{2} * T * P * I \quad (\text{Ecuación 28})$$

Donde se detallan los siguientes términos;

Q = Cantidad acumulada

T = Tiempo de almacenamiento

- Por políticas de la empresa, se considera 1 mes para todos los productos.

P = Precio de la unidad

I = Tasa de almacenamiento (Villalva, 2009, p. 6)

- Se toma en cuenta como el 10% del precio de la unidad (Colín, 2014, p. 276)

Tabla 16.

Cálculo del Costo de Almacenamiento

COSTO DE ALMACENAMIENTO					
DESCRIPCIÓN	PRECIO POR UNIDAD (DÓLARES)	TIEMPO DE ACUMULACIÓN (MESES)	CANTIDAD (UNIDADES)	TASA DE ACUMULACIÓN (DÓLARES)	COSTO DE ACUMULACIÓN (DÓLARES)
CANELA	\$ 3,21	-	-	\$ 0,32	-
CHOCOLATE	\$ 3,63	-	-	\$ 0,36	-
MARACUYÁ	\$ 3,13	1	31	\$ 0,31	\$ 14,55
VAINILLA	\$ 3,21	-	-	\$ 0,32	-
TOTAL MENSUAL			31	\$ 0,31	\$ 14,55
TOTAL ANUAL			434	\$ 4,34	\$ 203,70

Al añadir el costo de almacenamiento en el análisis económico anteriormente realizado, se concluye que, durante los 14 meses de estudio, la empresa perdió cerca de \$ 63.000 por costos relacionados con el inventario.

Tabla 17.

Análisis Económico de Control de Inventario

ANÁLISIS ECONÓMICO DE CONTROL DE INVENTARIO					
DESCRIPCIÓN	RUPTURA DE STOCK		ACUMULACIÓN DE STOCK		
	CANTIDAD (UNIDADES)	CANTIDAD (DÓLARES)	CANTIDAD (UNIDADES)	CANTIDAD (DÓLARES)	COSTO DE ACUMULACIÓN (DÓLARES)
CANELA	492	\$ 1.579,32	-	-	-
CHOCOLATE	380	\$ 1.379,40	-	-	-
MARACUYÁ	-	-	31	\$ 97,03	\$ 14,55
VAINILLA	438	\$ 1.405,98	-	-	-
TOTAL MENSUAL	1.310	\$ 4.364,70	31	\$ 97,03	\$ 14,55
TOTAL ANUAL	18.340	\$ 61.105,80	434	\$ 1.358,42	\$ 203,70
TOTAL ANUAL	\$ 62.667,92				

Considerando que la suma de estos dos valores representa una pérdida del 16% de las ventas totales de la empresa.

3.5. Definición del Problema

Durante Enero del 2017 hasta Febrero del 2018, la empresa constantemente tuvo acumulación de inventario y ruptura de stock de los 4 SKU pertenecientes a la presentación “Snack de Quinoa” de 200 gramos, lo que resulta en un costo total de aproximadamente \$63.000.

3.5.2. ¿Por qué es un problema?

Se concluye que los problemas antes mencionados generan costos elevados de almacenamiento y ruptura de stock. Adicionalmente, se verifican otros costos relacionados con el manejo de inventario y la entrega a tiempo de pedidos, por lo que repercuten en la planificación de la producción, tanto de este producto como de los demás que posee la empresa.

3.5.3. ¿Dónde se presenta el problema?

El problema radica principalmente en el Área de Producción, específicamente en el proceso de planificación, donde se llevan a cabo los procesos relacionados con la elaboración del producto “Snack de Quinoa”, tomando en cuenta que los departamentos de Compras y Ventas también se ven involucrados, ya que gestionan la compra de materia prima e insumos, y las órdenes de pedido de los clientes.

3.5.1. ¿Qué es un Problema?

Se ha identificado que existe variación en el nivel de inventario que maneja la empresa, provocando que ciertas unidades permanezcan en bodega durante varias semanas y en otros casos, que no se pueda cumplir a totalidad los pedidos demandados por sus clientes. Considerando que la planificación de la producción semanal depende del control de inventario que se realiza al inicio de esta.

En la Figura 12, se observan los porcentajes correspondientes a los factores que provocan la fluctuación de inventario de la presentación previamente segmentada.

PORCENTAJE DE VARIACIÓN DE INVENTARIO

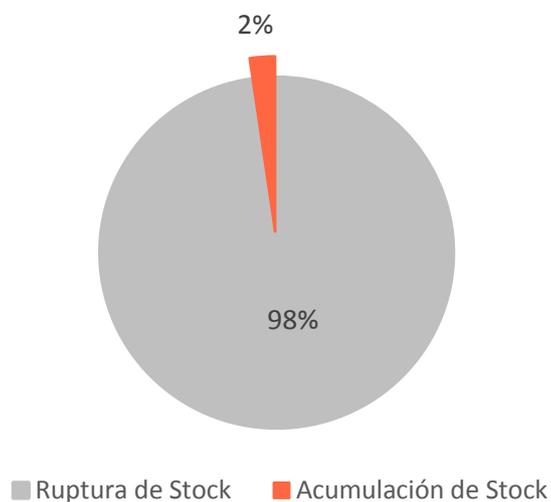


Figura 12. Porcentaje de Acumulación y Ruptura de Stock

3.5.4. ¿Cuándo se presenta el problema?

El inconveniente se origina básicamente con el crecimiento de la demanda de este producto que resultó en la adquisición de nueva maquinaria para la línea de producción, considerando que se comparte la capacidad productiva con otros productos. Sin embargo, el problema se presenta con mayor frecuencia durante el año 2017 hasta los primeros meses del 2018.

En la Tabla 18, se observa el aumento de la producción de “Snack de Quinoa” durante los últimos tres años (Líderes, 2017).

Tabla 18.

Crecimiento anual del producto "Snack de Quinoa"

CRECIMIENTO ANUAL DE PRODUCCIÓN	
AÑO	PORCENTAJE DE CRECIMIENTO
2015	3,3%
2016	38%
2017	70%

3.5.5. ¿Cómo se presenta el problema?

Para la empresa, el problema se muestra en los costos de inventario generados, tanto por acumulación como desabastecimiento de stock. Rubros que se especifican en el Análisis económico desarrollado en la Situación Actual del presente proyecto (ver Tabla 17).

3.5.6. Resumen

Mediante la metodología del Árbol de Problemas, se puede identificar de manera más objetiva el inconveniente que se presenta para después, poder analizarlo a profundidad. En la Figura 13 se desarrolla el Árbol de Problemas.

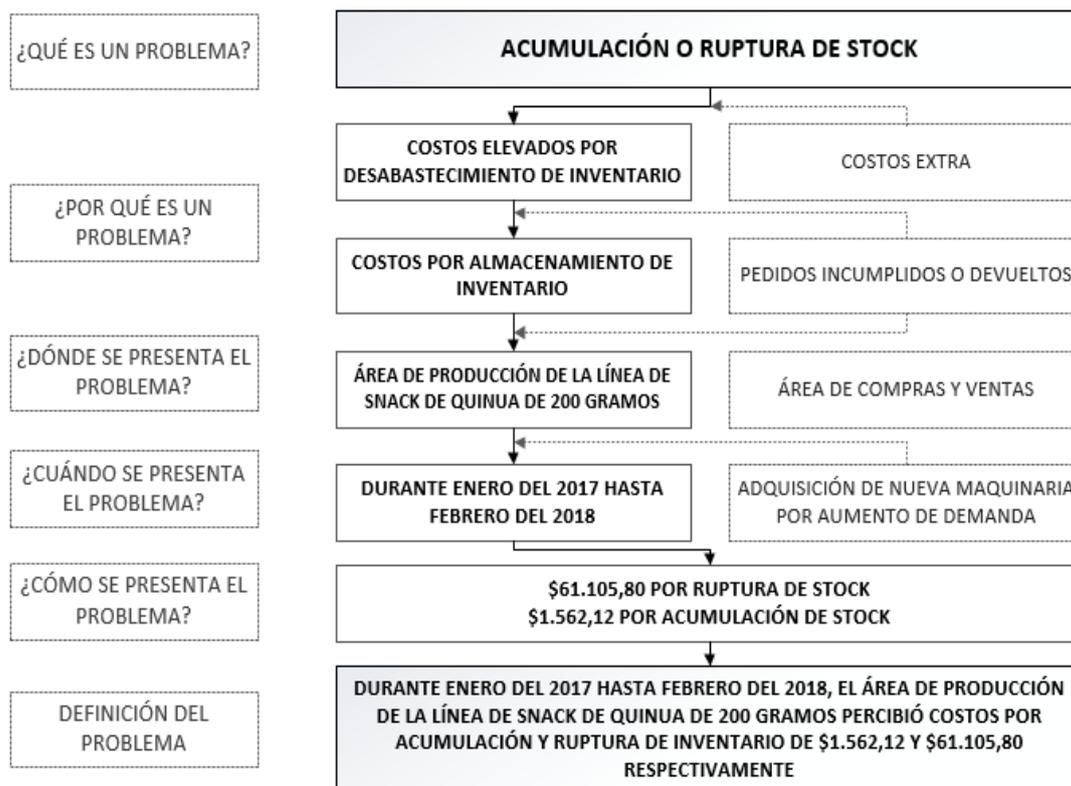


Figura 13. Estructura del Árbol de Definición de Problemas

3.6. Análisis de Causa Raíz

Como medida para identificar las causas que influyen en el problema, se llevaron a cabo reuniones con los responsables de las Áreas de Producción, Compras y Ventas. De esta manera, se presenta una lluvia de ideas con dicha información, la cual permitirá desarrollar un Diagrama de Causa-Efecto.

3.6.1. Lluvia de Ideas

Se obtuvieron varias ideas como resultado de las reuniones, las mismas que se detallan a continuación:

- No poseen un sistema de planificación a largo, mediano y corto plazo.
- No se ha desarrollado un pronóstico de ventas.
- No manejan políticas de gestión de información.
- No existe un análisis de la tendencia de la demanda.
- Falta de canales de comunicación entre áreas.

- No existe un cálculo de stock de seguridad.
- No se ha desarrollado un plan maestro de producción.
- No se ha establecido un método estadístico de pronóstico de demanda.
- Falta de políticas para realización de compras y ventas.
- Existe mucha variación de información entre departamentos.
- Se realiza la planificación en base a la programación de producción de la semana pasada.
- La capacidad productiva es compartida con otros productos.
- Existen retrasos o reprogramaciones en la recepción de materia prima por parte de los proveedores.
- No poseen un software para estimar la producción y las compras.
- Falta de políticas de inventario.
- Se producen varios paros no programados en el Área de Producción.
- De manera frecuente existen pedidos de imprevisto.
- Cambios en la solicitud de pedidos por parte del cliente.

3.6.2. Diagrama de Causa - Efecto

En la siguiente figura se presenta un diagrama de espina de pescado, el cual permite determinar las causas que generan el problema y dar cierta prioridad a las mismas.



Figura 14. Diagrama de Causa – Efecto

Después de analizar las distintas causas en el Diagrama antes presentado, es importante identificar en cuál de ellas se concentra el problema. Por lo tanto, se han establecido dos causas raíz, las mismas que se detallan independientemente de la siguiente manera:

- ***La planificación de producción se realiza de manera inadecuada.***

Se considera una causa raíz al influir en cada una de los procesos relacionados con la elaboración del producto “Snack de Quinoa”, es decir, involucra las Áreas de Compras, Producción y Ventas. Estas se encargan de proyectar y adquirir la materia prima e insumos necesarios para satisfacer la producción planificada, así mismo, tienen la responsabilidad de recibir los pedidos de los clientes y gestionar su entrega en la fecha estimada. Sin embargo, estos procesos son consecuencia de la planificación de producción, la cual se basa en un control semanal de inventario y en un pronóstico empírico de la demanda, tomando en cuenta que no manejan ningún sistema informático específico para su estimación.

De igual manera, las unidades que se mantienen en stock como respaldo de seguridad, son calculadas de forma experimental, sin un análisis estadístico previo, provocando que en varias ocasiones este no sea suficiente para satisfacer ordenes de imprevisto.

- ***Las Áreas de Compras, Producción y Ventas poseen problemas de comunicación y gestión de información.***

Esta causa afecta directamente a la empresa, ya que la información relacionada con el Área de Producción y Ventas es responsabilidad de varios miembros. Además, la misma se encuentra asentada en distintos documentos de respaldo como política de gestión de datos, lo que provoca su dispersión entre departamentos y, la dificultad para que esta sea procesada en la toma de decisiones. Por esta razón, fue necesario analizar la información proveniente de dos fuentes, el histórico de demanda de las facturas emitidas por el Área de

Ventas y las órdenes de salida de bodega de producto terminado del Área de Producción. Tomando en cuenta que el Departamento de Calidad realiza pruebas frecuentemente de todos los productos, por lo que requiere muestras de producción que no son registradas en las facturas. Así mismo, el equipo de Marketing repetidamente solicita productos para eventos promocionales, los cuales en ocasiones no se ven reflejados en las órdenes de salida de bodega, mostrando en ambos documentos una variación considerable en la cantidad de unidades requeridas por los clientes.

En la Figura 15, se observa el comportamiento de la demanda de los dos históricos para la presentación de sabor canela, de esta forma, se puede contrastar los valores obtenidos en cada documento. Además, se adjunta en el Anexo 5 la información del histórico de salida de bodega de los demás sabores, mientras que la demanda de las facturas de ventas es presentada en la Tabla 7.

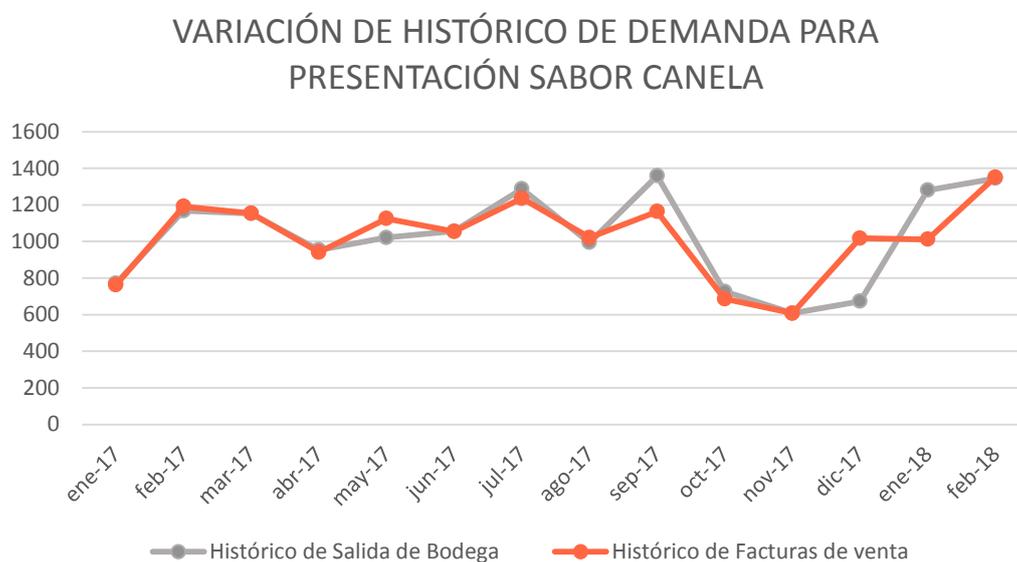


Figura 15. Diagrama comparativo de los Históricos de Demanda para la presentación sabor Canela

4. CAPÍTULO IV. DISEÑO DEL MODELO DE PLANIFICACIÓN DE PRODUCCIÓN

Dado que la causa raíz indica que el proceso de planificación de producción es poco acertado y que este involucra a la generación de pronósticos, en este capítulo se procederá a desarrollar un sistema de planificación y control de la producción para la presentación “Snack de Quinoa” de 200 gramos en sus cuatro distintos sabores. Así mismo, para óptimos resultados se ha considerado necesario levantar la información referente a los históricos de demanda de un periodo de 14 meses, desde Enero de 2017 hasta Febrero de 2018.

