

**ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL**

**Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la  
Producción**

"Diseño de una Política de Gestión de Inventario de ingredientes y  
empaques para una empresa productora de hidrolizado de pescado y  
harina de camarón"

**INFORME DE PROYECTO INTEGRADOR**

Materia Integradora

Previo la obtención del Título de:

**INGENIERO INDUSTRIAL**

Presentado por:

Nestor Joel Torres Pichucho

GUAYAQUIL - ECUADOR

Año: 2017

## **AGRADECIMIENTOS**

A Jehová Dios por la protección, conocimiento y por darnos un día más de vida para cumplir nuestras metas.

A mis padres, en especial a mi mamá por el apoyo incondicional y consejos para alcanzar las metas planteadas.

A mi esposa e hijo que son mi motivación y la fuerza que me impulsa a lograr mis metas.

A los profesores, por sus conocimientos y ayuda brindada, especialmente a la Ing. Laura Retamales y la Ing. Sofía López por la guía para la realización del proyecto.


# DECLARACIÓN EXPRESA

“La responsabilidad del contenido desarrollado en la presente propuesta de la Materia Integradora corresponde exclusivamente al equipo conformado por:

Autor 1: Nestor Joel Torres Pichucho

Tutor 1: María Laura Retamales G.

y el patrimonio intelectual del mismo a la Facultad de Ingeniería Mecánica y Ciencias de la Producción (FIMCP) de la ESCUELA SUPERIOR POLITÉCNICA DEL LITORAL”.



---

Nestor Joel Torres Pichucho  
AUTOR 1



---

Ing. María Laura Retamales G. M.Sc.  
TUTORA DE MATERIA  
INTEGRADORA

## RESUMEN

Los inventarios son una parte fundamental de las compañías. Las metodologías de control permiten ayudar con el correcto almacenaje y el despacho oportuno de los recursos. La empresa de estudio ha presentado exceso y escasez de inventario en la bodega de materia prima en ingredientes y empaques durante el periodo comprendido entre Enero 2016 y Mayo 2017, donde se ha registrado el siguiente nivel de inventario:

- Ingredientes: Aproximadamente un exceso del 74% y escasez del 35%.
- Empaques: Aproximadamente un exceso del 317% y escasez del 10%.

El siguiente trabajo consiste en el diseño de una política de gestión proponiendo un modelo de reposición de inventarios para los ingredientes y empaques tipo A, con la finalidad de reducir el costo de almacenaje y reducir los niveles de inventario.

El método utilizado para clasificar los ingredientes y empaques por su valor y consumo son método de la Ley de Pareto con la clasificación ABC. Se realizaron entrevistas con el personal de la empresa para identificar y definir el problema, análisis del comportamiento del consumo a partir de los datos históricos y la selección de un modelo de inventario que se pueda ajustar al comportamiento del consumo de los ingredientes y empaques, el cual fue probado mediante una simulación.

El modelo de inventario implementado fue el Modelo de Revisión Continua (Modelo Q), con el cual se evidenciaron reducciones en los niveles de inventario y por ende en los costos asociados al manejo de inventario.

**Palabras Clave:** metodología de control, inventario, modelo de reposición de inventario, política de gestión.

## **ABSTRACT**

*Inventories are a fundamental part of companies. The control methodologies allow helping with proper storage and timely delivery of resources. The study company has presented excess and shortage of inventory in the raw material warehouse in ingredients and packings during the period between January 2016 and May 2017, where has registered the following inventory level:*

- *Ingredients: Approximately an excess of 74% and a shortage of 35%.*
- *Packing: Approximately an excess of 317% and a shortage of 10%.*

*The following work consists in the design of a management policy proposing a model of replenishment of inventories for the ingredients and packings type A, in order to reduce the cost of storage and reduce the levels of inventory.*

*The method used to classify the ingredients and packings by their value and consumption are the Pareto Law method with the ABC classification. Interviews were performed with the company's staff to identify and define the problem, analysis of the consumption behavior based on historical datas and the selection of an inventory model which can be adjusted to the consumption behavior of the ingredients and packings which was tested by a simulation.*

*The inventory model implemented was the Model of Continuous Review (Model Q), with which reductions were evidenced in the levels of inventory and thus the costs associated to the inventory management.*

**Keywords:** *control methodology, inventory, inventory replenishment model, management policy.*

# ÍNDICE GENERAL

RESUMEN .....	iv
ABSTRACT .....	v
ABREVIATURAS.....	ix
SIMBOLOGÍA.....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
CAPÍTULO 1.....	1
1. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Objetivos.....	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos Específicos.....	3
1.3. Marco teórico.....	3
1.3.1. Inventarios .....	3
1.3.2. Política de inventario .....	5
1.3.3. Modelos de Inventario .....	6
1.3.4. Herramientas de mejora continua para resolución de problemas y recopilación de información. ....	7
1.3.5. Modelos de reposición de inventario .....	8
1.3.6. Modelos para pronosticar .....	14
CAPÍTULO 2.....	16
2. METODOLOGÍA .....	16
2.1. Medición de la situación actual.....	16
2.1.1. SIPOC .....	17
2.2. Recolección y medición de datos históricos .....	18

2.2.1.	Clasificación ABC de ingredientes y empaques .....	19
2.2.2.	Ingredientes y Empaques tipo A.....	21
2.3.	Análisis de Ingredientes y Empaques Tipo A .....	22
2.3.1.	Características y demanda de los ingredientes y empaques .....	22
2.3.2.	Comportamiento de la distribución del consumo .....	22
2.3.3.	Clase de demanda de Ingredientes y Empaques .....	26
2.3.4.	Rotación de Ingredientes y Empaques .....	27
2.4.	Evaluación del pronóstico.....	28
2.5.	Comparación entre Modelos de Reposición de Inventario: Modelo Q y Modelo P.....	29
2.6.	Justificación del modelo a implementar.....	30
2.7.	Modelo empleado.....	30
2.7.1.	Evaluación del Modelo Q – Modelo de Revisión Continua .....	31
CAPