



POSGRADOS

Maestría en **PRODUCCIÓN Y OPERACIONES INDUSTRIALES**

RPC-SO-30-NO.506-2019

Opción de Titulación:

Proyecto de titulación con componentes de investigación aplicada y/o de desarrollo.

Tema:

Propuesta para el establecimiento de mejoras en el proceso de planeación y programación de la producción de granola especial 500 g en una empresa de manufactura de alimentos.

Autor:

Ángel Bolívar Gaibor Puenguenan

Director:

Luis Fernando Toapanta Ramos

QUITO – ECUADOR
2022

Autor:



Ángel Bolívar Gaibor Puenguenan

Ingeniero Agroindustrial, Mención en Alimentos.

Candidato a Magíster en Producción y Operaciones Industriales por la Universidad Politécnica Salesiana – Sede Quito.

agaiborp1@est.ups.edu.ec

Dirigido por:



Luis Fernando Toapanta Ramos

Doctor en Ingeniería.

Magíster en Ingeniería.

Magíster en Gestión de Energías. Ingeniero Mecánico.

ltoapanta@ups.edu.ec

Todos los derechos reservados.

Queda prohibida, salvo excepción prevista en la Ley, cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública y transformación de esta obra para fines comerciales, sin contar con autorización de los titulares de propiedad intelectual. La infracción de los derechos mencionados puede ser constitutiva de delito contra la propiedad intelectual. Se permite la libre difusión de este texto con fines académicos investigativos por cualquier medio, con la debida notificación a los autores.

DERECHOS RESERVADOS

©2022 Universidad Politécnica Salesiana.

QUITO – ECUADOR – SUDAMÉRICA

GAIBOR PUENGUENAN ANGEL BOLIVAR.

PROPUESTA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE MEJORAS EN EL PROCESO DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE GRANOLA ESPECIAL 500 G EN UNA EMPRESA DE MANUFACTURA DE ALIMENTOS.

RESUMEN

El objetivo del presente estudio fue establecer mejoras para el proceso de planeación y programación de producción de granola especial 500 g, en una empresa procesadora de alimentos, considerando la imperante importancia que tiene este tópico en la administración de la producción para las empresas de manufactura en general, por lo que es de gran utilidad dispensar esta fuente valiosa de información, para el desarrollo de estrategias convenientes.

En función de la metodología científica se desarrolló la investigación aplicada y empírica, a través de la deducción. Se dispuso de fuentes de información primarias y secundarias conjugadas con técnicas específicas de recolección de datos que permitieron abordar el tema, el contexto de la empresa y los consecuentes planteamientos metodológicos que den apropiada solución a la problemática.

Se documentó la situación actual de la planeación y programación de la producción, se definió mejoras basado en criterios de optimización de recursos y de productividad fabril y se obtuvo la aplicación para los 12 periodos del año 2022, la previsión de la demanda, planeación de la capacidad, planeación agregada, programación de producción y planificación del requerimiento de materiales.

Consecuentemente se estableció esquemas de cada etapa de proceso e indicando los pasos, con un alcance único a ítem granola especial 500 g, para que sea útil como fuente de información.

Palabras clave:

Mejoras, metodología, planeación y programación.

ABSTRACT

The objective of this study is to establish improvements for the process of planning and programming the production of special granola 500 g, in a food processing company, considering the prevailing importance of this topic in the administration of production for manufacturing companies in general, so it will be very useful to dispense this valuable source of information, for the development of convenient strategies.

Based on the scientific methodology, applied and empirical research was developed through deduction. Primary and secondary sources of information combined with specific data collection techniques were available, which allowed addressing the issue, the context of the company and the consequent methodological approaches that provide an appropriate solution to the problem.

The current situation of production planning and programming was documented, improvements were defined based on criteria of optimization of resources and factory productivity and the application was obtained for the 12 periods of the year 2022, the forecast of demand, planning of capacity, aggregate planning, production scheduling, and material requirement planning.

Consequently, schemes of each stage of the process were established, indicating the steps, with a single scope to the 500 g special granola item, to make it useful as a source of information.

Keywords:

Improvements, methodology, planning and programming.

AGRADECIMIENTO

En este nuevo logro:

Agradezco a mis padres Anita y Arturo (Q.E.P.D), que con su naturaleza y prospectiva me motivaron siempre al crecimiento personal, profesional y humanístico. Con su sabiduría y experiencia me prepararon íntegramente para ser pragmático ante los distintos panoramas de la vida. El total apoyo recibido desde ellos ha sido pilar fundamental y fuente de inspiración para encaminarme en metas de vida positivas y anhelantes, sin perder horizonte nunca.

A la Universidad Politécnica Salesiana, sus maestros y mentores, que en conjunto transmiten la doctrina profesionalizante que dota la vocación de ofertar un conocimiento actualizado y especializado al ejercicio de mis funciones frente a nuevos retos en mi sector profesional.

A mis compañeros y amigos de la sala de posgrado, que hoy ya son magister en Producción y Operaciones Industriales, Diego Flores y Vicente Barba, por todo el ánimo, el apoyo, la compañía a lo largo del curso de los periodos académicos y sobre todo la sincera amistad basada en calidad humana.

Ángel Bolívar Gaibor

TABLA DE CONTENIDOS

INTRODUCCIÓN	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	3
FORMULACION DEL PROBLEMA.....	3
OBJETO DE ESTUDIO	3
JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN	3
OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	4
HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION.....	5
ALCANCE.....	5
CAPÍTULO 1	6
MARCO CONTEXTUAL Y TEÓRICO REFERENCIAL PARA DESARROLLO DE METODOLOGÍAS DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN	6
1.1. Antecedentes de la investigación	6
1.2. Fundamentación teórica	9
1.2.1. Administración de la demanda	9
1.2.2. Planeación de producción.....	15
1.2.3. La planeación de la capacidad	17
1.2.4. Planeación agregada de producción	17
1.2.5. Programa maestro de producción (MPS, Master Production Schedule)	19
1.2.6. Plan de requerimiento de materiales (MRP, Material Requirements Planning).....	19
1.2.7. Programación de la producción	20
CAPÍTULO 2.....	22
MATERIALES Y METODOLOGÍA.....	22
2.1. Tipo de investigación	22
2.2. Método de estudio	22

2.3. Fuentes de información	23
2.3.1. Fuentes primarias	23
2.3.2. Fuentes secundarias.....	23
2.4. Instrumentos de recolección de información	23
2.4.1. Entrevistas	23
2.4.2. Observación.....	23
2.4.3. Análisis documental	24
2.5. Fases de investigación.....	24
2.6. Análisis de la empresa.....	25
2.6.1. Organigrama funcional.....	25
2.6.2. Sistema productivo.....	25
2.6.3. Portafolio de productos	26
2.7. Diagnóstico del proceso productivo de granola especial 500 g	27
2.7.1. Elaboración del producto	27
2.7.2. Materias primas e insumos.....	29
2.7.3. FODA proceso productivo de granola especial 500 g	30
CAPÍTULO 3.....	31
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1. Propuesta metodológica de planeación y programación de producción	31
3.1.1. Pronóstico de la demanda.....	31
3.1.2. Plan de capacidad.....	44
3.1.3. Plan agregado de producción	46
3.1.4. Plan maestro de producción	49
3.1.5. Plan de requerimiento de materiales	50

3.2. Implementación y documentación de procedimiento de planeación y programación de producción de granola especial 500 g	53
3.2.1. Pronóstico de ventas.....	53
3.2.2. Plan agregado de producción	54
3.2.3. Plan maestro de producción	55
3.2.4. Planificación de requerimiento de materiales (MRP)	55
3.2.5. Plan de capacidad de producción.	56
CONCLUSIONES	57
RECOMENDACIONES.....	59
ANEXOS	64
Anexo 1: Diagrama de etapas de proceso para pronóstico de ventas:	64
Anexo 2: Diagrama de etapas de proceso para plan agregado de producción:	65
Anexo 3: Diagrama de etapas de proceso para plan maestro de producción:	66
Anexo 4: Diagrama de etapas de proceso para plan requerimiento de materiales:.....	67
Anexo 5: Diagrama de etapas de proceso para plan de capacidad de producción:	68

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Ventas de familia cereales de la empresa durante el año 2019.	6
Figura 2: Organigrama general empresa procesadora de alimentos.....	25
Figura 3: Participación de cada referencia de producto en las ventas durante el año 2020.....	26
Figura 4: Diagrama de elaboración granola especial 500 g.....	27
Figura 5: Registro de ventas de granola especial 500 g; periodos 2019, 2020 y 2021	31
Figura 6 Des estacionalización de la demanda de granola especial 500 g.	39

Figura 7: Pronostico de demanda para los periodos del año 2022.	43
Figura 8: Componentes de elaboración de granola especial 500g.....	50

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. Métodos cualitativos de pronóstico de demanda [12].....	11
Tabla 2: Fases de planeación y control de la producción en las empresas [18].....	16
Tabla 3: Materias primas para producción de granola especial 500 g.	29
Tabla 4: Costos fijos y variables de granola especial 500 g 32	32
Tabla 5: Registro de demanda de granola especial 500 g.....	33
Tabla 6: Determinación de índice estacional para cada periodo.....	35
Tabla 7: Des estacionalización de la demanda para 1 a 17 periodos.....	36
Tabla 8: Des-estacionalización de la demanda para periodos de 18 a 34.....	37
Tabla 9: Des estacionalización de la demanda periodos 35 a 36.....	38
Tabla 10: Determinación de pronóstico de ventas en cajas para el año 2022.	42
Tabla 11: Periodo laboral para el año 2022	44
Tabla 12: Registro de paros programados para el año 2022	44
Tabla 13: Histórico de paros no planeados, expresado en horas laborales.....	44
Tabla 14: Resumen de capacidad y eficiencia de línea de producción granola especial 500 g ...	45
Tabla 15: Demanda de producción de granola especial 500 g y disponibilidad de turnos para cada periodo del 2022	46
Tabla 16: Criterios para definir el plan agregado de producción..	46

Tabla 17: Plan agregado de producción 2022.....	47
Tabla 18: Determinación del costo total del plan agregado de producción.....	48
Tabla 19: Plan maestro de producción año 2022.....	49
Tabla 20: Criterios de manejo de inventarios	50
Tabla 21: MRP granola especial 500 g para el primer semestre 2022	51
Tabla 23: MRP granola especial 500g para el segundo semestre 2022	52

INTRODUCCIÓN

En las empresas de manufactura, un substancial esfuerzo de todo nivel de administración se enfoca en posicionar más y mejor a la organización en un mercado específico, otorgando a los clientes, en el plazo establecido, productos con estándares dados, pero sin dejar de lado los márgenes de beneficios. La optimización de recursos en manufactura es una labor que presenta mayor dificultad a medida que las empresas incrementan su salida. Si no se implementa y mantiene una estructura sistemática que centralice, delegue y entregue soporte de forma oportuna a la ejecución de cada etapa de proceso, es consecuente mencionar que nos encontraremos ante un caso de ineficiencia e ineficacia productiva.

En la investigación realizada por Vera y Gómez [1] en la empresa de manufactura Artdecon, obtuvieron planes de manufactura con reducción de costos de 13 %, estudiando la demanda y modelado de planeación, programación y secuenciación de operaciones. Otro estudio Muñera et. Al. [2] mejoró la satisfacción al cliente mediante la propuesta de un modelo de programación potenciando las restricciones del proceso para determinado cliente; Citando a Ortiz y Caicedo [3] que para lograr el desarrollo sistemático de procesos y la toma de decisiones, diseñaron procedimientos para la programación y control de producción de calzado basado en la identificación de los requerimientos de la demanda, tiempos, disponibilidad y requerimiento de materiales; una última investigación citada y que corresponde a Criollo [4], presentó como resultado guías para la planificación y control de producción, en la empresa de muebles El Carrusel Cía. Ltda. a través de estandarización de elementos de la planeación y control de producción, para corregir las deficiencias de este proceso

La gestión de producción, a través de su planeación y control adecuado, definido por el análisis de demanda de los clientes, cálculos de capacidades, inventarios, plan agregado de producción y programa de producción, constituyen uno de los pilares fundamentales de todo el andamiaje de una empresa de manufactura. Para establecer la planeación de la producción es necesario asegurar el flujo de proceso mediante el desarrollo de un sistema, mismo que debe procesar adecuadamente las entradas de proceso en forma de datos como la adquisición de material, organizar el personal

involucrado en la manufactura, determinación de actividades específicas y recursos que serán empleados en la cadena productiva.

En la actualidad existen diferentes alternativas de sistemas de gestión de la producción, acorde a las características propias del proceso productivo (variedad, volumen de producción, complejidad del producto, nivel técnico y tecnológico, entre otros), cuyo objetivo es controlar el proceso de producción dentro del sistema empresarial. Los sistemas de planeación y control de la producción son conformados por varios niveles jerárquicos de planificación que contemplan tanto los planes agregados los planes maestros, la gestión de materiales, así como, los niveles de ejecución. Estos integran las diferentes funciones de planificación y se generan a partir de la utilización de técnicas, diagramas, gráficos y software, que facilitan los cálculos y decisiones en torno a la selección de las mejores variantes de producción. Para contextualizar aún más el tema, se menciona que esencialmente la planeación de la producción es una actividad enteramente integrativa y que debe ser considerado como un factor capaz de elevar al máximo la eficiencia de la empresa.

Este trabajo proporciona conceptos, definiciones y métodos prácticos sobre planificación y control de la producción aplicado a la industria de alimentos, exponiendo la importancia de manejar de forma ordenada y sistemática la planeación y control de producción, así como los beneficios para la empresa tales como garantizar la utilización óptima de la capacidad de producción, niveles de inventario adecuados y el tiempo de producción sostenido para aumentar la productividad. En este contexto se propone mejoras en el proceso de planeación y programación de producción de granola especial mediante un procedimiento metódico en una empresa procesadora de alimentos.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La administración de la producción, específicamente el proceso de planeación y programación de producción en la empresa de manufactura de alimentos no posee procedimientos operacionales, ni estándares que permitan ejecutar las actividades y su interacción de una forma alineada. Actualmente las decisiones se están tomando sin basarse en hechos y datos, también sin considerar la verdadera necesidad tanto del cliente interno como externo; esto causa ineficiencias en distintas áreas. Este trabajo tiene como objetivo proponer mejoras en esta área, fundamentándose en metodologías estudiadas, pero antes de ello fue necesario investigar plenamente sobre cómo funcionan las etapas de proceso, siendo esto el punto de partida para establecer el desarrollo.

FORMULACION DEL PROBLEMA

La formulación del problema se plantea mediante la siguiente cuestión:

¿Cómo mejorar la planeación y programación de producción de granola especial 500 g para que permita la optimización de la administración de la producción, en una empresa procesadora de alimentos; en la ciudad de Santo Domingo; durante el año 2022?

OBJETO DE ESTUDIO

Desarrollo de mejoras para el proceso de planeación y programación de producción de granola especial 500 g, en una empresa procesadora de alimentos.

JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

La empresa procesadora de alimentos objeto de este estudio, desde el año 2019 sostiene anualmente un incremento considerable del 27 % en sus ventas de productos a nivel nacional, debido al aumento en la demanda en el consumo de alimentos funcionales. No obstante, el área de manufactura no cuenta con un sistema de planeación y control de la producción, por lo que a la actualidad se realiza de forma improvisada, aleatoria y circunstancial sin basarse en la verdadera necesidad del cliente externo e interno lo que acarrea escenarios de desperdicios e ineficiencia en el área de manufactura.

La planificación de producción puede ser ineficiente debido a que para lograr la ejecución del programa se realiza una serie de actividades en términos de administración de la producción innecesarias, lo que ocasiona descenso en la eficiencia de todo el proceso [5]

Adicionalmente en la ejecución de las etapas de producción se encuentra una serie de falencias que confirman ineficiencia o inexistencia de planeación sistemática, entre las que destacan:

- Días de inventario de producto terminado sobre los 30 días.
- Materias primas e insumos no conformes por ataque de plagas por efecto de tiempo de almacenamiento superior a 60 días.
- Quiebre de inventario de materia prima/e insumo
- Costos de inspección de calidad: Materias primas y producto terminado almacenados por periodo mayor a 60 días, deben analizarse en términos de calidad nuevamente previo su uso.
- Compras de materias primas e insumos sin respaldo de requerimiento.

