

## **Propuesta de diseño de un sistema de gestión de inventarios en el área logística en una empresa comercializadora de fertilizantes para el sector agrícola.<sup>1</sup>**

### **Proposal for the design of an inventory management system in the logistics area of a fertilizer trading company for the agricultural sector.**

**Rodrigo Gallardo Canales<sup>2</sup> y Fabiola Pino Cabezas<sup>3</sup>**

**Clasificación:** Estudio de caso

Recibido: 02/10/18  
Aceptado: 18/12/18

#### **Resumen**

ALFACHile S.A.<sup>4</sup> es una empresa que se encarga de comercializar una amplia gama de productos fertilizantes orgánicos utilizados en el sector agrícola del país. Para dar respuesta a las necesidades de los clientes del sector, para ello, se requiere de un correcto sistema de gestión de inventarios, junto con una adecuada planificación en el área logística y sistema de control, que actualmente no posee la empresa. En relación con lo anterior, el enfoque de este estudio es diseñar un sistema de gestión de inventario en el área de logística de la empresa, para ello es necesario la utilización de diversas herramientas de administración de operaciones, tales como el sistema de clasificación ABC, el cual servirá para obtener los productos que presentan mayor utilidad para la empresa y que serán utilizados en el presente estudio bajo la denominación de productos principales; con los datos aportados por la empresa donde se realizó el estudio, se puede observar y analizar la demanda de los productos en los años 2015, 2016 y 2017 para así pronosticar la demanda de los productos principales para el año 2018 y 2019; para calcular la cantidad de pedido de productos con los menores costos, se utilizara el modelo de cantidad económica de pedido y los sistemas de gestión de inventario, los cuales son los de revisión continua o revisión periódica. Con el análisis realizado, se determina el sistema de control de inventario que presente los menores costos para ordenar y mantener los inventarios junto con una planificación agregada que presenta los tiempos de orden de productos y los costos asociados para cada producto principal.

**Palabras clave:** Gestión de inventarios, Logística, Sector Agrícola, Chile.

1. Este documento se deriva de un trabajo de titulación realizado en la Facultad de Tecnológica de la Universidad de Santiago, Santiago de Chile.

2. Magister en Administración de Empresas e Ingeniero Comercial. Profesor Asistente, Departamento de Tecnologías de Gestión de la Facultad Tecnológica, Universidad de Santiago de Chile, Santiago de Chile, <http://www.mbausach.cl/index.php/es/> E-mail: rodrigo.gallardo@usach.cl

3. Estudiante de bachiller en Tecnologías y Tecnólogo en Control Industrial de la Universidad de Santiago de Chile.

4. Se ha modificado el nombre de la empresa con fines académicos y profesionales.

## Abstract

ALFACHile S.A. is a company that is responsible for marketing a wide range of organic fertilizer products used in the agricultural sector of the country. To respond to the needs of customers in the sector, for this, it is necessary to have a correct inventory management system, together with an adequate planning in the logistics area and control system, which the company does not currently have. The above, the focus of this study is to design an inventory management system in the area of logistics of the company, for this it is necessary to use various management tools of operations, such as the ABC classification system, which will serve to obtain the products that are most useful for the company and that will be used in the present study under the name of main products; With the data provided by the company where the study was conducted, the demand for the products in 2015, 2016 and 2017 can be observed and analyzed in order to forecast the demand for the main products for 2018 and 2019; to calculate the quantity of order of products with the lowest costs, the model of economic quantity of order and the systems of management of inventory will be used, which are those of continuous revision or periodic review. With the analysis carried out, the inventory control system that presents the lowest costs to order and maintain the inventories together with an aggregate planning that presents the order times of products and the associated costs for each main product is determined.

**Keywords:** Inventory management, Logistics, Agricultural Sector, Chile.

## 1. Introducción

La economía de Chile se desarrolla en múltiples sectores como la minería, turismo, forestal, agrícola y ganadera, entre otros. Posicionado dentro de los principales sectores de actividad económica se encuentra la industria agrícola.

La industria agrícola chilena se desarrolla a lo largo de la geografía del país, por lo que según el lugar geográfico y el tipo de cultivo es necesaria la presencia de nutrientes, niveles adecuados de materia orgánica, además de tener una gran capacidad de aireación y cierto nivel de humedad, entre otros factores. De los factores mencionados, hay algunos en los cuales es casi imposible la intervención humana a favor del crecimiento correcto de los cultivos.

A lo largo de los años se ha desarrollado y perfeccionado a través de estudios dar solución a la problemática en relación con la falta de nutrientes en los suelos o poca presencia de materia orgánica, mediante el uso de fertilizantes. Los cuales aportan nutrientes que asimilan las plantas con el objetivo de mantener e incrementar el contenido de nutrientes en el suelo, y de este modo, mejorar la calidad de los niveles nutritivos de las plantas y estimular su crecimiento, entre otros. Entonces, como la industria agrícola chilena es uno de los sectores principales de

actividad económica, muchas empresas han desarrollado productos para responder a las necesidades del mercado agrícola. Una de estas empresas es ALFAS.L. Esta empresa de origen español se dedica a la fabricación y comercialización de fertilizantes agrícolas para distintos tipos de cultivo; a lo largo de los años, esta empresa ha ido creciendo a tal punto que hoy tiene presencia en distintos continentes. La sede representante en Chile es ALFACHile S.A., empresa que posee más de 10 años de trayectoria en el país, dando respuesta a un amplio mercado agrícola chileno, proporcionando y abasteciendo diversos tipos de productos para dar solución a las distintas problemáticas que se generan en el sector. Es por eso, que para la empresa es fundamental contar con un sistema de gestión de inventario y una acertada planificación de la comercialización de las ventas realizadas.

El estudio se realiza en la empresa ALFACHile S.A. de origen española dedicada a proporcionar y abastecer diversos productos para dar respuesta a las necesidades del sector agrícola, dedicada a la comercialización de una gran variedad de productos que son utilizados para solucionar distintos problemas presentes en los cultivos agrícolas del país. Para poder comercializar estos productos, la empresa debe importarlos desde República Dominicana, por lo que se debe considerar distintos factores al momento de ordenar,

como son el tiempo que se requiere para ordenar los productos, ya que estos deben pedirse con dos meses de anticipación, en dicho periodo se considera un mes y medio en que llegue el container y medio mes en envasado y etiquetado de los productos; además, se debe tener presente la capacidad del container, el pronóstico de las ventas para saber cuánto se debe pedir, además de tener presente los costos asociados a la operación de ordenar productos, los cuales son los costos de mantener inventarios en la bodega de la empresa, costos de ordenar los productos y los costos de los productos. En primera instancia se observa que el sistema actual de pedido no es eficiente, ya que al ingresar a la bodega hay sobre stock de algunos productos o caso contrario, algunos productos no cuentan con un stock de seguridad. Por consiguiente, en caso de que se realice una venta de un producto que el cliente lo requiera de manera urgente, puede estar la posibilidad de que no se pueda entregar debido a que no hay stock en la bodega, lo cual hará que el cliente prefiera la empresa competencia. Por lo que, la empresa debe estar constantemente ordenando productos por no contar con de una planificación, lo cual genera costos que se podrían evitar si se tuviera una planificación correcta. Estos problemas ocurren por un pronóstico erróneo y a una planificación que no considera los factores ya nombrados anteriormente. Es por esto por lo que, el planteamiento del estudio se realizó dentro del área logística de ALFACHILE S.A., en relación con diseñar un sistema de gestión de inventario adecuado con el objetivo de disminuir los costos asociados a mantener y ordenar los productos, lo cual se espera que se reduzcan los costos y aumente la utilidad de la empresa.

## **2. Revisión de Literatura**

### **2.1 Marco teórico**

#### **2.1.2 Evolución de la fertilización en cultivos agrícolas**

Hace 23.000 años atrás, el hombre primitivo obtenía sus alimentos exclusivamente de la recolección de frutos, de la pesca y de la caza (Tauger, 2011). La acción de cultivar sus propios alimentos marcó un hito importante en la historia de la humanidad,

el hombre paso de ser nómada a sedentario. De esta forma, se dio comienzo a la agricultura la cual permitió el desarrollo y formación de tribus, asentamientos, poblados y posteriormente la formación de ciudades (Sierra, 2017).

Según Tauger (2011), el fenómeno llamado "Prolongada revolución Agraria" fue el que trajo consigo el paso que dio el hombre de ser nómada a sedentario; según testimonios, el cultivo agrícola se difunde por el mediterráneo a partir del año 8.000 A.C. y fue hacia el año 7.000 A.C. que se encontraron vestigios de cultivos y aldeas en el norte de Europa.

Las actividades más tempranas de presencia de la agricultura se ubican en Mesopotamia, actualmente se conoce como Irak, se tienen registros de hace más de 2500 años A.C. que los locales obtenían altos rendimientos de cebada en las tierras fértiles. Con el paso del tiempo, el hombre observo que, al cultivar, los suelos perdían su capacidad productiva, esta observación marco un momento que inicio la práctica agronómica de fertilizar los suelos mediante restos vegetales y el uso de animales (Sierra, 2017). A partir de esta observación se comenzó a fertilizar los suelos, existen relatos entre los años 900 y 1000 A.C. de la civilización griega, estos usaban el estiércol en los viñedos. Además, el griego Teofrasto, sugiere la mezcla de distintas clases de tierras para "remediar defectos y dar mayor fuerza al suelo". Los romanos distinguían los tipos de estiércol y cual se utilizaba para cada producto, ya sean para las leguminosas, las habas, los tréboles y la alfalfa (Sierra, 2017).

Luego, paso demasiado tiempo en la historia en las cuales no hubo grandes avances en la agricultura, pero luego la época medieval donde se vio el desarrollo de la agricultura con mayor intensidad (Tauger, 2011). A mediados del siglo XIII Crescenzi publico una colección de prácticas agronómicas, siendo considerado el fundador de la agronomía moderna (Sierra, 2017). En el siglo XVI, algunos escritos señalan que la gente de la época utilizaba como fertilizantes las cenizas de las plantas, huesos molidos y el estiércol como material mejorador de suelos. Durante este mismo siglo, Bacon y Van Helmont

publicaron unos estudios donde determinan que el agua era un elemento importante en las plantas y que este era el único alimento de estas (Sierra, 2017).

Durante el siglo XVII, varios investigadores ingleses desarrollaron distintos experimentos en los que detectaron la importancia de los nitratos para alcanzar un mejor crecimiento de los vegetales. A su vez, otros investigadores de la época indicaron que las raíces de las plantas eran capaces de ingerir pequeñas partículas del suelo, por lo que comenzaron a preparar más la tierra de los cultivos. En el siglo XVIII, los estudios de Baker, Young y Home concluyen que como fertilizantes también se podían ocupar la brea, conchas de ostras, aceite, estiércol de ave y carbón de leña (Sierra, 2017).

A mediados del siglo XIX los experimentos de Rothamsted hicieron una enorme contribución al conocimiento en materia de agricultura, ya que analizó la importancia de los fertilizantes y de las rotaciones de cultivos. A fines del siglo XIX y principios del siglo XX, la importancia del nitrógeno, del salitre chileno y las guaneras del norte de Chile, como fuente de fósforo, fueron un enorme aporte para la agricultura (Sierra, 2018).

Además, gracias a los estudios de los científicos Haber y Bosch, fue posible sintetizar el nitrógeno del aire para convertirlo en amoníaco, elemento con el que se hacen los fertilizantes indispensables para la alta producción de cultivos (Crighton y Harford, 2016). A mediados de la década de los años 60 en Chile, se inicia el consumo de fertilizantes denominados commodities, pero también comenzaron a llegar otros del extranjero. Hasta fines de la década del 80 los fertilizantes se comercializaban sin mezclarse, sin embargo, esto cambió y se inició la comercialización de mezclas físicas. Esta técnica facilita al agricultor el trabajo de mezclar los fertilizantes en el campo, por lo que fue rápidamente adoptada. Sin embargo, el uso indiscriminado de la fertilización con estas mezclas incremento de forma no uniforme los contenidos de los nutrientes de los suelos, generando el desgaste paulatino del contenido de materia orgánica, afectando la fertilidad física y biológica del suelo (Sierra, 2018).

Hoy en día, en el mercado se puede encontrar

una amplia gama de fertilizantes agrícolas, los más novedosos son los fertilizantes en mezclas de nutrientes en estado líquido. Las ventajas de estos son su fácil manipulación y que le permite al agricultor evitar posibles problemas de precipitación en el estanque de inyección (Sierra, 2018).

### **2.1.2 Efectos favorecedores de los fertilizantes en los cultivos agrícolas**

La alimentación y nutrición de los seres humanos depende principalmente de los nutrientes minerales, carbohidratos, vitaminas, proteínas y grasas contenidas en los alimentos de origen animal y vegetal. La aplicación de fertilizantes químicos incrementa los rendimientos de los cultivos agrícolas y aumenta la calidad de los productos cosechados (Ramos, 2015).

La calidad de estas dos fuentes de alimento, dependen también de los nutrientes que contienen las provisiones que ellos consumen, por ejemplo, la calidad nutritiva de un tomate depende de la cantidad y fuente de nitrógeno, fósforo, potasio, calcio, magnesio, azufre, entre otros elementos que son aportados por el suelo de la parcela de producción (Ramos, 2015).

Ramos (2015), dice que los fertilizantes aportan nutrientes que son necesarios para los seres vivos, como, por ejemplo, el nitrógeno. El nitrógeno es un componente esencial que juntos forman las proteínas, este nutriente constituye el 17% de una molécula de proteína. Por otra parte, el fósforo mejora la eficiencia de los nutrientes, el uso del agua y aumenta el rendimiento. Además, el potasio está relacionado con la asimilación de nitrógeno en las plantas, si se encuentra en niveles bajos, la planta sufrirá en la reducción del tamaño del fruto y del rendimiento.

### **2.1.3 Efecto negativo de fertilizantes en los cultivos agrícolas**

Berg y Koskella (2018), realizan un estudio sobre las plantas agrícolas, específicamente de tomates, para probar su hipótesis de que los fertilizantes dañan a las plantas agrícolas. El estudio de ambos afirma que aplicar fertilizantes daña a las plantas, "el fertilizante destruye la capacidad del microbiota, co-

munidad microbiana, de la planta de proteger contra enfermedades". Esta situación se debe a que los fertilizantes tienen presentes altos niveles de fósforo, nitrógeno y potasio, elementos que en conjunto provocarían un efecto negativo en las plantas agrícolas, según los autores (Berg y Koskella, 2018).

Berg y Koskella (2018), dan cuenta que "las comunidades microbianas asociadas a las plantas pueden promover la absorción de nutrientes, el crecimiento y la resistencia a patógenos". Para comprobar esta situación fue necesario realizar un experimento en el cual a una planta de tomate se le expuso a un ambiente estéril y la otra planta fue expuesta a las condiciones normales en los campos, donde se utilizan los fertilizantes (Berg y Koskella, 2018). Gracias a este experimento, se comprobó que las bacterias presentes en la planta que creció en un ambiente estéril eran bacterias que conferían protección contra la presencia de bacterias dañinas. Mientras que las bacterias presentes en la planta que creció con fertilizantes no tenían presente las bacterias que otorgan protección (Berg y Koskella, 2018). Además, otros efectos negativos que provocan los fertilizantes al medio ambiente son la infertilidad de los suelos ya que el uso de fertilizantes químicos puede provocar que los nutrientes presentes en los suelos pierdan su eficacia y los anulen. También, se acidifican los suelos, consecuencia directa de la utilización de fertilizantes químicos y se contaminan las aguas subterráneas de elementos químicos no propios de los cultivos (Grupo SACSA, 2015).

## 2.2 Marco Conceptual

### 2.2.1 Inventarios

Toda empresa o compañía compra materias primas, componentes o productos, entonces estos deben enfrentarse a una serie de toma de decisiones relacionadas con los inventarios (Krajewsky, Malhotra y Ritzman, 2008). Un inventario "son las existencias de una pieza o recurso utilizado en una organización" (Chase y Jacobs, 2014). Para Collier y Evans (2009), un inventario es cualquier activo reservado para uso o venta futura.

#### 2.2.1.1 Propósito de los inventarios

Para Krajewsky, Malhotra y Ritzman (2008),

existen distintas razones para las compañías el mantener inventarios, dado que permite a las organizaciones, además acumular y usar sus inventarios para ayudar a nivelar el programa de producción cuando la demanda no es uniforme; por otra parte, los mismos consideran que los inventarios permiten responder de forma temprana a los requerimientos de los clientes y proteger a la empresa en caso de existir errores en los pronósticos de la demanda. También, mantener inventarios de insumos permiten proteger a la empresa contra cualquier eventualidad, llámese desastres naturales, huelgas, clima, entre otros, de este modo, protege a la empresa ante posibles errores de parte de los proveedores, escasez o por productos faltantes.

#### 2.2.1.2 Clasificación de inventarios

Por lo general, las empresas clasifican a los inventarios bajo tres categorías, Krajewsky, Malhotra y Ritzman (2008), determinan que están los inventarios de materias primas, de productos en manufactura o en proceso, y los inventarios de productos terminados.

#### 2.2.1.3 Sistema de control de inventario

De acuerdo con Chase y Jacobs (2014), un sistema de inventario es el "conjunto de políticas y controles con los cuales se vigilan los niveles del inventario y determinan los que se van a mantener, el momento en que es necesario reabastecerlo y las dimensiones de los pedidos". Serie de políticas y controles que determinan los niveles que se deben mantener, monitorean que los niveles de inventario se encuentren según lo acordado, el momento en que deben reponer y el tamaño de la orden de reposición. Para Krajewsky, Malhotra y Ritzman (2008), la selección de un método de control de inventario depende de las necesidades que presente cada empresa. Algunos aspectos que se consideran para desarrollar los inventarios son el tiempo en que la empresa desea mantener los inventarios; así como también la demanda a la cual responderá, ya sea independiente o dependiente, los costos de los artículos de cada una de las secciones y los grados de control sobre los inventarios.

#### 2.2.2 Costos de los inventarios

El sentido primordial de controlar los inven-



tarios es el de poder reducir los costos relacionados, los cuales pueden ser:

**Costo del artículo o de compra:** Como lo dice, son los costos que se tienen al comprar o producir el o los artículos. En el caso de artículos que son comprados, se consideran los impuestos, derechos de aduana, entre otros (Krajewsky, Malhotra y Ritzman, 2008).

**Costo de ordenar el pedido:** Costo de colocar la orden, esto debe incluir los gastos de la emisión de una solicitud de pedido, el transporte, la recepción y la inspección. Este costo es fijo e independiente a las unidades que se ordenen (Krajewsky, Malhotra y Ritzman, 2008).

**Costo de conservación y mantenimiento del producto:** Son los costos que se incurren al mantener los inventarios. En estos se encuentran, por ejemplo: arriendo, mano de obra, electricidad, entre otros. Los costos de mantener fluctúan entre el 15 al 30% al año. Este costo depende de la cantidad que se ordene (Collier y Evans, 2009). Estos costos son difíciles de determinar, es por esto por lo que para obtenerlos es necesario alcanzar un estimado de cada uno de ellos. Además, existen otro tipo de costos que también deben ser tomados en cuenta, que son aún más difíciles de determinar, los cuales son:

**Costo de faltante:** Se refiere al costo que le produce a la compañía el no poder satisfacer a la demanda a tiempo debido a que algún producto falte o este en mal estado (Chase y Jacobs, 2014).

**Costo de oportunidad:** No se debe desaprovechar las oportunidades que ofrece el mercado, por lo cual se deben tomar medidas para que el rendimiento de la empresa sea el más óptimo (Krajewsky, Malhotra y Ritzman, 2008).

### 2.2.3 Modelo de Cantidad Económica de Pedido

Uno de los modelos más conocidos para el control de inventarios es el EOQ o "Modelo de Cantidad Económica de Pedido". El EOQ proporciona un buen modelo sobre la cantidad a ordenar para satisfacer la demanda calculada al menor costo posible (Krajewsky, Malhotra y Ritzman, 2008). Este modelo es aplicable cuando la demanda del producto

es constante y las cantidades llegan los primeros días del mes. Entonces, se debe decidir si se quiere mantener inventarios pequeños y ordenar con frecuencia, teniendo en cuenta que el ordenar tiene asociados sus costos los cuales pueden ser muy elevados. O, el mantener inventarios altos y ordenar con menos frecuencia, esta decisión puede ser poco deseable si los costos de mantener el inventario inmovilizado son altos en comparación a los de ordenar (Krajewsky, Malhotra y Ritzman, 2008).

La variable de decisión de este modelo es Q, el cual representa el número de unidades a ordenar y se obtiene al despejar la siguiente ecuación:

$$EOQ = \sqrt{(2 \cdot D \cdot S) / H}$$

Donde:

D = Demanda

S = Costo de orden

H = Costo de mantenimiento

### 2.2.4. Costo total de los inventarios

Para Chase y Jacobs (2014), al elaborar cualquier modelo de inventario, el primer paso consiste en desarrollar una relación funcional entre las variables de interés y la medida de eficacia. Para el caso del modelo de cantidad económica de pedido, lo que preocupa es el costo, por lo que la ecuación que lo representa es la siguiente:

Costo total anual = Costo de compra + Costo de pedidos anual + Costo de mantenimiento anual

O vista de otra forma, se tiene la siguiente fórmula:

$$\text{Costo total anual} = D \cdot C + D/Q \cdot S + Q/2 \cdot H$$

Donde:

D = Demanda total

C = Costo por unidad

Q = Cantidad por pedir óptima

S = Costo de hacer un pedido

H = Costo de mantener anualmente un producto

### 2.2.5 Sistemas de control de inventarios

Son técnicas de monitoreo y orden que se utilizan para controlar la cantidad y periodicidad en las transacciones de los inventarios (Krajewsky, Malhotra y Ritzman, 2008). Para Chase y Jacobs (2014), los sistemas de inventarios proporcionan la estructura organizacional y las políticas operativas para mantener y controlar los bienes en existencia. Se pueden distinguir como sistemas de revisión continua o sistemas de revisión periódicos.

### 2.2.5.1 Sistema de revisión continua

También se denomina Sistema Q o Sistema del Punto de Reorden (Gráfico 1). En este tipo de sistema, se revisa la cantidad de un ítem cada vez que se hace un retiro de este del inventario, esto para determinar si es o no tiempo para reordenar la cantidad fija que se estableció con anterioridad. Este sistema tiene solo dos parámetros, que son Q, que vendría siendo la cantidad y R el reorden (Krajewsky, Malhotra y Ritzman, 2008).

