



# INSTITUTO TECNOLÓGICO SUPERIOR DE TEZIUTLÁN

## Tesis



“Propuesta de diseño de planeación de requerimientos de materiales (MRP) en el área de producción en una empresa del sector citrícola de la región de Martínez de la Torre.”

PRESENTA:

**SANDRA MARTINEZ HERNÁNDEZ**

CON NÚMERO DE CONTROL  
**17TE0390**

PARA OBTENER EL TÍTULO DE:  
**INGENIERA INDUSTRIAL**

CLAVE DEL PROGRAMA ACADÉMICO  
**IIND-2010-227**

DIRECTOR DE TESIS:  
**M.I.I. HUGO ALBERTO BRAVO QUINTERO**

“La Juventud de hoy, Tecnología del Mañana”

TEZIUTLÁN, PUEBLA, ABRIL 2022



# Agradecimientos

## A DIOS

Agradezco principalmente a Dios por permitirme llegar hasta este punto de mi vida con salud y con mi familia a pesar de los obstáculos y dificultades que se han presentaron a lo largo de mi vida y la situación actual de estos últimos años.

## A MI FAMILIA

A mi mamá Fátima Hernández Salazar por estar siempre para mí, apoyarme y motivarme cada día y hacerme saber que yo puedo hacer las cosas y no darme por vencida sin haberlo intentado primero, agradezco sus consejos e incluso por esos alimentos que preparaba en la madrugada para que no saliera de la casa sin desayunar y llegara a tiempo a cada clase.

A mi papá Martin Ventura Martinez por estar a mi lado y darme su amor incondicional, le agradezco por la persona que soy y por brindarme siempre su apoyo para llegar hasta este momento de mi vida, por el tiempo y cuidado que me brindo al acompañarme cada mañana a esperar el transporte para que no estuviera sola en la calle.

A mi hermano Erick Ventura Hernández por ser un amigo cuando se podía, a pesar de las peleas cada vez que pensé que no podía me daba los ánimos y me recordaba lo buena que soy.

## A MIS AMIGOS

Agradezco a los compañeros y amigos que conocí en la universidad que formaron parte de mi vida alrededor de estos años, por los que están y por los que siguieron caminos diferentes, agradezco las experiencias, las clases y el tiempo que compartimos día con día dentro de nuestro plantel y aula, siempre seremos unos mapaches de corazón.

A mi mejor amiga Norma Guadalupe Herrera Méndez, que considero como una hermana pese a todo siempre me ha brindado su apoyo y consejo desde muchos años atrás, gracias por decirme las cosas de frente y no solo lo que yo quería escuchar, gracias por estar y espero la vida nos siga manteniendo unidas.

A una de mis personas favoritas Miguel Méndez Hernández gracias por estar a mi lado en cada momento, por cuidarme y preocuparte por mí, por apoyarme y no dejarme sola en esos momentos que sentí que ya no podía más, gracias por nuestras charlas, tus palabras de aliento y los "Tu puedes".

A MI ASESOR

M.I.I Hugo Alberto Bravo Quintero, por su asesoramiento y guía en la realización de la tesis, además de los aprendizajes adquiridos de él, durante la investigación de este tema y los conocimientos que nos otorgó en el aula durante sus clases.

## Resumen

Los sistemas MRP empiezan a aparecer a comienzos de los 70 para dar nuevas respuestas a las preguntas de ¿cuándo? y ¿cuánto? pedir de los materiales que utiliza una empresa, debido a que era común que faltaran o se tuvieran materiales demás.

Esto permitió que las empresas pudieran mejorar la calidad y la eficacia de la planificación y programación de los materiales necesarios dependiendo de la demanda que se tiene.

Es por eso que se propondrá una propuesta de un plan de requerimientos de materiales (MPR) en el área de producción de una empresa de la región de Martínez de la Torre, esta empacadora se encarga de exportar limón persa cosechado en la misma región, ya que el limón es uno de los cítricos más solicitados comúnmente ya sea por sus vitaminas o simplemente por su sabor agrisado, de igual manera su uso es muy variado.

Al tener un mejor control de los pedidos que se deben solicitar, permitirá que el proceso de producción fluya adecuadamente y así no haya paros innecesarios que se pueden prever con la adquisición de los materiales lo más pronto posible.

Para lograr el desarrollo del plan de requerimientos de materiales (MPR) se basará en el registro de inventario de la empacadora para saber con exactitud qué cantidad de cada material se encuentra disponible, eventualmente se desarrollaron los pronósticos necesarios para poder desarrollar un Plan Maestro de Producción (MPS) con la finalidad de saber cada que tiempo se debe producir los lotes completos para cubrir la demanda requerida y así finalmente aplicar el MRP con el objetivo de saber en qué momento se deben enviar los pedidos y que todo el proceso funcione adecuadamente.

## Introducción

El presente trabajo es una propuesta de un plan de requerimientos de materiales (MRP) en una empacadora de Limón Persa ubicada en la región de Martínez de la Torre en el estado de Veracruz, con el fin de saber en qué momento se debe pedir las materias primas para cumplir con la demanda requerida y no parar el proceso de producción.

El capítulo 1 muestra las generalidades del proyecto, desde su objetivo general y objetivos específicos, así como las preguntas que se esperan ser contestadas durante el desarrollo del proyecto.

En el capítulo 2 se podrá apreciar de manera clara y concisa el análisis del Limón Persa y algunas características que posee, además de la importancia del sector citrícola dentro del mercado internacional, la producción del limón a nivel nacional y que tan factible es la aplicación de un Plan de requerimientos de materiales (MRP).

En el capítulo 3 se presentarán las tablas y la recolección de datos para la elaboración de pronósticos, registros de inventarios y pedidos solicitados para la realización de un plan maestro de producción (MPS) que nos permitirá seguir con la elaboración del MRP.

Posteriormente, en el capítulo 4 se presenta el análisis y la evaluación de los resultados obtenidos de los materiales que serán necesarios para los últimos tres meses del año 2021, lo cual determinará si la propuesta puede ser implementada para que la empacadora pueda desarrollar correctamente su proceso de producción y así cumplir con la demanda de los clientes.

Finalmente están las conclusiones del proyecto, las referencias de donde se obtuvieron datos e información y los anexos donde se muestra la documentación proporcionada por la empresa.

# Índice General

Agradecimientos.....	ii
Resumen .....	iv
Introducción .....	v
Índice General.....	vi
Capítulo I Generalidades del proyecto .....	viii
1.1 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante.....	9
1.2 Problemas de investigación a resolver .....	12
1.3 Preguntas de investigación .....	12
1.4 Objetivos (general y específicos) .....	13
1.5 Justificación de la investigación .....	13
Capítulo II Marco teórico.....	15
2.1 Fundamentos teóricos.....	16
Capítulo III Desarrollo y metodología.....	37
3.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas (Si el proyecto se perfila para tesis a futuro se podrá agregar anticipadamente los siguientes puntos): .....	38
3.2 Alcance y enfoque de la investigación .....	45
3.3 Hipótesis.....	45
3.4 Diseño y metodología de la investigación .....	45
3.5 Selección de la muestra .....	48
3.6 Recolección de datos .....	50
3.6.1 Selección del instrumento.....	50
3.6.2 Aplicación del instrumento.....	50
3.6.3 Preparación de datos .....	52
3.7 Análisis de datos.....	59
Capítulo IV Resultados.....	68
4.1 Resultados .....	69
Capítulo V Conclusiones .....	74
5.1 Conclusiones del proyecto, recomendaciones y experiencia profesional y personal adquirida.....	75

Capítulo VI Competencias desarrolladas.....	79
6.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas .....	80
Capítulo VII Fuentes de información .....	81
7.1 Fuentes de Información .....	lxxxii
Capítulo VIII Anexos.....	lxxxv
8.1 Anexos (carta de autorización por parte de la empresa u organización para titulación y otros si son necesarios) .....	lxxxvi

# Capítulo I Generalidades del proyecto

## 1.1 Descripción de la empresa u organización y del puesto o área del trabajo del estudiante

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán es una institución de educación superior ubicada en el Fracc. I y II s/n. Aire Libre, CP 73960 en Teziutlán en el Estado de Puebla. Actualmente el ITST ofrece 6 licenciaturas que, como resultado del esfuerzo para el cumplimiento de estándares de calidad educativa el instituto ha obtenido acreditaciones internacionales.

En 1993, el Gobernador del Estado, Manuel Bartlett Díaz, escuchando la petición popular y la intervención de funcionarios públicos y empresarios interesados, gestionó ante la Secretaría de Educación Pública dirigida por Ernesto Zedillo Ponce de León, la creación de una Institución de Educación Superior Tecnológica, acción que se vería concretada el 8 de noviembre de 1994 con la publicación del Decreto del Congreso del Estado que expide la ley que crea "Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán", como Organismo Público Descentralizado del Gobierno del Estado, con personalidad jurídica y patrimonio propio.

El primer día del mes de septiembre de 1993 inició actividades el Instituto ofreciendo las carreras de Ingeniería Industrial y Licenciatura en Administración, siendo el primer Tecnológico Descentralizado del Estado de Puebla, junto con su similar de la Sierra Norte, designándose como primer Director General a José Emilio Guillermo Ortega Balbuena. Las primeras actividades académicas se desarrollaron en el "Centro de Bachillerato Tecnológico, Industrial y de Servicios No. 44", el cual resultó insuficiente ante la aceptación de los estudiantes; por lo que apenas un semestre después el Instituto se trasladó a una granja avícola y la casa anexa.

Mientras tanto, como resultado de la donación de Jorge Barrón Levet en ese momento Diputado Local, de las gestiones de éste y de su hermano Samuel Barrón Levet, se formalizó la compra de 12 hectáreas de terreno a la Compañía Minera

Autlán. Ubicado a un costado de la antigua mina de cobre que hace 200 años había dado pie al desarrollo de la región.

En el mes de Octubre de 1999 el Instituto tecnológico Superior de Teziutlán (ITST) tuvo la desgracia de verse afectado con la depresión tropical "IRENE" quedando seriamente dañada la infraestructura con la que contaba esta institución.

Durante el ciclo escolar 2000-2001 el Instituto continuó con su quehacer académico en instalaciones prestadas en el centro de la ciudad de Teziutlán, Puebla, con el mismo entusiasmo que en ciclos anteriores.

Mientras se continuaba con el esfuerzo por seguir preparando a las futuras generaciones en otras instituciones facilitadas, se realizaron las gestiones pertinentes ante la SEP Federal y la del gobierno del Estado de Puebla, con la finalidad de volver a contar con las instalaciones de Aire Libre, La Mina, Teziutlán, Puebla, completamente rehabilitadas. Y es así que en el mes de enero del año 2001 alumnos y personal del ITST. Reanudan actividades en estas instalaciones de Aire Libre.

El regreso a nuestras instalaciones trajo consigo nuevos retos y nuevas emociones, en un par de años el Instituto incrementó notablemente su infraestructura, equipando sus talleres, laboratorios, centros de cómputo e información, acordes a las necesidades académicas de una educación de calidad.

Es por ello que el Instituto asume el compromiso de certificarse a través de la Norma ISO 9001-2008 y es en el mes de abril del año 2006 cuando esta casa de estudios recibe orgullosamente y además con distinción, la certificación por parte de la empresa QMI-SAIGLOBAL, quien la certifica como una Institución de Calidad en su proceso de Enseñanza – Aprendizaje.

Poco a poco en el Instituto se va consolidando una nueva filosofía, su deseo de trascender se convierte en una mentalidad ya constante, dando como resultado que

el 1 de noviembre del 2006, estando al frente de la institución el Mtro. Gustavo Urbano Juárez, se logra la Acreditación de la carrera de Informática por parte del CONAIC, Acreditación del Programa de la Licenciatura en Administración por parte de CACECA (Consejo de acreditación para la Enseñanza de la Contaduría y Administración) en el año 2008, Acreditación del Programa de la Licenciatura en Ingeniería Industrial por parte de CACEI (Consejo de Acreditación de la Enseñanza de la Ingeniería) en el año 2009, Acreditación del Programa de la Licenciatura de Ingeniería en Sistemas Computacionales por parte del CONAIC (Consejo Nacional de Acreditación en Informática y Computación) en el año 2010, Certificación del Sistema de Gestión Ambiental bajo la Norma ISO-14001:2004, por QMI – SAIGLOBAL, Reconocimiento SEP Federal a la Calidad Educativa por lograr el 100% de la matrícula con Programas Acreditados, para el año 2010, Aprobación del Programa de Protección Civil a nivel Estrado, para el período 2010 – 2011.

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán, atento a las demandas de la sociedad y a los principios de la Ley de Educación del Estado de Puebla, se consolida como una Institución cuyo objetivo es lograr una educación de calidad, moderna y eficaz, orientada al servicio, acercándola a las necesidades e intereses de la población, que promueva el uso transparente y eficiente de los recursos humanos, materiales y financieros de que disponga, y que cumpla puntualmente con sus programas de trabajo.

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán es una institución de educación superior ubicada en el municipio de Teziutlán con dirección fracción I y II s/n Aire Libre en el Estado de Puebla. Actualmente el ITST ofrece 6 licenciaturas tales como: ingeniería en gestión empresarial, ingeniería en industria alimentaria, ingeniería en sistemas computacionales, ingeniería industrial, ingeniería informática e ingeniería mecatrónica, que como resultado del esfuerzo para el cumplimiento de estándares de calidad educativa el instituto ha obtenido acreditaciones internacionales.

El Instituto Tecnológico Superior de Teziutlán establece, implementa, mantiene y mejora continuamente su Sistema de Gestión de Calidad de acuerdo a los requisitos de la Norma ISO 9001:2015.

El área en la que se trabajará la propuesta de diseño será en el área de ingeniería industrial.

## 1.2 Problemas de investigación a resolver

La Sobreproducción del Limón Persa dentro del área de producción causa un exceso de Stock en el almacén, debido a que el proceso que se hace es una selección de los limones que está dividida en diferentes características, por un lado, están los dañados por la misma naturaleza, por otro los que no cumplen con el color o tamaño establecido, y finalmente los limones buenos que cumplen con las características del cliente, al generarse desperdicios por así decirlo genera un stock en el almacén, ya que son guardados y posteriormente son distribuidos a nivel nacional, ya que los limones buenos son los que serán exportados a Estados Unidos.

## 1.3 Preguntas de investigación

- ¿Cuáles son las características de los modelos MRP?
- ¿Qué tan factible es la utilización de herramientas blandas como MRP en el sector primario?
- ¿Qué tipos de limón se cosecha en Martínez de la Torre?
- ¿Qué consecuencias o beneficios tiene el exceso de stock?
- ¿Qué modelos y técnicas existen para reducir el stock y son aplicables para el sector primario?
- ¿Cuál es la importancia de contar con los materiales necesarios para la demanda en productos perecederos como los cítricos?

## 1.4 Objetivos (general y específicos)

Proponer un diseño de planeación de requerimientos de materiales (MRP) dentro del área de producción en una empresa del sector citrícola en la región de Martínez de la Torre para entregar el pedido al cliente en el tiempo establecido.

Objetivos específicos:

- Identificar modelos y técnicas para la reducción de stock y su posible aplicación en el sector primario.
- Proponer una solución para la reducción de exceso de stock.
- Identificar y recomendar la cantidad de los materiales necesarios para satisfacer la demanda requerida a través de un modelo MRP.

## 1.5 Justificación de la investigación

El tema principal de esta investigación es la elaboración del diseño de una planeación de requerimientos de materiales (MRP), es un tema demasiado importante debido a que en la actualidad las empresas ya sean grandes o pequeñas, buscan tener mejor eficiencia día con día y así tener contentos a sus clientes, es por eso que el MRP es importante, ya que permite tener la satisfacción de los clientes y a su vez permite reducir el exceso de stock y la reducción de costos, es por eso que la resolución de un problema, puede mejorar otros, se podría decir que es un suceso en cadena, así como cuando se genera un problema puede afectar otras partes del proceso.