4.1. Análisis del Patrón de Demanda

Debido a que cada sabor de la presentación “Snack de Quinoa” maneja distintos aspectos en cuanto a requerimientos de producción; se realizará un análisis de demanda independiente para cada uno de ellos.

Considerando que es de vital importancia el desarrollo de un análisis del coeficiente de dispersión de los datos de cada producto. De esta forma se puede determinar con mayor claridad los modelos aplicables para cada demanda y generar los pronósticos correspondientes.

En la Tabla 19, se muestran los datos de la demanda correspondientes a las cuatro presentaciones del producto segmentado.

Tabla 19.

Histórico de Demanda Real

HISTÓRICO DE DEMANDA					
AÑO	MES	UNIDADES POR PRESENTACIÓN			
		CANELA	CHOCOLATE	MARACUYÁ	VAINILLA
2017	ENERO	762	1.170	30	906
	FEBRERO	1.191	1.143	36	1.005
	MARZO	1.154	1.100	10	1.072
	ABRIL	941	856	21	917

	MAYO	1.125	913	25	922
	JUNIO	1.054	1.582	31	933
	JULIO	1.236	1.147	388	1.017
	AGOSTO	1.021	1.311	120	711
	SEPTIEMBRE	1.163	984	24	957
	OCTUBRE	686	1.343	39	725
	NOVIEMBRE	608	942	24	990
	DICIEMBRE	1.018	1.173	6	746
2018	ENERO	1.012	891	3	916
	FEBRERO	1.351	1.358	3	820

4.1.1. Análisis de Coeficiente de Variación

Tal como se muestra en el Capítulo II, inciso 2.3.1.3, el resultado del coeficiente de variación permite determinar el patrón de la demanda con el objetivo de mejorar el proceso de pronóstico. De esta manera, existen dos posibilidades:

- Datos con coeficiente de variación mayor o igual que 1: consiste en información catalogada con un patrón de demanda cíclica, misma que presenta variaciones poco predecibles a lo largo del tiempo.
- Datos con coeficiente de variación menor que 1: corresponde a la demanda considerada con un patrón horizontal o estacionario.

Por consiguiente, en la Tabla 20 se demuestran los resultados del cálculo correspondiente al parámetro antes mencionado. Así mismo, en la Tabla consecutiva se realiza un resumen con los tipos de demanda conforme al análisis previo.

Tabla 20.

Cálculo de Coeficiente de Variación de Demanda Real

DESCRIPCIÓN	TOTAL DE PERIODOS	PROMEDIOS DE PERIODOS	DESVIACIÓN ESTÁNDAR	COEFICIENTE DE VARIACIÓN
Canela	14.322	1.023	213	0,21
Chocolate	15.913	1.137	210	0,18
Maracuyá	760	54	100	1,85
Vainilla	12.637	903	112	0,12

Tabla 21.

Síntesis del Análisis del Coeficiente de Variación de Demanda

DESCRIPCIÓN	COEFICIENTE DE VARIACIÓN	PATRÓN DE DEMANDA
Canela	0,21	Estacional
Chocolate	0,18	Estacional
Maracuyá	1,85	Cíclica
Vainilla	0,12	Estacional

Por lo tanto, se puede concluir que tres de las presentaciones del producto “Snack de Quinoa” persiguen una demanda con patrón estacional, la cual puede ser pronosticada mediante modelos de análisis de tiempo, considerando que presentan una tendencia marcada. Es por esto que será necesario analizar la utilización de modelos de suavización exponencial, Holt, Winters, entre otros. En el caso de la presentación de sabor Maracuyá, los datos históricos indican que la demanda posee un patrón cíclico. De manera que no sería posible realizar la misma proyección estadística que se llevaría a cabo con las demás presentaciones, debido a que en ciertos periodos la demanda posee picos bastante altos que dificultan el proceso de pronóstico, convirtiéndolo en inexacto.

A continuación, se muestra el comportamiento de demanda de cada presentación, donde se observa la tendencia que persigue y los límites de control establecidos para determinar un desempeño inusual, si así fuese el caso.

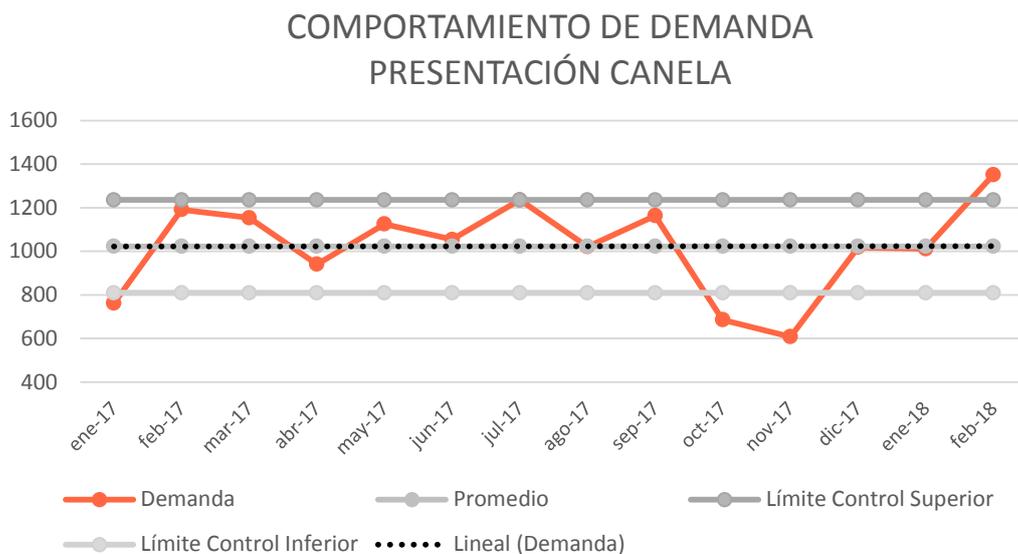


Figura 16. Demanda con patrón estacional y tendencia creciente

En la figura anterior, se observan tres periodos en los que la demanda de la presentación Canela posee un comportamiento fuera de los límites de control; estos son en Octubre y Noviembre de 2017, y Febrero de 2018.

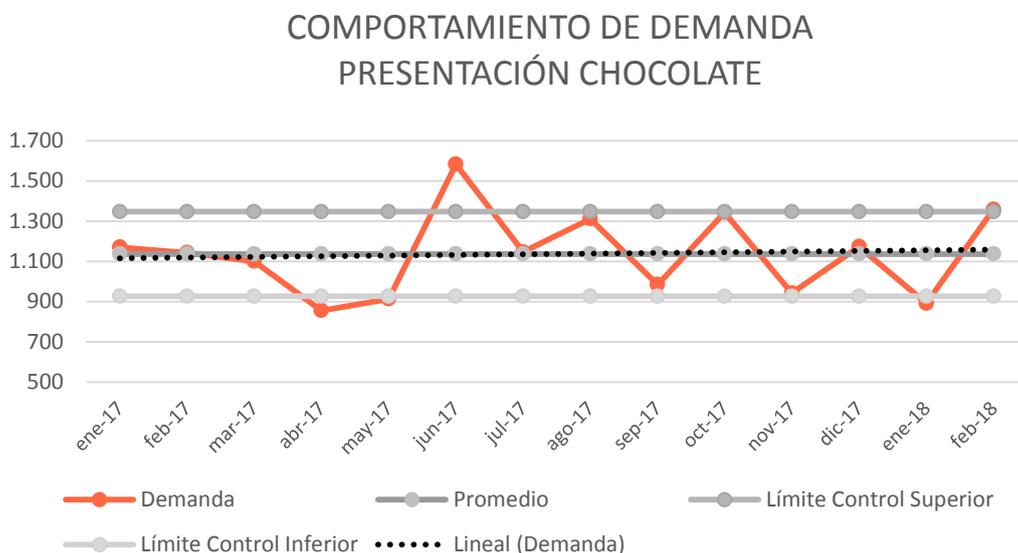


Figura 17. Demanda con patrón estacional y tendencia creciente

El diagrama representa el sabor Chocolate, donde existe un comportamiento de demanda dentro de los límites con excepción de dos periodos, los cuales son en Abril y Junio de 2017.

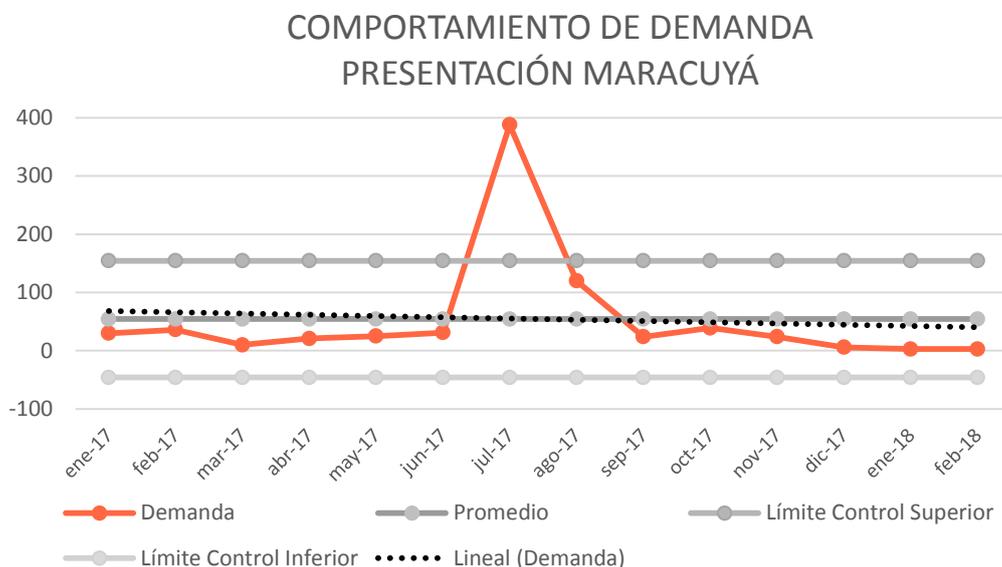


Figura 18. Demanda con patrón cíclico y tendencia decreciente

La figura anterior, exhibe la demanda de la presentación Maracuyá, en la cual se identifica un pico de alrededor de 390 unidades que sobresalen del límite de control superior durante el mes de Julio de 2017.

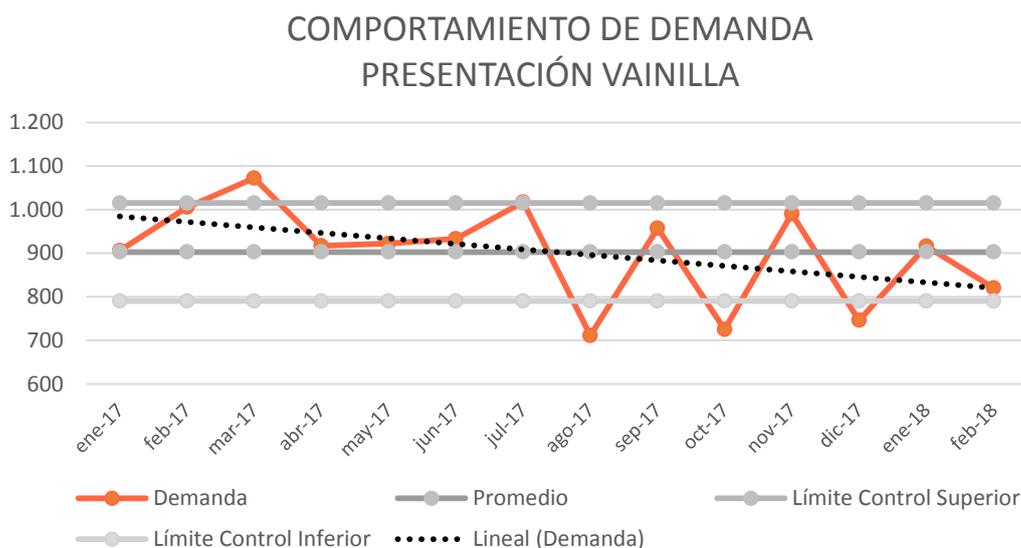


Figura 19. Demanda con patrón estacional y tendencia creciente

El diagrama de la figura 19, expone la demanda del sabor Vainilla, la cual posee variaciones en los periodos de Marzo, Agosto, Octubre y Diciembre de 2017.

De esta manera, existe un periodo en el que se identifica variaciones considerables para cada presentación. La primera es en Julio de 2017, la cual se debe a que la empresa exportó cerca de 340 unidades de este producto en los sabores Canela, Chocolate y Maracuyá, resultando que la demanda exceda su patrón normal durante este mes.

Por lo tanto, se ha decidido segmentar la demanda mediante los parámetros de mercado nacional e internacional. Recomendando que este último, se maneje bajo pedido por la empresa ya que las exportaciones no se realizan de manera frecuente. Si bien es cierto que podrán ir en aumento gracias a los convenios que ha concertado la empresa, no se llevarán a cabo en más de una ocasión durante cada trimestre.

Además, se han analizado detenidamente los 14 periodos correspondientes a cada presentación, con el propósito de determinar causas diferentes a las antes mencionadas y que generan alteraciones importantes. De esta manera, se han encontrado varias unidades que son destinadas a promocionar el producto en ferias y exposiciones, las cuales se atribuyen al Área de Marketing de la empresa. Por lo que se debería dar una consideración diferente a esta solicitud sin que influya en la demanda, ya sea que la empresa decida producir estas unidades bajo pedido o se asigne cierta cantidad del inventario en bodega a este propósito.

Conforme a lo antes mencionado, se han realizado ciertas rectificaciones a la demanda de las cuatro presentaciones, para que esta posea un patrón con menores fluctuaciones. Tomando en cuenta que las unidades que representan un aumento de demanda por solicitud del cliente se mantendrán inalterables ya que se pretende asumir este aspecto con los pronósticos. Mientras que en el caso del sabor Maracuyá, para los periodos que presentan un nivel de

demanda menor a 6 unidades, se asignará un valor promedio que no afecte el comportamiento.

A continuación, se muestra el histórico modificado, el cual será considerado para llevar a cabo el análisis de los modelos de pronóstico. Esta tabla puede contrastarse con la de la demanda real (Tabla 7), para poder observar los cambios realizados.

Tabla 22.

Histórico de demanda rectificado

HISTÓRICO DE DEMANDA					
AÑO	MES	UNIDADES POR PRESENTACIÓN			
		CANELA	CHOCOLATE	MARACUYÁ	VAINILLA
2017	ENERO	762	1.170	30	906
	FEBRERO	1.163	1.092	12	978
	MARZO	1.154	1.100	18	1.072
	ABRIL	941	850	15	916
	MAYO	1.123	910	23	917
	JUNIO	1.032	1.556	15	912
	JULIO	871	797	24	989
	AGOSTO	1.015	1.304	16	703
	SEPTIEMBRE	1.143	963	16	936
	OCTUBRE	686	1.343	39	725
	NOVIEMBRE	608	942	24	990
	DICIEMBRE	1.018	1.173	16	746
2018	ENERO	1.012	891	16	918
	FEBRERO	1.351	1.358	16	820

De este modo, se observa un comportamiento de demanda que persigue un patrón más normal para cada uno de las presentaciones.

4.2. Análisis de Modelos de Pronósticos de Demanda

Acorde al análisis de demanda realizado, se puede concluir que el producto “Snack de Quinoa” en la presentación 200 gramos muestra un tipo de patrón de

demanda. Por lo tanto, se iniciará con proyecciones estadísticas para las presentaciones con demanda estacional mediante los siguientes modelos:

- Promedio móvil Simple
- Promedio móvil Ponderado
- Suavización Exponencial Simple
- Análisis de Regresión Lineal
- Modelo de Holt
- Modelo de Winters

Posteriormente, se evaluará cada modelo a través de indicadores detallados en el Capítulo II, inciso 2.3.3, con el objetivo de determinar el método de pronóstico óptimo para cada presentación.

A continuación, se muestran los pronósticos desarrollados dentro de un horizonte de tiempo de 14 meses, desde Enero de 2017 hasta Febrero de 2018.