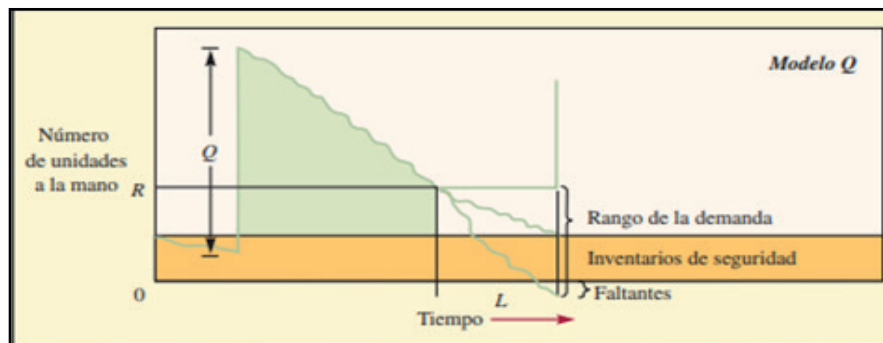
### 2.2.5.2 Sistema de revisión periódica

Este sistema también se denomina Sistema P y es otro sistema de control de inventarios (Gráfico 2). Bajo este sistema, la revisión de los productos se realiza de forma periódica, a diferencia del sistema Q que se realizaba de forma continua. Una vez que se termina de revisar, se dispone una nueva orden que será una cantidad igual al inventario objetivo menos la cantidad que se encuentre en el momento de la revisión y luego, se fija el periodo entre las ordenes (Krajewsky, Malhotra y Ritzman, 2008). La ventaja que presenta este sistema es que el reabastecimiento es programado en ciertos intervalos de tiempo que son fijos.

### 2.2.6 Sistema de análisis ABC

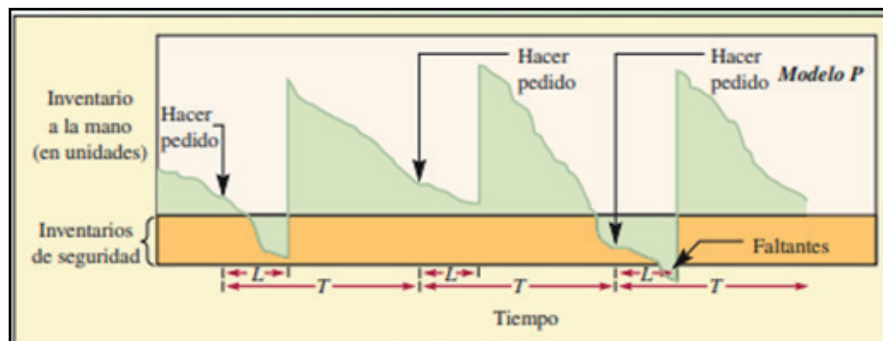
Este sistema se enfoca en dividir los artículos de un inventario en tres categorías o grupos, esto de acuerdo con su uso monetario (Gráfico 3). El sistema es óptimo para

Gráfico 1. Modelo Q



Fuente: Aquilano, Chase y Jacobs (2009).

Figura 2. Gráfico del modelo P



Fuente: Aquilano, Chase y Jacobs (2009).

las empresas que deseen ejercer un mínimo de control sobre sus inventarios (Krajewsky, Malhotra y Ritzman, 2008).

Para los autores Collier y Evans (2009), este sistema de inventario divide a los artículos de los inventarios en tres grupos o categorías distintas, las cuales son:

**Alto volumen de unidades monetarias (A):** Pertenecen los artículos cuyo valor acumulativo esta entre el 70 y 80% del valor total de las compras. En general el 10 al 20% de los artículos están comprendidos en esta categoría (Collier y Evans, 2009).

**Moderado volumen de unidades monetarias (B):** Abarca entre el 30 al 40% de los artículos del inventario, y representan entre el 15 y 20% del valor total del inventario (Collier y Evans, 2009).

**Bajo nivel de unidades monetarias (C):** Conforman entre el 5 y 10% del valor total del inventario, conteniendo el 40 al 50% de los artículos (Collier y Evans, 2009)

Según Collier y Evans (2009), el propósito de clasificar los artículos por grupos es establecer un grado de control adecuado sobre cada uno. Los artículos de la categoría A representan una inversión significativa del inventario y es por esto por lo que requieren revisión más constante que los restantes.

### 2.2.7 Pronósticos

“Los pronósticos son vitales para toda organización de negocios, así como cualquier decisión importante de la gerencia. El pronós-

tico es la base de la planificación corporativa de largo plazo” (Chase y Jacobs, 2014).

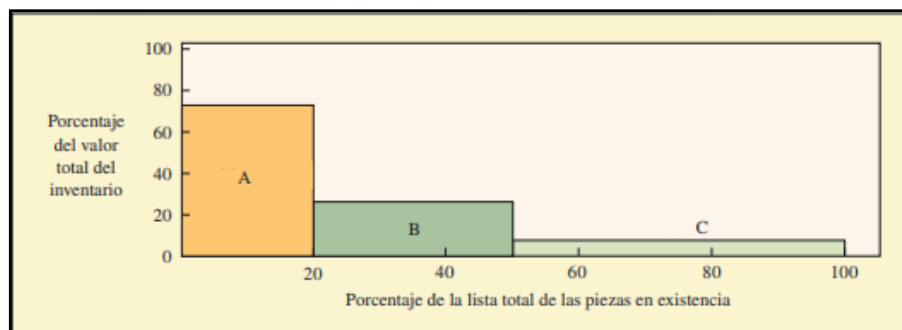
Collier y Evans (2009), dicen que la elaboración de pronósticos es el proceso de proyección de los valores de una o más valores en el futuro. La elaboración de pronósticos es un componente clave en muchos tipos de sistemas operativos, tal como la administración de la cadena de suministro, administración de relaciones con el cliente y sistemas de administración del ingreso.

Es una técnica que utiliza las experiencias pasadas con la finalidad de predecir los eventos a futuro. Casi siempre los pronósticos muestran un resultado erróneo, pero no por esto no dejan de ser importantes al momento de intuir sobre cómo se proyectará la empresa, algún producto o servicio, entre otros (Krajewsky, Malhotra y Ritzman, 2008).

Como mencionan los autores Krajewsky, Malhotra y Ritzman (2008), en la mayoría de los casos el resultado del pronóstico será erróneo, pero existen algunas maneras en que pueden ajustarse los errores de los pronósticos, los cuales pueden ser buscar otro método al momento de pronosticar, incrementar la flexibilidad de las operaciones o reducir el tiempo de anticipación de los pronósticos, entre otros.

Una mala elaboración de pronósticos puede ocasionar malas decisiones de inventario y de personal, lo que ocasiona faltantes de partes, servicio inadecuado al cliente y numerosas quejas por parte de los clientes (Collier y Evans, 2009).

**Gráfico 3. Clasificación de inventarios ABC**



**Fuente:** Aquilano, Chase y Jacobs (2009).



### 2.2.7.1 Tipos de pronósticos

Los pronósticos se clasifican en cuatro tipos básicos: cualitativo, análisis de series de tiempo, relaciones causales y simulación. Los pronósticos cualitativos son subjetivos y se basan en las opiniones y estimaciones. El análisis de las series de tiempo se basa en la idea de que es posible utilizar información relacionada con la demanda para así poder predecir la demanda futura. El pronóstico causal, supone que la demanda se relaciona con algún factor del ambiente. (Chase y Jacobs, 2014).

### 2.2.7.2 Clasificación de los pronósticos por su horizonte de tiempo

Según Krajewsky, Malhotra y Ritzman (2008), se pueden clasificar los pronósticos por su horizonte de tiempo, el cual puede ser:

**Pronósticos de largo plazo:** generalmente van de los cinco años o más, son cualitativos y se expresan en términos monetarios. Se utilizan para la planificación de productos y recursos. En este tipo de pronósticos es común la planificación de instalaciones y procesos (Krajewsky, Malhotra y Ritzman, 2008).

**Pronósticos a mediano plazo:** estos generalmente van desde el año a los cinco años; son más específicos que los de largo plazo. Son utilizados para planificar ventas, producción, adquisición de recursos, entre otros (Krajewsky, Malhotra y Ritzman, 2008).

**Pronósticos a corto plazo:** este pronóstico comprende un periodo de tres meses hasta un año y son muy detallados. Se utilizan para tomar decisiones de sobretiempo, programas de trabajo y otras decisiones de planificación o de control (Krajewsky, Malhotra y Ritzman, 2008).

### 2.2.7.3 Errores de pronóstico

En la mayoría de los casos, los pronósticos contienen errores. Estos errores resultan algunas veces de la incapacidad de determinar con seguridad los componentes fundamentales de la demanda y algunas veces de las causas aleatorias fuera del control de la empresa (Krajewsky, Malhotra y Ritzman,

2008).

## 2.3 Descripción de la empresa

### 2.3.1 Historia

Durante los años 80 y 90 en Europa existía la necesidad de producir distintos tipos de cultivo más competitivos, es por esto por lo que Tecnologías Avanzadas Agrícolas, S.L. surge en el año 1988 para complementar las exigencias y necesidades del mercado agrícola de Europa. La característica principal que destaca a esta empresa es la biotecnología aplicada a la agricultura. La actividad principal de ALFAes fabricar y comercializar fertilizantes líquidos empleados en variados tipos de cultivo, como banano, arroz, paltas, frutales, vid, cítricos, entre otros. La empresa colabora en estudios de erradicación de problemas agronómicos con gran trascendencia para la economía de países que subsisten en su mayor parte por la agricultura y en los que cualquier problema supone un riesgo significativo para el país del problema.

Con más de 30 años, la experiencia acumulada que tiene ALFAen el sector agrícola sirve para otorgar a la empresa de una gran capacidad de innovación y adaptación a los cambios que se producen en el sector. Hoy en día, ALFAapuesta en la implementación de productos biológicos que se espera que marque un hito importante en la agricultura del futuro.

Con el paso de los años, ALFAse ha consolidado en el rubro agrícola por lo que hoy en día la marca está representada en muchos países de distintos continentes y en continua expansión a fin de garantizar la mejor calidad técnica en base a la experiencia de todos los países en donde se encuentra presente. ALFAse encuentra presente en países como España, Brasil, Republica Dominicana, Francia, Rusia, Turquía, Argentina, Chile, entre otros.

ALFACHile S.A. es una empresa sede que inicia sus actividades en el año 2005. Cuenta con más de 10 años de experiencia en el sector agrícola y se dedica exclusivamente a la comercialización de insumos orientados a este sector para resolver las nuevas demandas que presenta el mercado agrícola chi-

leno; para esto, trabajan solo con productos españoles de alta tecnología y de nueva generación. La empresa está representada por el Sr. Francisco Ariztia Undurraga, él es quien realiza las investigaciones y desarrollos para la aplicación y comercialización de los productos en Chile. A la fecha, ALFACHile S.A. cuenta con más de 200 clientes fidelizados quienes reconocen la eficacia de los productos. Hoy en día, la empresa es el único distribuidor autorizado de insumos para la industria agrícola.

Algunos antecedentes para considerar en relación a la empresa su razón social corresponde a ALFACHile S.A., inicia sus actividades en el año 2005, su tamaño organizacional es una pequeña a mediana empresa, cuya dirección es Avenida Presidente Eduardo Frei Montalva 20586 en la comuna de Lampa en la ciudad de Chacabuco.

### 2.3.2 Misión y Visión

La misión es dar soluciones a la industria agrícola, con responsabilidad ecológica, mediante productos de avanzada tecnología. Manteniendo una alta sensibilidad a la responsabilidad social del bienestar y mejora de la comunidad a la cual van dirigidos sus productos. En cambio, la visión tiene como objetivo cumplir con las exigencias del mercado agrícola, solucionando sus problemáticas mediante los productos de vanguardia y brindar apoyo a los clientes en sus necesida-

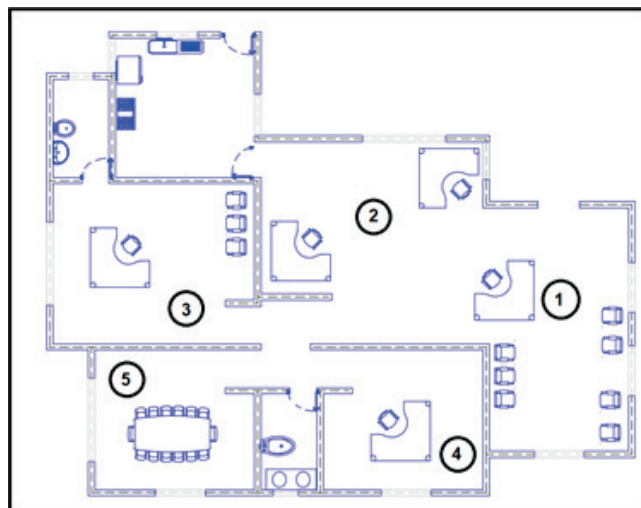
des agronómicas (Elaboración propia).