Este trabajo es importante porque el diseño que se plantea será de gran ayuda para que la empresa pueda crecer, y saber cuáles son sus capacidades para cumplir con los pedidos y generar confianza a sus clientes entregando trabajos de calidad. Además de que se podrá demostrar la importancia del uso e implementación del MRP y como se implementara dentro del área de producción desde que el proceso hasta que termina.

En esta propuesta se pretende diseñar un MRP que pueda ser utilizado en una empresa del sector citrícola, localizada en el municipio de Martínez de la Torre,

Veracruz, debido a que es una de las zonas principales encargadas de la producción y exportación principal del Limón Persa.

El uso de este método tiene gran importancia debido a que al ser una empresa exportadora a diferentes países con estándares de calidad altos, debe hacer uso de herramientas que le ayuden a tener una mejor rendimiento en su proceso, y esto podría lograr que incluso tenga más contratos a diferentes países de los que ya es proveedor.

## Capítulo II Marco teórico

## 2.1 Fundamentos teóricos

### 2.1.1. Planeación de requerimientos de materiales (MRP)

Una planeación de requerimientos de materiales, también es conocida como un MRP (debido a sus siglas en inglés, Material Requirements Planning). Esta herramienta tiene inicios en las décadas de los 1950 y 1960 debido a que los entornos productivos no eran nada a como lo son actualmente, en aquellos años el incremento de la demanda agregada de productos en todos los sectores de la industria y la complejidad de las relaciones entre los diversos componentes que forman esos productos, hicieron que las industrias buscaran alternativas que les permitieran cubrir las necesidades de sus clientes. Es de esa manera que ahora los productos son fabricados en serie y grandes lotes, han logrado exponer la ineficacia de los modelos clásicos de gestión de inventarios para la planificación y control de los sistemas productivos (Bustos Flores & Chacón Parra, 2007).

Al paso de los años se han hecho aportaciones, que actualmente han logrado construir diferentes métodos, como lo es la planeación de requerimientos de los materiales (MRP). Los sistemas MRP aparecen a comienzos de los 70 para dar nuevas respuestas a las preguntas de cuándo y cuánto pedir de los materiales que utiliza una empresa.

Delgado y Marín señalan que el éxito inicial de los sistemas MRP debe ser atribuido al trabajo de investigadores como Berry, Plossl, Vollmann, entre otros que asentaron bases de estos sistemas (Delgado & Marin, 2000), así como la aparición del software IBM Copics con una aplicación para soportar las técnicas MRP.

En 1975, la planificación y el control de la fabricación cambiaron profundamente cuando Orlicky introdujo un enfoque sistémico para la planificación de materiales: planificación de requisitos de materiales o MRP, por medio de la publicación de su libro *Material Requirements Planning: The New Way of Life in Production and Inventory Management* (Orlicky, 1974).

Esta obra, en la que el propio autor denomina informalmente "MRP de la A a la Z" (Orlicky, 1974), ya que expone no solamente una exhaustiva descripción de los sistemas MRP, sino que también menciona la importancia de los sistemas MRP para modernizar las empresas, al igual que el autor se adelanta a las posibilidades y problemas potenciales que pudiera presentar estos métodos.

El MRP permitió a las empresas mejorar la calidad y la eficacia de su planificación y programación de los artículos dependientes de la demanda (Romain , Matthieu , Franck, Jacques , & A. Melnyk , 2018), se puede mencionar que esto logro que las empresas comenzaran a crear cronogramas, para tener fechas de entrega y vencimiento de estas mismas para tener una mejor organización, y así mismo garantizar que los pedidos sean entregados en el momento justo.

La planeación de requerimientos de los materiales (MRP) es una metodología que requiere conocer la demanda independiente de los productos finales de la empresa para poder calcular de forma rápida y precisa la demanda dependiente generada por el requerimiento de los productos. El MRP también nos proporciona un programa para producir o pedir la materia prima.

Ángela Patricia Velasco Acosta, Christian Mascle y Pierre Baptiste mencionan que la función principal de MRP, es transferir el Programa Maestro de Producción (MPS) a los componentes de las necesidades de materiales y los pedidos para satisfacer la producción. También define la prioridad del orden y la capacidad. (Velasco Acosta, Mascle , & Baptiste , 2019)

Recientemente, ha surgido del mundo de los profesionales un replanteamiento fundamental de la lógica del MRP, un replanteamiento que se basa en elementos de desarrollos como los sistemas Lean y la teoría de las restricciones (Goldratt & Cox, 1992) para mejorar el rendimiento general y la eficacia de la lógica MRP.

Cabe mencionar que desde sus inicios hasta nuestros días el MRP ha pasado por una serie de alteraciones al paso de los años, con la intención de mejorar el proceso, antes bien, ha sido objeto de diversas extensiones, pudiéndose distinguir en su

evolución cuatro sistemas: MRP originario, MRP de Bucle Cerrado, MRP II y, la más reciente de sus versiones, el ERP (Bustos Flores & Chacón Parra, 2007).

Un sistema MRP necesita los siguientes datos de entrada generados en la empresa.

- Plan maestro de producción
- Lista de materiales
- Registro de inventarios

#### 2.1.1.1 El plan maestro de producción (MPS)

El plan maestro de producción, también conocido como MPS (por sus siglas en inglés, Master Production Schedule), es un plan con los tiempos desglosados que especifica cuántas piezas finales va a fabricar la empresa y cuándo, este debe ser lo más preciso y confiable posible, ya que en este plan se consideran la fecha de entrega al cliente, la fecha de liberación del pedido que cumple con la entrega y el stock de seguridad durante un período de tiempo.

El MPS fue desarrollado en Estados Unidos a partir de los años 60's, como un paquete informático para dar una respuesta puntual al cálculo y planeación de las necesidades de materiales derivadas de un programa de producción industrial, el pionero de este paquete fue Joseph Orlicky, ya que sistematizó todo el conocimiento existente en el libro Material Requirement Planning porque con este se corregían las prácticas de 700 empresas manufactureras. (Orlicky, 1974)

Se construye a partir de los pedidos y pronósticos de ventas, identifica las cantidades de cada uno de los productos terminados y determina en qué periodos es necesario producir, además de que proporciona información esencial para áreas funcionales, tales como operaciones, marketing y finanzas (Ritzman & Krajewski, 2003)

Los objetivos del plan maestro de producción son programar productos finales para que se terminen con rapidez y en el tiempo establecido para la entrega del cliente además de que permite evitar sobrecargas o sub cargas de las instalaciones de productos, de manera que la capacidad de producción se utilice con eficiencia y una reducción de costos en general, además de la disminución de merma que a la misma vez permite tener condiciones que ayudan a tener un mejor nivel óptimo, la

aplicación del MPS ayuda a programar las necesidades de producción y de materias primas para que sean solicitadas y la productividad fluya adecuadamente.

Todos los sistemas de producción tienen capacidad y recursos limitados. Esto plantea un trabajo difícil para el programador del plan maestro de producción, debido a que a pesar de que el plan total proporciona un marco general operativo, el programador tiene que especificar exactamente qué se va a producir y generalmente este tipo de decisiones se toman al tiempo que se reacciona a las presiones de diversas áreas funcionales, como el departamento de ventas (al tener que cumplir el plazo prometido al cliente), finanzas (al hacer una reducción al mínimo del inventario), administración (cuando se maximiza la productividad y el servicio a clientes o al reducir las necesidades de recursos) y la manufactura (al tener programas uniformes y abreviar los tiempos de preparación).

Es por ello que para garantizar un buen plan maestro de producción, el programador (el ser humano) debe:

- Incluir todas las demandas de venta del producto, resurtido de almacén, refacciones y necesidades entre las plantas.
- Nunca perder de vista el plan agregado.
- Comprometerse con los pedidos prometidos al cliente.
- Ser visible en todos los niveles de la administración.
- Equilibrar objetivamente los conflictos de manufactura, marketing e ingeniería.
- Identificar y comunicar todos los problemas (B. Chase & F. Robert, 2011).

Al analizar los datos recolectados con los resultados del MPS, también facilita el cálculo de la capacidad productiva, el número de horas por persona y por máquina que serán necesarios para cumplir con la producción, y de esa manera cumplir con exactitud las fechas de entrega a los clientes.

Jaime A. y María V. mencionan que el plan maestro de producción está diseñado para satisfacer la demanda del mercado, determinando la cantidad de cada producto

terminado y el tiempo requerido para producir cada período futuro dentro del alcance del plan de producción (Leyva Céspedes & Ramos Ruiz, 2009).

Además de que también proporciona información que es requerida en la elaboración de un sistema MRP, el cual nos permite controlar las acciones sugeridas para la adquisición de materiales e integración de subcomponentes diseñados para cumplir con el programa de producción de MPS.

#### 2.1.1.2 Pronósticos

Los pronósticos de Ventas son de vital importancia para los directivos de una empresa debido a que les permitirá tomar decisiones basadas en datos para diferentes áreas, debido a que los pronósticos son una estimación o nivel esperado de ventas de una empresa, línea de productos o marca de producto, que abarca un periodo de tiempo determinado y un mercado específico (Kotler & Armstrong, 2013).

Con base en los datos de ventas anticipadas se planea la cantidad necesaria de capital de trabajo, la utilización de la planta y las instalaciones de almacenaje que serán utilizadas, también dependen de estos pronósticos, el calendario de producción, la contratación de operarios fabriles y la compra de materias primas. Según Stanton, Etzel y Walker en su libro fundamentos de marketing, cuando se ha preparado el pronóstico de ventas, atañe a todos los departamentos de la compañía (Stanton, Etzel, & Walker, 2007). Debido a que esto les permite decidir cuánto gastar en diversas actividades como publicidad y ventas personales.

Los pronósticos de ventas pueden organizarse a corto plazo es cuando los datos registran tiempos de días o semanas, en el caso de los de mediano plazo hace referencia a meses y largo plazo cuando los periodos se reflejan de uno o más años, lo que permitirán establecer planes de expansión, además de que se cree que los números del pronóstico de ventas son conservadores, así que se propone aumentar continuamente las ventas a medida que lo permita el presupuesto de publicidad (Kotler & Keller, 2012).

Debido a que por lo regular los pronósticos de ventas son planteados a un año. Sin embargo, también se elaboran pronósticos de menos de un año cuando la actividad en la que participa la empresa es inestable, y no es viable realizar estimaciones para todo un año, ya que los pronósticos podrían no cumplirse.

Dentro de los pronósticos se encuentran dos tipos de pronósticos principales, los cualitativos y cuantitativos, los cuales nos permiten identificar con mayor facilidad el movimiento de los datos.

#### I. Pronósticos cualitativos

Son utilizados cuando no se cuenta con datos históricos a la mano, además de que generalmente son utilizados para pronósticos de largo plazo. Estos métodos parten de las opiniones de expertos y los más comunes son:

##### a. Pronóstico visionario

Todas las personas pueden efectuar este tipo de pronóstico, ya sean expertas o no en el tema que se va a aplicar, debido a que se basa en la información que se tiene a la mano o de la experiencia y con ello se realiza una conjetura de lo que podría suceder en el futuro.

##### b. Consenso de un panel

Este método se basa en la experiencia e información de un grupo de expertos para realizar pronósticos, para su aplicación basta tan solo con seleccionar y juntar a un grupo de expertos que analizarán la situación y de esa manera expondrán sus diferentes puntos de vista lo cuales les permitirán llegar a una decisión conjunta con la cual podrán llegar a obtener pronósticos más precisos (Gallegos, 2013).

##### c. Método Delphi

Es una alternativa del método de consenso de un panel, de igual manera se busca a un grupo de expertos para ejecutar pronósticos de forma anónima (un punto importante es que no debe de existir contacto entre los participantes) en una serie de etapas interactivas. El objetivo de las

etapas es retroalimentar a los expertos para disminuir la variabilidad en los pronósticos y llegar a un consenso. Durante la primera etapa, el moderador recibe los pronósticos de parte de los expertos junto con los argumentos que los respaldan. El moderador los procesa estadísticamente calculando el primer cuartil, la mediana y el tercer cuartil, información que comparte a los expertos. Con esta información, en una segunda etapa, los expertos hacen una valoración de sus pronósticos y los vuelven a enviar al moderador para su análisis estadístico, el cual servirá como base para iniciar una tercera etapa. Las etapas siguientes son similares, esta iteración controlada y retroalimentada estadísticamente, busca reducir la variabilidad en los pronósticos para llegar a un consenso (Gómez, 2018).

## II. Pronósticos cuantitativos

Usualmente son los más frecuentemente utilizados cuando se tienen datos históricos, y este tipo de pronósticos a su vez son divididos en dos tipos de métodos, debido a que esta división indica que tipo de ecuación o método utilizaran para desarrollar sus pronósticos.

### i. Métodos univariados

Son aquellos que consideran que la variable bajo estudio depende de sus datos pasados, dentro de este método se encuentran los métodos de suavización y de descomposición empleados para realizar pronósticos de corto y mediano plazo.

#### i. Suavización

Son aquellos que usan el patrón histórico de datos para proyectarlo al futuro y realizar pronósticos de la variable de interés, donde se asume que la función del valor en el periodo actual es "t", mientras que el valor en un periodo futuro de la variable es "t+1", y de la misma manera en un periodo anterior el valor será "t-1".

Un punto importante de los métodos de suavización es determinar el patrón de los datos con el que identificara en donde entra el patrón horizontal o estacionario (el cual abarca el promedio móvil simple, promedio móvil de k periodos y Suavización exponencial simple), el patrón de tendencia (el cual abarca promedio móvil doble, suavización exponencial doble: Método de Brown, Suavización exponencial doble: Método de Holt), el estacional (Suavización exponencial triple: Método de Winters), el cíclico y la variación irregular o aleatoria.

ii. Descomposición

Este método plantea que cualquier variable medida a través del tiempo se puede expresar en función de los patrones de estacionalidad, tendencia, componente cíclico y variación aleatoria.

ii. Métodos multivariados

Asumen que es posible determinar el comportamiento de la variable bajo estudio a partir de los niveles de otras variables bajo control, se encuentran los de regresión lineal simple y múltiple, empleados para hacer pronósticos de corto, mediano y largo plazo (Salmerón Gómez & Rodríguez Martínez, 2017).

### 2.1.1.3 La lista de materiales

La lista de materiales también es conocida como BOM por su traducción en inglés Bill of Materials, cabe mencionar que es uno de los principales elementos del programa de MRP (los otros dos son el programa maestro y el archivo con los registros de inventarios).

La lista de materiales desde el punto de vista del control de la producción es un desglose detallado de los materiales que se necesitan para la fabricación de un producto, este listado debe identificar la estructura de los productos terminados, especificando los siguientes aspectos:

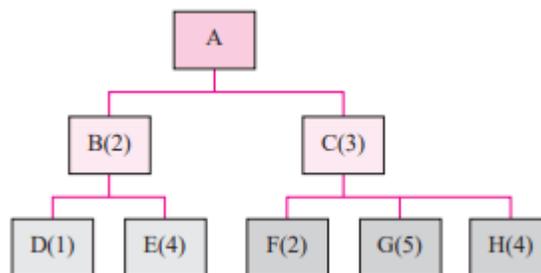
Artículos subcomponentes, así como su cantidad requerida en cada nivel, la secuencia de integración o ensamble de los artículos subcomponentes y los centros de trabajo en los que se realizan los ensambles de esa manera demostrara las sucesivas etapas de la fabricación del producto (Schroeder, 2005).

La estructura de fabricación es la lista precisa y completa de todos los materiales y componentes que se requieren para la fabricación o montaje del producto final, reflejando el modo en que la misma se realiza, por lo que algunos de los requisitos para definir esta estructura son:

- a) Cada componente o material que interviene debe serle asignado un código que lo identifique de forma única debido a que el tener un único código para cada elemento se evitara la confusión de piezas.
- b) Debe de hacerse un proceso de relación por niveles de los componentes, ya que a cada elemento le corresponde un nivel en la estructura de fabricación de un producto, asignado en sentido descendente.

