



FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS APLICADAS

REDUCCIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN Y LOGÍSTICA MEDIANTE EL
REDISEÑO DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE LA CADENA DE
SUMINISTRO EN UN OPERADOR LOGÍSTICO.

AUTOR

Joel Alexander Proaño Freire

AÑO

2020



FACULTAD DE INGENIERIAS Y CIENCIAS APLICADAS

REDUCCIÓN DEL COSTO DE OPERACIÓN Y LOGÍSTICA MEDIANTE EL
REDISEÑO DEL PROCESO DE PLANIFICACIÓN DE LA CADENA DE
SUMINISTRO EN UN OPERADOR LOGÍSTICO.

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

Profesor Guía

MSc. Roque Alejandro Morán Gortaire

Autor

Joel Alexander Proaño Freire

Año

2020

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Reducción del costo de operación y logística mediante el rediseño del proceso de planificación de la cadena de suministro en un operador logístico, a través de reuniones periódicas con el estudiante Joel Alexander Proaño Freire, en el semestre 2020-20, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



Roque Alejandro Morán Gortaire

Master of Science

CI: 1704903317

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

"Declaro haber revisado el trabajo, Reducción del costo de operación y logística mediante el rediseño del proceso de planificación de la cadena de suministro en un operador logístico, a través de reuniones periódicas con el estudiante Joel Alexander Proaño Freire, en el semestre 2020-20, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".



Sylvia Mercedes Novillo Villegas
Doctora en Economía y Ciencias Sociales
CI: 1714731765

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

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



Joel Alexander Proaño Freire

CI: 1723126031

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a toda mi familia por apoyarme, por brindarme palabras de aliento y no dejarme solo en los momentos difíciles. A mi tutor, por su apoyo, guía, paciencia y por los conocimientos compartidos.

DEDICATORIA

Dedico este logro a Dios, a la Virgen, a mi Papá Miro y en especial a mis padres, quienes han sido los principales artífices para el cumplimiento de esta meta. Por su amor, cariño, motivación y apoyo incondicional.

RESUMEN

En el siguiente trabajo de titulación, se realizó una reducción del costo de operación y logística mediante el rediseño del proceso de planificación de la cadena de suministro en un operador logístico, el operador logístico se dedica al acondicionamiento de productos, estos acondicionamientos son: armados de packs, termo encogido, etiquetados e impresión de información.

Luego de conocer la situación actual de la empresa, se determinó que debido a la falta de una adecuada planificación de la cadena de suministro para la producción, se genera acumulación de trabajo. Esta acumulación del trabajo hace que se recurra a contratar más operarios, generando costos extras por mano de obra, así mismo por la falta de organización se realizan varios viajes a la semana que generan costos extras por conceptos de transporte. Como fase inicial de la propuesta de mejora se utilizaron históricos de demanda para realizar pronósticos de demanda, luego con el resultado de estos pronósticos se realizaron diferentes métodos de plan agregado de producción para conocer cuál es el que genera menor costo y que permita cumplir con la demanda. Al obtener los resultados del plan agregado, se recurrió a elaborar un plan maestro de producción en el que se incluye el punto de reorden para mantener niveles de inventario y no sufrir desabastecimientos, también la cantidad económica de pedido que fue utilizada como tamaño de las tarjetas Kanban para hacer pedidos a producción. Por último, se realizó un plan de requerimiento de materiales en que se usó de similar manera el punto de reorden y la cantidad económica de pedido, con la diferencia de que el pedido ahora es para que el cliente envíe materia prima. El uso de estas herramientas ayudo a reducir los costos de operación y de transporte, logrando que la cadena de abastecimiento se mueva de una manera más ágil y se pueda cumplir con los pedidos de los clientes.

ABSTRACT

In the following titling work, a reduction in the cost of operation and logistics was made by redesigning the supply chain planning process in a logistic operator, the logistic operator is dedicated to the conditioning of products, these conditioning are: assembly of packs, thermoshrinking, labeling and printing of information.

After knowing the current situation of the company, it was determined that due to the lack of adequate supply chain planning for production, a backlog of work is generated. This accumulation of work makes it necessary to hire more workers, generating extra costs for labor, and due to the lack of organization, several trips are made a week that generate extra costs for transportation. As an initial phase of the improvement proposal, demand histories were used to make demand forecasts, then with the result of these forecasts, different methods of aggregate production plan were made to know which one generates the lowest cost and that allows to meet the demand. When the results of the aggregate plan were obtained, a master production plan was prepared which included the reorder point to maintain inventory levels and not suffer shortages, also the economic order quantity that was used as the size of the Kanban cards to place orders to production. Finally, a material requirement plan was performed in which the reorder point and the economy order quantity were used in a similar manner, with the difference that the order is now for the customer to ship raw materials. The use of these tools helped to reduce operating and transportation costs, making the supply chain more agile and able to fulfill customer orders.

ÍNDICE

1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Antecedentes.....	1
1.2. Caracterización de la cadena de suministro	2
1.2.1. ¿Cómo está estructurada?	3
1.2.2. ¿Cuáles son sus procesos?	3
1.2.2.1. Planificación	3
1.2.2.2. Coordinar los recursos necesarios	3
1.2.2.3. Selección de transporte	4
1.2.2.4. Acondicionamiento de productos	4
1.2.3. ¿Cómo se realiza la planificación?	4
1.3. Justificación	4
1.4. Alcance	5
1.5. Objetivos.....	6
1.5.1. Objetivo general.....	6
1.5.2. Objetivos específicos.....	6
2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	6
2.1. Cadena de suministro.....	6
2.2. Árbol de definición del problema.....	8
2.3. Diagrama causa efecto	8
2.3.1. Estructura del diagrama causa efecto	9
2.3.2. Procedimiento para hacer un diagrama causa efecto.....	9
2.4. 5 Porqué	10
2.5. Pronóstico de demanda	11
2.5.1. Técnicas de pronósticos	12
2.5.1.1. Métodos cualitativos.....	12
2.5.1.2. Métodos cualitativos.....	12
2.5.1.3. Errores	15
2.6. Plan agregado de producción.....	15
2.6.1. Modelos de plan agregado de producción	16

2.7. Plan maestro de producción (MPS)	17
2.7.1. Elementos del MPS	17
2.7.2. Desarrollo del MPS.....	18
2.8. Plan de requerimiento de materiales (MRP)	19
2.8.1. Objetivos del MRP	19
2.8.2. Elementos de un MRP	20
2.9. Kanban.....	20
2.9.1. Tipos de Kanban.....	20
2.9.2. Tarjetas Kanban	20
2.10. Punto de reorden (RoP).....	21
2.11. Cantidad económica de pedido (EOQ)	22
2.12. Conclusiones de este capítulo	22
3. CAPITULO III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	23
3.1. Situación actual.....	23
3.1.1. ¿Qué es el problema?	23
3.1.2. ¿Por qué es un problema?	24
3.1.3. ¿Dónde se presenta el problema?.....	25
3.1.4. ¿Cuándo se presenta el problema?.....	26
3.1.5. ¿Cómo se presenta el problema?.....	26
3.2. Árbol de definición del problema.....	27
4. CAPITULO IV: DEFINICIÓN CAUSA RAÍZ DEL PROBLEMA.....	28
4.1. Análisis de causas.....	28
4.2. Diagrama Causa-Efecto.....	29
4.3. Metodología 5 Por qué	30
5. CAPITULO V: PROPUESTA DE MEJORA	33
5.1. Generalidades de la propuesta	33
5.2. Nivel estratégico	33
5.2.1. Agregación de histórico de demanda	34
5.2.2. Pronósticos de demanda	37
5.2.2.1. Pronósticos con Microsoft Excel	37

5.2.2.2. Software de estadística.....	40
5.2.2.2.1. Pronósticos con Minitab	40
5.2.2.2.2. SPSS.....	44
5.2.3. Comparación de errores.....	47
5.3. Nivel táctico.....	48
5.3.1. Plan agregado de producción.....	48
5.3.2. Programa maestro de producción.....	52
5.4. Nivel operativo.....	58
5.4.1. Planificación de transporte	58
5.4.2. Plan de requerimiento de materiales	61
6. CAPITULO VI: ANALISIS COSTO-BENEFICIO	63
7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	67
7.1. Conclusiones.....	67
7.2. Recomendaciones.....	69
REFERENCIAS	71
ANEXOS	75

LISTADO DE ABREVIATURAS

ADRES	Suavizado Exponencial Adaptado
ME	Error Medio
MAD	Desviación Absoluta Media
MPE	Error Porcentual Medio
MAPE	Error Medio Porcentual Absoluto
MPS	Plan Maestro de Producción
MRP	Plan de Requerimiento de Materiales
RoP	Punto de Reorden
EOQ	Cantidad Económica de Pedido

1. CAPITULO I. INTRODUCCIÓN

1.1. Antecedentes

En la revista *International Journal of Production Research* en el año 2009 diferentes autores han hablado de temas relacionados con la planificación de la producción; entre ellos están P. Cyplik, L. Hadas y M. Fertsch quienes en su publicación titulada “*Production planning model with simultaneous production of spare parts*” muestran una propuesta de un modelo de planificación de la producción con producción simultanea de componentes idénticos para la necesidad de ensamble de piezas de repuesto en las plantas de la industria automotriz; en la misma revista S.A. Torabia y E. Hassinib hacen un estudio que propone un multiobjetivo, la integración multisitio de modelos de planificación de producción y los planes de distribución en una red de cadena de suministro multinivel con múltiples proveedores, múltiples plantas de producción y múltiples centros de distribución.

En el año 2011 en la revista Elsevier, Luis Puigjanera y Michael C. Georgiadis plantean el problema de planificación de la producción con recursos limitados en las industrias alimentarias. El caso de la producción de yogurt, un proceso de alimentos representativo, en una lechería de la vida real. El problema se centra principalmente en la etapa de embalaje, mientras que la temporización y las limitaciones de capacidad se imponen con respecto a la etapa de proceso por lotes para asegurar la generación de los planes de producción factibles.

En la Revista EIA - Escuela de Ingeniería de Antioquia, Medellín (Colombia) en el 2012, Martin Darío Arango, José Alejandro Cano y Karla Cristina Álvarez, proponen el tema: “Modelos de Sistemas MRP cerrados integrando Incertidumbre”. En este artículo se muestran cuatro modelos de los sistemas MRP cerrados con incertidumbre en los componentes de producción, como son: la capacidad necesaria de fabricación de cada producto, el tiempo de entrega y la disponibilidad del inventario.

En el 2013 los autores Z.X. Guo a, W.K. Wongb, Zhi Li b, Peiyu Ren, publicaron un artículo en la revista Elsevier – China que tituló “*Modeling and Pareto optimization of multi-objective order scheduling problems in production planning*”, el mismo que aborda un problema de programación para multiobjetivo en la planificación de la producción bajo un complicado entorno de producción con la consideración de múltiples plantas, múltiples departamentos de producción y múltiples procesos de producción.

Katsuki Aoki y Thomas Staeblein publicaron un artículo llamado: “*Planning and scheduling in the automotive industry*” el que habla acerca de la personalización de los productos, una forma importante de atraer clientes, pero puede aumentar la complejidad de los procesos de planificación y programación del sistema de cumplimiento de la orden.

1.2. Caracterización de la cadena de suministro

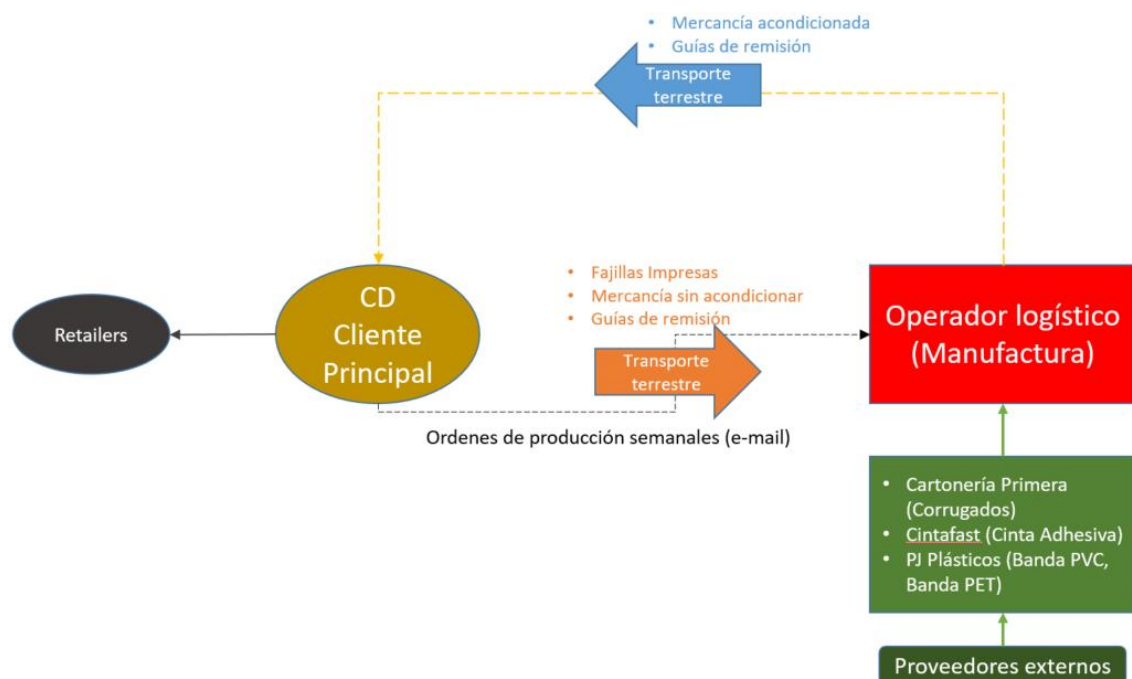


Figura 1. Diagrama de la cadena de suministro del operador logístico (manufactura).

La cadena de suministro del área de manufactura del operador logístico inicia con las órdenes de producción de acondicionamiento de producto (termo encogido, etiquetado, armado de packs, etc.), estas órdenes se reciben a través de correo electrónico por parte del cliente. La mercadería sin acondicionar es enviada por el cliente hacia las instalaciones del operador logístico vía terrestre. Los materiales de embalaje y empaque para el acondicionamiento de la mercadería se obtienen de proveedores externos. La mercadería que ya ha sido acondicionada se envía hacia el cliente de vuelta, el cliente distribuye esta mercadería a sus *retailers*.

1.2.1. ¿Cómo está estructurada?

- Cliente
 - Cliente principal: Empresa del sector alimenticio.

- Proveedores:
 - Cartonería Primera (Corrugados)
 - Cintafast (Cinta Adhesiva)
 - PJ Plásticos (Banda PVC, Banda PET)

1.2.2. ¿Cuáles son sus procesos?

1.2.2.1. Planificación

- Coordinar con el proveedor la carga de mercadería a recibir
- Validar la disponibilidad de materiales de empaque y embalaje
- Cotización y Compra de materiales de empaque y embalaje.

1.2.2.2. Coordinar los recursos necesarios

- Bandas PVC
- Bandas PET

- Corrugados
- Cinta Adhesiva

1.2.2.3. Selección de transporte

Elegir un automotor según la necesidad de transporte (tonelaje)

1.2.2.4. Acondicionamiento de productos

- Armado de *packs*
- Etiquetado
- Termo encogido
- Impresión de información

1.2.3. ¿Cómo se realiza la planificación?

La planificación se realiza con un tiempo estimado de una semana para la entrega de los pedidos. Los requerimientos del cliente los envían semanalmente y el pedido se debe cumplir hasta el inicio de la siguiente semana. En el área de manufactura se realiza un cálculo aproximado del número de persona y horas necesarias, para cumplir con el requerimiento del cliente.

1.3. Justificación

La planificación de la cadena de suministro permite gestionar un control completo de los procesos de fabricación o acondicionamiento, desde la gestión de las operaciones más básicas, hasta los análisis más exhaustivos de cualquier etapa que afecte en el proceso productivo. Con la planificación de la producción lo que se busca es mejorar los tiempos de ciclo de producción y entrega al cliente, prever la demanda ayuda a organizar el pedido óptimo de materias primas y generar tiempos de respuesta favorables. Conseguir la reducción de stock de materias primas generando un ahorro de espacio; este espacio podrá ser utilizado para almacenar producto por procesar el mismo que estará cerca del

área en donde se realiza su acondicionamiento proporcionando inmediatez y ahorro de tiempos de movilización de los operarios, lo que también aumentará el volumen de producción. Adicionalmente se logrará reducciones de costos, que beneficiarán a la empresa y a sus utilidades. La elaboración de esta propuesta permitirá poner en práctica varios conceptos y herramientas de optimización revisadas durante la carrera, entre ellas están el manejo de inventarios, realización de pronósticos de oferta y demanda, planificación agregada de producción, programa maestro de producción, plan de requerimiento de materiales, herramientas lean, entre otros.

1.4. Alcance

En este proyecto se va a realizar una propuesta para el rediseño del proceso de planificación de la cadena de suministro del área de manufactura de un operador logístico, esta área se dedica al acondicionamiento de productos, dichos acondicionamientos son: armado de packs promocionales, etiquetados, codificados, termo-encogidos, entre otros. Esta área de la empresa cuenta con varios clientes que hacen requisiciones para acondicionar sus productos; el cliente que se ha escogido para realizar este rediseño del proceso de planificación de la cadena de suministro es una empresa del sector alimenticio. Se escogió este cliente debido a que es el más importante, el que más solicitudes de trabajo le hace al área y del que más información archivada se posee. Los productos escogidos para esta propuesta son los *sixpack*, los mismos que tienen pedidos muy recurrentes y de mayor volumen. El fin de este proyecto de mejora es el proceso de planificación de la cadena de suministro y realizar una planificación para los acondicionamientos requeridos por el cliente principal; tanto de la materia prima necesaria para cada acondicionamiento, así como del número de operarios y el tiempo en que se podrá realizar el total del pedido, manteniendo inventarios de materiales que permitan reaccionar de manera eficaz a pedidos con carácter de inmediatos.

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

- Reducir los costos de operación y logística mediante el rediseño del proceso de planificación de la cadena de suministro de un operador logístico.

1.5.2. Objetivos específicos

- Ejecutar un levantamiento y análisis de la situación actual de la cadena de suministro.
- Estructurar el rediseño del proceso de planificación de la cadena de suministro en tres niveles: nivel estratégico, nivel táctico y nivel operativo.
- Desarrollar la propuesta de rediseño del proceso de planificación de la cadena de suministro mediante metodologías de pronósticos, plan agregado de producción, plan maestro de producción y plan de requerimiento de materiales;
- Realizar un análisis costo-beneficio para determinar la reducción de costos de operación y logística en base a la implementación de la propuesta presentada.

2. CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Cadena de suministro

La cadena de suministro es la función estratégica y logística que abarca las operaciones que son necesarias para que un producto llegue al consumidor final en condiciones óptimas. La cadena de suministro es el conjunto de instalaciones,

actividades y medios de distribución que se necesitan para lograr el proceso de venta de un producto, va desde la obtención de materia prima, los procesos necesarios para la transformación de la materia prima y el transporte del producto hasta que este sea entregado al consumidor final (Roldán, 2017).

Una cadena de suministro está formada por todas las partes que se involucran directa o indirectamente en dar cumplimiento a una solicitud de un cliente. La cadena de suministro incluye al fabricante, a los proveedores, a los transportistas, almacenes, minoristas y a los clientes (Chopra & Meindl, 2007).



Figura 2. Ejemplo de cadena de suministro.

Adaptado de (Arcia, 2018).

La cadena de suministro está conformada por tres componentes o elementos básicos, estos son:

Suministro: se trata de la materia prima con que la empresa necesita para realizar su trabajo, se habla de donde y como se obtienen dichas materias primas.

Fabricación: se refiere a los procesos a los cuales se somete a la materia prima para convertirla en producto terminado.

Distribución: es el traslado del producto final hasta los locales, almacenes, comercios en donde puede ser adquirido por el consumidor final, se lo hace mediante redes de transporte (Estaún, 2018).

2.2. Árbol de definición del problema

El árbol de definición de problemas es una herramienta que se usa para comprender un problema que debe ser resuelto, como su nombre lo indica es un esquema que tiene forma de árbol, se lo hace así con el fin de dar a entender lo que es lo que está sucediendo, porque está sucediendo, donde está sucediendo, cuando está sucediendo y como se está presentando el problema. Este tipo de esquema ayuda a desglosar el problema, las causas y los efectos para así colaborar con el análisis del problema, facilita la obtención de datos importantes para la definición del problema, establece cuales son las causas y efectos del problema y colabora en fijar el objetivo que deberá tener un proyecto, pues aporta a la delimitación del problema central que abordará el proyecto (Pacheco, 2019).