El presente trabajo pretende establecer una propuesta para mejorar la planeación y programación de producción a través de la aplicación de metodologías útiles, para que no se genere desabastecimiento o exceso de stock de materia prima o producto terminado, desperdicio de recursos y cumplir positivamente indicadores clave de servicio al cliente.

OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

OBJETIVO GENERAL

- Establecer mejoras para el proceso de planeación y programación de producción de granola especial 500 g, en una empresa procesadora de alimentos.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Elaborar un diagnóstico inicial de la situación actual del proceso de planeación y programación de producción de granola especial 500 g para caracterización mediante las entradas y salidas, además de su sinergia.

- Identificar oportunidades de mejora en el proceso de planeación y programación de producción de granola especial 500g en función de las variables de productividad para selección de herramientas, técnicas y metodologías según sea factible.
- Ejecutar las metodologías de planeación y programación de producción adecuadas que permitan la optimización de este proceso.
- Documentar en un procedimiento la propuesta de planeación y programación de la producción de granola especial 500 gramos para que sirva como guía y fuente de información.

HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACION

Al determinar la situación real de los procesos de planeación y programación de producción se hallaron varias incongruencias que serían tomadas como oportunidades de mejora, utilizando herramientas y metodologías flexibles para procesos de manufactura de alimentos.

Hipótesis nula (Ho)

El desarrollo de metodologías adecuadas en los procesos de planeación y programación, no son útiles para optimizar la administración de la producción.

. Hipótesis alternativa (Hi)

El desarrollo de metodologías adecuadas en los procesos de planeación y programación son útiles para optimizar la administración de la producción.

ALCANCE

El alcance de esta investigación es proponer mejoras en el proceso de planeación y programación de granola especial 500 g. Así como el análisis de los procesos para identificación de variables su interacción o que incidan en la eficiencia de las etapas de proceso.

CAPÍTULO 1

MARCO CONTEXTUAL Y TEÓRICO REFERENCIAL PARA DESARROLLO DE METODOLOGÍAS DE PLANEACIÓN Y PROGRAMACIÓN DE PRODUCCIÓN

Uno de los aspectos más complicados de la gestión de la planta de producción es determinar exactamente el enrutamiento o ruta de fabricación, que prácticamente es el camino que deberá seguirse durante cada paso de los procesos. Lograr el mejor enfoque de la organización en estudio es comprender los procesos ya establecidos y de manera general el sistema que los soporta.

De acuerdo con estas consideraciones en este capítulo se busca dar una visión sobre las diferentes herramientas metodológicas utilizadas para el desarrollo de investigación.

1.1. Antecedentes de la investigación

La empresa objeto de este estudio, es Ecuatoriana, ubicada en Santo Domingo - Ecuador, su organigrama funcional indica básicamente cuatro dependencias: Administración, Producción, Contabilidad y aseguramiento de calidad; se dedicada a la manufactura de productos alimenticios funcionales con varias marcas comerciales, mismos que se distribuyen a nacional, sin embargo, desde el año 2019 está desarrollando lo referente a requisitos necesarios para elaborar y exportar granola especial 500 gramos y otras marcas a Norte América y Europa.

Las ventas anuales para el periodo 2019 es de 126.000,00 USD y las correspondientes a cada producto se explica mediante la siguiente figura.

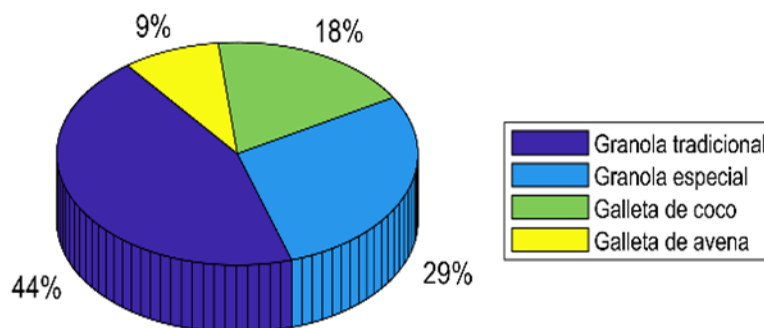


Figura 1: Ventas de familia cereales de la empresa durante el año 2019.

Para abordar la problemática que se presenta en la empresa de manufactura de alimentos debido a la falta de un sistema de planeación de producción se investigó en varios artículos, tesis y trabajos investigativos relacionados a la planeación y control de la producción. De tal manera poder obtener una visión más amplia de cómo dar solución al problema existente.

Según Pereira [6], en su tesis titulada “análisis y desarrollo del sistema de planeación y control de la producción en una empresa de confesiones”. Aborda una problemática en función de la falta de procedimientos normalizados de planeación de compras de insumos y la ausencia de flujos de información, causando atrasos en la entrega de pedidos. La metodología que utilizó fue: realizar un diagnóstico actual de la empresa mediante entrevistas y participando en reuniones con los directivos con el propósito de contextualizar lo que hace la empresa. Luego realizó una evaluación sobre la aplicación de la metodología de planeación y control de la producción más adecuada mediante diagramas de flujo para cada etapa de proceso. Finalmente desarrollo una guía para mejorar el cumplimiento de los pedidos. En conclusión, mediante el diagrama de Ishikawa se identificaron las causas fuente del incumplimiento de pedidos y ejecución del respectivo análisis de cada uno de los procesos indicados, También la evaluación de las técnicas de planeación de la producción se logró establecer herramientas aplicables, así como: pronósticos de demanda, plan maestro de producción y planeación de los requerimientos de materiales

Citando a Clavijo [7], en su trabajo de grado con título “Diseño de un sistema de planeación de producción en el área de plásticos de la empresa EPIS S.A.S” presenta una problemática el no tener un sistema de planeación de la producción y programación estándar lo que ocasiona ineficiencia productiva y sobrecostos de producción. La metodología aplicada para afrontar la problemática fue dada así: análisis de la situación actual de la empresa con la integración de información relevante al manejo de la planeación de producción y la interacción de este proceso. Consecuente se ejecutó la previsión de la demanda por medio de análisis de información heurística. Luego del pronóstico de la demanda se establece la planeación agregada con el fin de agrupar productos con especificaciones semejantes. Para un manejo óptimo de las herramientas de planeación de la producción utilizadas, fue necesario establecer una hoja de Excel y así brindar facilidad en la manipulación de los datos para mejorar los niveles de servicio al cliente.

De acuerdo con Samaca [8], mediante su trabajo de grado “Planeación y programación del proceso de compras e inventarios para la empresa Castrillon Manjarres” evidencia una problemática en su proceso de compras e inventarios, mismo que se realiza de forma manual causando material faltante, retraso del programa de producción e incumplimiento de entregas. La metodología adoptada fue la siguiente: recolección de información, simulación de los pronósticos de las materias primas, costeo ABC para conocer los materiales que tienen mayor impacto económico y sobre estos realizó control estricto en su consumo y utilización; realización del plan agregado de producción para lograr conocer los recursos y sus cantidades necesarias; desarrolló del plan maestro y la actualización del registro de inventarios. En consecuencia, a la metodología la organización agilizó sus etapas de proceso de manera ordenada y eficiente.

Ortega [9], planteó una metodología de planeación y control de producción a mediano plazo para una industria del sector textil en un ambiente de fabricación bajo pedido. La metodología se basa en 2 fases. En la primera fase se desarrolla un modelo de planeación agregada, que permite calcular las cantidades a producir en el taller de confección y la cantidad de prendas a maquilar. En la segunda fase se planteó un modelo de programación de operaciones cuyo objetivo es secuenciar las cantidades a fabricar en el taller, de tal forma que se minimice los tiempos improductivos. Las 2 fases propuesta constituyeron una importante herramienta para apoyar la toma de decisiones sobre la gestión de la producción en industrias del sector textil.

Suarez [10], realizó la propuesta de planificación de la producción para la empresa Condimentos Típicos teniendo en cuenta la metodología estandarización de procesos, clasificación PPF, pronósticos, análisis de capacidad, planeación agregada, plan maestro de producción, plan de requerimiento de materiales, manejo de inventarios, la cual es planteada teniendo en cuenta los requerimientos y la situación actual de la empresa.

Morán [11], en su trabajo de investigación “Diseño del sistema de planeación, programación y control de producción en la cooperativa de trabajos asociado Alfareros de Barrancabermeja - Cootrasalba” que muestra interacción deficiente en los procesos de planeación y control de la producción dando como consecuencia la productividad por debajo de su capacidad por efecto de la falta de orden en el desempeño del proceso logístico. Se realizó un plan maestro de producción y un plan detallado de producción de las condiciones de la planta para tener el control de los

inventarios de materia prima, producto terminado y en proceso. Utilizó herramientas básicas de planeación de la producción, así como: control de inventarios, administración de la demanda, plan maestro de producción. Como resultado se esquematizó una herramienta en Excel que sirvió para desarrollar la programación de la producción y así definir la planificación de forma óptima.

En conclusión, la literatura antes citada consigna el soporte para identificar metodologías útiles en la solución al problema en estudio entre los que se destaca diagramas de proceso, planeación y control de producción, plan maestro de producción, plan de requerimiento de materiales, plan de requerimiento de capacidad.

1.2.Fundamentación teórica

Con la finalidad de darle soporte a la investigación se ha citado diversas fuentes bibliográficas. Logrando examinar el tema y los subtemas que derivan del problema de investigación, por lo que el material referenciado busca dar respuesta a las distintas cuestiones que surgieron en la investigación.

1.2.1. Administración de la demanda

Gestiona y controla los flujos de materiales e información sobre todas las fuentes de demanda, con el propósito de usar con eficiencia el sistema productivo y entregar el producto a tiempo [12].

– Pronósticos de la demanda

Los pronósticos de la demanda conforman la información inicial del proceso de planificación de la producción, se determina a través de métodos analíticos y científicos que permiten la valoración prevista de la cuantía de una variable. Los pronósticos dan soporte a la toma de decisiones por parte de las gerencias de marketing, ventas y producción, mediante el tratamiento de información conveniente y confiable aplicando técnicas matemáticas de pronóstico, estudio de tendencia e información de los responsables de cada centro de trabajo [12].

Las empresas de manufactura necesitan planear como enfrentar las condiciones futuras en un contexto de incertidumbre, las decisiones de los responsables de planificación están basadas en pronósticos. Así los pronósticos de ventas son las herramientas para el área de compras y producción. Es decir, compras se encarga de suministrar las materias primas e insumos necesarios

para la cantidad adecuada, por su parte producción utiliza estas para elaborar los productos según el pronóstico de ventas [13].

Pronosticar es un proceso que permite estimar un escenario futuro analizando datos históricos, combinándolos sistemáticamente en una forma predeterminada. Sin embargo cuando en la administración se habla de pronósticos, se refiere a una combinación entre pronósticos y predicción [14].

Los pronósticos de demanda son la estimación de la cantidad de un producto o servicio que será adquirido por los clientes o consumidores mediante diversas técnicas, sean cualitativas o cuantitativas [15].

Elementos de un pronóstico de demanda

Periodo y frecuencia: Es la unidad de tiempo con la que se realiza un pronóstico.

Horizonte: Es el número de periodos en el futuro.

Forma del pronóstico requerido: A razón de que no existen pronósticos perfectos y que ni se puede suprimir completamente la incertidumbre, es necesario agregar al estimado anterior un factor de error como medida de incertidumbre.

Nivel de agregación del pronóstico: Se refiere a que nivel se va a usar la información y puede ser, stock keeping unit (sku) –ubicación, sku, familia o total compañía. Depende para que se va a utilizar y varía según la empresa o área.

Nivel y forma de medición de asertividad: Es el análisis de asertividad del pronóstico y sirve para determinar la desviación o fallas en la generación y mejoras en la calidad del mismo.

Existen diversas formas de medición: error porcentual, error porcentual ponderado, mean absolut percent error, weighted absolute percent error [13].

Métodos de pronósticos de demanda

Métodos de pronóstico cualitativo. Útil si no se cuenta con datos históricos de las ventas de sus productos.

En la tabla siguiente una descripción de estos métodos según Fonnegra [12].

Tabla 1. Métodos cualitativos de pronóstico de demanda [12].

Método cualitativo:	Descripción:
Jurado de opinión ejecutiva	Es la estimación de la demanda resultado del compendio de opiniones de un grupo de gerentes de alto nivel que utilizan su experiencia para generar opiniones y en ciertos casos los resultados de modelos estadísticos
Compuesto del departamento de ventas	Son proyecciones a niveles regionales donde cada vendedor proyecta sus ventas de acuerdo a su cubrimiento territorial.
Delphi	Es el consenso alcanzado luego de un proceso iterativo conformado por la estimación individual de varios expertos del sector
Estudio de mercado	Los resultados son generados por encuestadores que preguntan a los clientes sobre sus planes y comportamientos proyectados de ventas.

Métodos de pronóstico cuantitativo. Existen de 2 clases, series de tiempo y modelos causales, para el modelo de series de tiempo se asume que en el futuro incidirán los factores de influencia de las ventas del pasado y presente, como se indica en la siguiente tabla; por otra parte, el modelo causal utiliza el análisis de regresión para relacionar la variable dependiente con la independiente en la forma de ecuación lineal [12].

Promedio móvil (PM). Un promedio móvil simple utiliza la demanda promedio durante una secuencia fija de periodos.

$$P_4 = \frac{[D_1 + D_2 + D_3 + D_4]}{n} \quad (1)$$

Donde:

P_4 = Pronóstico.

D = Demanda de cada periodo.

n = Número de periodos.

Promedio móvil ponderado. Un promedio móvil ponderado asigna mayor peso a los datos más recientes y así ajustar fluctuaciones. Los pesos se basan en la intuición y están entre 0 y 1, suman en total 1.

$$\text{PMP}_4 = (P)(D_3) + (P)(D_2) + (P)(D_1) \quad (2)$$

Donde:

PMP = Promedio móvil ponderado

P = Peso.

D = Demanda de cada periodo.

n = Número de periodos.

Suavización exponencial. Usa la ponderación para responder a los cambios recientes en la demanda asignando una constante de suavizamiento que es más fuerte para los datos recientes.

$$P_{t+1} = a D_t + (1 - a)P_t \quad (3)$$

Donde:

P_{t+1} : Pronostico del siguiente periodo

D_t : Demanda real en el actual periodo

P_t : Pronostico determinado anteriormente para el actual periodo

a : Factor de ponderación llamado constante de suavizamiento

Series de tiempo. Es la multiplicación del pronóstico normal por un factor de temporada y así ajustar la estacionalidad

Componentes de la demanda

La demanda está condicionada por factores sociológicos, económicos, tecnológicos, políticos, otros. Por lo que para analizar el efecto de estos factores en la demanda es necesario conocer sus componentes:

Demanda promedio. Los datos fluctúan entorno de una media constante.

Con tendencia. Es el incremento o decremento sistemático de la media de la serie a través del tiempo

Estacional. Es la repetitividad de incrementos o decrementos de la demanda, en función de la hora del día, la semana, el mes o temporada

Cíclico. Son incrementos o decrementos graduales de demanda que se presentan en periodos de tiempo más largos.

Aleatorio. La demanda ocurre de forma imprevisible

Criterios de validación del método y análisis

Error estándar múltiple de la estimación. Es una métrica de dispersión de la estimación, se hace más precisa conforme el grado de dispersión alrededor del plano de regresión [16]. Para determinarla se utiliza la fórmula:

$$SE = \sqrt{\frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{(n - k - 1)}} \quad (4)$$

Donde:

Y_t = Es el valor observado de Y en los datos

\hat{Y}_t = Es el valor estimado de Y de la ecuación de regresión

n = Número de datos

k = Número de variables independientes.

Error residual. Se define como la diferencia entre el valor del pronóstico y lo que realmente ocurrió en dicho periodo. A partir del concepto que la demanda tiene un componente aleatorio, todos los pronósticos contienen con certeza algún error [17].

$$e_i(Y_t - \hat{Y}_t) \quad (5)$$

Donde:

Y_t = La demanda real u observada en el periodo t.

\hat{Y}_t = La demanda pronosticada para el periodo t.

Desviación media absoluta (MAD, Mean Absolute Deviation). Es una medida de error global del pronóstico para un modelo, se calcula sumando los valores absolutos de los errores individuales del pronóstico, y dividiéndolos entre el número de periodos [16].

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |Y_t - \hat{Y}_t|}{n} \quad (6)$$

Donde:

Y_t = La demanda real u observada en el periodo t.

\hat{Y}_t = La demanda pronosticada para el periodo t.

n = Número de periodos.

