



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS FÍSICAS Y MATEMÁTICAS
DEPARTAMENTO DE INGENIERÍA INDUSTRIAL

EVALUACIÓN E IMPLEMENTACIÓN DE UN MODELO DE
GESTIÓN DE INVENTARIO PARA UNA EMPRESA
PRODUCTIVA DE SUPLEMENTOS ALIMENTICIOS

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA CIVIL
INDUSTRIAL

JAVIERA ANDREA VÁSQUEZ SOTO

PROFESORA GUÍA:
MARÍA JOSÉ CONTRERAS AGUILA

MIEMBROS DE LA COMISIÓN:
ROCÍO RUIZ MORENO
JAVIER SUAZO SÁEZ

SANTIAGO DE CHILE

2021

RESUMEN EJECUTIVO

Laboratorio FNL es una empresa de tradición familiar dedicada a la manufacturación de suplementos alimenticios. Ha experimentado un aumento en sus ventas y catálogo de productos en los últimos años dejando entrever la necesidad de adaptar su modelo de producción el cual no cuenta con un diseño que se ajuste a su crecimiento, al no contemplar metodologías necesarias como lo es un plan de stock de productos, materias primas e insumos. En base a esto es que el trabajo de título tuvo como objetivo diseñar un modelo de gestión de inventario y su propuesta de implementación, con la finalidad de disminuir los costos asociados a los quiebres de stock que el laboratorio enfrenta diariamente y aumentar la trazabilidad de las materias primas, mejorando su control de calidad.

El trabajo fue abordado desde una de las principales áreas de la ingeniería civil industrial, la gestión de operaciones. En específico y como resultado esperado, se determinó qué modelo de gestión de inventario era el óptimo para las necesidades del laboratorio, culminando el trabajo con la propuesta de implementación de un sistema de automatización del inventario.

Lo anterior se refleja en los cuatro objetivos específicos definidos. Primero estimar la demanda de productos, para luego categorizar y ordenar el registro de estos, facilitando su seguimiento de stock. Segundo, formular una política de stock de productos y una política de stock de insumos y materias primas. Tercero, analizar y evaluar posibles sistemas a través de los cuales implementar las políticas de stock. Y cuarto, proponer un plan para implementar el sistema y/o software seleccionado.

Para lograrlos el trabajo de memoria contempló un plan de trabajo dividido en tres etapas. En una primera instancia se realizó un diagnóstico de la situación actual que enfrenta la empresa enfocado en el diseño del proceso de producción de los suplementos alimenticios. En paralelo se analizaron las ventas con el fin de definir la demanda productiva y que oferta productiva es la óptima. En una segunda etapa se realizó un análisis de la demanda para poder definir una política de stock de productos, seguido de la apertura de las materias primas e insumos involucrados en el proceso de elaboración de cada producto, para finalmente proponer políticas de stock relacionadas a estos recursos. La tercera y última etapa consistió en la investigación de sistemas con los cuales hacer posible la implementación de las políticas definidas y la elección de uno de estos sistemas para culminar con su plan de implementación.

A través de una metodología basada en el método de Rediseño de Procesos de Negocio mediante el uso de Patrones, la autora realizó una propuesta de modelo de gestión de inventario enfocado en las necesidades de la empresa. Definiendo así una política de stock de revisión periódica tanto para productos como para materias primas, y en base a ambas un nuevo plan de negocio. El modelo tuvo como enfoque simplificar y mejorar los procesos productivos por lo cual se sugirió la adquisición de una herramienta de apoyo que permita tener mayor visibilidad y control de este. Para esto se realizó una comparación entre los principales softwares disponibles en el mercado, llegando así a la opción que más se ajusta a las necesidades y capacidades de la empresa, terminando con el desarrollo de un plan de implementación.

A grandes rasgos los impactos que generarán la adopción de este modelo se reflejan principalmente en la disminución de las potenciales pérdidas debido a los constantes quiebres de materias primas, un mejor control y seguimiento de los procesos gracias a la visibilidad que otorga el software y un aumento de la trazabilidad y capacidad de anteponerse a la obsolescencia de las materias primas.

TABLA DE CONTENIDO

1.	ANTECEDENTES GENERALES.....	1
	1.1. Características de la Empresa.....	1
	1.2. Mercado y/o Marco Institucional.....	2
	1.3. Desempeño Organizacional.....	3
2.	PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.....	4
	2.1. Información del área de la empresa.....	4
	2.2. Identificación del problema.....	5
	2.3. Alternativas de solución.....	7
	2.4. Propuesta de valor de las posibles soluciones.....	7
3.	OBJETIVOS.....	8
	3.1. Objetivo General.....	8
	3.2. Objetivos Específicos.....	8
4.	MARCO CONCEPTUAL.....	9
	4.1. Modelos de Gestión de Inventarios.....	9
	4.2. Factores que afectan la política de inventario.....	11
	4.3. Métodos de Pronóstico de Demanda.....	13
5.	METODOLOGÍA.....	15
	5.1. Rediseño de Procesos de Negocio mediante el uso de Patrones.....	15
	5.2. Metodología por usar.....	15
6.	ALCANCES.....	17
7.	RESULTADOS ESPERADOS.....	18
8.	DIFICULTADES PREVISIBLES Y ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN.....	18
9.	DESARROLLO DEL TRABAJO DE TÍTULO.....	19
	9.1. Diagnóstico situación actual.....	19

9.2.	Modelo de gestión de inventario.....	30
9.3.	Herramienta de apoyo al modelo.....	33
9.4.	Implementación.....	40
10.	CONCLUSIONES.....	46
11.	BIBLIOGRAFÍA.....	47
12.	ANEXOS.....	48

1. ANTECEDENTES GENERALES

1.1. Características de la Empresa

El Laboratorio Fuchslocher Natural Life, en adelante Laboratorio FNL, tiene su origen en 2003 como respuesta a un grupo de personas ligadas a la medicina natural dedicadas a elaborar productos naturales para el naturópata Hugo Fuchslocher, padre de uno de los socios fundadores. Con el pasar de los años el laboratorio se logra insertar en el mercado de suplementos alimenticios abasteciendo a destacados terapeutas naturales, centros naturistas y farmacias de la misma índole. En 2013 ingresan dos nuevos socios ayudando a mejorar el enfoque comercial del laboratorio, pero sin dejar de lado la tradición familiar y conocimientos en las aplicaciones de los ingredientes naturales. En base a esta incorporación al directorio de la empresa, el organigrama sufrió modificaciones quedando como se muestra en la Figura 1, destacando la presencia de cinco áreas: marketing, administración, calidad, producción, ventas y despacho.

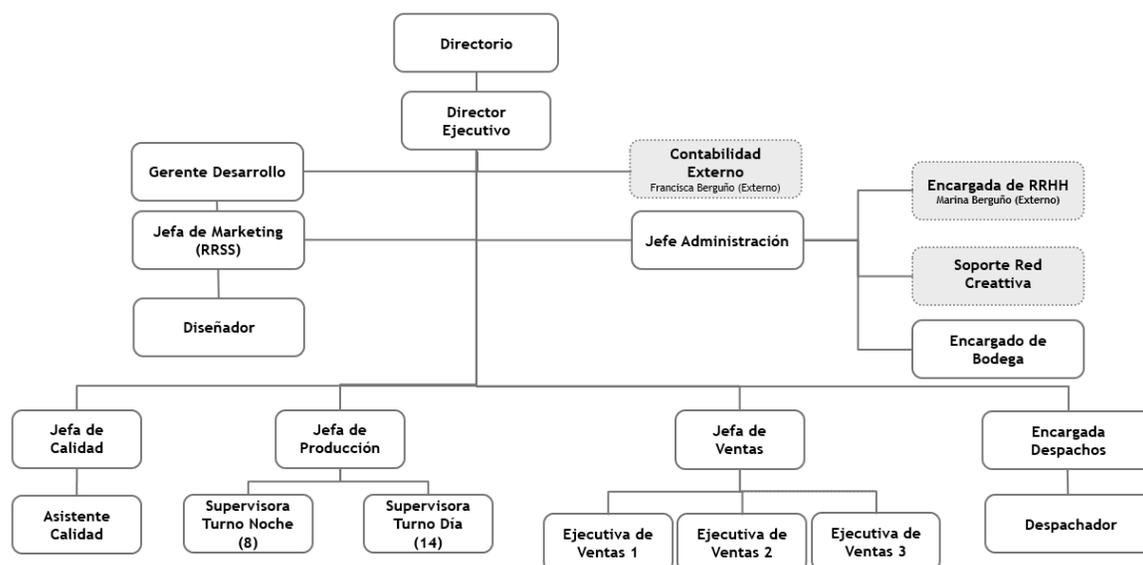


Figura 1: Organigrama de la empresa
(Fuente: Elaboración interna Laboratorio FNL)

En la actualidad el Laboratorio FNL se ha consolidado como un productor de suplementos alimenticios y nutraceuticos cuyo sello es la experiencia en manufactura de productos en base a materias primas naturales y su constante investigación y desarrollo de nuevas soluciones a las necesidades de sus clientes. Reflejo de esto es el amplio catálogo de productos de marca propia que han fabricado a la fecha, 211 para ser exactos y a su vez en el servicio de producción a maquila, entendiéndose este como la producción a pedido, dentro del cual cuentan con 258 tipos de productos. La variada gama de productos tiene como principales clientes a farmacias, dentro de ellas Farmacias Knop y Farmacias Salcobrand, centros naturistas, tiendas y homeopatas del ramo.

A modo de dimensionar la actividad de la empresa a través de un análisis cuantitativo, se puede observar que el último año cerrado, es decir en 2019, se tuvo un volumen de venta de 176.751 unidades de productos de marca propia FNL, entendiéndose como una unidad a un frasco de cualquier tipo de

suplemento alimenticio. Esta cantidad significó para la empresa un monto en ventas de \$348.409.660 y la interacción con alrededor de 452 clientes.

1.2. Mercado y/o Marco Institucional

En Chile el rubro de los suplementos alimenticios y nutraceúticos cuenta con diversos actores, siguiendo un esquema vertical nos encontramos con los proveedores de materias primas e insumos, seguidos por los encargados de la elaboración, en este caso los laboratorios, luego con los vendedores, dentro de los cuales se encuentran las farmacias, tiendas de productos naturales y otros revendedores, y finalmente los consumidores, siendo estos las personas naturales que deciden incorporar los productos a su dieta. En paralelo y por tratarse de un tipo de alimento, existen entidades reguladoras, la principal es el Ministerio de Salud, ente que determina los ingredientes permitidos, así como sus concentraciones y características bajo el margen del Reglamento Sanitario de Alimentos. A su vez, el Instituto de Salud Pública (ISP) controla el ingreso de suplementos desde el exterior del país y determina que alimentos pueden ser clasificados como suplementos alimenticios, lo anterior bajo lo especificado en el Reglamento del Sistema Nacional de control de los Productos Farmacéuticos de uso humano. Finalmente, los SEREMIS de Salud son los encargados de fiscalizar el cumplimiento de todas las normas estipuladas por las entidades ya mencionadas. Por otra parte, cabe destacar la existencia una asociación gremial, la Asociación Chilena de Productores e Importadores de Alimentos y Suplementos Saludables A.G. (ALIMSA A.G.) la cual está conformada por Omnilife, Nutrpharm, Nutraline, Nutrmarket, New Science y Medcell. y que se ha dedicado a promover la actualización de las regulaciones impuestas por el gobierno chileno a los suplementos y nutraceúticos.

El mercado de suplementos alimenticios presenta tendencias de consumo o estacionalidades por tipo de producto, por ejemplo, aquellos productos potenciadores de la pérdida de peso aumentan sus ventas en los meses cercanos al verano, por otra parte, el aumento de la cantidad de personas que llevan una dieta vegetariana o vegana ha significado un crecimiento en el consumo de suplementos vitamínicos. De esta forma se observa que existen tendencias de consumo según las necesidades de los consumidores, el Laboratorio FNL se ha propuesto mantener un catálogo de productos que se adecue a estas necesidades en constante cambio.

En cuanto a la participación de mercado, las cifras más actualizadas encontradas hacen referencia a que el mercado chileno de productos naturales, es decir englobando todos aquellos productos categorizados como naturales, alcanzó los US\$100.000.000 para el año 2013 incluyendo exportaciones e importaciones. Al desglosar el mercado de productos naturales, la categoría más influyente es la de los suplementos alimenticios, mercado que creció a una tasa anual de aproximadamente un 24% para los años 2009, 2010 y 2011. Por otra parte, estudios posteriores mostraron que entre 2014 y 2016 el crecimiento del mercado de suplementos fue de un 30%. Este crecimiento se ve reflejado en el aumento de las ventas que ha experimentado el Laboratorio FNL durante los años mencionados y a su vez en la expansión del catálogo de productos. En cuanto a la competencia, cabe destacar que dentro de este mercado se encuentran grandes empresas como es el caso de Herbalife, considerada en 2018 la empresa de suplementos alimenticios número uno en América Latina, así como las empresas que conforman la asociación gremial antes mencionada, por lo cual el mercado es altamente competitivo.

1.3. Desempeño Organizacional

A partir de junio del año 2018 el laboratorio adquirió el software BSale con el fin de hacer un mejor seguimiento a las ventas y observarlas de manera automatizada. Para este trabajo se utilizará la base de ventas desde la adquisición del software mencionado, la cual ha sido modificada para su uso y considerará como medida de ventas el número de frascos vendidos, ya que facilitará los cálculos posteriores de este trabajo al enfocarse en el stock de productos más allá del número o monto de facturas.

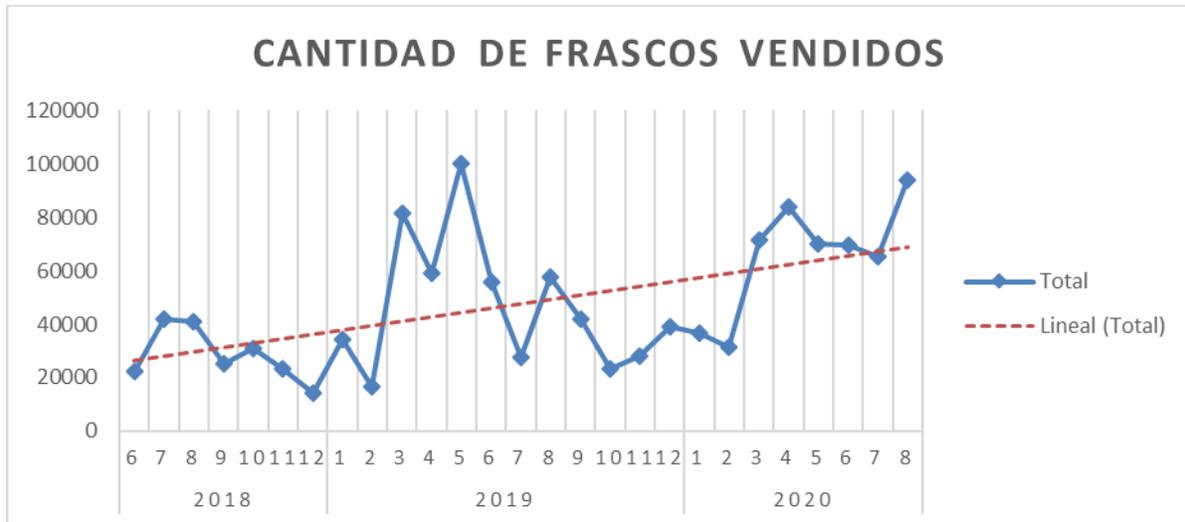


Figura 2: Cantidad de frascos de productos vendidos
(Fuente: Elaboración propia)

Al observar la Figura 2, la cual muestra la cantidad de frascos vendidos de productos, tanto de marca propia FNL como productos de maquila, a partir de junio de 2018 hasta agosto de 2020, se aprecia un notorio crecimiento de la curva reflejando así que la empresa está en una etapa de crecimiento. Cabe destacar que a partir de marzo de este año aumentaron en gran medida las ventas de un producto en específico debido a la situación de pandemia, siendo este la Vitamina C, ya que está calificado como un potenciador del sistema inmune. Sin contemplar este factor se sigue observando un aumento paulatino de las ventas. Por otra parte, se tiene también un aumento del número de productos fabricados, de 167 en 2018 a 211 en 2020.