2.3. Diagrama causa efecto

El diagrama causa efecto, es también conocido como diagrama de espina de pescado o diagrama de Ishikawa, en la calidad se la utiliza para el levantamiento de las causas raíz de un problema, en este diagrama se analizan todos los factores que están inmersos en la ejecución del proceso.

El diagrama fue creado por Kaoru Ishikawa en los 60, este toma en cuenta los diferentes aspectos que pueden haber influenciado en que ocurra el problema, lo que se busca es que ningún detalle se pase por alto. En esta metodología, cada problema presenta causas específicas, las mismas que deben ser analizadas una por una, con el fin de saber cuál de dichas causas está causando en realidad el problema que se quiere eliminar (Arenhart & Martins, 2018).

2.3.1. Estructura del diagrama causa efecto

El diagrama causa efecto se compone por un recuadro que representa a la cabeza de pescado, en este recuadro se coloca el problema o efecto del que se va a tratar el análisis, la columna del pescado es una línea horizontal, de la cual nacen de 4 a 6 líneas que representan las espinas del pescado, en estas se colocan las categorías de las causas; cada espina principal tiene a su vez varias espinas en donde se colocan las causas principales que provocan el efecto analizado. En adición se puede desagregar las causas con mayor detalle en subcausas (Gonzáles, 2012).

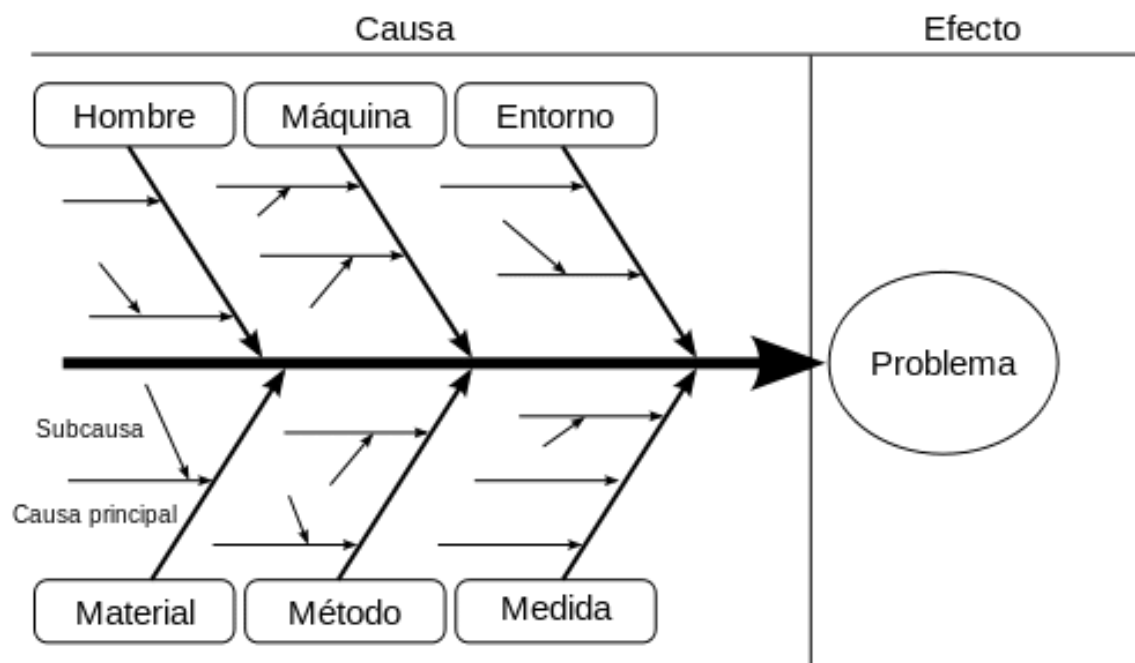


Figura 3. Esquema diagrama causa efecto
Adaptado de (Gestióndeoperaciones, 2017).

2.3.2. Procedimiento para hacer un diagrama causa efecto

Se inicia por dibujar un diagrama causa efecto en blanco, en la parte derecha (cabeza del pez), se escribe de una manera clara y concisa el problema que se va a analizar. Se debe realizar una lluvia de ideas y anotar las posibles causas que sean las que originen el problema, se deben clasificar en cada categoría

descrita. Luego, cuando ya se tengan las causas, se debe analizar el porqué de cada una, y así obtener las subcausas de ser el caso; una vez detectadas las causas y subcausas, ya se tiene una idea de las causas que son posibles corregir y las que se encuentran fuera de alcance. Gracias al diagrama de Ishikawa se logra detectar de manera ágil y sencilla las causas de un problema concreto, se pueden definir correcciones que puedan dar solución al problema tratado (Nuño, 2017).

2.4. 5 Porqué

Es un método para la resolución sistémica de problemas, está basado en hacer preguntas en las que se exploren las relaciones de causa y efecto que dan lugar a un problema, la metodología de los 5 porqués tiene como finalidad determinar la causa raíz que da origen a un problema (Seta, 2018).

Se utiliza esta metodología para mejorar la mejora de la calidad y para la resolución de problemas, ayuda a adentrarse con rapidez en la naturaleza de un problema mediante la pregunta ¿por qué?, cuando se obtiene la respuesta a esta pregunta, se debe preguntar nuevamente ¿por qué? y así sucesivamente. Se debe realizar estas preguntas hasta que se considere que se ha llegado a la causa raíz del problema que se analiza, una vez que se llega a esta causa raíz se deben establecer las acciones correctivas para la resolución del problema (Betancourt, 2018).



5 porqués (5Why)



Figura 4. Ejemplo metodología 5 porqués

Adaptado de (Emprendeconciencia, 2018)

2.5. Pronóstico de demanda

El pronóstico de la demanda es el arte y la ciencia de prever la demanda futura para un producto o servicio, se hace esta previsión basándose en datos históricos, en estudios de mercado o en información promocional, para realizar estos pronósticos existen varias técnicas de previsión (Salazar, 2019).

El pronóstico de demanda trata acerca de hacer una valoración de ventas a futuro de algún o algunos productos, en un horizonte de tiempo determinado. Cuando se pronostica las ventas futuras, también se puede calcular la cantidad de producción, los costos de producción, la rentabilidad, la cantidad de mano de obra necesaria para la producción, etcétera (Pacheco, 2019).

Horizonte de planeación de pronóstico: El horizonte de planeación es el periodo de tiempo que cubrirá el pronóstico, es decir cuán lejos en el futuro se quiere prever la demanda, se puede predecir la demanda en meses, trimestres, semestres o años (Salazar, 2019).

2.5.1. Técnicas de pronósticos

2.5.1.1. Métodos cualitativos

Los pronósticos cualitativos se basan en la experiencia o intuición de la persona o personas que predicen los eventos futuros, estos métodos se usan cuando no se tiene datos históricos, cuando se va a realizar el lanzamiento de un producto o cuando los datos con los que se cuenta no son fiables.

Técnicas acumulativas: Se realiza un pronóstico general de las ventas de aquellos que están al final de la jerarquía (vendedores) y que están directamente relacionadas con el producto o servicio que se pronostica.

Investigación de mercados: Se utilizan encuestas o entrevistas para recolectar datos, con estos datos se puede pronosticar las ventas a largo plazo o de nuevos productos.

Grupos de consenso: Se basa en el dialogo entre los ejecutivos, fuerza de ventas, entre otros. La finalidad es que esta discusión genere pronósticos que se alineen desde la operación de las ventas por parte de los vendedores hasta la estrategia de los ejecutivos.

Analogía histórica: La proyección de la demanda se basa en las ventas de un artículo similar, se usan los históricos de productos parecidos para la proyección de la demanda de un nuevo producto.

Método Delphi: Se basa en la realización de cuestionarios a expertos, una persona encargada reúne esta información para la realización de los pronósticos (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009).

2.5.1.2. Métodos cualitativos

Son modelos matemáticos los cuales están basados en datos históricos.

Promedio móvil simple: Este método se usa cuando se busca dar mayor importancia a conjuntos de datos recientes se observa estacionalidad en la demanda, es el método de más fácil realización, se utiliza cuando la demanda permanece estable a través del tiempo. Para este método de pronóstico se usa el concepto de la media aritmética o promedio.

$$\text{Promedio} = \frac{\text{Sumatoria de la demanda en los } n \text{ periodos previos}}{n}$$

Figura 5. Formula promedio móvil simple.

Adaptado de (Betancourt, 2016).

Promedio móvil ponderado: Este método da igual importancia a cada dato y permite asignar una ponderación a cada elemento, con la condición de que la suma de las ponderaciones se igual a 1. Se le debe dar la ponderación de mayor valor al pasado más reciente.

$$F_t = w_1 A_{t-1} + w_2 A_{t-2} + \dots + w_n A_{t-n}$$

donde

w_1 = Ponderación dada a la ocurrencia real para el periodo $t - 1$

w_2 = Ponderación dada a la ocurrencia real para el periodo $t - 2$

w_n = Ponderación dada a la ocurrencia real para el periodo $t - n$

n = Número total de periodos en el pronóstico

Figura 6. Formula promedio móvil ponderado.

Adaptado de (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

Suavización exponencial: Es una técnica que está basada en la atenuación de los valores que están en la serie de tiempo, con esto se obtiene el promedio de los valores de manera exponencial; se les debe dar un mayor peso a los datos más recientes y un valor menor a los más antiguos (Morán, 2019).

$$B_t = \alpha Y_t + (1 - \alpha)B_{t-1}, \quad 0 \leq \alpha \leq 1$$

B_{t-1} = estimación anterior del nivel de demanda

Y_t = última observación de la demanda

α = constante de "suavización"

Figura 7. Formula suavización exponencial.

Adaptado de (Morán, 2019).

Suavizado exponencial adaptado (ADRES): Este método de pronóstico es similar al anterior, para este método se permite que el valor de la constante de suavización se pueda modificar a medida que existan cambios en el patrón de los datos. Se utiliza cuando existen grandes cantidades de objetos que deben ser pronosticados (Morán, 2019).

$$F_{t+1} = \alpha_t Y_t + (1 - \alpha_t) F_t$$

Dónde:

$$\alpha_t = \left| \frac{S_t}{A_t} \right|$$

$$S_t = \beta e_t + (1 - \beta) S_{t-1} \quad (\text{Smoothed error})$$

$$A_t = \beta |e_t| + (1 - \beta) A_{t-1} \quad (\text{Absolute smoothed error})$$

$$e_t = Y_t - F_t \quad (\text{Error})$$

β is a parameter between 0 and 1.

β cambiará dependiendo del problema, pero mientras más pequeño sea, el valor de α no se verá tan afectado.

Figura 8. Formula ADRES.

Adaptado de (Morán, 2019).

Suavización exponencial doble (HOLT): Similar al método anterior, se usa cuando se identifican una tendencia clara en un grupo de datos, al conocer esta tendencia y al tenerla clara, permite anticipar movimientos futuros; se utilizan dos constantes de suavización (Salazar, 2019).

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

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

$$F_{t+m} = L_t + mT_t$$

L_t	Estimate of the level of the series at time t (Smoothed value),
T_t	Estimate of the trend of the series at time t ,
α	Smoothing constant for the data ($0 < \alpha < 1$),
β	Smoothing constant for the trend estimate ($0 < \beta < 1$),
F_{t+m}	Holt's forecast value for period $t+m$.
m	Forecasting horizon

Figura 9. Formula HOLT.

Adaptado de (Morán, 2019).

2.5.1.3. Errores

Error medio (ME): Es una métrica de sesgo puesto a que solo puede captar si el pronóstico se encuentra en una media pesimista o una media optimista. La media pesimista tiende a estar por debajo del pronóstico y por consiguiente el error medio es positivo, la media optimista en cambio tiende a estar por sobre el pronóstico y el error medio es negativo. A menor error medio, mejor es el pronóstico.

Desviación absoluta media (MAD): Es una métrica lineal, la cual le da el mismo peso a todos los errores, la desviación absoluta media captura exactitud. A menor MAD, mejor pronóstico.

Error porcentual medio (MPE) y Error medio porcentual absoluto (MAPE): El MPE mide el porcentaje de sesgo o sea que, a menor porcentaje, mejor pronóstico; mientras que el MAPE mide el porcentaje de exactitud, a menos porcentaje de error, mejor es el pronóstico (Chopra & Meindl, 2007).

2.6. Plan agregado de producción

Es una metodología usada para determinar la cantidad de producción, el plan agregado de producción se define por unidades producidas o fabricadas y los

costes que estos generan. El principal objetivo de la planeación es minimizar estos costos. (Gestiopolis, 2003)

En la planeación agregada de la producción se implica varios costos, estos son:

Costos de producción: en este costo intervienen la mano de obra, horas extras y costos de materia prima.

Costos de inventario: costos por almacenamiento y costos por faltante en bodega.

2.6.1. Modelos de plan agregado de producción

Método de inventario cero: este método está basado en una estrategia de persecución de la demanda, se busca producir exactamente lo que se necesita, no intervienen costos de almacenamiento ni de costos por faltantes. Se recurre a despedir y contratar mano de obra según se requiera. Es muy utilizado por empresas que no desean o que no creen conveniente el tener inventarios, aunque estos costos se desbalancean por contratar y despedir trabajadores.

Método de fuerza de trabajo constante: en este método se utiliza la nivelación, es decir se dispone del mismo número de empleados para el tiempo de producción planeado. Se tendrá que lidiar con costos por producto almacenado y también con costos por falta de producto. Este método se usa para las empresas en donde el personal que trabaje debe ser muy calificado, así como también empresas que manejan costos bajos de inventario.

Método de fuerza de trabajo mínima con subcontratación: Este método también utiliza la nivelación, se utiliza un nivel de personal mínimo que corresponda al mes con menor proyección de demanda, los empleados solo responderán a la proyección del mes con menor demanda, el resto de la demanda será realizada por medio de subcontratar la mano de obra, este plan

no toma en cuenta el inventario. En ese método intervendrá el costo de la mano de obra subcontratada y también resulta de utilidad para compañías que no necesitan confidencialidad en el procesamiento de sus productos. Este método es benéfico para pues le da estabilidad en el periodo planificado.

Método de fuerza de trabajo constante con horas extras: Para este método se debe calcular el número preciso de empleados, con el fin de que los costos de inventario y horas extras sean lo más bajos posibles. Existen varias formas de planificar la producción, en una se determina el número adecuado de trabajadores para satisfacer la demanda, en otras optan por realizar horas extras en algunos meses y en otros no, según se necesiten (Betancourt, 2018).

2.7. Plan maestro de producción (MPS)

El MPS se utiliza para establecer la planificación de la producción de los productos terminados de un sistema de producción, en un horizonte de tiempo determinado. Este plan indica las cantidades y fechas en que deben estar disponibles los inventarios de producto para ser entregado al cliente (Ccahuana, 2016).

El principal objetivo del plan es determinar el tiempo de producción existente para cada tipo de productos que se procesa en la compañía, se debe tomar en cuenta que hay que respetar los plazos de entrega acordados con el cliente y los límites de capacidad productiva instalada de la empresa (WoltersKluwer, 2009).

2.7.1. Elementos del MPS

Para la realización de un MPS se debe tomar en cuenta varios elementos, estos elementos tienen influencia directa en la producción.

Pronostico de demanda: las empresas por lo general utilizan los pedidos de los clientes, basándose en ellos se realizan pronósticos de demanda, finalmente se establecen órdenes de producción con base en los pronósticos obtenidos.

Disponibilidad de los materiales: Se debe conocer la capacidad disponible de la planta, es decir, tener el conocimiento de la cantidad de materiales de los que se dispone y de la cantidad de materiales que se pueden almacenar en la bodega de la planta.

Gestión de talleres: Son planificaciones a corto plazo, por lo general menores a tres meses. Esta gestión permite: evaluar y controlar pedidos, identificar prioridades en los pedidos, realizar el seguimiento de los pedidos, controlar el funcionamiento de las operaciones y brindar información para realizar la planificación y control de la capacidad productiva de la empresa.

Tiempo de producción: Es imprescindible conocer el lapso de tiempo que toma elaborar un producto o realizar un servicio. Cuando se conoce esta información, es factible llegar a un compromiso con el cliente para una fecha de entrega de un pedido.

Horizonte: Dejando de lado el tiempo de producción, para realizar el MPS se toma en cuenta el tiempo durante el cual se va a poner en marcha el plan. Existen tres tipos diferentes de horizontes:

- Fijo: en este horizonte de tiempo no es posible realizar cambios en el MPS.
- Medio fijo: se pueden realizar cambios en el MPS pero solo a ciertos productos.
- Flexible: son lapsos de tiempo prolongados, en el cual si se pueden realizar varias modificaciones en el MPS (Geinfor, 2020).

2.7.2. Desarrollo del MPS

El proceso para el desarrollo del MPS incluye los siguientes pasos:

Paso 1. Cálculo de los inventarios disponibles proyectados: este paso trata acerca del cálculo de una estimación de la cantidad de inventario que se tiene disponible para cada semana. Existe la posibilidad de que algunas semanas no tengan MPS, ya que en las anteriores semanas existe inventario suficiente para cubrir el resto de semanas.

Paso 2. Determinar las fechas y las magnitudes de las cantidades en el MPS. La finalidad de este paso es que no se tenga saldos negativos de inventario disponible proyectado (Krajewski, Malhotra, & Ritzman, 2008).

2.8. Plan de requerimiento de materiales (MRP)

El plan de requerimiento de materiales o *material requirements planning*, es un sistema basado en la planificación del proceso de producción y en la gestión de los inventarios. El objetivo principal del MRP es contar con los materiales necesarios para la producción en el momento exacto en que se los requiera (Caurin, 2018).

Este sistema tiene como fin realizar el cálculo de las cantidades de producto terminado que se deben fabricar, las partes necesarias para este producto y la cantidad de materia prima que se debe adquirir para cumplir con los pedidos (Pacheco, 2020).

2.8.1. Objetivos del MRP

El MRP tiene como objetivos: Dar seguridad de que la materia prima esté disponible para ingresar a la producción y de que los productos estén listos para ser entregados al cliente en el tiempo establecido. Mantener los niveles de inventario de materia prima y producto terminado y ayudar a la planificación de las actividades de producción, entregas de producto terminado y recepciones de materiales (LeanManufacturing10, 2019).

2.8.2. Elementos de un MRP

Lista de componentes: Es un listado de las partes que conforman la estructura del producto, así como la cantidad necesaria de cada parte necesaria para la elaboración del producto.

Programa maestro: Este programa indica lo que se va a producir, en que momento y en qué cantidad.

Inventario disponible: Son la cantidad de materiales mínimos que se debe tener en la bodega (Datadec, 2019).

2.9. Kanban

Kanban es una palabra japonesa, Kan significa “visual” y Ban se traduce como “tarjeta”, se utiliza esta palabra para describir una señal, se trata de un sistema con un flujo que usando señales ayudan al control de materiales y producción. La funcionalidad de un sistema Kanban es prácticamente sencilla, se guía por colores, si el indicador muestra el color rojo es importante producir unidades, si las tarjetas están en amarillo o verde, da a entender que no se necesita producir y que el inventario aun es favorable (Salazar, 2019).

2.9.1. Tipos de Kanban

Kanban de producción: se lo conoce también con el nombre de Kanban para realizar, es utilizado para saber la cantidad de material que debe ser transportado para ser utilizado en un proceso productivo.

Kanban de retiro: llamado también Kanban para mover, es utilizado para emitir señales de cuando se necesite realizar el traslado de material de un área a otra (Arce, 2014).

2.9.2. Tarjetas Kanban

Una tarjeta Kanban es un elemento primordial para un tablero Kanban, cada tarjeta indica tareas o trabajos que se deben realizar. Estas tarjetas muestran información esencial para la producción. Las tarjetas funcionan como un sistema de alerta o comunicación entre quienes intervienen en el proceso productivo (Kanbanize, 2016).

2.10. Punto de reorden (RoP)

El punto de reorden (RoP) es la cantidad mínima de existencia que se puede tener de un artículo, cuando esta existencia llegue a tal cantidad se debe reordenar el artículo, se usa este término como una acción para reponer un inventario. El correcto funcionamiento del proceso de compra y el cumplimiento del proveedor, harán que el RoP funcione y la reposición de materia prima llegue en el momento exacto en que se termine el último disponible. Lo que se busca es minimizar la cantidad de inventario sin interrumpir el proceso productivo. Se tiene que hacer el pedido de reposición de inventario antes de que este llegue al RoP, no se debe pedir con mucha anterioridad, pues se debe evitar gastos por almacenamiento, tampoco se puede pedir muy tarde, porque la falta de materia prima generará retrasos en el cumplimiento de los pedidos y también molestia en los clientes. Es así que, se dice que calcular un RoP sirve para evitar costos excesivos en gasto de inventario, al igual que se busca que siempre se cuente con inventario, aun cuando existan cambios inesperados (Corvo, 2018).

$$ROP = dL$$

Figura 10. Formula punto de reorden

Adaptado de (Getstióndeoperaciones, 2014).