Es entonces donde entra el archivo con la BOM o también llamado archivo de estructura del producto o árbol del producto, porque muestra cómo se arma el producto. Contiene la información para identificar cada artículo y la cantidad usada por unidad de la pieza de la que forma parte.

Figura 1. Lista de materiales (árbol estructural del producto) del producto A



Fuente: F. Robert Jacobs y Richard B. Chase. Administración de operaciones.

Producción y cadena de suministros. 2011

Como se puede observar en la figura, el producto A consta de dos unidades de la pieza B y tres unidades de la pieza C. La pieza B consiste en una unidad de la pieza D y cuatro unidades de la pieza E. La pieza C se fabrica con de dos unidades de la pieza F, cinco unidades de la pieza G y cuatro unidades de la pieza H (B. Chase & F. Robert, 2011), es así como se logra identificar las piezas en qué orden van para ser ensambladas y cuál es la cantidad que será necesaria.

Ahora bien, si los datos son almacenados en una computadora, esta no será capaz de identificar los ensambles con la misma facilidad que la podemos observar, es por eso que es muy ineficiente guardar las piezas escalonadas.

Es por ello que un procedimiento más eficaz es guardar los datos de las piezas en una lista de nivel único, es decir en una tabla en cada columna se debe anotar cada pieza y componente después de su antecesor y el número de unidades necesarias por unidad, esto evitara la duplicación, porque incluye solo una vez cada ensamble (Hopman, 1971).

Figura 2. Lista de piezas en formato escalonado y de nivel único.

Lista escalonada de piezas	Lista de nivel único
A	A
B(2)	B(2)
D(1)	C(3)
E(4)	B
C(3)	D(1)
F(2)	E(4)
G(5)	C
H(4)	F(2)
	G(5)
	H(4)

Fuente: F. Robert Jacobs y Richard B. Chase. Administración de operaciones.

Producción y cadena de suministros. 2011

Como se puede comparar, la lista escalonada es la representación de un árbol estructural del producto, lo cual al no estar correctamente definida en el momento que la computadora la defina podría causar errores.

Es por ello que en el caso de ingresar los datos a una computadora se debe marcar la relación de cada ensamble a su antecedente.

#### 2.1.1.4 Registros de inventario

El sistema de la empresa debe contener un archivo de registros de inventario actualizado para cada uno de los artículos en la estructura de los productos, debido a que se utilizan para realizar un seguimiento del despacho, la transferencia y la devolución de partes de inventario dentro de organizaciones ( Cruz Fernández, 2017).

Se debe contar con los siguientes datos:

- Identificación de los artículos mediante códigos.
- Cantidad disponible.
- Nivel de stock de seguridad.
- Tiempo de abastecimiento de artículos (lead time).

Con el proceso de planificación de necesidades de materiales se determinan las órdenes de compra y producción de todos los artículos (en cantidades y fechas) que son necesarias para cumplir el plan maestro de producción. Para esto, no solo es necesario conocer la composición de los productos, sino también los plazos de reaprovisionamiento de todos los artículos implicados y la disponibilidad de materiales que facilita el control de inventario.

Las funciones de compras y producción alimentan al proceso de planificación, proporcionando información acerca de la recepción de órdenes prevista, complementaria para determinar la disponibilidad de material en un futuro.

Asimismo, las órdenes de compra y producción que son sugeridas, resultantes del proceso de planificación de necesidades, pueden hacerse efectivas mediante las funciones de compras y producción.

La utilización de sistemas MRP con lleva una forma de planificar la producción caracterizada por la anticipación, se trata de establecer qué se quiere hacer en el

futuro y, a partir de ahí, determinar la secuencia de acciones a emprender para poder hacerlo.

Por otra parte, Joaquín delgado y Fernando Marín, señalan algunas limitaciones en la utilización de sistemas MRP, como son:

La posibilidad de disponer de una herramienta para gestionar grandes conjuntos de información, que conduce en muchas organizaciones a no emprender los esfuerzos necesarios para reducir la complejidad.

La credibilidad de la información suministrada por un sistema MRP, condicionada por la alimentación y el mantenimiento de la información que este requiere. La falta de regularidad en la actualización de la información desencadena un proceso deficiente que conduce al uso en paralelo de sistemas de planificación informales y, finalmente, al abandono del sistema MRP, y así mismo hasta llegar a la renuncia de sus beneficios potenciales.

Finalmente, en lo referente a la planificación de la producción, no se tiene en cuenta la disponibilidad de recursos necesaria para llevar a cabo las órdenes de producción sugeridas. Por este motivo, aparecen órdenes de producción que no se pueden realizar y cuestionan la veracidad del resto de los resultados de la planificación (Delgado & Marin, 2000).

### 2.1.2. Sector cítrico

Los cítricos son productos de consumo habitual entre los mexicanos, destacando la naranja, limón, mandarina y toronja, todos ellos con propiedades nutritivas en sus distintas presentaciones, además de que el limón es un alimento rico en vitamina C, ya que 100 g. de esta fruta contienen 51 mg. de vitamina C (Cruz E. S., 2020).

En México se producen tres especies de cítricos, considerados limones por el ácido de su jugo, una de las primeras especies es el limón mexicano o agrio (*Citrus aurantifolia*), el limón italiano (*Citrus lemon*), llamado también amarillo o verdadero y por último el limón persa (*Citrus latifolia*) o también conocido como limón sin semilla, en EUA se conoce como lima de Tahití o lima de Persia (INTAGRI, 2018).

Se sabe que el limón, no es originario de México. Este cítrico tiene sus orígenes en el continente asiático, de acuerdo a los aportes de la historia. Fue introducido al norte de África por los árabes y a Europa, principalmente a España, es de ahí cuando el limón llega a México con la colonización de los españoles.

Por lo que en los años 60's inicia el cultivo del Limón Persa, siendo un proyecto de la compañía refresquera Coca-Cola, donde ayudo a promover el cultivo en la región de Martínez de la Torre, Veracruz, con el objetivo de obtener ácido cítrico que sería utilizado para refrescos, sin embargo, al no obtener el producto que se requería, se alejó del proyecto, dejando las plantaciones en la región (Pérez, Figueroa, & Godinez, 2015).

Los agricultores de esta región se encontraron con el problema de qué hacer con sus plantaciones, fue así que desde los años 1970 se comenzó la introducción de limón en los mercados de ciudad de México, y es así que años después poco a poco se fue introduciendo el limón en el mercado de EUA por la ruta del valle de Texas.

Poco después ocurrió un suceso en 1982, ya que EUA cerró la frontera a la importación de limón mexicano proveniente de Colima y de un municipio de Michoacán por bacterias en los cítricos, lo cual abrió una oportunidad al limón persa dentro del mercado al incrementar la producción para la exportación (Peters, 2002).

La introducción del limón al mercado ha tenido un gran impacto a nivel mundial, es así que en 2016 a nivel mundial se producen 16.3 millones de toneladas de limón al año, donde México es el 2º productor más importante en el ranking mundial, con una aportación del 13.6% según la SIAP.

Dentro del atlas de agroalimentario de 2017 se menciona que Veracruz aporta el 30.8% de la superficie plantada de limón a nivel nacional. Es así que en el 2016 Martínez de la Torre municipio perteneciente a este estado, hace una contribución del 10% del volumen nacional de la producción del limón (Franklin, 2017)-

Según el directorio del Consejo de Estatal del cítrícola, A.C. (Cruz L. J., 2008) se cuenta con 45 emparadoras de Limón Persa ubicadas en la región de Martínez de la Torre, Veracruz.

La agricultura es una fuente principal de sustento para muchas familias y al mismo tiempo ha permitido el crecimiento y competitividad para las naciones. Mundialmente, se estiman 96 millones de toneladas de cítricos, ya que se consideran los frutos de mayor importancia (Maya Ambía, 2017), que a la misma vez beneficia a más de 67 mil familias de productores cítricos y genera además 70 mil empleos directos y 250 mil indirectos por año (Rodríguez Quibrera & Mendoza Herrera, 2014).

Los cítricos pueden ser considerados un producto agrícola básico en México, ya que forman parte de la dieta de la población, es decir, el consumo de cítricos es muy elevado y la mayor parte de la producción de cítricos en México se dedica al consumo doméstico.

La citricultura en México es muy común, puesto que es trabajada en poco más de medio millón de hectáreas, ubicadas en 23 entidades federativas; sin embargo, la geografía productiva se encuentra bien definida, ya que el 91% de la producción total está concentrada en solo 10 estados. Las zonas productoras de cítricos en nuestro país están bien delimitadas. La mayoría de las entidades se encuentran en la costa del Golfo de México, abarca los estados de Tamaulipas, Veracruz, Tabasco y Yucatán, y de menor relevancia Nuevo León y Puebla. Por otro lado, en la costa del Pacífico encontramos a Sonora, Colima, Michoacán y Oaxaca (Maya Ambía, 2017).

### 2.1.3. Sistemas de producción

Un sistema se puede definir como un conjunto de partes interrelacionadas, los sistemas existen con el fin de lograr un objetivo. Cada parte del sistema puede ser un departamento, un organismo o un subsistema. De esta manera, una empresa puede ser vista como un sistema cuyas divisiones son los subsistemas (Gutierrez, 2016).

A mediados del siglo XVIII los talleres artesanales producían la mayor parte de las mercancías consumidas, dentro de estos talleres, los artesanos controlaban el proceso de producción, normalmente dentro de los talleres trabajaba más de un artesano debido a que cada uno producían solo un artículo sin que nadie más interviniera de manera que cada uno conocían las técnicas en su totalidad para fabricar el producto y además de eso los propios artesanos debían venderlo directamente a sus consumidores, el producto era usualmente exhibido por una ventana o en las banquetas de sus casas.

Posteriormente, con la primera revolución industrial, la economía basada en el trabajo manual o artesanal fue reemplazada por las máquinas que se estaban implementando en la industria y la manufactura. Esta primera revolución se caracterizó por un cambio en los instrumentos de trabajo de tipo artesanal por nuevas máquinas, además de este cambio sucedió a pesar de que los instrumentos rudimentarios que eran utilizados por los artesanos, ya que estos instrumentos cumplían con el objetivo para el cual fueron creados, pero al ser manejados por trabajadores con fuerza y velocidad limitada no permitían que la producción fluyera rápidamente.

Este tipo de manufactura no era suficiente para la demanda requerida de los clientes en esa época, buscando eliminar ese problema es cómo se originan e implementan las máquinas y comienza una expansión industrial con la aparición de nuevas fábricas equipadas con estas máquinas que ayudan que el sistema de producción sea más rápido y se cumpla con las demandas de los clientes.

Los sistemas de producción han evolucionado a lo largo de los años como resultado de los cambios sociales y tecnológicos. Sin duda, los requerimientos actuales son diferentes a los de hace unos años, es por ello que las organizaciones deben adquirir nuevas formas de gestionar sus procesos, y solo seguirán siendo efectivos aquellos sistemas que respondan a las demandas actuales del mercado (Vazquez, 2013).

Los sistemas de producción engloban todos los elementos que permiten que la materia prima se convierta en productos terminados, dentro del sector citrícola se tiene un sistema de producción demasiado amplio, ya que el proceso inicia desde la plantación de árboles y los cuidados que se debe tener para que produzcan su fruto. Y posteriormente sea cosechado y llevado a la planta para pasar todo el proceso de selección para que sea enviado a los clientes.

Dentro de los sistemas de producción, se encuentran 4 tipos de producción:

#### 2.1.3.1 Producción por trabajo

Esta modalidad productiva también se la conoce como producción bajo pedido. Consiste en concentrar todos los esfuerzos en elaborar un solo producto cada vez. El resultado es diferente en cada ocasión, por lo que se trata de un concepto asociado a un uso intensivo en mano de obra. Los productos pueden hacerse a mano o mediante una combinación de métodos manuales y mecánicos.

#### 2.1.3.2 Producción por lotes

Es un método de fabricación donde los productos se fabrican por grupos o cantidades específicas, dentro de un marco de tiempo. Un lote puede pasar por una serie de pasos en un gran proceso de fabricación, para así hacer el producto final deseado. Este sistema de producción también se conoce como producción discontinua, porque se acumula el material frente a cada uno de los procesos de producción. Cada uno de los pasos en el proceso de producción se aplica al mismo tiempo a un lote completo de artículos. Ese lote no se mueve a la siguiente etapa del proceso de producción hasta que se realiza todo el lote (Corvo, 2019).

#### 2.1.3.3 Producción en masa

Se enfoca en producir un gran volumen de productos idénticos dentro de una misma línea de producción; sin embargo, no se lleva a cabo de forma continua, debido a que el flujo operativo se reinicia una y otra vez, aunque las fábricas sigan parámetros de automatización y normalización.

Para llevar a cabo la producción en masa se requiere la integración de diferentes componentes, materiales o insumos individuales, que a menudo son comprados a terceros.

Es por ello que en la mayoría de los casos la producción en masa es valorada como un proceso de ensamblaje o de unificación de elementos, que dan como resultado un producto bien terminado (Heizer & Render, 2007).

#### 2.1.3.4 Producción de flujo continuo

Su función es fabricar cientos, miles e, incluso, millones de productos idénticos de manera continua. La principal característica de este sistema, que lo diferencia de cualquier otro, es que nunca para. Sí, se trata de un proceso productivo que se mantiene las 24 horas del día y los 7 días de la semana.

El gran objetivo de este sistema es maximizar la producción y, a la vez, reducir los costes que conlleva detener e iniciar procedimientos.

#### 2.1.4. Software MRP

El término software fue utilizado por primera vez en este sentido por John W. Tukey en 1957. En ingeniería de software e informática, el software es toda la información procesada por un sistema informático: programas y datos.

A lo largo de los años, hemos sido testigos de enormes avances en tecnología y sistemas informáticos que han evolucionado desde computadoras centrales hasta redes inalámbricas, Internet y dispositivos móviles.

En cada avance tecnológico que se ha tenido la propiedad intelectual encuentra vida promoviendo el progreso tecnológico, protegiendo la creación de ideas humanas y brindando oportunidades para el desarrollo de las comunidades (Gonzalez, 2014).

El software son todos aquellos elementos intangibles o lógicos que forman parte de un equipo de cómputo, además de que puede ser aplicado a diversas clases de programas (conjuntos de instrucciones) que permiten dirigir a una computadora y a sus dispositivos relacionados para cumplir con la realización de una tarea específica.

Además de que un software puede recibir una clasificación dependiendo el tipo de programas que se usaran:

- I. Software de sistema consiste en un software que sirve para controlar e interactuar con el sistema operativo, proporcionando control sobre el hardware y dando soporte a otros programas (Gervacio, 2017) encargados de efectuar la gestión de los procesos básicos de un sistema informático. Estos programas realizan diversas tareas, como la transferencia de datos entre la memoria RAM y los dispositivos de almacenamiento (disco rígido, unidades de discos ópticos, etc.).
- II. Software de aplicación son aquellos programas que son instalados en un ordenador con el fin de hacer las tareas que un usuario necesite, este tipo de software es dividido en varias categorías debido a que existen muchos programas, por mencionar algunos son:
  - Aplicaciones de negocio.
  - Aplicaciones de Utilería.
  - Aplicaciones Personales.
  - Aplicaciones de Entretenimiento.

El software de aplicación ha sido escrito con la finalidad de realizar cualquier tarea imaginable, además de que puede ser utilizado en cualquier dispositivo informático, ya que estas aplicaciones logran ser aplicadas en diferentes tareas, debido a que día con día son creadas nuevas aplicaciones con el fin de ayudar al ser humano (Rubio, 2011).

- III. Software de programación es el conjunto de herramientas que son empleadas para el desarrollo, programación o creación de programas o aplicaciones informáticas por parte de los programadores. Las herramientas usadas suelen hacer uso de diversos lenguajes de programación y metodologías de desarrollo a través de un editor de texto y un compilador (Ocampo López & Sanchez Soto, 2011).

Ahora sabiendo la diferencia entre cada categoría de un software, en esta propuesta de MRP se estará utilizando un software de aplicación debido a que solo se instalara en los dispositivos de la empresa.