Adicional al aumento en ventas y productos, la etapa de crecimiento en la cual se encuentra la empresa se ve reflejada en las estrategias de crecimiento que ha buscado desarrollar el laboratorio. El área de marketing, por ejemplo, estipuló un plan de ampliación de los canales de ventas, el cual contempla desarrollar la comercialización a través de peluquerías, gimnasios, veterinarias y la venta propia en un punto físico y mediante la página web.

2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN

2.1. Información del área de la empresa

El área de la empresa que se verá afectada en mayor medida es la de operaciones, en este caso nombrada área de producción. Está conformada por un gerente, una jefa de producción y 24 operarias destinadas a las tareas productivas. El lugar de trabajo está dividido en zonas según las distintas etapas del proceso productivo, como se observa en la Figura 3.

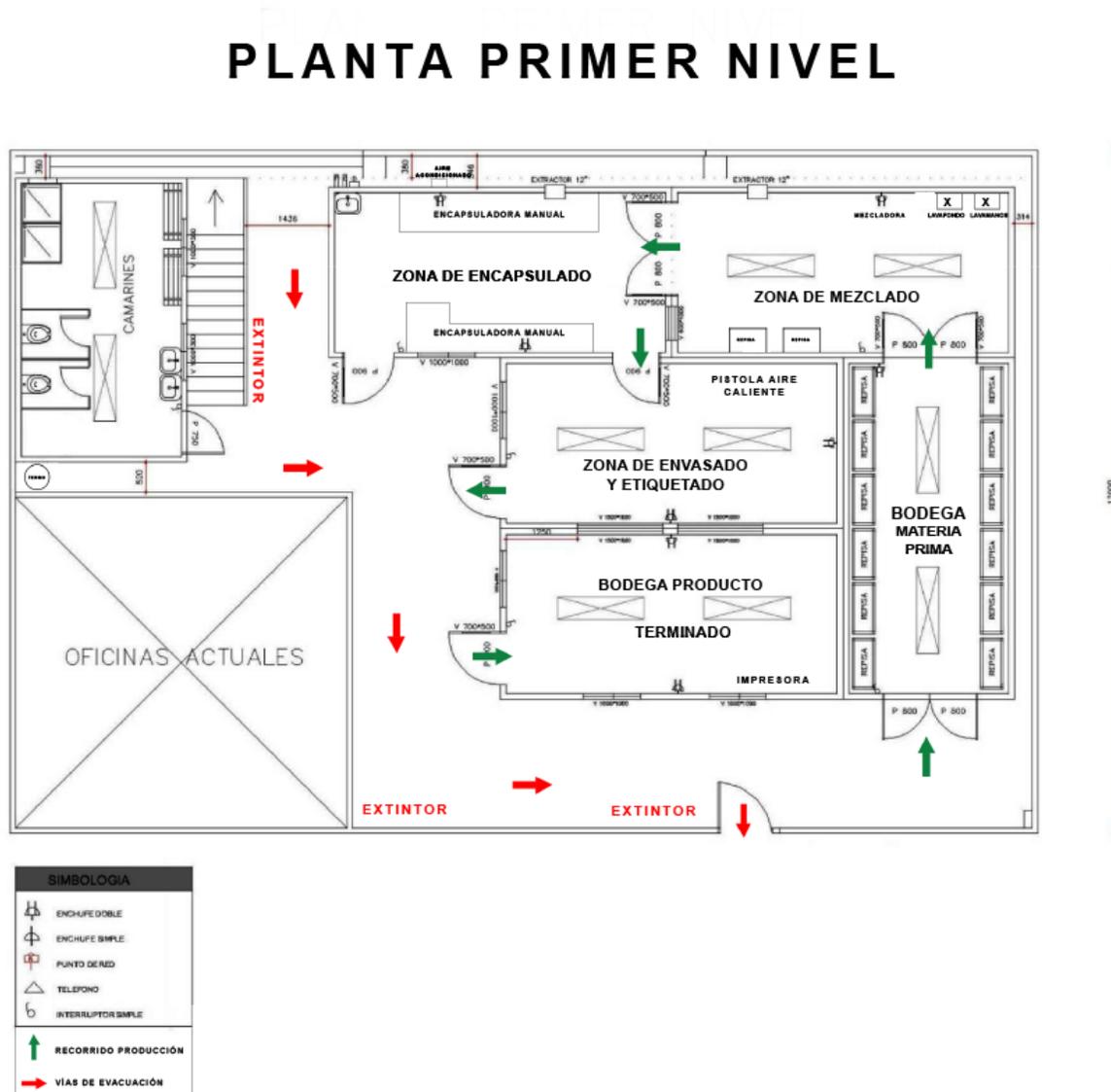


Figura 3: Layout área de producción de la empresa
(Fuente: Elaboración interna Laboratorio FNL)

Para entender de mejor manera su funcionamiento fue necesario conocer el proceso de elaboración actual. A modo de resumen, esta parte con la recepción y almacenamiento de las materias primas e insumos por parte de la encargada de recepción perteneciente al área de calidad, luego la persona encargada de producción elabora una ficha donde se especifican los recursos a usar, entregándoselos al personal designado a proceder en la elaboración, etapa que contempla el pesaje, mezclado y tamizado de las materias primas. A continuación, el producto intermedio es encapsulado y guardado en bolsas, para luego ser envasado, sellado, etiquetado y codificado. El producto terminado es almacenado en bodega como stock y pasa a la etapa de empaque cuando se requiera realizar su despacho.

Como lo que se busca a través de este trabajo de título es proponer un modelo de gestión de inventario, no solo se verá afectada el área de producción si no que la de calidad ya que dentro de los beneficios de la propuesta está el aumento de la trazabilidad de las materias primas al tener un mejor registro de su ingreso y uso.

2.2. Identificación del problema

En entrevista con Jaime Zúñiga, socio y director del Laboratorio FNL, se detectaron falencias en el proceso de producción que lleva el laboratorio. Siguiendo el orden que rige al proceso, se observa que no se hace seguimiento de las cantidades de materias primas en bodega una vez se reciben, además si bien el laboratorio cuenta con un registro en Excel donde tienen un promedio de consumo por materia prima, este no está actualizado por lo que no se usa, la decisión de reorden es en base a las órdenes de producción que ingresan y el criterio personal de la encargada de compras. En esta misma línea no cuentan con un registro claro de los proveedores de materia primas e insumos, aun cuando cuentan con un archivo con las compras realizadas a distintos proveedores este no está actualizado, no permite revisar las opciones para un material y no solo contempla a proveedores nacionales.

Al momento de iniciar la elaboración de un producto, se crea una ficha de producción en el caso de ser de maquila o se usa la receta ya registrada para marca propia, esta ficha se imprime y en ella se registran los datos de trazabilidad, como el lote, fechas de vencimiento y elaboración y encargado. Todos los registros son manuales y se deben revisar documentos para acceder a la información de la materia prima, no cuentan con un consolidado con la información por lo cual el proceso de registro es engorroso y demanda tiempo del encargado de producción.

En cuanto al plan de producción en la actualidad trabajan con una producción reactiva según van ingresando los pedidos día a día, es decir, no se cuenta con una planificación de producción asociada a la demanda real de productos. Esto se debe a que, como se mencionó anteriormente, la empresa ha experimentado un aumento de sus ventas en los últimos años haciendo que el diseño de producción antiguo no les permita llegar con los niveles de producción de la nueva demanda. Además, el aumento de la oferta de productos por parte del mismo laboratorio ha generado la incorporación de un mayor catálogo de materias primas, más de 300, e insumos a considerar. Es importante mencionar que los productos que fabrica la empresa son en su mayoría cápsulas compuestas por pequeñas cantidades de mezclas de materias primas, donde varios productos pueden tener los mismos componentes, por ejemplo, el cloruro de magnesio es usado en varias recetas de productos, por lo cual al no contar con una política de stock estas materias presentan quiebres perjudicando la producción.

Para respaldar lo anterior se conversó con la Jefa de Calidad, Katherine Sánchez, quien proporcionó detalles de cómo se planifica la producción. Si bien cuentan con un software para hacer seguimiento de las ventas, no se han dado el trabajo de estimar la demanda para cada uno de los productos por lo cual la producción se realiza en base a la experiencia de los trabajadores y al ingreso de órdenes de compras. En cuanto al seguimiento de inventario de materias primas, las cantidades de éstas son registradas una vez el proveedor realiza la entrega, pero no a medida que son consumidas en la elaboración de productos. Es ahí cuando se contrasta el stock con las cantidades que los trabajadores estimen necesario mantener basados en su experiencia y se procede a avisar a la encargada de compras que algo no está en existencia. Para los insumos, en cambio, si se lleva un registro de inventario continuo a través de una planilla de Excel, donde se anota el consumo y manualmente se calcula cuánto y cuándo debiese comprarse. Debido a la metodología usada y a no llevar un registro en tiempo real del consumo, el laboratorio presenta entre 10 y 15 quiebres de materias primas e insumos a la semana, lo cual significa demoras en los tiempos de producción o de lleno no poder producir productos, ya que en promedio una materia prima está presente en la elaboración de 2 a 3 productos, significando finalmente no poder producir en el momento que se detecta el quiebre entre 20 y 30 productos.

El proceso contempla almacenamientos provisorios en dos etapas, primero las cápsulas llenas son mantenidas en la zona de encapsulado en bolsas y en segundo lugar al terminar la elaboración de un producto este se almacena provisoriamente en pallets hasta que se despacha, ambos procesos no cuentan con un registro de las cantidades de producto, intermedio o terminado respectivamente, en existencia. El desconocimiento de esto genera confusiones entre las operarias de producción.

En general se observa una deficiencia en la gestión del proceso productivo, fuertemente ligada al diseño del plan de producción y la inexistencia de un control de inventario. Con el fin de hacer más fácil la comprensión del problema planteado se confeccionó un árbol de problemas. De este se desprenden las siguientes causas y efectos.

Causas:

1. Carencias en las modalidades de registro de la información.
2. El laboratorio no cuenta con un sistema de planificación de la producción ajustado a las demandas actuales.
3. Inexistencia de un seguimiento y control de stock que se ajuste a los leads times de las materias primas, las cuales son adquiridas mediante proveedores nacionales e internacionales, requiriendo estas últimas un mayor stock basal.
4. Inexistencia de un control de inventario.

Efectos:

1. Quiebres de stock tanto de productos terminados como de insumos y materias primas.
2. Incapacidad de producir productos al no contar con el stock de insumos y materias primas necesarios.
3. Incumplimiento de la propuesta de valor establecida por la empresa, la cual promete entregar todos los pedidos en un máximo de 48 horas.

2.3. Alternativas de solución

Las falencias detectadas sugieren dos posibles focos de solución, centrarse en la demanda para así ordenar el proceso mediante una estimación ajustada a los fuertes cambios que han presentado las ventas o enfocarse en el inventario y diseñar una nueva forma de gestionar el proceso existente desde un modelo de gestión de inventario. Si bien la primera propuesta aborda una de las grandes falencias de la empresa, no resuelve el problema productivo, por lo cual aún logrando visibilizar la demanda real, la forma en la que el laboratorio trabaja no permitiría llegar a esta sin pérdidas. En cambio la segunda propuesta es considerada la ideal ya que abarca varios puntos del proceso productivo y sugiere formas de gestión haciéndola más escalable en el tiempo.

2.4. Propuesta de valor de las posibles soluciones

El problema identificado sugiere como una posible causa la inexistencia de un modelo de inventario, este es crucial para el funcionamiento de cualquier empresa del tipo manufacturera, es más al ahondar en la bibliografía se muestra la importancia y beneficios de contar con una adecuada política de seguimiento de inventario.

Se tiene así que existen tres razones fundamentales por las cuales es crucial llevar un inventario [2]:

- Protección contra la incertidumbre
- Producción y compras más económicas
- Cubrir cambios anticipados en la demanda o en la oferta

En la práctica esto se vería reflejado en la capacidad de anteponerse a los quiebres de stock, permitiendo llegar con los pedidos en los tiempos estipulados y no tener que rechazar ordenes de compras. Si bien en la actualidad no se lleva un registro que permita calcular el impacto monetario que tiene el problema detectado, se buscará medirlo a través de una estimación de las ventas. También permitirá seguir con los planes de ampliación de canales de venta que han tenido que ser postergados por no dar abasto con los canales actuales al no poder anteponerse a la demanda.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General

Formular e implementar un modelo de gestión de inventario para optimizar el funcionamiento de un laboratorio productor de suplementos alimenticios, con el objetivo de disminuir los costos asociados a quiebres de stock y gestionar la trazabilidad de las materias primas.

3.2. Objetivos Específicos

1. Realizar un diagnóstico de la situación actual del laboratorio.
2. Formular un modelo de gestión de inventario a través de una política de stock de productos y una política de stock de insumos y materias primas.
3. Analizar y evaluar posibles sistemas a través de los cuales implementar el modelo.
4. Realizar una propuesta de implementación del modelo de gestión de inventario.

4. MARCO CONCEPTUAL

Dada la naturaleza del problema y al tratarse de una deficiencia en la planificación y logística productiva que actualmente enfrenta el laboratorio, se puede abarcar a través de un marco conceptual referente al área de la ingeniería dedicado a la gestión de operaciones. En específico, al revisar literatura asociada a la materia, se reconoce la posibilidad de implementar modelos de gestión para la implementación de políticas de inventarios. En la mayoría de estos se señala como primer punto a abordar la necesidad de determinar un pronóstico de demanda que permita calcular las cantidades de materias primas y sus insumos, así como sus tiempos de obtención, entre muchas otras variables necesarias para alinear las ventas con el stock a disponer tanto de productos terminados como por fabricar.

En uno de los textos revisados se hace mención de que "sin un correcto modelo de gestión de inventarios, las decisiones se toman utilizando medidas equivocadas, mal parametrizados o con información irreal. Los sistemas de control de inventario, entonces, no funcionan de forma correcta, ya que los parámetros se deben calcular de una manera técnica mediante la realización de análisis detallados de la información y la utilización de la simulación, para así lograr los objetivos y metas trazadas en una empresa u organización". [1] De lo anterior, y en base a lo mencionado en la justificación del problema, la logística empleada actualmente en el laboratorio, donde se trabaja reactivamente a medida que ingresan pedidos, puede ser viable en un escenario reducido de productos y materias primas, pero dado el crecimiento que ha tenido el laboratorio, es preciso implementar una planificación productiva asociada a una política de stock haciendo necesario el trabajo de estudio por parte de un ingeniero civil industrial que posea las herramientas para llevarlo a cabo.

En base a todo lo anterior se mencionarán a continuación los conceptos y modelos relevantes a considerar como marco teórico dentro de este trabajo de título.