La d en la fórmula es la demanda y L es el lead time. Entonces, RoP es igual a la multiplicación de la demanda por el lead time. Lead time hace referencia al tiempo que toma producir una unidad de producto terminado; también el lead

time se toma como el tiempo de demora entre el lanzamiento de una orden de pedido y la recepción del mismo (Mecalux, 2019).

2.11. Cantidad económica de pedido (EOQ)

Conocido también por sus siglas en inglés EOQ (*Economic order quantity*), es el tamaño o cantidad del pedido de compra para el reabastecimiento de materia prima, el mismo que tiene como objetivo minimizar los costos de inventario. El EOQ se usa para minimizar una combinación de costos, que pueden ser: costo de pedir, costo de almacenar, etc. El EOQ se complementa directamente con el punto de reorden (Vernorel, 2012).

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

Figura 11. Fórmula cantidad económica de pedido.

Adaptado de (Gestión de Operaciones, 2014).

La D en la fórmula es la demanda, S es el costo de realizar un pedido y H es el costo de mantener inventario (Gestión de Operaciones, 2014).

2.12. Conclusiones de este capítulo

Las metodologías antes mencionadas, en el presente trabajo se las va a dividir en tres niveles de planificación: nivel estratégico, nivel táctico y nivel operativo. El nivel estratégico constará del pronóstico de la demanda con la utilización de sus diferentes técnicas; el nivel táctico estará compuesto de: planificación agregada de la producción y MPS, en el plan maestro se utilizarán el RoP y el EOQ para la aplicación de las tarjetas Kanban; y, el nivel operativo está configurado de: planificación del transporte y el MRP, en este plan también se utilizarán el RoP y el EOQ para la aplicación de las tarjetas Kanban.

3. CAPITULO III. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

3.1. Situación actual

3.1.1. ¿Qué es el problema?

El *packing* es un término generalizado que se utiliza para referirse al proceso de embalado, empaquetado, etiquetado, y demás procedimientos por los cuales un producto debe pasar para ser comercializado. El procedimiento de *packing* de los *sixpack* se lo realiza utilizando diferentes materiales; estos son: bandas de material termo encogible, corrugado y cinta adhesiva. Estos materiales se adquieren de proveedores externos y existe un constante reabastecimiento de los mismos. La adquisición de estos materiales genera un costo, el cual está incluido en los costos de *packing*.

Dentro de los costos de *packing* también se incluye el costo de transportar la mercadería, tanto la que se recibe para ser acondicionada, así como la que se envía de vuelta al cliente después de su acondicionamiento.

Para el proceso de *packing*, indudablemente, también están inmersos los operarios, el salario de la mano de obra, también forma parte de los costos de *packing*. Entonces, el costo de *packing* se puede traducir en una suma en la que están incluidos los costos de adquisición de materia prima, costos de transporte y costos de mano de obra.

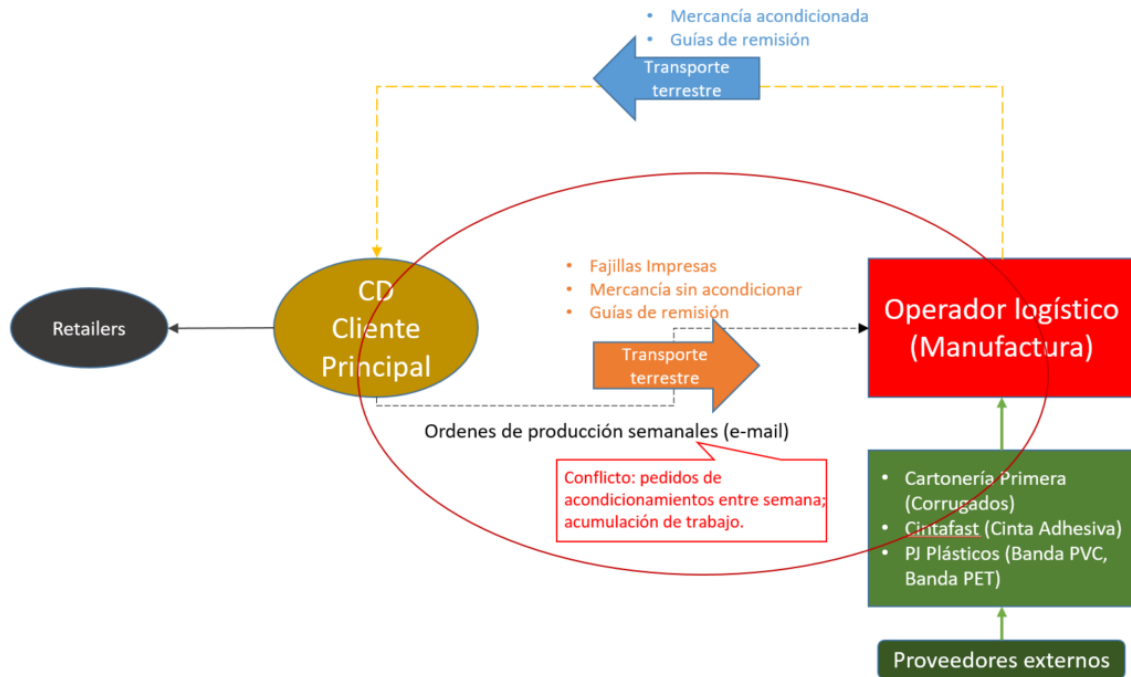


Figura 12. Diagrama del conflicto de la cadena de suministro del operador logístico (manufactura).

Los costos de *packing* se elevan al existir un acontecimiento que no es parte de la planificación interna, la misma que se realiza para cumplir con los requerimientos del cliente en el tiempo acordado.

Se incurre en estos gastos extras debido a que el cliente, aparte de la orden de producción que generalmente se da a inicio de la semana, eventualmente realiza pedidos de acondicionamiento de productos entre semana, los mismos que hacen que la planificación del área de manufactura se desvíe de su curso planificado.

3.1.2. ¿Por qué es un problema?

Tras estos eventos se tiene que recurrir a contratar personal eventual que colabore en la producción y así lograr cumplir en lo posible con los requerimientos del cliente. La contratación de personal extra hace que el costo de mano de obra se eleve, siendo un adicional para los costos de producción. El costo de adquisición o compra de materia prima, no se ve afectado por los

pedidos entre semana, esto debido a que los materiales, aparte de que se cuenta con un inventario amplio de los mismos en el área, su adquisición de un momento a otro no implica una elevación en su costo. Razón por la cual este costo es despreciable en costo y siempre están disponibles.

El costo de transporte también se ve involucrado en la generación de gastos extras debido a que, por la descoordinación en las entregas con el cliente se realizan varios viajes en una misma semana, los mismos que, por lo general, no se envían aprovechando al máximo la capacidad del automotor.

El personal eventual, como su nombre lo indica, son personas que no son parte de la empresa, pero que trabajan en el área en ocasiones en las que se necesita cumplir con un requerimiento del cliente, que solo con el personal fijo no se puede lograr. Estas personas, por lo general, son familiares o conocidos de los operarios quienes los sugieren para ser tomados en cuenta como ser personal eventual.

Aparte del costo por contratación de personal eventual, el personal fijo y el eventual muchas veces por tratar de cumplir los requerimientos del cliente deben trabajar más de las ocho horas diarias que dicta la ley, el costo de estas horas extras también se adicionan al costo de mano de obra y por consiguiente al costo de *packing*.

3.1.3. ¿Dónde se presenta el problema?

El proceso de *packing* se lo realiza en el área de manufactura. Esta área de la organización se encuentra aparte de las otras áreas de la compañía que son: almacenamiento y distribución; funcionando de manera independiente, en cuanto a sus procesos se refiere. La coordinación de montacargas y personal de estiba para la movilización de la mercadería se lo realiza con el área de almacenamiento, siendo este el único proceso compartido con las demás áreas de la organización.

3.1.4. ¿Cuándo se presenta el problema?

En el año 2019 se obtuvo un costo aproximado de \$ 24.300 por contratación de personal eventual y por pago de horas extras de personal fijo.

Por otra parte, el costo de transporte también se ve involucrado en la generación de extras, esto debido a que se realizan varios viajes para entregar mercadería acondicionada al cliente en una misma semana. Aproximadamente en un mes se gastan entre \$1.600 y \$2.000 por costos logísticos de transporte.

Estos costos evidentemente han llamado la atención de la empresa y es la razón por la cual en este año se ha obtenido una estadística más detallada de la problemática; para de alguna manera mejorar la rentabilidad del área.

3.1.5. ¿Cómo se presenta el problema?

A continuación se muestra un desglose de los gastos mensuales aproximados por contratación de personal eventual y de horas extras del personal fijo para solventar los pedidos del cliente.

Tabla 1.

Desglose mensual aproximado de costos por mano de obra.

Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
\$310	\$2.600	\$4.900	\$1.600	\$1.400	\$1.030	\$1.330	\$ 855	\$ 2.800	\$3.800	\$ 1.620	\$ 1.970

En cuanto a los costos por transporte, para la entrega de mercadería al cliente cada semana se utilizan alrededor de dos camiones de cinco toneladas, cada uno de estos con un costo de \$200, lo cual nos da un total de \$400 por semana.

3.2. Árbol de definición del problema

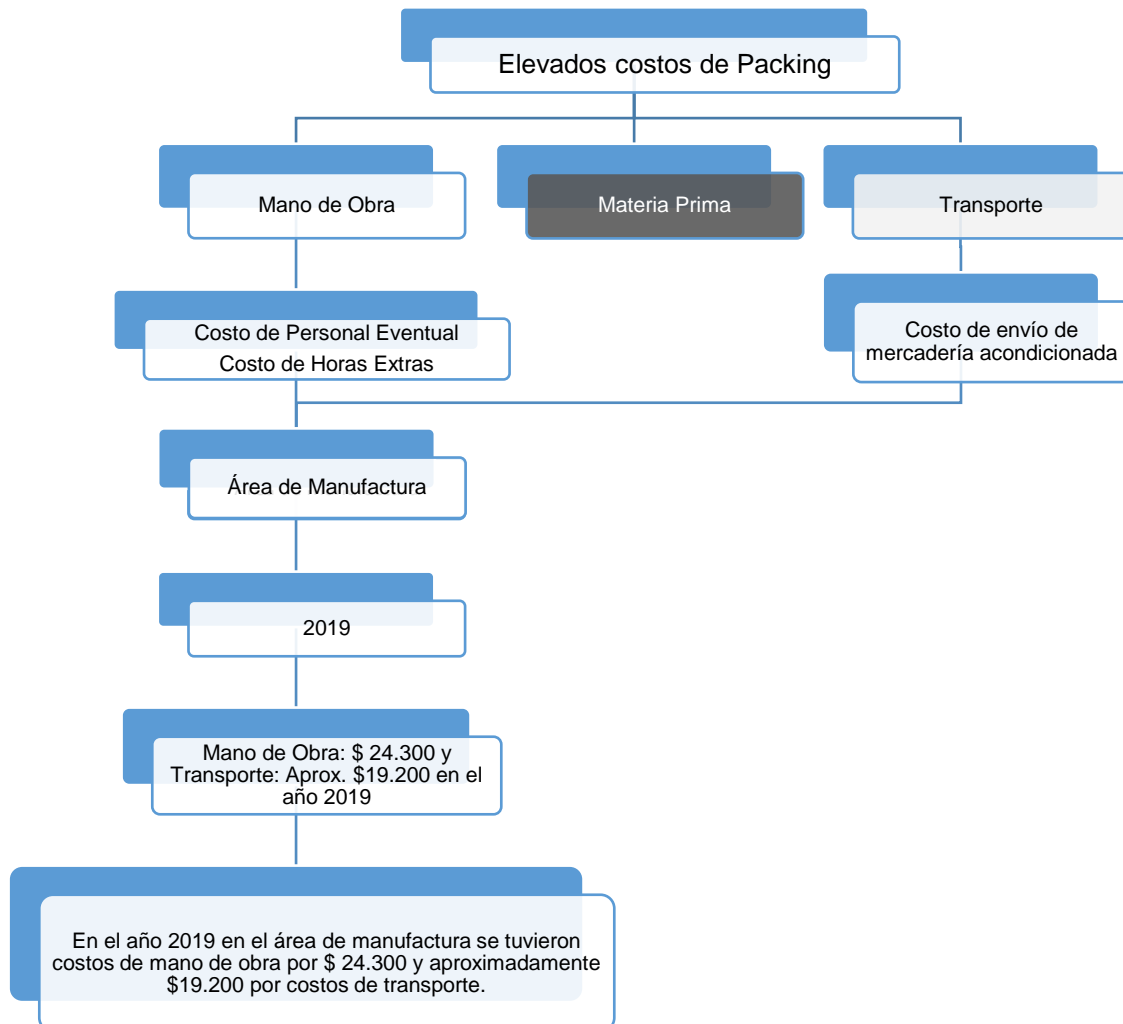


Figura 13. Diagrama Árbol de definición del problema.

En la *Figura 3* se muestra un resumen esquematizado del análisis del problema en el cual se muestran los elevados costos para el año 2019 en cuanto a mano de obra y transporte se refiere.

4. CAPITULO IV: DEFINICIÓN CAUSA RAÍZ DEL PROBLEMA

4.1. Análisis de causas

Basado en una entrevista realizada al Jefe de Manufactura del operador logístico (Anexo 1), se pudo evidenciar que se cuenta con una planificación para la producción, pero que esta no es tan profunda y no toma en cuenta todos los aspectos necesarios para que la producción se lleve de una manera adecuada y controlada cuando se realizan pedidos de urgencia por parte del cliente. La reactividad de los pedidos del cliente es alta y no existe una planificación que se adecue para el cumplimiento de los mismos.

La maquinaria con la que cuenta es suficiente para realizar los acondicionamientos; esta maquinaria es constantemente sometida a mantenimiento y se verifica su correcto funcionamiento. Con respecto a la disponibilidad de materiales para los acondicionamientos, manifiesta que no ocurre problema con estos porque, por lo general, se tiene un amplio inventario de los mismos o que en su defecto el adquirir más materiales no representa un retraso en la producción puesto a que el proveedor siempre cuenta con material para entregar.

El transporte no es causa de ningún tipo de retraso; los transportistas son puntuales y responsables en el manejo de la mercadería. Pero, cabe mencionar que la mayoría del tiempo, debido a que no se cuenta con una planificación adecuada como se mencionó anteriormente, se realiza diversos viajes en una misma semana para la entrega de mercadería acondicionada, los cuales, por lo general, no aprovechan al máximo la capacidad del vehículo de carga.

Por otra parte, el área es una parte relativamente pequeña de la empresa cuenta con un personal limitado, razón por la cual a veces se debe pedir colaboración de personal eventual para el cumplimiento de grandes pedidos de los clientes que, aparte de ser voluminosos, tienen tiempos de entrega cortos a los cuales prácticamente se está obligado a cumplir para, de esta manera, atrapar al cliente

y crear fidelidad. Se entiende que al traer personal eventual se incurre en una falencia para el proceso productivo pues son personas que no están del todo capacitadas en las actividades a realizarse y sus actividades se realizan con lentitud.

4.2. Diagrama Causa-Efecto

Del análisis de las respuestas a la entrevista mencionada en el acápite anterior y de la observación directa del área y del proceso, se determinó varias causas, que serán descritas y organizadas en un Diagrama de Ishikawa, en donde se contemplarán las siguientes “emes”: Medio ambiente, mano de obra, método y materia prima.

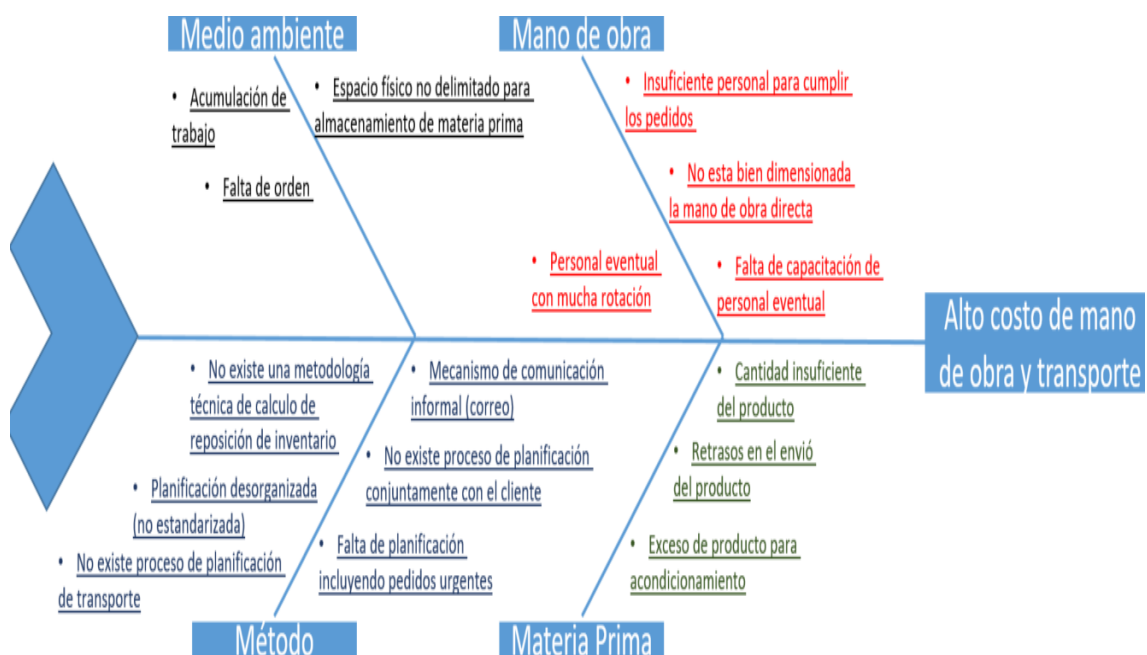


Figura 14. Diagrama Causa-Efecto Alto costo de mano de obra y transporte.

El diagrama muestra en sus espinas las causas posibles para que se genere un alto costo de mano de obra y transporte; en la espina de medio ambiente, se encuentran principalmente causas que tienen que ver con el desorden generado por la llegada de mercadería y la apresurada producción; en la espina de mano de obra, se evidencia que al no conocerse la dimensión de los pedidos, la cantidad de personal es insuficiente cuando estos pedidos se acumulan, no se

sabe con exactitud cuántas personas son las que se necesitan para cumplir con los pedidos del cliente, cuando se recurre a personal eventual también la producción se retrasa, pues el personal no siempre conoce los procedimientos y debe ser instruido; en la espina de método, se nota que no se cuenta con las metodologías necesarias para que el área pueda solventar de una manera organizada los pedidos de los clientes; y, en la espina de materia prima, se muestra que en ocasiones esta materia prima puede llegar a acumularse, así como también puede llegar a faltar. Estas son las causas que provocan un problema para el área de manufactura y por ende para la empresa.

4.3. Metodología 5 Por qué

Esta metodología ayudará a encontrar la causa raíz del efecto señalado en el apartado anterior.

Tabla 2.

Metodología 5 por qué alto costo de mano de obra.

Pregunta	Respuesta
¿Por qué existe alto costo de mano de obra en el proceso de <i>packing</i> ?	Porque se debe contratar personal eventual y recurrir a horas extras del personal fijo.
¿Por qué se debe contratar personal eventual y recurrir a horas extras del personal fijo?	Porque el personal fijo es insuficiente para cumplir con los pedidos del cliente.
¿Por qué el personal fijo es insuficiente para cumplir con los pedidos del cliente?	Porque existe acumulación de pedidos para acondicionamiento de producto.
¿Por qué existe acumulación de pedidos para acondicionamiento de producto?	Porque no se cuenta con un proceso de planificación de producción incluyendo los pedidos urgentes del cliente.
¿Por qué no se cuenta con un proceso de planificación de producción incluyendo los pedidos urgentes del cliente?	Porque no existe un sistema de planificación de abastecimiento en conjunto con el cliente, que tome en cuenta todas sus necesidades urgentes y proyectadas.

Tabla 3.

Metodología 5 por qué alto costo de transporte.