4.2.1. Promedio Móvil Simple

El modelo de Promedio Móvil Simple considera tres periodos anteriores para calcular el pronóstico del siguiente mes, señalando que se busca dar mayor importancia al conjunto de datos más reciente. De esta manera, el cálculo del pronóstico del mes de abril se obtuvo al promediar los tres meses anteriores, y así sucesivamente (Ecuación 7).

Los resultados del modelo se aprecian en las siguientes tablas:

Tabla 23.

Promedio Móvil Simple para presentación Canela

PROMEDIO MÓVIL SIMPLE			
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	762		
feb-17	1.163		
mar-17	1.154		
abr-17	941	1.026	-85
may-17	1.123	1.086	37
jun-17	1.032	1.073	-41
jul-17	871	1.032	-161
ago-17	1.015	1.009	6
sep-17	1.143	973	170
oct-17	686	1.010	-324
nov-17	608	948	-340
dic-17	1.018	812	206
ene-18	1.012	771	241
feb-18	1.351	879	472

Tabla 24.

Promedio Móvil Simple para presentación Chocolate

PROMEDIO MÓVIL SIMPLE			
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	1.170		
feb-17	1.092		
mar-17	1.100		
abr-17	850	1.121	-271
may-17	910	1.014	-104
jun-17	1.556	953	603
jul-17	797	1.105	-308
ago-17	1.304	1.088	216
sep-17	963	1.219	-256
oct-17	1.343	1.021	322
nov-17	942	1.203	-261
dic-17	1.173	1.083	90
ene-18	891	1.153	-262
feb-18	1.358	1.002	356

Tabla 25.

Promedio Móvil Simple para presentación Maracuyá

PROMEDIO MÓVIL SIMPLE			
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	30		
feb-17	12		
mar-17	18		
abr-17	15	20	-5
may-17	23	15	8
jun-17	15	19	-4
jul-17	24	18	6
ago-17	16	21	-5
sep-17	16	18	-2
oct-17	39	19	20
nov-17	24	24	0
dic-17	16	26	-10
ene-18	16	26	-10
feb-18	16	19	-3

Tabla 26.

Promedio Móvil Simple para presentación Vainilla

PROMEDIO MÓVIL SIMPLE			
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	906		
feb-17	978		
mar-17	1.072		
abr-17	916	985	-69
may-17	917	989	-72
jun-17	912	968	-56
jul-17	989	915	74
ago-17	703	939	-236
sep-17	936	868	68
oct-17	725	876	-151
nov-17	990	788	202
dic-17	746	884	-138
ene-18	916	820	96
feb-18	820	884	-64

4.2.2. Promedio Móvil Ponderado

Para el desarrollo del pronóstico mediante Promedio Móvil Ponderado, se toma en cuenta tres periodos anteriores para la proyección. Mencionando que para todas las presentaciones se ha establecido una ponderación como se muestra en la siguiente tabla, teniendo en cuenta la proximidad al dato a pronosticar (Ecuación 8).

Tabla 27.

Parámetros para pronósticos de Promedio Móvil Ponderado

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
Último Dato	3
Penúltimo Dato	2
Antepenúltimo Dato	1

Los pronósticos de este modelo se presentan en las Tablas a continuación:

Tabla 28.

Promedio Móvil Ponderado para presentación Canela

PROMEDIO MÓVIL PONDERADO			
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	762		
feb-17	1.163		
mar-17	1.154		
abr-17	941	1.092	-151
may-17	1.123	1.049	74
jun-17	1.032	1.068	-36
jul-17	871	1.047	-176
ago-17	1.015	967	48
sep-17	1.143	970	173
oct-17	686	1.055	-369
nov-17	608	893	-285
dic-17	1.018	723	295
ene-18	1.012	826	186
feb-18	1.351	947	404

Tabla 29.

Promedio Móvil Simple para presentación Chocolate

PROMEDIO MÓVIL PONDERADO			
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	1.170		
feb-17	1.092		
mar-17	1.100		
abr-17	850	1.109	-259
may-17	910	974	-64
jun-17	1.556	922	634
jul-17	797	1.223	-426
ago-17	1.304	1.069	235
sep-17	963	1.177	-214
oct-17	1.343	1.049	294
nov-17	942	1.210	-268
dic-17	1.173	1.079	94
ene-18	891	1.124	-233
feb-18	1.358	994	356

Tabla 30.

Promedio Móvil Ponderado para presentación Maracuyá

PROMEDIO MÓVIL PONDERADO			
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	30		
feb-17	12		
mar-17	18		
abr-17	15	18	-3
may-17	23	16	8
jun-17	15	20	-5
jul-17	24	18	6
ago-17	16	21	-5
sep-17	16	19	-3
oct-17	39	17	22
nov-17	24	28	-4
dic-17	16	28	-12
ene-18	16	23	-7
feb-18	16	17	-1

Tabla 31.

Promedio Móvil Ponderado para presentación Vainilla

PROMEDIO MÓVIL PONDERADO			
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	906		
feb-17	978		
mar-17	1.072		
abr-17	916	1.013	-97
may-17	917	978	-61
jun-17	912	943	-31
jul-17	989	914	75
ago-17	703	951	-248
sep-17	936	833	103
oct-17	725	867	-142
nov-17	990	792	198
dic-17	746	893	-147
ene-18	916	824	92
feb-18	820	871	-52

4.2.3. Suavización Exponencial Simple

Mediante este método se pretende corregir los datos históricos a través de una constante de suavizamiento llamada alfa, considerando que este puede variar entre 0,1 y 1, dependiendo de la importancia que se requiera entregar a los datos. Es por esto que mientras más grande sea alfa, mayor ponderación se asignará a los datos actuales y menor a los datos pasados. Por otro lado, si alfa es pequeña se agrega mayor peso a los valores anteriores y el pronóstico se convierte más estable (Nahmias, 2014, pp. 58-59).

De esta manera, los valores de la constante alfa para cada presentación se han determinado mediante un análisis de prueba y error, el cual se adjunta en el Anexo 6, 7, 8 y 9. Tomando en cuenta que el valor de alfa seleccionado para cada producto se muestra en la Tabla posterior a la del modelo.

Para efecto de cálculo, el pronóstico del primer periodo es igual a la demanda del mismo. Sin embargo, para los pronósticos de los siguientes meses se toman los valores de la demanda y el pronóstico inmediatamente anteriores, empleando la Ecuación 9.

Los resultados del modelo, se aprecian en las siguientes tablas:

Tabla 32.

Suavización Exponencial Simple para presentación Canela

SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE			
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	762	762	0
feb-17	1.163	762	401
mar-17	1.154	1.123	31
abr-17	941	1.151	-210
may-17	1.123	962	161
jun-17	1.032	1.107	-75
jul-17	871	1.039	-168
ago-17	1.015	888	127
sep-17	1.143	1.002	141
oct-17	686	1.129	-443
nov-17	608	730	-122
dic-17	1.018	620	398
ene-18	1.012	978	34
feb-18	1.351	1.009	342

Tabla 33.

Parámetro para pronóstico de Suavización Exponencial Simple de la presentación Canela

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
Alfa	0,90

Al desarrollar el modelo con $\alpha = 0,90$, es posible asignar mayor importancia a los datos más recientes, aportando al pronóstico mayor exactitud debido a que la demanda de la empresa se encuentra en aumento.

Tabla 34.

Suavización Exponencial Simple para presentación Chocolate

SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE			
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	1.170	1.170	0
feb-17	1.092	1.170	-78
mar-17	1.100	1.162	-62
abr-17	850	1.156	-306
may-17	910	1.125	-215
jun-17	1.556	1.104	452
jul-17	797	1.149	-352
ago-17	1.304	1.114	190
sep-17	963	1.133	-170
oct-17	1.343	1.116	227
nov-17	942	1.139	-197
dic-17	1.173	1.119	54
ene-18	891	1.124	-233
feb-18	1.358	1.101	257

Tabla 35.

Parámetro para pronóstico de Suavización Exponencial Simple de la presentación Chocolate

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
Alfa	0,10

Se decide dar menos importancia a los datos recientes del histórico debido desde el inicio esta presentación ha tenido una fuerte aceptación, por lo tanto, se selecciona un valor de $\alpha=0,10$.

Tabla 36.

Suavización Exponencial Simple para presentación Maracuyá

SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE			
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	30	30	0
feb-17	12	30	-18
mar-17	18	18	0
abr-17	15	18	-3
may-17	23	16	7
jun-17	15	21	-6
jul-17	24	17	7
ago-17	16	22	-6
sep-17	16	18	-2
oct-17	39	17	22
nov-17	24	31	-7
dic-17	16	27	-11
ene-18	16	20	-4
feb-18	16	17	-1

Tabla 37.

Parámetro para pronóstico de Suavización Exponencial Simple de la presentación Maracuyá

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
Alfa	0,65

Debido a que la demanda de esta presentación se muestra con un patrón lineal, se asigna un valor medio para alfa. De modo que los datos recientes tienen similar importancia que los pasados.

Tabla 38.

Suavización Exponencial Simple para presentación Vainilla

SUAVIZACIÓN EXPONENCIAL SIMPLE			
PERIODO	DEMANDA	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	906	906	0
feb-17	978	906	72
mar-17	1.072	913	159
abr-17	916	929	-13
may-17	917	928	-11
jun-17	912	927	-15
jul-17	989	925	64
ago-17	703	932	-229
sep-17	936	909	27
oct-17	725	911	-186
nov-17	990	893	97
dic-17	746	903	-157
ene-18	916	887	29
feb-18	820	890	-70

Tabla 39.

Parámetro para pronóstico de Suavización Exponencial Simple de la presentación Vainilla

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
Alfa	0,10

Para este modelo se ha optado por un $\alpha=0,10$, de manera que se pueda agregar menor importancia a la demanda actual, ya que presenta picos elevados que son irregulares al histórico.

4.2.3. Análisis de Regresión Lineal

El análisis de Regresión lineal intenta determinar el nivel de dependencia de dos variables, "X" como independiente y, "Y" como dependiente (Nahmias, 2014, p. 65). Posteriormente, se emplea la ecuación de la recta, como se muestra en la Ecuación 4 del Capítulo II; para desarrollar los pronósticos. Mencionando que esta involucra dos parámetros que se obtienen de igual manera, mediante las Ecuaciones 5 y 6.

Los valores de “a” y “b” correspondientes a cada presentación, se adjuntan a continuación de las tablas que muestran los resultados obtenidos para este modelo.

Tabla 40.

Regresión Lineal para presentación Canela

REGRESIÓN LINEAL				
PERIODOS	x	y	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	1	762	981	-219
feb-17	2	1.163	982	181
mar-17	3	1.154	984	170
abr-17	4	941	986	-45
may-17	5	1.123	987	136
jun-17	6	1.032	989	43
jul-17	7	871	991	-120
ago-17	8	1.015	992	23
sep-17	9	1.143	994	149
oct-17	10	686	995	-309
nov-17	11	608	997	-389
dic-17	12	1.018	999	19
ene-18	13	1.012	1.000	12
feb-18	14	1.351	1.002	349

Tabla 41.

Parámetro para pronóstico de Regresión Lineal de la presentación Canela

DESCRIPCIÓN	VALOR
a	979,27
b	1,61

Tabla 42.

Regresión Lineal para presentación Chocolate

REGRESIÓN LINEAL				
PERIODOS	x	y	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	1	1.170	1.069	101
feb-17	2	1.092	1.074	18
mar-17	3	1.100	1.079	21
abr-17	4	850	1.085	-235
may-17	5	910	1.090	-180
jun-17	6	1.556	1.095	461
jul-17	7	797	1.101	-304
ago-17	8	1.304	1.106	198
sep-17	9	963	1.112	-149
oct-17	10	1.343	1.117	226
nov-17	11	942	1.122	-180
dic-17	12	1.173	1.128	45
ene-18	13	891	1.133	-242
feb-18	14	1.358	1.138	220

Tabla 43.

Parámetro para pronóstico de Regresión Lineal de la presentación Chocolate

DESCRIPCIÓN	VALOR
a	1063,49
b	5,33

Tabla 44.

Regresión Lineal para presentación Maracuyá

REGRESIÓN LINEAL				
PERIODOS	x	y	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	1	30	20	10
feb-17	2	12	20	-8
mar-17	3	18	20	-2
abr-17	4	15	20	-5
may-17	5	23	20	3
jun-17	6	15	20	-5
jul-17	7	24	20	4

ago-17	8	16	20	-4
sep-17	9	16	20	-4
oct-17	10	39	20	19
nov-17	11	24	20	4
dic-17	12	16	20	-4
ene-18	13	16	20	-4
feb-18	14	16	20	-4

Tabla 45.

Parámetro para pronóstico de Regresión Lineal de la presentación Maracuyá

DESCRIPCIÓN	VALOR
a	20,30
b	-0,04

Tabla 46.

Regresión Lineal para presentación Vainilla

REGRESIÓN LINEAL				
PERIODOS	x	y	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	1	906	972	-66
feb-17	2	978	960	18
mar-17	3	1072	948	124
abr-17	4	916	936	-20
may-17	5	917	924	-7
jun-17	6	912	912	0
jul-17	7	989	901	88
ago-17	8	703	889	-186
sep-17	9	936	877	59
oct-17	10	725	865	-140
nov-17	11	990	853	137
dic-17	12	746	841	-95
ene-18	13	916	830	86
feb-18	14	820	818	2

Tabla 47.

Parámetro para pronóstico de Regresión Lineal de la presentación Vainilla

DESCRIPCIÓN	VALOR
a	983,56
b	-11,85

4.2.4. Modelo de HOLT

Este modelo es un tipo de suavizamiento exponencial que requiere de dos constantes, alfa y beta. Donde alfa se emplea de igual manera a los modelos anteriores, para ponderar la serie y beta para especificar la tendencia (Nahmias, 2014, pp. 66-68). Ambos coeficientes varían entre 0,1 y 1, los cuales se muestran para cada presentación en las Tablas posteriores a las de los modelos, indicando que se han determinado mediante un análisis de prueba y error, el cual se adjunta en el Anexo 10, 11, 12 y 13.

Además, se requiere de datos como la Nivelación (L_t) y la Tendencia (T_t), los cuales se obtienen al emplear las Ecuaciones 10 y 11, respectivamente. Mientras que el pronóstico se calcula con la Ecuación 12, donde, el valor de L_t para el primer periodo será igual a la demanda, por lo tanto, la estimación se efectuará para el mes siguiente.

Los resultados del modelo, se aprecian en las siguientes tablas:

Tabla 48.

Modelo de HOLT para presentación Canela

HOLT					
PERIODO	DEMANDA	L_t	T_t	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	762	762	401		
feb-17	1.163	1.163	401	1.163	0
mar-17	1.154	1.216	244	1.564	-410
abr-17	941	1.019	46	1.460	-519
may-17	1.123	1.114	68	1.065	58
jun-17	1.032	1.055	11	1.182	-150

jul-17	871	900	-64	1.065	-194
ago-17	1.015	988	5	836	179
sep-17	1.143	1.120	62	993	150
oct-17	686	760	-128	1.183	-497
nov-17	608	612	-137	633	-25
dic-17	1.018	936	71	474	544
ene-18	1.012	1.011	73	1.007	5
feb-18	1.351	1.311	175	1.084	267

Tabla 49.

Parámetros para pronóstico de Modelo HOLT de la presentación Canela

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
Alfa	0,85
Beta	0,45

Debido a que esta presentación muestra altos niveles de demanda en los periodos recientes, se asigna mayor importancia mediante un $\alpha=0,85$, de esta forma se disminuye el error del pronóstico. Además, se observa una tendencia levemente creciente de la demanda por lo tanto se opta por $\beta=0,45$.

Tabla 50.