### 2.3.3 Lay out área administrativa y la distribución de la bodega de ALFACHile S.A

El área administrativa comienza con la recepción y el lobby a las oficinas de ALFACHile S.A., en este lugar se encuentra la secretaria cuya función es la de recibir y redactar la correspondencia que llega a las dependencias de la empresa, recibir a las visitas, además de coordinar reuniones y prestar ayuda a cualquier miembro de la organización que lo solicite.

Luego, está la oficina compartida del gerente técnico y del administrador de finanzas. El gerente técnico debe encargarse del proceso de distribución y almacenaje de los productos que comercializa ALFACHile S.A., mientras que el administrador de finanzas debe encargarse de realizar los presupuestos, los pronósticos de ventas y el manejo efectivo de los ingresos y egresos de la empresa. Después, se encuentra la oficina del gerente general que cumple la función de ordenar, evaluar y desarrollar las metas de corto y mediano plazo. Además, dentro de las dependencias de la empresa, se encuentra la oficina del gerente comercial, que es quien se encarga de resolver y desarrollar las metas a largo plazo, además de los problemas comerciales que tenga la empresa, entre otros.

### Esquema 1. Lay Out empresa ALFACHile S.A.



**Fuente:** Elaboración Propia.

Por último, la empresa cuenta con una sala de reuniones donde se reúnen periódicamente para poder establecer el curso de acción de la empresa ante las distintas situaciones que se presenten.

La bodega de la empresa se encuentra dentro del misma área donde se encuentra las oficinas administrativas. Esta bodega cuenta con un área de recepción y otro de despacho. Estas áreas se encuentran de forma contigua. Además, la bodega cuenta con una entrada peatonal para que el personal de la empresa pueda ingresar de forma segura a la bodega para revisar las existencias de los productos almacenados. Dentro de la bodega, se encuentran los racks que almacenan los productos bajo un sistema de inventario caótico.

### 2.3.4 Organigrama de ALFACHile S.A

Gerente Técnico: Es el encargado del almacenaje y distribución de los productos. Las funciones que cumple en la empresa son las de recepcionar los productos y comprobar que venga la cantidad correcta y en las óptimas condiciones. Además, se dedica a contabilizar las existencias que posee la empresa en la bodega y comprobar que estas se encuentren con las condiciones de almacenamiento en las que se deben resguardar. También, debe coordinar y controlar que los productos lleguen en las fechas requeridas

y solicitadas. Por otro lado, es el encargado de revisar que se despachen las unidades que figuran en la nota de pedido y estar en contacto con el camión que realiza esta tarea para así poder resolver cualquier eventualidad que se presente en el camino. Por último, comparte funciones con el área de administración y ventas, ya que este último debe entregarle las órdenes de venta para que el gerente técnico reúna con anticipación lo requerido por el cliente y lo deje en el sector de despacho de la bodega.

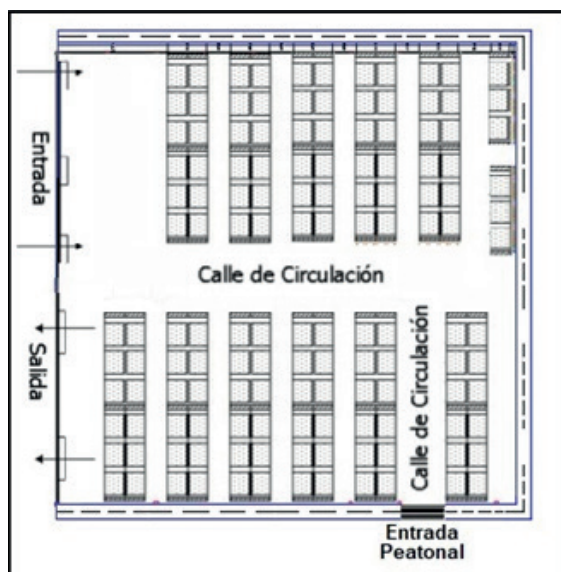
Gerente comercial: En la empresa ALFACHile S.A. la función que cumple es controlar que lo pronosticado en las ventas se esté cumpliendo y realizar las ordenes de pedido de productos al proveedor.

Gerente General: Su función es controlar constantemente que la empresa esté funcionando de forma correcta y que las metas establecidas por cada área se estén cumpliendo y de no ser así, establecer los planes de acción ante estas situaciones.

### 2.3.5 Descripción de los productos

Los productos que comercializa ALFACHile S.A están orientados a resolver las nuevas necesidades de la industria agrícola. En la actualidad, la empresa comercializa más de 15 productos, todos ellos cumplen con las regulaciones exigentes, además de ser pro-

### Esquema 2. Lay Out de bodega de ALFACHile S.A



Fuente: Elaboración Propia.

ductos de alta tecnología, nueva generación, fácil manejo y alta efectividad.

Estos productos son adquiridos de su proveedor único que se encuentra en República Dominicana, y son enviados en barco dentro de un container. Los productos llegan a Chile dentro de envases de 20 litros y son enviados a una empresa externa que cumple con la función de envasarlos en formatos de 1, 5 y 20 litros y etiquetarlos con la información de cada uno.

Los productos que comercializa la empresa son:

- Protección vegetal contra hongos y bacterias.
- Bioactivadores y bioestimulantes.
- Productos nutricionales y correctores de carencias.
- Mejoradores de suelo y crecimiento de raíces.
- Reguladores y mejoradores de la calidad.

Cabe destacar, que todos los años se realizan estudios para brindar la mejor solución a los clientes del sector agrícola, es por este motivo que ciertos productos dejan de ser comercializados. Además de sumarle el factor que, si las ventas son muy bajas, el producto deja de ser comercializado, es por esto por lo que la empresa busca comercializar otro producto que cumpla con las necesidades de los clientes.

Los productos principales que generan mayores utilidades a la empresa son los productos Sprint, Wert y Bactofus.

**Sprint:** Es un producto biotecnológico que promueve y acelera la maduración del fruto de forma que permite concentrar la cosecha con el consiguiente ahorro logístico. Además, mejora la firmeza de las frutas de hueso.

**Wert:** Es un producto sistémico para el control de bacterias y hongos. Está diseñado especialmente para absorberse a través de la madera.

**Bactofus:** Es un producto fito-fortificante cuya principal función es ser un propulsor e inductor, con gran efecto elicitor de las defensas de la planta, con propiedades curativas y preventivas sobre varias especies de hongos y bacterias. Es aplicable a todo tipo de cultivo.

### 3. Marco Metodológico

La empresa ALFACHILE S.A. comercializa productos para responder las necesidades del sector agrícola. En la actualidad, la empresa no cuenta con un sistema de gestión de inventario, el cual es la propuesta de este estudio, con el fin de diseñar un sistema de gestión de inventario para reducir los costos fijos relacionados a mantener los productos en bodega y ordenar los productos al proveedor.

#### 3.1 Metodología

La metodología por emplear para alcanzar el objetivo general y los específicos son:

- **Recopilación de datos e información:** Para la realización del estudio será necesario poseer las ventas históricas de los productos comercializados por la empresa de los años 2015, 2016 y 2017; además, es necesario contar con los precios de compra de los productos, de venta de estos y los costos asociados a ordenar los productos y el arriendo de bodega.

- **Entrevista y observación:** Es necesario observar la situación actual de la empresa y entrevistar a los involucrados del proceso logístico, para poder determinar el sistema de gestión de inventario óptimo para la empresa según sus necesidades.

- **Clasificar los productos:** Ya que la empresa trabaja con una amplia gama de productos para la realización de este estudio se seleccionarán y se trabajará solo con aquellos que generen mayor utilidad para la empresa. La selección se realizará a partir del modelo ABC.

- **Analizar la información:** Los datos obtenidos en la recopilación y en las entrevistas, serán analizados de acuerdo con lo que busca obtener este estudio, que es diseñar un sistema de gestión de inventario basándose en reducir los costos fijos relacionados con el modelo de cantidad de pedido.

- **Determinar el inventario ideal de la empresa:** Una vez realizada la clasificación de los productos, se podrá determinar el inventario ideal de la empresa para los productos principales. Y se determinará bajo qué siste-

ma de control trabajara la empresa según la situación actual de esta y los recursos que cuente.

- Pronosticar las ventas: Con los datos recopilados para la realización de este estudio, será posible pronosticar las ventas de los productos principales comercializados por la empresa para los años 2018 y 2019.

- Diseñar el sistema de gestión de inventario: Se diseñará el sistema de gestión de inventario según las necesidades de la empresa y se realizara una planificación agregada en el cual se presentará la planificación

para los meses en los cuales los productos se venden en grandes cantidades, ya que la demanda de estos es estacional.

### 3.2 Desarrollo del del estudio

#### 3.2.1 Recopilación de las ventas por productos

La primera parte del estudio considera la recopilación de las ventas de todos los productos comercializados por ALFACHILE S.A. durante los años 2015, 2016 y 2017. Los datos de las ventas históricas se presentan en las tablas 1 y 2.

**Tabla 1. Venta anual de ALFACHILE S.A. año 2015 y 2016**

DETALLE POR PRODUCTO VENTA				
PRODUCTO	TOTAL ANU-AL 2015	TOTAL ANU-AL 2015	TOTAL ANU-AL 2016	TOTAL ANU-AL 2016
	LITROS	NETO	LITROS	NETO
SPRINT	19120	\$239.995.932	20520	\$298.578.966
WERT	16687	\$193.585.865	9744	\$119.349.181
BACTOFUS	6215	\$140.962.763	3388	\$81.090.054
BOTRYLIN	2015	\$61.167.485	1402	\$51.821.423
V-6	9315	\$54.848.976	7475	\$44.950.065
R-S-40	5720	\$34.632.868	10	\$66.410
POTASSIUM KING	4235	\$26.719.600	-	-
ALFAROOT	1380	\$20.165.484	970	\$14.471.430
MAX-FRUIT	2960	\$14.781.320	2760	\$15.199.812
NATURAL-ENGORDE	2150	\$14.074.360	2110	\$15.107.330
HD	970	\$9.729.570	720	\$9.334.540
SPRINT CUAJE	510	\$7.939.900	60	\$990.430
PH-4	910	\$5.701.796	320	\$2.166.250
FLORIMAX	965	\$5.338.560	550	\$3.639.690
BIPHYTOS	1120	\$4.072.454	-	-
BIPHYTOS 40-20	-	-	2560	\$9.597.000
BLEEND Ca	965	\$3.572.280	10	\$39.080
BIOPROTEC	-	-	370	\$4.974.490
BLEEN Bo	240	\$1.271.114	30	\$170.170
FRUTAL E	-	-	20	\$369.280
BLEEND Zn	190	\$834.216	-	-
OXI ROOTS	-	-	2900	\$ 17.796.910
STIMULAM-K	-	-	2905	\$ 19.911.775
BLEND Mg	160	\$562.284	-	-

Fuente: ALFACHILE S.A.