Pregunta	Respuesta
¿Por qué se presentan altos costos por transporte?	Porque se realizan varios viajes en una misma semana en vehículos de los cuales no se aprovecha al máximo su capacidad.
¿Por qué se realizan varios viajes en una misma semana en vehículos de los cuales no se aprovecha al máximo su capacidad?	Porque no se conoce la cantidad de producto terminado que se va a despachar en la semana.
¿Por qué no se conoce la cantidad de producto terminado que se va a despachar en la semana?	Porque no se tiene un proceso de planificación de producción que permita conocer con anticipación cuanto se va a producir en la semana.
¿Por qué no se tiene un proceso de planificación de producción que permita conocer con anticipación cuanto se va a producir en la semana?	Porque existen pedidos adicionales por parte del cliente y estos no se toman en cuenta para el proceso de planificación de producción.
¿Por qué no se toman en cuenta los pedidos adicionales por parte del cliente y se los incluye estos para el proceso de planificación de producción?	Porque no se cuenta con un sistema de planificación de abastecimiento que tome en cuenta las necesidades urgentes y proyectadas que presente el cliente.

Debido a la falta de una planificación adecuada de la cadena de suministro para la producción, con la inclusión de los pedidos urgentes realizados por el cliente, se genera una acumulación de trabajo y, por lo tanto, el número de operarios para estas actividades resulta insuficiente. Así mismo, al recibir la materia prima para ser acondicionada, tanto de los pedidos normales, como de los pedidos

urgentes, la materia prima se acumula generando excesos de producto en el área y por consiguiente genera desorden. Estos factores hacen que se recurra a contratar más operarios y así tratar de cumplir con los pedidos normales y urgentes de los clientes. Cuando no se tiene una idea clara de la cantidad de producto terminado que se debe enviar al cliente, se realizan varios viajes en una misma semana y no se ocupa todo el espacio disponible en el vehículo.

5. CAPITULO V: PROPUESTA DE MEJORA

5.1. Generalidades de la propuesta

La causa raíz, como se había identificado en el capítulo anterior, es la ausencia de un sistema de planificación de abastecimiento en conjunto con el cliente, el mismo que tome en cuenta todas sus necesidades urgentes y proyectadas.

La propuesta de mejora va a consistir en una reorganización de la planificación de la cadena de suministro, haciendo referencia a la Figura 1, se va a dividir el trabajo en tres niveles de planificación: nivel estratégico, nivel táctico y nivel operativo.

5.2. Nivel estratégico

El rol que tienen los pronósticos en la cadena de suministro son considerados como la base de toda planificación de cadenas de suministro y de lo esencial que estos son para la toma de decisiones; se explica también como la información de demanda, a través del tiempo, puede ser usada para predecir la demanda a futuro y como este pronóstico tiene relación directa con la forma en que se maneja la cadena de suministro. Es así, entonces, que el primer paso que debe tomarse para la correcta planificación de la cadena de suministro debería ser pronosticar cuál será la demanda del cliente. La precisión del pronóstico permite que las cadenas de suministro sean más eficientes y tengan

mejores tiempos de reacción en lo demandado por sus clientes. (Chopra & Meindl, 2007)

Para iniciar con la propuesta se va a utilizar información histórica de demanda del año 2019 y parte del 2020, esta información ha sido modificada mediante aproximaciones con el fin de proteger los datos reales de la empresa objeto de estudio; posteriormente con esta información se aplicarán diferentes metodologías de pronósticos numéricos de demanda y se analizará cuál de ellos es el más adecuado para continuar con la propuesta de mejora.

5.2.1. Agregación de histórico de demanda

Los pronósticos se van a realizar de los *sixpack* de jugo de uva, jugo de naranja, leche, leche sabor chocolate, avena sabor naranjilla y avena sabor maracuyá. En el Anexo 2 se muestra el histórico de demanda del jugo de uva y el jugo de naranja; el Anexo 3 contiene los históricos de demanda de la leche y de la leche sabor chocolate; en el Anexo 4, se encuentran los históricos de demanda de la avena de maracuyá y avena de naranjilla; todos estos anexos se muestran organizados por semanas.

Por lo general, un pronóstico agregado es usualmente más acertado que un pronóstico desagregado o específico para cada producto; ya que el proceso de acondicionamiento de los productos es similar, se decidió agrupar los productos de la siguiente manera: grupo jugos: conformado por jugo de uva y jugo de naranja; grupo leches: conformado por leche y leche sabor chocolate; y, por último, el grupo avenas, en el cual se incluyen la avena sabor naranjilla y la avena sabor maracuyá.

Tabla 4.

Agregación mensual del grupo jugos

Agregación mensual Jugos	
Mes	Cantidad de Cajas
Enero	4160
Febrero	5440
Marzo	13440
Abril	11360
Mayo	8960
Junio	8320
Julio	8640
Agosto	6240
Septiembre	13120
Octubre	12960
Noviembre	8800
Diciembre	7680
Enero	3360
Febrero	4000
Marzo	8960

La Tabla 4 muestra el resultado de la agregación mensual de los históricos de demanda para el grupo jugos.

Tabla 5.

Agregación mensual del grupo leches

Agregación mensual Leches	
Mes	Cantidad de Cajas
Enero	1760
Febrero	2240
Marzo	5440
Abril	2080
Mayo	1440
Junio	2240
Julio	1120
Agosto	1440
Septiembre	3520
Octubre	4320
Noviembre	2240
Diciembre	3200
Enero	2240
Febrero	1600
Marzo	2080

La Tabla 5 muestra el resultado de la agregación mensual de los históricos de demanda para el grupo leches.

Tabla 6.

Agregación mensual del grupo avenas

Agregación mensual Avenas	
Mes	Cantidad de Cajas
Enero	3840
Febrero	1920
Marzo	6080
Abril	2560
Mayo	3520
Junio	4480
Julio	2240
Agosto	2880
Septiembre	6400
Octubre	8000
Noviembre	2080
Diciembre	3520
Enero	1580
Febrero	2080
Marzo	3200

La Tabla 6 muestra el resultado de la agregación mensual de los históricos de demanda para el grupo avenas.

5.2.2. Pronósticos de demanda

Para realizar los pronósticos de demanda, necesarios en la propuesta de mejora, se utilizan los datos obtenidos de las agregaciones mensuales de los históricos de demanda que se muestran en las Tablas 4, 5 y 6.

5.2.2.1. Pronósticos con Microsoft Excel

Microsoft Excel es una hoja de cálculo que permite mediante el uso de fórmulas y comandos realizar diferentes actividades, entre ellas las más básicas: cálculos, herramientas gráficas, tablas de cálculo, entre otras.

Se realizó el cálculo y verificación de los diferentes pronósticos de demanda utilizando los siguientes modelos de pronósticos: Promedio móvil simple, promedio móvil ponderado, suavización exponencial, ADRES y HOLT. Estos modelos de pronósticos se aplicaron para el grupo jugos, grupo leches y grupo avenas.

Para realizar el método promedio móvil simple se hace el cálculo del promedio de un periodo que contiene varios datos, esto se lo realiza dividiendo la suma de los valores de los datos entre el número de datos, dándole igual importancia a cada valor. El método de promedio móvil ponderado tiene un proceso similar al anterior método, con la diferencia de que a algunos datos se les otorga ponderaciones más o menos altas que a los demás. En la suavización exponencial por lo general a los datos más recientes se les otorga una mayor ponderación, la cual se reduce exponencialmente mientras estos datos se hacen antiguos. El método ADRES es parecido a la suavización exponencial simple, este método cuenta con un coeficiente que se ajusta conforme va variando el patrón de los datos. HOLT es utilizado para realizar pronósticos para patrones de demanda que evolucionan en una serie de tiempo. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

De todos estos métodos se busca el que presente menor porcentaje de error medio (MAPE), este porcentaje mide la exactitud del pronóstico calculado, a menor porcentaje el pronóstico es mejor.

Tabla 7.

Resumen de anexos de modelos de pronósticos

Grupo	Modelo de pronóstico	N° Anexo
Grupo jugos	Promedio móvil simple	Anexo 5
	Promedio móvil ponderado	Anexo 6
	Suavización exponencial	Anexo 7
	ADRES	Anexo 8
	HOLT	Anexo 9
Grupo leches	Promedio móvil simple	Anexo 10
	Promedio móvil ponderado	Anexo 11
	Suavización exponencial	Anexo 12
	ADRES	Anexo 13
	HOLT	Anexo 14
Grupo avenas	Promedio móvil simple	Anexo 15
	Promedio móvil ponderado	Anexo 16
	Suavización exponencial	Anexo 17
	ADRES	Anexo 18
	HOLT	Anexo 19

En la Tabla 7 se encuentran los números de anexo que corresponden a cada modelo para cada grupo de productos.

Tabla 8.

Comparación de MAPE para los modelos de pronósticos.

Modelo		MAPE Jugos %	MAPE Leches %	MAPE Avenas %
Promedio móvil simple		48%	47%	58%
Promedio móvil ponderado		45%	42%	57%
Suavización exponencial	0,1	39%	31%	52%
	0,9	33%	49%	66%
ADRES		47%	67%	76%
HOLT		62%	78%	84%

De los diferentes modelos de pronósticos utilizados para el grupo jugos, el más acertado es el modelo de suavización exponencial con un exponente de suavización de 0.9 y con un error porcentual medio de 33%. Para el grupo leches

se obtiene que el modelo de cálculo de pronóstico de demanda con mejor resultado también es el suavizado exponencial simple con un exponente de suavización de 0.1, este presenta un error porcentual medio de 31%. Por último, para el grupo avenas, el modelo adecuado nuevamente es el suavizado exponencial simple con un exponente de suavización de 0.1 y un error porcentual medio de 52%.

5.2.2.2. Software de estadística

En vista de que los errores porcentuales medios que se obtuvieron en las hojas de cálculo de Excel son un poco elevados, se tomó la decisión de utilizar otros medios en la propuesta de mejora, se recurrió al uso de dos softwares de estadística Minitab y SPSS.

5.2.2.2.1. Pronósticos con Minitab

Minitab es desarrollado por Minitab, LLC una compañía de propiedad privada que tiene su sede principal en State College, Pennsylvania, EE.UU., y cuenta con varias sedes en el Reino Unido, Francia, Alemania, Hong Kong y Australia.

Minitab es un programa computacional que está diseñado para ejecutar funciones estadísticas, las mismas en las que se utilizan datos históricos para encontrar tendencias, predecir patrones y tomar decisiones. En este caso se utiliza para pronosticar cantidades aproximadas de demanda, el software toma en cuenta las cantidades ingresadas, para tomar la mejor decisión y mediante diferentes técnicas de pronóstico, buscar el error porcentual medio de menor valor. El programa también cuenta con modelos de pronóstico distintos a los elaborados anteriormente con Microsoft Excel, existen modelos con altos grados de complejidad que son muy complicados de programar en la hoja de cálculo de Excel (Minitab, 2020).

Pronóstico Grupo Jugos

Tabla 9.

Pronóstico grupo jugos Minitab.

Pronóstico Jugos (Minitab)	
Período	Pronóstico
19 (Julio)	7046
20 (Agosto)	4959
21 (Septiembre)	10159
22 (Octubre)	9774
23 (Noviembre)	6461
24 (Diciembre)	5485

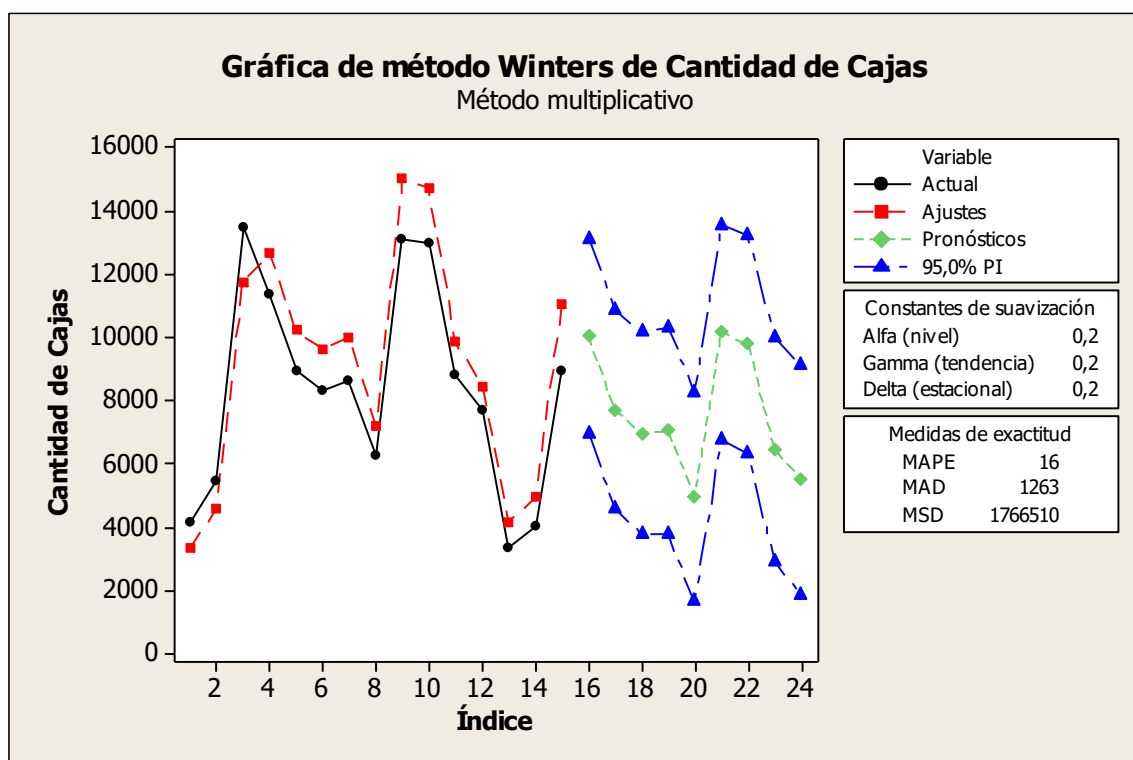


Figura 15. Gráfica de método WINTERS (Método multiplicativo) grupo jugos.

Como se puede observar en la Figura 12 el método escogido por el programa es el método WINTERS (Método multiplicativo).

WINTERS se usa cuando se presenta un patrón de tendencia, los datos presentan estacionalidad o periodicidad, para este método se calcula coeficientes a los que se les denomina constantes de suavización. Estos coeficientes de suavización son los que permiten tener un mejor pronóstico de demanda. (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009)

Cabe recalcar que el software Minitab se encarga de calcular las constantes de suavización automáticamente, para así entregar un pronóstico lo más preciso posible.

El error porcentual medio para este pronóstico es de 16%, el mismo que ya es mejor al que se obtuvo en la hoja de cálculo de Excel.

Pronóstico Grupo Leches

Tabla 10.

Pronóstico grupo leches Minitab.

Pronóstico Leches (Minitab)	
Período	Pronóstico
19 (Julio)	866
20 (Agosto)	1074
21 (Septiembre)	2529
22 (Octubre)	2987
23 (Noviembre)	1488
24 (Diciembre)	2039

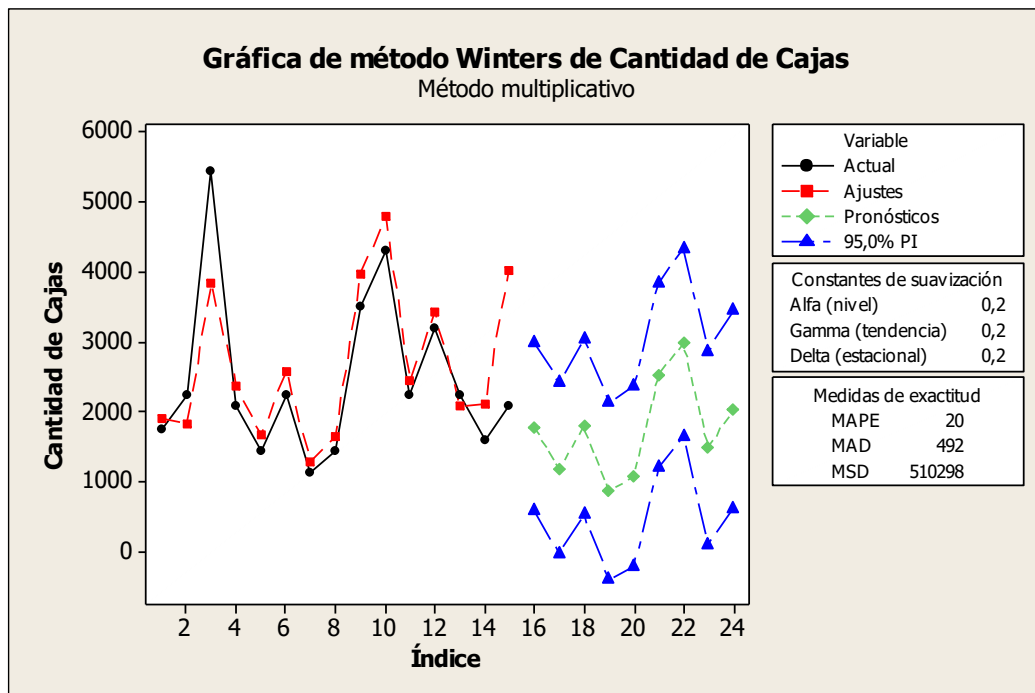


Figura 16. Gráfica de método WINTERS (Método multiplicativo) grupo leches.

El método recomendado por el programa es nuevamente el método WINTERS (Método multiplicativo). El error porcentual medio para este pronóstico es de 20%.

Pronóstico Grupo Avenas

Tabla 11.

Pronóstico grupo avenas Minitab.

Pronóstico Avenas (Minitab)	
Período	Pronóstico
19 (Julio)	1654
20 (Agosto)	2048
21 (Septiembre)	4379
22 (Octubre)	5258
23 (Noviembre)	1311
24 (Diciembre)	2122

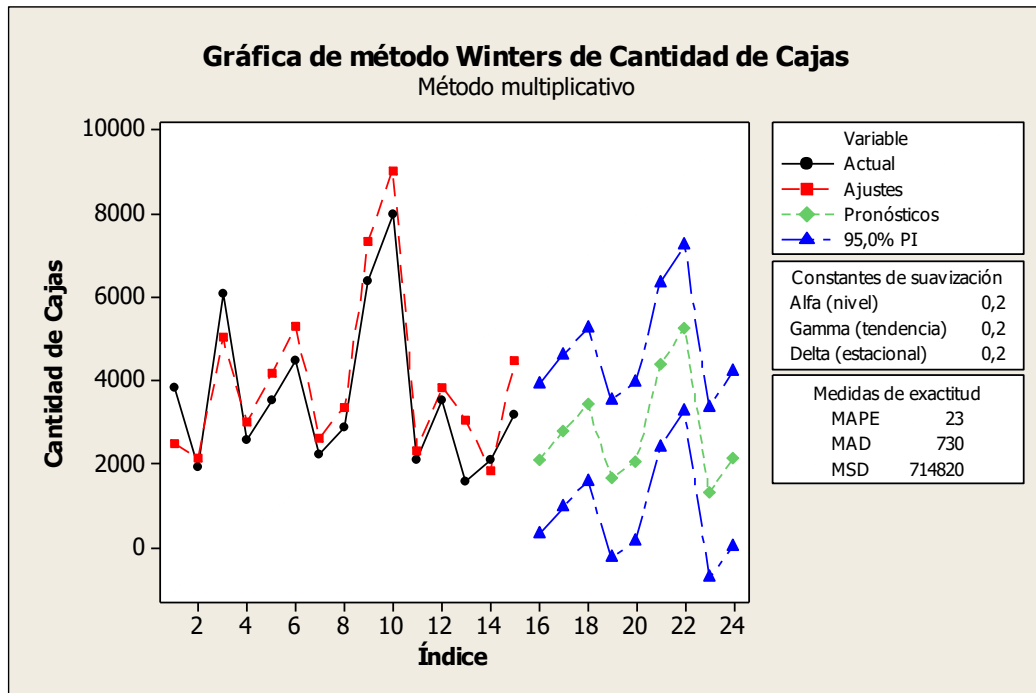


Figura 17. Gráfica de método WINTERS (Método multiplicativo) grupo avenas.

Al igual que para los anteriores pronósticos el método escogido es el de WINTERS (Método multiplicativo). El error porcentual medio para este pronóstico es de 23%.

5.2.2.2.2. SPSS

SPSS es un software estadístico desarrollado por IBM, utiliza el idioma de programación Java, se usa para analizar y comprender de mejor manera grupos de datos. Se pueden realizar una amplia gama de análisis estadísticos, entre estas, las estadísticas descriptivas, las estadísticas bivariadas, regresión, el análisis de factores, y la representación gráfica de los datos. Mediante SPSS se pueden realizar recolección de datos, permite la creación de estadísticas, también da la posibilidad de crear análisis para decisiones de gestión, entre otros (Questionpro, 2020).

Pronóstico Grupo Jugos

Tabla 12.

Pronóstico grupo jugos SPSS.