4.1. Modelos de Gestión de Inventarios

En la actualidad y en el contexto de la gestión de operaciones se observan variados modelos para abordar el manejo de inventarios. En esta sección se abarcarán aquellos más clásicos y usados.

Modelo EOQ

Ford W. Harris lo crea en el año 1913, la sigla EOQ hace referencia a Economic Order Quantity, o traducido al español Cantidad Económica de Pedido. Se basa en los siguientes supuestos: una demanda y lead time constantes y conocidos, no permite la existencia de quiebres y asume costos de compra y orden constantes.

El modelo se enfoca en disminuir lo máximo posible los costos de inventarios, lo cual se puede expresar a través de minimizar la siguiente ecuación:

$$\text{Costo de Inventario} = D * C + D * \frac{S}{Q} + H * \frac{Q}{2}$$

Donde **D** es la demanda de productos, **C** el costo unitario de los productos, **S** el costo de colocación de un pedido, **Q** el tamaño del pedido y **H** el costo de mantenimiento promedio por unidad de inventario.

Sistema de Revisión Continua

Las limitaciones del modelo EOQ debido a su supuesto de demanda constante es atenuado en el sistema de revisión continua. En este se revisa continuamente la posición de inventario, entendiéndose esta como el inventario disponible más el inventario ordenado. Una vez que la posición de inventario disminuye hasta alcanzar un nivel predeterminado llamado punto de reorden **R**, se ordena la cantidad fija **Q**.

Para poder determinar **R** la empresa debe fijar un nivel de servicio deseado y se debe conocer la distribución estadística de la demanda a lo largo del tiempo de espera. Esto permite definir el punto de reorden como sigue:

$$R = m + s$$

Donde **m** es la demanda promedio estimada durante el tiempo de entrega y **s** el inventario de seguridad. Este último se puede expresar de la siguiente manera:

$$s = z * \sigma$$

Con **z** el factor de seguridad y σ la desviación estándar promedio de la demanda durante el tiempo de entrega.

Sistema de Revisión Periódica

En este sistema la posición de inventario se revisa en intervalos periódicos fijos **P**. Se debe fijar una cantidad de inventario meta **T** y en cada revisión del inventario se ordena una cantidad igual a **T** menos la posición de inventario.

Las principales diferenciales de este sistema con el de revisión continua son que no se tiene un punto de reorden si no que un nivel de inventario como meta, no tiene una cantidad económica de la orden ya que esta varía de acuerdo con la demanda y el intervalo de la orden es fijo no así en el sistema **Q** donde se puede colocar una orden siempre que se necesite.

Las fórmulas son similares al Sistema de Revisión Continua, añadiendo ahora el periodo de revisión **P** y el tiempo de espera o lead time **L**, por lo tanto, el inventario de seguridad debe cubrir la demanda promedio a lo largo del periodo **P+L**, obteniendo así que

$$T = m' + s'$$

Donde

T = nivel del inventario fijado como meta

m' = demanda promedio a lo largo del periodo **P + L**

s' = inventario de seguridad para cubrir **P + L**

Para el inventario de seguridad se tiene

$$s' = z * \sigma'$$

donde

z = factor de seguridad

σ' = desviación estándar de la demanda a lo largo de $P + L$

4.1.1. Justificación del modelo seleccionado

El laboratorio adquiere materias primas e insumos tanto de productores nacionales como internacionales, estos últimos tienen un mayor lead time o tiempo de entrega, debido a esto y a la cantidad de productos, materias primas e insumos con los que se trabaja se decidió optar por un sistema de revisión periódica. Definiendo como periodo de revisión P cada 5 días hábiles y tiempo espera L otros 5 días hábiles.

4.2. Factores que afectan la política de inventario

Costos del Inventario

El costo total de inventario puede definirse como:

$$\begin{aligned} \text{Costo Inventario} = \\ & \text{Costo del artículo} + \text{Costo de ordenamiento} \\ & + \text{Costo de mantenimiento} + \text{Costo de faltantes} \end{aligned}$$

Al hacer el desglose se tienen las definiciones de cada uno como sigue:

- Costo del artículo: Se refiere al costo de comprar o de producir los artículos individuales del inventario. Calculándose como el costo por unidad multiplicado por la cantidad adquirida o producida.
- Costo de ordenamiento (o de preparación): En el caso de necesitar ordenar un lote de artículos, se refiere a todos los costos asociados a esta actividad, como son la creación de la orden de compra, el despacho, los costos de transporte, costos de recepción, etc. Ahora bien, cuando se trata de una producción dentro de la empresa se habla de costos de preparación, entendiéndose estos como los costos asociados a preparar el equipamiento de producción.
- Costo de mantenimiento: Son aquellos costos asociados con el hecho de mantener los artículos en el inventario por un periodo definido de tiempo. Este costo se desglosa a su vez en tres componentes: costo de capital, costo de almacenamiento y costo de obsolescencia, deterioro y pérdida.
- Costo de faltantes: Es el costo asociado a quedarse sin inventario, por ejemplo, los costos de oportunidad asociados a la pérdida de ventas.

Nivel del Servicio o Tasa de Cumplimiento

Se entiende como el porcentaje de la demanda que se satisface a partir del inventario durante un periodo en particular.

Rotación del Inventario

Indica el número de veces (durante un periodo de tiempo definido) que el inventario se renueva por completo, es decir, muestra la relación entre el inventario promedio disponible y el consumo en ese periodo del inventario.

$$\text{Rotación del inventario} = \frac{\text{Costo de los bienes vendidos en el periodo}}{\text{Nivel promedio del inventario}}$$

Tiempo de entrega o Lead time

Hace referencia al tiempo que transcurre desde que se genera una orden de pedido a un proveedor hasta que se entrega la mercancía de ese proveedor.

Capacidad de almacenamiento

Corresponde a la cantidad de objetos que pueden ser almacenados en una bodega, se calcula considerando la superficie total del almacén y la altura máxima de almacenaje mediante la siguiente formula:

$$C = (S - \text{zonas no dedicadas al almacenaje}) \times H$$

Donde

C= capacidad de almacenamiento

S= superficie total del almacén

H= altura máxima de almacenamiento

Capacidad de producción

Cantidad máxima de bienes y servicios que puede producir una unidad de producción, bajo condiciones de funcionamiento normales, así como una utilización óptima de los recursos. Para su cálculo se determina cuánto tiempo lleva producir una unidad de producto. Luego se divide la capacidad diaria de la planta en horas entre el tiempo para producir el producto.

Mermas

Perdida o reducción de un cierto número de mercancías causando una fluctuación, es decir, una diferencia entre el contenido de los registros de inventario y la cantidad real de productos o mercancía efectivamente en bodega, que conlleva a una pérdida monetaria.

Demanda y su variabilidad

Cantidad de bienes y servicios requeridos por un grupo de personas en un mercado determinado, en el cual influyen los intereses, las necesidades y las tendencias. La variabilidad que puede tener la demanda de bienes y objetos se debe a la volatilidad, incertidumbre, complejidad y la ambigüedad del mercado bajo condiciones externas a la empresa.

4.3. Métodos de Pronóstico de Demanda

4.3.1. Cualitativos

Se basan en el análisis subjetivo en base a estimados y opiniones. Las técnicas más usadas son: investigación de mercados, grupos de consenso, analogía histórica, método de Delfos y técnicas acumulativas.

Análisis de series de tiempo

Estos métodos se basan en la idea de que es posible utilizar la información de la demanda pasada para determinar la demanda futura.

Promedio móvil simple

Se basa en el cálculo del promedio de un periodo que contenga varios puntos de datos dividiendo la suma de los valores entre el número de estos. Es decir, se le otorga la misma influencia a cada uno.

Promedio móvil ponderado

Algunos de los puntos contemplados obtienen una mayor ponderación en base a la experiencia de quien realice el cálculo.

Suavización exponencial

A diferencia de los métodos anteriores, en este se considera una ponderación aún mayor de los datos y esta sufre una reducción exponencial conforme estos se vuelven más antiguos. Este modelo estima que la demanda futura será igual a la media de las demandas reales históricas, dando una mayor ponderación a los valores más cercanos en tiempo al horizonte al cual se le busca estimar la demanda.

- *Suavización exponencial doble o Método de Holt:* Este modelo considera la tendencia de los datos a analizar y dos constantes de suavizamiento que permiten ajustar el pronóstico, mediante la siguiente fórmula

$$\begin{aligned}A_t &= \alpha D_t + (1 - \alpha)(A_{t-1} + T_{t-1}) \\T_t &= \beta(A_t - A_{t-1}) + (1 - \beta)T_{t-1} \\F_t &= A_t + T_t\end{aligned}$$

donde

A_t = Promedio suavizado exponencialmente de la serie de tiempo t

T_t = Promedio suavizado exponencialmente de la tendencia en el periodo de tiempo t

F_{t+1} = Pronóstico para el periodo $t + 1$

α y β parámetros de suavizamiento, con un valor entre 0 y 1

4.3.2. Causal

Como su nombre lo indica, se basa en la causalidad de algún factor subyacente presente en el contexto donde se busca pronosticar la demanda, para esto se utiliza la técnica de regresión lineal.

Análisis de regresión

El pronóstico se calcula en base a la ocurrencia de otros eventos que el investigador considere relevantes e influyentes en la demanda.

Principales Indicadores

Se observa el comportamiento de indicadores relacionados a las ventas cuya demanda se busca pronosticar, definiendo el tipo de relación ya sea inversa o directa. Por ejemplo, si el precio de la competencia disminuye en gran medida, es esperable que la demanda disminuya.

4.3.3. Modelos de simulación

Modelos dinámicos que permiten hacer suposiciones acerca de las variables internas y el ambiente externo en el modelo. Permite, como su nombre lo indica, simular escenarios posibles de demanda al realizar cambios en las variables.

4.4. Elección de un modelo

Las variables básicas por considerar al momento de realizar una estimación de demanda son la tendencia y la estacionalidad. Una herramienta útil para identificar esta última variable es graficar las ventas históricas e intentar detectar si hay un patrón de comportamiento, dado el número de productos que se elaboran en el laboratorio no es eficiente graficarlos todos por lo cual se seleccionaron bajo el principio de Pareto aquellos con más ventas para luego graficarlos y analizar el comportamiento de sus ventas. Como era de esperarse debido a los cambios que han presentado las ventas del laboratorio debido a la situación de pandemia que se está viviendo a nivel mundial, no fue posible identificar una estacionalidad de manera visual.

En base a lo anterior se decidió mantener como variable solo a la tendencia, descartando así aquellos modelos que incluyeran la estacionalidad, eligiendo la suavización exponencial.

5. METODOLOGÍA

Si bien el trabajo de memoria no considera el rediseño de procesos como tal, la resolución del problema planteado considera el análisis del proceso productivo y la implementación de un modelo de gestión de inventario que permita mejorar dicho proceso. En base a esto se usará una metodología basada pero no estrictamente igual al rediseño de procesos mediante el uso de Patrones de Oscar Barros, ya que contempla el análisis del proceso, propuesta de mejora e implementación de una herramienta, lo cual está alineado con los objetivos de este trabajo.

5.1. Rediseño de Procesos de Negocio mediante el uso de Patrones

La metodología propuesta por Oscar Barros contempla las siguientes etapas que se explicaran brevemente.

1. **Definir el proyecto:** Establecer con precisión los procesos que requieren ser rediseñados y los objetivos específicos que se tienen al enfrentar el cambio. Es relevante priorizar aquellos procesos que generen una mayor contribución al cumplimiento de los objetivos estratégicos de la organización. Esta etapa se divide en:
 - a) Establecer objetivos
 - b) Definir ámbito de procesos a diseñar
2. **Entender situación actual:** Representar la situación que actualmente enfrentan los procesos seleccionados en la etapa anterior.
 - a) Modelar la situación actual
 - b) Validar y medir
3. **Rediseñar:** Definir los cambios que deberán efectuarse en la situación actual y como se ejecutara el rediseño del proceso.
 - a) Establecer direcciones de cambio
 - b) Seleccionar tecnologías habilitantes
 - c) Modelar y evaluar rediseño
 - d) Detallar y probar rediseño
4. **Implementar:** Llevar a la práctica los procesos definidos con anterioridad.
 - a) Construcción de software
 - b) Implementación del software
 - c) Implementación procesos

5.2. Metodología por usar

En base a la metodología de Oscar Barros se definió la metodología a seguir a lo largo de este trabajo de título como sigue.

1. **Definir:** Identificar el problema y definir los objetivos de la propuesta de solución.

- 2. Situación actual:** Se realizará un levantamiento y análisis del proceso productivo actual del laboratorio, mediante la recopilación de información a través de reuniones con trabajadores del área.
 - a) Levantamiento y análisis del proceso productivo de la empresa contemplando desde la adquisición de materias primas e insumos hasta el despacho de productos terminados.
 - b) Modelamiento del proceso a través de la herramienta Bizagi.

- 3. Propuesta de solución:** Selección y definición de un modelo de gestión de inventario y selección de herramienta de automatización del modelo de inventario y su implementación.
 - a) Definición de factores que inciden en el modelo
 - b) Definición del modelo de gestión de inventario
 - c) Definición de requerimientos de la empresa
 - d) Análisis de posibles herramientas a utilizar
 - e) Propuesta de herramienta a adquirir

- 4. Implementación:** Parametrización de la herramienta adquirida por la empresa.
 - a) Decisión de la empresa
 - b) Cálculos necesarios
 - c) Parametrización

6. ALCANCES

El levantamiento de la situación actual de la empresa estará acotado al análisis de las ventas con la información obtenida desde la adquisición del software BSale y el levantamiento del proceso productivo con énfasis en la metodología de inventario usada.

La categorización de los productos y las políticas de inventario contemplaran los productos de marca propia FNL.

Finalmente, la memoria considera el desarrollo de un plan productivo en base al diseño de un modelo de gestión de política de inventario, teniendo como alcance final la implementación de dicho modelo y su automatización mediante un software.

7. RESULTADOS ESPERADOS

En una primera instancia, se desea lograr mediante el levantamiento de la situación actual del laboratorio una identificación de las falencias del proceso, contemplando posibles errores en los registros de datos, pasos innecesarios, tareas duplicadas e ineficiencias generales dentro del marco productivo.

En cuanto al análisis y estimación de la demanda, se espera lograr calcular y registrar la demanda anual para cada uno de los productos FNL y de maquila, eliminando del catálogo aquellos que no registren ventas significativas. Luego a través de la categorización y registro de todos los productos con sus respectivas recetas, se busca facilitar el seguimiento del consumo de las materias primas, así como la trazabilidad de estas.

Al definir las necesidades de la empresa, se espera detectar la disposición de esta a cambiar aspectos del proceso actual, así como la disposición a invertir monetariamente. En conjunto con esto, se buscará levantar todos los datos necesarios para parametrizar el sistema de procesamiento, obteniendo así un proceso automatizado.

Por último, como el resultado final es la propuesta de una implementación del modelo de inventario y medición de los cambios esperados dentro del proceso, se espera así que este permita anteponerse a los quiebres de stock de materias primas, insumos y productos terminados, disminuyendo los costos asociados a quiebres de stock.

8. DIFICULTADES PREVISIBLES Y ESTRATEGIAS DE SOLUCIÓN

Debido al aumento inesperado de la demanda que ha experimentado la empresa y en consecuencia el considerable aumento de trabajo asignado a cada colaborador es previsible que la adopción de un modelo de gestión que involucre cambios en sus labores pueda ser recibido de manera negativa.