**Tabla 2. Venta anual de ALFACHile S.A. año 2017**

DETALLE POR PRODUCTO VENTA 2017		
PRODUCTO	TOTAL ANUAL LITROS	TOTAL ANUAL NETO
SPRINT	19940	\$290.358.078
WERT	10110	\$126.784.790
BACTOFUS	4706	\$109.991.207
BOTRYLIN	340	\$12.745.222
V-6	8530	\$50.439.699
ALFAROOT	230	\$3.423.000
MAX-FRUIT	1460	\$7.880.424
NATURAL-ENGORDE	2255	\$15.563.524
HD	900	\$11.161.424
SPRINT CUAJE	345	\$7.083.210
PH-4	1524	\$10.271.365
FLORIMAX ACTIV	1060	\$6.688.088
BIPHYTOS 40-20	2160	\$4.865.400
BLEEND Ca	25	\$112.180
BLEEN Bo	40	\$194.619
BLEND ZN	195	\$863.859
BIO-ACTIV	30	\$412.020
OXI ROOTS	1710	\$10.763.160
STIMULAM-K	5160	\$34.396.378

**Fuente:** ALFACHile S.A.

### 3.2.2 Clasificación de los productos comercializados por la empresa

Luego de la recopilación de las ventas anuales de la empresa por producto, se procede a clasificar los productos de ALFACHile S.A. La clasificación se realiza con los datos de las ventas del año 2017, y una vez realizado los cálculos pertinentes, se procede a construir el gráfico de Pareto donde se aprecia la clasificación de los productos en tres categorías A, B y C. Con este modelo, se determina cuáles son los productos principales que generan la máxima rentabilidad y utilidad para la empresa, para así posteriormente, trabajar y realizar los cálculos correspondientes con estos productos (Tabla 3).

### 3.2.3 Análisis de costos asociados

Posterior a esto, se realiza el análisis de costos asociados a lo que requiere el modelo

de cantidad de económica de pedido, estos costos son los de mantener los inventarios en bodega y el costo de ordenar. El costo de ordenar se obtuvo gracias a la recopilación de información relacionada a las facturas de importación de los productos y el costo de mantener se obtuvo a través del detalle de los costos fijos de ALFACHile S.A (Tabla 4).

### 3.2.4 Pronóstico para los productos principales y aplicación del modelo "EOQ"

Para el pronóstico del año 2018 y así también para el año 2019, se genera un pronóstico basado en coeficientes estacionales. Los gráficos se realizan tomando como base las ventas anuales de cada producto.

El análisis de los costos, así como el inventario ideal se obtiene mediante la ecuación del modelo de cantidad económica de pedido,

**Tabla 3. Clasificación de los productos en base al modelo ABC**

CLASIFICACIÓN ABC					
A	%	B	%	C	%
SPRINT	41,24	V-6	7,16	BOTRILYN	1,81
WERT	18,01	STIMULAM-K	4,89	HD	1,59
BACTOFUS	15,62	NATURAL ENGORDE	2,21	OXI ROOTS	1,53
				PH4	1,46
				MAX FRUIT	1,12
				SPRINT CUAJE	1,01
				FLORIMAX ACTIV	0,95
				BIPHYTOS 40-20	0,69
				ALFARROOTS	0,49
				BLEND ZN	0,12
				BIO-ACTIV	0,06
				BLEND B	0,03
				BLEND CALCIO	0,02
<b>TOTAL</b>	<b>74,87</b>	<b>TOTAL</b>	<b>14,26</b>	<b>TOTAL</b>	<b>10,88</b>

**Fuente:** Elaboración Propia.

**Tabla 4. Detalle de los costos fijos de ALFACHILE S.A.**

GASTOS FIJOS		
CONCEPTO	DETALLE	COSTO
Sueldos	Sueldo e imposiciones	\$111.432.000
Arriendo	Oficina	\$2.900.000
Arriendo	Bodega	\$7.000.000
Gastos generales	Teléfonos, internet, insumos de aseo y oficina, luz	\$5.580.000
Gatos representantes	Combustible, colación, peajes y alojamiento	\$21.474.833
Desarrollo e Investigación	Estudio de eficacia de productos y ensayos	\$20.000.000
Contabilidad	Contador externo	\$6.000.000
Asesorías		\$18.000.000
Comisiones	Ventas representantes y director técnico	\$41.379.364
Inversiones	Vehículos y maquinaria	\$20.000.000
		<b>\$253.766.197</b>

**Fuente:** ALFACHILE S.A.

conocido bajo las siglas "EOQ". Este modelo entrega como resultado la cantidad de veces a ordenar en el año el producto, para esto se realiza unos cálculos para comprobar si esta forma de ordenar productos en el año es rentable o no. Luego, se procede a realizar un pronóstico basado en los coeficientes estacionales y junto a los costos, se plantea el sistema de control de inventario que forma parte del diseño del sistema de gestión de inventario. Para esto, se plantean dos sistemas de control de inventario los cuales son, el sistema de revisión continua y sistema de revisión periódica.

El fin que busca conseguir este análisis es de evaluar cuál es la mejor opción para la empresa, considerando como factor decisivo los costos de mantener y ordenar los productos.

### 3.2.4.1 Error en el modelo de pronóstico

Para obtener el error de pronóstico es necesario conocer la demanda que fue pronosticada con anterioridad. Por lo que cuando se plantea un pronóstico para un modelo de planificación agregada para la proyección de la demanda de los productos, no se cuenta con la demanda real ya que esos datos se entregaran en periodos futuros.

Es por este motivo, que se obtendrá un error del modelo de pronóstico para identificar

con qué porcentaje de error son entregados los resultados por el modelo.

### 3.2.5 Planificación agregada para los productos principales

Finalmente, se realiza el sistema de planificación agregada como lo muestra la tabla 5 de este capítulo, el cual plantea la respuesta final del estudio, incorporando en él todas las variables monetarias, así como también las logísticas y el diseño claro y correcto de este.

## 4. Resultados y análisis

### 4.1 Clasificación de los productos en el modelo ABC

El modelo ABC arroja como resultado los productos que generan mayor utilidad para la empresa, estos productos serán los tres productos con los que se trabajara. A partir del gráfico, se puede determinar que los productos Sprint, Wert y Bactofus son los productos que generan mayor ganancia en ALFACHILE S.A., siendo las utilidades para cada producto con el siguiente analisis (Tabla 6) y con el correspondiente gráfico del modelo ABC (Gráfico 1).

A partir del gráfico se puede reafirmar la elección de los productos con los cuales se

**Tabla 5. Planificación agregada de los productos principales**

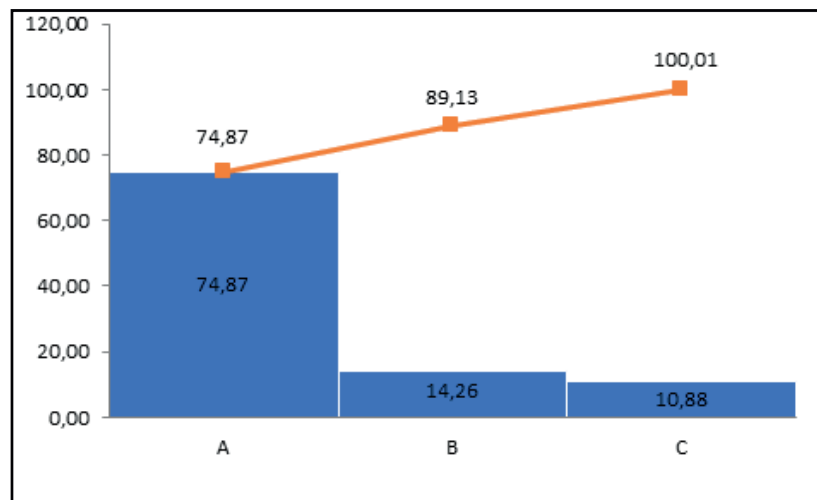
SISTEMA DE REVISIÓN PERIÓDICA/ CONTINUA						
Producto	mes N°1	mes N°2	mes N°3	...	mes N	TOTAL
Demanda pronosticada (Its)						
Producción (Its)						
Orden (Its)						
Orden adelantada (Its)						
Costo de ordenar						
Unidades promedio en bodega						
costo de mantener						
Costo de adquirir						
Costo del sistema de pedido						

**Tabla 6. Utilidades de los productos principales comercializados por ALFACHile S.A.**

Producto N°1: Sprint		Producto N°2: Wert		Producto N°3: Bactofus	
\$	%	\$	%	\$	%
\$ 703.997.647	100	\$ 703.997.647	100	\$ 703.997.647	100
\$ 290.358.078	41,24	\$ 126.784.790	18,01	\$ 109.991.207	15,62

**Fuente:** Elaboración Propia

**Gráfico 1. Clasificación de los productos en el gráfico de Pareto**



**Fuente:** Elaboración Propia

trabajó en este estudio, ya que estos representan el 74,87% de los ingresos de la empresa, los productos Sprint, Wert y Bactofus están en la clasificación A del modelo ABC, por lo que de ahora en adelante se hablara de ellos como los productos principales comercializados por ALFACHile S.A.

#### 4.2 Pronósticos de ventas para los productos principales

Para el pronóstico de las ventas del año 2018 y así como también para el año 2019, se analizó la demanda de los productos principales comercializados por ALFACHile S.A. y en ese análisis se identificó que, para realizar un pronóstico de ventas, es necesario basarse en los coeficientes estacionales, esto se debe a la fluctuación de los compor-

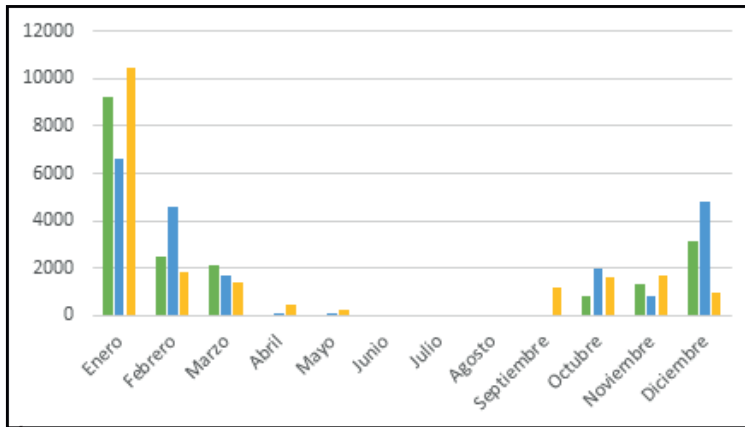
tamientos de la demanda. En los siguientes gráficos, se observa el comportamiento de los productos principales y las fluctuaciones de la demanda de los años 2015, 2016 y 2017 para cada uno de estos (Gráfico, 2,3 y 4).