Error medio cuadrático (MSE, Mean Square Error). Cada error se eleva al cuadrado; después, estos valores se suman y se divide entre el mismo número de observaciones. Su resultado se interpretará con la premisa, mientras más pequeño sea el valor MSE, mejor es el modelo de pronóstico [16].

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (Y_t - \hat{Y}_t)^2}{n} \quad (7)$$

Donde:

Y_t = La demanda real u observada en el periodo t.

\hat{Y}_t = La demanda pronosticada para el periodo t.

n = Número de periodos.

Porcentaje de error medio absoluto (MAPE, Mean Absolute Percentage Error). Se calcula determinando el error absoluto en cada periodo, dividiendo éste entre el valor real observado para ese periodo y después promediando estos errores absolutos de porcentaje. MAPE es útil para comparar la precisión de la misma u otra técnica sobre dos series completamente diferentes [17].

$$\text{MAPE} = \frac{\sum_{t=1}^n \frac{|Y_t - \hat{Y}_t|}{Y_t}}{n} \quad (8)$$

Donde:

Y_t = La demanda real u observada en el periodo t.

\hat{Y}_t = La demanda pronosticada para el periodo t.

n = Número de periodos.

1.2.2. Planeación de producción

Es un proceso que utiliza para su análisis y desarrollo los recursos necesarios para la producción en base a planes de trabajo que se anticipen a escenarios que una organización pueda suceder [18].

Fases de planeación de producción

Las etapas de procesos que se cumplen dentro de las empresas merecen de un proceso de planeación, para establecer en el presente las acciones que se deben preparar y ejecutar en el futuro, con la finalidad de alcanzar favorablemente los objetivos dados.

Así, la planeación se define como una etapa anticipada para designar los recursos a la operación [18].

Tabla 2: Fases de planeación y control de la producción en las empresas [18].

Planeación:	Periodo:	Planes:	Criterios:
Estratégica	Planificación a largo plazo, desde 1 año.	Objetivos, procedimientos y políticas a seguir	Artículos para producir, y competitividad, crecimiento del medio, innovación, bondades de los recursos
Táctica	Planificación desde 3 hasta los 18 meses.	Plan agregado de producción, plan agregado de capacidad	Cantidades para producir, mano de obra, turnos, niveles de inventario, distribución y almacenamiento
Operativa:	Planificación desde un día hasta un mes	PMP, MRP, secuenciación de operaciones	Fechas de entrega, cantidades a producir, lo que se necesita y como se ejecuta la producción

Criterios de planeación

Los propósitos. Las pretensiones de tipo cualitativo que persigue de forma permanente o semipermanente la organización.

La investigación. Consiste en la determinación de los factores y medios que influyen en el logro de los propósitos

Los objetivos. Son los resultados que la empresa desea lograr, establecidos cuantitativamente y para realizarse en un periodo de tiempo específico.

Las estrategias. Alternativas que denotan la dirección y el empleo de los recursos, para conseguir los objetivos en las condiciones más favorables de ventaja.

Políticas. Son lineamientos fundamentados en criterios a observarse en la toma de decisiones dentro de la organización.

Programas. Es la estructura donde se establece la secuencia y el tiempo requerido para realizar las actividades que permitan lograr los objetivos.

Presupuestos. Son los planes de las fases de actividades expresado en términos económicos

Procedimientos. Es la determinación sistemática y en orden cronológico de las actividades de la realización de un trabajo repetitivo:

1.2.3. La planeación de la capacidad

Es un proceso en el cual se establece el nivel de capacidad requerido para producir un producto en el futuro. Es ejecutada a todo nivel de horizonte de tiempo, la capacidad a largo plazo se establece para más de un año, a mediano plazo se enfoca entre los 6 a 18 meses, las variables pueden ser mano de obra, maquinaria, etc., a corto plazo se plantea de forma diaria o semanal y se busca alinear la producción planeada y la real [19]

Existen varios tipos de capacidad, así:

Capacidad de diseño: Es la máxima producción teórica que se alcanza en condiciones ideales

Capacidad efectiva: Es la producción que se espera alcanzar en condiciones reales de funcionamiento, por efecto de restricciones como errores en el personal, mantenimiento, y demás pérdida de tiempo.

Capacidad real: Es la producción real lograda en un periodo determinado.

Con los tipos de capacidad ya definidos, se obtiene:

Utilización de capacidad: Es el cociente entre la capacidad real y la capacidad de diseño

Eficiencia de producción: Es el cociente entre la capacidad real y la capacidad efectiva [20]

1.2.4. Planeación agregada de producción

La planeación agregada es la relación entre la oferta y la demanda de producción a mediano plazo, es la forma en como la organización debe de suplir de capacidad para satisfacer la demanda. Es objetivo es determinar los niveles de producción generales a corto y mediano plazo frente a una

demanda variable por distintos factores, donde se debe seleccionar aquella combinación de recursos, como: instalaciones, maquinaria, mano de obra, inventarios y disponerlos en el momento oportuno [21]

Otro autor explica que la planeación agregada se define como las acciones de la jefatura de producción para determinar pronósticos de demanda, niveles de inventarios, capacidad del sistema, mano de obra, materia prima. Finalmente, este es el pilar del programa maestro de producción [22]

Es un plan que utiliza para sus análisis y desarrollo unidades agregadas para realizar la planeación de la capacidad a mediano plazo, determinando los niveles de producción, mano de obra, materia prima para cubrir la demanda de familia de productos, con propensión a lograr el menor costo posible en función de la valoración de las variables antes mencionadas y demás medidas coyunturales que permiten adecuar la capacidad a la demanda [23].

Los planes agregados, están basados en proyecciones, esta es la razón por la que deben ser revisados y actualizados con frecuencia mensual y ajustarlo a la realidad del instante [22].

Características temporales del plan agregado de producción.

El horizonte temporal el plan puede establecerse para un periodo de 6 a 18 meses. Los segmentos temporales: Son periodos que componen al horizonte de planeación y pueden ser de entre 2 semanas y un mes.

Plazos de rigidez: Son periodos de tiempo en los que se definen decisiones que no se modificaran; normalmente entre 2 a 4 meses.

La frecuencia de revisión: Es el tiempo entre dos versiones sucesivas del plan y en la praxis depende de aspectos tecnológicos y organizativos del sistema productivo [24]

Crterios económicos de evaluación del plan:

La mano de obra, es la cantidad de fuerza laboral y jornadas suplementarias; la contratación, se refiere a costos de proceso de selección y entrenamiento; los despidos, son rubros por compensación o por cesantía; la subcontratación; stock pueden ser costes de mantenimiento, costos de oportunidad, seguros, instalaciones; ruptura de stock, es la perdida de demanda o diferirla total

o parcialmente; costes financieros, cuando se recurre a financiamiento externo para cancelación de rubros de la operación. [25]

Variables de decisión:

Pueden ser stocks, nivel de fuerza laboral, nivel de producción, subcontratación, horas de trabajo.

Restricciones:

Especificaciones del producto: Pueden ser físicas, químicas y de calidad.

Restricciones técnicas: Dadas por la capacidad de máquinas y el personal.

Requerimiento del mercado: Son las fechas de entrega.

Aspectos de operación: Así como la capacidad y disponibilidad del centro de trabajo [24].

1.2.5. Programa maestro de producción (MPS, Master Production Schedule)

El MPS establece la cantidad de cada producto que se debe elaborar cada semana del horizonte a corto plazo. Los gerentes de operaciones se reúnen cada semana para revisar los pronósticos de la demanda, los pedidos de los clientes, niveles de inventario, capacidad de planta y demás recursos, de forma que se puedan elaborar este programa [26].

El MPS proyecta la cantidad de producto final que será producido y en qué periodo de tiempo, mediante el plan de ventas y operaciones de la empresa (S & OP, por sus siglas en ingles); canalizándolo mediante de un plan aproximado de capacidad. Para su desarrollo se tiene como origen al S & OP que tiene una agregación dada en familias de productos y en periodos de tiempo mensual [27].

Algunas variables vitales para generar el MPS, son: pedidos firmes de los clientes, pronósticos de las demandas, inventario de seguridad, pedidos de las áreas internas de la organización [28].

1.2.6. Plan de requerimiento de materiales (MRP, Material Requirements Planning)

El MRP es un sistema de información destinado a planear, controlar y programar los requerimientos de materiales en tiempo adecuado para ejecutar la producción. Básicamente consiste en la lista de materiales, un MPS y el registro de inventarios en función de esto se identifica las acciones que deben adoptar los planificadores para que las entregas se cumplan [29].

También se define al MRP como un método para determinar las cantidades de materia prima, componentes o insumos y cuando se debe pedir o producir los mismos. El MRP se basa en la demanda dependiente y debe considerar el tiempo, frecuencia y forma de entrega de parte del proveedor [28].

De otra manera se explica que los sistemas MRP son computarizados, su esquema puede ser desarrollado de forma manual. Los elementos influyentes en el MRP, son: MPS, lista de materiales con especificaciones, registros de inventarios, órdenes de compra, material en tránsito y los tiempos de entrega de cada material [30].

En un MRP al determinarse los requerimientos netos, debe decidirse sobre el tamaño de lote, existen varias técnicas:

Lote por lote: El MRP debe producir unidades solo cuando se necesitan, sin inventario de seguridad y sin previsión para más pedidos. Cuando los costos de preparación son elevados, esta técnica puede ser costosa.

Lote económico: Determina cuanto comprar cuando el inventario cae a un nivel predeterminado

Balance parcial del periodo: Emplea información y cambia el tamaño de lote para que incluya los requerimientos del siguiente tamaño de lote. Esta técnica busca equilibrar los costos de mantener inventario con los de preparación para demandas conocidas.

Algoritmo de Wagner Whitin: Admite un horizonte de tiempo finito más allá del cual no hay requerimientos netos adicionales [31].

1.2.7. Programación de la producción

A la hora de fabricar un producto, el proceso se divide en varias operaciones pequeñas. Estas operaciones se definen como ordenes de trabajo. Si tomamos como ejemplo la fabricación de una silla, primero deberíamos fabricar la base de la silla, luego las patas y por último ensamblarla. Así este proceso estaría formado por 3 órdenes de trabajo. Cada orden de trabajo estaría ligada a una fecha de inicio y fin de operación, las cuales son modificables en si es necesario para optimizar la eficiencia de producción [32].

La programación de producción consiste en asignar los recursos como mano de obra, líneas de producción, y demás a un conjunto de actividades productivas en un periodo de tiempo de corto plazo, optimizando relaciones técnicas de primacía y de capacidad de maquinaria.

En una planta de manufactura la programación de producción se basa en la asignación de capacidad primeramente a la fabricación de productos requeridos para evitar rotura de inventarios de seguridad de productos a fabricar para suplir inventario (MTS, siglas en ingles), mismos que se priorizan según ABC; después en los segmentos de capacidad restante, se asignan los pedidos fabricación para orden (MTO por sus siglas en ingles) priorizándolos en función de criterios como throughput del pedido o la importancia del cliente [33].

Una orden de producción (OP), se considera como una secuencia de operaciones de un centro de trabajo (CT). Las variables de una OP son: su secuencia de proceso, tiempo de proceso, fecha de liberación, fecha de entrega establecida y tipo de operación. Las diferentes operaciones se asignan a maquinas correspondientes en el CT, en un periodo de tiempo, definiendo fecha de inicio y fin de las operaciones. Esta asignación debe cumplir la secuencia de procesos (no iniciar una nueva OP sin que haya concluido la OP precedente) y restricciones de cada CT (una maquina no realiza 2 OP a la vez) [34].

CAPÍTULO 2

MATERIALES Y METODOLOGÍA

En esta sección se refleja la ejecución del trabajo de investigación mediante los protocolos que demuestran el esquema de desarrollado en el tratamiento de la información. Se establecieron la modalidad de investigación, técnicas e instrumentos en función del cumplimiento de los objetivos establecidos

2.1. Tipo de investigación

Existen varios tipos de investigación y cada uno de ellos es adecuado a puntuales propósitos de investigación. Por ello es importante seleccionar el tipo idóneo para lograr potenciar el desarrollo y las conclusiones al fin. [35].

El tipo de estudio que se aplicó en función de la metodología científica que se emplea en el desarrollo de la presente tesis, es el de investigación aplicada, empírica, donde se aplican los conocimientos que se adquieren para las consecuencias prácticas.

Según el manejo de la información que contiene esta investigación se caracteriza como descriptiva, dado que sirve para analizar cómo se manifiesta un fenómeno y sus componentes. Se elige el estudio descriptivo porque es necesario recolectar datos que sean de interés.

2.2. Método de estudio

El método de estudio utilizado para desarrollar esta investigación fue el deductivo, a razón de que se toma como punto de partida conceptos establecidos y estudiados como lo son planeación y programación de producción.

Además, se recibió apoyo de parte del jefe departamental de producción, la información dispuesta fue útil para establecer la forma específica de realizar cada actividad como también la interacción hasta llegar a la planeación y programación de producción eficiente.

2.3. Fuentes de información

Los recursos utilizados para proporcionar datos y bases de conocimientos fueron fuentes primarias y secundarias.

2.3.1. Fuentes primarias

Como principal fuente de información se consideró al jefe de producción de la empresa procesadora de alimentos quien acompañó a la aplicación de técnicas específicas de recolección de datos como la observación, entrevistas consolidando argumentos que den una apropiada solución al problema planteado.

2.3.2. Fuentes secundarias

Como fuente secundaria se tiene información obtenida de fuentes bibliográficas e investigaciones que aportaron a abordar el tema en el contexto de una mejor comprensión, siendo soporte para el tema de investigación.

2.4. Instrumentos de recolección de información

Para extraer datos directos de la realidad de la empresa, etapas de procesos y procedimientos se utilizó los siguientes instrumentos.

2.4.1. Entrevistas

Es la consecución de información mediante una conversación de naturaleza profesional [36].

Se trabajó con entrevista de tipo semiestructurada e individual, en base a un listado de subtemas relacionados con la temática de estudio. El guion de subtemas no es una estructura cerrada, más bien orienta el curso de la interacción, de forma general hace énfasis a alcanzar los objetivos planteados en esta investigación.

2.4.2. Observación

Consiste en la inspección y estudio de las cosas o situaciones tal como suceden en la realidad a través del empleo de los sentidos, de acuerdo con los criterios de investigación científicas [36].

Se manejó observación de tipo explicativa para comprobar determinadas hipótesis planteadas preliminarmente. Por otro lado, el análisis de propiedades, atributos y cualidades propios de la naturaleza de las etapas de proceso se desarrolló mediante observación directa

2.4.3. Análisis documental

Permite contextualizar el fenómeno a estudiar, generando relaciones sincrónicas entre condiciones actuales y pasados; lo cual facilita hacer un pronóstico interpretativo de un acontecimiento determinado [36].

2.5. Fases de investigación

Para llevar a cabo los objetivos propuestos fue necesario desarrollar de forma ordenada las siguientes etapas, que son útiles según Quivy [37].:

- La pregunta inicial: Consistió en abordar el origen de incumplimiento del objetivo principal de la investigación. Para determinar la pregunta inicial se realizó un análisis profundo a la administración de la producción de donde resultó como causa raíz que no se disponía de procedimientos de planeación, programación y control de la productividad.
- La exploración: Se refiere al tratamiento de las herramientas necesarias para sustentar el desarrollo del problema principal. Se tomó en cuenta a la entrevista, observación y análisis documental, para así conocer la situación a la que se debió enfrentar.
- La problemática: El objetivo general de este trabajo fue establecer mejoras para el desempeño adecuado y eficiente del proceso de planeación y programación de producción de granola especial 500 g, por lo que se desarrollaron objetivos específicos para obtener resultados firmes. `
- Estructuración de modelo de análisis: En esta etapa los conceptos y las hipótesis se complementaron entre sí, para la conformación de un esquema coherente en función de las oportunidades de mejora de la empresa.
- La observación: Se investigó sobre la problemática de la empresa apoyándose en las entrevistas y los conceptos teóricos, fundamentando el desarrollo de cada objetivo específico para lograr un proceso adecuado de planeación y programación de producción.

- Análisis de la información: Se analizó la información recolectada, se debió descomponerla, así como identificación de cómo se interrelacionaron entre ellas y construcción de una estructura de propósito global.
- Las conclusiones: Se procedió a puntualizar las alternativas para confrontar el problema planteado, así como el procedimiento escrito sobre las mejoras.