Pronóstico Jugos (SPSS)	
Mes	Pronóstico
Julio	4238
Agosto	2810
Septiembre	5381
Octubre	4795
Noviembre	2903
Diciembre	2248

Jugos.sav [ConjuntoDatos1] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	Meses	Cajas	YEAR_	MONTH_	DATE_	Pronostico_Cajas_Modelo	LCL_Cajas_Modelo	UCL_Cajas_Modelo
7	Julio	8640	2019	7	JUL 2019	8630	7961	9298
8	Agosto	6240	2019	8	AUG 2019	6233	5565	6901
9	Septiembre	13120	2019	9	SEP 2019	13108	12440	13776
10	Octubre	12960	2019	10	OCT 2019	12950	12282	13618
11	Noviembre	8800	2019	11	NOV 2019	8799	8131	9467
12	Diciembre	7680	2019	12	DEC 2019	7756	7088	8424
13	Enero	3360	2020	1	JAN 2020	4145	3477	4813
14	Febrero	4000	2020	2	FEB 2020	4384	3716	5052
15	Marzo	8960	2020	3	MAR 2020	9414	8746	10083
16		.	2020	4	APR 2020	6953	6285	7621
17		.	2020	5	MAY 2020	5116	4238	5995
18		.	2020	6	JUN 2020	4416	3297	5535
19		.	2020	7	JUL 2020	4238	2790	5686
20		.	2020	8	AUG 2020	2810	1475	4145
21		.	2020	9	SEP 2020	5381	2224	8538
22		.	2020	10	OCT 2020	4795	1298	8291
23		.	2020	11	NOV 2020	2903	222	5585
24		.	2020	12	DEC 2020	2248	-406	4902

Figura 18. Grupo jugos.

El error porcentual medio para este pronóstico es de 15%. El modelo de pronóstico es el método multiplicativo.

Pronóstico Grupo Leches

Tabla 13.

Pronóstico grupo leches SPSS.

Pronóstico Leches (SPSS)	
Mes	Pronóstico
Julio	685
Agosto	856
Septiembre	2028
Octubre	2407
Noviembre	1204
Diciembre	1652

Leches.sav [ConjuntoDatos2] - IBM SPSS Statistics Editor de datos

Archivo Editar Ver Datos Transformar Analizar Gráficos Utilidades Ampliaciones Ventana Ayuda

	Meses	Cajas	YEAR_	MONTH_	DATE_	Pronostic ado_Caja s_Modelo.	LCL_Caja s_Modelo _1	UCL_Caja s_Modelo _1	va
7	Julio	1120	2019	7	JUL 2019	1165	37	2293	
8	Agosto	1440	2019	8	AUG 2019	1477	349	2604	
9	Septiembre	3520	2019	9	SEP 2019	3558	2430	4686	
10	Octubre	4320	2019	10	OCT 2019	4304	3177	5432	
11	Noviembre	2240	2019	11	NOV 2019	2200	1072	3328	
12	Diciembre	3200	2019	12	DEC 2019	3097	1969	4225	
13	Enero	2240	2020	1	JAN 2020	1290	162	2418	
14	Febrero	1600	2020	2	FEB 2020	1514	386	2641	
15	Marzo	2080	2020	3	MAR 2020	3475	2347	4603	
16	.	.	2020	4	APR 2020	1369	242	2497	
17	.	.	2020	5	MAY 2020	926	-201	2054	
18	.	.	2020	6	JUN 2020	1406	278	2534	
19	.	.	2020	7	JUL 2020	685	-443	1812	
20	.	.	2020	8	AUG 2020	856	-272	1983	
21	.	.	2020	9	SEP 2020	2028	900	3156	
22	.	.	2020	10	OCT 2020	2407	1279	3535	
23	.	.	2020	11	NOV 2020	1204	76	2331	
24	.	.	2020	12	DEC 2020	1652	524	2780	

Figura 19. Grupo leches.

El error porcentual medio para este pronóstico es de 16%. El modelo de pronóstico es el método multiplicativo.

Pronóstico Grupo Avenas

Tabla 14.

Pronóstico grupo avenas SPSS.

Pronóstico Avenas (SPSS)	
Mes	Pronóstico
Julio	1355
Agosto	1704
Septiembre	3690
Octubre	4483
Noviembre	1129
Diciembre	1844

	Meses	Cajas	YEAR_	MONTH_	DATE_	Pronostico_Cajas_Modelo	LCL_Cajas_Modelo_1	UCL_Cajas_Modelo_1
7	Julio	2240	2019	7	JUL 2019	2221	1246	3196
8	Agosto	2880	2019	8	AUG 2019	2828	1853	3803
9	Septiembre	6400	2019	9	SEP 2019	6243	5268	7218
10	Octubre	8000	2019	10	OCT 2019	7778	6803	8753
11	Noviembre	2080	2019	11	NOV 2019	2022	1047	2997
12	Diciembre	3520	2019	12	DEC 2019	3432	2457	4407
13	Enero	1580	2020	1	JAN 2020	2513	1538	3488
14	Febrero	2080	2020	2	FEB 2020	1197	222	2172
15	Marzo	3200	2020	3	MAR 2020	3990	3015	4965
16		.	2020	4	APR 2020	1631	656	2606
17		.	2020	5	MAY 2020	2210	1226	3194
18		.	2020	6	JUN 2020	2765	1764	3766
19		.	2020	7	JUL 2020	1355	371	2340
20		.	2020	8	AUG 2020	1704	701	2706
21		.	2020	9	SEP 2020	3690	2537	4844
22		.	2020	10	OCT 2020	4483	3178	5788
23		.	2020	11	NOV 2020	1129	122	2136
24		.	2020	12	DEC 2020	1844	748	2940

Figura 20. Grupo avenas.

El error porcentual medio para este pronóstico es de 18%. El modelo de pronóstico es el método multiplicativo.

5.2.3. Comparación de errores.

Tabla 15.

Pronóstico grupo avenas Minitab.

Software	Grupo		
	Jugos	Leches	Avenas
Microsoft Excel	33%	31%	52%
Minitab	16%	20%	23%
SPSS	15%	16%	18%

Se optó por utilizar los pronósticos arrojados por el software SPSS porque los valores de error porcentual medio calculado son los más bajos y por ende los pronósticos de demanda son más precisos.

5.3. Nivel táctico

El siguiente paso tiene que ver con la planificación táctica, en la cual está inmersa la planeación agregada de la producción y el programa maestro de producción. Esto se lo realiza para definir los recursos que deben ser tomados en cuenta para las actividades de la cadena de suministro; la meta de la planificación agregada es la satisfacción de la demanda, al mismo tiempo que se maximiza el beneficio. El plan maestro de producción ayudará a conocer la cantidad de materia prima que es necesaria para cumplir con la demanda del cliente.

5.3.1. Plan agregado de producción

En este punto de la propuesta se mostrará cómo utilizar la metodología de planificación agregada para la toma de decisiones acerca de producción, tercerización, inventarios y retrasos en la cadena de suministro (Chopra & Meindl, 2007).

Luego de obtener los datos de la demanda del anterior paso, estos se utilizarán para determinar la capacidad de los recursos y satisfacer dicha demanda, con la ayuda de técnicas cuantitativas propias del plan agregado.

Los métodos que se utilizarán para realizar el plan agregado de producción son: Método de inventario cero, método de fuerza de trabajo constante, método de fuerza de trabajo mínima con subcontratación y método de fuerza de trabajo constante con horas extras. Estos cuatro métodos contemplan distintos escenarios, los que, mediante cálculos matemáticos, permitirán escoger cuál de ellos es el que representa menor costo de operación.

Para iniciar con los métodos de plan agregado de producción se necesitan obtener ciertos datos que ayudarán a llevar a cabo su desarrollo.

Para el plan agregado de producción del grupo jugos se tienen los siguientes datos iniciales; estos datos fueron obtenidos de fuentes primarias y secundarias consultadas, a excepción del inventario inicial, que fue un aproximando del cálculo de un promedio de los históricos de demanda entre el número de semanas de dichos históricos.

Tabla 16.

Datos iniciales para plan agregado de producción del grupo jugos.

Producción promedio por trabajador	96	diario
Costo diario de mano de obra	\$ 15,12	diario
Costo de contratar un trabajador	\$ 110	empleado
Costo de despedir un trabajador	\$ 160	empleado
Costo de almacenar	\$ 1,25	unidad
Costo de faltante	\$ 1,01	unidad
Horas jornada laboral	8	horas
Inventario inicial	640	unidades
Costo de hora extra	2,46	hora

Al ser un proceso similar en su operación para el grupo leches y el grupo avenas se realizó el cálculo para el inventario inicial. Y se tomaron los mismos datos utilizados para el plan agregado del grupo jugos.

Tabla 17.

Datos iniciales para plan agregado de producción del grupo leches.

Producción promedio por trabajador	96	diario
Costo diario de mano de obra	\$ 15,12	diario
Costo de contratar un trabajador	\$ 110	empleado
Costo de despedir un trabajador	\$ 160	empleado
Costo de almacenar	\$ 1,25	unidad
Costo de faltante	\$ 1,01	unidad
Horas jornada laboral	8	horas
Inventario inicial	160	unidades
Costo de hora extra	2,46	hora

Tabla 18.

Datos iniciales para plan agregado de producción del grupo avenas.

Producción promedio por trabajador	96	diario
Costo diario de mano de obra	\$ 15,12	diario
Costo de contratar un trabajador	\$ 110	empleado
Costo de despedir un trabajador	\$ 160	empleado
Costo de almacenar	\$ 1,25	unidad
Costo de faltante	\$ 1,01	unidad
Horas jornada laboral	8	horas
Inventario inicial	320	unidades
Costo de hora extra	2,46	hora

Luego de realizar los cálculos con los diferentes métodos de plan agregado de producción (Anexo 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 28), se llegó al resultado que el que genera más ahorro en mano de obra es el método de inventario cero.

Tabla 19.

Método de inventario cero del grupo jugos

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días laborables	23	20	22	21	19	21	126
Unidades por trabajador	2208	1920	2112	2016	1824	2016	12096
Demanda	4238	2810	5381	4795	2903	2248	22375
Trabajadores requeridos	2	2	3	3	2	2	-
Trabajadores actuales	0	2	2	3	3	2	-
Trabajadores contratados	2	-	1	-	-	-	-
Costo trabajadores contratados	\$ 220,00	-	\$ 110,00	-	-	-	\$ 330,00
Trabajadores despedidos	-	-	-	-	1	-	-
Costo trabajadores despedidos	-	-	-	-	\$ 160,00	-	\$ 160,00
Trabajadores utilizados	2	2	3	3	2	2	-
Costo mano de obra	\$ 650	\$ 565	\$ 932	\$ 890	\$ 537	\$ 593	\$ 4.165
Unidades producidas	4238	2810	5381	4795	2903	2248	22375
Costo total	\$ 870	\$ 565	\$ 1.042	\$ 890	\$ 697	\$ 593	\$ 4.655,40

Tabla 20.

Método de inventario cero del grupo leches

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días laborables	23	20	22	21	19	21	126
Unidades por trabajador	2208	1920	2112	2016	1824	2016	12096
Demanda	685	856	2028	2407	1204	1652	8832
Trabajadores requeridos	1	1	1	2	1	1	-
Trabajadores actuales	-	1	1	1	2	1	-
Trabajadores contratados	1	-	-	1	-	-	-
Costo trabajadores contratados	\$ 110	\$ -	\$ -	\$ 110	\$ -	\$ -	\$ 220
Trabajadores despedidos	-	-	-	-	1	-	-
Costo trabajadores despedidos	-	-	-	-	\$ 160	-	\$ 160
Trabajadores utilizados	1	1	1	2	1	1	-
Costo mano de obra	\$ 348	\$ 302	\$ 333	\$ 635	\$ 287	\$ 318	\$ 2.223
Unidades producidas	685	856	2028	2407	1204	1652	8832
Costo total	\$ 458	\$ 302	\$ 333	\$ 745	\$ 447	\$ 318	\$ 2.603

Tabla 21.

Método de inventario cero del grupo avenas

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días laborables	23	20	22	21	19	21	126
Unidades por trabajador	2208	1920	2112	2016	1824	2016	12096
Demanda	1355	1704	3690	4483	1129	1844	14205
Trabajadores requeridos	1	1	2	3	1	1	-
Trabajadores actuales	-	1	1	2	3	1	-
Trabajadores contratados	1	-	1	1	-	-	-
Costo trabajadores contratados	\$ 110	\$ -	\$ 110	\$ 110	\$ -	\$ -	\$ 330
Trabajadores despedidos	-	-	-	-	2	-	-
Costo trabajadores despedidos	-	-	-	-	\$ 320	-	\$ 320
Trabajadores utilizados	1	1	2	3	1	1	-
Costo mano de obra	\$ 348	\$ 302	\$ 665	\$ 953	\$ 287	\$ 318	\$ 2.873
Unidades producidas	1355	1704	3690	4483	1129	1844	14205
Costo total	\$ 458	\$ 302	\$ 775	\$ 1.063	\$ 607	\$ 318	\$ 3.523

Del plan agregado de producción se pudo obtener los costos aproximados por operación que se tendría para cada familia de productos y el número aproximado de operarios que serán necesarios para cumplir con los pronósticos de demanda como se muestran en las Tablas 19, 20 y 21.

5.3.2. Programa maestro de producción

El MPS es el plan que incluye los tiempos desglosados y es el que nos dice el número de artículos finales que la empresa va a procesar y cuándo (Chase, Jacobs, & Aquilano, 2009).

Tras obtener los resultados del plan agregado de producción, el siguiente paso es realizar el MPS; el programa se inicia al desagregar las familias de productos, es decir, dividir el grupo jugos en: jugo de uva y jugo de naranja, el grupo leches en: leche sabor chocolate y leche, por último, el grupo avenas en: avena maracuyá y avena naranjilla.

En esta parte de la propuesta es en donde aparece la tarjeta Kanban 1, se explicará su utilidad conforme avance el MPS.

Tabla 22.

Desagregación porcentual mensual grupo jugos.

	Unidades Grupo Jugos (Plan agregado)	Porcentaje Jugo de Uva		Porcentaje Jugo de Naranja	
Julio	4238	1399	33%	2839	67%
Agosto	2810	1574	56%	1236	44%
Septiembre	5318	2553	48%	2765	52%
Octubre	4795	2062	43%	2733	57%
Noviembre	2903	1045	36%	1858	64%
Diciembre	2248	944	42%	1304	58%
Unidades a producir	22312	9577		12735	

Tabla 23.

Desagregación porcentual mensual grupo leches.

	Unidades Grupo Leches (Plan agregado)	Porcentaje Leche Chocolate		Porcentaje Leche	
Julio	685	295	43%	390	57%
Agosto	856	377	44%	479	56%
Septiembre	2028	649	32%	1379	68%
Octubre	2407	891	37%	1516	63%
Noviembre	1204	349	29%	855	71%
Diciembre	1652	826	50%	826	50%
Unidades a producir	8832	3387		5445	

Tabla 24.

Desagregación porcentual mensual grupo avenas.

	Unidades Grupo Avenas (Plan agregado)	Porcentaje Avena Maracuyá		Porcentaje Avena Naranjilla	
Julio	1355	772	57%	583	43%
Agosto	1704	1142	67%	562	33%
Septiembre	3690	1845	50%	1845	50%
Octubre	4483	1883	42%	2600	58%
Noviembre	1129	869	77%	260	23%
Diciembre	1844	1346	73%	498	27%
Unidades a producir	14205	7857		6348	

Para realizar esta desagregación se utilizó aproximaciones de los históricos de demanda; se calculó un porcentaje para cada miembro de los diferentes grupos de forma mensual y se aplicó el porcentaje calculado a las unidades del grupo, tal y como se muestra en las Tablas 22, 23 y 24. Esto se lo trabajo para los grupos jugos, leches y avenas, respectivamente.

Tabla 25.

Desagregación porcentual semanal para los meses de julio y agosto.

		Julio				Agosto			
Semanas		1	2	3	4	1	2	3	4
Jugo de Uva	Inventario Inicial	640							
	Unidades pronosticadas	308	308	475	308	287	429	429	429
	Inventario final								
	MPS								
Jugo de Naranja	Inventario Inicial	640							
	Unidades pronosticadas	710	710	710	710	218	218	218	582
	Inventario final								
	MPS								
Leche Chocolate	Inventario Inicial	160							
	Unidades pronosticadas	74	74	74	74	94	94	94	94
	Inventario final								
	MPS								
Leche	Inventario Inicial	160							
	Unidades pronosticadas	97	98	97	98	96	96	96	191
	Inventario final								
	MPS								
Avena Maracuyá	Inventario Inicial	320							
	Unidades pronosticadas	193	193	193	193	91	194	766	91
	Inventario final								
	MPS								
Avena Naranjilla	Inventario Inicial	320							
	Unidades pronosticadas	192	99	99	192		186	376	
	Inventario final								
	MPS								

De igual manera, se utilizarán estimados de los históricos de demanda para desagregar las unidades mensuales anteriormente calculadas, con la diferencia de que ahora se lo hará semanalmente. En la Tabla 25 se muestra la desagregación por semanas para los meses de julio y agosto; en el Anexo 29 se muestra la desagregación por semana de septiembre, octubre, noviembre y diciembre. También se colocará un inventario inicial, el cual fue calculado con la utilización de los históricos de demanda.

El inventario final será igual al inventario inicial menos las unidades pronosticadas; todo esto más el MPS, o el EOQ las veces que sean necesarias para cumplir con la demanda pronosticada. El inventario inicial de la siguiente semana será igual al inventario final de la semana pasada (Tabla 27).

Tabla 28.

Tarjeta Kanban 1 (requerimiento de producción).

		Julio				Agosto			
Semanas		1	2	3	4	1	2	3	4
Jugo de Uva	Inventario Inicial	640	332	24					
	Unidades pronosticadas	308	308	475	308	287	429	429	429
	Inventario final	332	24	-451					
	MPS								

Cuando se obtiene una cantidad negativa para el inventario final se envía una o las tarjetas Kanban 1 necesarias para la reposición del inventario (Tabla 28).

Tabla 29.

Cálculo del tamaño de tarjeta Kanban 1.

		Julio				Agosto			
Semanas		1	2	3	4	1	2	3	4
Jugo de Uva	Inventario Inicial	640	332	24					
	Unidades pronosticadas	308	308	475	308	287	429	429	429
	Inventario final	332	24	-451					
	MPS			=116*4					

El tamaño de la tarjeta Kanban 1 es igual al EOQ, previamente calculado en la Tabla 26; entonces se procede a calcular el número de EOQ necesario para que el inventario final sea positivo (Tabla 29).

Tabla 30.

Resultado de implementación de tarjeta Kanban 1.

		Julio				Agosto			
Semanas		1	2	3	4	1	2	3	4
Jugo de Uva	Inventario Inicial	640	332	24					
	Unidades pronosticadas	308	308	475	308	287	429	429	429
	Inventario final	332	24	13					
	MPS			464					

Lo que se logra con las tarjetas Kanban 1 es que no existan desabastecimientos de producto acondicionado y se pueda responder a los pedidos del cliente. Además, es útil a la hora de realizar el reaprovisionamiento de producto terminado y tener un tiempo de respuesta más corto para los clientes.

Tabla 31.

Resultado de implementación de tarjeta Kanban 1.

		Julio				Agosto			
Semanas		1	2	3	4	1	2	3	4
Jugo de Uva	Inventario Inicial	640	332	24	13	53	114	33	68
	Unidades pronosticadas	308	308	475	308	287	429	429	429
	Inventario final	332	24	13	53	114	33	68	103
	MPS			464	348	348	348	464	464

Luego este proceso se vuelve repetitivo para el resto del tiempo establecido y para el producto seleccionado, tal y como se muestra en la Tabla 31.

Este procedimiento se debe repetir para el resto de las semanas de los meses pronosticados y para los demás productos. Se puede observar el MPS completo de los demás productos para los meses de julio a diciembre del año 2020 en el Anexo 30.

Tabla 32.

Comparación MPS total vs capacidad promedio de planta.