Entonces, lo siguiente a realizar para obtener el pronóstico de los productos del año 2018 es realizar unos cálculos que determinaran el coeficiente estacional para cada mes de los años 2015, 2016 y 2017; estos cálculos se realizan de la siguiente forma:

$$\text{Promedio en litros} = \frac{\text{Litros vendidos en el año}}{\text{Total de meses en el año}}$$

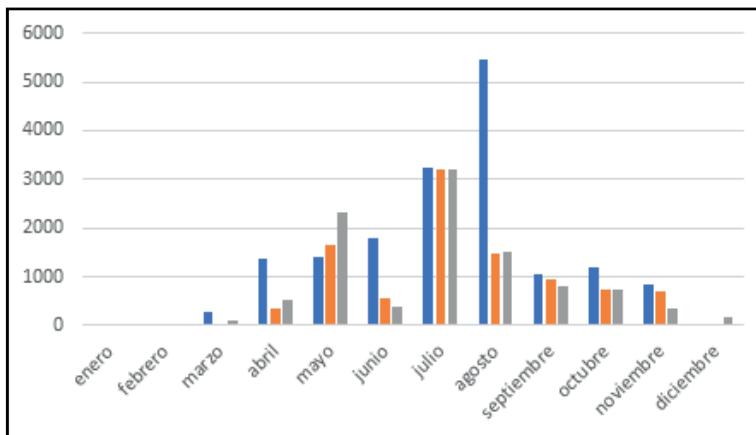
$$\text{Coeficiente estacional} = \frac{\text{Litros vendidos en el mes}}{\text{Promedio en Litros}}$$

**Gráfico 2. Demandas históricas de los años 2015, 2016 y 2017 del producto Sprint**



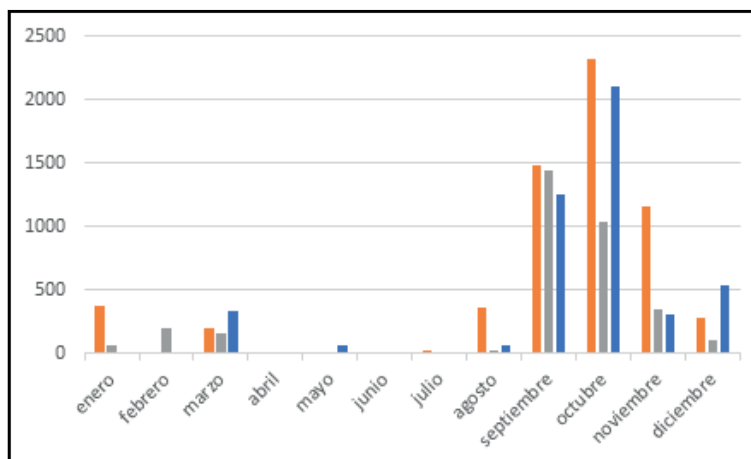
**Fuente:** Elaboración Propia

**Gráfico 3. Demandas históricas de los años 2015, 2016 y 2017 del producto Wert**



**Fuente:** Elaboración Propia

**Gráfico 4. Demandas históricas de los años 2015, 2016 y 2017 del producto Bac-tofus**



**Fuente:** Elaboración Propia



**Tabla 7. Coeficientes estacionales del producto Sprint Año 2015,2016 y 2017**

Sprint 2015							
Mes	Litros	Prome- dio en Litros	Coefi- ciente Esta- cional	Mes	Litros	Promedio en Litros	Coefi- ciente Esta- cional
Enero	9230	1593,33	5,79	Julio	0	1593,33	0
Febrero	2505	-	1,57	Agosto	0	-	0
Marzo	2110	-	1,32	Septiembre	0	-	0
Abril	0	-	0	Octubre	810	-	0,51
Mayo	0	-	0	Noviembre	1295	-	0,81
Junio	0	-	0	Diciembre	3170	-	1,99
Sprint 2016							
Mes	Litros	Promedio en Litros	Coefi- ciente Esta- cional	Mes	Litros	Promedio en Litros	Coefi- ciente Esta- cional
Enero	6650	1710	3,89	Julio	0	1710	0,00
Febrero	4575	-	2,68	Agosto	0	-	0,00
Marzo	1655	-	0,97	Septiembre	0	-	0,00
Abril	40	-	0,02	Octubre	1975	-	1,15
Mayo	50	-	0,03	Noviembre	795	-	0,46
Junio	0	-	0,00	Diciembre	4780	-	2,80
Sprint 2017							
Mes	Litros	Promedio en Litros	Coefi- ciente Esta- cional	Mes	Litros	Promedio en Litros	Coefi- ciente Esta- cional
Enero	10460	1661,67	6,29	Julio	0	1661,67	0
Febrero	1850	-	1,11	Agosto	0	-	0
Marzo	1400	-	0,84	Septiembre	1180	-	0,71
Abril	480	-	0,29	Octubre	1605	-	0,97
Mayo	260	-	0,16	Noviembre	1715	-	1,03
Junio	0	-	0	Diciembre	990	-	0,60

**Fuente:** Elaboración Propia

Entonces, utilizando estas fórmulas se obtienen los siguientes resultados para el producto Sprint (Tabla 7).

Luego, se debe obtener el promedio de ventas estimado para el año 2018. Esto se realiza mediante el simple cálculo de promediar las ventas obtenidas del producto en los años 2015, 2016 y 2017, el resultado se puede observar que:

**Tabla 8. Demandas del producto Sprint y lo estimado para el año 2018**

Sprint	
Años	Demandas
2015	19120
2016	20520
2017	19940
2018	19860

**Fuente:** Elaboración Propia

Una vez obtenido este dato, se realizan los cálculos para obtener el pronóstico para el año 2018 de este producto. Esto se realiza como se describe a continuación:

Con el dato de la demanda estimada para el año 2018, se debe dividir este valor en los meses del año, lo cual da un valor de 1655.

Luego, se debe obtener el promedio de los coeficientes estacionales, para esto es necesario aplicar la siguiente ecuación para cada trío de meses del año.

Promedio de los coeficientes estacionales =  $(\text{Coef. estacional Mes X 2015} + \text{Coef. estacional Mes X 2016} + \text{Coef. estacional Mes X 2017})/3$

Una vez obtenidos los promedios de coeficientes estacionales se obtiene el pronóstico, el cual se consigue al multiplicar el valor obtenido en el primer paso, 1655 con cada uno de los coeficientes estacionales obtenidos en el paso anterior.

Una vez realizado lo anterior, se obtiene como resultado el pronóstico para el año 2018, el cual se representa en la tabla 9 y 10.

**Tabla 9. Pronóstico del producto Bactofus para el año 2018**

Pronóstico para el 2018 del producto Bactofus		
Mes	Promedio Coef. Estacional	Pronóstico
Enero	0,327	130
Febrero	0,241	96
Marzo	0,593	236
Abril	0,004	2
Mayo	0,059	24
Junio	0,010	4
Julio	0,019	8
Agosto	0,317	126
Septiembre	3,728	1482
Octubre	4,513	1794
Noviembre	1,413	562
Diciembre	0,773	307

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 10. Pronóstico del producto para el año 2018**

Pronóstico para el 2018 del producto Sprint		
Mes	Promedio Coef. Estacional	Pronóstico
Enero	5,33	8813,79
Febrero	1,79	2957,46
Marzo	1,04	1729,27
Abril	0,10	172,26
Mayo	0,06	102,45
Junio	0,00	0,00
Julio	0,00	0,00
Agosto	0,00	0,00
Septiembre	0,24	391,76
Octubre	0,88	1450,46
Noviembre	0,77	1274,22
Diciembre	1,79	2968,32
Pronóstico para el 2018 del producto Wert		
Mes	Promedio Coef. Estacional	Pronóstico
Enero	0,02	14
Febrero	0,00	0
Marzo	0,11	89,24
Abril	0,68	563,57
Mayo	1,95	1613
Junio	0,81	669
Julio	3,37	2789
Agosto	2,52	2084,51
Septiembre	0,96	797,35
Octubre	0,87	720,53
Noviembre	0,63	521
Diciembre	0,08	67,47

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.2.1 Error del modelo de pronóstico

Como se mencionó en el capítulo anterior, es necesario conocer la demanda real que fue pronosticada con anterioridad. Ya que no se cuenta con estos datos por un tema de que los periodos a pronosticar son de los periodos 2018 y 2019, se calculara el error del modelo de pronóstico utilizado en este estudio.

El procedimiento por utilizar para calcular el error del modelo de pronóstico es el mis-

mo que se utilizó para calcular el pronóstico para los periodos 2018 y 2019, la diferencia es que se calcula el pronóstico para el año 2017, y como se cuenta con los datos de la demanda real de este periodo, se calcula la diferencia de los datos, los cuales son los datos pronosticados con los datos de la demanda real durante este periodo.

Para calcular el error del modelo de pronóstico, se utilizaron dos métodos, los cuales fueron el de la suma acumulada de errores de pronóstico (CFE) y la desviación estándar. Entonces, para obtener el pronóstico del año 2017, se utilizarán las tabla 7 y 11.

Una vez obtenido este dato, se realizan los cálculos para obtener el pronóstico para el año 2017 de este producto. Para esto se utiliza el mismo procedimiento para obtener el pronóstico para el año 2018, procedimiento que fue descrito con anterioridad en el presente capítulo. Una vez realizado el procedimiento, se obtiene como resultado

**Tabla 11. Demandas del producto Sprint y lo estimado para el año 2017**

Sprint	
Años	Demandas
2015	19120
2016	20520
2017	19820

**Fuente:** Elaboración Propia

el pronóstico para el año 2017 el cual se representa en la tabla 12.

Como se tiene conocimiento de la demanda real para el periodo 2017, se puede calcular el CFE y la desviación estándar para los tres productos principales como se muestra en las tablas 13,14 y 15.

Para el producto Sprint y Wert, se puede determinar que el modelo de pronóstico, con el método de coeficientes estacionales, tiene un alto porcentaje de confiabilidad ya que, al interpretar los resultados de la suma de errores del CFE, determina que al finalizar el año las existencias en bodega sobran o faltaron según el modelo de pronóstico, pero al tratarse de un porcentaje muy reducido, se considera como que el modelo de pronóstico es acertado.

**Tabla 12. Pronóstico del producto Sprint para el año 2017**

Pronóstico para el 2017 del producto Sprint		
Mes	Promedio Coef. Estacional	Pronóstico
Enero	4,84	7996
Febrero	2,124	3508
Marzo	1,15	1893
Abril	0,012	19
Mayo	0,01	24
Junio	0,000	0
Julio	0,00	0
Agosto	0,000	0
Septiembre	0,00	0
Octubre	0,832	1374
Noviembre	0,64	1055
Diciembre	2,392	3951

**Fuente:** Elaboración Propia

Para el producto Bactofus, ocurre la misma situación descrita, la diferencia es que en el año 2017 por razones desconocidas por la empresa ALFACHILE S.A., se vio un incremento en las ventas del producto en meses en los cuales no se esperaba demanda de este y en meses en los que se esperaba ventas como se puede apreciar en la tabla 14 del presente capítulo, lo cual provocó que los resultados tuvieran un porcentaje mayor de error, no obstante, el modelo de pronóstico presentó un alto nivel de confiabilidad dentro del margen de error en el que no fue más de un 10% para los tres productos.

#### 4.3 Análisis de los costos y aplicación del modelo de cantidad económica de pedido

Como se mencionó en el capítulo anterior, para aplicar el modelo de cantidad económica de pedido es necesario contar con los datos de los costos, los cuales son: los costos de mantener los productos en la bodega y los costos por ordenar los pedidos al proveedor. Para obtener los valores de estos costos, fue necesario obtener la información directamente de la empresa y estos costos se presentan en la siguiente tabla 17.