2.6. Análisis de la empresa

Se abordó todas las variables de decisión útiles para el proceso de planeación y programación de producción.

2.6.1. Organigrama funcional

La empresa procesadora de alimentos disponía de un total de 10 empleados en nómina para su funcionamiento en las distintas dependencias, según se establece en la siguiente figura:

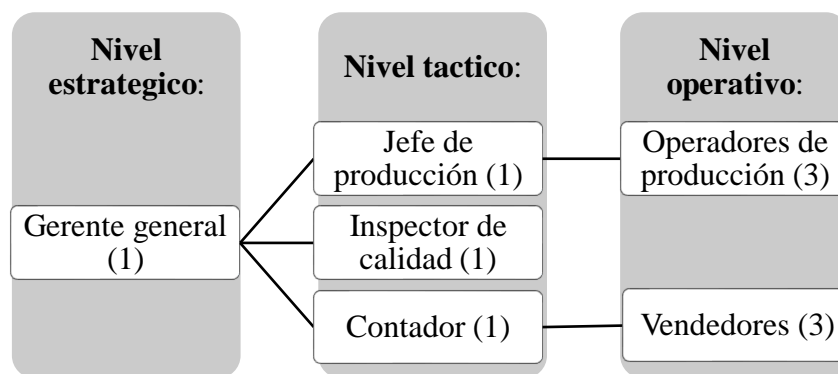


Figura 2: Organigrama general empresa procesadora de alimentos.

2.6.2. Sistema productivo

La producción por lotes es utilizada cuando el producto a elaborar tiene varias versiones, generándose lotes de tamaño variable. Se caracteriza por muchas actividades de transporte y manipulación, elevados niveles de stock [38].

La empresa procesadora de alimentos practicaba el sistema de producción industrial por lotes dado que la cantidad de productos fabricados es limitada buscando una solución de compromiso de aprovechamiento entre el uso de la maquinaria y personal frente al nivel de inventario. La cantidad

del producto, así como la frecuencia de producción está regida por los requerimientos del mercado a través de sus clientes y consumidores.

2.6.3. Portafolio de productos

La empresa objeto de este estudio se desempeña en la fabricación y comercialización de alimentos con marca granolas y marca galletas. En la categoría granolas se producen y se comercializan granola especial 500 g, granola tradicional 250 g, 500 g y 1000 g; las variantes entre granola especial y tradicional básicamente es la clase de avena que para la especial se usa la avena en hojuelas importada. La normalización que rige esta familia de productos es la INEN 2595.

Para la categoría galletas se producen y comercializan dos líneas de productos galletas de avena y galletas de coco, en presentación 200 g. La normalización que se maneja es NTE INEN 2085.

La participación de cada referencia en las ventas anuales para el año 2020 se representa en la siguiente gráfica de Pareto, para cada ítem el eje izquierdo corresponde al valor monetario de ventas, mientras el eje derecho en contraste con el marcador en cada material representa el porcentaje de participación, así:

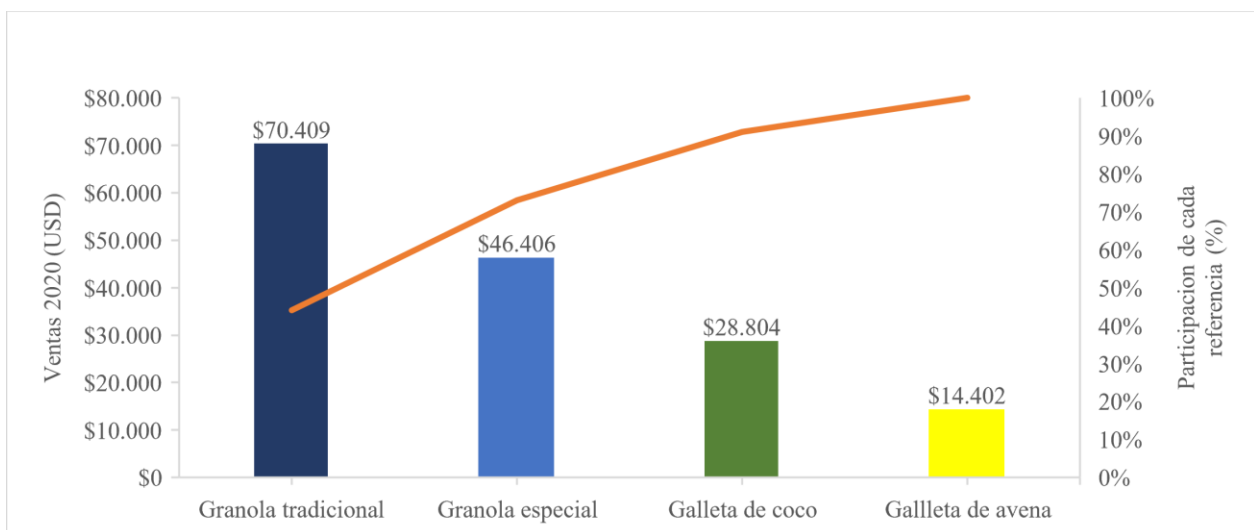


Figura 3: Participación de cada referencia de producto en las ventas durante el año 2020

La empresa prepara el lanzamiento del producto granola especial 500 g para exportación razón por la que se considera en el presente trabajo a esta clase para la generación de propuesta de planeación y programación de producción.

2.7. Diagnóstico del proceso productivo de granola especial 500 g

Se levanta información que aporta a explicar los procesos en cada fase.

2.7.1. Elaboración del producto

La granola especial 500 g, una combinación de frutos secos, avena y semillas, se elaboraba según el diagrama a continuación:

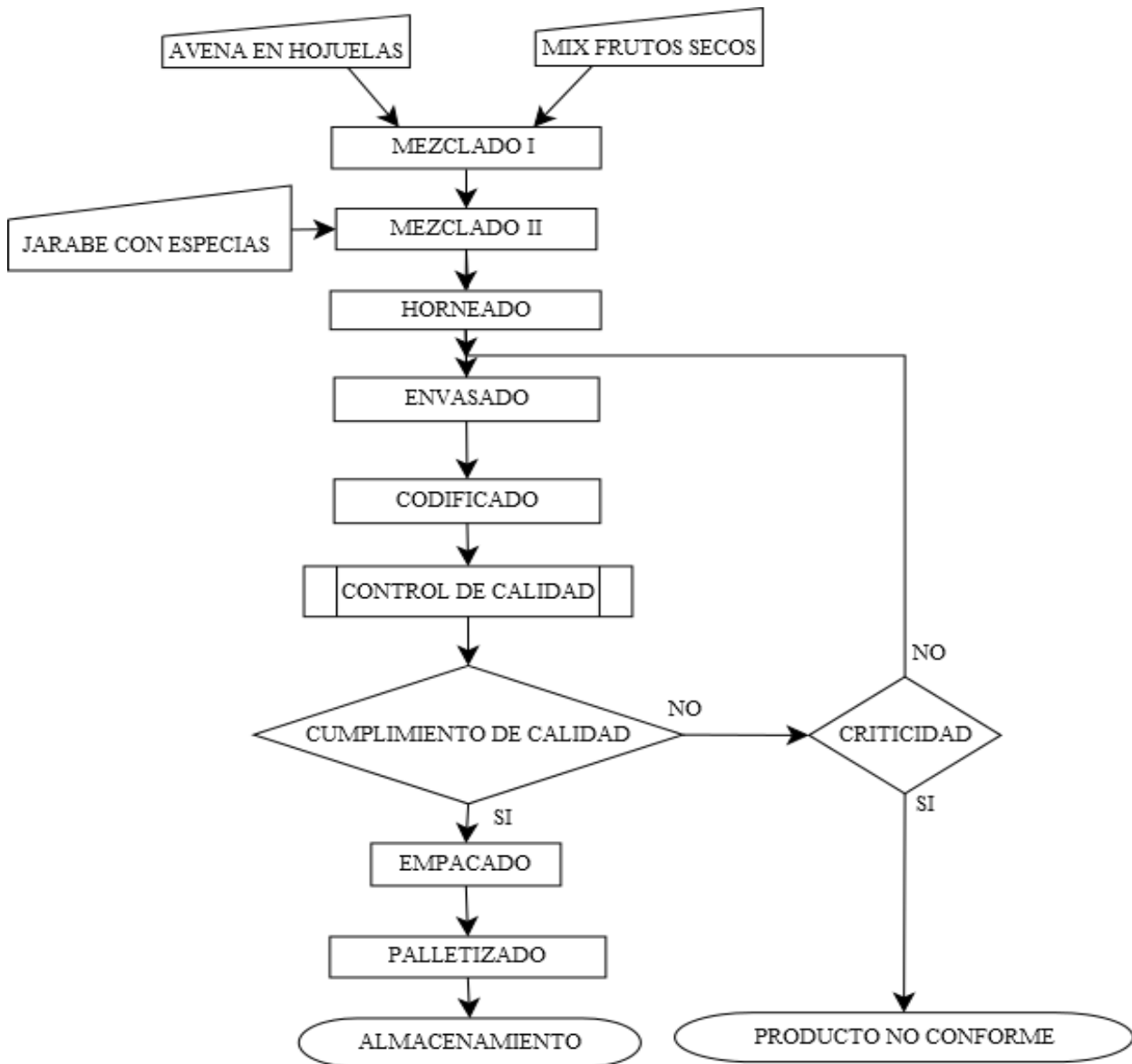


Figura 4: Diagrama de elaboración granola especial 500 g

El diagrama posee la siguiente definición de sus etapas:

– Mezclado I

Verificar set up de mezclador, alimentar la tolva con avena en hojuelas y mix frutos secos de acuerdo con la formulación; operar la mezcla, controlar tiempo de mezclado, registrar cantidades, lotes y parámetros de proceso.

– Mezclado II

Manteniendo la mezcla I, adicionar jarabe con especias y operar la mezcla, controlar tiempo de mezclado, registrar cantidades, lotes y parámetros de proceso.

– Horneado

Disponer de vapor seco; ajustar temperatura y velocidad de tambor de secado, ejecutar proceso. Registrar parámetros de proceso.

– Envasado

Disponer en la maquina envasadora automática de envase primario en cantidad adecuada y asegurar la normalización del mismo. Operar proceso, garantizando el contenido neto según especificación, así como el sellado hermético longitudinal y transversal del envase.

– Codificado

Configurar inicialmente el código de producto de acuerdo a la política implementada en la empresa. Proveer tinta en cantidad necesaria. Ejecutar proceso, verificando constantemente el cumplimiento de codificado.

– Control de calidad

Muestrear de forma representativa según normas establecidas; analizar calidad de acuerdo al plan de control de calidad para la referencia establecido en la empresa.

– Cumplimiento de calidad

Verificar que los resultados del análisis de control de calidad cumplan la especificación establecida, de lo contrario, al encontrarse una no conformidad en el producto disponer reproceso o al ser defecto crítico ejecutar procedimiento producto fuera de norma. Registrar operación.

– Empacado

Utilizar cartón aprobado para este fin, manualmente empacar cantidad dada, adicionar etiqueta de codificación aprobadas por calidad; sellar con embalaje. Registrar cantidad de cajas elaboradas.

– Paletizado

Apilar mediante método validado en cantidad de cajas por cada pallet. Colocar plástico stretch film. Aplicar marbete de trazabilidad en cada pallet con la información requerida.

– Almacenamiento

Transferir a bodega de centro de distribución y ubicar según norma FIFO.

2.7.2. Materias primas e insumos

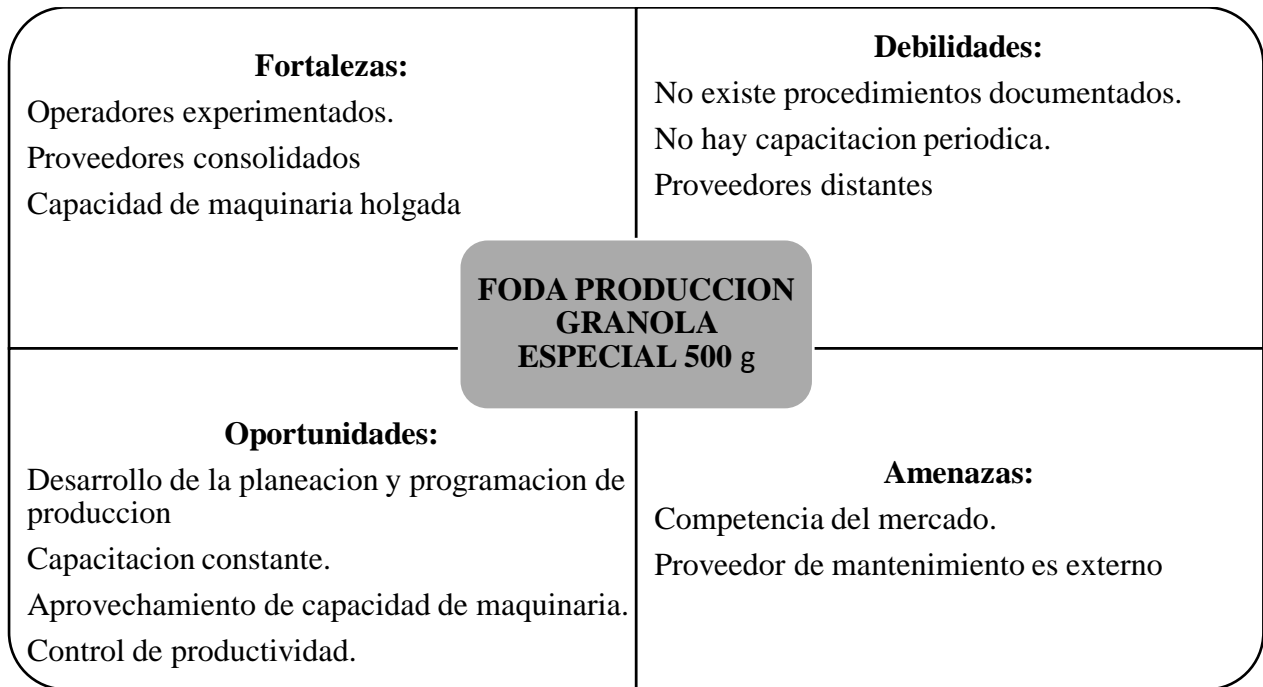
Las materias primas e insumos para producción de granola especial 500 g, se describen en la siguiente tabla:

Tabla 3: Materias primas para producción de granola especial 500 g.

Materia prima:	Presentación:	Categoría:	Vida útil (Meses):
Avena en hojuelas	Saco 25 kg	Cereal	12
Caja empaque 500 g	Pack 250 cajas	Embalaje	6
Envase granola especial 500 g	Millar	Envase	12
Jarabe con especias	Tanque 60 kg	Edulcorante	3
Mix frutos secos	Caja 10 kg	Fruto seco	3

2.7.3. FODA proceso productivo de granola especial 500 g

A continuación, se evaluó la situación actual de la empresa a través de un FODA, con el propósito de planificar una estrategia para la mejora de la planificación y planeación de la producción.



CAPÍTULO 3

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1. Propuesta metodológica de planeación y programación de producción

Se desarrolló previsión de la demanda, planeación de la capacidad, planeación agregada, programa maestro de producción y plan de requerimiento de materiales.

3.1.1. Pronóstico de la demanda

De acuerdo con los registros de la empresa las ventas de granola especial 500 g en los años 2019, 2020 y 2021 se muestran en la siguiente gráfica. En ella se identificó un comportamiento estacional con tendencia positiva, que consiste en periódicas subidas y bajadas en el nivel de ventas en la serie de tiempo.