Modelo de HOLT para presentación Chocolate

HOLT					
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	1.170	1.170	-78		
feb-17	1.092	1.092	-78	1.092	0
mar-17	1.100	1.035	-73	1.014	86
abr-17	850	935	-79	962	-112
may-17	910	868	-76	855	55
jun-17	1.556	975	-32	792	764
jul-17	797	908	-41	943	-146
ago-17	1.304	972	-16	867	437
sep-17	963	958	-15	957	6
oct-17	1.343	1.039	8	943	400

nov-17	942	1.022	2	1.047	-105
dic-17	1.173	1.059	10	1.023	150
ene-18	891	1.027	0	1.070	-179
feb-18	1.358	1.106	19	1.027	331

Tabla 51.

Parámetros para pronóstico de Modelo HOLT de la presentación Chocolate

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
Alfa	0,24
Beta	0,24

Al observar la demanda de la presentación Chocolate, se determina que existen periodos en los cuales existe un alto nivel de demanda, sin embargo, están seguidos por niveles un poco inferiores. Por lo tanto, se decide emplear un $\alpha=0,24$, donde se asigna cierto grado importancia al histórico en general. Asimismo, se comprueba una tendencia levemente creciente por lo que se selecciona $\beta=0,24$.

Tabla 52.

Modelo de HOLT para presentación Maracuyá

HOLT					
PERIODO	DEMANDA	St	At	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	30	30	-18		
feb-17	12	12	-18	12	0
mar-17	18	14	-12	-6	24
abr-17	15	13	-9	1	14
may-17	23	19	-4	3	20
jun-17	15	15	-4	15	0
jul-17	24	22	-1	11	13
ago-17	16	17	-2	20	-4
sep-17	16	16	-2	15	1
oct-17	39	34	4	14	25
nov-17	24	27	1	39	-15
dic-17	16	18	-2	27	-11
ene-18	16	16	-2	16	0
feb-18	16	16	-2	14	2

Tabla 53.

Parámetros para pronóstico de Modelo HOLT de la presentación Maracuyá

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
Alfa	0,82
Beta	0,29

Igualmente, esta presentación tiende a una demanda lineal por lo que se emplean $\alpha=0,82$, como una medida para establecer mayor importancia a los datos recientes. Mientras que la tendencia se muestra decreciente por lo que se elige $\beta=0,29$.

Tabla 54.

Modelo de HOLT para presentación Vainilla

HOLT					
PERIODO	DEMANDA	St	At	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	906	906	72		
feb-17	978	978	72	978	0
mar-17	1.072	1.061	78	1.050	22
abr-17	916	1.027	22	1.139	-223
may-17	917	983	-11	1.049	-132
jun-17	912	942	-26	972	-60
jul-17	989	952	-8	916	73
ago-17	703	824	-68	945	-242
sep-17	936	846	-23	756	180
oct-17	725	774	-48	823	-98
nov-17	990	858	18	726	264
dic-17	746	811	-14	877	-131
ene-18	916	857	16	797	119
feb-18	820	846	2	872	-52

Tabla 55.

Parámetros para pronóstico de Modelo HOLT de la presentación Vainilla

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
Alfa	0,50
Beta	0,50

Se confiere un valor de $\alpha=0,50$, de modo que existe una importancia más equitativa en cada uno de los datos del histórico, ya que se observa una demanda lineal, aun cuando su tendencia es creciente por lo que se emplea $\beta=0,50$.

4.2.6. Modelo de WINTERS

Este modelo es otro tipo de suavización exponencial que implica tres constantes, las cuales se refieren a la ponderación de la serie, la tendencia y el factor estacional, que se denominan como α , β y γ , respectivamente. Como en el modelo de HOLT, los dos primeros coeficientes se comportan de igual manera, y el tercero pretende demostrar la estacionalidad de los datos (Nahmias, 2014, pp. 72-74).

Las tres constantes varían entre 0,1 y 1, los cuales se muestran para cada presentación en las Tablas que se encuentran en la parte inferior de los Modelos. Señalando que se han determinado mediante un análisis de prueba y error, el cual se adjunta en el Anexo 14, 15, 16 y 17.

De igual manera, los datos como la Nivelación (L_t), la Tendencia (T_t) y la Estacionalidad (S_t), se calculan con las Ecuaciones 13, 14 y 15, respectivamente. Además, de emplear la Ecuación 16 para realizar la estimación de la demanda, donde, el valor de L_t para el primer periodo será el mismo, por lo tanto, el pronóstico se efectuará para el mes siguiente.

Los resultados del modelo, se aprecian en las siguientes tablas:

Tabla 56.

Modelo de WINTERS para presentación Canela

WINTERS						
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	St	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	762	762	401	1		
feb-17	1.163	1.163	401	1	1.163	0
mar-17	1.154	1.265	123	1	1.564	-410
abr-17	941	1.062	-180	1	1.387	-446
may-17	1.123	1.058	-16	1	881	242
jun-17	1.032	1.035	-23	1	1.032	0
jul-17	871	915	-113	1	1.000	-129
ago-17	1.015	966	40	1	807	208
sep-17	1.143	1.101	128	1	997	146
oct-17	686	837	-237	1	1.211	-525
nov-17	608	613	-225	1	607	1
dic-17	1.018	840	196	1	386	632
ene-18	1.012	1.021	182	1	1.003	9
feb-18	1.351	1.343	312	1	1.214	137

Tabla 57.

Parámetros para pronóstico de Modelo WINTERS de la presentación Canela

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
Alfa	0,73
Beta	0,93
Gama	0,10
Periodo	3

Para este modelo, se decide por $\alpha=0,73$, de manera que se otorgue mayor importancia a los datos recientes. Además, se observan altos picos de demanda en ciertos periodos que influyen en una tendencia creciente, por lo que se utiliza $\beta=0,93$. Los valores de γ y el periodo dependen del factor estacional, que se considera bajo durante cada 3 periodos.

Tabla 58.

Modelo de WINTERS para presentación Chocolate

WINTERS						
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	St	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	1.170	1.170	-78	1		
feb-17	1.092	1.092	-78	1	1.092	0
mar-17	1.100	1.025	-76	1	1.014	86
abr-17	850	937	-78	1	950	-100
may-17	910	865	-77	1	915	-5
jun-17	1.556	875	-59	1	722	834
jul-17	797	824	-57	1	860	-63
ago-17	1.304	828	-44	2	1.296	8
sep-17	963	756	-50	1	765	198
oct-17	1.343	793	-32	2	1.120	223
nov-17	942	739	-36	1	947	-5
dic-17	1.173	734	-30	2	1.183	-10
ene-18	891	681	-35	1	895	-4
feb-18	1.358	701	-23	2	1.039	319

Tabla 59.

Parámetros para pronóstico de Modelo WINTERS de la presentación Chocolate

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
Alfa	0,13
Beta	0,21
Gama	0,90
Periodo	2

Como se ha definido anteriormente, la demanda de esta presentación posee una ligera variación entre periodos, por lo que se emplea $\alpha=0,13$ y $\beta=0,21$, para asignar menor importancia a los datos recientes y caracterizar una tendencia levemente creciente. Por otro lado, $\gamma=0,90$, donde se considera alto ya que se observa una desviación de demanda cada 2 periodos.

Tabla 60.

Modelo de WINTERS para presentación Maracuyá

WINTERS						
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	St	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	30	30	-18	1		
feb-17	12	12	-18	1	12	0
mar-17	18	13	-12	1	-6	24
abr-17	15	12	-9	1	1	14
may-17	23	19	-4	1	3	20
jun-17	15	15	-5	1	15	0
jul-17	24	21	-1	1	11	13
ago-17	16	16	-2	1	20	-4
sep-17	16	15	-2	1	14	2
oct-17	39	32	4	1	14	25
nov-17	24	26	1	1	38	-14
dic-17	16	17	-2	1	28	-12
ene-18	16	15	-2	1	16	0
feb-18	16	15	-2	1	14	2

Tabla 61.

Parámetros para pronóstico de Modelo WINTERS de la presentación Maracuyá

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
Alfa	0,81
Beta	0,29
Gama	0,10
Periodo	2

La importancia que se asigna a los datos recientes se expresa mediante $\alpha=0,81$. Asimismo, su tendencia es ligeramente decreciente por lo que $\beta=0,29$, y debido a que el factor estacional no se encuentra muy marcado en el histórico se considera $\gamma=0,10$ cada 2 periodos.

Tabla 62.

Modelo de WINTERS para presentación Vainilla

WINTERS						
PERIODO	DEMANDA	Lt	Tt	St	PRONÓSTICO	ERROR
ene-17	906	906	72	1		
feb-17	978	978	72	1	978	0
mar-17	1.072	1.059	73	1	1.050	22
abr-17	916	1.045	64	1	1.132	-216
may-17	917	1.033	57	1	1.121	-204
jun-17	912	1.015	49	1	981	-69
jul-17	989	1.077	50	1	971	18
ago-17	703	985	36	1	1.014	-311
sep-17	936	1.029	37	1	936	0
oct-17	725	956	26	1	800	-75
nov-17	990	1.116	39	1	895	95
dic-17	746	1.021	26	1	875	-129
ene-18	916	1.112	32	1	933	-17
feb-18	820	1.055	23	1	842	-22

Tabla 63.

Parámetros para pronóstico de Modelo WINTERS de la presentación Vainilla

DESCRIPCIÓN	PONDERACIÓN
Alfa	0,40
Beta	0,10
Gama	0,80
Periodo	2

Señalando que la demanda de esta presentación posee una distribución regular, se decide por $\alpha=0,40$, con el objetivo de dar igual importancia al histórico en general. Por lo tanto, se emplea $\beta=0,10$ ya que la tendencia es sutilmente creciente. Mientras que $\gamma=0,80$ debido a que se observa una pequeña desviación de los datos en cada 2 periodos.

4.3. Análisis de Resultados de Pronósticos de Demanda

El desempeño de los pronósticos de cada presentación se evaluará mediante los siguientes indicadores:

- CFE: Suma Acumulada de errores
- MAD: Desviación absoluta media
- MPE: Error medio porcentual
- MAPE: Error medio porcentual absoluto

Además, se ha especificado dos parámetros adicionales para desarrollar las proyecciones que consisten en:

- P: se refiere a la periodicidad de la demanda, la cual se toma en cuenta al determinar su estacionalidad.
- H: es el horizonte a pronosticar.

De esta manera, se podrá identificar el modelo de pronóstico óptimo para cada presentación, el mismo que se encuentra identificado de color rojo en las tablas comparativas que se muestran a continuación:

Tabla 64.

Cuadro comparativo de modelos de pronósticos para la presentación Canela

CUADRO COMPARATIVO DE MODELOS PARA PRESENTACIÓN CANELA						
	MODELO PROMEDIO MÓVIL SIMPLE	MODELO PROMEDIO MÓVIL PONDERADO	MODELO SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL SIMPLE	REGRESIÓN LINEAL	MODELO HOLT	MODELO WINTERS
Alfa		3	0,90		0,85	0,73
Beta		2			0,45	0,93
Gama		1				0,10
H	3	3			1	3
CFE	-852	182	164	0	-592	-135
MAD	492	189	200	155	231	222
MPE	-6,31%	-3,35%	-3,33%	-4,68%	-7,26%	-3,55%
MAPE	48,77%	21,13%	22,19%	17,64%	24,12%	23,27%

Tabla 65.

Cuadro comparativo de modelos de pronósticos para la presentación Chocolate

CUADRO COMPARATIVO DE MODELOS PARA PRESENTACIÓN CHOCOLATE							
	MODELO ACTUAL	MODELO PROMEDIO MOVIL SIMPLE	MODELO PROMEDIO MOVIL PONDERADO	MODELO SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL SIMPLE	REGRESIÓN LINEAL	MODELO HOLT	MODELO WINTERS
Alfa			3	0,1		0,24	0,13
Beta			2			0,24	0,21
Gama			1				0,90
P							2
H		3	3			1	1
CFE	-1212	125	158	-433	0	1687	1481
MAD	380	277	281	200	184	213	132
MPE	-5,46	-4,77%	-4,75%	-6,95%	-3,82%	7,80%	7,19%
MAPE	35,80%	25,35%	25,75%	18,96%	17,22%	17,43%	10,33%

Tabla 66.

Cuadro comparativo de modelos de pronósticos para la presentación Maracuyá

CUADRO COMPARATIVO DE MODELOS PARA PRESENTACIÓN MARACUYÁ							
	MODELO ACTUAL	MODELO PROMEDIO MÓVIL SIMPLE	MODELO PROMEDIO MÓVIL PONDERADO	MODELO SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL SIMPLE	REGRESIÓN LINEAL	MODELO HOLT	MODELO WINTERS
Alfa			3	0,65		0,82	0,81
Beta			2			0,29	0,29
Gama			1				0,10
P							2
H		3	3			1	1
CFE	269	-4	-2	-21	0	69	71
MAD	31	7	7	7	6	10	10
MPE	77,00%	-12,06%	-10,70%	-19,02%	-10,08%	22,57%	23,04%
MAPE	94,43%	32,91%	31,53%	35,69%	28,35%	46,94%	47,15%

Tabla 67.

Cuadro comparativo de modelos pronósticos para la presentación Vainilla

CUADRO COMPARATIVO DE MODELOS PARA PRESENTACIÓN VAINILLA							
	MODELO ACTUAL	MODELO PROMEDIO MÓVIL SIMPLE	MODELO PROMEDIO MÓVIL PONDERADO	MODELO SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL SIMPLE	REGRESIÓN LINEAL	MODELO HOLT	MODELO WINTERS
Alfa			3	0,10		0,50	0,40
Beta			2			0,50	0,10
Gama			1				0,80
P							2
H		3	3			1	1
CFE	-1738	-347	310	-232	0	-278	-908
MAD	438	111	113	81	74	123	91
MPE	-15,84%	-5,15%	-4,81%	-3,39%	-1,19%	-3,74%	-8,95%
MAPE	48,90%	13,44%	13,65%	9,75%	8,65%	14,25%	11,04%

Una vez realizada la comparación respectiva de los indicadores para cada modelo de pronóstico, se presenta las siguientes tablas, donde se detalla el modelo óptimo para cada sabor, considerando las ventajas que se le atribuye:

Tabla 68.

Síntesis de selección de Modelo de Pronóstico para presentación Canela

PRESENTACIÓN CANELA		
MODELO DE PRONÓSTICO		REGRESIÓN LINEAL
INDICADOR		OBSERVACIÓN
CFE	0	Durante el periodo se generó una ruptura de stock promedio de 155 unidades, considerando que el proceso de pronóstico se encuentra en la media optimista
MAD	155	
MPE	-4,68%	
MAPE	17,64%	

Tabla 69.

Síntesis de selección de Modelo de Pronóstico para presentación Chocolate

PRESENTACIÓN CHOCOLATE		
MODELO DE PRONÓSTICO		WINTERS
INDICADORES		OBSERVACIÓN
CFE	1.481	Durante el periodo se generó una acumulación de inventario promedio de 132 unidades, considerando que el proceso de pronóstico se encuentra en la media pesimista.
MAD	132	
MPE	7,19%	
MAPE	11,33%	

Tabla 70.

Síntesis de selección de Modelo de Pronóstico para presentación Maracuyá

PRESENTACIÓN MARACUYÁ		
MODELO DE PRONÓSTICO		REGRESIÓN LINEAL
INDICADORES		OBSERVACIÓN
CFE	0	Durante el periodo se generó una ruptura de stock promedio de 6 unidades, considerando que el proceso de pronóstico se encuentra en la media optimista
MAD	6	
MPE	-10,98%	
MAPE	28,35%	

Tabla 71.

Síntesis de selección de Modelo de Pronóstico para presentación Vainilla

PRESENTACIÓN VAINILLA		
MODELO DE PRONÓSTICO		REGRESIÓN LINEAL
INDICADORES		OBSERVACIÓN
CFE	0	Durante el periodo se generó una ruptura de stock promedio de 74 unidades, considerando que el proceso de pronóstico se encuentra en la media optimista
MAD	74	
MPE	-1,19%	
MAPE	8,65%	

4.4. Diseño del Programa Maestro de Producción

Un sistema de planificación a corto plazo detalla la cantidad a fabricar del producto y los elementos que este implica (Sánchez & Masriera, 2013, p. 125). Por lo tanto, para su despliegue se requiere de información de entrada como la que se presenta a continuación, donde se relaciona el inventario inicial de bodega, con el pedido real y las unidades proyectadas de cierto producto durante un periodo específico.