**Tabla 13. Error del modelo de pronóstico para el 2017 del producto Sprint**

Error del modelo de pronóstico para el 2017 del producto Sprint						
Mes	Promedio Coef. Estacional	Pronóstico	Demanda Real	CFE	Desviación Estándar	% de Error
Enero	4,84	7996	10460	2464	7996 ± 373	0,236
Febrero	2,124	3508	1850	-1658	3508 ± 373	-0,896
Marzo	1,15	1893	1400	-493	1893 ± 373	-0,352
Abril	0,012	19	480	461	19	0,960
Mayo	0,01	24	260	236	24	0,907
Junio	0,000	0	0	0	0	0,000
Julio	0,00	0	0	0	0	0,000
Agosto	0,000	0	0	0	0	0,000
Septiembre	0,00	0	1180	1180	0	1,000
Octubre	0,832	1374	1605	231	1374 ± 373	0,144
Noviembre	0,64	1055	1715	660	1055 ± 373	0,385
Diciembre	2,392	3951	990	-2961	3951 ± 373	-2,991
			Suma de errores	120		0,05

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 14. Error del modelo de pronóstico para el 2017 del producto Wert**

Pronóstico para el 2017 del producto Wert						
Mes	Promedio Coef. Estacional	Pronóstico	Demanda Real	CFE	Desviación Estándar	% de Error
Enero	0,025	20	0	-20	20	0
Febrero	0,000	0	0	0	0	0
Marzo	0,102	83	100	17	83	0,168
Abril	0,707	574	530	-44	574 ± 134	-0,084
Mayo	1,535	1247	2340	1093	1247 ± 134	0,467
Junio	0,993	806	370	-436	806 ± 134	-1,179
Julio	3,151	2559	3210	651	2559 ± 134	0,203
Agosto	2,881	2339	1515	-824	2339 ± 134	-0,544
Septiembre	0,965	784	810	26	784 ± 134	0,033
Octubre	0,879	714	720	6	714 ± 134	0,008
Noviembre	0,743	603	340	-263	603 ± 134	-0,774
Diciembre	0,018	15	175	160	15	0,914
			Suma de errores	366		0,07

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 15. Error del modelo de pronóstico para el 2017 del producto Bactofus**

Pronóstico para el 2017 del producto Bactofus					
Mes	Promedio Coef. Estacional	Pronóstico	Demanda Real	CFE	Desviación Estándar
Enero	0,491	196	0	-196	196 ± 70
Febrero	0,349	140	10	-130	140 ± 70
Marzo	0,465	186	333	147	186 ± 70
Abril	0,000	0	5	5	0
Mayo	0,000	0	70	70	0
Junio	0,009	4	5	1	4
Julio	0,029	12	0	-12	12
Agosto	0,383	153	73	-80	153 ± 70
Septiembre	3,993	1598	1255	-343	1598 ± 70
Octubre	4,086	1635	2105	470	1635 ± 70
Noviembre	1,731	693	305	-388	693 ± 70
Diciembre	0,465	186	545	359	186 ± 70
			Suma de errores	-96	

**Fuente:** Elaboración Propia

**Tabla 16. Ventas en litros en los periodos 2015, 2016 y 2017 del producto Bactofus**

Bactofus: Ventas en litros			
Meses	2015	2016	2017
Enero	380	70	0
Febrero	0	197	10
Marzo	195	156	333
Abril	0	0	5
Mayo	0	0	70
Junio	0	5	5
Julio	30	0	0
Agosto	360	20	73
Septiembre	1485	1445	1255
Octubre	2325	1040	2105
Noviembre	1160	345	305
Diciembre	280	110	545

**Fuente:** Elaboración Propia



Luego se reemplazan los valores que han sido recopilados a lo largo de la investigación, además de valores que se han obtenido mediante el desarrollo de cálculos, en la ecuación del modelo de cantidad económica de pedido, la cual arrojará como resultado la cantidad de veces en las que es recomen-

**Tabla 17. Costos de mantener y de ordenar los productos en ALFACHILE S.A.**

Costos asociados al modelo EOQ	
Costo de orden (por cada orden)	\$150.000
Costo de mantener (por litro almacenado)	\$ 115

**Fuente:** Elaboración Propia

dado ordenar pedidos para así reducir los costos asociados a este modelo, los cuales son los costos de ordenar y de mantener los productos en bodega.

Además, se debe calcular los costos totales de realizar los pedidos de esta forma, cuya ecuación es:

Costo total anual=Costo de compra+Costo de pedidos anual+Costo de mantenimiento anual

Costo total anual=  $D \cdot C + D/Q \cdot S + Q/2 \cdot H$

En esta investigación, el costo de compra se omite debido a que no existen descuentos al comprar en grandes cantidades, por lo que la fórmula de costo total anual a aplicar en este estudio es la siguiente:

Costo total anual=Costo de pedidos anual+Costo de mantenimiento anual  
Costo total anual= $D/Q \cdot S + Q/2 \cdot H$

Entonces, aplicando el Modelo de Cantidad Económica de Pedido y la de costo total anual, se obtienen los siguientes resultados para los tres productos principales comercializados por ALFACHILE S.A.

El modelo de cantidad económica de pedido o "EOQ", determina la cantidad de veces que se debe ordenar un determinado producto en un periodo de un año y la cantidad, que en este estudio son litros de producto.

Además, con la fórmula del costo total anual,

**Tabla 18. Resultados del modelo EOQ**

Productos Principales	EOQ	Cantidad de veces a ordenar	Costo Total Anual
Sprint	7189	3	\$828.769
Wert	5083	2	\$585.931
Bactofus	3524	2	\$406.160

**Fuente:** Elaboración Propia

es posible determinar el costo que traería consigo el ordenar los productos bajo el modelo de cantidad económica de pedido.

No obstante, no es posible aplicar este sistema de gestión de inventario a los tres productos principales comercializados por la empresa ALFACHILE S.A. ya que como se puede observar en los gráficos 2, 3 y 4 y la tabla 13 del presente capítulo, la demanda es estacional, entonces según los resultados que arroja el modelo EOQ, para el producto Sprint se debe ordenar 3 veces el producto y la cantidad es de 7189 litros, pero ahora si vemos las ventas que se pronostican para el año 2018 y 2019, se estima que para el producto Sprint sean vendidos 8814 litros en el primer mes del año, cifra que es mayor a lo que se tendría en bodega si se implementara el modelo de cantidad económica de pedido. Para los otros dos productos Wert y Bactofus, si es posible implementar el modelo ya que no habría inconvenientes en cuanto las existencias que estarían presentes en bodega contra las que se estima que serán vendidas.

Como ya se mencionó, para el producto Sprint el modelo anteriormente propuesto no podrá ser aplicado debido a la diferencia que existirá entre la cantidad que será vendida con la cantidad presente en la bodega de productos de la empresa.

Es por esta razón que se planteara dos sistemas de gestión de inventario, los cuales son el sistema de revisión periódica o el sistema de revisión continua. El motivo de plantear estos dos sistemas es presentar otras alternativas para así posteriormente, escoger el sistema de gestión de inventario que pre-

**Tabla 19. Resultados del modelo EOQ**

PRONÓSTICO DE VENTAS MENSUALES POR PRODUCTOS (Its)			
Meses	Sprint	Wert	Bactofus
Enero	8814	14	130
Febrero	2957	0	96
Marzo	1729	89	236
Abril	172	564	2
Mayo	102	1613	24
Junio	0	669	4
Julio	0	2789	8
Agosto	0	2085	126
Septiembre	392	797	1482
Octubre	1405	721	1794
Noviembre	1274	521	562
Diciembre	2968	67	307

**Fuente:** Elaboración Propia

sente los menores costos de ordenar y mantener en bodega los productos comercializados por la empresa.

#### 4.4 Planificación agregada bajo los sistemas de revisión continua y periódica

Para la situación antes descrita, se plantea bajo una planificación agregada donde están presentes los pronósticos estacionales para el año 2018 y 2019, por lo que dependiendo el producto se realiza la planificación agregada para los meses en los que el producto es más solicitado por parte de los clientes. En esta planificación se incluyen los datos como las fechas de orden de productos, las fechas de almacenaje de estos, los costos asociados a ordenar y mantener existencias en las bodegas, costos en adquirir los productos, entre otros. Se realizan dos planificaciones: una para el sistema de revisión periódica y otro para el sistema de revisión continuo.

Para el producto Sprint, se realiza la planificación para un periodo de 7 meses, para esto se escogen los meses en los cuales se puede observar la estacionalidad de las ventas; para el producto Sprint, se realiza la planificación para los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y

marzo. Para el producto Wert se plantea una planificación para los meses de Julio, agosto, septiembre, octubre, noviembre, diciembre y enero; y para el producto Bactofus se plantea para los meses de septiembre, octubre, noviembre, diciembre, enero, febrero y marzo. El resultado del ejercicio se puede apreciar en las tablas 14, 15, 16, 17, 18 y 19 del presente capítulo.

Cabe destacar, que para realizar esta planificación es necesario contar con los tiempos en los que el producto llega a Chile y en el cual se trasvasian, tiempo que es de 2 meses, por lo tanto, para la realización de la planificación agregada se consideró este factor.

Lo que se puede extraer de las tablas 20, 21, 22, 23, 24 y 25 es que se debe ordenar los productos bajo el sistema de revisión continua presenta los menores costos asociados a mantener y ordenar los productos, en comparación al sistema de revisión periódica. Pero para ordenar bajo este tipo de sistema se debe considerar que, al momento de ordenar el total de la cantidad presupuestada en la planificación, se debe contar con un alta suma de dinero por concepto del costo total del producto, en comparación del

**Tabla 20. Sistema de revisión periódica para el producto Sprint**

SPRINT	jul-18	ago-18	sept-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	TOTAL
Demanda pronosticada (lts)			392	1451	1275	2969	8814	2958	1730	19589
Orden (lts)			392	1451	1275	2969	8814	2958	1730	
Orden adelantada (lts)	392	1451	1275	2969	8814	2958	1730			19589
Costo de ordenar	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 1.350.000
Unidades promedio en bodega			196	725,5	637,5	1484,5	4407	1479	865	
Costo de mantener			\$ 1.883	\$ 6.970	\$ 6.124	\$ 14.261	\$ 42.337	\$ 14.208	\$ 8.310	\$ 94.092
Costo de adquirir	\$ 1.783.600	\$ 6.602.050	\$ 5.801.250	\$ 13.508.950	\$ 40.103.700	\$ 13.458.900	\$ 7.871.500			\$89.129.950
Costo del sistema de pedido	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 151.883	\$ 156.970	\$ 156.124	\$ 164.261	\$ 192.337	\$ 164.208	\$ 158.310	\$1.444.092

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 21. Sistema de revisión continua para el producto Sprint**

SPRINT	jul-18	ago-18	sept-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	TOTAL
Demanda pronosticada (lts)			392	1451	1275	2969	8814	2958	1730	19589
Orden (lts) Disponible	19589	19589	19197	17746	16471	13502	4688	1730	0	
Costo de ordenar	\$ 150.000	0	0	0	0	0	0	0	0	\$ 150.000
Costo de mantener		\$ 564.555								\$ 564.555
Costo de adquirir	\$ 89.129.950									\$ 89.129.950
Costo del sistema de pedido	\$ 150.000	\$ 564.555								\$714.555

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 22. Sistema de revisión periódica para el producto Wert**

WERT	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sept-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	TOTAL
Demanda pronosticada (lts)			2789	2085	798	721	521	68	14	6996
Orden (lts)			2789	2085	798	721	521	68	14	
Orden adelantada	2789	2085	798	721	521	68	14			
Costo de ordenar	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000
Unidades promedio en bodega			1394,5	1042,5	399	360,5	260,5	34	7	
Costo de mantener			\$ 13.396	\$ 10.015	\$ 3.833	\$ 3.463	\$ 2.503	\$ 327	\$ 67	
Costo de adquirir	\$14.502.800	\$10.842.000	\$4.149.600	\$3.749.200	\$2.709.200	\$353.600	\$72.800			\$36.379.200
Costo del sistema de pedido	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 163.396	\$ 160.015	\$ 153.833	\$ 153.463	\$ 152.503	\$ 150.327	\$ 150.067	\$1.383.604

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla 23. Sistema de revisión continua para el producto Wert**

WERT	may-18	jun-18	jul-18	ago-18	sept-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	TOTAL
Demanda pronosticada(L)			2789	2085	798	721	521	68	14	6996
Orden Disponible	6996	6996	4207	2122	1324	603	82	14	0	\$ 150.000 \$ 201.625 \$36.379.200
Costo de ordenar	\$ 150.000									
Costo de mantener										
Costo de adquirir	\$36.379.200									
Costo del sistema de pedido	\$ 150.000	\$ 201.625								\$351.625

Fuente: Elaboración Propia

Propuesta de diseño de un sistema de gestión de inventarios en el área logística en una empresa comercializadora de fertilizantes para el sector agrícola (Gallardo y Pino).

Tabla 24. Sistema de revisión periódica para el producto Bactofus

BACTOFUS	jul-18	ago-18	sept-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	TOTAL
Demanda pronosticada (lts)			1482	1794	562	307	130	96	236	4607
Orden adelantada	1482	1794	562	307	130	96	236	96	236	
Costo de ordenar	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 150.000
Unidades promedio en bodega		741		897	281	153,5	65	48	118	
Costo de mantener		\$ 7.119		\$ 8.617	\$ 2.699	\$ 1.475	\$ 624	\$ 461	\$ 1.134	
Costo de adquirir	\$ 11.559.600	\$ 13.993.200	\$ 4.383.600	\$ 2.394.600	\$ 1.014.000	\$ 748.800	\$ 1.840.800			\$ 35.934.600
Costo del sistema de pedido	\$ 150.000	\$ 150.000	\$ 157.119	\$ 158.617	\$ 152.699	\$ 151.475	\$ 150.624	\$ 150.461	\$ 151.134	\$ 1.372.129

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 25. Sistema de revisión continua para el producto Bactofus

BACTOFUS	jul-18	ago-18	sept-18	oct-18	nov-18	dic-18	ene-19	feb-19	mar-19	TOTAL
Demanda pronosticada (lts)			1482	1794	562	307	130	96	236	4607
Orden Disponible	4607	4607	3125	1331	769	462	332	236	0	
Costo de ordenar	\$ 150.000									\$ 150.000
Costo de mantener		\$ 132.774								\$ 132.774
Costo de adquirir	\$ 35.934.600									\$ 35.934.600
Costo del sistema de pedido	\$ 150.000	\$ 132.774								\$ 282.774

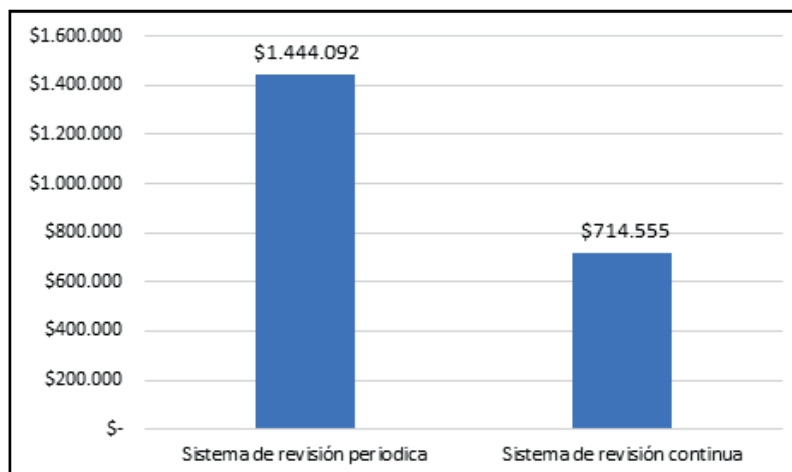
Fuente: Elaboración Propia

sistema de revisión periódica que se compra mes a mes, considerando los dos meses de transporte y disposición de los productos en la bodega, por lo que el desembolso de dinero no es tan alto. No obstante, el objetivo del estudio busca reducir los costos asociados a la mantención de los productos en la bodega y de ordenar los productos al proveedor, entre los dos sistemas planteados y el modelo de cantidad económica de pedido es recomendable para la empresa implementar un sistema de gestión de inventario de revisión continua para los tres productos principales tratados a lo largo del estudio (Gráfico 5).

Para el producto Sprint, no es posible aplicar el modelo económico de pedido, por lo que entre los dos sistemas de control que se plantearon en el estudio, el que presenta menos costos para la empresa sería el sistema de revisión continua, por lo que se recomendaría a la empresa implementar este sistema de gestión de inventario.

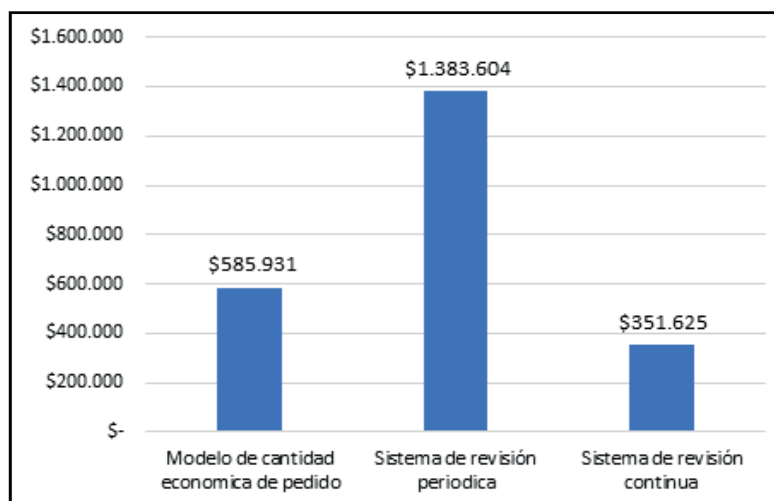
Para el producto Wert, se debe decidir entre qué modelo o sistema de revisión se generan menores costos. En sí, el modelo de cantidad económica de pedido busca reducir los costos de ordenar y mantener los productos en bodega, pese a esto, el sistema que presenta los costos mínimos entre los tres es como se

**Gráfico 5. Gráfico comparativo de los costos de los sistemas de control de inventario para el producto Sprint**



Fuente: Elaboración Propia

**Gráfico 6. Gráfico comparativo de los costos de los sistemas de control de inventario para el producto Wert**



Fuente: Elaboración Propia



puede apreciar en el gráfico 6 el sistema de revisión continua, siendo secundado por el modelo de cantidad económica de pedido.

Por último, para el producto Bactofus se realiza el mismo análisis que para el producto Wert: por lo que, bajo estas mismas condiciones, el sistema de gestión recomendado para la empresa y para este producto es el Sistema de revisión continua.

Cabe destacar que, aun así, el modelo de cantidad económica de pedido presenta la alternativa de ordenar los productos en distintos meses del año, ya sean semestres, trimestres o entre otros, por lo que bajo este modelo no es necesario que la empresa cancele grandes cantidades de dinero por la compra de todo el lote en un solo mes, sino que en las veces que se determinó al realizar el cálculo del EOQ.

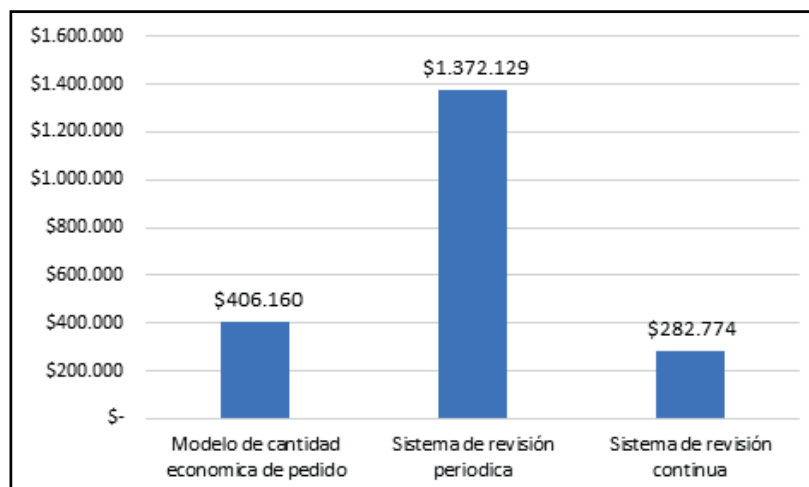
## 5. Conclusiones

El modelo ABC resulto ser de vital importancia en este estudio, ya que del total de productos que comercializa la empresa, al aplicar el modelo estos pudieron ser categorizados en tres categorías: A, B y C. Para la realización de los cálculos a lo largo del estudio, se utilizaron los productos de la categoría A, los cuales son los productos Sprint, Wert y Bactofus. Estos contribuyen con un 74,87% de ganancia a la compañía.

Una vez obtenidos los productos principales,

se procedió a identificar el sistema de inventario ideal, para esto, se escoge el sistema de inventario que presente menores costos en comparación a los demás. Para el producto Sprint, es el modelo de revisión continua, ordenando 1 vez al año con un costo de inventario de \$714.555. El producto Wert debería manejar sus inventarios bajo el modelo de revisión continua, ordenando 1 vez al año con un costo de inventario de \$351.625. A su vez, para el producto Bactofus, el modelo de revisión continua es el que presenta los menores costos en comparación del modelo de revisión periódica y modelo de cantidad económica de pedido, ordenando 1 vez al año con un costo de inventario de \$282.774. La demanda observada para los productos principales en estudio corresponde a una estructura de demandas estacionales, con un peak de ventas para el producto Sprint en el mes de enero, el cual representa un 44,49% de las ventas anuales de este producto, esto se debe a las características que posee el producto las cuales son la de promover y acelerar la maduración en las frutas de hueso. Para el producto Wert, los periodos de mayor demanda son julio y agosto, ya que en estos meses hay mayor presencia de bacterias y hongos en los frutos por lo que este producto presenta una respuesta ante estos problemas, la demanda estacional para este producto representa un 49,09% del total de la demanda para este producto. Por último, para el producto Bactofus, la demanda estacional se da en el periodo primaveral ya que su función es la de ser un defensor de las

**Gráfico 7. Gráfico comparativo de los costos de los sistemas de control de inventario para el producto Bactofus**



Fuente: Elaboración Propia

plantas y cultivos previniendo los hongos y bacterias, teniendo su fuerte en los periodos de septiembre y octubre, el cual representa un 68,66% de las ventas anuales de este periodo.

La planificación agregada se plantea como una opción clara para la utilización de esta por parte de la empresa, en el caso de ser aceptada por el representante de la empresa que es el gerente general, esta planificación agregada está basada en los costos mínimos en la gestión de inventarios y cuenta con los elementos clave, los cuales son los costos de adquirir los productos, las fechas de orden considerando el mes y medio de envío, y medio mes para el envasado y etiquetado de los productos, entre otros.

## 6. Referencias Bibliograficas

Berg, M y Koskella, B. (2018). Nutrient and Dose-Dependent Microbiome-Mediated Protection against a Plant Pathogen. Universidad de Berkeley, California, EE. UU.

Collier, D y Evans, J. (2009). Administración de Operaciones: Bienes, Servicios y Cadenas de Valor (2a. ed.) Editorial Cengage Learning.

Chase, R y Jacobs, R. (2014). Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros (13a. ed.) Editorial McGraw-Hill Education.

Chase, R; Jacobs, R y Aquilano, N. (2009). Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros (12a. ed.) Editorial McGraw-Hill Education.

Gourcy, R. (2015). Efecto de fertilizantes químicos en la calidad de los cultivos agrícolas. Universidad Autónoma de Aguascalientes, México. Recuperado de: <https://www.hortalizas.com/nutricion-vegetal/efecto-de-fertilizantes-quimicos-en-la-calidad-de-los-cultivos-agricolas/>

Grupo SACSA (2015). Conozca los Efectos Ambientales de los Fertilizantes Químicos. Sinaloa, México. Recuperado de: <http://www.gruposacsa.com.mx/conozca-los-efectos-ambientales-de-los-fertilizantes-quimicos/>

Krajewsky, L; Malhotra, M y Ritzman, L. (2008). Administración de Operaciones: Procesos y Cadenas de Valor (8a. ed.) Editorial México Pearson.

Sierra, C. (2017). De lo Antiguo a lo más Moderno: Una Mirada a la Evolución de la Fertilización de los Suelos. El Mercurio: Campo. Recuperado de: <http://www.elmercurio.com/Campo/Noticias/Analisis/2016/12/14/De-lo-antiguo-a-lo-mas-moderno-Una-mirada-a-la-evolucion-de-la-fertilizacion-de-los-suelos.aspx>

Tauger, M. (2011). Agriculture in World History: Themes in World History. (1a. ed.) Editorial: Routledge.