	Julio				Agosto				Septiembre					Octubre				Noviembre				Diciembre						
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5		
MPS Jugo de uva	0	0	464	348	348	348	464	464	348	348	696	580	580	464	580	580	348	348	348	232	116	232	232	116	232	232		
MPS Jugo de naranja	133	665	798	665	266	133	266	532	665	0	665	798	665	665	798	665	532	399	399	532	266	399	266	0	266			
MPS Leche Chocolate	0	0	69	69	138	69	138	69	69	138	69	207	138	345	207	0	345	207	0	69	69	69	207	138	345	69		
MPS Leche	0	87	87	87	87	87	87	261	348	348	348	261	87	348	348	435	348	174	174	174	348	348	87	87	174	87		
MPS Avena maracuyá	0	105	210	210	105	210	735	105	210	315	420	420	420	420	735	420	315	315	210	210	105	210	0	840	210	105		
MPS Avena naranjilla	0	0	94	188	0	188	376	0	188	658	188	658	188	564	564	846	658	0	94	94	0	0	0	282	0	282		
MPS TOTAL	133	857	1722	1567	944	1035	2066	1431	1828	1807	2386	2924	2078	2806	3099	3079	2679	1576	1225	1178	1170	1125	925	1729	961	1041		
Capacidad promedio de planta	3200																											

Se debe tener cuidado de que el MPS total de la semana no sobrepase la capacidad de la planta. Ya que esto generaría horas extras de trabajo o se tendría que recurrir a contratar personal eventual. La capacidad promedio estimada de la planta es 3200, por lo que se puede notar que dada la correcta

forma de aplicar los métodos de planificación, no se sobrepasa dicha capacidad y, más bien, se tiene una especie de colchón de capacidad para captar más demanda de pedidos.

5.4. Nivel operativo

El nivel operativo inicia con la planificación del transporte para realizar envío de producto terminado hacia el cliente; planificar el transporte ayudará a conocer el tamaño de la carga que será enviada en la semana, misma que da la noción del vehículo que se debe escoger, para realizar el menor número de viajes aprovechando al máximo la capacidad del automotor. Otra parte del nivel operativo es el MRP. Este plan servirá para saber la cantidad de pedido de materia prima, que se le debe hacer al cliente para mantener un inventario, el cual permita responder a las necesidades del cliente. Vale la pena recordar, conforme a lo descrito anteriormente, es el mismo cliente quien suministra el producto para ser procesado del cual no tiene problema de desabastecimiento.

5.4.1. Planificación de transporte

Con la desagregación semanal realizada previamente en el MPS (Anexo 29), se conoce la cantidad de producto acondicionado, que se deberá enviar al cliente cada semana.

Para dar un mejor entendimiento de cómo se planificaría el transporte, se va a usar la información del mes de julio como referencia.

Tabla 33.

Cantidad de pedido para el mes de julio.

	Julio			
	1	2	3	4
Cantidad de pedido jugo de uva	308	308	475	308
Cantidad de pedido jugo de naranja	710	710	710	710
Cantidad de pedido leche chocolate	74	74	74	74
Cantidad de pedido leche	97	98	97	98
Cantidad de pedido avena maracuyá	193	193	193	193
Cantidad de pedido avena naranjilla	192	99	99	192
Cantidad total de pedido	1574	1482	1648	1575

La cantidad de pedido será la suma de los pedidos de cada referencia en una misma semana. Para la semana 1, el pedido es de 1574 cajas; para la semana 2 es de 1482 cajas; para la semana 3 es de 1648 cajas; y, para la semana cuatro es de 1575 cajas.

Tabla 34.

Cálculo de tipo de vehículo para el envío de pedidos.

	Julio			
	1	2	3	4
Cantidad total de pedido	1574	1482	1648	1575
Cajas / pallet	160			
Número de pallets	10	9	10	10

Nota. En la semana tres el resultado es 10.3, se coloca 10 porque las 48 cajas restantes pueden ser repartidas en los 10 pallets, esto con el fin de aprovechar al máximo el espacio del automotor.

El cálculo se lo realiza para el número de cajas que se pueden tener en un pallet. El número de cajas ideal que puede tener un pallet es de 160. Entonces se realiza la división del número de cajas del pedido para 160, así se conoce cantidad de *pallets* que se deben enviar esa semana.

Tabla 35.

Tipo de vehículo según el número de pallets.

Capacidad del camión	3,5 Ton.	5 Ton.	7 Ton.	10 Ton	12 ton
Número de pallets	4	6	8	10	12

De acuerdo a la Tabla 35, para un total de 10 pallets se puede usar un camión de 10 toneladas.

Tabla 36.

Planificación de transporte para el mes de julio.

	Julio			
	1	2	3	4
Cantidad total de pedido	1574	1482	1648	1575
Cajas / pallet	160			
Número de pallets	10	10	10	10
Tipo de camión	10 Ton.	10 Ton.	10 Ton.	10 Ton.
Costo semanal	\$250,00	\$250,00	\$250,00	\$250,00
Costo mensual	\$1.000,00			

En el mes de julio, para cada semana, se necesitará un camión de 10 toneladas con un costo de \$250 por semana (Anexo 31). El mes de julio tendrá un total de \$1000 dólares por costos de transporte.

Tabla 37.

Resumen costo de transporte.

Mes	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre
Costo mensual	\$1.000	\$950	\$1.890	\$1.940	\$940	\$1.130
Costo total	\$7.850					

En el Anexo 32, se puede observar el detalle para la selección del transporte para los meses de julio a diciembre del año 2020. De este anexo se extrae la Tabla 37 la cual muestra los costos mensuales por costo de transporte, mismo que dan un resultado de \$7.850 en el segundo semestre del año 2020.

5.4.2. Plan de requerimiento de materiales

El MRP se lo realiza a partir de los resultados del MPS. Se trabaja de igual manera que el MPS, en cuanto al RoP Y EOQ se refiere. El EOQ servirá para conocer el tamaño del pedido óptimo de materia prima al cliente, el cual será del mismo tamaño de la tarjeta Kanban 2, que será enviada al cliente para la reposición de producto. El RoP indica el nivel de inventario mínimo que se puede hacer una requisición de mercadería al cliente.

A partir de este punto se tomará al producto jugo de uva para ejemplificar la planeación de la requisición de materiales. En la Tabla 32 pueden observar los resultados del MPS, estos datos se utilizarán para iniciar del MRP.

Tabla 38.

Esquema para realizar el MRP.

		Julio				Agosto				
Semanas		0	1	2	3	4	5	6	7	8
Jugo de Uva	Requerimiento bruto				464	348	348	348	464	464
	Proyectado a la mano	640	640	640	176					
	Requerimiento neto									
	Liberacion de ordenes programada:									

El requerimiento bruto son las cantidades que se obtuvieron en el plan maestro de producción. El proyectado a la mano es el inventario de materia prima con el que se inicia el plan de requerimiento de materiales, en este caso es de 640; se lo coloca en la semana 0 puesto a que es inventario que ya se encuentra almacenado en la bodega. El requerimiento neto es la cantidad exacta que se necesita de materia prima para poder cumplir con el requerimiento bruto. La liberación de órdenes programadas es el tamaño del pedido que se le debe hacer al cliente para no tener desabastecimiento de inventario, el tamaño de estos pedidos es el de las tarjetas Kanban 2, el tamaño de estas tarjetas será EOQ (Tabla 26).

Tabla 39.

Cálculo proyectado a la mano y requerimiento neto.

		Julio				Agosto			
Semanas	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Requerimiento bruto				464	348	348	348	464	464
Proyectado a la mano	640	640	640	176					
Requerimiento neto				=176+132					
Liberacion de ordenes programada:									

El proyectado a la mano es igual al resultado del proyectado a la mano de la semana anterior menos el requerimiento bruto de la semana actual, más la liberación de pedido de la semana anterior.

Una vez que se tiene el proyectado a la mano, este será igual el requerimiento neto, pero como si solo se pide el requerimiento neto el RoP bajaría de su nivel mínimo, así que se debe pedir el proyectado a la mano sumado con la cantidad del RoP.

Tabla 40.

Cálculo de liberación de orden.

		Julio				Agosto			
Semanas	0	1	2	3	4	5	6	7	8
Requerimiento bruto				464	348	348	348	464	464
Proyectado a la mano	640	640	640	176					
Requerimiento neto				308					
Liberacion de ordenes programada:				=116*3					

La liberación de orden se realizará en la semana anterior, en este punto es en donde aparecen las tarjetas Kanban 2 mismas que servirán para ser enviadas al cliente en la liberación de órdenes; las tarjetas tendrán el tamaño de EOQ para el producto correspondiente (Tabla 26), en este caso el tamaño de EOQ es de 116 unidades; se pedirá esta cantidad las veces necesarias hasta que sea superior al requerimiento neto. En la Tabla 40, se observa que se debe pedir 3 veces la cantidad de EOQ.

Tabla 41.

Resultado de liberación de producto.

Semanas	0	Julio				Agosto			
		1	2	3	4	5	6	7	8
Requerimiento bruto				464	348	348	348	464	464
Proyectado a la mano	640	640	640	524					
Requerimiento neto				308					
Liberacion de ordenes programada:			348						

Al realizar esta orden de materia prima logramos tener stock para que la siguiente semana se cuente con materia prima lista para ser procesada.

Tabla 42.

Resumen MRP

	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre					
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
MRP Jugo de uva	0	0	348	348	348	464	464	348	348	696	580	580	464	580	580	348	348	348	232	232	0	348	232	232	0	0
MRP Jugo de naranja	399	798	665	266	133	266	532	665	0	665	798	665	665	665	798	665	532	399	399	532	266	399	266	0	266	0
MRP Leche chocolate	0	0	69	138	69	138	69	69	138	69	207	138	345	207	0	345	207	0	69	69	69	207	138	345	0	0
MRP Leche	87	87	87	87	87	87	261	348	348	348	261	0	435	348	435	348	174	174	174	348	348	87	87	174	0	0
MRP Avena Maracuyá	0	210	210	0	210	735	105	210	315	420	420	420	420	735	420	315	315	210	210	210	0	735	210	0	0	0
MRP Aven Naranjilla	0	0	94	0	188	376	0	188	658	188	658	188	564	564	846	658	0	94	94	0	0	0	282	0	282	0

Este procedimiento se repite a lo largo del MRP para todos los meses y productos. En el Anexo 34, se puede observar el MRP para los demás productos a detalle.

6. CAPITULO VI: ANALISIS COSTO-BENEFICIO

La presente propuesta de mejora busca una reducción en los costos de operación y logística del proceso de acondicionamiento de *sixpack*; entonces, para mejor entendimiento del análisis del beneficio de la propuesta se lo realizará en dos partes: la primera, que constará en el análisis del costo de operación y la segunda, un análisis para el costo logístico. Posteriormente se recogerá un resumen, en el que se incluirán ambos costos.

Para el análisis de los costos de operación se tomarán en cuenta los costos de mano de obra.

Al realizar la comparación de diferentes estrategias de plan agregado de producción, lo que se buscaba era una estrategia en la que los costos totales sean los más óptimos posibles. Una vez escogida la estrategia idónea, para continuar con la propuesta, se realizó un MPS que nos permita anteponernos a la demanda del cliente utilizando para este fin el RoP y el EOQ; el ROP es la cantidad mínima de producto, que se puede tener en existencia; este se utilizó para conocer el punto exacto en el que se debe enviar una orden de producción (Tarjeta Kanban 1) y evitar así faltantes de producto para la respuesta al cliente. De igual manera el EOQ se calculó y utilizó para conocer la cantidad óptima de unidades de la orden de producción, pensando siempre en minimizar los costos por mantenimiento del producto.

Posteriormente se hizo un MRP; en este plan también se utilizó el RoP y el EOQ. En este caso, se lo utilizó para realizar el pedido de producto al cliente, siempre manteniendo la misma lógica que el paso anterior, es decir, cuando nuestro inventario de producto baje o se acerque al RoP se realizará el pedido de reposición (Tarjeta Kanban 2) al cliente de la cantidad EOQ, lo mismo que hará que el inventario de producto esté disponible para ingresar a producción cuando sea requerido.

Este análisis gira entorno a la reducción de costo de mano de obra, mantener siempre un stock de producto terminado anteponiéndonos a los pedidos del cliente nos ayuda a que, si se debe recurrir a contratar personal eventual para cumplir con estos pedidos, este personal sea el mínimo posible, y de ser el caso de tener horas extras para cumplir una producción estas horas no sean exageradas. Entonces, el contratar el personal eventual óptimo y la reducción de horas extras, evidentemente reducirá los costos que se tuvo el año anterior por mano de obra.

Tabla 43.

Comparación de costos por mano de obra.

Costos 2° Semestre 2019		Costos 2° Semestre 2020	
Julio	\$1.330,00	Julio	\$1.785,04
Agosto	\$855,00	Agosto	\$1.169,60
Septiembre	\$2.800,00	Septiembre	\$2.149,84
Octubre	\$3.800,00	Octubre	\$2.697,16
Noviembre	\$1.620,00	Noviembre	\$1.751,12
Diciembre	\$1.970,00	Diciembre	\$1.228,08
Total	\$12.375,00	Total	\$10.780,84

Porcentaje de reducción de costos	
13%	

Realizando una comparación entre los costos de mano de obra del segundo semestre del año 2019 con un total de \$12.375,00 y los proyectados para el segundo semestre del año 2020 con un total de \$10.780,84 se puede evidenciar un ahorro de un 13% en estos costos.

Por otra parte, en cuanto a los costos por logística se refiere, se sabe que en meses pasados se gastaba un aproximado de entre \$1.600 y \$2.000 por transportar mercadería de vuelta al cliente; es decir, \$400 por semana en dos viajes de capacidad de 5 toneladas cada uno. Al contar con una planificación adecuada, se pretende realizar viajes en lo que se aproveche al máximo la capacidad del automotor y que estos vehículos transporten todo el producto solicitado por el cliente para dicha semana.

Tabla 44.

Comparación de costos por transporte.

Costos 2° Semestre 2019		Costos 2° Semestre 2020	
Julio	\$1.600,00	Julio	\$1.000,00
Agosto	\$1.600,00	Agosto	\$950,00
Septiembre	\$2.000,00	Septiembre	\$1.890,00
Octubre	\$1.600,00	Octubre	\$1.940,00
Noviembre	\$1.600,00	Noviembre	\$940,00
Diciembre	\$2.000,00	Diciembre	\$1.130,00
Total	\$10.400,00	Total	\$7.850,00

Porcentaje de ahorro	
25%	

Los costos por transporte en el segundo semestre del año 2019 fueron de \$10.400, que en comparación con el estimado para el segundo semestre del 2020 tiene un 25% de ahorro.

Si se realiza una comparación entre los costos del segundo semestre del año 2019 y los costos aproximados del segundo semestre del 2020, se evidencia una reducción de los costos de \$4.144 aproximadamente, entre costos de mano de obra y costos de transporte.

7. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

7.1. Conclusiones

Se logró levantar una definición de la situación actual de la compañía, en la que se encontró que la empresa en el año 2019 incurrió en costos y gastos de mano de obra y transporte de \$ 24.300 y \$19.200, respectivamente; esto se pudo determinar con la utilización de herramientas como: análisis de la situación actual y árbol de definición del problema. Gracias al análisis del diagrama causa efecto y a la metodología de los cinco porqués se pudo determinar que la causa raíz del problema radicaba en que la inadecuada planificación de la cadena de suministro y el incorrecto manejo de los pedidos urgentes del cliente, generan desorden, acumulación de trabajo y en el afán de cumplir estos pedidos se incurría en gastos no deseados. También se obtuvo pautas para llegar a este diagnóstico con la elaboración de una entrevista al encargado del área, sin dejar de lado también la observación directa de proceso.

La comunicación imprecisa con el cliente se hace evidente al no presentar una planificación conjunta, que permita prever pedidos con carácter de urgencia; la planificación se vería beneficiada al compartir información, de manera que tanto el cliente como la empresa tengan conocimiento de los posibles pedidos, para que así se pueda surtir estos pedidos de la manera más eficiente y ágil posible. Al conocer las necesidades del cliente es posible el anticipo para determinar la cantidad de producto acondicionado a producir por cada referencia, el punto en el que se deba realizar un pedido de materia prima al cliente, esto utilizando herramientas como: pronósticos de demanda con la utilización de históricos de demanda, planificación agregada de la producción, MPS, EOQ, RoP y MRP.

El manejo de los modelos de pronósticos de demanda brindó la posibilidad de conocer la posible cantidad de pedido por parte del cliente. La previsión de los modelos de pronósticos permitió mantener stock de materia prima y de producto terminado, para que de esta manera el cliente tenga disponibilidad de cada uno de dichos productos.

La aplicación de la planificación agregada de la producción ayudó a la reducción de costos, con su utilización se obtuvo el costo de llevar a cabo la producción, este costo es de \$10.780,84. Al realizar una comparación entre este costo y el costo del mismo lapso de tiempo del año 2019, es decir, los meses de julio a diciembre, se evidencia un ahorro de \$1.594,16 aproximadamente.

Para el MPS y el MRP, en la propuesta, se diseñó un sistema de reaprovisionamiento basado en la metodología Kanban; en este sistema de reaprovisionamiento se maneja un sistema de RoP, que permitió evitar desabastecimientos, tanto en materia prima, como en producto terminado; también se utilizó el EOQ para conocer el tamaño óptimo de dichos pedidos; se maneja tarjetas Kanban para hacer el pedido de materia prima a la bodega de la empresa para la producción y también se usa estas tarjetas para hacer el pedido de materia prima al cliente; esto se lo realiza para contar con inventario suficiente que permita reaccionar ante los pedidos del cliente y, además, anticiparse a los envíos del cliente, brindando un mejor servicio. El área estará en la capacidad de conocer los niveles de inventario óptimos para poder responder a las necesidades del cliente y para no tener desabastecimientos en cuanto a materia prima se refiere.

La aplicación de las diferentes herramientas antes mencionadas se encaminó al logro de un manejo adecuado de los costos, a tener control de los inventarios de producto terminado y materia prima; entonces, la correcta aplicación de dichas herramientas generó ahorros en los costos de producción. Por otra parte, al conocer las cantidades a producir en un tiempo determinado, se logró tomar decisiones en cuanto al tipo de transporte que va a ser utilizado para trasladar el producto terminado al cliente, siempre buscando la mejor tarifa y aprovechando al máximo la capacidad de carga del vehículo. En el segundo semestre del año 2019 el costo por transporte fue de \$10.400; en el segundo semestre del año 2020 será \$7.850; generando un ahorro de \$2.550.

Se logró reducir los costos de mano de obra y se logró, también que el costo de transporte se reduzca. El modelo que se propone es exitoso debido al porcentaje de reducción obtenida de los costos, para los costos de operación se redujo en un 13% y para los costos de transporte se redujo en 25%. El total de ahorro entre ambos costos es de \$4.144, este análisis solo involucra los meses de julio a diciembre del 2020, siendo optimistas se puede decir que en un año se lograría un ahorro de \$8.300 aproximadamente.

7.2. Recomendaciones

Se debe llevar a cabo este tipo de planificación en el resto de las operaciones y familias que maneja la empresa, así como también es recomendable que se lo proponga para otros clientes. Con estas metodologías la empresa puede acercarse a clientes potenciales y ofrecerles un servicio que también esté relacionado con la planificación de inventarios ya que, en este momento, solo se ofrece una operación logística; ahora, con lo visto en esta propuesta, el operador logístico también podría trabajar como planificador, dándole al cliente la opción al cliente de tener una actividad menos de la que preocuparse en su empresa. Si se llega a brindar este servicio de planificación el operador logístico lograría abrir una fuente más de ingreso.

Con el dinero que se ahorra se puede invertir en softwares especializados para la planificación, mismos que al estar automatizados brindarían resultados óptimos, generando inclusive más ahorro para la empresa.

La planeación colaborativa para fortalecer la información y la data es importante; se recomienda trabajar en temas colaborativos, que puedan ser de mutuo beneficio para las dos organizaciones y, con ello, alcanzar mejores niveles de ahorros de costos. Con esto se quiere decir que ambas empresas pueden colaborar con históricos de demanda y proyecciones, que ayuden a generar una planificación de la cadena de suministros mucho más dinámica y de mejor nivel de servicio.

Se debe dar un seguimiento a la información pronosticada; de una correcta revisión y archivo dependerá la calidad de la información, misma que se utilizará para que cada vez se logren resultados óptimos.

REFERENCIAS

- Arce, I. (2014). *Repositorio UPS*. Recuperado el 27 de Junio de 2020, de <https://dspace.ups.edu.ec/bitstream/123456789/8900/1/UPS-CT005122.pdf>
- Arcia, M. (17 de Julio de 2018). *Entrepreneur*. Recuperado el 5 de Mayo de 2020, de <https://www.entrepreneur.com/article/316908>
- Arenhart, J., & Martins, R. (12 de Junio de 2018). *Qualiex*. Recuperado el 10 de Mayo de 2020, de <https://blogdelocalidad.com/diagrama-de-ishikawa/>
- Betancourt, D. (8 de Febrero de 2016). *Ingenio empresa*. Recuperado el 21 de Mayo de 2020, de <https://ingenioempresa.com/promedio-simple/>
- Betancourt, D. (27 de Abril de 2018). *Ingenio empresa*. Recuperado el 27 de Mayo de 2020, de <https://ingenioempresa.com/planificacion-agregada-produccion-planeacion-hecha-mediano-plazo/#:~:text=final%20del%20post.-,Plan%20agregado%20de%20producci%C3%B3n%20con%20m%C3%A9todo%20de%20fuerza%20de%20trabajo,costos%20de%20inventario%20sean%20m%C3%ADnimo>
- Betancourt, D. (18 de Abril de 2018). *Ingenio Empresa*. Recuperado el 20 de Mayo de 2020, de <https://ingenioempresa.com/los-5-por-que/>
- Caurin, J. (6 de Junio de 2018). *Emprende PYME*. Recuperado el 20 de Junio de 2020, de <https://www.emprendepyme.net/mrp>
- Ccahuana, S. (2016). *Academia*. Recuperado el 6 de Junio de 2020, de https://www.academia.edu/7199090/Plan_Maestro_de_Produccion
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. (2009). *Administración de operaciones. Producción y cadena de suministros*. (12 ed.). México D.F.: McGraw-Hill.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2007). *Supply Chain Management*. Upper Saddle River, New Jersey: Pearson Education .