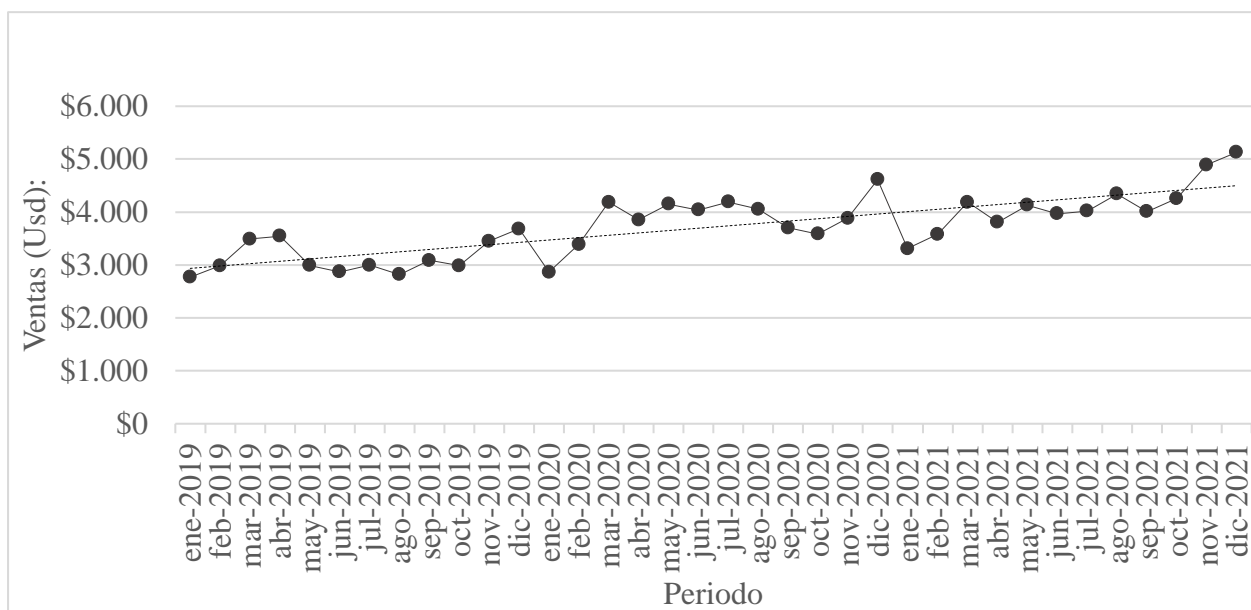


Figura 5: Registro de ventas de granola especial 500 g; periodos 2019, 2020 y 2021

Los costos de los distintos rubros necesarios para producción de una caja se describen en la siguiente tabla, siendo el precio de venta 100.36 USD de la caja de granola especial 500 g de 40 unidades:

Tabla 4: Costos fijos y variables de granola especial 500 g

Rubro:	Unidad:	Cantidad:	Costo:
Avena en hojuela:	Kg	12	\$9,36
Jarabe con especias	Kg	4,8	\$6,10
Mix frutos secos	Kg	4	\$8,08
Envase	Bolsa	40	\$0,72
Empaque	Caja	1	\$0,33
Mano de obra directa	Usd	40	\$24,75
Mano de obra indirecta	Usd	40	\$16,80
Energía	Usd	40	\$1,60
Mantenimiento	Usd	40	\$1,28
Depreciación	Usd	40	\$3,60
Combustible flota	Usd	40	\$2,00
Margen utilidad	%	35%	\$25,74

En función del precio de venta se convirtió la demanda de valor monetaria a cajas comerciales por 40 unidades, como se muestra en la tabla:

Tabla 5: Registro de demanda de granola especial 500 g.

Periodo:		Demanda (Caja 40 unidades 500g):		
		2019	2020	2021
1	Ene	37	38	44
2	Feb	40	45	48
3	Mar	47	56	56
4	Abr	48	52	51
5	May	40	56	55
6	Jun	38	54	53
7	Jul	40	56	54
8	Ago	38	54	58
9	Sep	41	50	54
10	Oct	40	48	57
11	Nov	46	52	66
12	Dic	49	62	69

Para establecer el pronóstico de la demanda para el año 2022, se efectuó el modelo series de tiempo de variación estacional con tendencia. Se tomó la información histórica de venta en cajas descrita en la tabla que antecede, se eliminó el componente estacional de la serie de tiempo para poder efectuar una proyección de acuerdo a su tendencia.

Inicialmente fue necesario determinar el índice de estacionalidad para cada periodo que rige la demanda. Aplicando la siguiente ecuación:

$$I = \frac{\bar{X}_i}{\bar{X}_g} \quad (9)$$

Donde:

I = Índice o factor estacionalidad.

\bar{X}_i = Media o promedio de las ventas en el periodo i.

\bar{X}_g = Media o promedio general de las ventas.

A continuación, se realizó el cálculo del factor estacional para todos los periodos.

Tabla 6: Determinación de índice estacional para cada periodo

Periodo:		Demanda (Caja 40 u, 500g):			Promedio	Factor estacional
		2019	2020	2021	\bar{X}_i	I
1	Ene	37	38	44	40	0,80
2	Feb	40	45	48	44	0,89
3	Mar	47	56	56	53	1,06
4	Abr	48	52	51	50	1,00
5	May	40	56	55	50	1,01
6	Jun	38	54	53	49	0,98
7	Jul	40	56	54	50	1,01
8	Ago	38	54	58	50	1,01
9	Sep.	41	50	54	48	0,97
10	Oct	40	48	57	48	0,97
11	Nov	46	52	66	55	1,10
12	Dic	49	62	69	60	1,20

El siguiente paso es propio del modelo con tendencia, corresponde a des estacionalización de la demanda, es decir, referente al análisis de la tendencia. Para esto reordenamos los datos en orden cronológico de ocurrencia, de acuerdo a la siguiente tabla y se dividió la demanda de cada factor entre el factor estacional, mismo que se calculó en la sección anterior.

La des-estacionalización se presenta en la tabla 7:

Tabla 7: Des estacionalización de la demanda para 1 a 17 periodos

Periodo:	Demanda:	Demanda desestacionalizada:			
t_i	(Cajas)	X_i	$X_i \cdot t_i$	$t_i \cdot t_i$	
1 ene-2019	37	46	46	1	
2 feb-2019	40	45	90	4	
3 mar-2019	47	44	132	9	
4 abr-2019	48	47	189	16	
5 may-2019	40	40	198	25	
6 jun-2019	38	39	236	36	
7 jul-2019	40	40	279	49	
8 ago-2019	38	38	301	64	
9 sep-2019	41	43	384	81	
10 oct-2019	40	41	412	100	
11 nov-2019	46	42	464	121	
12 dic-2019	49	41	492	144	
13 ene-2020	38	48	622	169	
14 feb-2020	45	51	712	196	
15 mar-2020	56	53	792	225	
16 abr-2020	52	51	822	256	
17 may-2020	56	55	936	289	

Para des-estacionalizar la demanda se utilizaron varias tablas, de acuerdo con la tabla 8:

Tabla 8: Des-estacionalización de la demanda para periodos de 18 a 34

Periodo:	Demanda:	Demanda desestacionalizada:			
t_i	(Cajas)	X_i	$X_i \cdot t_i$	$t_i \cdot t_i$	
18 jun-2020	54	55	999	324	
19 jul-2020	56	56	1062	361	
20 ago-2020	54	54	1080	400	
21 sep-2020	50	51	1076	441	
22 oct-2020	48	49	1089	484	
23 nov-2020	52	47	1092	529	
24 dic-2020	62	51	1233	576	
25 ene-2021	44	55	1383	625	
26 feb-2021	48	54	1397	676	
27 mar-2021	56	53	1423	729	
28 abr-2021	51	51	1421	784	
29 may-2021	55	55	1587	841	
30 jun-2021	53	55	1636	900	
31 jul-2021	54	54	1662	961	
32 ago-2021	58	58	1851	1024	
33 sep-2021	54	55	1831	1089	
34 oct-2021	57	59	1997	1156	

Para los últimos periodos la des-estacionalización de la demanda se muestra en la siguiente tabla:

Tabla 9: Des estacionalización de la demanda periodos 35 a 36

Periodo:	Demanda:	Demanda desestacionalizada:			
t_i	(Cajas)	X_i	$X_i \cdot t_i$	$t_i \cdot t_i$	
35 nov-2021	66	60	2092	1225	
36 dic-2021	69	57	2056	1296	

La des estacionalización de la demanda determinada en las tablas 7, 8 y 9, se grafican a continuación, así como la demanda con factor estacional:

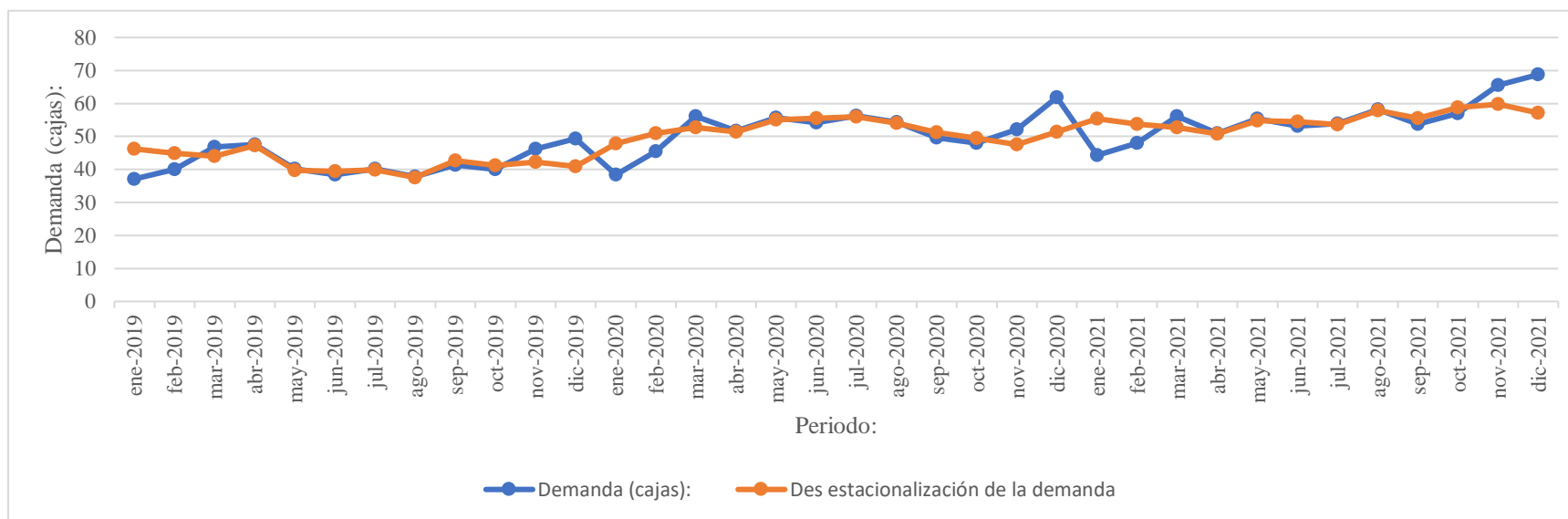


Figura 6 Des estacionalización de la demanda de granola especial 500 g.

En la gráfica anterior al contrastar la demanda des-estacionalizada frente a la demanda con factor estacional se puede afirmar que se logró linealidad que para la determinación del pronóstico es factible la aplicación de regresión lineal como método de predicción.

La demanda des-estacionalizada será a partir de ahora la información para analizar la tendencia; para lo cual se utiliza regresión lineal, se encontró el valor de intersección con el eje X (a) y el valor de la pendiente (b), y así realizar el pronóstico lineal, los cálculos son efectuados mediante hoja de cálculo de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$b = \frac{n \sum_{i=1}^n X_i t_i - \sum_{i=1}^n X_i \sum_{i=1}^n t_i}{n \sum_{i=1}^n t_i^2 - [\sum_{i=1}^n t_i]^2} \quad (10)$$

Donde:

b: Valor de la pendiente

n= Número de periodo

$\sum_{i=1}^n X_i t_i$ = Sumatoria de producto de la demanda desestacionalizada y numero de periodo

$\sum_{i=1}^n X_i$ = Sumatoria de demanda desestacionalizada.

$\sum_{i=1}^n t_i$ = Sumatoria de numero de periodo

$\sum_{i=1}^n t_i^2$ = Sumatoria del cuadrado de cada periodo

$[\sum_{i=1}^n t_i]^2$ = Cuadrado de sumatoria de numero de periodos

$$b = \frac{(36 * 34869,90) - (1786,87 * 666)}{(36 * 16206) - (666 * 666)}$$

$$b = 0,4666$$

$$a = \bar{X} - b\bar{t}$$

(11)

Donde:

a: Valor de la intersección con el eje X

\bar{X} : Promedio de la variable dependiente (demanda)

\bar{t} : Promedio de la varianle independiente (tiempo)

Calculando el valor de la intersección con el eje x.

$$a = 49,64 - (0,4666 * 18,50)$$

$$a = 41,0033$$

Encontrados los valores de regresión de a y b, se ejecutó la siguiente formula, misma que corresponde al pronóstico de variación estacional con tendencia:

$$\widehat{X_t} = (a + bt) \cdot I \quad (12)$$

En la ecuación (12), a y b son las constantes antes determinadas, t corresponde al periodo que se realizara el cálculo e I es el índice de estacionalidad del periodo:

Se mantiene 36 datos históricos, y dado que deseamos calcular el pronóstico para los 12 meses del año 2022, entonces los valores que adopte t en la formula fueron, ene-2022, 37; feb-2022, 38; mar-2022, 39; abr-2022, 40; may-2022, 41; jun-2022, 42; jul-2022, 43; ago-2022, 44; sep-2022, 45; oct-2022, 46; nov-2022, 47; dic-2022, 48.

Los valores del índice de estacionalidad dependen del mes del año y se encuentra detallado en la tabla 9, que antecede.

En el siguiente tabulado se encuentra la proyección de ventas de granola especial 500 g, expresado en cajas de 40 unidades:

Tabla 10: Determinación de pronóstico de ventas en cajas para el año 2022.

	Periodo:	Pronostico (Cajas):
37	ene-2022	47
38	feb-2022	53
39	mar-2022	64
40	abr-2022	61
41	may-2022	61
42	jun-2022	60
43	jul-2022	62
44	ago-2022	63
45	sep-2022	61
46	oct-2022	61
47	nov-2022	70
48	dic-2022	77

Finalmente se grafica la demanda con estacionalidad, la demanda des-estacionalizada y el pronóstico obtenido para los 12 periodos del año 2022.

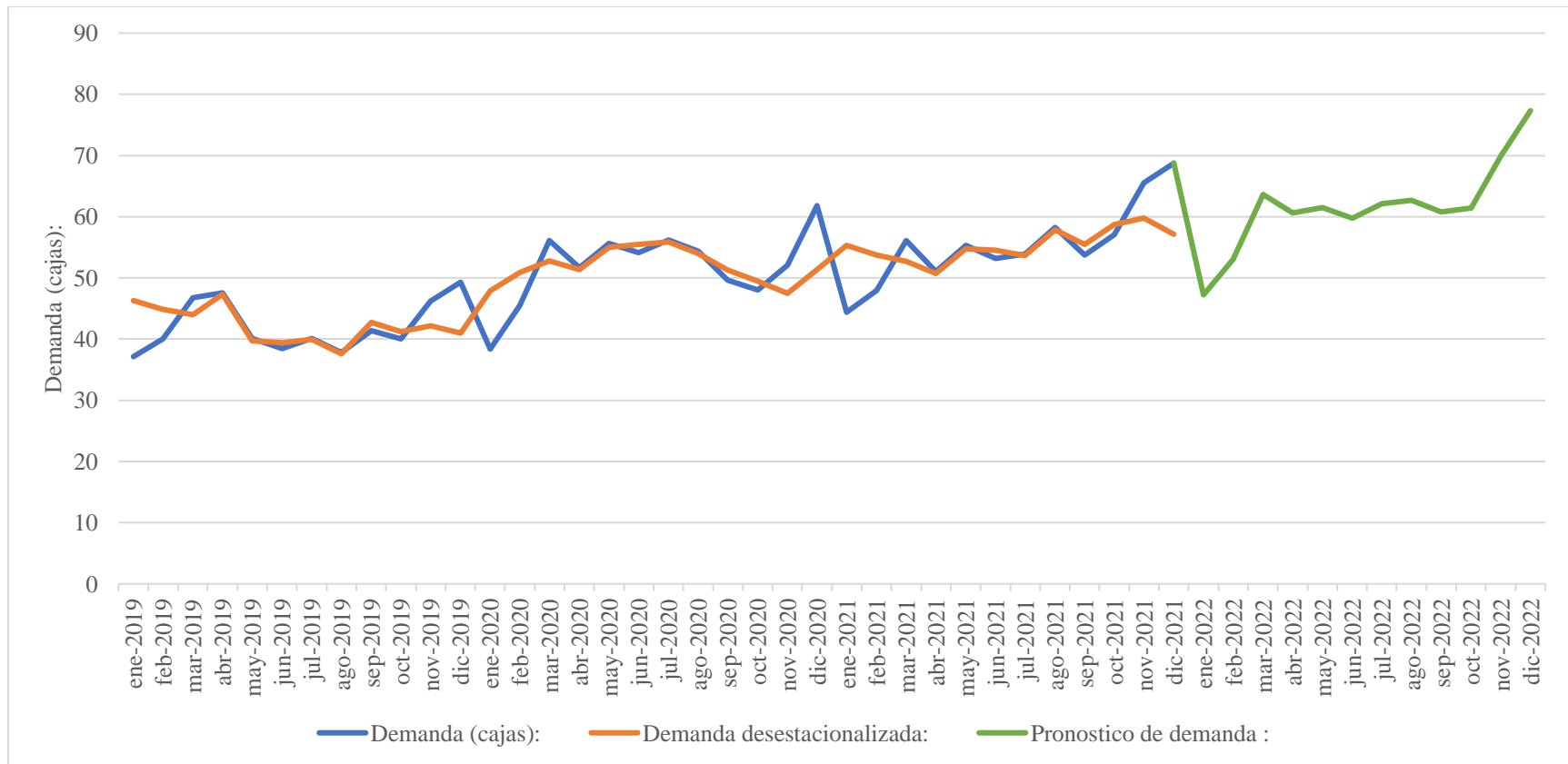


Figura 7: Pronostico de demanda para los periodos del año 2022.