Es bien sabido que en la actualidad existe una gran variedad de softwares que ayudan a las empresas pequeñas, medianas y grandes a resolver o llevar el control de alguna tarea, en este caso nos enfocaremos en aplicaciones para un MRP para que de esa manera se pueda llevar un mejor control sobre en qué momento la empresa debe hacer sus pedidos de las materias primas que necesitara y en qué fecha deben ser solicitados y la cantidad requerida, permitiéndoles tener una reducción de stock, lo cual a su vez logra tener una reducción de costos que favorece a la empresa.

A continuación, se presentan algunos de los mejores softwares MRP según la lista emitida por Bruno Peláez quien es autor de Capterra, que brinda un servicio gratuito que ayuda a las organizaciones a encontrar el mejor software dependiendo sus necesidades (Peláez, 2018).

#### 2.1.4.1 Prodsmart

Es una solución de control de producción y gestión de planta para fabricantes y productores diseñada para ayudar a rastrear la actividad de la planta y permitir flujos de trabajo de producción sin papel. Los sistemas de ejecución de producción proporcionan datos en tiempo real para ayudar a los usuarios a comprender y mejorar las líneas de producción.

Con Prodsmart, las empresas de fabricación pueden recopilar datos de planta, administrar operaciones e inventario, identificar problemas, crear flujos de trabajo dinámicos, ver análisis de producción y realizar un seguimiento de los trabajadores, todo desde un solo lugar (la plataforma central).

Prodsmart está disponible en los siguientes países: Canadá, Alemania, Reino Unido, Irlanda, México, Estados Unidos, además de los siguientes idiomas: español, inglés, portugués.

Otra ventaja de esta aplica es que cuenta con diferentes planes con precios desde: USD 600.00/mes y así puedas elegir el más adecuado para tu empresa, ya que aparte de tener los planes te da un tiempo prueba de 14 días para que puedas ver cómo funciona y si te es de utilidad.

#### 2.1.4.2 Atlas Planning

Atlas ayuda a empresas de diferentes industrias, desde las que producen alimentos y bebidas, bienes de consumo, electrónica, fabricación industrial, distribución mayorista, comercio minorista y ciencias de la vida.

Las principales características que incluye esta aplicación son la planificación de la demanda, creación de informes y analíticas, simulación y análisis de existencias de seguridad, planificación de capacidad de corte brusco y análisis de escenarios.

Los usuarios pueden comunicarse con las partes interesadas internas y externas a través de notificaciones, uso compartido del calendario y chat en tiempo real. Las herramientas de colaboración de suministro permiten a los usuarios automatizar el intercambio de datos, supervisar el reabastecimiento y sincronizar los planes de fabricación y compras.

Se encuentra disponible en los países siguientes: Emiratos Árabes Unidos, Australia, Bélgica, Bolivia, Brasil, México, etc., además de que los Idiomas admitidos son alemán, danés, español, finés, francés, entre otros.

#### 2.1.4.3 Katana MRP

Es una aplicación en línea de gestión de inventarios y producción diseñada para ayudar a los pequeños fabricantes a optimizar sus operaciones diarias y vender en línea, con gestión de fabricación, almacén, cartera, ventas y compras. Como una solución basada en la nube, Katana MRP soporta copias de seguridad de datos automáticas y da a los usuarios la flexibilidad para trabajar sobre la marcha desde cualquier dispositivo habilitado para Internet.

El módulo de gestión de inventarios de Katana MRP facilita la gestión automática y el control en tiempo real del inventario, además de la optimización del nivel de stock. Los cálculos óptimos del nivel de stock ayudan a los usuarios a tomar decisiones informadas de fabricación o abastecimiento.

Se encuentra disponible en los países siguientes: Andorra, Antigua y Barbuda, Anguila, Albania, Curazao, etc. El único inconveniente podría ser que solo se encuentra en el idioma de inglés, además de que tiene Precios desde: USD 99.00/mes y te da una prueba gratuita de 14 días.

## Capítulo III Desarrollo y metodología

### 3.1 Procedimiento y descripción de las actividades realizadas (Si el proyecto se perfila para tesis a futuro se podrá agregar anticipadamente los siguientes puntos):

Para tener un mayor conocimiento del proceso de producción de empaclado del Limón Persa dentro de la empresa ubicada en la región de Martínez de la Torre, Veracruz, se analizó el proceso al cual es sometido el cítrico desde que llega hasta que termina empaclado listo para ser distribuido a los clientes, este proceso está dividido en 2 áreas que a su vez cada una de ella sigue una secuencia diferente de paso que se describen a continuación.

Inicia con el área Sucia, dentro de ella se encargan de realizar la primera parte del proceso, que es la Descarga y recepción del limón, ya que es el manejo después de la cosecha, inicia con la recepción y pesado del producto. Los limones llegan de los campos de cultivo en cajas plásticas, se recibe en el área de almacén de materias primas de la empacadora, es pesado en la báscula y se etiqueta cada caja con su peso y fecha de recepción. Posteriormente, se deja reposar de 12 a 24 horas, con el objetivo de detectar anomalías que se pudieran presentar durante la cosecha o en su transporte hacia la empacadora.

Figura 3. Entrada de limón bruto de la cosecha



Fuente: Elaboración Propia 2021

Posteriormente, en esta parte del proceso se hace la separación de los limones que presenten rasgaduras o señales de estar dañados o con una coloración que no sea

la adecuada, se colocan en cajas que posteriormente serán llevadas al área donde se realiza el lavado del producto.

Figura 4. Selección de Limón



Fuente: Elaboración Propia 2021

En ese momento pasan al área limpia, se define de esa manera debido a que una vez eliminados los limones que no cumplen con las normas de calidad necesarias para el mercado de exportación se vacían sobre una banda transportadora que va avanzando para así someterse a un lavado con jabón que es previamente preparado y posteriormente es enjuagado por agua en forma de presión que sale por un tubo mientras la banda avanza pasa por más de un enjuague al cual se realiza con el propósito de eliminar todas las impurezas que tenga adherido el limón, como la fumagina (es un hongo que se reproduce en los tallos y hojas) y los residuos de los productos químicos usados en el proceso de producción en su camino en el proceso.

Figura 5. Lavado del limón



Fuente: Elaboración Propia 2021

Consecutivamente, llegan al final de la banda donde es vaciado a otra banda transportadora para ser seleccionado y calibrado debido a que el limón contenido debe ser revisado de acuerdo a su diámetro para que sean eliminados los limones que no estén dentro de los parámetros establecidos para su empaque.

Figura 6. Calibrado



Fuente: Elaboración Propia 2021

Al tener los limones adecuados para el empaque son enviados por bandas transportadoras a la siguiente parte del proceso que consiste en rociar el limón con cera a fin de que se pueda alargar su periodo de vida, ya que la capa de cera tiene como objetivo evitar la pérdida del agua por transpiración, lo que impide daños de deshidratación, además de dar una mejor presentación al limón y posteriormente se realiza el secado de la cera.

Figura 7. Encerado



Fuente: Elaboración Propia 2021

Figura 8. Secado de cera



Fuente: Elaboración Propia 2021

Al estar seca la cera, sigue su camino para que se le coloque su etiquetada individual con la marca del producto y así permitir que sea finalmente empacado en cajas de cartón, las cuales deben tener la ventilación necesaria para mejorar su conservación, cabe mencionar que este proceso de empaque se hace manualmente para que los limones sean bien colocados y a la hora de ser enviados no sean maltratados.

Figura 9. Empacado en cajas



Fuente: Elaboración Propia 2021

Además de que permite tener un mejor control de calidad, ya que el contenido de cada caja debe ser homogéneo, puesto que los limones deben ser del mismo origen, calidad, tipo de coloración y calibre.

El acomodo de los limones dentro de las cajas debe hacerse de tal manera que se asegure su protección durante el transporte, se clasifica en los siguientes calibres:

175 y 150. La escala se refiere al número de limones contenidos en las cajas de con capacidad de 20 Kg. El contenido de unidades de limón varía dependiendo el calibre y finalmente con las cajas llenas se procede al sellado y son enviados al almacén de productos terminados donde son entarimados para poder tener una mejor transportación de las cajas y éstas a su vez no sean maltratadas.

Figura 10. Entarimado



Fuente: Elaboración Propia 2021

Sabiendo el proceso se comenzará definiendo la estructura del producto por medio de una lista de materiales, posteriormente se elabora el plan maestro de producción. En el cual tendremos definidas las cantidades que se deberán producir próximamente.

Las actividades de la propuesta inician cuando se empieza a conocer el proceso de producción que sigue la empresa para el empaqueo de Limón Persa, el cual inicia desde que el limón es solicitado y este mismo llega a la planta, hasta que el limón se empaqua y es entarimado para su exportación.

Así mismo, también se comienza con una pequeña investigación del método que se propondrá que en este caso es una planeación de requerimientos de los materiales (MRP), lo cual nos permitirá orientarnos y de esa manera saber que datos son necesarios que recolectemos para que el trabajo esté completo además de que se pueda desarrollar de la manera más adecuada posible.

De esa manera se logró saber que antes de la aplicación de ese método, se debía hacer la elaboración de un plan maestro de producción (MPS), debido a que uno de los datos que se necesita en el MRP es el requerimiento bruto que es generado por un MPS, sabiendo eso es como se da inicio a la elaboración de la propuesta.

Finalmente, se inician las actividades del cronograma, al ir observando el proceso se empieza la elaboración de una lista de todos los materiales que son usados durante la producción del empaçado de Limón Persa dentro de la empresa ubicada en la región de Martínez de la Torre además del registro también se elabora un árbol estructural del producto que permitirá visualizar y entender de mejor manera el proceso o seguimiento que se debe seguir para que el producto se cumpla.

De esta manera se podrá empezar con un registro de los pedidos a futuro para ir creando un historial de información de ventas, ya que son datos importantes que serán utilizados en la elaboración del plan maestro de producción (MPS) el cual nos ayudara a saber qué cantidad de cada materia se tiene dentro del almacén y se elaborara un registro de inventario para llevar un control de las entradas y salidas del almacén.

Para lograr la elaboración del MPS también fue necesario elaborar un registro de inventario de los almacenes (entrada y salida) para saber de ese modo cuáles son las entradas y salidas que se han tenido y de esa manera saber qué cantidad de cada materia se tiene en almacén, al tener esos datos nos permitirá generar un registro para pronosticar las ventas de los últimos meses; para un mejor análisis los datos fueron proyectados en una gráfica de tendencia la cual nos permite observar cómo ha sido su comportamiento.

Al tener todos los datos se procedió a comenzar con la elaboración del formato del plan maestro de producción (MPS) en Excel para que de esa manera se pueda ir llenando con los datos y en automático va arrojando los datos.

Posteriormente, teniendo los datos arrojados del MPS y todos los datos necesarios es cuándo podremos comenzar la realización de la planeación de requerimientos de

los materiales (MRP) para poder tener una reducción de los costos al tener una reducción del inventario al no tener mercancía de más o de menos que provoque que falte algún producto.

Tabla 1. Cronograma de Actividades

Cronograma de Actividades										
Actividades	Fechas									
	SEP	SEP	SEP	SEP	OCT	OCT	OCT	OCT	OCT	OCT
	20-22	23-25	26-28	29-30	01-03	04-06	08-10	11-13	13-14	14-15
Elaboración de la lista de materiales	■									
Recolección de ventas futuras		■								
Elaboración del Plan maestro de producción			■							
Revisión de los avances				■						
Correcciones del Trabajo					■					
Recolección de datos o el registro de inventario						■				
Elaboración del registro de inventario							■			
Elaboración de MRP								■		
Entrega de trabajo para revisión									■	
Correcciones del Trabajo										■

Fuente: Elaboración Propia 2021

## 3.2 Alcance y enfoque de la investigación

El presente trabajo será elaborado bajo el planteamiento metodológico del enfoque cuantitativo, debido a que se explicarán los resultados obtenidos mediante la recopilación, análisis y presentación de los datos obtenidos en la investigación al ser implementados en un MRP para saber el por qué es necesario su uso, y de esa manera utilizar una metodología cuantitativa.

Así mismo, se busca establecer una relación entre los datos que se recopilarán. Y de esa manera permitir ser analizados para saber el beneficio que tendrá el proceso de la empresa.

Estos datos serán obtenidos del área de producción de una empresa ubicada en la región de Martínez de la Torre, Veracruz. En la que sabemos es una de las principales productoras y exportadora de Limón Persa.

## 3.3 Hipótesis

La Propuesta del diseño de planeación de requerimientos de los materiales (MRP) permite cubrir adecuadamente las necesidades del área de producción de una empresa del sector citrícola de la región de Martínez de la Torre.

## 3.4 Diseño y metodología de la investigación

La metodología que será utilizada consiste en la investigación y el análisis del área de producción, permitiendo la identificación del origen del problema a resolver, a lo cual se elabora un plan de acción compuesto por un objetivo y actividades, con herramientas de inventarios y compras (MRP) con el objetivo de llevar un registro adecuado que le permita mejorar y evitar que siga sucediendo el mismo problema. Para ello se recomienda seguir los siguientes pasos:

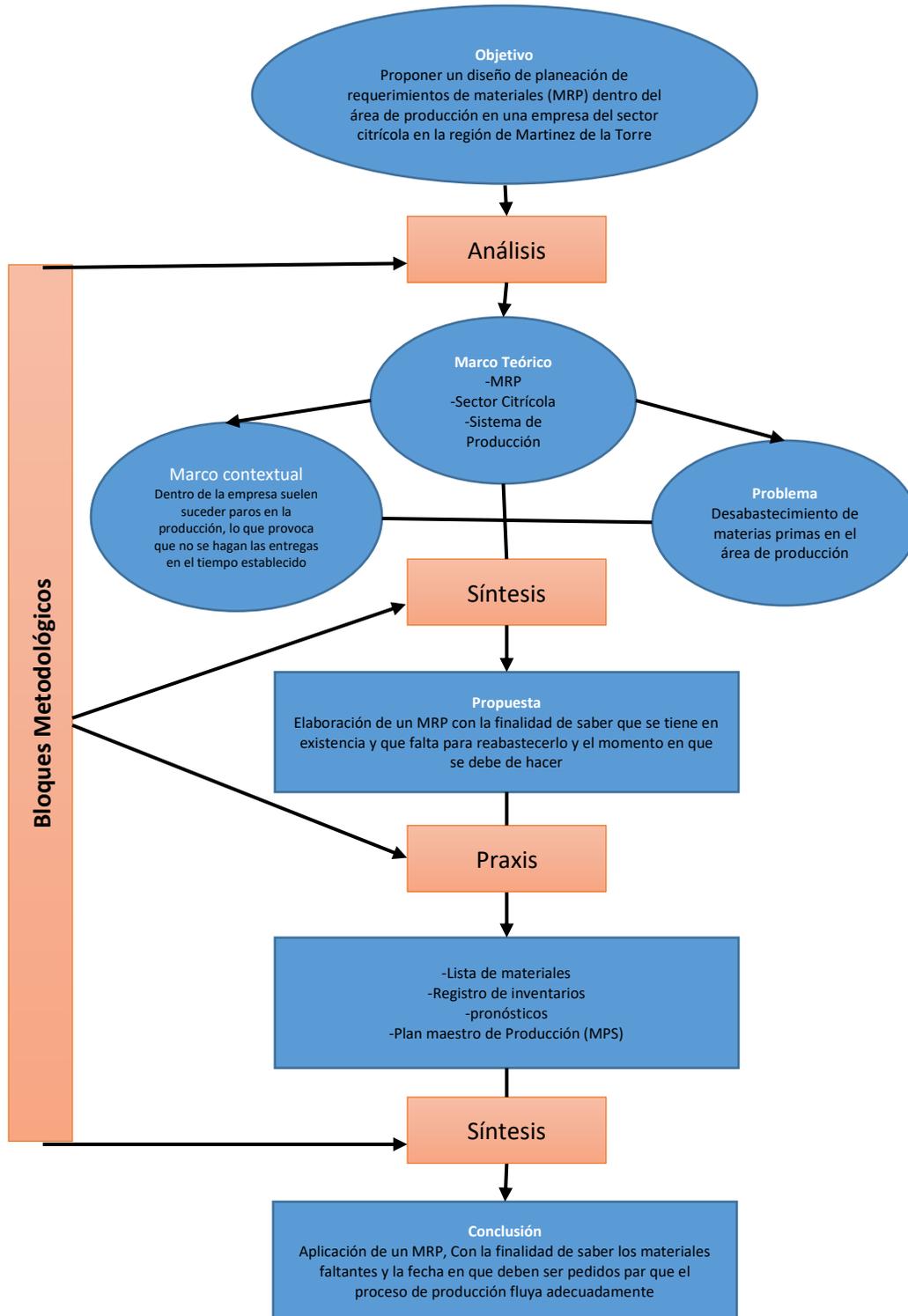
- I. Investigar el proceso de producción en el sector citrícola a través de la elaboración de un diagrama de flujo que permitirá analizarlo de mejor manera.
- II. Analizar del proceso para identificar el origen del problema.

- III. Cotejar que los productos que entran o salen sean de la cantidad que fue requerida, a través de una lista de datos.
- IV. Elaborar y verificar los datos de inventarios que nos permita saber lo que se tiene de materia prima y que hace falta, además del registro de pedidos y pronósticos.
- V. Comenzar con la elaboración de un plan maestro de producción (MPS) que arrojará los últimos datos necesarios para elaborar la propuesta.
- VI. A partir de los datos recolectados comenzar con la elaboración de una planificación de requerimientos de los materiales (MRP).

Se requiere analizar el inventario disponible, y así determinar la cantidad faltante de los productos y el tiempo en que serán requeridas. Se desarrollará por medio de una investigación correlacional, ya que se analizarán las variables, para determinar una planificación de requerimientos de los materiales (MRP) adecuada.

La investigación comenzara con la recolección de datos por medio de una lista de materiales en la cual se incluyan las características del mismo, posteriormente se generará un registro de inventario por mes que especificara las entradas y salidas de los materiales que son necesarios para llevar un control, posteriormente se generaran pronósticos de ventas con base a las ventas pasadas para así poder desarrollar un MRP en el cual nos marcara cuál será la materia necesaria.

### 3.4.1. Diagrama metodológico



## 3.5 Selección de la muestra

### 3.5.1 Población

Para nuestro estudio se considera como población de estudio los materiales utilizados en el área de producción dentro de la empresa del sector citrícola ubicada en Martínez de la Torre, Veracruz.

Tabla 2. Población de estudio

Materia	Población (mensual)	
Caja de limón (Tarimas)	37	Tarimas
Limón Persa	41	Ton
Cera Clarity Citrus	21	botes
Etiqueta para Limón	21	rollos
Caja de cartón	20	Paquete

Fuente: Elaboración Propia 2021

### 3.5.2 Muestra

Corresponde a una muestra probabilística debido a que cualquier material será seleccionado de manera aleatoria para que de esa manera se tenga la misma probabilidad de ser seleccionada.

Se estableció el tamaño de la muestra y el tipo de muestreo que se utilizara para seleccionar la muestra de los materiales.

#### a. Tamaño de la muestra

Se determinó el tamaño de la muestra empleando la siguiente fórmula que tiene en cuenta el tamaño de la población, el nivel de confianza expresado en un coeficiente de confianza redondeado y el margen de error.

Datos:

- N= Población
- Z= Coeficiente de confiabilidad para el 94% de nivel de confianza
- p y q = son las probabilidades de éxito y fracaso que tiene cada integrante de la población.

- E = es el error seleccionado de 5

Formula de tamaño de muestra (n):

$$n = \frac{2N(p)(q)}{E^2(N - 1) + 2p * q}$$

Tabla 3. Tamaño de la muestra de cada materia

Materia	Tamaño de la muestra
Caja de limón (Tarimas)	17
Limón Persa	19
Cera Clarity Citrus	10
Etiqueta para Limón	10
Caja de cartón	9

Fuente: Elaboración Propia 2021

b. Tipo de muestreo

Después de calcular el tamaño de la muestra, se utilizó el tipo de muestreo aleatorio simple, por lo que la población tiene la misma probabilidad de ser seleccionado o no.

Las muestras aleatorias fueron elegidas al azar dentro de la empresa y de esa manera fueron tomados los datos necesarios, no se necesitó de una fórmula debido a que todas las muestras tenían la misma probabilidad de ser elegidas, lo único que si debía ser cumplido es el tamaño de la muestra que debía ser seleccionada.

## 3.6 Recolección de datos

### 3.6.1 Selección del instrumento

Para la recolección de datos del proceso se llegó a la conclusión que es será por medio de una lista de datos estadísticos debido a que nos permitirá utilizar diferentes tipos de tablas para poder obtener los datos necesarios para poder desarrollar adecuadamente el MRP.

### 3.6.2 Aplicación del instrumento

Una propuesta de una planeación de requerimientos de los materiales (MRP) es empleada o utilizada cuando dentro de una empresa no se tiene una planificación adecuada los materiales dentro del inventario, además de que existe un exceso de stock.

Dentro de la empacadora de limón persa de la región de Martínez de la Torre, se encontró el problema de que no se lleva un registro de los inventarios, por lo tanto, no se sabe que material hace falta y esto a su vez provoca que la producción no fluya y no se cumpla con las entregas adecuadamente. Para esto se iniciará con la realización de una lista de materiales sencilla, para saber que materiales se usan durante el proceso de producción del empaado del limón persa.

Tabla 4. Formato de lista de materiales

Lista de materiales		
Empresa empacadora de limón persa		
Martinez de la Torre, Veracruz		
Realizada por:	Fecha:	
Código	Materia	Características

Fuente: Elaboración Propia 2021



<b>Meses pronosticados</b>			

Fuente: Elaboración Propia 2021

Finalmente, con los datos necesarios se realizará un plan maestro de producción (MPS), para obtener los últimos datos necesarios que nos permitirán desarrollar de manera favorable una planeación de requerimientos de materiales (MRP).

### 3.6.3 Preparación de datos

#### 3.6.3.1 Lista de Materiales

Como se mencionó anteriormente se realizó una lista de materias que son parte del producto final del proceso de producción, que en este caso son las cajas de limones, dentro de la lista se le asignó un código a cada materia para poder identificarlo de manera más rápida, por último, se colocaron algunas características importantes sobre las materias primas.

En la tabla 7 se puede visualizar las materias primas necesarias para que el proceso de producción de la empacadora, desde el limón que es la principal materia, como los aditamentos secundarios que hacen que este proceso se cumpla.

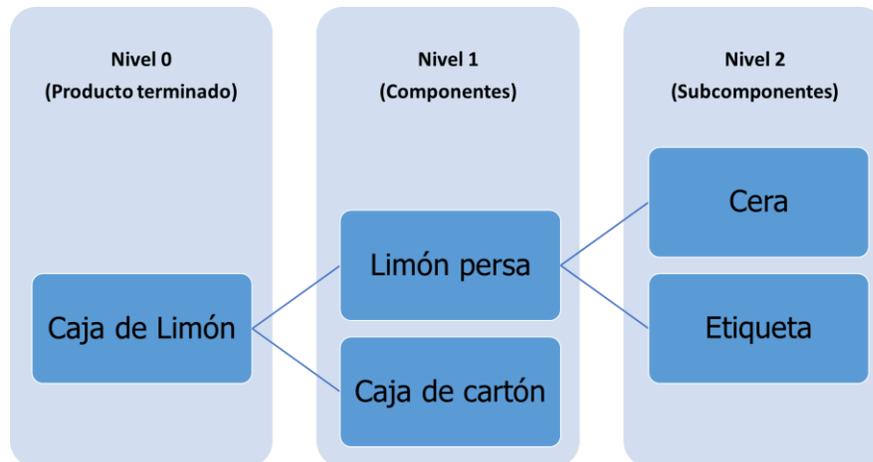
Tabla 7. Lista de materiales

<b>Lista de materiales</b>		
Empresa empacadora de Limón Persa		
Martinez de la Torre, Veracruz		
Realizada por: Sandra Martinez		Fecha: 20/09/2021
<b>Código</b>	<b>Materia</b>	<b>Características</b>
PT21	Caja de limón (Tarimas)	Cada tarima contiene 54 cajas que cada pesa 20 kg cada una
LP21	Limón Persa	se compra por tonelada
CC21	Cera Clarity Citrus	Los botes contienen 200 litros cada uno
EP21	Etiqueta para Limón	Cada rollo contiene 2000 etiquetas adheribles
CE21	Caja de cartón	los paquetes contienen 100 pz y la caja es de 28.0 x 33.0 x 12.0 cm

Fuente: Elaboración Propia 2021

Nos dimos a la tarea de desarrollar un mapa de manera jerárquica para detallar los materiales precisos que son usados durante el proceso de fabricación, mostrando en el nivel más alto el producto terminado y en los niveles inferiores los componentes y subcomponentes, que hacen que este producto sea realizado, como se puede observar.

Figura 11. Lista de materiales



Fuente: Elaboración Propia 2021

### 3.6.3.2 Registro de Inventario

Posteriormente, se inició con la recolección de datos del registro de inventario de las materias primas donde se reflejan las cantidades que se tienen en existencia física en los almacenes, estos datos son tomados desde inicio de año hasta la fecha que se hizo la recolección en el mes de septiembre. Cabe mencionar que los datos colocados son por mes y se hizo un inventario por cada materia que se utilizará en el proceso de producción del empaclado del Limón Persa.

Comienza con la tabla 8 con una entrada al almacén de producto terminado con una cantidad de 39 tarimas y cada una de ellas con 54 cajas de limón de 20 kg, dando un total de 2106 cajas equivalentes a 42120 kg de limón, listo para ser exportado.

Tabla 8. Registro de inventario de Caja de Limón Persa

Registro de Inventario										
Empresa empacladora de Limón Persa										
Martinez de la Torre, Veracruz										
Realizada por: Sandra Martinez Hernandez							Fecha:		23/09/2021	
Código	Nombre	Descripción	Mes	Fecha	Entrada		Salida		Total	unidad
PT21	Caja de limón (Tarimas)	Cada tarima contiene 54 cajas que cada pesa 20 kg cada una	ENERO	02/01/2021	39	Tarimas			39	Tarimas
				30/01/2021			37	Tarimas	2	Tarimas
			FEBRERO	01/02/2021	37	Tarimas			39	Tarimas
				28/02/2021			18	Tarimas	21	Tarimas
			MARZO	01/03/2021	37	Tarimas			58	Tarimas
				30/03/2021			39	Tarimas	19	Tarimas
			ABRIL	01/04/2021	38	Tarimas			57	Tarimas
				30/04/2021			37	Tarimas	20	Tarimas
			MAYO	01/05/2021	38	Tarimas			58	Tarimas
				30/05/2021			45	Tarimas	13	Tarimas
			JUNIO	01/06/2021	37	Tarimas			50	Tarimas
				30/06/2021			37	Tarimas	13	Tarimas
			JULIO	01/07/2021	37	Tarimas			50	Tarimas
				30/07/2021			39	Tarimas	11	Tarimas
			AGOSTO	01/08/2021	38	Tarimas			49	Tarimas
				30/08/2021			36	Tarimas	13	Tarimas
			SEPTIEMBRE	01/09/2021	38	Tarimas			51	Tarimas
				30/09/2021			37	Tarimas	14	Tarimas
								<b>Total</b>	<b>14</b>	<b>Tarimas</b>

Fuente: Elaboración Propia 2021

En la tabla 9 se puede observar el inventario de limón bruto llegado de la cosecha en el mes de enero, donde hay una entrada de 43 toneladas, las cuales pasan por el proceso y se determinan cuál limón cumple con las características necesarias para ser exportado y el que no lo cumple se queda en el mercado nacional para ser consumido dentro del mismo y así mes con mes.

Tabla 9. Registro de inventario del Limón Persa

Registro de Inventario										
Empresa empaadora de Limón Persa										
Martinez de la Torre, Veracruz										
Realizada por: Sandra Martinez Hernandez							Fecha:		23/09/2021	
Código	Nombre	Descripción		Fecha	Entrada		Salida		Total	unidad
LP21	Limón Persa	se compra por tonelada	ENERO	02/01/2021	43	Ton			43	Ton
				30/01/2021			41	Ton	2	Ton
			FEBRERO	01/02/2021	41	Ton			43	Ton
				28/02/2021			20	Ton	23	Ton
			MARZO	01/03/2021	41	Ton			64	Ton
				30/03/2021			43	Ton	21	Ton
			ABRIL	01/04/2021	42	Ton			63	Ton
				30/04/2021			41	Ton	22	Ton
			MAYO	01/05/2021	42	Ton			64	Ton
				30/05/2021			49	Ton	15	Ton
			JUNIO	01/06/2021	40	Ton			55	Ton
				30/06/2021			41	Ton	14	Ton
			JULIO	01/07/2021	41	Ton			55	Ton
				30/07/2021			43	Ton	12	Ton
			AGOSTO	01/08/2021	42	Ton			54	Ton
				30/08/2021			39	Ton	15	Ton
			SEPTIEMBRE	01/09/2021	42	Ton			57	Ton
				30/09/2021			41	Ton	16	Ton
<b>Total en cajas</b>								<b>16</b>	<b>Ton</b>	

Fuente: Elaboración Propia 2021

De la misma manera, en la tabla 10 podemos observar en la cantidad de salida se muestra la cantidad de cera que fue necesaria para cubrir los limones dentro del proceso de mes con mes, ya que la cera les permite prolongar su vida un tiempo.

Tabla 10. Registro de inventario de Cera Clarity Citrus

Registro de Inventario										
Empresa empacadora de Limón Persa										
Martinez de la Torre, Veracruz										
Realizada por: Sandra Martinez Hernandez							Fecha:		23/09/2021	
Código	Nombre	Descripción		Fecha	Entrada		Salida		Total	unidad
CC21	Cera Clarity Citrus	Los botes contienen 200 litros cada uno	ENERO	02/01/2021	22	botes			22	botes
				30/01/2021			21	botes	1	botes
			FEBRERO	01/02/2021	21	botes			22	botes
				28/02/2021			10	botes	12	botes
			MARZO	01/03/2021	21	botes			33	botes
				30/03/2021			22	botes	11	botes
			ABRIL	01/04/2021	21	botes			32	botes
				30/04/2021			21	botes	11	botes
			MAYO	01/05/2021	21	botes			32	botes
				30/05/2021			25	botes	7	botes
			JUNIO	01/06/2021	20	botes			27	botes
				30/06/2021			21	botes	6	botes
			JULIO	01/07/2021	21	botes			27	botes
				30/07/2021			22	botes	5	botes
			AGOSTO	01/08/2021	21	botes			26	botes
				30/08/2021			20	botes	6	botes
			SEPTIEMBRE	01/09/2021	21	botes			27	botes
				30/09/2021			21	botes	6	botes
<b>Total</b>								<b>6</b>	<b>botes</b>	

Fuente: Elaboración Propia 2021

Siguiendo con los materiales secundarios llegamos a las etiquetas que son colocadas en cada pieza de limón, la cual es un respaldo de la certificación del limón que está dando la empacadora, la cantidad de rollos varía ya que depende de la cantidad de limón que sea empacado, en la tabla 11 se muestran las entradas y salidas del inventario de cada mes.

Tabla 11. Registro de inventario de Etiqueta para pieza

Registro de Inventario										
Empresa empaadora de Limón Persa										
Martinez de la Torre, Veracruz										
Realizada por: Sandra Martinez Hernandez								Fecha:		23/09/2021
Código	Nombre	Descripción		Fecha	Entrada		Salida		Total	unidad
EP21	Etiqueta para Limón	Cada rollo contiene 2000 etiquetas adheribles	ENERO	02/01/2021	22	rollos			22	rollos
				30/01/2021			21	rollos	1	rollos
			FEBRERO	01/02/2021	21	rollos			22	rollos
				28/02/2021			10	rollos	12	rollos
			MARZO	01/03/2021	21	rollos			33	rollos
				30/03/2021			22	rollos	11	rollos
			ABRIL	01/04/2021	21	rollos			32	rollos
				30/04/2021			21	rollos	11	rollos
			MAYO	01/05/2021	21	rollos			32	rollos
				30/05/2021			25	rollos	7	rollos
			JUNIO	01/06/2021	20	rollos			27	rollos
				30/06/2021			21	rollos	6	rollos
			JULIO	01/07/2021	21	rollos			27	rollos
				30/07/2021			22	rollos	5	rollos
			AGOSTO	01/08/2021	21	rollos			26	rollos
				30/08/2021			20	rollos	6	rollos
			SEPTIEMBRE	01/09/2021	21	rollos			27	rollos
				30/09/2021			21	Rollos	6	rollos
<b>Total</b>								<b>6</b>	rollos	

Fuente: Elaboración Propia 2021

La entrada y salida de cajas del inventario depende del limón listo para ser empacado, ya que cada caja tiene la capacidad de almacenar 20 kg de limón, las piezas en su interior varían dependiendo el calibre de limón que se esté empacando, estas cajas son armadas al momento de ser utilizadas para no ocupar mucho espacio dentro del almacén, en la tabla 12 se pueden observar la cantidad de paquetes que entran y salen cada mes cabe mencionar que cada paquete costa de 100 cajas cada uno.

Tabla 12. Registro de inventario de Cajas de Cartón

Registro de Inventario										
Empresa empaadora de Limón Persa										
Martínez de la Torre, Veracruz										
Realizada por: Sandra Martínez Hernández							Fecha:		23/09/2021	
Código	Nombre	Descripción		Fecha	Entrada		Salida		Total	unidad
CE21	Caja de cartón	Los paquetes contienen 100 pz y la caja es de 28.0 x 33.0 x 12.0 cm	ENERO	02/01/2021	22	Paquete			22	Paquete
				30/01/2021			20	Paquete	2	Paquete
			FEBRERO	01/02/2021	20	Paquete			22	Paquete
				28/02/2021			10	Paquete	12	Paquete
			MARZO	01/03/2021	20	Paquete			32	Paquete
				30/03/2021			22	Paquete	10	Paquete
			ABRIL	01/04/2021	21	Paquete			31	Paquete
				30/04/2021			20	Paquete	11	Paquete
			MAYO	01/05/2021	21	Paquete			32	Paquete
				30/05/2021			25	Paquete	7	Paquete
			JUNIO	01/06/2021	20	Paquete			27	Paquete
				30/06/2021			20	Paquete	7	Paquete
			JULIO	01/07/2021	20	Paquete			27	Paquete
				30/07/2021			22	Paquete	5	Paquete
			AGOSTO	01/08/2021	21	Paquete			26	Paquete
				30/08/2021			20	Paquete	6	Paquete
			SEPTIEMBRE	01/09/2021	21	Paquete			27	Paquete
				30/09/2021			20	Paquete	7	Paquete
<b>Total</b>								<b>7</b>	<b>Paquete</b>	

Fuente: Elaboración Propia 2021

Teniendo el inventario se siguió con la búsqueda de las ventas y compras hechas los meses pasados, en la que se elaboró una tabla sencilla para llevar un registro.

### 3.7 Análisis de datos

#### 3.7.1 Pronósticos

Los datos obtenidos fueron colocados en un formato realizado anteriormente con el fin de poder desarrollar los pronósticos de los 3 meses faltantes del año, ya que nos serán de utilidad para el desarrollo del MPS, así como los pedidos que se deben entregar o se realizarán posteriormente para que no haya falta de materia prima.

Se comenzó con el pronóstico de tarimas de limón a vender en los meses de octubre, noviembre y diciembre, para calcular los pronósticos se tomaron los datos de los pedidos de los clientes que ya se tenían, de esa manera se obtuvo un total de 121 tarimas por los 3 meses; como se puede observar en la tabla 13, dando un total de 6534 cajas equivalentes a 130680 kg de limón pronosticados para la venta de esos meses.

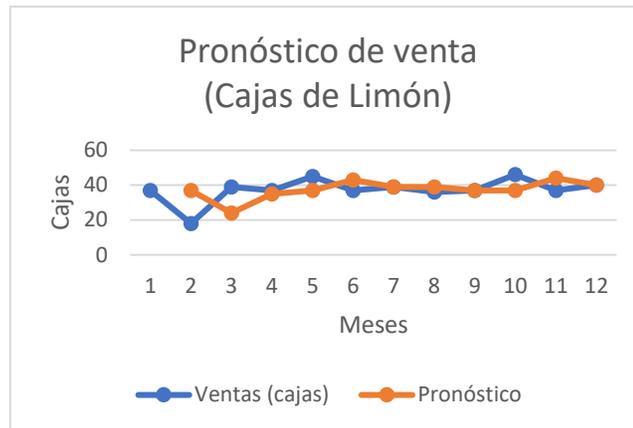
Tabla 13. Pronóstico de Ventas (Cajas de Linón)

Pronóstico de venta 2021			
Empresa empacadora de Limón Persa			
Martinez de la Torre, Veracruz			
Realizado por: Sandra Martinez Hernandez			
Caja de limón (Tarimas)	MES	Ventas (cajas)	Pronóstico
	Enero	37	
	Febrero	18	37
	Marzo	39	24
	Abril	37	35
	Mayo	45	37
	Junio	37	43
	Julio	39	39
	Agosto	36	39
	Septiembre	37	37
	Meses pronosticados	Octubre	46
Noviembre		37	44
Diciembre		40	40

Fuente: Elaboración Propia 2021

La gráfica 1 permite visualizar de una mejor manera cada uno de los datos tomados por mes y permite visualizar los pronósticos de los últimos meses restantes del año.

Grafica 1. Pronóstico de Ventas (Cajas de Limón)



Fuente: Elaboración Propia 2021

De igual manera se hicieron los cálculos de las toneladas de limón que serán necesarias para esos meses con base en los pedidos de los clientes para saber un aproximado de lo que se tendría que pedir y así lograr el desarrollo de los pronósticos como se puede observar en la tabla 14.

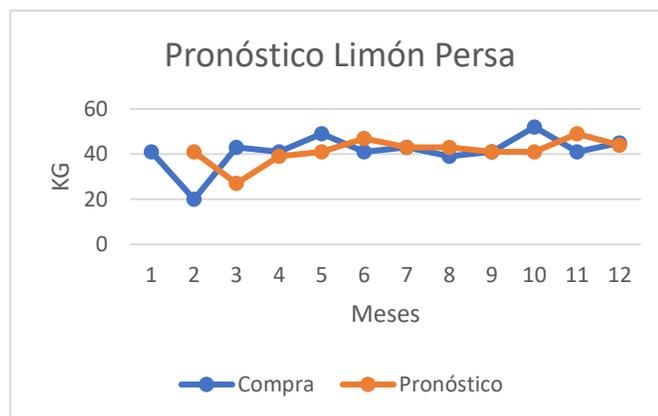
Tabla 14. Pronóstico del Limón Persa

Pronóstico 2021			
Empresa empacadora de Limón Persa			
Martinez de la Torre, Veracruz			
Realizado por: Sandra Martinez Hernandez			
Limón Persa	MES	Compra	Pronóstico
	Enero	41	
	Febrero	20	41
	Marzo	43	27
	Abril	41	39
	Mayo	49	41
	Junio	41	47
	Julio	43	43
	Agosto	39	43
	Septiembre	41	41
meses pronosticados	Octubre	52	41
	Noviembre	41	49
	Diciembre	45	44

Fuente: Elaboración Propia 2021

En la gráfica 2 nos permite visualizar de una mejor manera cada uno de los datos tomados por mes y permite visualizar los pronósticos de los últimos meses restantes del año.

Grafica 2. Pronóstico del Limón Persa



Fuente: Elaboración Propia 2021

De la misma forma en que sigue el proceso se necesitará de la cera que es fundamental, se hizo un aproximado de cuanto se necesitaría y con los datos pasados se hizo el pronóstico que se pueden observar en la tabla 15.

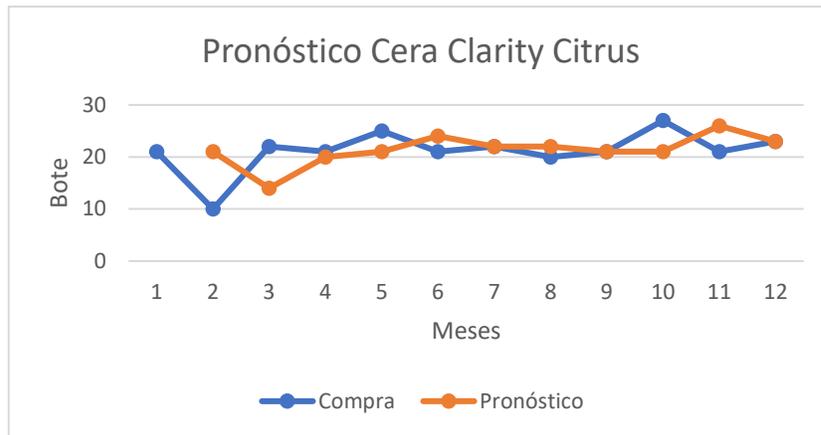
Tabla 15. Pronóstico Cera Clarity Citrus

Pronóstico 2021			
Empresa empaadora de Limón Persa			
Martinez de la Torre, Veracruz			
Realizado por: Sandra Martinez Hernández			
	MES	Compra	Pronóstico
Cera Clarity Citrus	Enero	21	
	Febrero	10	21
	Marzo	22	14
	Abril	21	20
	Mayo	25	21
	Junio	21	24
	Julio	22	22
	Agosto	20	22
	Septiembre	21	21
	Meses pronosticados	Octubre	27
Noviembre		21	26
Diciembre		23	23

Fuente: Elaboración Propia 2021

La gráfica 3 nos permite visualizar de una mejor manera cada uno de los datos tomados por mes y permite visualizar los pronósticos de los últimos meses restantes del año.

Grafica 3. Pronóstico Cera Clarity Citrus



Fuente: Elaboración Propia 2021

De esta manera que en los pronósticos anteriores con los datos obtenidos y los datos de los meses anteriores se hicieron los pronósticos de las etiquetas que serán necesarias como se muestra en la tabla 16.

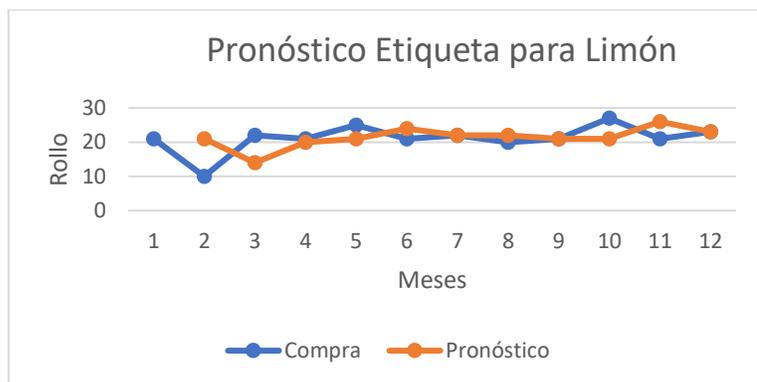
Tabla 16. Pronóstico de etiqueta de limón

Pronóstico 2021			
Empresa empackadora de Limón Persa			
Martinez de la Torre, Veracruz			
Realizado por: Sandra Martinez Hernandez			
Etiqueta para Limón	MES	Compra	Pronóstico
	Enero	21	
	Febrero	10	21
	Marzo	22	14
	Abril	21	20
	Mayo	25	21
	Junio	21	24
	Julio	22	22
	Agosto	20	22
	Septiembre	21	21
Meses pronosticados	Octubre	27	21
	Noviembre	21	26
	Diciembre	23	23

Fuente: Elaboración Propia 2021

La gráfica 4 nos permite visualizar de una mejor manera cada uno de los datos tomados por mes y permite visualizar los pronósticos de los últimos meses restantes del año.

Grafica 4. Pronóstico de etiqueta de limón



Fuente: Elaboración Propia 2021

En base a los datos calculados y los pronósticos calculados en la tabla 17 para los últimos tres meses del año será necesario comprar 70 paquetes de cajas que equivaldrán a 7000 cajas.

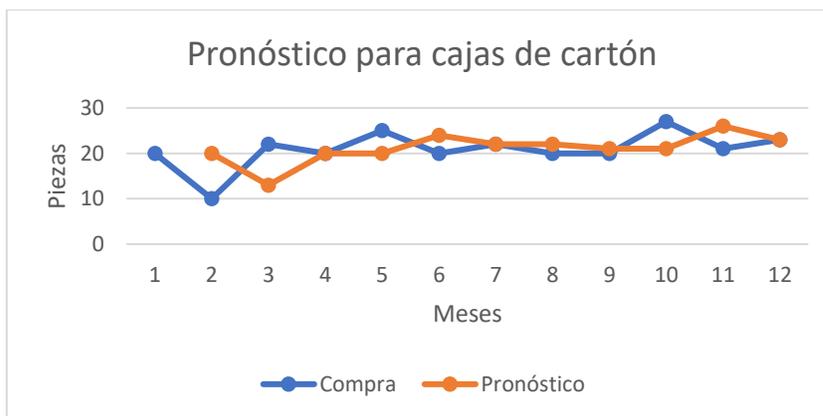
Tabla 17. Pronóstico de Caja de cartón

Pronóstico 2021			
Empresa empaadora de Limón Persa			
Martinez de la Torre, Veracruz			
Realizado por: Sandra Martinez Hernandez			
	MES	Compra	Pronóstico
Caja de cartón	Enero	20	
	Febrero	10	20
	Marzo	22	13
	Abril	20	20
	Mayo	25	20
	Junio	20	24
	Julio	22	22
	Agosto	20	22
	Septiembre	20	21
Meses pronosticados	Octubre	27	21
	Noviembre	21	26
	Diciembre	23	23

Fuente: Elaboración Propia 2021

La gráfica 5 nos permite visualizar de una mejor manera cada uno de los datos tomados por mes y permite visualizar los pronósticos de los últimos meses restantes del año.

Grafica 5. Pronóstico de Caja de cartón



Fuente: Elaboración Propia 2021

### 3.7.2 Plan Maestro de Producción (MPS)

Con los datos recolectados anteriormente se hizo la elaboración del plan maestro de producción (MPS) por cada materia prima y de la caja final del empackado, con el objetivo de obtener los últimos datos necesarios para la elaboración de la planeación de requerimientos de materiales (MRP), ya que nos ayuda a proyectar planes de la producción precisos y oportunos que ayudaran a alcanzar sus objetivos de producción reduciendo, los costos de adquisición, gracias a una planeación anticipada. Se comenzó con la elaboración de un MPS de la cantidad de tarimas a producir ya listas para ser enviadas a los clientes, como se puede observar en la tabla 18 para la semana 2 y 4 de octubre se tendrá que tener los lotes completos de tarimas, al igual que en la semana 4 de noviembre y la semana 3 de diciembre para así poder cumplir con la demanda requerida por los clientes.

Tabla 18. Plan maestro de Producción Caja de limón

<b>Plan maestro de producción (MPS)</b>													
Empresa empackadora de limón persa Martinez de la Torre, Veracruz													
Realizado por: Sandra Martinez Hernandez							Fecha: 25/09/2021						
Lote 30 Tarimas													
<b>Caja de limón (Tarimas)</b>		Octubre				Noviembre				Diciembre			
	Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Inventario inicial (cajas)	14	8	22	8	28	21	11	2	21	10	1	16
	Unidades Pronosticadas	10	10	10	10	11	11	11	11	10	10	10	10
	Pedidos de clientes	6	16	14	10	7	10	9	11	11	9	15	5
	Inventario final	8	22	8	28	21	11	2	21	10	1	16	11
	MPS		30		30				30			30	

Fuente: Elaboración Propia 2021

Para lograr cumplir con la demanda de los clientes, el MPS del Limón Persa nos permite observar en la tabla 19 que en la semana 2 de octubre se tendrá que hacer un pedido por el lote completo para sí cubrir las siguientes semanas lo requerido y así posteriormente tendrá que volver a pedir lotes completos en la semana 1 de noviembre y en la semana 1 y 4 de diciembre para cumplir con la demanda y no tener que parar la producción por falta de materia prima.

Tabla 19. Plan maestro de Producción de Limón Persa

<b>Plan maestro de producción (MPS)</b>													
Empresa empackadora de limón persa Martinez de la Torre, Veracruz													
Realizado por: Sandra Martinez Hernandez								Fecha: 25/09/2021					
Lote 40 Ton													
Limón Persa		Octubre				Noviembre				Diciembre			
	Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Inventario inicial (cajas)	16	9	31	15	4	36	25	15	3	31	21	4
	Unidades Pronosticadas	11	11	11	11	13	13	13	13	12	12	12	12
	Pedidos de clientes	7	18	16	11	8	11	10	12	12	10	17	6
	Inventario final	9	31	15	4	36	25	15	3	31	21	4	38
	MPS		40			40				40			40

Fuente: Elaboración Propia 2021

Mientras que para poder cubrir todos los limones con cera será necesario hacer los pedidos de la materia durante la semana 2 y 4 de octubre, de esa manera no será necesario hacer algún pedido más, sino hasta la última semana de noviembre y posteriormente en la tercera semana de diciembre, tal cual podemos observar.

Tabla 20. Plan maestro de Producción Cera Clarity Citrus

<b>Plan maestro de producción (MPS)</b>													
Empresa empackadora de limón persa Martinez de la Torre, Veracruz													
Realizado por: Sandra Martinez Hernandez								Fecha: 25/09/2021					
Lote 20 botes													
Cera Clarity Citrus		Octubre				Noviembre				Diciembre			
	Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Inventario inicial (cajas)	6	2	13	5	19	15	9	4	18	12	7	18
	Unidades Pronosticadas	6	6	6	6	7	7	7	7	6	6	6	6
	Pedidos de clientes	4	9	8	6	4	6	5	6	6	5	9	3
	Inventario final	2	13	5	19	15	9	4	18	12	7	18	15
	MPS		20		20				20			20	

Fuente: Elaboración Propia 2021

En el MPS de la tabla 21 podemos observar que en los meses se tiene que hacer el pedido del lote completo en la segunda semana de cada mes para cubrir satisfactoriamente la demanda que se tenga de las etiquetas para los limones.

Tabla 21. Plan maestro de Producción Etiqueta para limón

<b>Plan maestro de producción (MPS)</b>													
Empresa empackadora de limón persa Martinez de la Torre, Veracruz													
Realizado por: Sandra Martinez Hernandez							Fecha: 25/09/2021						
Lote 25 rollos													
<b>Etiqueta para Limón</b>		Octubre				Noviembre				Diciembre			
	Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Inventario inicial (cajas)	6	2	18	10	4	0	19	14	8	2	22	13
	Unidades Pronosticadas	6	6	6	6	7	7	7	7	6	6	6	6
	Pedidos de clientes	4	9	8	6	4	6	5	6	6	5	9	3
	Inventario final	2	18	10	4	0	19	14	8	2	22	13	10
	MPS		25				25				25		

Fuente: Elaboración Propia 2021

Ya como último MPS, pero no menos importante se puede observar en la tabla 22 que será necesario hacer pedido de cajas la semana 2 de octubre para poder empacar los limones y cumplir con la demanda de los clientes, así mismo en el mes de noviembre se tendrá que hacer pedido a principio y final de mes para cubrir con lo acordado, y a final de año se tendrá que pedir de nuevo una vez más.

Tabla 22. Plan maestro de Producción Caja de cartón

<b>Plan maestro de producción (MPS)</b>													
Empresa empackadora de limón persa Martinez de la Torre, Veracruz													
Realizado por: Sandra Martinez Hernandez							Fecha: 25/09/2021						
Lote 20 paquete													
<b>Caja de cartón</b>		Octubre				Noviembre				Diciembre			
	Semana	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
	Inventario inicial (cajas)	7	3	14	6	0	16	10	5	19	13	8	19
	Unidades Pronosticadas	6	6	6	6	7	7	7	7	6	6	6	6
	Pedidos de clientes	4	9	8	6	4	6	5	6	6	5	9	3
	Inventario final	3	14	6	0	16	10	5	19	13	8	19	16
	MPS		20				20				20		

Fuente: Elaboración Propia 2021

## Capítulo IV Resultado

## 4.1 Resultados

Teniendo todos los datos y calculado el MPS ya se puede iniciar con el MRP debido a que ya se cuenta con los datos necesarios, para tener una mayor facilidad a la hora de requerir ciertos datos, se optó por hacer una tabla base con los datos que se necesitan para el desarrollo del MRP.

Tabla 23. Archivo maestro de materiales

Archivo Maestro de Materiales						
Empresa empaadora de Limón Persa						
Martinez de la Torre, Veracruz						
Realizada por: Sandra Martinez Hernandez					Fecha:	11/09/2021
Código	Materia	Disponibilidad	Tiempo de espera (semana)	Tamaño de Lote	Recepciones Programadas	Stock seguridad
PT21	Caja de limón (Tarimas)	14	1	30	-	0
LP21	Limón Persa	16	1	40	-	0
CC21	Cera Clarity Citrus	6	1	20	-	0
EP21	Etiqueta para Limón	6	1	25	-	0
CE21	Caja de cartón	7	1	20	-	0

Fuente: Elaboración Propia 2021

La elaboración del MRP inicia con el de las cajas debido a que como se observó en la figura 11 es el producto final, por consiguiente, se tomaron los datos de los requerimientos brutos que en este caso son los pedidos de los clientes, en el caso de recepciones programadas no se tienen, las proyecciones de disponibilidad son calculadas por medio de la siguiente operación.

Ecuación de Disponibilidad:

$$\text{Proyecciones disponibles} = D - RB + LPP$$

D= Disponibilidad de cada materia prima.

RB=Requerimiento Bruto.

LPP=Liberación Planificada del pedido.

Con la aplicación de esta misma se puede ver cuando hará falta el producto, por lo tanto, en el apartado de requerimientos netos se colocan las cantidades que son

necesarias (representándolas en números positivos) y por último al saber que en esa semana hará falta el producto se programa el pedido una semana antes y de esa manera se podrá cubrir la demanda como se puede observar en la tabla 24.

Tabla 24. MRP caja de limón

Planeación de requerimientos de materiales (MRP)													
Empresa empaadora de limón persa													
Martinez de la Torre, Veracruz													
Realizada por: Sandra Martinez Hernandez								Fecha:		11/09/2021			
Tamaño de lote	Disponibilidad	Caja de limón (Tarimas)											
30	14	Octubre				Noviembre				Diciembre			
Semana		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Requerimiento Bruto		6	16	14	10	7	10	9	11	11	9	15	5
Recepciones Programadas													
Proyecciones de Disponibilidad		8	22	8	28	21	11	2	21	10	1	16	11
Requerimientos netos			8		2				9				14
Liberación planificada del pedido		30		30				30			30		

Fuente: Elaboración Propia 2021

Posteriormente siguiendo la figura 11 la ramificación muestra que el limón persa es uno de los componentes principales del proceso por lo mismo se toman los datos de la liberación planificada del pedido generados en el MRP anterior, colocados esos datos en requerimientos brutos como se puede observar en la tabla 25, y se hace el mismo proceso anterior, obteniendo así los nuevos requerimientos de limón que serán necesarios para cumplir con la demanda, por lo tanto, la semana 1 y 2 de octubre se tendrá que hacer el pedido del lote completo para cumplir con la demanda del mes de noviembre, y no es hasta la primera semana de diciembre que se tendrá que volver a solicitar otro pedido para cubrir la demanda de la semana 2.

Tabla 25. MRP limón persa

Planeación de requerimientos de materiales (MRP)													
Empresa empaadora de Limón Persa													
Martínez de la Torre, Veracruz													
Realizada por: Sandra Martínez Hernández										Fecha:		11/09/2021	
Tamaño de lote	Disponibilidad	Limón Persa											
40	16	Octubre				Noviembre				Diciembre			
Semana		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Requerimiento Bruto		30	0	30	0	0	0	30	0	0	30	0	0
Recepciones Programadas													
Proyecciones de Disponibilidad		-14	26	36	36	36	36	6	6	6	16	16	16
Requerimientos netos			14	14							24		
Liberación planificada del pedido		40	40							40			

Fuente: Elaboración Propia 2021

Siguiendo la secuencia de la figura 11 uno de los subcomponentes del Limón Persa es la cera, ya que esta tiene la función de recubrirlo, teniendo esto en cuenta se toman los datos obtenidos en la liberación planificada del pedido del MRP mostrado en la tabla anterior y son colocados en la tabla 25 como los requerimientos brutos que serán necesarios.

Tabla 26. MRP cera Clarity citrus

Planeación de requerimientos de materiales (MRP)													
Empresa empaadora de Limón Persa													
Martínez de la Torre, Veracruz													
Realizada por: Sandra Martínez Hernández										Fecha:		11/09/2021	
Tamaño de lote	Disponibilidad	Cera Clarity Citrus											
20	6	Octubre				Noviembre				Diciembre			
Semana		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Requerimiento Bruto		40	40	0	0	0	0	0	0	40	0	0	0
Recepciones Programadas													
Proyecciones de Disponibilidad		-34	-54	-34	-14	6	6	6	6	-14	6	6	6
Requerimientos netos			74	54	34	14				34	14		
Liberación planificada del pedido		20	20	20	20					20	20		

Fuente: Elaboración Propia 2021

Y como segundo subcomponente mostrado en la figura 11 se tiene la etiqueta que es colocada a cada limón, de esta manera se toman los datos obtenidos anteriormente y se hace de nuevo los cálculos necesarios para así saber cuándo se tiene que hacer los pedidos y cumplir con lo requerido tal cual se muestra en la tabla 27, donde podemos observar que las primeras 3 semanas de octubre se tendrán que hacer pedido al igual que en las últimas dos semanas de noviembre para sí poder culminar adecuadamente la demanda del año.

Tabla 27. MRP etiqueta para limón

Planeación de requerimientos de materiales (MRP)													
Empresa empaadora de Limón Persa													
Martinez de la Torre, Veracruz													
Realizada por: Sandra Martinez Hernandez								Fecha:		11/09/2021			
Tamaño de lote	Disponibilidad	Etiqueta para Limón											
25	6	Octubre				Noviembre				Diciembre			
Semana		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Requerimiento Bruto		20	20	20	20	0	0	0	20	20	0	0	0
Recepciones Programadas													
Proyecciones de Disponibilidad		-14	-9	-4	1	1	1	1	6	11	11	11	11
Requerimientos netos			34	29	24				19	14			
Liberación planificada del pedido		25	25	25					25	25			

Fuente: Elaboración Propia 2021

Por último guiándonos en la figura 11 se hace la aplicación del MRP en el segundo componente principal del proceso que es la caja donde son empacados los limones, por lo tanto, se utilizan los datos de la liberación planificada obtenidos en la tabla 24, de esta manera se hacen los cálculos para saber en qué semana previa se tiene que hacer los pedidos para cumplir con la demanda, en el mes de octubre las primeras tres semanas se tendrá que solicitar mercancía, al igual que en la segunda y tercera semana de noviembre y como último pedido solicitado del año será en la primera semana de diciembre como se puede observar en la tabla 28.

Tabla 28. MRP caja de cartón

Planeación de requerimientos de materiales (MRP)													
Empresa empaadora de Limón Persa													
Martinez de la Torre, Veracruz													
Realizada por: Sandra Martinez Hernandez										Fecha:		11/09/2021	
Tamaño de lote	Disponibilidad	Caja de cartón											
20	7	Octubre				Noviembre				Diciembre			
Semana		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Requerimiento Bruto		30	0	30	0	0	0	30	0	0	30	0	0
Recepciones Programadas													
Proyecciones de Disponibilidad		-23	-3	-13	7	7	7	-3	17	17	7	7	7
Requerimientos netos			23	33	13			23	3		13		
Liberación planificada del pedido		20	20	20			20	20		20			

Fuente: Elaboración Propia 2021

Con los pedidos solicitados por los clientes y la aplicación del MRP dentro del proceso de producción de la empaadora se logra apreciar en que semana se tiene que hacer el pedido de los lotes de cada materia prima, que será necesaria con una semana de anticipación y de esa manera no tener que parar el proceso por falta de material, además de que favorece a la empaadora porque no tendrá acumulación de materia innecesaria que generara gastos de más o incluso podría convertirse en desperdicio por no ser usada durante su tiempo de vida.

# Capítulo V Conclusión

## 5.1 Conclusiones del proyecto, recomendaciones y experiencia profesional y personal adquirida

México, al ser el 2.º productor del sector cítrico más importante en el ranking, en este caso el Limón Persa, tiene una gran ventaja de comercialización en el mercado, debido a que producir cultivos en otros países es muy difícil debido a la escasez de tierras cultivables, combinada con las condiciones climatológicas poco favorables para ello.

El limón persa que se produce en el estado de Veracruz aporta poco más del 30% producido a nivel nacional, y de ese porcentaje nacional solamente la región de Martínez de la Torre perteneciente a este estado contribuye el 10% de producción de Limón Persa colocándose como una de las principales regiones productoras y hace exportaciones a estados unidos y otros países.

El Limón Persa es un producto que cumple con los más altos estándares de calidad a nivel internacional, debido a que debe cumplir con la coloración adecuada, acidez y el calibre solicitado por los países consumidores del Limón Persa mexicano.

Los cítricos pueden ser considerados un producto agrícola básico en México, ya que forman parte de la dieta de la población, puesto que su consumo es muy elevado y la mayor parte de la producción de cítricos en México se dedica al consumo doméstico.

Además de que el limón persa mexicano es reconocido a nivel internacional por su color, sabor, textura y aroma, además de ser rico en vitamina C y otros nutrientes, además por su alto contenido en jugo, el cual aproximadamente llega a ser el 60% de su peso.

Con la recolección de los datos como lo fue el registro de inventario y los pronósticos calculados se logró tener de manera más clara el aproximado de materia que sería necesaria para la producción, pero no fue hasta la aplicación del MRP lo que permitió definir la cantidad necesaria que sería requerida.

Por lo tanto, se puede llegar a la conclusión de que la hipótesis si se cumple debido a que la Propuesta del diseño de planeación de requerimientos de los materiales (MRP) si nos permite cubrir adecuadamente las necesidades del área de producción de una empresa del sector citrícola de la región de Martínez de la Torre, Veracruz.

Y ser factible para poder llevar un control cada semana donde se debe llevar el registro continuo que les permita, seguir generando los datos de la cantidad de Materia que será requerido para cubrir la demanda y los pedidos solicitados para los siguientes meses del año en curso y los que siguen.

Así mismo, la aplicación correcta del MRP permite que la empresa no tenga exceso de stock y reducir los costos que este mismo genera, de igual manera evita los desperdicios que se puedan generar al caducar el ciclo de vida de los materiales.

## 5.2 Conclusiones relativas a los objetivos específicos

Dentro de la producción de la empresa de citrícola, se pudo identificar que se tenía un problema porque constantemente sucedían paros en la producción debido a falta de materias primas de gran importancia dentro del proceso, debido a que los encargados de hacer los pedidos no los hacían a tiempo y en forma debido a que no contaban con un registro de lo que tenían en almacén.

Por eso mismo se obtuvo que realizar un registro de inventarios como propuesta de solución para saber que faltaba y que sobraba dentro de los almacenes y tener un mejor control.

De igual manera, se elaboró un MPS (un plan maestro de producción) que permite saber cuándo y cuantos artículos deben producir para cubrir la demanda sin que tengas exceso de stock dentro del almacén de producto final porque al tratarse de un alimento no se puede tener almacenado por largos periodos de tiempo.

### 5.3 Conclusiones relativas al objetivo general

La propuesta de un diseño de MRP (planeación de requerimientos de materiales) para la empresa citrícola ubicada en Martínez de la Torre, es una solución, ya que este modelo nos permite saber la cantidad que se necesitara para cubrir las demandas de producción.

No solo nos refleja el valor de la cantidad, sino también podemos observar en qué fecha hará falta cierta materia y poder pedirla una semana antes de anticipación, lo cual permitirá que el proceso fluya adecuadamente semana con semana y reducir los paros que sucedían por falta de materia que a la misma vez les permitirá cumplir con sus plazos de entrega en tiempo y forma.

### 5.4 Aportaciones originales

El MRP (planeación de requerimientos de materiales) es un gran modelo, ya que su uso engloba la mayoría de datos que una empresa debe poseer para lograr crecer, ya que es de vital importancia llevar un control de inventarios para saber cuánto material se necesita y cuanto se está utilizando.

Por lo que la propuesta de diseño que se desarrolló en este proyecto apporto:

- Una mejor satisfacción para el cliente debido a que recibe sus entregas en el tiempo y forma que son requeridos.
- Una disminución del stock debido a que ahora se compra la materia prima de acuerdo a las necesidades de producción.
- La productividad sufre un aumento debido a que la producción fluye adecuadamente cuando se tienen los recursos necesarios.
- Una mejor coordinación de la programación de la producción e inventarios para llevar un control de compras y así saber si en algún momento alguien está sacando algún material que no es para los fines de la empresa, además de que a la misma vez se lleva un registro de las entradas y salidas que hay dentro de la empresa, lo que si en algún momento lo requieren se podrán

analizar los datos por medio de gráficas para que de esa manera se sepa que comportamiento están teniendo los datos y saber que fechas se tiene mayor producción y en cuáles no es así.

## 5.5 Limitaciones del modelo planteado

- Que la empacadora por falta de recursos monetarios no permita su aplicación dentro del proceso de producción.
- Que los datos introducidos no sean correctos y esto provoque que el modelo de MRP (planeación de requerimientos de materiales) no arroje los datos correctos y los procesos de producción no funcionen adecuadamente por falta de alguna materia prima.

## 5.6 Recomendaciones

- Promover la implementación de modelos como el MRP (planeación de requerimientos de materiales) a otras empacadoras del sector citrícola para lograr que sus empresas tengan un mejor rendimiento.
- Incentivar a que se realice este tipo de estudios dentro de las empresas en primer lugar para lograr identificar algún problema o falla que se esté presentando y posteriormente para buscar una solución.
- Llevar un control para el llenado de datos, por lo menos una vez cada semana, para que de esa manera el MRP (planeación de requerimientos de materiales) siga mostrando los datos adecuadamente, para que el proceso de producción siga trabajando con éxito, de esa manera se va generando un seguimiento, además de que se tendrá un registro de datos para que, cuando sea necesario puedan ser analizados.
- Llevar un control adecuado del inventario de materias primas para saber las cantidades que se tienen en existencias y así solicitar lo que hará falta.

## Capítulo VI Competencias desarrolladas

## 6.1 Competencias desarrolladas y/o aplicadas

Dentro de la elaboración de la propuesta de la planeación de requerimientos de los materiales (MRP) se utilizaron y desarrollaron las siguientes competencias:

- Capacidad de análisis.
- Capacidad de organizar y planificar.
- Conocimientos matemáticos básicos.
- Conocimientos básicos de la carrera.
- Habilidades básicas de manejo de la computadora.
- Habilidades de gestión de información (habilidad para buscar y analizar información proveniente de fuentes diversas).
- Toma de decisiones.
- Habilidades de investigación.
- Capacidad de aprender.
- Habilidad para trabajar en forma autónoma.

# Capítulo VII Fuentes de información

## 7.1 Fuentes de Información

- Cruz Fernández, A. (2017). Gestión de inventarios. Antequera (Málaga): IC editorial. Obtenido de [https://www.ibm.com/docs/es/maximo-for-utilities/7.6.0?topic=SSLLAM\\_7.6.0/com.ibm.mbs.doc/invusage/c\\_invusage\\_records.html](https://www.ibm.com/docs/es/maximo-for-utilities/7.6.0?topic=SSLLAM_7.6.0/com.ibm.mbs.doc/invusage/c_invusage_records.html)
- Rodríguez Quibrera, C., & Mendoza Herrera, A. (2014). Una amenaza para la citricultura mexicana. La ciencia y el hombre. Obtenido de <https://www.uv.mx/cienciahombre/revistae/vol27num1/articulos/amenaza-para-la-citricultura.html>
- B. Chase, R., & F. Robert, J. (2011). Administracion de operaciones. Produccion y cadena de suministros.
- Bustos Flores, C., & Chacón Parra, G. (2007). El MRP En la gestión de inventarios. *Visión Gerencial*, 17. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=465545875010>
- Corvo, H. S. (2019). Sistema de producción por lotes. Ventajas y desventajas. Lifeder.
- Cruz, E. S. (2020). Santa Cruz S.A. Obtenido de Santa Cruz: <https://www.santacruzsa.cl/producto/limon/>
- Cruz, L. J. (2008). Consejo Estatal Citrícola, A.C. . Obtenido de [http://www.concitver.com/4\\_5empacadoras.html](http://www.concitver.com/4_5empacadoras.html)
- Delgado, J., & Marin, F. (2000). Evolución en los Sistemas de Gestión Empresarial. Del MRP al ERP. Economía.
- Franklin, B. (2017). Atlas Agroalimentario 2017. México. Obtenido de Atlas Agroalimentario 2017: [https://nube.siap.gob.mx/gobmx\\_publicaciones\\_siap/pag/2017/Atlas-Agroalimentario-2017](https://nube.siap.gob.mx/gobmx_publicaciones_siap/pag/2017/Atlas-Agroalimentario-2017)
- Gallegos, J. E. (2013). Métodos de pronósticos para negocios. Monterrey, México: Editorial Digital.
- Gervacio, L. O. (2017). Clasificación de software de sistemas y aplicaciones.
- Goldratt, E., & Cox, j. (1992). La meta: un proceso de mejora continua. North River Press.
- Gómez, E. L. (2018). El método delphi en la investigación actual en educación: una revisión teórica y metodológica. Madrid, España.

- Gonzalez, P. C. (2014). *El Software y Los Programas de Computación*. Merida, Venezuela.
- Gutierrez, E. (2016). *Linea del tiempo de los sistemas de producción* . México .
- Heizer, J., & Render, B. (2007). *Dirección de la producción y de operaciones*. Madrid.
- Hopman, R. (1971). *Administración de la Producción y Operaciones*. México.
- INTAGRI. (2018). *La Producción de Limón en México*. Artículos Técnicos de INTAGRI, 41.
- Kotler, P., & Armstrong, G. (2013). *Fundamentos de marketing*. México: Pearson Educacion.
- Kotler, P., & Keller, K. (2012). *Dirección de Marketing*. 14. Mexico: Pearson Education.
- Leyva Céspedes , J., & Ramos Ruiz, M. (15 de 10 de 2009). *Diseño de un plan maestro de la producción para la empresa cellux colombiana s.a*.
- Maya Ambía, C. (2017). *Cítricos mexicanos en el mercado japonés: experiencias y oportunidades para Sinaloa (Vol. VI)*. México y la cuenca del pacífico.
- Ocampo López, A., & Sanchez Soto, E. (2011). *Hardware y Software*.
- Orlicky, J. (1974). *Planificación de necesidades de materiales: la nueva forma de vida en la gestión de la producción y el inventario*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Peláez, B. (2018). *Capterra Inc*. Obtenido de Capterra: [https://www.capterra.com/sem-compare/mrp-software/?utm\\_source=ps-google&utm\\_medium=ppc&gclid=Cj0KCQiAqbyNBhC2ARIsALDwAsBvcxZqWDXRgAHnbefhdjrP2wJoW18XRCY0buvCA1h2svDp9CZcqbgApngEALw\\_wcB](https://www.capterra.com/sem-compare/mrp-software/?utm_source=ps-google&utm_medium=ppc&gclid=Cj0KCQiAqbyNBhC2ARIsALDwAsBvcxZqWDXRgAHnbefhdjrP2wJoW18XRCY0buvCA1h2svDp9CZcqbgApngEALw_wcB)
- Pérez, F., Figueroa, E., & Godinez, L. (2015). *Costos y competitividad de la producción del limón persa en el municipio de Martínez de la Torre, Veracruz*. Texcoco de Mora, México: ECORFAN.
- Peters, E. D. (2002). *Territorio y Competitividad en la Agroindustria en México* . México D.F: Plaza y Valdés, S. A. de C. V.
- Ritzman, L., & Krajewski, L. (2003). *Master production scheduling*. Prentice Hall.
- Romain , M., Matthieu , L., Franck, F., Jacques , L., & A. Melnyk , S. (2018). *MRP impulsado por la demanda: evaluación de un nuevo enfoque para la gestión de materiales*. *International Journal of Production Research*, 17. doi:10.1080 / 00207543.2018.1464230

- Rubio, A. M. (2011). Introducción a la informática. Ediciones Anaya Multimedia.
- Salmerón Gómez, R., & Rodríguez Martínez, E. (2017). Métodos cuantitativos para un modelo de regresión lineal con multicolinealidad. Sevilla , España.
- Schroeder, R. (2005). Administración de las Operaciones. México.
- Stanton, W., Etzel, M., & Walker, B. (2007). FUNDAMENTOS DE MARKETING. 13.
- Vazquez, F. (2013). Sistemas de producción. México.
- Velasco Acosta, A., Mascle , C., & Baptiste , P. (2019). Aplicabilidad de MRP basado en la demanda en un entorno de fabricación complejo. International Journal of Production Research, 14. doi:10.1080 / 00207543.2019.1650978

# Capítulo VIII Anexos

## 8.1 Anexos (carta de autorización por parte de la empresa u organización para titulación y otros si son necesarios)

### Anexo 1. Pedidos de clientes

Pedidos de Clientes		
Empresa empacadora de Limón Persa		
Martinez de la Torre, Veracruz		
Realizado por: Sandra Martinez Hernandez		
MES	Semana	Pedidos
Octubre	1	6
	2	16
	3	14
	4	10
Noviembre	1	7
	2	10
	3	9
	4	11
Diciembre	1	11
	2	9
	3	15
	4	5

### Anexo 2. Pedido Limón Persa

Pedidos		
Empresa empacadora de Limón Persa		
Martinez de la Torre, Veracruz		
Realizado por: Sandra Martinez Hernandez		
MES	Semana	Pedidos
Octubre	1	7
	2	18
	3	16
	4	11
Noviembre	1	8
	2	11
	3	10
	4	12
Diciembre	1	12
	2	10
	3	17
	4	6

### Anexo 3. Pedido cera Clarity citrus

Pedido		
Empresa empaadora de Limón Persa		
Martinez de la Torre, Veracruz		
Realizado por: Sandra Martinez Hernandez		
MES	Semana	Pedidos
Octubre	1	4
	2	9
	3	8
	4	6
Noviembre	1	4
	2	6
	3	5
	4	6
Diciembre	1	6
	2	5
	3	9
	4	3

### Anexo 4. Pedido etiqueta de Limón

Pedido		
Empresa empaadora de Limón Persa		
Martinez de la Torre, Veracruz		
Realizado por: Sandra Martinez Hernandez		
MES	Semana	Pedidos
Octubre	1	4
	2	9
	3	8
	4	6
Noviembre	1	4
	2	6
	3	5
	4	6
Diciembre	1	6
	2	5
	3	9
	4	3

## Anexo 5. Pedido caja de cartón

Pedido		
Empresa empacadora de Limón Persa		
Martinez de la Torre, Veracruz		
Realizado por: Sandra Martinez Hernandez		
MES	Semana	Pedidos
Octubre	1	4
	2	9
	3	8
	4	6
Noviembre	1	4
	2	6
	3	5
	4	6
Diciembre	1	6
	2	5
	3	9
	4	3

## Anexo 6. Carta de Autorización

### CARTA DE AUTORIZACIÓN DEL (LA) AUTOR (A) PARA LA CONSULTA Y PUBLICACIÓN ELECTRÓNICA DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

El que suscribe:

**SANDRA**

**MARTÍNEZ**

**HERNÁNDEZ**

Con Número de Control **17TE0390**

Perteneciente al Programa **INGENIERÍA INDUSTRIAL** Educativo

Por este conducto me permito informar que he dado mi autorización para la consulta y publicación electrónica del trabajo de investigación en los repositorios académicos.

Registrado con el **TESIS** producto:

Cuyo Tema es:

**Propuesta de diseño de planeación de requerimientos de materiales (MRP) en el área de producción en una empresa del sector citrícola de la región de Martínez de la torre.**

Correspondiente al periodo:

**AGOSTO 2021-ABRIL 2022**

Y cuyo(a) director(a) de tesis es:

**M. I. I. HUGO ALBERTO BRAVO QUINTERO**

ATENTAMENTE



SANDRA MARTÍNEZ HERNÁNDEZ

Nombre y firma

Fecha de emisión: **15/04/2022**  
c.c.p. Subdirección Académica

## Índice de figuras

Figura 1. Lista de materiales (árbol estructural del producto) del producto A .....	24
Figura 2. Lista de piezas en formato escalonado y de nivel único. ....	25
Figura 3. Entrada de limón bruto de la cosecha .....	38
Figura 4. Selección de Limón .....	39
Figura 5. Lavado del limón .....	39
Figura 6. Calibrado .....	40
Figura 7. Encerado .....	40
Figura 8. Secado de cera .....	41
Figura 9. Empacado en cajas .....	41
Figura 10. Entarimado .....	42
Figura 11. Lista de materiales .....	53

## Índice de gráficas

Grafica 1. Pronóstico de Ventas (Cajas de Limón).....	60
Grafica 2. Pronóstico del Limón Persa .....	61
Grafica 3. Pronóstico Cera Clarity Citrus .....	62
Grafica 4. Pronóstico de etiqueta de limón .....	63
Grafica 5. Pronóstico de Caja de cartón .....	64

## Índice de tablas

Tabla 1. Cronograma de Actividades .....	44
Tabla 2. Población de estudio .....	48
Tabla 3. Tamaño de la muestra de cada materia .....	49
Tabla 4. Formato de lista de materiales .....	50
Tabla 5. Formato de registro de Inventario .....	51
Tabla 6. Formato de pronóstico de ventas .....	51
Tabla 7. Lista de materiales .....	52
Tabla 8. Registro de inventario de Caja de Limón Persa.....	54

Tabla 9. Registro de inventario del Limón Persa .....	55
Tabla 10. Registro de inventario de Cera Clarity Citrus .....	56
Tabla 11. Registro de inventario de Etiqueta para pieza .....	57
Tabla 12. Registro de inventario de Cajas de Cartón .....	58
Tabla 13. Pronóstico de Ventas (Cajas de Linón).....	59
Tabla 14. Pronóstico del Limón Persa .....	60
Tabla 15. Pronóstico Cera Clarity Citrus .....	61
Tabla 16. Pronóstico de etiqueta de limón .....	62
Tabla 17. Pronóstico de Caja de cartón .....	63
Tabla 18. Plan maestro de Producción Caja de limón.....	65
Tabla 19. Plan maestro de Producción de Limón Persa .....	66
Tabla 20. Plan maestro de Producción Cera Clarity Citrus .....	66
Tabla 21. Plan maestro de Producción Etiqueta para limón .....	67
Tabla 22. Plan maestro de Producción Caja de cartón .....	67
Tabla 23. Archivo maestro de materiales .....	69
Tabla 24. MRP caja de limón.....	70
Tabla 25. MRP limón persa .....	71
Tabla 26. MRP cera Clarity citrus.....	71
Tabla 27. MRP etiqueta para limón.....	72
Tabla 28. MRP caja de cartón .....	73