- Corvo, H. (2018). *Lifeder*. Recuperado el 27 de Junio de 2020, de <https://www.lifeder.com/punto-reorden/#:~:text=El%20punto%20de%20reorden%20es,reponer%20ese%20inventario%20en%20particular>.
- Datadec. (22 de Mayo de 2019). *Datadec*. Recuperado el 30 de Julio de 2020, de <https://www.datadec.es/blog/importancia-mrp-en-planificacion-suministros>
- Emprendeconciencia. (2018). *Emprende a conciencia*. Recuperado el 20 de Mayo de 2020, de <https://emprendeconciencia.com/5-porques>
- Estaún, M. (31 de Diciembre de 2018). *IEBS*. Recuperado el 5 de Mayo de 2020, de <https://www.iebschool.com/blog/cadena-gestion-suministro-negocios-internacionales/>
- Geinfor. (2020). *Geinfor*. Recuperado el 28 de Julio de 2020, de <https://geinfor.com/business/plan-maestro-de-produccion/>
- Gestióndeoperaciones. (3 de Marzo de 2017). *¿Qué es el Diagrama de Ishikawa o Diagrama de Causa Efecto?* Recuperado el 10 de Mayo de 2020, de <https://www.gestiondeoperaciones.net/gestion-de-calidad/que-es-el-diagrama-de-ishikawa-o-diagrama-de-causa-efecto/>
- Gestiopolis. (17 de Abril de 2003). *Gestiopolis*. Recuperado el 25 de Mayo de 2020, de <https://www.gestiopolis.com/que-es-la-planeacion-agregada/>
- Getstióndeoperaciones. (17 de Octubre de 2014). *Gestión de operaciones*. Recuperado el 27 de Junio de 2020, de <https://www.gestiondeoperaciones.net/inventarios/punto-de-reposicion-e-inventario-de-seguridad-con-demanda-yo-lead-time-variable/>
- González, R. (2012). *PDCA*. Recuperado el 17 de Mayo de 2020, de <https://www.pdcahome.com/diagrama-de-ishikawa-2/>
- Kanbanize. (2016). *Kanbanize*. Recuperado el 27 de Junio de 2020, de <https://kanbanize.com/es/recursos-de-kanban/primeros-pasos/que-es-tarjeta-kanban>

- Krajewski, L., Malhotra, M., & Ritzman, L. (2008). *Administración de operaciones*. Ciudad de México: Pearson Education. Recuperado el 30 de Julio de 2020
- LeanManufacturing10. (2019). *LeanManufacturing10*. Recuperado el 31 de Julio de 2020, de <https://leanmanufacturing10.com/mrp-planeacion-requerimientos-materiales-mrp>
- Mecalux. (29 de Abril de 2019). *Mecalux*. Recuperado el 27 de Junio de 2020, de <https://www.mecalux.es/blog/lead-time-logistica>
- Minitab. (2020). *Minitab*. Recuperado el 30 de Julio de 2020, de <https://www.minitab.com/es-mx/company/>
- Morán, R. (2019). *Pronósticos*. Recuperado el 15 de Junio de 2020, de http://modelosdepronosticos.info/metodo_de_suavizacion_exponencial_simple.html#:~:text=Modelos%20de%20Pron%C3%B3stico-,Suavizaci%C3%B3n%20Exponencial%20Simple,menor%20a%20las%20m%C3%A1s%20antiguas.
- Nuño, P. (8 de Noviembre de 2017). *Emprende PYME*. Recuperado el 17 de Mayo de 2020, de <https://www.emprendepyme.net/diagrama-de-ishikawa.html>
- Pacheco, J. (13 de Abril de 2019). *Pronóstico de la demanda*. Recuperado el 21 de Mayo de 2020, de Web y empresas: <https://www.webyempresas.com/pronostico-de-la-demanda/>
- Pacheco, J. (5 de Mayo de 2019). *Web y empresas*. Recuperado el 6 de Mayo de 2020, de <https://www.webyempresas.com/arbol-de-problemas/>
- Pacheco, J. (7 de Abril de 2020). *Qué es el MRP*. Recuperado el 23 de Junio de 2020, de Web y empresas: <https://www.webyempresas.com/que-es-el-mrp/>
- Questionpro. (2020). Recuperado el 28 de Mayo de 2020, de <https://www.questionpro.com/es/que-es-spss.html>

Roldán, P. (Abril de 2017). *Economipedia*. Recuperado el 5 de Mayo de 2020, de <https://economipedia.com/definiciones/cadena-de-suministro.html>

Salazar, B. (30 de Junio de 2019). *Ingeniería Industrial Online*. Recuperado el 25 de Mayo de 2020, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/pronostico-de-la-demanda/que-es-el-pronostico-de-la-demanda/>

Salazar, B. (2 de Noviembre de 2019). *Ingeniería Industrial Online*. Recuperado el 23 de Junio de 2020, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/kanban-control-de-materiales-y-produccion/>

Salazar, B. (30 de Junio de 2019). *Ingeniería Industrial Online*. Recuperado el 25 de Junio de 2020, de <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/pronostico-de-la-demanda/suavizacion-exponencial-doble/>

Seta, L. D. (29 de Diciembre de 2018). *Dos ideas*. Recuperado el 20 de Mayo de 2020, de <https://dosideas.com/noticias/metodologias/366-la-tecnica-de-los-5-porque>

Vernorel, J. (Enero de 2012). *LOKAD*. Recuperado el 27 de Junio de 2020, de <https://www.lokad.com/es/cantidad-economica-orden-definicion-y-formula>

WoltersKluwer. (2009). *Wolters Kluwer*. Recuperado el 10 de Junio de 2020, de https://guiasjuridicas.wolterskluwer.es/Content/Documento.aspx?params=H4sIAAAAAAAAAEAMtMSbF1jTAAASNTQyNztlLUouLM_DxblwMDS0NDQ7BAZlqlS35ySGVBqm1aYk5xKgAa8WlwnQAAAA==WKE

ANEXOS

Anexo 1. Entrevista Jefe de Manufactura

- Actualmente. ¿Cuál es el proceso de acondicionamiento más solicitado? ¿Cuál es su cliente principal de este proceso?
- ¿Cómo es el proceso desde que el cliente realiza un pedido de acondicionamiento de producto hasta que se hace la entrega de este?
- ¿La tecnología utilizada en los procesos es la adecuada para atender oportunamente las necesidades de sus clientes?
- ¿Con que maquinaria cuenta el área de manufactura para realizar sus procesos de acondicionamiento? ¿Esta maquinaria es suficiente para cumplir las demandas de los clientes? ¿La maquinaria utilizada es propia?
- ¿Con que frecuencia se revisa la maquinaria utilizada para los acondicionamientos? ¿Qué tan antigua es esta maquinaria? ¿Se les ha dado mantenimientos?
- Por lo general, ¿Los clientes realizan sus requerimientos con el suficiente tiempo para una planificación adecuada? Del 1 al 10 ¿Qué tan reactiva es la demanda de acondicionamiento de productos?
- ¿Existen retrasos en la producción por falta de materiales para realizar el acondicionamiento de productos?
- ¿Cuál es el rendimiento de la materia prima? ¿Qué se hace en caso de que no exista materia prima para el proceso?
- ¿Los operarios están familiarizados con los procesos de acondicionamiento? Cuando existe un nuevo proceso ¿Cómo se capacita al personal en el mismo? ¿Se cuenta con el tiempo necesario para una correcta capacitación?
- ¿Existen reprocesos en los acondicionamientos de producto? ¿Cómo se gestionan estos reprocesos? ¿Cuál es el porcentaje de reprocesos?
- ¿Por qué se dan estos reprocesos? ¿Maquinaria, materiales, personas?
- ¿Cuentan con una base de datos o registro de producciones diarias, de producto conforme no conforme, producto en mal estado, como se maneja la información documentaria y como se registran las no conformidades?

- ¿Se manejan y registran niveles de productividad? ¿Estos son tomados por cada acondicionamiento de producto o que lapso de tiempo se usa para medir este indicador?
- ¿Considera que sus colaboradores están motivados y que cuentan con una cultura de servicio que se refleja en el servicio brindado a sus clientes?
- ¿Cuántos y cuáles son los controles de calidad que utilizan para verificar el correcto acondicionamiento de los productos?
- ¿Cómo maneja el área de maquila su sistema de logística de entrada y salida? ¿Tienen su propia flota de transporte para esto? ¿Existen inconvenientes frecuentes con temas de puntualidad del transporte? ¿Qué problemas suelen presentarse al momento de la distribución?

Anexo 2. Histórico de demanda del jugo de uva y el jugo de naranja

	MES	Semana	Jugo de uva	Jugo de naranja
			Cantidad	Cantidad
2019	Enero	1		
		2	640	640
		3	640	640
		4	960	640
	Febrero	5	960	640
		6		
		7	960	960
		8	960	960
	Marzo	9	960	960
		10		2240
		11	1440	2240
		12	1600	
		13	1600	2400
	Abril	14	1600	2400
		15	960	1760
		16	960	1600
		17	640	1440
	Mayo	18	640	1440
		19	640	1440
		20	960	1440

2020	Junio	21	960	1440	
		22	960	1280	
		23		1280	
		24	640		
		25	640	1440	
		26	640	1440	
	Julio	27	640	1440	
		28	640	1440	
		29	960	1440	
		30	640	1440	
	Agosto	31	640	1440	
		32	960		
		33	960		
		34	960	1280	
	Septiembre	35	960	1600	
		36	960		
		37	1440	1760	
		38	1440	1760	
		39	1440	1760	
	Octubre	40	1440	1920	
		41	1600	1920	
		42	1600	1760	
		43	960	1760	
	Noviembre	44	960	1760	
		45	960	1280	
		46	640	1280	
		47	640	1280	
	Diciembre	48	640	1280	
		49	640	1120	
		50	640	1120	
		51	640		
		52	640	960	
	Enero	1			
		2	320	480	
		3	640	640	
		4	640	640	
		Febrero	5		960
			6	960	320
			7	960	160
			8	640	
		Marzo	9		
			10	800	160
			11	960	960
			12	1280	1280

Anexo 3. Histórico de demanda de la leche sabor chocolate y leche.

	MES	Semana	Leche Chocolate	Leche
			Cantidad	Cantidad
2019	Enero	1		320
		2	160	320
		3	160	320
		4	160	320
	Febrero	5	160	320
		6	160	320
		7		480
		8	320	480
	Marzo	9	320	480
		10	320	
		11	640	960
		12	640	480
		13	640	960
	Abril	14	640	640
		15	160	
		16		320
		17	160	160
	Mayo	18	160	320
		19	160	320
		20	160	
		21	160	160
	Junio	22	160	320
		23	160	320
		24	160	
		25	320	480
		26	160	160
	Julio	27	160	
		28		160
		29	160	320
		30	160	160
	Agosto	31	160	160
		32	160	160
		33	160	160
		34	160	320

	Septiembre	35	160	640
		36	320	640
		37		640
		38	320	320
		39	320	160
	Octubre	40	640	640
		41		640
		42	640	800
		43	320	640
	Noviembre	44	320	640
		45		
		46	160	320
Diciembre	47	160	640	
	48	160	640	
	49	320	320	
	50	320	160	
	51	640	320	
2020	Enero	52	160	160
		1		
		2	160	320
		3	160	160
	Febrero	4	960	480
		5	320	
		6	160	320
		7	480	160
	Marzo	8	160	
		9	320	320
		10	160	160
		11	160	160
		12	160	320
		13	320	

Anexo 4. Histórico de demanda de la avena sabor maracuyá y avena sabor naranjilla.

	MES	Semana	Avena maracuyá	Avena naranjilla
			Cantidad	Cantidad
2019	Enero	1	640	320
		2	640	320
		3	640	320
		4	640	320
	Febrero	5	640	320
		6		320
		7		
		8	640	
	Marzo	9	640	320
		10	1280	640
		11	960	320
		12	640	
		13	640	640
	Abril	14	320	320
		15	640	320
		16	320	
		17	320	320
	Mayo	18	320	320
		19	320	640
		20	640	320
		21	320	640
	Junio	22	640	
		23	320	320
		24	320	320
		25	1600	
		26	320	640
	Julio	27	320	320
		28	640	160
		29		160
		30	320	320
	Agosto	31	160	
		32	320	320
		33	1280	640
		34	160	

	Septiembre	35	320	320
		36	320	640
		37	1120	320
		38		1600
		39	1440	320
	Octubre	40	640	320
		41	1440	320
		42	640	1600
		43	640	2400
	Noviembre	44	640	
		45		320
		46	320	160
	Diciembre	47	640	
		48	320	
		49		
		50	1600	480
		51	320	
2020	Enero	52	320	480
		1		
		2		480
		3		
	Febrero	4	700	400
		5		640
		6	320	
		7	320	320
		8	480	
	Marzo	9	960	160
		10	800	160
		11		
		12	480	160
13		320	160	

Anexo 5. Promedio móvil simple grupo jugos.

Mes	Cantidad de Cajas	F	Et	IEtI/Yt
Enero	4160			
Febrero	5440			
Marzo	13440			
Abril	11360	7680	3680	0,32
Mayo	8960	10080	-1120	0,13
Junio	8320	11253	-2933	0,35
Julio	8640	9547	-907	0,10
Agosto	6240	8640	-2400	0,38
Septiembre	13120	7733	5387	0,41
Octubre	12960	9333	3627	0,28
Noviembre	8800	10773	-1973	0,22
Diciembre	7680	11627	-3947	0,51
Enero	3360	9813	-6453	1,92
Febrero	4000	6613	-2613	0,65
Marzo	8960	5013	3947	0,44
				48%
				MAPE

Anexo 6. Promedio móvil ponderado grupo jugos.

Mes	Cantidad de Cajas	F	IEtI/Yt	k	3
Enero	4160			ultimo	0,5
Febrero	5440			penultimo	0,3
Marzo	13440			ante	0,2
Abril	11360	9184	0,19		
Mayo	8960	10800	0,21		
Junio	8320	10576	0,27		
Julio	8640	9120	0,06		
Agosto	6240	8608	0,38		
Septiembre	13120	7376	0,44		
Octubre	12960	10160	0,22		
Noviembre	8800	11664	0,33		
Diciembre	7680	10912	0,42		
Enero	3360	9072	1,70		
Febrero	4000	5744	0,44		
Marzo	8960	4544	0,49		
			0,45		
			MAPE		

Anexo 7. Suavización exponencial grupo jugos.

Mes	Cantidad de Cajas	0,1	0,9	IEtI/Y 0,1	IEtI/Y 0,9
		F	F		
Enero	4160	4160	4160	0,000	0,000
Febrero	5440	4160	4160	0,235	0,235
Marzo	13440	4288	5312	0,681	0,605
Abril	11360	5203	12627	0,542	0,112
Mayo	8960	5819	11487	0,351	0,282
Junio	8320	6133	9213	0,263	0,107
Julio	8640	6352	8409	0,265	0,027
Agosto	6240	6581	8617	0,055	0,381
Septiembre	13120	6546	6478	0,501	0,506
Octubre	12960	7204	12456	0,444	0,039
Noviembre	8800	7779	12910	0,116	0,467
Diciembre	7680	7881	9211	0,026	0,199
Enero	3360	7861	7833	1,340	1,331
Febrero	4000	7411	3807	0,853	0,048
Marzo	8960	7070	3981	0,211	0,556
				0,39	0,33
				MAPE	

Anexo 8. ADRES grupo jugos.

Mes	Cantidad de Cajas	F	IEtI/Y	
Enero	4160			0,2 Beta
Febrero	5440	4160	0,24	
Marzo	13440	5440	0,60	
Abril	11360	13440	0,18	
Mayo	8960	12290	0,37	
Junio	8320	12049	0,45	
Julio	8640	11111	0,29	
Agosto	6240	10120	0,62	
Septiembre	13120	7908	0,40	
Octubre	12960	8249	0,36	
Noviembre	8800	9278	0,05	
Diciembre	7680	9192	0,20	
Enero	3360	9126	1,72	
Febrero	4000	7254	0,81	
Marzo	8960	5759	0,36	
			0,47	
			MAPE	

Anexo 9. HOLT grupo jugos.

Alpha	Beta	m
0,3	0,1	1

Mes	Cantidad de Cajas	Lt	Tt	Ft	IEt/Y
Enero	4160	4160	1280		
Febrero	5440	5440	1280	5440	0,00
Marzo	13440	8736	1482	6720	0,50
Abril	11360	10560	1516	10218	0,10
Mayo	8960	11141	1422	12076	0,35
Junio	8320	11291	1295	12564	0,51
Julio	8640	11402	1177	12586	0,46
Agosto	6240	10677	987	12579	1,02
Septiembre	13120	12101	1030	11664	0,11
Octubre	12960	13080	1025	13131	0,01
Noviembre	8800	12513	866	14105	0,60
Diciembre	7680	11669	695	13379	0,74
Enero	3360	9663	425	12364	2,68
Febrero	4000	8262	242	10088	1,52
Marzo	8960	8641	256	8504	0,05
					0,62
					MAPE

Anexo 10. Promedio móvil simple grupo leches.

Mes	Cantidad de Cajas	F	IEt/Yt
Enero	1760		
Febrero	2240		
Marzo	5440		
Abril	2080	3147	0,51
Mayo	1440	3253	1,26
Junio	2240	2987	0,33
Julio	1120	1920	0,71
Agosto	1440	1600	0,11
Septiembre	3520	1600	0,55
Octubre	4320	2027	0,53
Noviembre	2240	3093	0,38
Diciembre	3200	3360	0,05
Enero	2240	3253	0,45
Febrero	1600	2560	0,60
Marzo	2080	2347	0,13
			0,47
			MAPE

Anexo 11. Promedio móvil ponderado grupo leches.

Mes	Cantidad de Cajas	F	IEti/Yt	k	3
Enero	1760			ultimo	0,5
Febrero	2240			penultimo	0,3
Marzo	5440			ante	0,2
Abril	2080	3744	0,80		
Mayo	1440	3120	1,17		
Junio	2240	2432	0,09		
Julio	1120	1968	0,76		
Agosto	1440	1520	0,06		
Septiembre	3520	1504	0,57		
Octubre	4320	2416	0,44		
Noviembre	2240	3504	0,56		
Diciembre	3200	3120	0,03		
Enero	2240	3136	0,40		
Febrero	1600	2528	0,58		
Marzo	2080	2112	0,02		
			0,42		
			MAPE		

Anexo 12. Suavización exponencial grupo leches.

Mes	Cantidad de Cajas	F		IEti/Y	
		0,1	0,9	0,1	0,9
Enero	1760	1760,00	1760,00	0,000	0,000
Febrero	2240	1760,00	1760,00	0,214	0,214
Marzo	5440	1808,00	2192,00	0,668	0,597
Abril	2080	2171,20	5115,20	0,044	1,459
Mayo	1440	2162,08	2383,52	0,501	0,655
Junio	2240	2089,87	1534,35	0,067	0,315
Julio	1120	2104,88	2169,44	0,879	0,937
Agosto	1440	2006,40	1224,94	0,393	0,149
Septiembre	3520	1949,76	1418,49	0,446	0,597
Octubre	4320	2106,78	3309,85	0,512	0,234
Noviembre	2240	2328,10	4218,98	0,039	0,883
Diciembre	3200	2319,29	2437,90	0,275	0,238
Enero	2240	2407,36	3123,79	0,075	0,395
Febrero	1600	2390,63	2328,38	0,494	0,455
Marzo	2080	2311,56	1672,84	0,111	0,196
				0,31	0,49
				MAPE	

Anexo 13. ADRES grupo leches.