En la siguiente Tabla, se expone la demanda y los pronósticos desarrollados para cada presentación, desde Enero de 2017 hasta Febrero del siguiente año, con el objetivo de realizar una simulación de la planificación, y posteriormente una evaluación de la precisión de los modelos para los meses de Enero y Febrero de 2018.

Tabla 72.

Cuadro de Demanda Real y Pronóstico por presentación

DEMANDA REAL Y PRONÓSTICO								
PERIODO	CANELA		CHOCOLATE		MARACUYÁ		VAINILLA	
	DEM.	PRON.	DEM.	PRON.	DEM.	PRON.	DEM.	PRON.
ENE - 17	762	981	1.170	1.170	30	20	906	972
FEB - 17	1.163	982	1.092	1.092	12	20	978	960
MAR - 17	1.154	984	1.100	1.014	18	20	1.072	948

ABR - 17	941	986	850	950	15	20	916	936
MAY - 17	1.123	987	910	915	23	20	917	924
JUN - 17	1.032	989	1.556	722	15	20	912	912
JUL - 17	871	991	797	860	24	20	989	901
AGO - 17	1.015	992	1.304	1.296	16	20	703	889
SEP - 17	1.143	994	963	765	16	20	936	877
OCT - 17	686	995	1.343	1.120	39	20	725	865
NOV - 17	608	997	942	947	24	20	990	853
DIC - 17	1.018	999	1.173	1.183	16	20	746	841
TOTAL	11.516	11.877	13.200	12.034	248	240	10.790	10.982
ENE - 18	1.012	1.000	891	895	16	20	916	830
FEB - 18	1.351	1.002	1.358	1.039	16	20	820	818
TOTAL	2.363	2.002	2.249	1.934	32	40	1.736	1.648

Con respecto al cuadro anterior, se observa el total de unidades solicitadas y proyectadas para cada mes. Sin embargo, para el desarrollo del Programa Maestro se precisa que estos datos se encuentren segmentados por periodos más cortos.

Por lo que se procede a realizar un análisis de la periodicidad de los pedidos durante cada semana, ya que no persiguen un patrón constante. Es importante considerar que el análisis se realiza en base a la demanda de periodos anteriores, para constatar la proporción con que se llevan a cabo los pedidos durante ambos meses.

Este hecho se evidencia en la Tabla 73, donde se muestran los pedidos realizados por semana de dichos meses, y el porcentaje de frecuencia correspondiente.

Tabla 73.

Despliegue de Pedidos por semana

PEDIDO POR SEMANAS					
DETALLE	CANELA	CHOCOLATE	MARACUYÁ	VAINILLA	PERIODICIDAD
SEMANA 1	264	264	12	264	40%
SEMANA 2	4	147	4	148	15%
SEMANA 3	384	144	0	144	17%

SEMANA 4	360	336	0	360	28%
ENERO	1.012	891	16	916	100%
SEMANA 1	246	537	10	8	30%
SEMANA 2	120	288	0	384	19%
SEMANA 3	624	164	0	44	16%
SEMANA 4	361	369	6	384	35%
FEBRERO	1.351	1.358	16	820	100%

Se observa que la primera y cuarta semana poseen porcentajes más altos en comparación a las demás. Esto se debe a que los clientes tienden a realizar pedidos a inicio del mes; mientras que la empresa, como una medida para abastecer la bodega de producto terminado, previene mayor producción para la última semana.

De igual forma, se realiza un fraccionamiento del pronóstico determinado para los dos periodos, tomando en cuenta la proporción de los pedidos durante cada semana.

Tabla 74.

Despliegue de Pronóstico por semanas

PRONÓSTICO POR SEMANAS - FEBRERO 2018					
DETALLE	CANELA	CHOCOLATE	MARACUYÁ	VAINILLA	PERIODICIDAD
SEMANA 1	261	265	15	239	40%
SEMANA 2	4	148	5	134	15%
SEMANA 3	379	145	0	130	17%
SEMANA 4	356	338	0	326	28%
ENERO	1.000	895	20	830	100%
SEMANA 1	182	411	13	8	30%
SEMANA 2	89	220	0	383	19%
SEMANA 3	463	125	0	44	16%
SEMANA 4	268	282	7	383	35%
FEBRERO	1.002	1.039	20	818	100%

Con respecto al inventario, se emplea el histórico del área de Producción, en el que se realiza un control semanal de la bodega de producto terminado. Por lo tanto, para el periodo a analizar se considerará como inventario inicial para el mes de Enero, al que se posee en bodega durante la última semana del mes anterior (Tabla 75).

Tabla 75.

Inventario Inicial para el mes de Enero 2018

ENERO 2018				
DETALLE	CANELA	CHOCOLATE	MARACUYÁ	VAINILLA
INVENTARIO INICIAL	504	912	48	360

Además de la información presentada anteriormente, es imprescindible el establecimiento de políticas de gestión de inventarios, que contribuyen con la optimización de costos relacionados con el mantenimiento de producto terminado en bodega.

4.4.1. Cantidad Económica a Ordenar

Considerando que el principal problema de la empresa radica en la acumulación de inventario, se procede a determinar la cantidad óptima de unidades a ordenar para producir, evitando que se generen faltantes en los pedidos futuros.

De esta manera, se emplea la demanda pronosticada para el año 2017, mientras que los costos tanto de preparar y mantener, se especifican por la empresa como se muestra en la siguiente Tabla. Para calcular EOQ se utilizan la Ecuación 22 detallada en el Capítulo II, inciso 2.2.2.

Tabla 76.

Cálculo de la Cantidad Económica a Ordenar

CANTIDAD ECONÓMICA A ORDENAR				
DETALLE	DEMANDA ANUAL (UNIDADES)	COSTO PREPARAR (DÓLARES)	COSTO MANTENER (DÓLARES)	EOQ (UNIDADES)
CANELA	11.877	\$ 6,90	\$ 0,48	583
CHOCOLATE	12.034	\$ 6,90	\$ 0,54	552
MARACUYÁ	240	\$ 6,90	\$ 0,47	84
VAINILLA	10.982	\$ 6,90	\$ 0,48	561

4.4.3. Inventario de Seguridad

El cálculo del inventario de seguridad requiere de dos datos de entrada; la variabilidad de la demanda mostrada en el tiempo de entrega del producto y el nivel de servicio que se pretende ofrecer al cliente. Este último, depende de varios factores como el tipo de cliente, el volumen y la rotación de los pedidos, el desempeño logístico y concesiones de los requerimientos, entre otros.

Por lo que se decide categorizar los clientes, con el objetivo de brindar un servicio óptimo a quienes representan mayor prioridad para la empresa, considerando que su cartera de clientes comprende entre grandes corporaciones como personas naturales que adquieren el producto “Snack de Quinoa” en la presentación 200 gramos.

Se toman en cuenta los siguientes criterios para realizar el análisis:

1. Cantidad de pedidos por cliente
2. Volumen de pedidos por cliente

De esta manera, se determina que el 80% del total de pedidos realizados durante el periodo Enero 2017- Marzo 2018, se atribuyen a 5 principales clientes, los cuales se encuentra especificados en la Tabla 77. Mientras que la demás información referente a los pedidos realizados por cada cliente se detalla en Anexo 18.

Tabla 77.

Detalle de Pedidos realizados anualmente por Cliente

CÓDIGO	CLIENTE	PEDIDOS
CO-GO	Corporación GERARDO ORTIZ	55
CO-FA	Corporación FAVORITA	52
PN-EP	Edmundo Steven Prieto Triviño	9
CR-SF	Club Rancho "SAN FRANCISCO"	8
CC-FM	Comercializadora FASTMARKET Cía., Ltda.	7

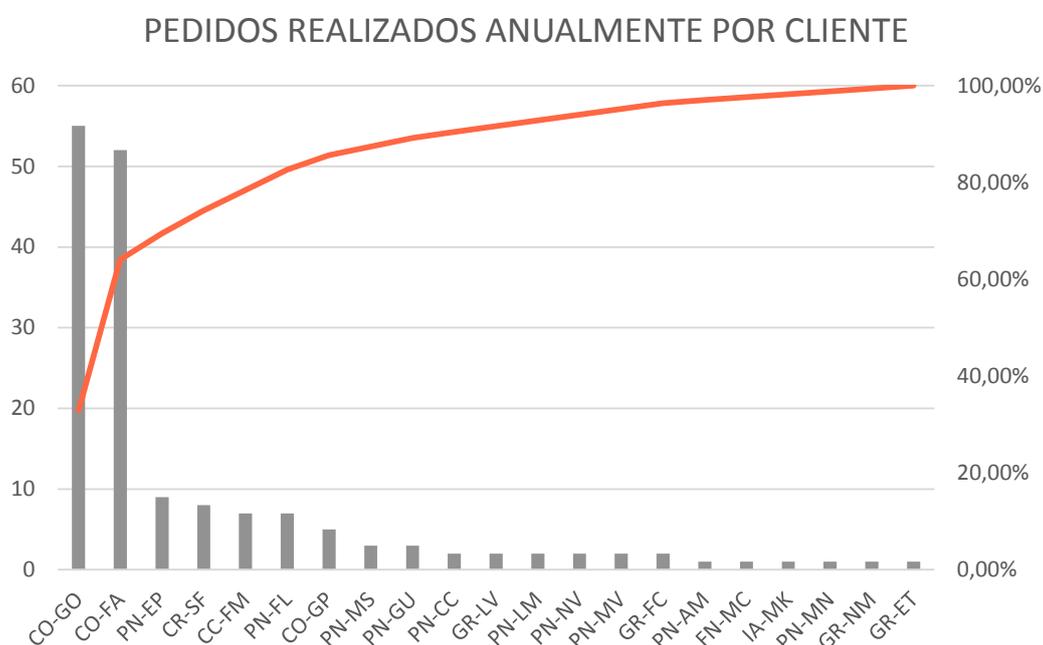


Figura 20. Segmentación de clientes en base a pedidos realizados

Con respecto al volumen de pedidos efectuados por cliente, se identificó a 2 consumidores que demandan el 80% del total de unidades solicitadas (Tabla 78), considerando que la Tabla completa se muestra en el Anexo 19.

Sin embargo, para efectuar este análisis, se excluyó a Corporación FAVORITA debido a la alta proporción que representa el volumen de sus pedidos (37.752 unidades), en comparación con los demás, y, por consiguiente, dificulta el desarrollo de la segmentación. La información referente a este hecho se

observa en el Anexo 20, el cual muestra que el cliente antes mencionado, supera el 80% del total de unidades.

Tabla 78.

Detalle del Volumen de Pedidos realizados anualmente por Cliente

CÓDIGO	CLIENTE	VOLUMEN
CO-GO	Corporación GERARDO ORTIZ	3.193
PN-EP	Edmundo Steven Prieto Triviño	528

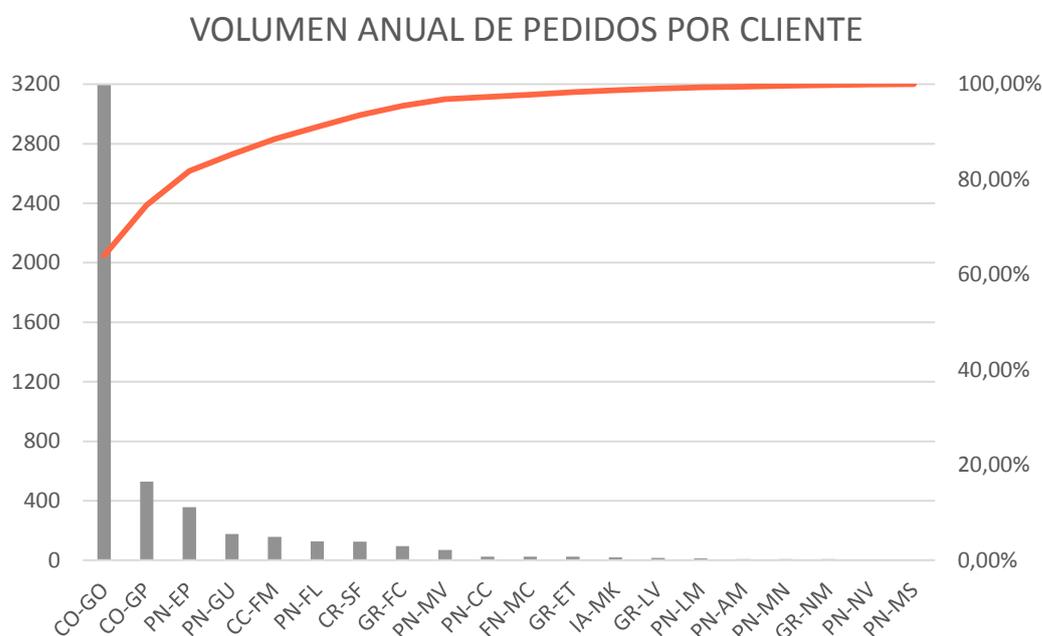


Figura 21. Segmentación de clientes en base al volumen de sus pedidos

Tomando en cuenta la participación de Corporación FAVORITA en las ventas del producto “Snack de Quinoa”, se designa a este como Cliente “AAA”. Mientras que los clientes que cumplen al menos uno de los criterios, pertenecen al grupo de Clientes “AA”. Finalmente, quienes se encuentran fuera del 80% de ambos factores, se agrupan como Cliente “A”.

De conformidad con la Figura 22, se puede resumir que de los 21 clientes que posee “Empresa de Cereales”, únicamente 1 forma parte del Segmento “AAA”.

Mientras que 5 son asignados al Segmento "AA" y 15 al Segmento "A". La información correspondiente al análisis de segmentación de la cartera de clientes se encuentra detalla en la Tabla 79.

SEGMENTACIÓN DE CARTERA DE CLIENTES

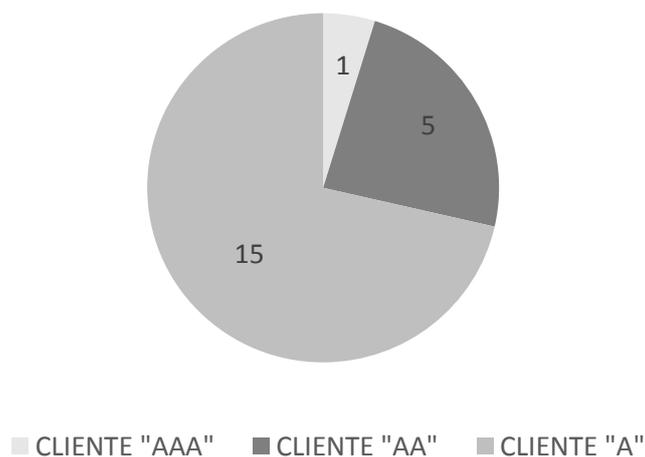


Figura 22. Segmentación de Cartera de Clientes

Tabla 79.

Segmentación por Tipo de Cliente

CÓDIGO	CLIENTE	TIPO	PORCENTAJE
CO-FA	Corporación FAVORITA	AAA	4,76%
CO-GO	Corporación GERARDO ORTIZ	AA	23,81%
PN-EP	Edmundo Steven Prieto Triviño	AA	
CR-SF	Club Rancho San Francisco	AA	
CC-FM	Comercializadora Fastmarket Cía. Ltda.	AA	
CO-GP	Farmacias y Comisariatos de Medicinas	AA	
PN-FL	Franci Larrea Erraez	A	71,43%
PN-MS	Marlon Omar Soto Rodríguez	A	
PN-GU	Giovanna Ubidia	A	
PN-CC	Camila Carrión	A	
GR-LV	Llaqta Viva	A	
PN-LM	Luis Moreta	A	
PN-NV	Nancy Vega	A	
PN-MV	María Dolores Valdivieso Gaete	A	
GR-FC	Grupo FEPP CAMARI	A	

PN-LM	Ana María Maldonado Dávalos	A	
PN-AM	Fundación MAQUITA CUSUNCHIC	A	
PN-MN	Industrial Alimenticia Mikhuna S.A.	A	
GR-NM	María Alejandra Naranjo	A	
PN-NV	Neuromind Ecuador Cía. Ltda.	A	
PN-MS	Ethniessence	A	

De esta manera, se asigna un Nivel de Servicio específico para cada Tipo de Cliente mediante los siguientes parámetros.

Tabla 80.

Matriz de Asignación de Nivel de Servicio

DETALLE	CLIENTE “AAA”	CLIENTE “AA”	CLIENTES “A”
CLASE 1	k = 99%	k = 99%	k = 99%
CLASE 2	k = 99%	k = 92%	k = 92%
CLASE 3	k = 99%	k = 92%	k = 85%

Donde, el criterio de clase se fundamenta en la importancia que se otorga al producto si existe carencia. Por lo tanto;

- **Clase 1:** se refiere a los productos que no deben faltar en inventario, con carencia baja o nula.
- **Clase 2:** consiste en los productos que pueden ser sustituidos por otros similares, en el caso de que falten, con carencia baja o intermedia.
- **Clase 3:** son aquellos productos que no afectan la entrega del pedido, si faltan, con carencia intermedia o alta (Pérez, 2010, pp. 43–48).

A continuación, se muestra el cálculo del Stock de Seguridad para cada presentación, teniendo en cuenta el nivel de servicio asignado para cada tipo de cliente y la desviación estándar de la demanda pronosticada para el mes de Febrero. Este último aspecto emplea la Ecuación 23, la cual depende del tiempo de entrega de cada producto, considerado como 5 días.

Tabla 81.

Inventario de Seguridad para presentación Canela

DETALLE	K	σ_{LT} (UNIDADES)	INVENTARIO SEGURIDAD (UNIDADES)
CLIENTE "AAA"	99%	71	166
CLIENTE "AA"	92%	71	100
CLIENTE "A"	85%	71	74

Tabla 82.

Inventario de Seguridad para presentación Chocolate

DETALLE	K	σ_{LT} (UNIDADES)	INVENTARIO SEGURIDAD (UNIDADES)
CLIENTE "AAA"	99%	54	125
CLIENTE "AA"	92%	54	75
CLIENTE "A"	85%	54	56

Tabla 83.

Inventario de Seguridad para presentación Maracuyá

DETALLE	K	σ_{LT} (UNIDADES)	INVENTARIO SEGURIDAD (UNIDADES)
CLIENTE "AAA"	99%	3	7
CLIENTE "AA"	92%	3	4
CLIENTE "A"	85%	3	3

Tabla 84.

Inventario de Seguridad para presentación Vainilla

DETALLE	K	σ_{LT} (UNIDADES)	INVENTARIO SEGURIDAD (UNIDADES)
CLIENTE "AAA"	99%	92	215
CLIENTE "AA"	92%	92	130
CLIENTE "A"	85%	92	96

4.4.4. Punto de Reorden

Una vez conocida la cantidad de unidades óptimas a ordenar y las que se deben conservar en bodega para satisfacer pedidos de imprevisto, es preciso determinar el nivel de inventario crítico en el que se debe realizar el pedido para reabastecer la bodega. En las siguientes Tablas, se presentan los datos necesarios para determinar ROP, a través de la Ecuación 24 del Capítulo II, inciso 2.3.4; mencionando que el consumo diario se obtiene mediante la demanda mensual pronosticada de cada presentación y el total de días laborables igual a 20 días.

Tabla 85.

Punto de Reorden para presentación Canela

DETALLE	DEMANDA DIARIA (UNIDADES)	TIEMPO DE ENTREGA (DIAS)	INVENTARIO SEGURIDAD (UNIDADES)	ROP (UNIDADES)
CLIENTE "AAA"	50	5	166	416
CLIENTE "AA"	50	5	100	351
CLIENTE "A"	50	5	74	324

Tabla 86.

Punto de Reorden para presentación Chocolate

DETALLE	DEMANDA DIARIA (UNIDADES)	TIEMPO DE ENTREGA (DIAS)	INVENTARIO SEGURIDAD (UNIDADES)	ROP (UNIDADES)
CLIENTE "AAA"	52	5	125	384
CLIENTE "AA"	52	5	75	335
CLIENTE "A"	52	5	56	315

Tabla 87.

Punto de Reorden para presentación Maracuyá

DETALLE	DEMANDA DIARIA (UNIDADES)	TIEMPO DE ENTREGA (DIAS)	INVENTARIO SEGURIDAD (UNIDADES)	ROP (UNIDADES)
CLIENTE "AAA"	1	5	7	12
CLIENTE "AA"	1	5	4	9
CLIENTE "A"	1	5	3	8

Tabla 88.

Punto de Reorden para presentación Vainilla

DETALLE	DEMANDA DIARIA (UNIDADES)	TIEMPO DE ENTREGA (DIAS)	INVENTARIO SEGURIDAD (UNIDADES)	ROP (UNIDADES)
CLIENTE "AAA"	41	5	215	419
CLIENTE "AA"	41	5	130	334
CLIENTE "A"	41	5	96	300

Para mayor comprensión de los resultados, la Figura 23 muestra el desempeño del Sistema de Control de Inventario para el producto "Snack de Quinua" en 200 gramos de sabor Canela.

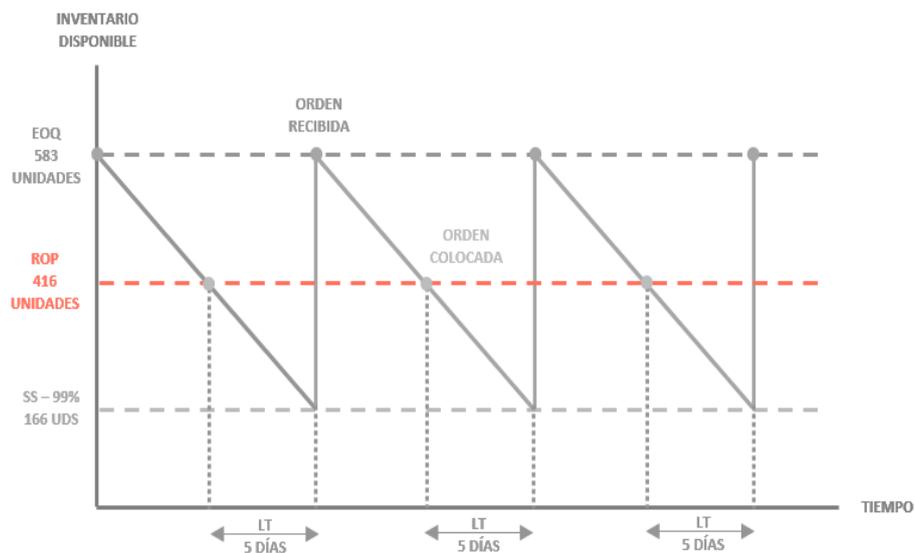


Figura 23. Sistema de Control de Inventario para la presentación Canela

En la gráfica, se observa al inventario disponible representado por la línea con pendiente hacia abajo, el cual es consumido a lo largo del tiempo. Cuando el inventario alcance ROP (416 unidades) será necesario emitir un nuevo pedido de EOQ (583 unidades), mismo que al Área de producción le tomará un periodo LT (5 días) para su entrega, aumentando el nivel de inventario nuevamente a EOQ y repitiendo el ciclo. En el caso de que no se pueda satisfacer la orden durante este tiempo, las unidades conservadas en el stock

de seguridad con un nivel de servicio de 99% (166 unidades) se encontrarán disponibles.

De esta manera, se procede a desarrollar el Programa Maestro para cada presentación, mismo que se muestra en las siguientes tablas. Indicando que, para mejor comprensión de los resultados, se describe a detalle la información desplegada en la tabla del sabor Canela.

Tabla 89.

Diseño del Programa Maestro de Producción para presentación Canela

PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN PRESENTACIÓN CANELA								
TAMAÑO DE LOTE	583	PUNTO REORDEN		416	INV. SEGURIDAD		166	
PERIODO	ENERO				FEBRERO			
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4
INVENTARIO INICIAL	504	823	819	435	658	995	875	834
PRONÓSTICO	261	4	379	356	182	89	463	268
PEDIDO	264	4	384	360	246	120	624	361
PROGRAMA MAESTRO	583	0	0	583	583	0	583	0
INVENTARIO FINAL	823	819	435	658	995	875	834	473
DISPONIBLE A PROMETER	435	0	0	658	875	0	473	0

Se observan los siguientes parámetros:

Inventario Inicial: únicamente para la Semana 1 se asigna como inventario inicial a las unidades establecidas en la última semana del mes de Diciembre de 2017. Sin embargo, para los periodos siguientes se establece como las unidades resultantes en el inventario final de la semana anterior.

Pronóstico: consiste en las unidades obtenidas a través de los modelos de pronóstico para los meses de Enero y Febrero de 2018, las mismas que se encuentran divididas por semanas de acuerdo a la proporción de los pedidos.

Pedido: representa la cantidad comprometida con los clientes para cada semana durante ambos periodos.

Programa Maestro: se refiere a las unidades que se deben producir para satisfacer ya sea el pronóstico o el pedido del cliente. Indicando que, si el inventario inicial es mayor a cualquiera de estos dos parámetros, se considera con un valor de cero, ya que no es necesario generar una orden de producción puesto que se encuentran unidades disponibles en bodega. Caso contrario, se realiza el cálculo de las unidades faltantes en inventario para realizar la programación (ver Capítulo II, Ecuación 25).

Inventario Final: constituye las unidades que resultan excedentes del programa maestro, señalando que dicha planificación toma en cuenta el valor máximo del pronóstico o del pedido. De esta manera, si la proyección es mayor, se producen unidades en exceso para acumular en inventario y poder satisfacer la demanda de las siguientes semanas. Mientras que, si el pedido es mayor, se cumple con el mismo (Capítulo II, Ecuación 26). Considerando que el tamaño de lote óptimo para mantener en bodega son 715 unidades para esta presentación, dentro de las cuales se toma en cuenta la cantidad a conservar como inventario de seguridad (166 unidades).

Disponible a Prometer: describe la capacidad disponible a ofertar, teniendo en cuenta los pedidos comprometidos a futuro que no desarrollan el Plan Maestro. Además, se diferencia del inventario final, ya que este último prevé los pedidos de periodos anteriores o es afectado por el pronóstico, el cual no implica una demanda real (Capítulo II, Ecuación 27).

Tabla 90.

Diseño del Programa Maestro de Producción para presentación Chocolate

PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN PRESENTACIÓN CHOCOLATE								
TAMAÑO DE LOTE	552	PUNTO REORDEN	384	INV. SEGURIDAD	125			
PERIODO	ENERO				FEBRERO			
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4
INVENTARIO INICIAL	912	647	499	906	568	583	847	683
PRONÓSTICO	265	148	145	338	411	220	125	282

PEDIDO	264	147	144	336	537	228	164	369
PROGRAMA MAESTRO	0	0	552	0	552	552	0	552
INVENTARIO FINAL	647	499	906	568	583	847	683	866
DISPONIBLE A PROMETER	21	0	571	0	583	683	0	866

Tabla 91.

Diseño del Programa Maestro de Producción para presentación Maracuyá

PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN PRESENTACIÓN MARACUYÁ									
TAMAÑO DE LOTE	84	PUNTO REORDEN			12	INV. SEGURIDAD			7
PERIODO	ENERO				FEBRERO				
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	
INVENTARIO INICIAL	48	33	28	28	28	15	15	15	
PRONÓSTICO	15	5	0	0	13	0	0	7	
PEDIDO	12	4	0	0	10	0	0	6	
PROGRAMA MAESTRO	0	0	0	0	0	0	0	84	
INVENTARIO FINAL	33	28	28	28	15	15	15	92	
DISPONIBLE A PROMETER	16	0	0	0	0	0	0	93	

Tabla 92.

Diseño del Programa Maestro de Producción para presentación Vainilla

PROGRAMA MAESTRO DE PRODUCCIÓN PRESENTACIÓN VAINILLA									
TAMAÑO DE LOTE	561	PUNTO REORDEN			419	INV. SEGURIDAD			215
PERIODO	ENERO				FEBRERO				
SEMANA	1	2	3	4	1	2	3	4	
INVENTARIO INICIAL	360	657	509	926	566	558	735	691	
PRONÓSTICO	239	134	130	326	8	383	44	383	
PEDIDO	264	148	144	360	8	384	44	384	
PROGRAMA MAESTRO	561	0	561	0	0	561	0	561	
INVENTARIO FINAL	657	509	926	566	558	735	691	868	
DISPONIBLE A PROMETER	509	0	558	0	0	691	0	868	

5. CAPÍTULO V. ANÁLISIS DE RESULTADOS PROYECTADOS

Los resultados obtenidos en el presente trabajo de titulación se dividen en cuatro ejes principales, los cuales se despliegan a continuación.

5.1. Desarrollo organizacional

El Sistema de planificación y control de la producción se emplea como una herramienta de comunicación entre las Áreas de Compras, Producción y Ventas, mejorando su interacción y favoreciendo a la coordinación efectiva de actividades como adquisición de materia prima, recepción y entrega de pedidos de clientes, programación de órdenes de producción y control de inventarios, entre otras operaciones relacionadas.

Además, permite que la planificación de producción pueda llevarse a cabo a un ritmo constante y flexible, en el caso de que existan imprevistos que provoquen un aumento o disminución en la demanda del producto. Igualmente, contribuye al registro continuo de las necesidades de producción y la trazabilidad de las operaciones que facilita la determinación de indicadores de evaluación de desempeño. Por otro lado, influye en el crecimiento productivo que resulta de la expansión de oportunidades en la adjudicación de nuevos contratos.

5.2. Control de Producción e Inventarios

Se han especificado ciertas políticas de inventarios con el propósito de contribuir con una planificación de producción más estable que disminuya tiempos ociosos y tareas no asignadas. De esta manera, se presenta información relevante sobre las unidades óptimas que permiten equilibrar los costos de preparar la capacidad instalada y mantener producto en inventario, las mismas que se emplean para ejecutar la producción en base a un tamaño de lote ideal.

Asimismo, el punto de reorden y el inventario de seguridad establecen un nivel crítico para emitir las órdenes de elaboración del producto sin provocar desabastecimiento en la bodega y mantener un control continuo de la misma.

5.3. Aumento del nivel de servicio

El stock de seguridad se define en base a la segmentación de clientes realizada en este trabajado de titulación, donde se concluye que la empresa posee tres tipos de clientes, a quienes debe ofrecer un diferente nivel de servicio para aumentar el tiempo de respuesta y evitar el incumplimiento de sus pedidos. De esta manera, asegura la disponibilidad del producto sin repercutir en la calidad del mismo e incurrir en acumulación de inventario. Señalando que el Área de Producción, como una medida para satisfacer los pedidos, mantiene en bodega 720 unidades de las presentaciones que muestran mayor rotación, las cuales son Canela, Chocolate y Vainilla, mientras que para el sabor Maracuyá se reservan 48 unidades; mismas que se estiman en exceso con respecto a las que se determinan en la propuesta. A continuación, se expone una tabla comparativa de lo antes mencionado.

Tabla 93.

Análisis comparativo de Inventario de Seguridad

INVENTARIO DE SEGURIDAD					
DESCRIPCIÓN	MODELO ORIGINAL		MODELO PROPUESTO		INDICADOR DE MEJORA (PORCENTAJE)
	CANTIDAD (UNIDADES)	CANTIDAD (DÓLARES)	CANTIDAD (UNIDADES)	CANTIDAD (DÓLARES)	
CANELA	720	\$ 2.311,20	166	\$ 532,86	76,94%
CHOCOLATE	720	\$ 2.613,60	125	\$ 435,75	82,64%
MARACUYÁ	48	\$ 150,24	7	\$ 21,91	85,42%
VAINILLA	720	\$ 2.311,20	215	\$ 690,15	70,14%
TOTAL	2.208	\$ 7.386,24	513	\$ 1.698,67	78,78%

5.4. Reducción de Costos de Inventario

El análisis de error realizado para los Modelos de Pronóstico propuestos en el capítulo anterior, hace posible cuantificar los costos generados por acumulación y ruptura de stock correspondientes a cada producto, durante el periodo de Enero de 2017 a Febrero de 2018. Considerando que se observa una importante reducción de dichos costos, en contraste con los resultados obtenidos en el modelo de pronóstico original (Tabla 17).

Tabla 94.

Análisis Económico de los Modelos de Pronóstico propuestos

ANÁLISIS ECONÓMICO DE CONTROL DE INVENTARIO					
DESCRIPCIÓN	RUPTURA DE STOCK		ACUMULACIÓN DE STOCK		
	CANTIDAD (UNIDADES)	CANTIDAD (DÓLARES)	CANTIDAD (UNIDADES)	CANTIDAD (DÓLARES)	COSTO DE ACUMULACIÓN (DÓLARES)
CANELA	155	\$ 497,55	-	-	-
CHOCOLATE	-	-	132	\$ 479,16	\$ 103,29
MARACUYÁ	6	\$ 18,78	-	-	-
VAINILLA	74	\$ 237,54	-	-	-
TOTAL MENSUAL	235	\$ 753,87	132	\$ 479,16	\$ 103,29
TOTAL ANUAL	3.290	\$ 10.554,18	1.848	\$ 6.708,24	\$ 1.446,06
TOTAL ANUAL	\$ 18.708,48				

Adicionalmente, los costos de inventario obtenidos de la propuesta representarían el 5% de las ventas totales de la empresa. Por lo que se procede a valorar el impacto que posee el Sistema de Planificación desarrollado en el presente proyecto con respecto al que maneja la empresa actualmente.

Tabla 95.

Síntesis del impacto económico

ANÁLISIS ECONÓMICO DE CONTROL DE INVENTARIO					
DESCRIPCIÓN	MODELO ORIGINAL		MODELO PROPUESTO		INDICADOR DE MEJORA (PORCENTAJE)
	CANTIDAD (UNIDADES)	CANTIDAD (DÓLARES)	CANTIDAD (UNIDADES)	CANTIDAD (DÓLARES)	
RUPTURA DE STOCK	12.656	\$ 43.218,84	3.290	\$ 10.554,18	74,00%
ACUMULACIÓN DE STOCK	7.602	\$ 24.367,70	1.848	\$ 6.708,24	75,69%

De esta manera, se comprueba el beneficio económico que podría resultar de la aplicación de modelos de pronóstico ajustados a la demanda que maneja la empresa, permitiéndole anticipar las fluctuaciones del mercado sin repercusiones en la planificación de producción y el cumplimiento de pedidos. Además, proporciona un respaldo al Área Financiera para prever el flujo de efectivo en el transcurso de los años.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

6.1. Conclusiones

La segmentación de productos realizada en base a los criterios de volumen de ventas y costo de insumos, permite determinar cuáles son prioridad para la empresa ya que presentan mayor margen de utilidad. Considerando que de los 16 productos que posee; 7 representan la Categoría "A", 5 en la Categoría "B" y 4 para la Categoría "C". De esta manera, se puede enfocar acciones a los distintos grupos con el objetivo de incrementar su participación en el mercado nacional con miras al internacional.

Tras evaluar el sistema de planificación desarrollado por la empresa, se pudo establecer que posee gran porcentaje de error, influyendo en la exactitud de sus pronósticos de demanda y, por ende, en altos niveles de acumulación y ruptura de stock. De esta manera, se identificó que el principal problema de "Empresa de Cereales", radica en su gestión de inventario, la cual genera costos elevados que significan el 16% de las ventas totales de la misma.

Tomando en cuenta que la empresa realiza sus proyecciones de manera empírica, las cuales consisten en analizar la demanda del año anterior para plantearse la del periodo en curso; es decir, no se rigen bajo ningún sustento estadístico.

Igualmente, se identificaron dos causas raíz atribuibles a la problemática, que describen la manera con que se realiza la programación de producción y las dificultades que poseen las Áreas de Compras, Producción y Ventas entorno a la comunicación y la gestión de información.

Por lo tanto, se consideró el diseño de un sistema de planificación y control de la producción que se fundamenta en el análisis del comportamiento de la demanda ajustada a la empresa, donde se pudo concluir que las presentaciones Canela, Chocolate y Vainilla muestran un patrón estacional de

ventas. Mientras que el sabor Maracuyá persigue una demanda cíclica, que provoca variaciones poco predecibles a lo largo del tiempo.

Estos factores contribuyeron al desarrollo de seis diferentes modelos de predicción para cada tipo de producto, los cuales corresponden a la segmentación de métodos cuantitativos según Relaciones Causales y Análisis de Series de tiempo. Señalando que los resultados de los pronósticos fueron evaluados mediante Indicadores como la Desviación Absoluta Media y el Error Medio Porcentual Absoluto, que estiman su precisión con el objetivo de determinar el modelo óptimo.

El nivel de servicio se determina en función de la clasificación de la cartera de clientes, puesto que “Empresa de Cereales” maneja alianzas con grandes empresas como Corporación FAVORITA y GERARDO ORTIZ, las cuales exigen un alto grado de cumplimiento de los pedidos. Por lo que se han especificado tres grupos de clientes, Tipo “AAA” para quienes implica un nivel de servicio del 99% y al que pertenece solo un cliente. El Tipo “AA” con 92%, y corresponden 5 clientes; mientras que el Tipo “A” posee un 85% con 15 clientes. De esta manera, el Área de Producción se rige a un tiempo de respuesta para ejecutar sus operaciones y poder satisfacer los requisitos de cada cliente.

El cálculo de varios parámetros como la Cantidad Económica a Ordenar (EOQ), el stock de seguridad y el Punto de Reorden (ROP), contribuyen en el establecimiento de políticas de inventarios que, por ende, influyen en la producción. De modo que el desarrollo del Plan Maestro se fundamenta en un tamaño de lote a elaborar cuando existen unidades faltantes en bodega.

Los beneficios que se atribuyen a este proyecto se perciben a nivel estructural como productivo, donde se pretende aportar con una herramienta de Planificación que contribuya a la definición y asignación de objetivos; siendo la comunicación, la base para el desenvolvimiento de cada una de las funciones

que integra la empresa, y que, de manera intrínseca resulta en ventajas económicas tanto de crecimiento organizacional como de optimización de costos.

Aspecto que se comprueba mediante la disminución de los costos de acumulación y desabastecimiento de inventario en más de \$43.000, y que muestran un porcentaje de mejora del 74% con respecto a la situación inicial.

6.2. Recomendaciones

“Empresa de Cereales” se cimenta en una industria alimenticia en expansión, por lo que es preciso que decida implementar un sistema informático que establezca un canal de comunicación interdepartamental. De esta manera, la información se encuentra disponible para cada uno de los miembros, tomando en cuenta su veracidad ya que se emplea una sola base de datos. Estableciendo una solución al manejo de diversos documentos que contienen información valiosa para la empresa.

De igual manera, es beneficiosa la adquisición de un programa de software especializado en el desarrollo de modelos de pronóstico, con el objetivo de minimizar su error y alcanzar un nivel de respuesta óptimo para el cumplimiento de los pedidos.

Considerando que los modelos de pronóstico se basan en históricos de demanda, es recomendable contar con información certera. No obstante, cada departamento de la empresa maneja sus propios documentos, provocando que los datos de demanda varíen y se produzcan confusiones con respecto a la información real.

Se han comprobado los beneficios que resultan de la aplicación de modelos de pronóstico para la planificación de la producción, por lo que se debe analizar el porcentaje de error que estos poseen, con el propósito de realizar la

programación entorno a un margen de mínimo de unidades faltantes o excedentes.

Asimismo, los históricos reflejan pedidos que se encuentran comprometidos por solicitudes del Área de Marketing, las cuales se emplean para promocionar el producto en ferias y concursos. Por lo tanto, este departamento en conjunto con el de Producción, deberían realizar una planificación de las unidades estimadas a requerir y considerarlas en la programación. De esta forma, se evitaría complicaciones con respecto a incumplimiento de pedidos.

Por otro lado, la empresa ha depositado gran interés en la exportación de su producto, por lo que su proyección debería realizarse bajo pedido hasta que su comportamiento sea más constante.

REFERENCIAS

- ANMAT. (1997). Buenas prácticas aplicadas a los alimentos. Recuperado el 10 de agosto de 2018 de http://www.anmat.gov.ar/portafolio_educativo/pdf/cap4.pdf
- Axsäter, S. (2015). *Inventory Control* (Vol. 225). Springer, Cham. Recuperado el 12 de junio de 2018 de <https://doi.org/10.1007/978-3-319-15729-0>
- Bojanic, A. (2011). La quinua: cultivo milenario para contribuir a la seguridad alimentaria mundial. Recuperado el 10 de agosto de 2018 de [https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=320300query=la quinua](https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=320300query=la+quinua)
- Colín, J. G. (2014). *Contabilidad de Costos* (Cuarta Edi). McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.de C.V. Recuperado el 11 de junio de 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/reader.action?docID=3215216&query=costos+de+inventario>
- Enríquez, C. (2017). La Unión Europea explica el acuerdo comercial a Pymes. El Comercio. Recuperado el 21 de enero de 2018 de <http://www.elcomercio.com/actualidad/unioneuropea-explicaacuerdocomercial-pymes.html>
- Hernández Barrueco, L. C. (2016). *Técnicas de planificación industrial y gestión de existencias*. Marge Books. Recuperado el 2 de abril de 2018 de [http://site.ebrary.com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/lib/laureatemhe/reader.action?docID=10758105](http://site.ebrary.com/bibliotecavirtual.udla.edu.ec/lib/laureatemhe/reader.action?docID=10758105)
- ISO. (2005). *Nuevo Estándar Mundial De Seguridad Alimentaria-Iso 22000. Normas ISO, Primera Ed, 10*. Recuperado el 10 de agosto de 2018 de <https://es.calameo.com/read/0050638144122dce2330b>
- Jacobs, F. R., & Chase, R. B. (2014). *Administración de operaciones, producción y cadena de suministros* (Décima ter). McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.de C.V. Recuperado el 4 de febrero de 2018 de <http://site.ebrary.com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/lib/laureatemhe/reader.action?docID=10758105>
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2013). *Administración de*

- Operaciones: procesos y cadena de suministro (Décima Edición). Pearson Educación de México, S.A. Recuperado el 4 de febrero de 2018 de <https://www-biblionline-pearson-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/Pages/BookRead.aspx>
- Lasio, V., Caicedo, G., Ordeñana, X., & Samaniego, A. (2016). Global Entrepreneurship Monitor Ecuador - 2016. Recuperado el 2 de abril de 2018 de <http://www.espae.espol.edu.ec/wpcontent/uploads/2017/06/ReporteGEM2016.pdf>
- Líderes, R. (2017). El cereal ecuatoriano crece con sello propio. Recuperado de 2018 de <http://www.revistalideres.ec/lideres/cereal-ecuatoriano-crece-sello-propio.html>
- Líderes, R. (2017). Líderes: Los granos andinos van recuperando terreno. Recuperado de 2018 de <http://www.revistalideres.ec/lideres/granos-andinos-recuperando-terreno-economia.html>
- Monteros, A. (2016). Rendimientos de Quinua en el Ecuador 2016. Dirección de Análisis y Procesamiento de la Información Coordinación General del Sistema de Información Nacional Ministerio de Agricultura, Ganadería, Acuacultura y Pesca, 2016, 11. Recuperado de <http://sinagap.agricultura.gob.ec/tipos-de-boletines>
- Moreno Castro, T. (2016). Emprendimiento y Plan de Negocio (Primera Edición). Ril Editores. Recuperado el 7 de mayo de 2018 de <https://ebookcentral-proquest-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/lib/udlasp/reader.action?docID=4675975&query=EMPRENDIMIENTO>
- Nahmias, S. (2014). Análisis de la producción y las operaciones (Sexta Edición). McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A. de C.V. Recuperado el 13 de mayo de 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3223567&query=Planeación+y+control+de+la+producción%3A+administración+de+la+cadena+de+suministro>
- Peralta, E. (2009). La Quinua en Ecuador «Estado del Arte», (1965), 1-23. Recuperado el 10 de agosto de 2018 de <http://repositorio.iniap.gob.ec/>

bitstream/41000/805/1/iniapsclgaq1.pdf

- Pérez, A. V. (2010). *Aprovisionamiento y Almacenaje en la venta* (Primera Ed). IC Editorial. Recuperado el 22 de julio de 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3211415&query=%22>
- Programa calidad de los alimentos Argentinos (Conal). (2007). *Mesada Amasadora*, 3-10. Recuperado el 10 de agosto de 2018 de http://www.conal.gob.ar/Notas/Recomenda/Boletin_POES.PDF
- Render, B., & Haizer, J. (2014). *Principios de Administración de Operaciones* (Novena Edi). Pearson Educación de México, S.A. Recuperado el 2 de abril de 2018 de <https://www-biblionline-pearson-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/Pages/BookRead.aspx>
- Sánchez, J. V., & Masriera, J. A. C. (2013). *Gestión de la producción en la empresa*. Difusora Larousse - Ediciones Pirámide. Recuperado el 4 de febrero de 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3211415&query=%22>
- Schnarch Kirberg, A. (2014). *Emprendimiento exitoso: cómo mejorar su proceso y gestión* (Primera Ed). Ecoe Ediciones. Recuperado el 2 de abril de 2018 de <https://ebookcentral-proquest-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/lib/udlasp/reader.action?docID=4870531&query=EMPRENDIMIENTO#>
- Schroeder, R. G., Meyer Goldstein, S., & Rungtusanatham, M. J. (2011). *Administración de operaciones: conceptos y casos contemporáneos* (Quinta Edi). McGraw-Hill Interamericana Editores, S.A.de C.V. Recuperado el 4 de febrero de 2018 de <http://site.ebrary.com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/lib/laureatemhe/reader.action?docID=10751348&ppg=13>
- Superintendencia de Compañías, V. y S. (2016). *Portal de Información*. Recuperado el 21 de enero de 2018 de http://181.198.3.73/portaldeinformacion/consulta_cia_param.zul
- Vidal Holguin, C. J. (2010). *Fundamentos de Control y gestion de inventarios*

(Primera Ed). Programa Editorial Universidad del Valle. Recuperado el 12 de abril de 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3211415&query%22clasificacionabc%22>

Villalva, J. (2009). Almacenes. El Cid Editor. Recuperado el 11 de junio de 2018 de <https://ebookcentral.proquest.com/lib/udlasp/detail.action?docID=3181884&query=%22CA%3DQ%2F2xTxPxI%22#>

ANEXOS

Anexo 1.

Cantidad Anual de Unidades vendidas por SKU

CÓDIGO	PRODUCTO	UNIDADES	PORCENTAJE
SQ-MA-03	Snack de Quinoa Maracuyá 30 gramos	47.092	12,63%
SQ-CA-03	Snack de Quinoa Canela 30 gramos	46.510	12,47%
SQ-CH-03	Snack de Quinoa Chocolate 30 gramos	42.983	11,53%
SQ-VA-03	Snack de Quinoa Vainilla 30 gramos	38.976	10,45%
SQ-CA-15	Snack de Quinoa Canela 150 gramos	38.814	10,41%
GQ-NN-40	Granola de Quinoa 400 gramos	28.692	7,69%
SQ-VA-15	Snack de Quinoa Vainilla 150 gramos	28.484	7,64%
SQ-CH-15	Snack de Quinoa Chocolate 150 gramos	26.816	7,19%
HJ-NN-40	Hojuela de Quinoa 400 gramos	19.167	5,14%
SQ-CH-20	Snack de Quinoa Chocolate 200 gramos	13.046	3,50%
SQ-CA-20	Snack de Quinoa Canela 200 gramos	11.597	3,11%
SQ-VA-20	Snack de Quinoa Vainilla 200 gramos	10.600	2,84%
SQ-SP-03	Snack de Quinoa Six Pack 30 gramos	10.580	2,84%
HQ-NN-40	Harina de Quinoa 400 gramos	7.836	2,10%
SQ-MA-15	Snack de Quinoa Maracuyá 150 gramos	1.143	0,31%
SQ-MA-20	Snack de Quinoa Maracuyá 200 gramos	539	0,14%

Anexo 2.

Dólares vendidos Anualmente por SKU

CÓDIGO	PRODUCTO	VENTAS	PORCENTAJE
GQ-NN-40	Granola de Quinoa 400 gramos	\$ 49.746,26	14,04%
SQ-CA-15	Snack de Quinoa Canela 150 gramos	\$ 48.041,29	13,56%
HJ-NN-40	Hojuela de Quinoa 400 gramos	\$ 38.231,76	10,79%
SQ-CH-15	Snack de Quinoa Chocolate 150 gramos	\$ 37.457,67	10,57%
SQ-VA-15	Snack de Quinoa Vainilla 150 gramos	\$ 36.630,12	10,34%
SQ-CH-20	Snack de Quinoa Chocolate 200 gramos	\$ 29.885,84	8,43%
SQ-CA-20	Snack de Quinoa Canela 200 gramos	\$ 23.490,08	6,63%
SQ-VA-20	Snack de Quinoa Vainilla 200 gramos	\$ 21.389,14	6,04%
SQ-SP-03	Snack de Quinoa Six Pack 30 gramos	\$ 17.542,94	4,95%
SQ-CH-03	Snack de Quinoa Chocolate 30 gramos	\$ 13.898,33	3,92%
HQ-NN-40	Harina de Quinoa 400 gramos	\$ 12.658,10	3,57%
SQ-VA-03	Snack de Quinoa Vainilla 30 gramos	\$ 9.699,53	2,74%
SQ-CA-03	Snack de Quinoa Canela 30 gramos	\$ 9.077,15	2,56%

SQ-MA-03	Snack de Quinoa Maracuyá 30 gramos	\$ 4.093,63	1,16%
SQ-MA-15	Snack de Quinoa Maracuyá 150 gramos	\$ 1.433,25	0,40%
SQ-MA-20	Snack de Quinoa Maracuyá 200 gramos	\$ 1.109,79	0,31%

Anexo 3.

Costo Anual de Compra de Insumos vendidos Anualmente

CÓDIGO	PRODUCTO	COSTO	PORCENTAJE
GQ-NN-40	Granola de Quinoa 400 gramos	\$ 57.121,21	24,60%
HJ-NN-40	Hojuela de Quinoa 400 gramos	\$ 37.436,98	16,12%
SQ-CA-15	Snack de Quinoa Canela 150 gramos	\$ 25.962,88	11,18%
SQ-CH-15	Snack de Quinoa Chocolate 150 gramos	\$ 17.735,89	7,64%
HQ-NN-40	Harina de Quinoa 400 gramos	\$ 15.391,47	6,63%
SQ-VA-15	Snack de Quinoa Vainilla 150 gramos	\$ 15.318,72	6,60%
SQ-CH-20	Snack de Quinoa Chocolate 200 gramos	\$ 12.080,89	5,20%
SQ-CA-20	Snack de Quinoa Canela 200 gramos	\$ 10.855,26	4,68%
SQ-VA-20	Snack de Quinoa Vainilla 200 gramos	\$ 8.069,08	3,48%
SQ-CA-03	Snack de Quinoa Canela 30 gramos	\$ 7.152,35	3,08%
SQ-SP-03	Snack de Quinoa Six Pack 30 gramos	\$ 7.014,06	3,02%
SQ-CH-03	Snack de Quinoa Chocolate 30 gramos	\$ 6.545,38	2,82%
SQ-MA-03	Snack de Quinoa Maracuyá 30 gramos	\$ 5.586,69	2,41%
SQ-VA-03	Snack de Quinoa Vainilla 30 gramos	\$ 4.971,78	2,14%
SQ-MA-15	Snack de Quinoa Maracuyá 150 gramos	\$ 563,69	0,24%
SQ-MA-20	Snack de Quinoa Maracuyá 200 gramos	\$ 378,23	0,16%

Anexo 4.

Segmentación de Cartera de Productos

CÓDIGO	PRODUCTO	SEGMENTACIÓN	PORCENTAJE
GQ-NN-40	Granola de Quinoa 400 gramos	A	43,75%
HJ-NN-40	Hojuela de Quinoa 400 gramos	A	
SQ-CA-15	Snack de Quinoa Canela 150 gramos	A	
SQ-CH-15	Snack de Quinoa Chocolate 150 gramos	A	
SQ-VA-15	Snack de Quinoa Vainilla 150 gramos	A	
SQ-CA-20	Snack de Quinoa Canela 200 gramos	A	
SQ-CH-20	Snack de Quinoa Chocolate 200 gramos	A	

HQ-NN-40	Harina de Quinoa 400 gramos	B	31,25%
SQ-CA-03	Snack de Quinoa Canela 30 gramos	B	
SQ-SP-03	Snack de Quinoa Six Pack 30 gramos	B	
SQ-CH-03	Snack de Quinoa Chocolate 30 gramos	B	
SQ-MA-03	Snack de Quinoa Maracuyá 30 gramos	B	
SQ-VA-20	Snack de Quinoa Vainilla 200 gramos	C	25,00%
SQ-SP-03	Snack de Quinoa Six Pack 30 gramos	C	
SQ-MA-15	Snack de Quinoa Maracuyá 150 gramos	C	
SQ-MA-20	Snack de Quinoa Maracuyá 200 gramos	C	

Anexo 5.

Histórico de Demanda de las órdenes de salida de bodega de producto terminado

HISTÓRICO DE DEMANDA					
AÑO	MES	UNIDADES POR PRESENTACIÓN			
		CANELA	CHOCOLATE	MARACUYÁ	VAINILLA
2017	ENERO	771	1.179	37	913
	FEBRERO	1.168	1.100	20	983
	MARZO	1.153	1.110	20	1.074
	ABRIL	954	1.098	32	930
	MAYO	1.021	674	22	910
	JUNIO	1.056	1.126	38	1.176
	JULIO	1.264	1.377	384	555
	AGOSTO	994	1.304	108	607
	SEPTIEMBRE	1.359	1.566	24	1.272
	OCTUBRE	726	610	39	757
	NOVIEMBRE	608	946	27	991
	DICIEMBRE	673	1.125	6	731
TOTAL		11.770	13.214	757	10.899
2018	ENERO	1.280	913	1	925
	FEBRERO	1.345	1.402	1	788
TOTAL		2.625	2.315	2	1.713

Anexo 6.

Análisis de prueba y error para Modelo de Suavización Exponencial Simple de presentación Canela

DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS 1	ANÁLISIS 2	ANÁLISIS 3
ALFA	0,50	0,70	0,90
CFE	773	683	616
MAD	194	195	190
MPE	1,19%	0,86%	0,75%
MAPE	20,44%	20,49%	19,84%

Anexo 7.

Análisis de prueba y error para Modelo de Suavización Exponencial Simple de presentación Chocolate

DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS 1	ANÁLISIS 2	ANÁLISIS 3
ALFA	0,10	0,50	0,90
CFE	-433	25	160
MAD	200	230	290
MPE	-6,95%	-4,64%	-4,90%
MAPE	18,96%	21,19%	26,94%

Anexo 8.

Análisis de prueba y error para Modelo de Suavización Exponencial Simple de presentación Maracuyá

DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS 1	ANÁLISIS 2	ANÁLISIS 3
ALFA	0,30	0,65	0,70
CFE	-37	-21	-20
MAD	7	7	7
MPE	-25,76%	-19,02%	-18,45%
MAPE	37,80%	35,69%	35,92%

Anexo 9.

Análisis de prueba y error para Modelo de Suavización Exponencial Simple de presentación Vainilla

DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS 1	ANÁLISIS 2	ANÁLISIS 3
ALFA	0,10	0,50	0,90
CFE	-232	-123	-87
MAD	81	102	127
MPE	-3,39%	-2,55%	-2,56%
MAPE	9,75%	12,02%	15,05%

Anexo 10.

Análisis de prueba y error para Modelo de HOLT de presentación Canela

DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS 1	ANÁLISIS 2	ANÁLISIS 3
ALFA	0,30	0,50	0,85
BETA	0,50	0,50	0,45
CFE	-2.227	-1.005	-592
MAD	420	301	231
MPE	-20,49%	-10,70%	-7,26%
MAPE	42,39%	30,79%	24,12%

Anexo 11.

Análisis de prueba y error para Modelo de HOLT de presentación Chocolate

DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS 1	ANÁLISIS 2	ANÁLISIS 3
ALFA	0,24	0,30	0,80
BETA	0,24	0,50	0,50
CFE	1.687	636	482
MAD	213	223	349
MPE	7,80%	-0,02%	-3,52%
MAPE	17,43%	19,72%	32,53%

Anexo 12.

Análisis de prueba y error para Modelo de HOLT de presentación Maracuyá

DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS 1	ANÁLISIS 2	ANÁLISIS 3
ALFA	0,50	0,67	0,82
BETA	0,50	0,67	0,29
CFE	60	34	69
MAD	12	10	10
MPE	19,02%	8,00%	22,57%
MAPE	59,77%	52,07%	46,94%

Anexo 13.

Análisis de prueba y error para Modelo de HOLT de presentación Vainilla

DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS 1	ANÁLISIS 2	ANÁLISIS 3
ALFA	0,10	0,50	0,70
BETA	0,10	0,50	0,70
CFE	-4208	-278	-173
MAD	327	123	144
MPE	-39,24%	-3,74%	-3,35%
MAPE	39,56%	14,25%	16,94%

Anexo 14.

Análisis de prueba y error para Modelo de WINTERS de presentación Canela

DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS 1	ANÁLISIS 2	ANÁLISIS 3
ALFA	0,82	0,73	0,95
BETA	0,57	0,93	0,28
GAMA	0,99	0,10	0,95
PERIODO	2	3	4
CFE	-811	-135	-1.010
MAD	265	222	233
MPE	-9,19%	-3,55%	-10,66%
MAPE	28,33%	23,27%	24,65%

Anexo 15.

Análisis de prueba y error para Modelo de WINTERS de presentación Chocolate

DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS 1	ANÁLISIS 2	ANÁLISIS 3
ALFA	0,13	0,10	0,10
BETA	0,21	0,90	0,68
GAMA	0,90	0,10	0,64
PERIODO	2	3	4
CFE	1.481	1304	939
MAD	143	197	162
MPE	7,74%	5,36%	3,93%
MAPE	11,13%	16,18%	13,32%

Anexo 16.

Análisis de prueba y error para Modelo de WINTERS de presentación Maracuyá

DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS 1	ANÁLISIS 2	ANÁLISIS 3
ALFA	0,81	0,16	0,21
BETA	0,29	0,10	0,30
GAMA	0,10	0,10	0,10
PERIODO	2	3	4
CFE	70	265	334
MAD	10	27	26
MPE	23,04%	102,44%	135,42%
MAPE	47,15%	133,13%	135,42%

Anexo 17.

Análisis de prueba y error para Modelo de WINTERS de presentación Vainilla

DESCRIPCIÓN	ANÁLISIS 1	ANÁLISIS 2	ANÁLISIS 3
ALFA	0,40	0,73	0,74
BETA	0,10	0,10	0,10
GAMA	0,80	0,10	0,80
PERIODO	2	3	4
CFE	-908	-794	-708

MAD	91	133	124
MPE	-8,95%	-8,65%	-7,69%
MAPE	11,04%	16,11%	14,97%

Anexo 18.

Cantidad Anual de Pedidos realizados por Cliente

CÓDIGO	CLIENTE	PEDIDOS	PORCENTAJE
CO-GO	Corporación GERARDO ORTIZ	55	32,93%
CO-FA	Corporación FAVORITA	52	31,14%
PN-EP	Edmundo Steven Prieto Triviño	9	5,39%
CR-SF	Club Rancho San Francisco	8	4,79%
CC-FM	Comercializadora Fastmarket Cía. Ltda.	7	4,19%
PN-FL	Franci Larrea Erraez	7	4,19%
CO-GP	Farmacias y Comisariatos de Medicinas	5	2,99%
PN-MS	Marlon Omar Soto Rodríguez	3	1,80%
PN-GU	Giovanna Ubidia	3	1,80%
PN-CC	Camila Carrión	2	1,20%
GR-LV	Llaqta Viva	2	1,20%
PN-LM	Luis Moreta	2	1,20%
PN-NV	Nancy Vega	2	1,20%
PN-MV	María Dolores Valdivieso Gaete	2	1,20%
GR-FC	Grupo FEPP CAMARI	2	1,20%
PN-LM	Ana María Maldonado Dávalos	1	0,60%
PN-AM	Fundación MAQUITA CUSUNCHIC	1	0,60%
PN-MN	Industrial Alimenticia Mikhuna S.A.	1	0,60%
GR-NM	María Alejandra Naranjo	1	0,60%
PN-NV	Neuromind Ecuador Cía. Ltda.	1	0,60%
PN-MS	Ethniessence	1	0,60%

Anexo 19.

Volumen Anual de Pedidos realizados por Cliente (Modificado)

CÓDIGO	CLIENTE	VOLUMEN	PORCENTAJE
CO-GO	Corporación GERARDO ORTIZ	3.193	64,01%
CO-GP	Farmacias y Comisariatos de Medicinas	528	10,59%

PN-EP	Edmundo Steven Prieto Triviño	357	7,16%
PN-GU	Giovanna Ubidia	176	3,53%
CC-FM	Comercializadora Fastmarket Cía. Ltda.	158	3,17%
PN-FL	Franci Larrea Erraez	127	2,55%
CR-SF	Club Rancho San Francisco	125	2,51%
GR-FC	Grupo FEPP CAMARI	96	1,92%
PN-MV	María Dolores Valdivieso Gaete	70	1,40%
PN-CC	Camila Carrión	25	0,50%
FN-MC	Fundación MAQUITA CUSUNCHIC	24	0,48%
GR-ET	Ethniessence	24	0,48%
IA-MK	Industrial Alimenticia Mikhuna S.A.	21	0,42%
GR-LV	Llaqta viva	17	0,34%
PN-LM	Luis Moreta	14	0,28%
PN-AM	Ana María Maldonado Dávalos	8	0,16%
PN-MN	María Alejandra Naranjo	8	0,16%
GR-NM	Neuromind Ecuador Cía. Ltda.	7	0,14%
PN-NV	Nancy Vega	6	0,12%
PN-MS	Marlon Omar Soto Rodríguez	4	0,08%

Anexo 20.

Volumen Anual de Pedidos realizados por Cliente

CÓDIGO	CLIENTE	VOLUMEN	PORCENTAJE
CO-FA	Corporación FAVORITA	37.752	88,33%
CO-GO	Corporación GERARDO ORTIZ	3.193	7,47%
CO-GP	Farmacias y Comisariatos de Medicinas	528	1,24%
PN-EP	Edmundo Steven Prieto Triviño	357	0,84%
PN-GU	Giovanna Ubidia	176	0,41%
CC-FM	Comercializadora Fastmarket Cía. Ltda.	158	0,37%
PN-FL	Franci Larrea Erraez	127	0,30%
CR-SF	Club Rancho San Francisco	125	0,29%
GR-FC	Grupo FEPP CAMARI	96	0,22%
PN-MV	María Dolores Valdivieso Gaete	70	0,16%
PN-CC	Camila Carrión	25	0,06%
FN-MC	Fundación MAQUITA CUSUNCHIC	24	0,06%
GR-ET	Ethniessence	24	0,06%
IA-MK	Industrial Alimenticia Mikhuna S.A.	21	0,05%

GR-LV	Llaqta viva	17	0,04%
PN-LM	Luis Moreta	14	0,03%
PN-AM	Ana María Maldonado Dávalos	8	0,02%
PN-MN	María Alejandra Naranjo	8	0,02%
GR-NM	Neuromind Ecuador Cía. Ltda.	7	0,02%
PN-NV	Nancy Vega	6	0,01%
PN-MS	Marlon Omar Soto Rodríguez	4	0,01%