3.1.2. Plan de capacidad

El tiempo de ciclo para una caja de granola especial 500 g, basado en un promedio de producción de 40 cajas por turno de 8 horas y una fuerza laboral constante de 3 trabajadores, es 12 minutos.

La disponibilidad de tiempo para el año 2022, es la siguiente:

Tabla 11: Periodo laboral para el año 2022

Tiempo:	Conversión:	Equivalencia:
Año	Semanas	52
Semana	Días	5

Las perdidas planeadas para el año 2022, se registran en la siguiente tabla:

Tabla 12: Registro de paros programados para el año 2022

Paros programados:	Horas:
Mantenimiento preventivo:	80
Capacitación:	16
Inventarios:	8

Las pérdidas no planeadas basados en los periodos productivos anteriores son fundamentales para establecer un pronóstico de tipo programación lineal y encontrar el tiempo estimado para el 2022:

Tabla 13: Histórico de paros no planeados, expresado en horas laborales.

Paros no programados:	Horas:
Mantenimiento correctivo 2019	46
Mantenimiento correctivo 2020	30
Mantenimiento correctivo 2021	60

El método hoja de cálculo a través de la fórmula pronóstico lineal = (x; conocido_y; conocido_x) nos permitió predecir un valor futuro en una tendencia lineal usando los valores existentes de paros no programados, el valor encontrado es 59 horas de paros no programados para el año 2022.

Finalmente, las ecuaciones usadas para establecer la capacidad fueron:

$$\text{Capacidad teórica} = \frac{\text{Capacidad total}}{\text{Tiempo de ciclo}} \quad (13)$$

$$\text{Capacidad efectiva} = \frac{\text{Tiempo total} - \text{Perdidas planeadas}}{\text{Tiempo de ciclo}} \quad (14)$$

$$\text{Cap. real} = \frac{\text{Tiempo total} - \text{Perdidas planeadas} - \text{Perdidas no planeadas}}{\text{Tiempo de ciclo}} \quad (15)$$

También se determinó el nivel de eficiencia de capacidad:

$$\text{Nivel de eficiencia capacidad} = \frac{\text{Capacidad real}}{\text{Capacidad teórica}} * 100\% \quad (16)$$

Para el año 2022 el cálculo de capacidad y eficiencia se resume en la siguiente tabla:

Tabla 14: Resumen de capacidad y eficiencia de línea de producción granola especial 500 g

Línea:	Cantidad:	Teórica:	Efectiva:	Real:	Eficiencia
		<i>Cajas año</i>	<i>Cajas año</i>	<i>Cajas año</i>	capacidad
Granola Esp 500g	1	10400	9880	740	7%

3.1.3. Plan agregado de producción

Para el desarrollo de plan de producción se consideró como variables: horizonte de tiempo, criterios de evaluación, restricciones de los procesos

El horizonte temporal se estableció un plan para un periodo de 12 meses, considerando cada mes un periodo o segmento temporal, que mantendrá establecido el nivel de fuerza laboral, la tasa de producción, niveles de stocks aceptables y demás especificaciones.

Tabla 15: Demanda de producción de granola especial 500 g y disponibilidad de turnos para cada periodo del 2022

Unidad:		Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Demanda pronosticada	Cajas	47	52	63	60	61	59	61	62	60	61	69	76
Turnos laborables	8 horas	21	20	23	21	22	22	21	23	22	21	22	22

Los criterios económicos utilizados para la operación fabril son los siguientes:

Tabla 16: Criterios para definir el plan agregado de producción..

Criterio:	Unidades:	Cantidad:
Cantidad lote económico:	<i>Cajas turno</i>	40
Inventario inicial:	<i>Cajas</i>	15
Inventario de seguridad:	<i>Cajas</i>	15
Fuerza laboral actual:	<i>Nº trabajadores</i>	3
Costo de contratar:	<i>Usd</i>	\$476
Costo de despedir:	<i>Usd</i>	\$750
Costo de almacenar:	<i>Usd/caja</i>	\$0,90

Se realizó el plan agregado de producción con fuerza laboral constante donde se considera como constante el número de operarios de producción durante el desarrollo del plan.

Tabla 17: Plan agregado de producción 2022.

	Unidad:	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Demanda:	Cajas	47	53	64	61	61	60	62	63	61	61	70	77
Inventario inicial:	Cajas	15	33	5	6	10	14	19	22	24	29	33	32
Inventario seguridad:	Cajas	15	15	15	15	15	15	15	15	15	14	11	15
Requerimiento:	Cajas /mes	47	35	74	70	66	61	58	56	51	47	48	60
Fuerza laboral:	Nº trabajadores	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3	3
Turnos requeridos:	8 h	2	1	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
Producción lograda:	Cajas /mes	80	40	80	80	80	80	80	80	80	80	80	80
Sobrantes o faltantes:	Cajas /mes	33	5	6	10	14	19	22	24	29	33	32	20
Inventario final:	Cajas /mes	33	5	6	10	14	19	22	24	29	33	32	20

Los costos del plan agregado para el periodo se estructuran en la siguiente tabla:

Tabla 18: Determinación del costo total del plan agregado de producción.

Periodo:	Costo de contratar:	Costo de almacenar:
(Mes)	(USD)	(USD)
ene-22	\$0,00	\$29,51
feb-22	\$0,00	\$4,30
mar-22	\$0,00	\$5,51
abr-22	\$0,00	\$9,45
may-22	\$0,00	\$12,62
jun-22	\$0,00	\$17,32
jul-22	\$0,00	\$19,93
ago-22	\$0,00	\$22,02
sep-22	\$0,00	\$25,83
oct-22	\$0,00	\$29,97
nov-22	\$0,00	\$29,17
dic-22	\$0,00	\$18,08
Total	\$0,00	\$223,71

3.1.4. Plan maestro de producción

Se determinó el plan maestro de producción, considerando como unidad productiva la caja de 20 kg. Según la siguiente tabla:

Tabla 19: Plan maestro de producción año 2022

	ene-22				feb-22				mar-22				abr-22				may-22				jun-22			
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
Inventario inicial:	15	8	8	8	8	21	21	35	35	11	11	11	11	21	21	30	30	9	9	9	9	19	19	29
Cajas pronosticadas:	47				27		27		64				30		30		61				30		30	
Cajas pedidas:																								
Inventario final:	8	8	8	8	21	21	35	35	11	11	11	11	21	21	30	30	9	9	9	9	19	19	29	29
MPS:	40				40		40		40				40		40		40				40		40	

El plan maestro de producción para el segundo periodo se describe en la siguiente tabla:

	jul-22				ago-22				sep-22				oct-22				nov-22				dic-22			
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48
Inventario inicial:	29	7	7	7	7	16	16	24	24	4	4	4	4	13	13	22	22	27	27	32	32	34	34	35
Cajas pronosticadas:	62				31		31		61				31		31		35		35		39		39	
Cajas pedidas:																								
Inventario final:	7	7	7	7	16	16	24	24	4	4	4	4	13	13	22	22	27	27	32	32	34	34	35	35
MPS:	40				40		40		40				40		40		40		40		40		40	

3.1.5. Plan de requerimiento de materiales

La siguiente es la lista de materiales para producción de granola especial 500 g, donde la unidad es una caja de 40 envases de 500 g:

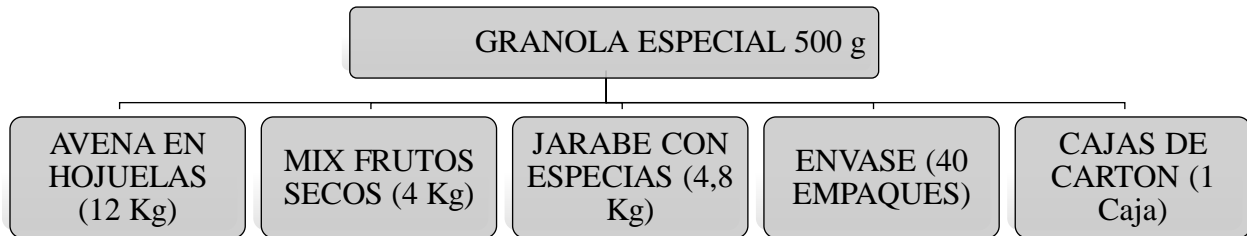


Figura 8: Componentes de elaboración de granola especial 500g

La información determinada de inventarios es la indicada en la siguiente tabla:

Tabla 20: Criterios de manejo de inventarios

Referencia:	Unidad:	Nivel:	Tamaño lote:	Stock seguridad:	Cantidad por elemento padre:	Lead time (Semanas):	Inventario disponible:
Avena hojuelas	kg	1	1000	0	12	1	310
Caja 500 g	Caja	1	250	0	1	1	100
Envase 500 g	Millar	1	1000	0	40	1	3600
Granola especial 500 g	500 g	0	40	15	40	1	15
Jarabe con especias	kg	1	500	0	4,8	1	90
Mix frutos secos	kg	1	300	0	4	1	115

Para el desarrollo del MRP se utilizó el método hoja de cálculo, de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 21: MRP granola especial 500 g para el primer semestre 2022

Codigo:	Referencia:		ene-22				feb-22				mar-22				abr-22				may-22				jun-22			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24
AVE-HOJ-025	Avena hojuelas	Necesidades brutas	480				480		480		480				480		480		480				480		480	
		Recep. programadas:	1000						1000						1000				1000						1000	
		Inventario disponible	830	830	830	830	350	350	870	870	390	390	390	390	910	910	430	430	950	950	950	950	470	470	990	990
		Necesidades netas	-830				-350		-870		-390				-910		-430		-950				-470		-990	
		Recepcion de orden							130						90				50						10	
		Lanzamiento de orden						1000						1000				1000						1000		
CAJ-EMP-250	Caja 500 g	Necesidades brutas	40				40		40		40				40		40		40				40		40	
		Recep. programadas:							250														250			
		Inventario disponible	60	60	60	60	20	20	230	230	190	190	190	190	150	150	110	110	70	70	70	70	280	280	240	240
		Necesidades netas					-20		-230		-190				-150		-110		-70				-280		-240	
		Recepcion de orden							20														30			
		Lanzamiento de orden						250														250				
ENV-GRA-1000	Envase 500 g	Necesidades brutas	1600				1600		1600		1600				1600		1600		1600				1600		1600	
		Recep. programadas:							9000														9000			
		Inventario disponible	2000	2000	2000	2000	400	400	7800	7800	6200	6200	6200	6200	4600	4600	3000	3000	1400	1400	1400	1400	8800	8800	7200	7200
		Necesidades netas	-2000				-400		-7800		-6200				-4600		-3000		-1400				-8800		-7200	
		Recepcion de orden							1200														200			
		Lanzamiento de orden						9000														9000				
GRA-ESP-500	Granoal especial 500 g	Necesidades brutas	40	0	0	0	40	0	40	0	40	0	0	0	40	0	40	0	40	0	0	0	40	0	40	0
		Recep. programadas:	40	0	0	0	40	0	40	0	40	0	0	0	40	0	40	0	40	0	0	0	40	0	40	0
		Inventario disponible	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
		Necesidades netas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
		Recepcion de orden					25		25		25				25		25		25				25		25	
		Lanzamiento de orden				40		40		40				40		40		40				40		40		40
JAR-ESP-060	Jarabe con especias	Necesidades brutas	192				192		192		192				192		192		192				192		192	
		Recep. programadas:	500						500						500		500						500		500	
		Inventario disponible	398	398	398	398	206	206	14	14	322	322	322	322	130	130	438	438	246	246	246	246	54	54	362	362
		Necesidades netas	-398				-206		-14		-322				-130		-438		-246				-54		-362	
		Recepcion de orden								178							62								138	
		Lanzamiento de orden							500						500									500		
MIX-FRU-010	Mix frutos secos	Necesidades brutas	160				160		160		160				160		160		160				160		160	
		Recep. programadas:	300						300						300		300						300		300	
		Inventario disponible	255	255	255	255	95	95	235	235	75	75	75	75	215	215	55	55	195	195	195	195	35	35	175	175
		Necesidades netas	-255				-95		-235		-75				-215		-55		-195				-35		-175	
		Recepcion de orden							65						85				105						125	
		Lanzamiento de orden						300						300				300						300		

Para describir la información de plan de requerimiento de materiales se utilizó 2 tablas:

Tabla 22: MRP granola especial 500g para el segundo semestre 2022

Referencia:	jul-22				ago-22				sep-22				oct-22				nov-22				dic-22				
	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	
Avena hojuelas	Necesidades brutas	480				480		480		480				480		480		480		480		480			
	Recep. programadas:							1000		0				1000				1000				1000		0	
	Inventario disponible	510	510	510	510	30	30	550	550	70	70	70	70	590	590	110	110	630	630	150	150	670	670	190	190
	Necesidades netas	-510				-30		-550		-70				-590		-110		-630		-150		-670		-190	
	Recepcion de orden							1000						410				370				330		330	
	Lanzamiento de orden						1000						1000				1000				1000				
Caja 500 g	Necesidades brutas	40				40		40		40				40		40		40		40		40		40	
	Recep. programadas:																250								
	Inventario disponible	200	200	200	200	160	160	120	120	80	80	80	80	40	40	0	0	210	210	170	170	130	130	90	90
	Necesidades netas	-200				-160		-120		-80				-40		0		-210		-170		-130		-90	
	Recepcion de orden																	40							
	Lanzamiento de orden																250								
Envase 500 g	Necesidades brutas	1600				1600		1600		1600				1600		1600		1600		1600		1600		1600	
	Recep. programadas:												9000		0										
	Inventario disponible	5600	5600	5600	5600	4000	4000	2400	2400	800	800	800	800	8200	8200	6600	6600	5000	5000	3400	3400	1800	1800	200	200
	Necesidades netas	-5600				-4000		-2400		-800				-8200		-6600		-5000		-3400		-1800		-200	
	Recepcion de orden													800											
	Lanzamiento de orden												9000												
Granoal especial 500 g	Necesidades brutas	40	0	0	0	40	0	40	0	40	0	0	0	40	0	40	0	40	0	40	0	40	0	40	0
	Recep. programadas:	40	0	0	0	40	0	40	0	40	0	0	0	40	0	40	0	40	0	40	0	40	0	40	0
	Inventario disponible	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15	15
	Necesidades netas	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Recepcion de orden	25				25		25		25				25		25		25		40		25		25	
	Lanzamiento de orden				40		40		40				40		40		40		40		40		40		
Jarabe con especias	Necesidades brutas	192				192		192		192				192		192		192		192		192		192	
	Recep. programadas:					500							500				500				500		500		
	Inventario disponible	170	170	170	170	478	478	286	286	94	94	94	94	402	402	210	210	18	18	326	326	134	134	442	442
	Necesidades netas	-170				-478		-286		-94				-402		-210		-18		-326		-134		-442	
	Recepcion de orden					22								98						174				58	
	Lanzamiento de orden				500								500						500				500		
Mix frutos secos	Necesidades brutas	160				160		160		160				160		160		160		160		160		160	
	Recep. programadas:					600							300				300				300		300		
	Inventario disponible	15	15	15	15	455	455	295	295	135	135	135	135	275	275	115	115	255	255	95	95	235	235	75	75
	Necesidades netas	-15				-455		-295		-135				-275		-115		-255		-95		-235		-75	
	Recepcion de orden					145								25				45				65			
	Lanzamiento de orden				600								300				300				300				

3.2. Implementación y documentación de procedimiento de planeación y programación de producción de granola especial 500 g

Se desarrollaron los procedimientos necesarios de planeación y programación de producción.