Mes	Cantidad de	F	IEtl/Y		
Enero	1760			0,2	Beta
Febrero	2240	1760	0,21		
Marzo	5440	2240	0,59		
Abril	2080	5440	1,62		
Mayo	1440	5174	2,59		
Junio	2240	3405	0,52		
Julio	1120	2766	1,47		
Agosto	1440	1712	0,19		
Septiembre	3520	1534	0,56		
Octubre	4320	1955	0,55		
Noviembre	2240	2270	0,01		
Diciembre	3200	2266	0,29		
Enero	2240	2507	0,12		
Febrero	1600	2455	0,53		
Marzo	2080	2450	0,18		
			0,67		
			MAPE		

Anexo 14. HOLT grupo leches.

Alpha	Beta	m
0,3	0,1	1

Mes	Cantidad de Cajas	Lt	Tt	Ft	IEtl/Y
Enero	1760	1760	480		
Febrero	2240	2240	480	2240	0,00
Marzo	5440	3536	562	2720	0,50
Abril	2080	3492	501	4098	0,97
Mayo	1440	3227	424	3993	1,77
Junio	2240	3228	382	3652	0,63
Julio	1120	2863	307	3610	2,22
Agosto	1440	2651	255	3171	1,20
Septiembre	3520	3091	274	2907	0,17
Octubre	4320	3651	303	3365	0,22
Noviembre	2240	3440	251	3954	0,77
Diciembre	3200	3544	236	3691	0,15
Enero	2240	3318	190	3780	0,69
Febrero	1600	2936	133	3508	1,19
Marzo	2080	2772	103	3069	0,48
					0,78

Anexo 15. Promedio móvil simple grupo avenas.

Mes	Cantidad de Cajas	F	IEtI/Yt
Enero	3840		
Febrero	1920		
Marzo	6080		
Abril	2560	3947	0,54
Mayo	3520	3520	0,00
Junio	4480	4053	0,10
Julio	2240	3520	0,57
Agosto	2880	3413	0,19
Septiembre	6400	3200	0,50
Octubre	8000	3840	0,52
Noviembre	2080	5760	1,77
Diciembre	3520	5493	0,56
Enero	1580	4533	1,87
Febrero	2080	2393	0,15
Marzo	3200	2393	0,25
			0,58
			MAPE

Anexo 16. Promedio móvil ponderado avenas.

Mes	Cantidad de Cajas	F	IEtI/Yt	k	3
Enero	3840			ultimo	0,5
Febrero	1920			penultimo	0,3
Marzo	6080			ante	0,2
Abril	2560	4384	0,71		
Mayo	3520	3488	0,01		
Junio	4480	3744	0,16		
Julio	2240	3808	0,70		
Agosto	2880	3168	0,10		
Septiembre	6400	3008	0,53		
Octubre	8000	4512	0,44		
Noviembre	2080	6496	2,12		
Diciembre	3520	4720	0,34		
Enero	1580	3984	1,52		
Febrero	2080	2262	0,09		
Marzo	3200	2218	0,31		
			0,57		
			MAPE		

Anexo 17. Suavización exponencial grupo leches.

Mes	Cantidad de Cajas	F	IEtI/Y	0,2	Beta
Enero	3840				
Febrero	1920	3840	1,00		
Marzo	6080	1920	0,68		
Abril	2560	3836	0,50		
Mayo	3520	3656	0,04		
Junio	4480	3642	0,19		
Julio	2240	3867	0,73		
Agosto	2880	3678	0,28		
Septiembre	6400	3475	0,46		
Octubre	8000	4264	0,47		
Noviembre	2080	6363	2,06		
Diciembre	3520	6332	0,80		
Enero	1580	5669	2,59		
Febrero	2080	3783	0,82		
Marzo	3200	2875	0,10		
			0,76		
			MAPE		

Anexo 18. ADRES grupo avenas.

Mes	Cantidad de Cajas	F	IEtI/Y	0,2	Beta
Enero	3840				
Febrero	1920	3840	1,00		
Marzo	6080	1920	0,68		
Abril	2560	3836	0,50		
Mayo	3520	3656	0,04		
Junio	4480	3642	0,19		
Julio	2240	3867	0,73		
Agosto	2880	3678	0,28		
Septiembre	6400	3475	0,46		
Octubre	8000	4264	0,47		
Noviembre	2080	6363	2,06		
Diciembre	3520	6332	0,80		
Enero	1580	5669	2,59		
Febrero	2080	3783	0,82		
Marzo	3200	2875	0,10		
			0,76		
			MAPE		

Anexo 19. HOLT grupo avenas.

Alpha	Beta	m
0,3	0,1	1

Mes	Cantidad de Cajas	Lt	Tt	Ft	IEtI/Y
Enero	3840	3840	1920		
Febrero	1920	1920	1920	1920	0,00
Marzo	6080	1824	1738		1,00
Abril	2560	828	1663	86	0,97
Mayo	3520	472	1533	834	1,24
Junio	4480	601	1367	1061	1,24
Julio	2240	136	1276	765	1,34
Agosto	2880	66	1156	1140	1,40
Septiembre	6400	1157	931	1089	1,17
Octubre	8000	2558	698	226	0,97
Noviembre	2080	1926	691	1860	0,11
Diciembre	3520	1921	623	1235	0,65
Enero	1580	1382	614	1298	0,18
Febrero	2080	1162	575	768	0,63
Marzo	3200	1371	496	587	0,82
					0,84
					MAPE

Anexo 20. Método mano de obra constante grupo jugos

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días laborables	23	20	22	21	19	21	126
Unidades por trabajador	2208	1920	2112	2016	1824	2016	12096
Demanda	4238	2810	5381	4795	2903	2248	22375
Trabajadores requeridos	2	2	2	2	2	2	
Trabajadores actuales	0	2	2	2	2	2	
Trabajadores contratados	2	0	0	0	0	0	
Costo trabajadores contratados	\$ 220	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 220
Trabajadores despedidos	0	0	0	0	0	0	
Costo trabajadores despedidos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Trabajadores utilizados	2	2	2	2	2	2	
Costo mano de obra	\$ 650	\$ 565	\$ 621	\$ 593	\$ 537	\$ 593	\$ 3.558
Unidades producidas	\$ 5.056,00	4658	6072	4723	3648	4777	28934
Inventario	818	1848	691	0	745	2529	6631
Costo de almacenar	\$ 1.023	\$ 2.310	\$ 864	\$ -	\$ 931	\$ 3.161	\$ 8.289
Unidades faltantes	0	0	0	72	0	0	72
Costo por faltantes	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 73	\$ -	\$ -	\$ 73
Costo total	\$ 1.892	\$ 2.875	\$ 1.485	\$ 666	\$ 1.468	\$ 3.754	\$ 12.140

Anexo 21. Método subcontratación grupo jugos

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días laborables	23	20	22	21	19	21	126
Unidades por trabajador	2208	1920	2112	2016	1824	2016	12096
Demanda	4238	2810	5381	4795	2903	2248	22375
Trabajadores requeridos	2	1	2	1	1	1	
Trabajadores actuales	0	2	1	2	1	1	
Trabajadores contratados	2	0	1	0	0	0	
Costo trabajadores contratados	\$ 220	\$ -	\$ 110	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 330
Trabajadores despedidos	0	1	0	1	0	0	
Costo trabajadores despedidos	\$ -	\$ 160	\$ -	\$ 160	\$ -	\$ -	\$ 320
Trabajadores utilizados	2	1	2	1	1	1	
Costo mano de obra	\$ 650	\$ 282	\$ 621	\$ 297	\$ 268	\$ 297	\$ 2.415
Unidades producidas	5056	2738	4224	2016	1824	2016	17874
Inventario	818	0	0	0	0	0	818
Costo de almacenar	\$ 1.023	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 1.023
Unidades a subcontratar	0	72	1157	2779	1079	232	5319
Costo por subcontratación	\$ -	\$ 11	\$ 174	\$ 417	\$ 162	\$ 35	\$ 798
Costo total	\$ 1.892	\$ 453	\$ 905	\$ 873	\$ 430	\$ 331	\$ 4.885

Anexo 22. Método horas extras grupo jugos

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días laborables	23	20	22	21	19	21	126
Unidades por trabajador	2208	1920	2112	2016	1824	2016	12096
Demanda	4238	2810	5381	4795	2903	2248	22375
Trabajadores requeridos	2	2	2	2	2	2	
Trabajadores actuales	0	2	2	2	2	2	
Trabajadores contratados	2	0	0	0	0	0	
Costo trabajadores contratados	\$ 220	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 220
Trabajadores despedidos	0	0	0	0	0	0	
Costo trabajadores despedidos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Trabajadores utilizados	2	2	2	2	2	2	
Costo mano de obra	\$ 650	\$ 565	\$ 621	\$ 593	\$ 537	\$ 593	\$ 3.558
Unidades producidas	5056	4658	6072	4723	3648	4777	28934
Inventario	818	1848	691	0	745	2529	6631
Costo de almacenar	\$ 1.023	\$ 2.310	\$ 864	\$ -	\$ 931	\$ 3.161	\$ 8.289
Horas extra	0	0	0	3	0	0	3
Costo de horas extra	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 7	\$ -	\$ -	\$ 7
Costo total	\$ 1.892	\$ 2.875	\$ 1.485	\$ 600	\$ 1.468	\$ 3.754	\$ 12.074

Anexo 23. Método mano de obra constante grupo leches

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días laborables	23	20	22	21	19	21	126
Unidades por trabajador	2208	1920	2112	2016	1824	2016	12096
Demanda	685	856	2028	2407	1204	1652	8832
Trabajadores requeridos	1	1	1	1	1	1	
Trabajadores actuales	0	1	1	1	1	1	
Trabajadores contratados	1	0	0	0	0	0	
Costo trabajadores contratados	\$ 110	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 110
Costo trabajadores despedidos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Trabajadores utilizados	1	1	1	1	1	1	
Costo mano de obra	\$ 348	\$ 302	\$ 333	\$ 318	\$ 287	\$ 318	\$ 1.905
Unidades producidas	2368	3603	4859	4847	4264	5076	25017
Inventario	1683	2747	2831	2440	3060	3424	16185
Costo de almacenar	\$ 2.104	\$ 3.434	\$ 3.539	\$ 3.050	\$ 3.825	\$ 4.280	\$ 20.231
Costo total	\$ 2.562	\$ 3.736	\$ 3.871	\$ 3.368	\$ 4.112	\$ 4.598	\$ 22.246

Anexo 24. Método subcontratación grupo leches

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días laborables	23	20	22	21	19	21	126
Unidades por trabajador	2208	1920	2112	2016	1824	2016	12096
Demanda	685	856	2028	2407	1204	1652	8832
Trabajadores requeridos	1	1	1	1	1	1	1
Trabajadores actuales	0	1	1	1	1	1	1
Trabajadores contratados	1	0	0	0	0	0	0
Costo trabajadores contratados	\$ 110	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 110
Trabajadores utilizados	1	1	1	1	1	1	1
Costo mano de obra	\$ 348	\$ 302	\$ 333	\$ 318	\$ 287	\$ 318	\$ 1.905
Unidades producidas	2368	3603	4859	4847	4264	5076	25017
Inventario	1683	2747	2831	2440	3060	3424	16185
Costo de almacenar	\$ 2.104	\$ 3.434	\$ 3.539	\$ 3.050	\$ 3.825	\$ 4.280	\$ 20.231
Costo total	\$ 2.562	\$ 3.736	\$ 3.871	\$ 3.368	\$ 4.112	\$ 4.598	\$ 22.246

Anexo 25. Método horas extras grupo leches

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días laborables	23	20	22	21	19	21	126
Unidades por trabajador	2208	1920	2112	2016	1824	2016	12096
Demanda	685	856	2028	2407	1204	1652	8832
Trabajadores requeridos	1	1	1	1	1	1	1
Trabajadores actuales	0	1	1	1	1	1	1
Trabajadores contratados	1	0	0	0	0	0	0
Costo trabajadores contratados	\$ 110	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 110
Costo trabajadores despedidos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Trabajadores utilizados	1	1	1	1	1	1	1
Costo mano de obra	\$ 348	\$ 302	\$ 333	\$ 318	\$ 287	\$ 318	\$ 1.905
Unidades producidas	2368	3603	4859	4847	4264	5076	25017
Inventario	1683	2747	2831	2440	3060	3424	16185
Costo de almacenar	\$ 2.104	\$ 3.434	\$ 3.539	\$ 3.050	\$ 3.825	\$ 4.280	\$ 20.231
Costo total	\$ 2.562	\$ 3.736	\$ 3.871	\$ 3.368	\$ 4.112	\$ 4.598	\$ 22.246

Anexo 26. Método mano de obra constante grupo avenas

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días laborables	23	20	22	21	19	21	126
Unidades por trabajador	2208	1920	2112	2016	1824	2016	12096
Demanda	1355	1704	3690	4483	1129	1844	14205
Trabajadores requeridos	1	1	1	1	1	1	1
Trabajadores actuales	0	1	1	1	1	1	1
Trabajadores contratados	1	0	0	0	0	0	0
Costo trabajadores contratados	\$ 110	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 110
Trabajadores despedidos	0	0	0	0	0	0	0
Costo trabajadores despedidos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Trabajadores utilizados	1	1	1	1	1	1	1
Costo mano de obra	\$ 348	\$ 302	\$ 333	\$ 318	\$ 287	\$ 318	\$ 1.905
Unidades producidas	\$ 2.528,00	3093	3501	2016	1824	2711	15673
Inventario	1173	1389	0	0	695	867	4124
Costo de almacenar	\$ 1.466	\$ 1.736	\$ -	\$ -	\$ 869	\$ 1.084	\$ 5.155
Unidades faltantes	0	0	189	2467	0	0	2656
Costo por faltantes	\$ -	\$ -	\$ 191	\$ 2.492	\$ -	\$ -	\$ 2.683
Costo total	\$ 1.924	\$ 2.039	\$ 524	\$ 2.809	\$ 1.156	\$ 1.401	\$ 9.853

Anexo 27. Método subcontratación grupo avenas

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días laborables	23	20	22	21	19	21	126
Unidades por trabajador	2208	1920	2112	2016	1824	2016	12096
Demanda	1355	1704	3690	4483	1129	1844	14205
Trabajadores requeridos	1	1	1	1	1	1	1
Trabajadores actuales	0	1	1	1	1	1	
Trabajadores contratados	1	0	0	0	0	0	
Costo trabajadores contratados	\$ 110	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 110
Trabajadores utilizados	1	1	1	1	1	1	
Costo mano de obra	\$ 348	\$ 302	\$ 333	\$ 318	\$ 287	\$ 318	\$ 1.905
Unidades producidas	2528	3093	3501	2016	1824	2711	15673
Inventario	1173	1389	0	0	695	867	4124
Costo de almacenar	\$ 1.466	\$ 1.736	\$ -	\$ -	\$ 869	\$ 1.084	\$ 5.155
Unidades a subcontratar	0	0	189	2467	0	0	2656
Costo por subcontratación	\$ -	\$ -	\$ 28	\$ 370	\$ -	\$ -	\$ 398
Costo total	\$ 1.924	\$ 2.039	\$ 361	\$ 688	\$ 1.156	\$ 1.401	\$ 7.569

Anexo 28. Método horas extras grupo avenas

	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Total
Días laborables	23	20	22	21	19	21	126
Unidades por trabajador	2208	1920	2112	2016	1824	2016	12096
Demanda	1355	1704	3690	4483	1129	1844	14205
Trabajadores requeridos	2	2	2	2	2	2	2
Trabajadores actuales	0	2	2	2	2	2	2
Trabajadores contratados	2	0	0	0	0	0	0
Costo trabajadores contratados	\$ 220	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ 220
Trabajadores despedidos	0	0	0	0	0	0	0
Costo trabajadores despedidos	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -	\$ -
Trabajadores utilizados	2	2	2	2	2	2	2
Costo mano de obra	\$ 696	\$ 605	\$ 665	\$ 635	\$ 575	\$ 635	\$ 3.810
Unidades producidas	4736	7221	9741	10083	9248	12151	53180
Inventario	3381	5517	6051	5600	8119	10307	38975
Costo de almacenar	\$ 4.226	\$ 6.896	\$ 7.564	\$ 7.000	\$ 10.149	\$ 12.884	\$ 48.719
Costo total	\$ 5.142	\$ 7.501	\$ 8.229	\$ 7.635	\$ 10.723	\$ 13.519	\$ 52.749

Anexo 31. Costo de vehículos

FRECUENCIA DE RUTA							COSTOS VEHICULO ORIGEN QUITO					
RUTA	ZONA	CATEGORIA	TIEMPO ACORDADO	DIA DE ENTREGA	CAPACIDAD	CAMIONETA	CAMION 2.5 TON.	CAMION 3.5 TON.	CAMION 5 TON.	CAMION 7 TON.	SENCILLO	CONTENEDOR 40'
CS	UIO	1	24	LUNES A VIERNES	CAMIONETA	75	80	88	97	105	140	180
CN	UIO	1	24	LUNES A VIERNES	2.5	75	80	88	97	105	140	180
N1	UIO	1	24	LUNES A VIERNES	5	75	80	88	97	105	140	180
N2	UIO	1	24	LUNES A VIERNES	5	75	80	88	97	105	140	180
N3	UIO	1	24	LUNES A VIERNES	4	75	80	88	97	105	140	180
S1	UIO	1	24	LUNES A VIERNES	5	75	80	88	97	105	140	180
S2	UIO	1	24	LUNES A VIERNES	5	75	80	88	97	105	140	180
VALLE 1	UIO	1	24	LUNES A VIERNES	5	75	80	88	97	105	140	180
VALLE 2	UIO	1	24	LUNES A VIERNES	2.5	75	80	88	97	105	140	180
QUITO - TABACUNDO - CAYAMBE - COTACACHI - OTAVALO - ATUNTAQUI - IBARRA - URCUQUI - SAN GABRIEL - TULCAN	SIERRA NORTE	1	24	LUNES MIERCOLES Y VIERNES	4.5	140	160	180	200	230	250	N/A

Anexo 32. Detalle de costo por transporte

	Julio				Agosto				Septiembre				Octubre				Noviembre				Diciembre							
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Cantidad total de pedido	1574	1482	1648	1575	786	1217	1979	1387	1841	1917	2387	2734	2177	2863	3196	2839	2688	1585	1260	1153	1239	1148	845	852	1854	852	1046	
Cajas / pallet																												
Número de pallets	10	10	10	10	5	8	12	9	12	12	15	18	14	18	20	19	17	10	8	8	8	8	6	6	12	6	7	
Tipo de camión	10 Ton.	10 Ton.	10 Ton.	10 Ton.	5 Ton.	7 Ton.	12 Ton.	10 Ton.	12 Ton.	12 Ton.	12 Ton.	12 Ton.	3.5 Ton.	10 Ton.	10 Ton.	10 Ton.	10 Ton.	10 Ton.	7 Ton.	7 Ton.	7 Ton.	7 Ton.	5 Ton.	5 Ton.	12 Ton.	5 Ton.	7 Ton.	
Costo semanal	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$250.00	\$200.00	\$230.00	\$270.00	\$250.00	\$270.00	\$270.00	\$270.00	\$270.00	\$470.00	\$430.00	\$470.00	\$500.00	\$470.00	\$250.00	\$230.00	\$230.00	\$230.00	\$230.00	\$200.00	\$200.00	\$270.00	\$200.00	\$230.00	
Costo mensual	\$ 1,000.00				\$ 950.00				\$ 1,880.00				\$ 1,940.00				\$ 940.00				\$ 1,130.00							

Anexo 33. Datos iniciales para el MRP

	Julio				Agosto				Septiembre					Octubre					Noviembre					Diciembre								
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4	5	
MPS Jugo de uva	0	0	464	348	348	348	464	464	348	348	696	580	580	464	580	580	580	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	
MPS Jugo de naranjita	133	665	798	665	266	133	266	532	665	665	0	665	798	665	798	665	665	665	665	665	665	665	665	665	665	665	665	665	665	665	665	
MPS Leche Chocolate	0	0	69	69	138	69	138	69	69	138	69	138	207	138	207	138	138	345	207	0	345	207	0	345	207	0	69	69	69	207	138	
MPS Leche	0	87	87	87	87	87	87	261	348	348	348	261	87	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	348	
MPS Avena maracuyá	0	105	210	210	105	210	735	105	210	315	420	420	420	420	420	420	420	420	420	315	315	315	315	315	210	210	210	210	210	210	210	
MPS Avena naranjilla	0	0	94	188	0	188	376	0	188	658	188	658	188	564	846	564	564	564	564	0	94	94	0	94	94	0	94	94	94	94	94	
MPS TOTAL	133	857	1722	1567	944	1035	2066	1431	1828	1807	2386	2924	2078	2806	3099	3079	2679	1576	1225	1178	1170	1125	1125	925	1729	961	1041	1041	1041	1041	1041	
Capacidad promedio de planta	3200																															