Adicional a esto al contemplar el uso de una nueva herramienta tecnológica y dado el limitado conocimiento computacional de algunos funcionarios, su funcionamiento puede verse ralentizado por la necesidad de capacitaciones en mayor profundidad.

Se propone como estrategia de solución la creación de un nuevo cargo enfocado directamente en la gestión de la producción, de manera de distribuir las cargas de los trabajadores y de generar figuras con roles claros cuyo enfoque sea el funcionamiento de la implementación del modelo. Adicionalmente, se sugiere la realización de capacitaciones adicionales a las referentes al software, enfocadas en nivelar los conocimientos computacionales de los trabajadores.

9. DESARROLLO DEL TRABAJO DE TÍTULO

9.1. Diagnóstico situación actual

El primer paso dada la metodología electa será la revisión y diagnóstico de la situación actual de la empresa, para esto se dividirá el diagnóstico según cuatro tópicos atingentes al problema identificado, siendo estos el proceso productivo, la trazabilidad de las materias primas, el comportamiento de las ventas, y el catálogo de productos y su demanda.

9.1.1. Proceso productivo

Se considerará como proceso productivo a todos los procesos involucrados en la elaboración de productos partiendo por la adquisición de las materias primas e insumos, las etapas de producción como tal, los procesos de almacenamiento y el despacho al cliente. Para lograr un mejor entendimiento se describirán en el orden lógico que siguen los procesos con cada una de sus etapas.

9.1.1.1. Flujo del proceso productivo

Adquisición de materias primas (MP) e insumos

A continuación, se dará cuenta de las etapas que sigue el proceso de adquisición de materias primas e insumos. En este caso se consideran como materias primas a los ingredientes en polvo, las cápsulas vacías y las cápsulas blandas que corresponden a un producto intermedio ya que pasan directamente a la etapa de envasado. En cuanto a los insumos se tienen de distintos tipos según la etapa del proceso y el formato del producto. A grandes rasgos existen entonces insumos de envasado que corresponden a los frascos que contienen las cápsulas, insumos de sellado siendo estos el sello que va al interior del frasco y otro termo contraíble que va en el exterior del frasco, insumos de codificado correspondiente a la etiqueta con el número de lote y fechas relevantes del producto e insumos de embalaje siendo estos los estuches individuales que acompañan a cada frasco y a las cajas en las cuales se transportan varios frascos.

Revisión de inventario

La empresa lleva control manual del inventario de materias primas mediante una planilla de Excel, en esta se registran las cantidades iniciales de cada MP y se hace revisión de las cantidades en existencia cuando se requiere elaborar un producto, es decir, no se lleva un control periódico del inventario, sino que al inicio de la elaboración se visibilizan los materiales sin stock y se procede a su adquisición.

Compra

Se genera una orden de compra para materias sin stock en la cual se especifica el proveedor, este es seleccionado desde un catálogo de proveedores que maneja la empresa y se elige según el precio que ofrece y los tiempos de entrega en base a la urgencia con la cual se requiera la materia prima o insumo, de ser necesario se contactan nuevos proveedores.

Cabe destacar que la empresa trabaja con proveedores de tipo nacional e internacional, los últimos manejan tiempos de entrega mayores y dependen del tipo de envío, si este es por barco la entrega

ronda los 2 meses aproximadamente como es el caso de los proveedores en China, en cambio aquellos vía terrestre o área demoran 3 a 4 semanas como es el caso de los proveedores en Argentina.

Recepción

Una vez que llega el pedido a las dependencias del laboratorio el encargado de bodega hace una comparación entre la guía y/o factura versus la orden de compra de los solicitado, en paralelo el personal de calidad revisa el estado del camión y hace una inspección visual de los parámetros de calidad. Si se cumple se descargan los objetos.

Cada envase debe contener una etiqueta donde se especifique: nombre del producto, código, lote, fecha de producción y fecha de vencimiento. Una vez anotada la información correspondiente en el documento "Registro recepción y control de MP, Insumos, MEE y PQ" (Ver Figura 4), se almacenan en bodega.

		REGISTRO RECEPCIÓN DE MATERIA PRIMA, MATERIAL DE ENVASE Y EMBALAJE E INSUMOS					Versión 1.0 Fecha 26-04-2019 RG-RECEP-001 Página 1 de 1				
Parámetros	Rotulación, sellado de envases, materias extrañas o suciedad presente, producto no corresponde a lo solicitado.										
Frecuencia	Cada vez que se recepcione insumos, materia prima, material de envase y embalaje y productos químicos.										
Nivel de aceptación o rechazo (1)	Insumos, Materia Prima, Material de Envase y Embalaje y Productos Químicos					Cumple (C) : Exento de materias extrañas y suciedad, embalaje que impida la exposición del envase al medio ambiente, rotulación adecuada (cantidad, contenido, fecha elaboración, n° lote, proveedor). Presenta certificado de calidad (MP, MEE, PQ). No Cumple (NC) : Presencia de materias extrañas y suciedad, presencia de perforaciones, embalaje deficiente, rotulación incompleta. Producto no corresponde a lo solicitado. No presenta certificado de calidad.					
Acción Correctiva (2)	1.- Rechazo del producto en caso de incumplir en el estado del producto o en el estado del camión 2.- Aceptación condicional por defectos en cantidad recepcionada de acuerdo a lo solicitado en la orden de compra.										
Fecha	Producto Recepcionado	Proveedor	N° Factura o Guía de Despacho	Cantidad	Lote	Nivel de Aceptación o Rechazo (1) (C - NC)	Check list del transporte		LIBERADO (L) RECHAZADO (R)	Acción Correct. (2)	Responsable
							Criterio Aceptación: C = Cumple. NC= No Cumple				
							Olores extraños o residuos visibles de derrames.	Contaminación cruzada por vectores, residuos de alergenicos, vidrios u otros cuerpos extraños.			
Elaborado por: Encargada de Calidad y Procesos Productivos			Aprobado por: Gerente General				Aprobado por: Gerente General				

Figura 4: Imagen del Registro de recepción de materias primas e insumos.
(Fuente: Elaboración interna Laboratorio FNL)

Almacenamiento

La empresa cuenta con distintos espacios dentro del mismo recinto del laboratorio destinados a almacenar MP e insumos. En específico cuentan con una bodega temperada en la cual se almacenan aquellas MP que requieren de ciertas condiciones para ser conservadas, en cambio aquellas que no requieren de condiciones especiales, son almacenadas en un espacio, delimitado para este uso, al aire libre.

Elaboración de productos

El laboratorio trabaja con distintos formatos de productos, los más comercializados son aquellos en formato de cápsulas, luego en menor medida se tienen productos en polvo y sachet. Dado lo anterior se describirá el proceso de elaboración para los productos en formato de cápsulas.

Creación de una orden de producción

El encargado de producción crea una ficha de producción, la cual contiene el listado de materias primas y envases con las cantidades prestablecida del producto a elaborar. Esta ficha se imprime y se entrega a la persona destinada para la elaboración del producto.

FICHA DE PRODUCCIÓN					
PRODUCTO:	COLAGESTIN RAZA GRANDE 985 mg			CÓDIGO CLIENTE	
CLIENTE:	ALFARO			CÓDIGO INTERNO	PTMQ00097
FECHA ENCAPSULADO:		LOTE:			
FECHA ENVASADO:		FORMATO (cápsulas/frasco):			30
NOTA DE VENTA:		CANTIDAD FRASCOS A FABRICAR			20
FÓRMULA ENCAPSULADO					
LOTE	MATERIA PRIMA	1 CÁPSULA (mg)	N° Cápsulas:	600	
	Condroitina	200	120	gramos	
	Almidón de maíz	200	120	gramos	
	Glucosamina	500	300	gramos	
	Magnesio Carbonato	5	3	gramos	
	Vitamina C	80	48	gramos	
	Peso materias primas sin cápsula	985	591	gramos	
	Peso Cápsula gelatina(N°00 Transp/Transp)	140	84	gramos	
	Peso total (aprox)	1125	675	gramos	
ENVASADO - SELLADO		ETIQUETADO		CODIFICADO	
LOTE	INSUMOS	INSUMOS	INSUMOS		
	Cáps. Raza grande 1125mg	Etiqueta	Codificado Injekt Lote/Vence		
	Frasco blanco 220 ml				
	Tapa blanca lisa				
	Sello interno safe guard				
	Sello exterior termocontraible				
OBSERVACIONES:					
V°B° ENCARGADA DE ENCAPSULADO:		V°B° ENCARGADA DE ENVASADO Y PICKING:			
ELABORADO POR: ENCARGADA DE CALIDAD Y PROCESOS PRODUCTIVOS		REVISADO POR: GERENTE DE PRODUCTO	APROBADO POR: GERENTE GENERAL		

Figura 5: Imagen de una ficha de producción.
(Fuente: Elaboración interna Laboratorio FNL)

Selección y pesaje de MP

La monitora de encapsulado selecciona y entrega las MP al personal designado para proceder a la elaboración del producto, trasladándolas a la zona de pesaje y mezclado. Una vez ahí, se realiza el pesaje de las materias primas de acuerdo con la ficha de producción y posteriormente se registran los lotes de las materias primas utilizadas en la columna "Lote" de la ficha de producción impresa.

Mezclado y homogeneización

Si se trata de un producto que contenga más de una materia prima, luego de pesarlas se mezclan según las cantidades estipuladas en la ficha de producción. En el caso de tratarse de un producto cuya fórmula contenga solo una materia prima o si bien es de tipo capsula blanda, se debe saltar este paso.

Tamizado

En esta etapa la materia prima o mezcla de materias primas pasa por el cernidor para evitar aglomeraciones.

Encapsulado

La monitora de encapsulado asigna el lote correlativo de cada producto a elaborar el cual se registra en "Ficha control de producción". De acuerdo con lo estipulado en la ficha de producción se ocupa la máquina del número correspondiente y se procede al encapsulado. Al finalizar esta etapa las cápsulas contenidas en bolsas se identifican con: nombre del producto, fecha de elaboración, lote y responsable y se almacenan provisoriamente en la zona de envasado.

FNL		LOTES DE PRODUCCIÓN ENCAPSULADO Y MEZCLAS DE PRODUCTOS		Versión 1.0 Fecha: 04-05-2020 RG-PROD-006 Página 1 de 1	
FECHA	PRODUCTO A ELABORAR	LOTE	CANTIDAD FRASCOS	OBSERVACIONES	RESPONSABLE
		6872			
		6873			
		6874			
		6875			
		6876			
		6877			
		6878			
		6879			
		6880			
		6881			
		6882			
		6883			
		6884			
		6885			
		6886			
		6887			
		6888			
		6889			
		6890			
		6891			
		6892			
		6893			
		6894			
		6895			
		6896			
		6897			
		6898			
		6899			
Elaborado por: Encargada de Calidad y Procesos Productivos		Revisado por: Gerente de Producto		Aprobado por: Gerente General	

Figura 6: Imagen de planilla Ficha control de producción.
(Fuente: Elaboración interna Laboratorio FNL)

Almacenamiento de cápsulas

Las bolsas con las cápsulas son almacenadas temporalmente en la zona de encapsulado hasta que sea necesario su envasado. En este proceso se realiza un monitoreo del peso de las cápsulas cada 30 minutos y se registra en el "Registro control de peso encapsulado".

Segunda etapa de elaboración

Entrega de envases y posterior envasado

El encargado de bodega de material de envase y embalaje entrega los envases y tapas de acuerdo con la operaria de producción.

Se utiliza la maquina cuenta cápsulas y se procede a envasar las cápsulas. En esta etapa se realiza el pesaje de cada uno de los frascos de acuerdo con el peso estándar estipulado y se registra el monitoreo cada 1 hora en el "Registro control de peso de envasado".

Sellado interno y externo

Luego del proceso de envasado, la operaria procede a colocar el sello interno safeguard, la tapa y el sello externo termo contraíble de los frascos. Este último se adhiere haciendo uso de una pistola a calor. Al finalizar esta etapa, los frascos contenidos en cajas se identifican con nombre del producto, fecha de envasado, lote y responsable, se almacenan sobre pallets de forma provisoria en la zona de etiquetado y codificado.

Etiquetado

La encargada de producción entrega la etiqueta del producto y se utiliza la maquina etiquetadora sobre cada uno de los envases.

Codificado

En esta etapa se utiliza la máquina codificadora inyect o la fechadora manual y se programa el lote y fecha de vencimiento del producto de acuerdo con la ficha de producción.

Almacenamiento productos terminados

El producto terminado se almacena en bodega. Cuando se requiera despachar un producto almacenado, deberá pasar por empaque.

Empaque

De acuerdo con la ficha de producción se disponen los frascos en las cajas de cartón correspondientes, se embalan con cinta adhesiva y se identifican con un sticker con la información del cliente y producto. En el caso que los frascos necesiten ser estuchados según requerimientos de cliente, esto se realiza antes de ser embalados.

Almacenamiento transitorio

El producto empacado es almacenado en pallets de forma transitoria en una zona delimitada para esto.

Despacho

Liberación del producto terminado

El personal de control de calidad realiza una inspección visual aleatoria de acuerdo con las especificaciones del producto. Verifica la información de la ficha de producción y se registra en el formato "Check list de calidad de despacho".

Facturación

La encargada de facturación revisa que los clientes con productos a despachar no tengan pagos pendientes y se facturan las notas de venta. De existir pagos pendientes se le notifican al cliente y una vez saldados pasan a ser facturados.

Selección de productos a despachar

Una vez facturados los pedidos, se ordenan según su prioridad de despacho considerando que la empresa promete un tiempo máximo de respuesta de cinco días hábiles.

Registro de despacho

El despachador llena una planilla con nombres, número de factura y cantidad de cajas que serán entregadas.

Despacho

Para el despacho de productos la empresa cuenta con tres modalidades: entrega directa por parte de la empresa, subcontratación de una empresa de entregas o el retiro directo en el laboratorio por parte del cliente. Para la entrega directa por parte de la empresa se cuenta con dos camionetas, una destinada al transporte en la ciudad de Santiago y la otra para pedidos con destino a otras regiones.

Registro de ruta realizada

Al finalizar la jornada el despachador envía la ruta realizada con el detalle de los productos entregados, en el caso de quedar pedidos pendientes son incluidos en la lista del día siguiente con prioridad de entrega.

9.1.1.2. Análisis del proceso productivo

La información señalada en la sección anterior da cuenta de falencias e ineficiencias a lo largo del proceso productivo. Partiendo por la adquisición de materias primas e insumos, se muestra que no se lleva un control adecuado del stock de MP e insumos, el registro es de forma manual al momento de ser entregados por el proveedor y actualmente no se hace seguimiento de las cantidades en existencia debido al tiempo que esto requiere al realizarse manualmente y a la sobrecarga que enfrentan los trabajadores a causa del alza en la demanda que ha experimentado la empresa en el último año. La incapacidad de anteponerse a los quiebres de materiales tiene directa consecuencia en la etapa de elección de proveedores, debido a que la revisión de stock de materiales se realiza según ingresan pedidos los tiempos de entrega deben ser acotados, debiendo elegir aquellos proveedores con menores lead times y no necesariamente con el menor precio en el mercado.

En cuanto a los procesos de almacenamiento, existen zonas de almacenamiento provisorio que no llevan un mayor control que la identificaron del producto generando confusión entre los operadores. Adicional a esto, se desconocen las capacidades de las bodegas por ende no se

optimiza el uso de los espacios. Finalmente, en el proceso de despacho se observa que las entregas son realizadas según el orden de producción y posterior facturación sin una mayor logística de ruteo.

En general destaca la ausencia de control y seguimiento de inventario en los distintos procesos y etapas, no se hace registro de las cápsulas llenas, aun cuando estas corresponden a un producto intermedio que es almacenado provisoriamente por plazos de hasta una o dos semanas. Así mismo, no se lleva registro del stock de productos terminados ni de las mermas en materias primas. Lo anterior dificulta la creación de un plan de producción ajustado a los requerimientos de los clientes y capacidades de la empresa, ya que los pedidos sufren demoras por los constantes quiebres de stock, no se optimiza el proceso productivo al unificar las ordenes de producción de productos que derivan de un mismo producto intermedio, se debe incurrir en gastos innecesarios al verse obligados a cambiar de proveedores.

Al tratarse mayormente de operaciones manuales genera una mayor demanda de tiempo haciendo que se evite la realización de actividades claves como el control del inventario. La automatización de los registros y controles de stock implicaría una mejora sustancial al proceso de producción, al reducir tiempos de registro, errores o pérdida de información e inconsistencias en los registros.

9.1.2. Trazabilidad

9.1.2.1. Flujo de materias primas

A modo de tener una mayor claridad en cómo se está llevando la trazabilidad de los productos, es importante identificar el flujo que siguen las materias primas dentro del proceso de producción y como se hace registro y seguimiento de este. Cabe destacar que para algunos productos de maquila los clientes entregan parte o la totalidad de materias primas e insumos, los cuales son almacenados en conjunto con los materiales propios de la empresa.

Como se mencionó con anterioridad las materias primas se mantienen en bodega hasta que se requieran para la elaboración de un producto, es decir, una vez que comience el proceso de producción por lo cual las etapas son las mismas que se detallaron anteriormente. De igual manera se detallarán los puntos relevantes para la trazabilidad dentro de las etapas implica das:

- Entrega de materias primas: la monitora de encapsulado entrega las materias primas al personal destinado a la elaboración de los productos.
- Pesaje de materias primas: Se registran los lotes de las materias primas utilizadas en la ficha de producción.
- Encapsulado: La monitora de encapsulado asigna el lote correlativo de cada producto a elaborar registrándolo en la ficha de producción y control. Al finalizar la etapa las bolsas con las cápsulas se identifican con el nombre del producto, fecha de elaboración, lote y responsable y se realiza un monitoreo del peso de las cápsulas cada 30 minutos.
- Envasado: Una vez envasados los frascos se hace un control del peso de estos de acuerdo con el peso estándar estipulado y se registra el monitoreo cada 1 hora.

- Sellado: Al finalizar la etapa los frascos contenidos en cajas se identifican con el nombre del producto, fecha de elaboración, lote y responsable.
- Codificado: Se ajusta el lote y fecha de vencimiento de acuerdo con la ficha de producción.
- Liberación de producto terminado: El personal de calidad realiza una última inspección en la cual se verifica información de la ficha de producción tales como el peso de las cápsulas, número de cápsulas envasadas, sellado, etiquetado, codificado y estado de los insumos.

9.1.2.2. Análisis de la trazabilidad

En caso de requerir la trazabilidad de un producto la encargada de calidad debe revisar todos los registros en los cuales se van indicando los datos a lo largo de la producción. En específico para tener conocimiento de las fechas de vencimiento de las materias primas se hace una búsqueda manual en los certificados de análisis, debido a que revisar cada certificado de análisis demanda mucho tiempo y no se lleva registro de otra forma se dificulta el empleo del método FEFO lo que implica un mal manejo de las materias primas y sus vencimientos generando mermas.

Si bien se logra hacer un seguimiento completo de la trazabilidad de cada producto el proceso es engorroso y demanda mucho tiempo de la única persona designada para ese rol.

9.1.3. Ventas

Una de las partes cruciales de toda empresa son sus ventas, en esta sección se revisará el histórico de ventas realizadas por el laboratorio con la finalidad de ilustrar los cambios que han presentado como empresa y como debiesen considerar esta información en el plan de producción y modelo de inventario.

9.1.3.1. Comportamiento histórico

Si bien la empresa inició su funcionamiento en 2003, solo cuenta con datos de ventas desde junio de 2018 a la fecha entregados por el software BSale. En los gráficos a continuación se muestra el total de ventas, entendiéndose como unidad de venta la cantidad de frascos comercializados. El primer gráfico muestra el comportamiento de los productos de marca propia FNL y el segundo muestra el comportamiento de los productos de maquila elaborados a pedido.

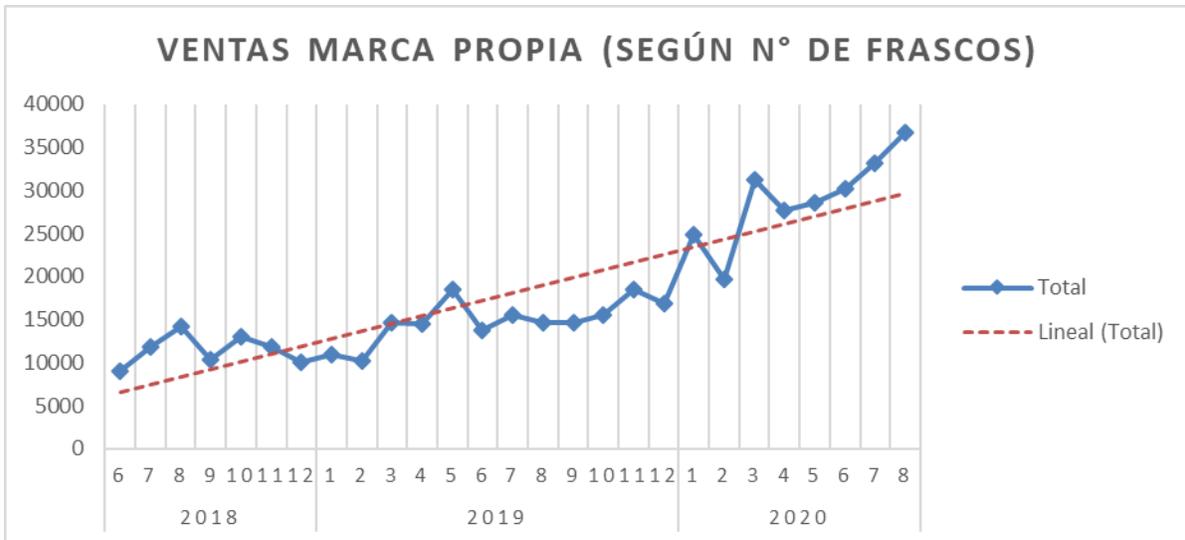


Figura 7: Cantidad de frascos de productos FNL vendidos
(Fuente: Elaboración propia)

La Figura 7 muestra, mediante la línea roja de tendencia, un aumento progresivo en las ventas de productos de marca propia. En cambio, el comportamiento de las ventas de productos de maquila, graficado en la Figura 8, es más irregular y si bien la línea de tendencia sigue indicando el aumento de frascos vendidos, el comportamiento difiere mucho mes a mes dificultando la identificación de un patrón y estacionalidades.

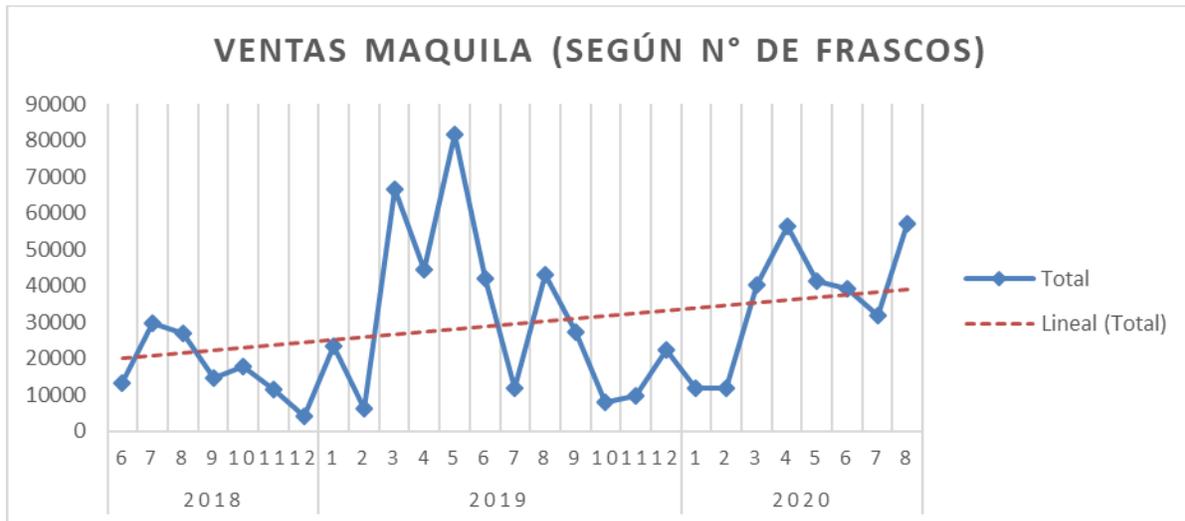


Figura 8: Cantidad de frascos de productos de maquila vendidos
(Fuente: Elaboración propia)

9.1.3.2. Análisis de ventas

Desde junio de 2018 a agosto de 2020 las ventas han aumentado en aproximadamente un 75% para los productos de marca propia, si bien esto es reflejo de los cambios internos que ha tenido el laboratorio y la ampliación del catálogo de ventas y número de clientes, el aumento en el presente año se debe a la mayor demanda de suplementos indicados para tratar y/o aliviar los síntomas del coronavirus. Aislado este factor las ventas siguen mostrando una tendencia al aumento.

En cambio, para los productos de maquila no se puede hacer una afirmación tan certera ya que las ordenes varían mucho mes a mes, aun así, también se ha mostrado una tendencia al aumento de las ventas. Adicional a estos productos el laboratorio ofrece otros servicios de maquila que no han sido considerados a lo largo de este trabajo de memoria, ya que se tratan de servicios de encapsulado, envasado, codificado y no se pueden medir en la misma unidad que las ventas de productos terminados.

9.1.4. Oferta productiva y demanda

9.1.4.1. Catálogo de productos

Al revisar la base del histórico de ventas se obtuvo que el número de productos que se han comercializado desde junio de 2018 a agosto de 2020 corresponden a 633, de los cuales 276 son de marca propia FNL, 264 son de maquila y 93 sin especificar a que producto corresponde. Luego de una limpieza de la base el número se redujo a 562, con 208 de marca propia, 258 de maquila y 93 aún sin especificar.

Revisando el listado de productos, muchos ya no eran vendidos por el laboratorio y otros si bien presentaban ventas estas eran muy bajas. Por lo anterior se definió como parámetro para considerar un producto como vigente que este tuviese comercializaciones en el último año de ventas y además que estas sean mayor o igual a 100 frascos. Adicionalmente se consideraron los últimos productos lanzados por el laboratorio, obteniendo así un nuevo catálogo de productos vigentes con un total de 281 productos de los cuales 140 son de marca propia y 141 de maquila.

9.1.4.2. Demanda

Como se mencionó en la justificación del problema, el laboratorio no presenta un modelo de producción ajustado a una estimación de demanda si no que trabajan de manera reactiva, debido a esto y a los cambios en las ventas no les es posible calcular el inventario óptimo a mantener en bodega.

9.2. Modelo de gestión de inventario

9.2.1. Factores que influyen en el modelo

Nivel del Servicio o Tasa de Cumplimiento

En conjunto con la empresa se definió un nivel de servicio ideal de un 95% de cumplimiento, lo cual representa un factor z de 1,65.

Lead time

Fue necesario ordenar los registros de proveedores que maneja el laboratorio para poder establecer los lead time de todas las materias primas.

Capacidad de almacenamiento

Debido al desconocimiento de las cantidades necesarias de MP para abastecer la demanda el laboratorio ha estado trabajando con un sobre stock, superando la capacidad de almacenamiento disponible, viéndose obligados a arrendar bodegas de terceros para almacenar el sobre stock, reflejado en un gasto adicional de \$142.000 mensuales. En base a lo anterior, la empresa decidió invertir en el arriendo de una bodega de iguales dimensiones a las del laboratorio, con un costo por arriendo de \$1.000.000 anuales y con una superficie de 200 m^2 .

Capacidad de producción

El laboratorio cuenta con dos jornadas de producción, un turno diurno y otro nocturno. En cada uno de estos se producen alrededor de 35.000 cápsulas, lo cual equivale a 580 frascos aproximadamente, teniendo en consideración que los formatos de frascos varían desde las 60 a 250 cápsulas.

Mermas

Como se mencionó en el planteamiento del problema y en el análisis del proceso productivo, el laboratorio no realiza registro de las mermas de productos y materias primas, y la forma en la que se mantiene registro de las fechas de vencimiento exclusivamente en certificados individuales de análisis dificulta el orden de las materias primas según la vida útil restante. Se propone como solución el registro manual momentáneo mediante una planilla de Excel y posteriormente será contemplado dentro de los requerimientos de la herramienta a implementar.

9.2.2. Definición del modelo

9.2.2.1. Política de stock para los productos

Es necesario definir políticas de stock para cada producto, así como también para cada materia prima e insumo, para agilizar el cálculo se comenzó con los productos. Se define así la política de stock para cada uno de los 281 productos, calculando la demanda promedio mensual, desviación estándar de la demanda, stock de seguridad mensual e inventario meta para el mes de cálculo. A continuación, se adjunta una tabla resumen de los datos obtenidos para algunos productos para el mes de agosto.

SKU	m	σ	s	T
PTFNL00070	1900,9	55,4	91,3	1.992
PTFNL00282	97,3	3,8	6,3	104
PTFNL00314	2524,1	57,1	94,2	2.618
PTFNL00281	592,3	11,7	19,3	612
PTFNL00069	329,1	7,3	12,0	341
PTFNL00117	270,5	4,0	6,5	277
PTFNL00076	258,6	4,7	7,7	266
PTFNL00280	442,3	9,9	16,3	459
PTFNL00274	220,9	5,7	9,3	230
PTFNL00279	280,9	10,9	18,0	299
PTFNL00131	274,5	10,3	17,0	292
PTFNL00003	246,4	6,3	10,4	257
PTFNL00297	378,2	3,7	6,1	384
PTFNL00115	202,7	5,5	9,1	212
PTFNL00130	331,4	9,6	15,8	347
PTFNL00244	300,5	11,8	19,5	320
PTFNL00059	364,5	9,7	15,9	380
PTFNL00078	100,0	4,1	6,8	107
PTFNL00021	205,5	4,8	8,0	213
PTFNL00013	201,8	8,9	14,6	216

Tabla 1: Algunos resultados obtenidos al calcular la política de stock de los productos.
(Fuente: Elaboración propia)

9.2.2.2. Política de stock para las materias primas

Luego se procedió a calcular la política de stock de las materias primas, para esto se

Código Material	m	σ	s	T
MP0003	184,6	2,1	3,5	188,0
MP0004	94,5	2,5	4,1	98,6
MP0006	11653,2	3,0	5,0	11658,2
MP0007	835,9	3,4	5,5	841,4
MP0008	593,3	6,2	10,3	603,6
MP0009	862,9	4,1	6,8	869,7
MP0011	1291,8	2,3	3,7	1295,5
MP0016	467,0	2,5	4,2	471,2
MP0018	15658,7	18,2	30,0	15688,7
MP0019	5501,1	23,1	38,1	5539,2
MP0020	154,6	1,1	1,8	156,4
MP0021	10907,4	8,8	14,5	10921,9
MP0023	133,6	0,6	1,0	134,6
MP0025	554,7	1,1	1,8	556,5
MP0026	4593,3	6,8	11,1	4604,4
MP0029	504,0	2,2	3,6	507,6
MP0031	324,0	2,2	3,7	327,7
MP0034	160,4	2,4	4,0	164,3
MP0036	833,2	2,2	3,6	836,8
MP0041	1109,5	3,5	5,8	1115,3

Tabla 2: Algunos resultados obtenidos al calcular la política de stock de las materias primas
(Fuente: Elaboración propia)

9.2.2.3. Plan de producción

Una vez obtenido el stock de seguridad e inventario meta mensual se procederá a calcular la producción mensual para cada producto mediante la siguiente ecuación

$$\text{Stock final o meta} = \text{stock inicial} + \text{producción} - \text{venta proyectada}$$

Esto con el objetivo de ajustar el plan de producción a la estimación de demanda y stocks calculados.

9.3. Herramienta de apoyo al modelo

9.3.1. Requerimientos de la empresa

Los requerimientos para el sistema están dados tanto por los objetivos de este trabajo de título como por las necesidades de la empresa. Se busca así un sistema que permita hacer seguimiento de las existencias tanto de productos terminados como materias primas e insumos y que sea capaz de hacer la trazabilidad de estos. Se detallan a continuación los requerimientos en base a las etapas del proceso productivo.

- Creación de órdenes de compra de MP e insumos
- Registro de recepción de MP
- Registro de proveedores
- Registro de materias primas e insumos, con asignación inmediata de lotes y fechas de vencimiento
- Ingreso de nuevos stocks de MP e insumos ya creados generando nuevos lotes
- Seguimiento y control de niveles de inventario de MP e insumos
- Cálculo de stock basal y punto de reorden para cada MP e insumos
- Capacidad en uso y disponible de bodegas
- Creación de ordenes de producción
- Creación de productos intermedios y terminados
- Liberación de productos terminados para ser despachados
- Registro de despachos y rutas
- Trazabilidad de todos los productos en cualquier etapa del proceso de producción
- Control de mermas y pérdidas

9.3.2. Herramientas en el mercado

Como apoyo al modelo de gestión se propone la adquisición de una herramienta de gestión que permita automatizar y agilizar el proceso productivo en base a los requerimientos de la empresa. Se procedió a revisar las opciones disponibles en el mercado, eligiendo nueve para su evaluación, considerando distintos tipos de herramientas y en diferentes rangos de precios. A continuación, se resumen las principales características de cada una relacionadas a los requerimientos anteriormente mencionados:

BSale

El laboratorio actualmente cuenta con este software para el manejo de las ventas y facturas, se enunciarán sus características en conjunto con los demás sistemas analizados con el fin de compararlos e ilustrar la mejor alternativa para la empresa.

Tipo de sistema

Software de venta con boleta electrónica desarrollado para pymes.

Características

- Emisión de boletas y facturas electrónicas
- Creación de reportes de venta con el detalle de las cantidades vendidas según producto o servicio
- Control de inventario a través de reportes de stock de productos
- Cierre de caja por sistema al término de cada turno

Cotización

La empresa paga una mensualidad de 1.9 UF por la contratación del plan estándar, equivalente a \$55.000 pesos chilenos.

Ventajas

La solución cuenta con una interfaz amigable y de fácil uso. Al estar ya implementada en la empresa no se requiere capacitar a los trabajadores usuarios y el valor de la mensualidad es uno de los más bajos del mercado.

Desventajas

BSale está enfocado a pequeñas empresas cuyo foco es el ecommerce dejando de lado aplicaciones necesarias para las empresas de tipo productivo, al no contar con un registro y seguimiento de las materias primas e insumos. Lo anterior significa una desventaja ya que no permite realizar seguimientos de inventarios dentro del proceso productivo ni de la trazabilidad de este.

Prixus

Tipo de sistema

ERP on-premise, cuenta con módulos de ventas, contabilidad, finanzas, R.R.H.H, producción e inventario.

Características

- Facturación periódica de contratos
- Generación de cotizaciones y notas de ventas al cliente
- Estadísticas de ventas
- Gestión de compras de insumos y materias primas
- Control de costos y stock
- Creación de fichas de productos
- Planificación y optimización de las etapas de producción
- Definición de recetas y creación de un maestro de productos

Cotización

La compra de este ERP, incluyendo los módulos de ventas, inventario y producción, conlleva dos cobros uno inicial por servicio de implementación de \$287.012 y una mensualidad de \$151.753.

Ventajas

El ERP cuenta con módulos dedicados a la gestión de la producción e inventario, permitiendo dar solución a un mayor número de requerimientos en comparación al programa de BSale. Contempla así el seguimiento y control de materia primas y de la trazabilidad, una planificación periódica de la producción y gestión de uso de bodegas, lo cual permitiría a la empresa mejorar la gestión del proceso y la visibilidad del inventario requerido.

Desventajas

Si bien esta herramienta permite una mayor gestión del proceso productivo, no da solución a requerimientos críticos de la empresa. Al no permitir el registro de proveedores ni de productos intermedios, no da solución a optimizar los tiempos empleados por los trabajadores ni la estandarización de la documentación y su accesibilidad. A su vez no contempla el cálculo de stock necesario por producto asociado a una estimación de demanda, por lo cual no permite ajustar el plan de producción a las necesidades de la empresa.

Lanix ERP Advantage

Tipo de sistema

ERP para pymes que cuenta con cuatro planes según el tamaño y requerimientos de la empresa. Contempla módulos de compras y ventas, inventario y producción.

Características

- Creación de fichas de productos y materias primas.
- Gestión de inventario y existencias.
- Lectura de códigos.
- Seguimiento de lotes de productos e insumos.
- Creación de fichas de productos y materias primas.
- Alertas de niveles de stock.
- Planificación de producción periódica.

Cotización

Se cotizó el plan comercial ya que contempla los módulos involucrados en el proceso de producción (Ventas, producción e inventario). Tiene un costo de implementación de \$280.000 y una mensualidad de \$103.875 con licencia para cinco personas.

Laudus ERP

Tipo de sistema

Software de gestión para pymes de acceso remoto, a diferencia de los anteriores no es modular por lo cual se contrata el servicio completo.

Características

- Gestión de todo el ciclo comercial de la empresa
- Ingreso de facturas, boletas, notas de crédito y débito, afectas, exentas, etc.
- Registra todas las compras de materiales, y su coste de adquisición.
- Permite definir procesos de producción para introducir las hojas de producción y transformaciones de materias primas.
- Se pueden hacer inventarios, e introducir mermas, pérdidas, etc.
- Con esta información, la producción, las ventas y los inventarios elabora stock por producto y permite valorarlo según FIFO, LIFO, o Precio Medio Ponderado. Para cada producto elabora una hoja detallada con su historia, y cada movimiento detallado, informando de las diferencias afloradas en inventarios para poder revisar pérdidas o robos.
- Todos los movimientos se pueden registrar en diferentes bodegas y centros de costo, para poder llevar un registro del stock por bodega.

Cotización

Pago único por implementación de \$1.000.000, adicional a un pago único por capacitación de \$605.000 y una mensualidad de \$134.790.

Dada la similitud de las características entre el ERP de Lanix y Laudus, se abordaron sus ventajas y desventajas en conjunto a continuación.

Ventajas

Ambos ERP presentan características similares al poseer una interfaz fácil de usar y con herramientas asociadas a la gestión de inventario tales como registros de MP, asignación de lotes y fechas de vencimiento, trazabilidad de los productos y control y registro de mermas.

Desventajas

Si bien dan respuesta a gran parte de los requerimientos, no cuentan con dos puntos cruciales: el cálculo de stock mínimo y la estimación de la demanda. Al no contemplar herramientas para estos cálculos dentro de los programas, el laboratorio se vería obligado a realizarlos por su cuenta generando un costo adicional.

Mecalux

Tipo de sistema

SGA para producción con ajustes a la medida según el rubro y tamaño de la empresa.

Características

- Gestión de listas de materiales, se puede realizar desde el ERP o, manualmente, desde la interfaz del usuario del módulo de producción.
- Configuración de líneas de producción.
- Gestión de ordenes de abastecimiento de la línea de producción.

- Consumo manual de materia prima en la línea de producción.
- Creación de producto terminado.
- Trazabilidad exacta al almacena todos los posibles lotes de materia prima con los que se ha podido producir el producto terminado.
- Generación de un informe con los datos de la orden de producción.

Cotización

Cotización inicial sin considerar la especificación del programa al rubro de la empresa de USD \$15.000, equivalente a \$11.000.000 de pesos chilenos aproximadamente.

Ventajas

Al tratarse de un SGA enfocado en dar soluciones a empresas productivas y al ser una herramienta a la medida permite parametrizar el software a las necesidades específicas de la empresa dando considerando casi la totalidad de requerimientos de la empresa.

Desventajas

Dado que el enfoque de esta herramienta es la gestión de la producción y no las ventas, no permite ajustar el plan productivo a la demanda esperada. Adicional a lo anterior el costo de esta solución supera la disposición de pago del laboratorio.

Oracle ERP Cloud

Tipo de sistema

ERP en la nube que promete la capacidad de adaptar modelos y procesos empresariales rápidamente para que pueda reducir costos, refinar los pronósticos e innovar más.

Características

- Central de contabilidad
- Informes y analítica
- Cuentas por pagar y activos
- Administración de ingresos
- Planificación de la cadena de suministro
- Inventario
- Manufactura
- Mantenimiento
- Administración de pedidos
- Logística
- Administración del ciclo de vida de los productos
- Adquisiciones
- IoT y blockchain

Cotización

Cotización inicial dentro del rango de USD \$50.000 y \$60.000, equivalente a \$35.000.000 de pesos chilenos aproximadamente.

SAP Business One

Tipo de sistema

ERP en la nube, es considerado uno de los pioneros del mercado en cuanto a herramientas de gestión empresarial.

Características

- Gestión financiera: contabilidad, flujos de caja, gestión de bancos y conciliación y análisis e informes financieros.
- Planificación de la producción: gestión de almacenes e inventario, gestión de ubicaciones de stock, control de entrada y salida de materiales, producción y planificación de necesidades de material y reportes de eficiencia.
- Inteligencia de negocios
- Control de compras e inventarios: aprovisionamiento, gestión de datos maestros, integración de contabilización y almacén y procesamiento de facturas de proveedores.
- Analítica y reportes

Cotización

Cotización inicial sin considerar la especificación del programa al rubro de la empresa de USD \$70.000, equivalente a \$50.000.000 de pesos chilenos aproximadamente.

Dada la similitud de las características entre el ERP de SAP y Oracle, se abordaron sus ventajas y desventajas en conjunto a continuación.

Ventajas

Ambas herramientas son consideradas líderes en el mercado de ERP, otorgando soluciones de alta calidad sin mermar en la facilidad de uso. Como es de esperar dan solución a todos los requerimientos del laboratorio, siendo así las mejores alternativas en cuanto a funcionalidad.

Desventajas

Están enfocadas en empresas de mayor tamaño por lo cual su valor supera en gran medida la disposición de pago del laboratorio.

9.3.3. Comparativa de herramientas

Con la finalidad de ilustrar con mayor facilidad la comparación entre las herramientas cotizadas y cuales cumplen con los requerimientos, se realizó una tabla comparativa (Ver Tabla 2) donde se muestra a través del color verde si cumple con el requerimiento y rojo si no.

	BSale	Prixus	Lanix	Laudus	Mecalux	SAP BO	Oracle
Creación de órdenes de compra de MP e insumos	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Registro recepción de MP	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green
Registro de proveedores	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green
Registro de MP e insumos	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Asignación de lotes y fechas de vencimiento	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Ingreso de nuevos stocks de MP e insumos	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Seguimiento y control de niveles de inventario	Green	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Cálculo de stock y periodo de reposición	Red	Red	Red	Red	Green	Green	Green
Capacidad de uso de bodegas	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green
Creación de órdenes de producción	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Creación de productos intermedios y terminados	Red	Red	Green	Green	Green	Green	Green
Logística de despachos	Green	Red	Green	Green	Green	Green	Green
Plan de producción ajustado a la demanda	Red	Red	Red	Red	Red	Green	Green
Trazabilidad de todos los productos	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green
Control de mermas y pérdidas	Red	Green	Green	Green	Green	Green	Green

Tabla 3: Comparación cumplimiento de requerimientos por herramienta cotizada
(Fuente: Elaboración propia)

9.3.4. Propuesta de elección

Al analizar la tabla comparativa (Ver Tabla 3) se observan las carencias del software que maneja el laboratorio y que solo dos herramientas cumplen con la totalidad de requerimientos de la empresa, como se busca dar solución a la mayoría de estos, se descartaran las demás alternativas por el momento y se hará una nueva comparación con las dos seleccionadas, siendo estas SAP

Business One y Oracle ERP, teniendo en consideración factores adicionales a los requerimientos establecidos.

Costo de implementación y duración

Ambas opciones apuntan a empresas medianas a grandes por lo que el costo de implementación es elevado y similar, en cuanto al tiempo de implementación depende del tamaño de la empresa, pero ambas sugieren un tiempo mínimo estimado de 3 meses para empresas con un menor número de trabajadores, sedes y funcionalidades.

Escalabilidad

En este punto Oracle pareciera tener una ventaja ya que ofrece diferentes soluciones que permiten a las distintas empresas escalar dentro de sus rubros, SAP en cambio ofrece un sistema que promete ser único, en este sentido Oracle es más flexible.

Dificultad de uso

Ambas prometen ser amigables e intuitivas de usar, además de ofrecer capacitaciones y asistencia remota desde su contratación.

Dada la similitud entre ambas opciones y solo considerando la componente técnica, se propone la adquisición del ERP de Oracle al contemplar un menor costo de implementación e igual número de funciones. Ahora bien, al considerar el valor de las herramientas estas superan en gran medida la disposición de pago expresada por la empresa. Debido a esto se considera que la herramienta que cumple la mayor cantidad de requerimientos técnicos y que no excede el presupuesto estipulado por el laboratorio es el ERP de Lanix.

9.4. Implementación

9.4.1. Decisión de la empresa

Al dar a conocer las propuestas de herramientas al director del laboratorio, este coincide en que la solución de Oracle se aleja de su capacidad de adquisición y encuentra conveniente la otra alternativa más económica de Lanix.

Si bien en un inicio el enfoque de la búsqueda de una herramienta de apoyo fue dar solución a las falencias del proceso de producción y gestión de inventario, manteniendo en paralelo el software de ventas de BSale, dado el inesperado crecimiento de la empresa en un 142% en el año 2020, este software queda limitado al no contemplar módulos de contabilidad y remuneraciones, por lo cual la empresa decide proceder con la adquisición del ERP de Lanix migrando por completo al incluir los módulos de venta y facturación, contabilidad y remuneración.

9.4.2. Cambios en base a la decisión

Una de las razones por las cuales se recomendó Oracle ERP es porque este permite hacer automáticamente el plan de producción ajustado a la estimación de demanda, una de las principales falencias del proceso productivo del laboratorio. El ERP de Lanix por su parte no cuenta con esta funcionalidad por lo cual se hace necesario el cálculo de la demanda de manera interna para luego ingresar los planes de producción.

En consecuencia, de lo anterior será necesario estimar la demanda de productos del laboratorio. Para esto se eligió el modelo de suavización exponencial por las razones mencionadas en el marco teórico, obteniendo los resultados que siguen.

9.4.3. Estimación de demanda de productos

Como se mencionó en el capítulo Alternativas de Solución, este trabajo no está enfocado en la estimación de la demanda, si no que en el desarrollo de un modelo de gestión de inventario. Aun así, dado que las políticas de stock contemplan en sus fórmulas la demanda, se procedió a hacer un cálculo simple con el objetivo de vislumbrar el resultado que se obtendría al calcular los stocks, lo anterior entendiendo que para una implementación futura la empresa deberá ajustar el cálculo de la demanda.

Para el cálculo de la demanda se utilizaron las fórmulas especificadas en el marco teórico para el Método de Holt y se consideró como unidad de tiempo el mes, es decir, se calculó el pronóstico de ventas mensual con un marco de tiempo para los tres meses siguientes al último mes de ventas cerrado. En este caso se consideró como histórico el último año de ventas, es decir, desde septiembre de 2019 hasta agosto de 2020.

A continuación, se muestran (Tabla 4 y Figura 9) los resultados obtenidos para el producto más vendido, el Cloruro de Magnesio. En la primera imagen se muestra los parámetros y valores obtenidos por el modelo y en la segunda figura se graficaron las ventas reales y el pronóstico de ventas.

Fecha	Periodo	Ventas (At)	Ft	Tt	FITt	Et	Et^2		
ago-19	1	4.414						α	0,2
sept-19	2	2.660	4414,0	2,0	4416,0	1756,0	3083536,0	β	0,9
oct-19	3	3.562	4108,9	-288,4	3820,5	258,5	66819,9	MSE	1607628,9
nov-19	4	3.506	4013,8	-105,6	3908,1	402,1	161718,9	ME	478,8
dic-19	5	3.793	3925,5	-89,3	3836,2	43,2	1865,1		
ene-20	6	4.045	3902,4	-26,6	3875,8	-169,2	28637,1		
feb-20	7	4.762	3927,2	22,0	3949,2	-812,8	660609,0		
mar-20	8	4.422	4072,4	138,5	4210,9	-211,1	44550,6		
abr-20	9	3.951	4133,2	65,0	4198,3	247,3	61135,1		
may-20	10	3.885	4101,5	-26,4	4075,1	190,1	36133,4		
jun-20	11	3.128	4063,9	-37,1	4026,8	898,8	807862,4		
jul-20	12	3.768	3901,1	-156,0	3745,1	-22,9	523,3		
ago-20	13	4.182	3877,9	-30,4	3847,6	-334,4	111845,8		
sept-20	14		3930,8	48,4	3979,2	3979,2	15833938,7		
oct-20	15		3709,8	-206,4	3503,4	3503,4	12273532,9		
nov-20	16		3684,1	-35,5	3648,5	3648,5	13311881,4		

Tabla 4: Ejemplo del cálculo de estimación de la demanda para el producto Cloruro de Magnesio

(Fuente: Elaboración propia)

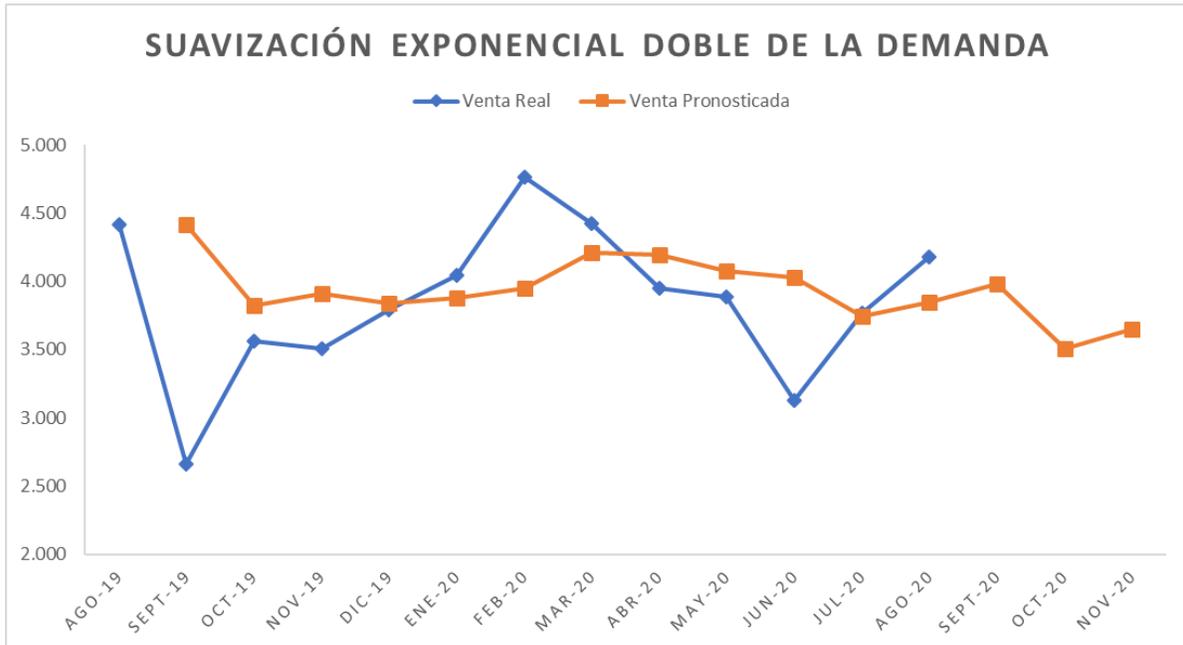


Figura 9: Gráfico estimación de la demanda para el producto Cloruro de Magnesio
(Fuente: Elaboración propia)

Los cálculos se realizaron la tercera semana de septiembre del presente año y al contrastarlos con las ventas que el laboratorio llevaba a esa fecha para el mes de septiembre se observó que el pronóstico erró en 790 unidades, ya que la venta real correspondía a 4.702 frascos y el estimado fue de 3.930. En base a lo anterior se concluyó que este modelo puede ser utilizado como una primera referencia de las ventas futuras pero que no se ajusta al nivel de confianza esperado para poder definir el stock basal e inventario meta. Se detectaron dos posibles causas del error del modelo de estimación, en primer lugar algunos datos presentaban errores que debieron ser revisados volviendo a cargar la base bruta desde cero corrigiendo las inconsistencias, y en segundo lugar el escenario de ventas que ha tenido el laboratorio este año difiere mucho de los anteriores por un factor externo excepcional, siendo este la pandemia, por lo cual es de esperar que el modelo al centrarse en el histórico de datos esté alejado de la realidad específica que vive el laboratorio en estos momentos.

9.4.4. Propuesta de plan de implementación

A continuación, se detallan los pasos a seguir para la correcta implementación tanto del modelo de gestión de inventario como de la herramienta de apoyo elegida.

1. *Definición de un encargado de producción:* Se sugiere la creación de un nuevo cargo de trabajo dedicado exclusivamente a la gestión del proceso productivo, ya que esto permitiría ordenar el proceso el cual actualmente es llevado por la persona encargada de calidad.

2. *Revisión de inventario de productos terminados, materias primas e insumos:* Dado que el laboratorio no está realizando controles de existencias es necesario realizar un registro del inventario actual de manera manual.
3. *Recolección y estandarización de documentos asociados al proceso:* Al tratarse de un proceso con múltiples etapas y documentos de registros de estas es importante recolectarlos y definir un formato estándar a usar, así como definir cuales pasaran a ser registrados en el programa y cuales deben seguir con un formato externo. Dentro de estos documentos se consideran las fichas de producción, órdenes de compra a proveedores, recetas de productos, certificados de vencimiento de materias primas, registro de recepción de materias primas e insumos, etc.
4. *Definición de etapas del proceso productivo en las cuales se harán registros en el programa:* Actualmente se realizan registros en diferentes etapas del proceso, pero no se consideran puntos intermedios que requieren de registro para su seguimiento. Ejemplo de esto es el registro de las cápsulas que se mantienen en un almacenamiento provisorio antes de ser envasadas. Es crucial así la definición de las etapas del proceso en las cuales se harán registros con la respectiva asignación de encargados.
5. *Asignación de encargados por cada módulo del ERP:* La adquisición del ERP contempla el uso de cinco módulos correspondientes a: tesorería, contabilidad, remuneraciones, producción e inventario, cada uno de estos debe tener un encargado cuyo usuario estará definido para hacer cambios, registros y recibir alertas de ser necesario.
6. *Capacitación de encargados con definición de roles y responsabilidades:* No basta con la asignación de los encargados, es importante definir los roles de cada uno. En cuanto al encargado de producción e inventario, estos deben hacer seguimiento del plan productivo y la revisión periódica de los stocks y reposiciones respectivamente.
7. *Capacitación del uso del software:* Se considera la adquisición del software con acceso a al menos 15 usuarios, los cuales deben ser capacitados en el uso del software lo cual está contemplado dentro del plan de implementación de la empresa. De ser necesario el uso del programa por trabajadores adicionales sin usuario establecido, es responsabilidad del laboratorio realizar capacitaciones adicionales guiadas por los encargados de cada módulo.

8. *Capacitación de trabajadores en herramientas básicas de computación:* El software permite la exportación de los reportes en un archivo de Excel por lo cual es necesario capacitar a los usuarios en el uso de esta herramienta para poder sacar el mayor provecho de la información contenida en los reportes.
9. *Adquisición de equipos necesarios para el uso de la herramienta:* Se requiere la adquisición de equipos tales como notebooks y pistolas de lectura de códigos.
10. *Implementación como tal del software:* Para esto la empresa Lanix designará un facilitador, el cual parametrizará la herramienta y cargará la información otorgada por el encargado de producción.
11. *Periodo de marcha blanca:* La implementación del modelo de gestión y herramienta de apoyo implica cambios relevantes en la forma de trabajar del laboratorio por lo cual se recomienda iniciar con una marcha blanca en la cual de ser necesario se irán ajustando las medidas definidas.
12. *Realización de seguimiento y medición de resultados obtenidos:* Luego de la marcha blanca el encargado de producción deberá realizar un diagnostico de los resultados obtenidos.

9.4.5. Impacto esperado

Actualmente el laboratorio enfrenta una mala imagen por no cumplir con los tiempos de entrega a clientes, al incumplir su propuesta de valor de realizar las entregas dentro de las 48 horas posteriores a realizado el pedido. Esto afecta la satisfacción de los clientes y perjudica la capacidad de la empresa de competir con otros laboratorios. Se espera que, con el uso del modelo de gestión, en específico del plan de producción ajustado a la demanda real que enfrentan, la empresa sea capaz de disminuir los tiempos de entrega mejorando así su imagen actual.

Debido a que no se lleva un control del inventario y el plan de producción actual es de tipo reactivo, el laboratorio experimenta de 10 a 15 quiebres de materias primas semanales, generando los atrasos ya mencionados y la potencial pérdida de ventas. Se espera que, al implementar la solución propuesta, el seguimiento de inventario de manera periódica permita anteponerse a esta problemática generando una reducción a 1 quiebre semanal y en consecuencia la disminución de las potenciales ventas perdidas.

Por lo anterior es que en los últimos meses la empresa ha estado trabajando con un sobre stock de materias primas anteponiéndose a lo que podría ser la demanda de 6 meses, esto con el fin de intentar cumplir con el aumento de las ventas. Si bien esta medida da solución a los quiebres genera nuevos problemas, principalmente un mal uso de la capacidad de almacenamiento y que al trabajar con productos alimenticios el sobre stock ocasiona su obsolescencia. La solución permite dejar de lado la estrategia de sobre stock, ajustando

este a los niveles mínimos necesarios para la producción, anteponiéndose así a la obsolescencia no deseada y mejorar el uso de bodega.

Adicional a lo anterior, la mayor visibilidad del flujo de inventario dentro de las etapas del proceso productivo permitirá la identificación de diferencias de inventarios y mermas, actividades que no se están realizando.

Finalmente, la asignación de un nuevo encargado del proceso productivo permitirá ordenar los roles de los trabajadores que deben llevar el proceso en paralelo a sus roles establecidos.

10. CONCLUSIONES

Tras la realización de este trabajo de título se llegó a conclusiones en cuanto a la componente técnica y a la realización de un proyecto que implica en cierta medida un rediseño del funcionamiento de un área fundamental de la empresa. Es así como se hace evidente lo importante que es la definición y separación clara de los procesos dentro de una organización, principalmente cuando se trata de una de tipo productiva.

Si bien en este trabajo se enfocó la labor en proponer una solución a las problemáticas de un área en específico, siendo esta el área de producción y su problemática la forma de gestionar el plan productivo e inventario, al realizar el diagnóstico de la situación actual de la empresa se pudo detectar que una de las causantes de las deficiencias es el inesperado crecimiento de las ventas en el año 2020, reflejándose en un aumento del 142%. Esto causó una evidente saturación de las formas de trabajo impidiendo realizar tareas tan necesarias como lo es el registro y seguimiento de inventario de materias primas. Por lo cual, se refleja que, si bien se ha intentado subsanar una problemática dentro del transcurso de este trabajo de título, se muestra además la necesidad de atacar el problema de manera holística, por lo cual se recomienda a la empresa destinar tiempo en la identificación de los puntos débiles dentro de los procesos que se han visto afectados por la sobrecarga no anticipada.

Ahora bien, centrándonos solo en el objetivo como tal de este trabajo de título, se puede concluir la importancia de tener un modelo de operaciones sólido, que no necesariamente sea el más innovador, pero sí que contemple todas las actividades necesarias para un correcto funcionamiento productivo, como lo son los registros, controles y definición de políticas de inventario. Gracias a la futura implementación del modelo propuesto, se espera observar una mejora significativa en los tiempos de entregas, teniendo como métrica la propuesta de valor que no se está cumpliendo en la actualidad, a su vez se podrán realizar procesos básicos y necesarios para llevar la trazabilidad de las materias primas, el cual por tratarse de productos de tipo alimenticio juega un rol crucial. No solo se verán reflejados cambios en la componente técnica sino que también en la forma de trabajar de los colaboradores, teniendo herramientas que les permitan facilitar actividades que hasta ahora se consideraban engorrosas, como por ejemplo las fiscalizaciones por parte de la Seremi de Salud, algo super recurrente dentro del rubro y que dada la forma en que se llevaban los registros de calidad significaba un proceso tardío y demandante, que ahora podrá ser simplificado al tener una herramienta de apoyo.

Finalmente, cabe destacar que una de las componentes más importantes de toda organización son sus colaboradores, lo que se ve reflejado en la propuesta de solución ya que para que esta tenga éxito es crucial la forma en la que se llevará el plan de implementación atendiendo a las inquietudes y necesidades de los trabajadores. Todo cambio tiene cierta cuota de rechazo por lo cual el encargado de la implementación debe poner especial atención en la componente humana para así lograr un resultado óptimo.

11. BIBLIOGRAFÍA

- [1] Castro, A. & Uribe, D. (2014). Marco de Referencia para el Desarrollo de un Sistema de Apoyo a la Toma de Decisiones para la Gestión de Inventarios.
- [2] Schroeder, R. (2011). Administración de operaciones: Conceptos y casos contemporáneos.
- [3] Durán, Y. (2012). Administración del Inventario: Elemento clave para la Optimización de las Utilidades en las Empresas.
- [4] Gutiérrez, V. & Vidal, C.J. (2008). Modelos de Gestión de Inventarios en Cadenas de Abastecimiento: Revisión de la Literatura.
- [5] Pérez, I. & Ocampo, D. (2013). Un modelo de gestión de inventarios para una empresa de productos alimenticios.
- [6] Oracle Enterprise Resource Planning (ERP). < <https://www.oracle.com/cl/erp/>>
- [7] SAP Business One. < <https://www.sap.com/latinamerica/products/business-one/features.html?btp=ae992dc7-6459-4202-9764-a38dbeee92c6>>
- [8] BSale. < <https://www.bsale.cl/sheet/caracteristicas-productos>>
- [9] Mecalux. SGA para producción. < <https://www.mecalux.cl/software/sga/produccion>>
- [10]Laudus. Gestión Integral para la PYME. < <https://www.laudus.d/productos.html>>
- [11]Lanix ERP Advantage. < <https://www.lanixerp.cl/advantage/>>
- [12]Prixus. <http://prixus.d/>

12. ANEXOS

Anexo A

Política de stock para cada uno de los productos de tipo FNL.

SKU	m	s	s	T
PTFNL00070	1900,9	55,4	91,3	1992,2
PTFNL00282	97,3	3,8	6,3	103,6
PTFNL00314	2524,1	57,1	94,2	2618,3
PTFNL00281	592,3	11,7	19,3	611,6
PTFNL00069	329,1	7,3	12,0	341,1
PTFNL00117	270,5	4,0	6,5	277,0
PTFNL00076	258,6	4,7	7,7	266,4
PTFNL00280	442,3	9,9	16,3	458,6
PTFNL00274	220,9	5,7	9,3	230,2
PTFNL00279	280,9	10,9	18,0	298,9
PTFNL00131	274,5	10,3	17,0	291,6
PTFNL00003	246,4	6,3	10,4	256,7
PTFNL00297	378,2	3,7	6,1	384,3
PTFNL00115	202,7	5,5	9,1	211,8
PTFNL00130	331,4	9,6	15,8	347,2
PTFNL00244	300,5	11,8	19,5	319,9
PTFNL00059	364,5	9,7	15,9	380,5
PTFNL00078	100,0	4,1	6,8	106,8
PTFNL00021	205,5	4,8	8,0	213,4
PTFNL00013	201,8	8,9	14,6	216,5
PTFNL00086	396,4	27,4	45,2	441,5
PTFNL00053	394,5	16,8	27,7	422,2
PTFNL00029	202,7	5,3	8,7	211,5
PTFNL00278	52,7	2,7	4,5	57,2
PTFNL00271	3,6	0,4	0,7	4,3
PTFNL00257	70,9	5,0	8,2	79,1
PTFNL00291	387,3	5,6	9,2	396,5
PTFNL00161	162,3	3,9	6,5	168,8
PTFNL00002	177,3	6,9	11,4	188,7
PTFNL00146	86,4	2,0	3,3	89,6
PTFNL00317	173,2	6,8	11,3	184,5
PTFNL00119	74,1	2,9	4,7	78,8
PTFNL00039	114,5	3,5	5,8	120,3
PTFNL00284	157,3	9,6	15,9	173,2
PTFNL00122	230,9	8,0	13,2	244,1
PTFNL00082	143,6	5,1	8,3	152,0
PTFNL00148	205,9	14,2	23,5	229,4

PTFNL00062	67,3	6,6	10,9	78,2
PTFNL00092	1,8	0,0	0,0	1,8
PTFNL00102	96,8	2,9	4,7	101,6
PTFNL00328	226,8	4,5	7,4	234,2
PTFNL00012	87,3	8,3	13,7	101,0
PTFNL00259	60,5	1,8	3,0	63,5
PTFNL00034	45,9	3,1	5,1	51,0
PTFNL00246	48,6	3,8	6,3	54,9
PTFNL00318	105,5	4,0	6,6	112,1
PTFNL00333	113,2	2,7	4,5	117,7
PTFNL00258	55,5	2,2	3,7	59,1
PTFNL00157	44,5	2,0	3,3	47,8
PTFNL00007	77,3	3,1	5,2	82,5
PTFNL00067	81,4	7,7	12,7	94,1
PTFNL00095	45,0	2,1	3,5	48,5
PTFNL00017	55,0	3,3	5,4	60,4
PTFNL00047	59,5	3,2	5,3	64,9
PTFNL00110	26,4	2,1	3,4	29,8
PTFNL00290	62,7	3,3	5,4	68,2
PTFNL00313	77,7	1,7	2,9	80,6
PTFNL00112	148,6	14,9	24,5	173,2
PTFNL00329	155,9	4,8	8,0	163,9
PTFNL00023	44,5	3,9	6,4	50,9
PTFNL00031	205,5	5,9	9,7	215,1
PTFNL00113	62,7	3,0	5,0	67,7
PTFNL00010	30,0	3,6	5,9	35,9
PTFNL00145	35,5	2,2	3,6	39,1
PTFNL00058	51,4	1,8	2,9	54,3
PTFNL00287	58,6	5,1	8,4	67,1
PTFNL00331	127,3	1,7	2,9	130,2
PTFNL00027	46,8	2,2	3,6	50,4
PTFNL00307	22,7	2,3	3,8	26,5
PTFNL00104	36,4	1,3	2,2	38,6
PTFNL00324	86,4	3,9	6,4	92,8
PTFNL00152	39,5	4,0	6,6	46,1
PTFNL00061	20,9	2,8	4,6	25,5
PTFNL00118	17,3	1,7	2,7	20,0
PTFNL00024	47,3	3,2	5,2	52,5
PTFNL00286	49,5	2,9	4,8	54,4
PTFNL00050	37,7	3,5	5,7	43,4
PTFNL00057	6,4	0,9	1,4	7,8
PTFNL00326	128,2	3,8	6,3	134,4
PTFNL00298	39,5	8,9	14,6	54,2

PTFNL00109	18,2	1,7	2,8	21,0
PTFNL00089	38,6	3,3	5,5	44,1
PTFNL00132	27,7	1,6	2,6	30,3
PTFNL00265	38,2	11,6	19,1	57,3
PTFNL00323	34,5	2,3	3,8	38,4
PTFNL00077	63,6	3,7	6,1	69,7
PTFNL00096	37,7	2,4	4,0	41,8
PTFNL00289	6,4	1,4	2,3	8,6
PTFNL00065	23,2	3,3	5,5	28,6
PTFNL00048	26,4	4,7	7,7	34,1
PTFNL00107	28,6	1,7	2,7	31,4
PTFNL00136	22,3	2,9	4,7	27,0
PTFNL00074	28,2	1,1	1,8	30,0
PTFNL00268	14,1	1,5	2,5	16,6
PTFNL00332	53,6	2,3	3,8	57,5
PTFNL00079	29,5	1,2	1,9	31,5
PTFNL00041	30,0	3,4	5,6	35,6
PTFNL00158	8,2	1,5	2,4	10,6
PTFNL00052	50,0	4,0	6,6	56,6
PTFNL00266	9,1	0,0	0,0	9,1
PTFNL00071	27,7	2,5	4,2	31,9
PTFNL00011	15,9	1,5	2,5	18,4
PTFNL00285	25,9	2,5	4,1	30,0
PTFNL00015	64,1	4,0	6,5	70,6
PTFNL00267	9,1	0,0	0,0	9,1
PTFNL00038	25,0	4,5	7,4	32,4
PTFNL00322	13,6	1,3	2,1	15,7
PTFNL00277	29,1	1,8	2,9	32,0
PTFNL00054	6,8	0,6	1,0	7,8
PTFNL00045	2,7	0,0	0,0	2,7
PTFNL00129	16,4	2,7	4,4	20,8
PTFNL00142	4,1	0,4	0,6	4,7
PTFNL00315	16,4	3,0	4,9	21,3
PTFNL00292	9,1	1,5	2,5	11,6
PTFNL00009	12,7	3,4	5,7	18,4
PTFNL00149	2,7	0,5	0,8	3,5
PTFNL00319	32,3	4,2	6,8	39,1
PTFNL00325	9,1	0,0	0,0	9,1
PTFNL00055	12,3	1,6	2,6	14,8
PTFNL00303	13,6	0,0	0,0	13,6
PTFNL00293	18,2	4,5	7,5	25,7
PTFNL00296	5,0	0,6	0,9	5,9
PTFNL00330	9,5	0,5	0,9	10,4

PTFNL00033	25,9	4,3	7,0	32,9
PTFNL00147	9,1	0,6	0,9	10,0
PTFNL00022	4,5	0,5	0,8	5,3
PTFNL00247	3,6	0,2	0,4	4,0
PTFNL00008	10,5	3,9	6,4	16,8
PTFNL00321	12,7	1,7	2,8	15,5
PTFNL00327	13,6	0,5	0,9	14,5
PTFNL00289	1,4	0,0	0,0	1,4
PTFNL00295	10,5	1,5	2,5	12,9
PTFNL00320	16,4	1,2	1,9	18,3
PTFNL00294	4,5	0,0	0,0	4,5

Tabla 5: Resultados obtenidos al calcular la política de stock para los productos FNL
(Fuente: Elaboración propia)

Anexo B

Política de stock para cada una de las materias primas usadas en productos de tipo FNL.

Código Material	m	s	s	T
MP0003	184,6	2,1	3,5	188,0
MP0004	94,5	2,5	4,1	98,6
MP0006	11653,2	3,0	5,0	11658,2
MP0007	835,9	3,4	5,5	841,4
MP0008	593,3	6,2	10,3	603,6
MP0009	862,9	4,1	6,8	869,7
MP0011	1291,8	2,3	3,7	1295,5
MP0016	467,0	2,5	4,2	471,2
MP0018	15658,7	18,2	30,0	15688,7
MP0019	5501,1	23,1	38,1	5539,2
MP0020	154,6	1,1	1,8	156,4
MP0021	10907,4	8,8	14,5	10921,9
MP0023	133,6	0,6	1,0	134,6
MP0025	554,7	1,1	1,8	556,5
MP0026	4593,3	6,8	11,1	4604,4
MP0029	504,0	2,2	3,6	507,6
MP0031	324,0	2,2	3,7	327,7
MP0034	160,4	2,4	4,0	164,3
MP0036	833,2	2,2	3,6	836,8
MP0041	1109,5	3,5	5,8	1115,3
MP0044	32046,0	3,7	6,0	32052,0
MP0045	22584,6	1,7	2,8	22587,3
MP0046	1064,3	3,8	6,2	1070,5
MP0048	709,1	0,9	1,6	710,6

MP0049	15969,1	4,0	6,7	15975,7
MP0050	282,4	2,0	3,3	285,6
MP0054	2563,0	5,4	8,9	2571,9
MP0057	431,5	4,1	6,8	438,2
MP0058	5057,2	10,8	17,8	5075,0
MP0059	24458,1	31,8	52,6	24510,7
MP0064	478,3	1,5	2,6	480,9
MP0066	3547,6	3,8	6,2	3553,8
MP0067	1370,2	2,0	3,3	1373,5
MP0068	223,6	0,7	1,2	224,8
MP0069	567,0	1,5	2,4	569,4
MP0070	380,3	1,5	2,4	382,7
MP0075	425,7	3,7	6,1	431,8
MP0078	196,6	1,5	2,5	199,2
MP0079	4247,7	3,3	5,5	4253,1
MP0080	1061,6	2,9	4,8	1066,4
MP0082	4195,0	2,9	4,8	4199,8
MP0083	400,9	1,0	1,6	402,6
MP0084	7968,4	4,0	6,6	7975,0
MP0086	886,5	1,9	3,1	889,6
MP0088	687,8	4,4	7,2	695,0
MP0089	509,7	3,4	5,7	515,4
MP0090	1119,6	1,4	2,3	1121,9
MP0092	12338,0	8,8	14,6	12352,6
MP0093	201,9	2,8	4,6	206,5
MP0094	904,0	1,9	3,2	907,2
MP0096	217,6	1,2	1,9	219,6
MP0097	588,0	3,0	4,9	592,9
MP0098	2019,2	2,4	4,0	2023,2
MP0099	509,7	3,4	5,7	515,4
MP0103	431,5	4,1	6,8	438,2
MP0105	6474,7	4,1	6,8	6481,5
MP0109	64,1	2,3	3,8	68,0
MP0110	324,0	2,2	3,7	327,7
MP0112	206,2	1,9	3,1	209,3
MP0115	196,3	2,9	4,8	201,1
MP0116	68515,0	8,3	13,7	68528,7
MP0122	596,2	2,5	4,1	600,3
MP0124	99,8	1,5	2,6	102,4
MP0127	1725,8	4,1	6,8	1732,6
MP0128	3200,1	7,2	11,9	3212,0
MP0130	119,1	2,2	3,7	122,8
MP0131	112,3	2,7	4,5	116,7

MP0133	139,1	1,9	3,1	142,2
MP0134	144,6	2,2	3,6	148,2
MP0135	2636,0	3,2	5,3	2641,3
MP0137	369,8	3,5	5,8	375,6
MP0139	792,7	2,3	3,8	796,5
MP0143	354,6	1,5	2,5	357,1
MP0148	10261,2	3,2	5,2	10266,4
MP0149	151,6	0,8	1,4	153,0
MP0150	10722,7	9,8	16,2	10738,9
MP0154	236,0	2,4	4,0	240,1
MP0163	733,1	5,8	9,6	742,7
MP0164	28228,4	30,6	50,5	28278,9
MP0165	5045,4	2,1	3,4	5048,8
MP0168	561,3	1,4	2,3	563,6
MP0169	124,9	0,5	0,8	125,7
MP0170	604,0	4,1	6,8	610,8
MP0171	429,5	1,7	2,9	432,4
MP0174	1070,7	2,2	3,7	1074,3
MP0175	29765,5	3,2	5,3	29770,7
MP0176	11929,1	5,7	9,5	11938,6
MP0177	998,2	0,9	1,5	999,7
MP0179	998,2	1,5	2,5	1000,7
MP0180	3109,1	0,9	1,4	3110,5
MP0226	7396,4	1,5	2,4	7398,8
MP0235	593,3	6,2	10,3	603,6
MP0239	1361,5	2,2	3,7	1365,1
MP0245	41,1	13,1	21,5	62,7
MP0253	3,2	3,2	5,2	8,5
MP0254	49,0	2,3	3,8	52,8
MP0255	58,2	2,3	3,8	62,0
MP0256	17,6	3,0	4,9	22,5
MP0257	3736,8	5,8	9,5	3746,3
MP0308	10343,1	12,5	20,6	10363,7
MP0318	680,7	2,6	4,3	685,1
MP0324	1393,2	3,5	5,7	1398,9
MP0337	1408,1	2,4	3,9	1412,0
MP0343	1560,7	2,0	3,4	1564,1
MP0344	53986,4	7,0	11,5	53997,9
MP0349	2110,9	3,1	5,1	2116,0
MP0355	10,9	3,0	4,9	15,8
MP0356	181,5	3,0	4,9	186,4
MP0361	83,0	1,9	3,1	86,2
MP0363	137,5	1,0	1,7	139,2

MP0364	1558,6	4,1	6,8	1565,4
MP0375	476,5	2,6	4,3	480,8
MP0376	12272,7	0,5	0,9	12273,6
MP0380	27,7	2,3	3,8	31,4
MP0381	137,5	0,4	0,7	138,2
MP0382	137,5	0,4	0,7	138,2
MP0389	206,2	1,0	1,7	207,9

Tabla 6: Resultados obtenidos al calcular la política de stock para las materias primas usadas en la elaboración de los productos FNL
(Fuente: Elaboración propia)