3.2.1. Pronóstico de ventas

Se establecieron los pasos que a continuación se detalla:

- Registro de ventas: Se debe mantener registros por periodos mensuales. Mientras los registros históricos reúnan más datos, se considera positivo para en la siguiente etapa evitar el sesgo por efecto de falta de visualización clara de la tendencia.
- Análisis de ventas: Mediante esta etapa se establece una gráfica de dispersión con la finalidad de observar la tendencia de la información.
- Modelado de pronóstico: Por la naturaleza de las ventas del sector de manufactura de alimentos de consumo masivo es normal encontrar tendencia en los datos analizados. El método utilizado para esa característica es el de variación estacional, que permite determinar el pronóstico cuando existen fluctuaciones frecuentes de la serie de tiempo.
- Desarrollo del modelo: Según el horizonte de tiempo para esta etapa se agruparía los datos según la tendencia encontrada en el análisis de la etapa anterior, considerando la influencia de la época del año en las ventas se agrupará los datos históricos para cada mes del año, luego se encontrará el promedio de ventas de entre cada mes; lo que sigue es determinar el factor estacional que es el porcentaje de proporción que representa las ventas de cada mes en relación al promedio general de ventas.
- Des estacionalización de la demanda: Utilizar el porcentaje de proporción de ventas para causar la linealidad de la demanda histórica, que será el producto entre la demanda original por el factor estacional.
- Determinación de pronóstico lineal: Con la demanda histórica des estacionanlizada se podrá establecer mediante interpolación se podrá predecir los valores que adoptará las ventas en el futuro, pero con la observación de que sería demanda des estacionalizada.
- Re estacionaizacion de la demanda: A la demanda pronosticada se le encontrara mediante producto con el factor estacional, la demanda con influencia de la tendencia.

- Implementación de resultado: Finalmente los datos obtenidos serán la demanda pronosticada, que servirá para el desarrollo de la planeación de producción.

3.2.2. Plan agregado de producción

El método de fuerza de trabajo constante es una forma conveniente para la empresa en estudio que mantiene 3 operadores de producción. Debido a esto habrá producto en inventario y también faltantes. El procedimiento es el siguiente

- Determinación de la demanda: Información que se obtiene del pronóstico de demanda.
- Variables de decisión: Se debe definir previamente la cantidad lote económico, inventario inicial de producto terminado, inventario de seguridad, cantidad de fuerza laboral, costo de contratar, costo de despedir, costo de almacenar, fuerza laboral contratada.
- Modelado de plan agregado: Se desarrollará para un horizonte de tiempo de 12 meses; se lo realiza mediante método hoja de cálculo donde para cada periodo se deberá especificar demanda, inventario inicial, inventario de seguridad, requerimiento neto de producción, cantidad de fuerza laboral, cantidad de turnos requeridos, producción lograda por efecto de cantidad de fuerza laboral, turnos y cantidad económica lote económico, sobrantes o faltantes, inventario final.
- Determinación de costos del plan: En función de los datos definidos en las etapas anteriores por cada periodo, se determinará el costo de contratar personal y el costo de almacenar producto terminado de acuerdo al inventario final.
- Decisión de adoptar el plan: En relación a la sumatoria de costos del plan se decidirá la facilidad del plan. Utilizando las variables de decisión se deberá optimizar el costo del plan para mejorar el beneficio.

3.2.3. Plan maestro de producción

Se realiza para cada semana de acuerdo a los periodos del horizonte de tiempo.

- Inventario inicial: Desde el periodo 1, semana 1 se deberá conocer el inventario inicial del ítem analizado, de la misma manera durante todo el horizonte de tiempo.
- Cajas pronosticadas: La cantidad de cajas de producto terminado pronosticado resulta del plan agregado de producción, se deberá disponer la demanda de cada periodo para las cuatro semanas y así conocer la necesidad de producción semanal.
- Cajas pedidas: Al ser consumo masivo no se utilizará la información de pedidos de clientes.
- Inventario final: Es la diferencia de la cantidad de cajas pronosticas restada del inventario inicial la cantidad de producción dispuesta para la semana
- MPS: Se fija en función de la variable cantidad lote económico en cada semana y busca satisfacer la necesidad de cajas pronosticadas. Será la información útil para la programación diaria de producción.

3.2.4. Planificación de requerimiento de materiales (MRP)

Se desarrolla en cada semana de todos los periodos del horizonte de tiempo, mediante hoja de cálculo.

- Variables de cada referencia: Se deberá definir lista de materiales, presentación, categoría de cada material, stock de seguridad, cantidad de referencia por cada elemento padre, lead time, inventario de arranque.
- Necesidad bruta: Deriva del pronóstico de ventas, pero multiplicado por la variable cantidad de referencia por elemento padre.
- Recepciones programadas: Son las órdenes de compra para cada referencia y que estarían por despacharse desde el proveedor o en tránsito.
- Inventario disponible: Es el control de stock de cada referencia.
- Necesidades netas: Se calcula para cada referencia con la necesidad bruta más stock de seguridad menos inventario disponible del periodo menos recepciones programadas.

- Recepción de orden: Del paso anterior si el resultado es necesidad neta con valor positivo indica que se deberá lanzar una solicitud de pedido.
- Lanzamiento de orden: Generar la orden de compra a partir de la información de la recepción de orden, gestionar con el proveedor de la referencia el re abastecimiento.

3.2.5. Plan de capacidad de producción.

Se desarrolla para el horizonte de tiempo y mide el nivel de respuesta del centro de trabajo para cumplir la planeación de producción.

- Conocer el valor de tiempo de ciclo de la línea de producción: Se refiere a la cantidad de minutos que sucede desde que el producto a elaborarse inicia el proceso de manufactura hasta que finaliza completo.
- Tiempo total disponible para producción: En el horizonte de planeación es la estimación de tiempo útil para producción expresado en minutos.
- Paros programados: En conjunto es la sumatoria de tiempos en horas destinados a mantenimiento preventivo, capacitación del personal y conteo de inventarios
- Paros no programados: Es el pronóstico lineal mediante el uso del histórico de paros no programados del centro de trabajo en periodos anteriores y similares.
- Capacidad teórica: Es el cociente del tiempo total disponible para producción entre el tiempo de ciclo.
- Capacidad efectiva: Del valor tiempo total disponible para producción se resta el tiempo de paros programados y se divide entre el tiempo de ciclo.
- Capacidad real: A partir del tiempo total se resta los paros planeados, luego se resta los paros no planeados y este resultado se divide entre el tiempo de ciclo.
- Eficiencia de capacidad: Es un indicador para conocer el nivel de desempeño del centro de trabajo y se lo estima mediante el cociente de la capacidad real y la teórica multiplicada por 100

CONCLUSIONES

La empresa productora de alimentos con método de producción por lotes, no mantenía un sistema de planeación, programación y control de producción, así como sus respectivos procedimientos, las únicas fuentes de información útiles son los datos de ventas de periodos anteriores. Las decisiones inherentes al desarrollo de la actividades de manufactura se ejecutaban por parte de jefatura de producción, en función de la necesidad diaria de inventario; por lo que se deprecia los efectos de la optimización de recursos en términos de capacidades de producción, eficiencia de mano de obra, disponibilidad de materias primas. Además de que se generaba interacción no eficiente entre las áreas manufactura, comercial y suministros, como falta de comunicación, omisión y objetivos poco claros.

Las oportunidades de mejora de planeación y programación, encontradas fueron basadas fundamentalmente en la previsión en función de la demanda del mercado, así como la adquisición, disposición y determinación de todos los recursos de la cadena de valor que interactúan en la gestión del proceso productivo. Se identificaron varias mejoras, utilización efectiva de recursos, inventario óptimo de materias primas y producto terminado, coordinación de actividades entre los departamentos de la empresa, minimizar impacto de costo de no calidad por mal manejo de suministros, optimización de la eficiencia de producción, disminución de horas extras, cumplir con entregas en tiempo y cantidad, reducir costos variables de producción. Esto serviría como instrumentos que optimicen la eficiencia de la productividad a través de calidad de fabricación y niveles de productividad que aseguren el desarrollo de la empresa y alcanzar su máximo beneficio.

Para encaminar el objetivo de optimización se alinea las siguientes metodologías:

La previsión de la demanda se realizó en función del registro histórico de ventas de los último 36 periodos (mensuales) basado en un enfoque cuantitativo, estimando la estacionalidad de cada periodo como factor influyente para establecer cifras para el producto analizado.

La planeación de la capacidad de granola especial 500 g se evaluó en relación al volumen de ventas pronosticado para los siguientes periodos del presente año 2022 y los criterios utilizados son: Tiempo de ciclo de 12 minutos por cada caja, Jornada laboral reglamentaria 40 horas a la semana, previsión de paros programados y no programados, capacidad teórica, efectiva y real, así como la

eficiencia de capacidad que demuestra el 8 % de utilización del sistema de producción del mencionado ítem.

La planeación agregada de producción para el volumen de producción determinado por el pronóstico de ventas en cajas de producto terminado, a través de método de fuerza laboral constante, con variables de optimización de costos de contratar y costos de almacenar para el año 2022.

La planificación de requerimiento de materiales mediante método hoja de cálculo con variables de necesidades brutas, recepciones programadas, inventario disponible, necesidades netas, lanzamiento de orden de pedido.

Con la finalidad de facilitar una guía con comunicación clara y alineada se definió los procedimientos para la planeación, programación y control de producción. El alcance de los procedimientos fue para la gestión de planeación, programación y control de producción de granola especial 500 g, los participantes serán gerencia, jefatura de producción, área comercial y encargado de compras, se identificaron pasos, así como las entradas y salidas de cada etapa de proceso.

RECOMENDACIONES

En este apartado se condensó sugerencias relevantes que se originaron de la mano del desarrollo de este estudio, dichas recomendaciones tienen que ver con algunos aspectos de desarrollo y con el propósito de demostrar una solución más amplia sobre la problemática planteada. Al finalizar este estudio aplicado a una organización, se realiza las siguientes recomendaciones:

Desde el punto de vista metodológico, se puede hacer una comparativa con otras metodologías aplicables a la planeación y programación de manufactura de consumo masivo en donde los criterios útiles sean la factibilidad de aplicación y el mejor beneficio para la organización.

Por otra parte, desde el ámbito académico al ser un tema frecuente en el ámbito de la administración de la producción se recomienda a otros investigadores a colaborar con nuevos conocimientos complementarios o proponer nuevas interrogantes a la investigación original.

Finalmente, las recomendaciones prácticas, es necesario evaluar las implicaciones de la aplicación de los procedimientos desarrollados tanto en la práctica y demás procesos. También estudiar la incidencia en la toma de decisiones de la organización que causara la aplicación de metodologías y modelado de planeación y programación de producción.

REFERENCIAS

- [1] V. Vera Santander y J. Gomez Tamara, «Diseño de un sistema de planeacion y programacion de la produccion en la empresa Artdecon de Colombia,» Colombia, 2020.
- [2] J. D. Múñera Arellana, A. C. Coba Castro y J. F. Atencia Navarro, «Modelo de planeacion y programacion de la produccion , caso aplicado en la Direccion de Comunicaciones y Relaciones Publicas de la Universidad del Norte,» Navarra, 2017.
- [3] V. K. Ortiz Triana y A. J. Caicedo Rolón, «Procedimiento para la programacion y control de la producción de una pequeña empresa de calzado,» Scientia et Technica, San Jose de Cúcuta, 2018.
- [4] H. M. Criollo Tacuri, «Propuesta para la implementar un modelo de planeacion y control de la producción en la empresa de muebles El Carrusel Cía. Ltda,» Tesis de Licenciatura, Cuenca, Ecuador, 2010.
- [5] J. Domínguez, «Dirección de operaciones y aspectos tácticos operativos en la producción y servicios,» España, 2015.
- [6] A. Pereira Villay, «Análisis y desarrollo del sistema de planeacion y control de la produccion en una empresa de cofecciones,» Cali, 2016.
- [7] C. Clavijo Becerra, «Diseño de sistema de planeacion de produccion en el area de plasticos de la empresa EPI S.A.S,» Cali, 2018.
- [8] J. F. Samaca Lopez, «Planeacion y programcion del proceso de compras e inventarios para la empresa Castrillon Manjarres,» Cali, 2017.
- [9] G. Ortega, «Modelo de planeacion y control de la produccion a mediano plazo para una indsutria textil en un ambiente make to order,» *Revista Ingenierias Universidad de Medellin*, pp. 169-193, 2017.
- [10] L. Suarez, «Popuesta para la gestion de produccion de la empresa Condimentos Tipicos, ubicada en Bogota,» pp. 42-45, 2017.

- [11] A. R. Moran Rodriguez , «Diseño del sistema de planeacion, programacion y control de producción en la Cooperativa de trabajos asociado Alfareros de Barrancabermeja-Cootrasalba,» Bucaramanga, 2019.
- [12] G. P. Fonnegra Monsalve, de Planificación de operaciones de manufactura y servicios, Santiago de cali, Colombia, Instituto Tecnológico Metropolitano, 2018, pp. 25-45.
- [13] E. V. Frias Miranda, «Aplicación de las series de tiempo al pronostico de la demanda en la empresa de manufactura moderna,» Mexico D.F, 2014.
- [14] J. C. Murillo Marquez, «Metodología de pronóstico para la planeacion de la amnufactura de motores automotrices a diesel,» Mexico D.F, 2000.
- [15] A. Edelman, «Pronosticos de la demanda,» Socrates, Montevideo, Uruguay, 2010.
- [16] T. Del Barrio, M. Clar y J. Surinach, «Modelo de regresión lineal multiple; especificaciones, estimación y contraste,» *UOC Papers*, p. 17, 2002.
- [17] B. Bowerman, R. O`Connell y A. Koehler, «Pronosticos, series de tiempo y regresión: Un enfoque aplicado,» *International Thomson Editores*, vol. 4, p. 25, 2007.
- [18] L. M. Pulido Moreno, «Planeación agregada. Planeación de la producción,» Bogota, Colombia, Konrad Lorenz. Fundacion Universitaria, 2017, pp. 13-20.
- [19] J. Herbots , «Dynamic order acceptance and capacity planning within a multi-project environment,» *Katholieke Universiteit*, vol. 2, p. 16, 2006.
- [20] D. Betancourt, «Ingenio empresa,» 11 Abril 2016. [En línea]. Available: www.ingenioempresa.com/capacidad-produccion-empresa.. [Último acceso: 18 Diciembre 2021].
- [21] L. Lopez Hernandez, M. Rodas Borgues y E. Sanchez Guzman, «Sistema integral para planeacion agregada,» Guadalajara, Mexico, 2016.
- [22] S. B. Hernández Bello, D. F. Zambrano Jimenez y M. A. Mayorga Morato, «Diseño de in sistema de planeacion, programación y control de la produccion en produc,» Tekhne, Bucaramanga, Colombia, 2015.
- [23] C. A. Zuluaga Castro, de Planeacion de la producción, Medellin, Colombia, Fondo editorial EAFIT, 2020, pp. 42-44.

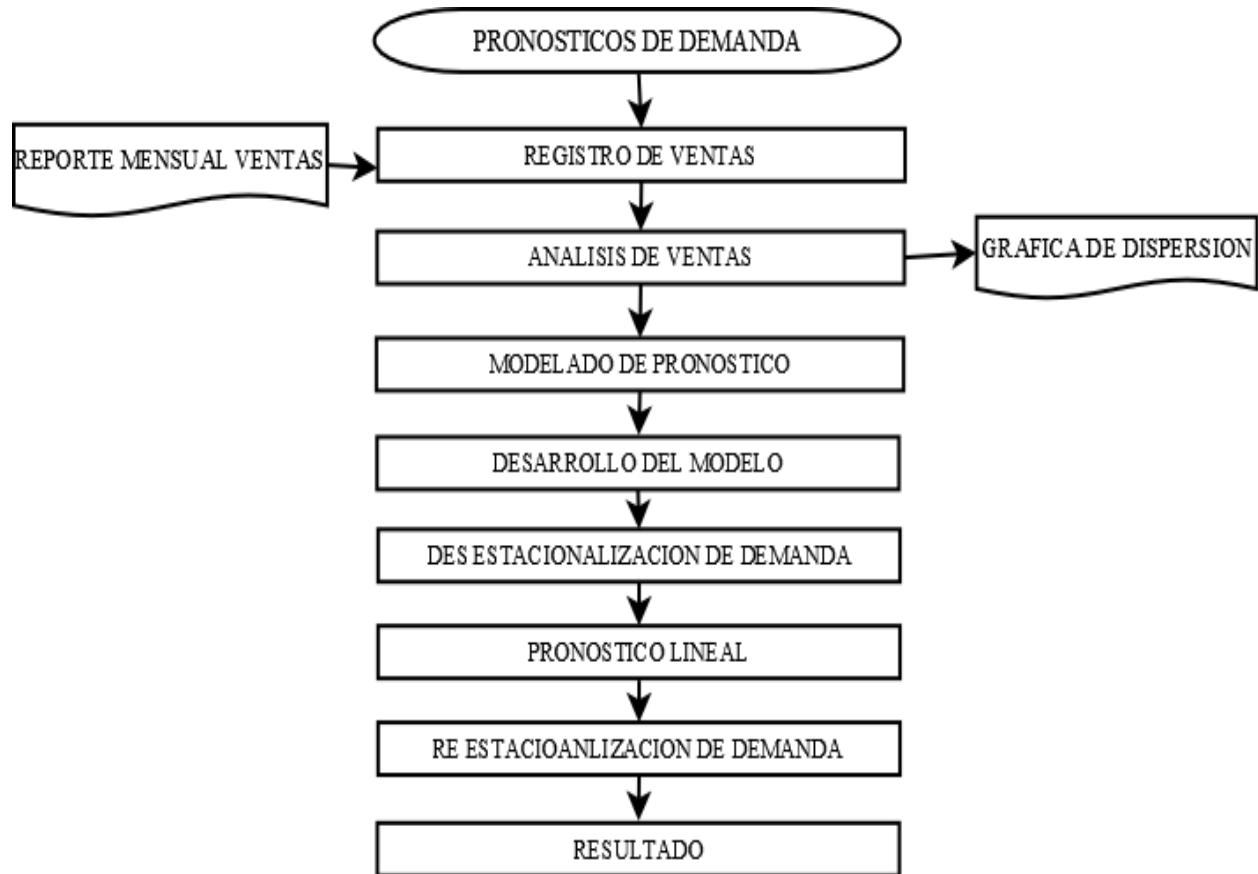
- [24] S. Hsied, «Demanda y análisis de error de pronóstico en planeación agregada de producción,» *Journal of Intelligent Manufacturing*, vol. 11, pp. 155-157, 2005.
- [25] J. Larrañeta y S. Lozano, «Métodos modernos de gestión de la producción,» *Pearson Education*, vol. 7, pp. 28-30, 2005.
- [26] D. J. Choquehuanca Peña y S. L. Rivadeneira Vidarte, «Plan maestro de producción para aumentar la productividad en la empresa de productos de limpieza Girasoles,» Chiclayo, Perú, 2016.
- [27] R. Chase y F. Jacobs, de *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros.*, Mexico D.F, McGraw Hill, 2014, p. 265.
- [28] M. T. Pinzón Suárez, «Diseño del plan de requerimiento de materiales para el proceso productivo en Industria de Carrocerías Logos,» Santiago de Cali, 2017.
- [29] L. Krajewski, L. Ritzman y M. Malhotra, de *Administración de las operaciones, procesos y cadena de valor*, Mexico D.F., Prentice hall, 2008.
- [30] D. Caceres Cardenas, J. Reyes Vazquez, M. Garcia Carrillo y C. Sanchez Rosero, «Modulo de programación lineal para planeación de requerimiento de materiales,» *Revista Tecnológica ESPOL*, vol. 28, n° 2, pp. 24-26, 2017.
- [31] B. Render y J. Heizer, de *Administración de la producción*, Mexico, Pearson, 2007, pp. 345-361.
- [32] R. Gaviria, «Propuesta para el mejoramiento de la producción en Alimentos SAS SA a través de la estructuración de un modelo de planeación, programación y control de la producción,» 2019, pp. 88-100.
- [33] P. Escobar, J. Giraldo y D. Cardenas, «Programación de sistemas de producción híbridos, para inventario/bajo pedido, mediante proceso analítico jerárquico de ordenación grupal (GAHPO),» *Scielo*, vol. 23, n° 5, p. 11, 2012.
- [34] E. Salazar, «Programación de sistemas de producción con SPA_Optimizer,» *Revista ICHIO*, vol. 1, n° 2, pp. 33-46, 2010.
- [35] J. Ramirez, «Los ocho tipos de investigación y sus características,» FI UNAN, Mexico, 2020.
- [36] J. Yuni y C. Urbano, de *Técnicas para investigar 2*, Córdoba, Editorial Brujas, 2014, p. 82.

- [37] R. Quivy, de *Manual de investigación en ciencias sociales*, Mexico D. F, Limusa, 2005, p. 27.
- [38] R. Vergara Portela, «Desarrollo de los procesos de planeacion y programacion de la produccion en el sector manufacturero de la PYME en Bogota,» *Revista Avances*, pp. 69-78, 2016.

ANEXOS

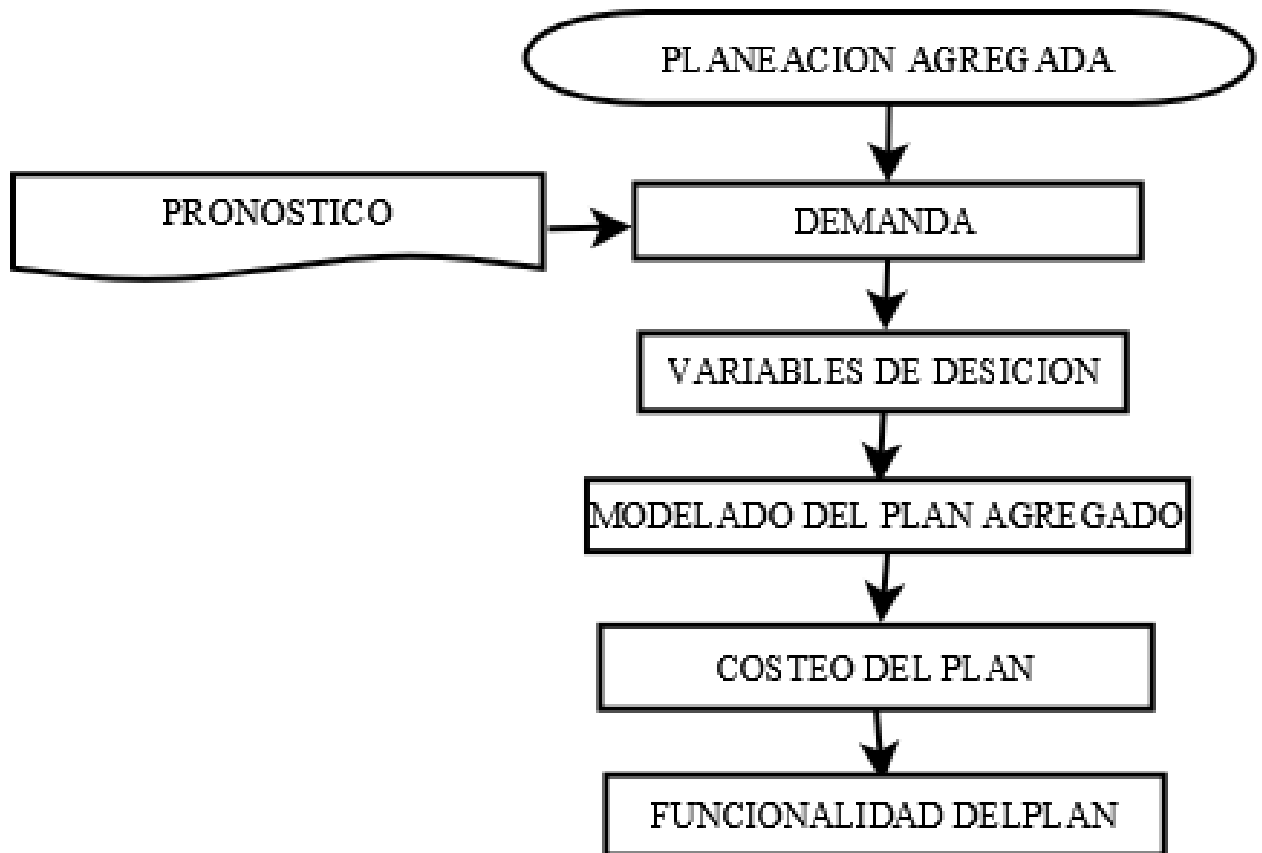
Anexo 1: Diagrama de etapas de proceso para pronóstico de ventas:

Se estableció los siguientes pasos:



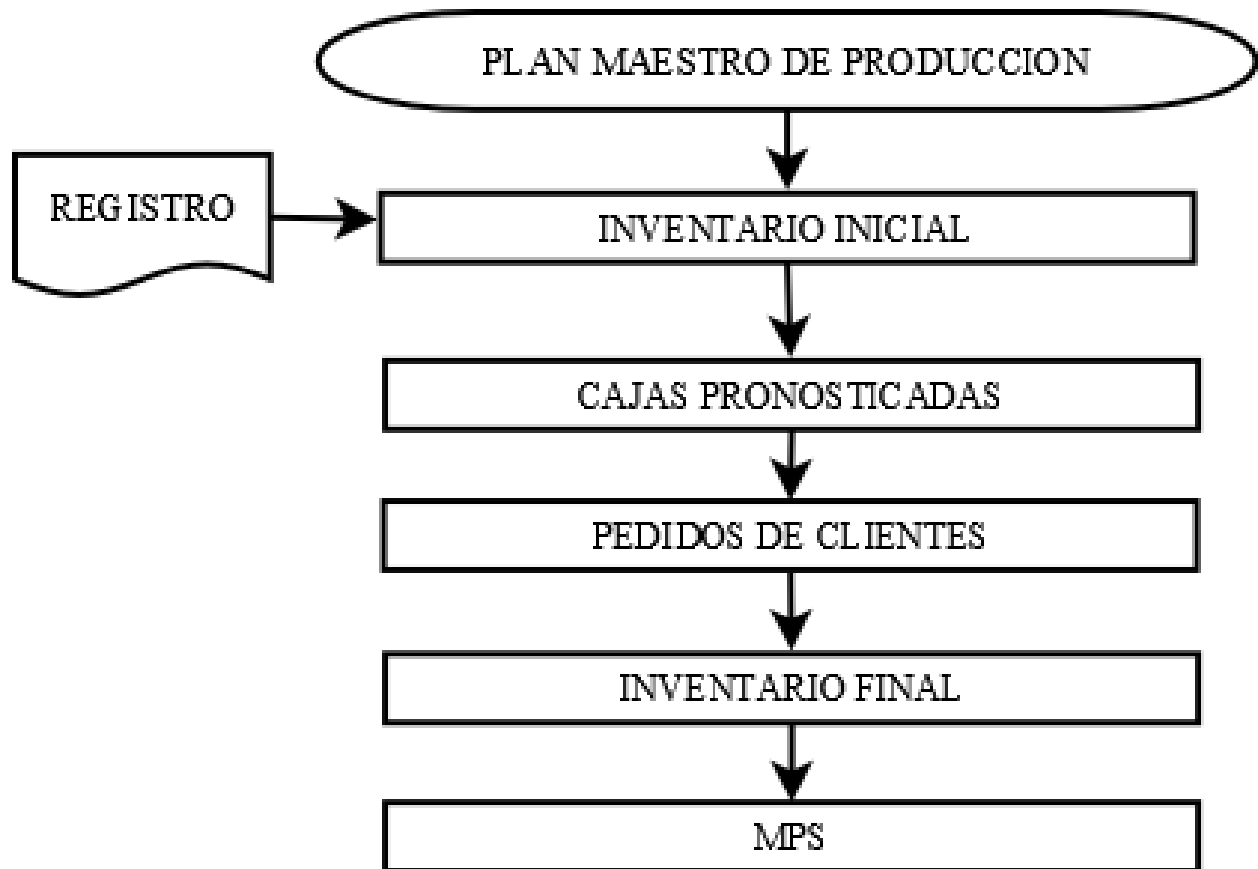
Anexo 2: Diagrama de etapas de proceso para plan agregado de producción:

Se describe a continuación:



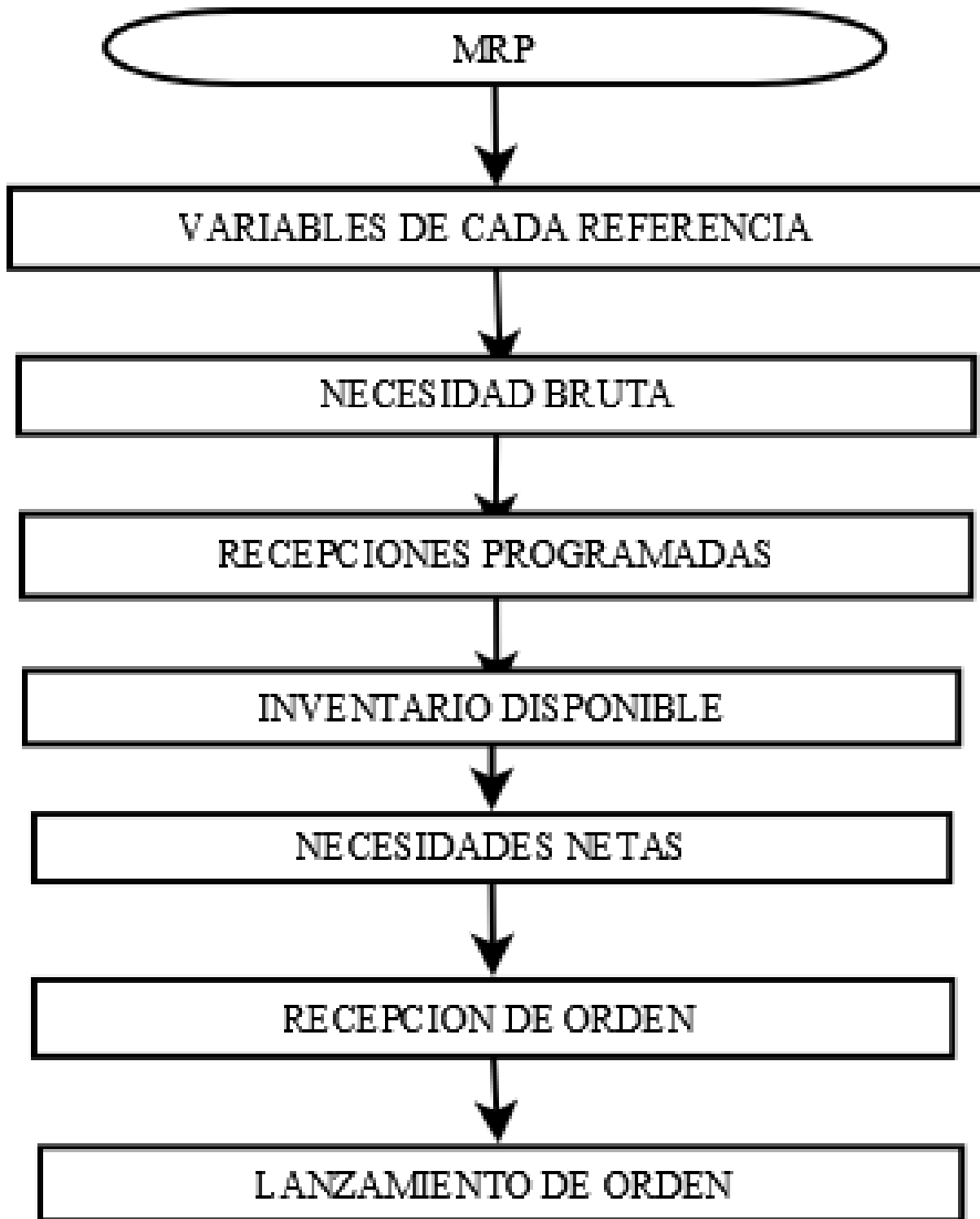
Anexo 3: Diagrama de etapas de proceso para plan maestro de producción:

Se determinó lo siguiente:



Anexo 4: Diagrama de etapas de proceso para plan requerimiento de materiales:

Consta de varios pasos:



Anexo 5: Diagrama de etapas de proceso para plan de capacidad de producción:

De acuerdo a la secuencia que a continuación se establece:

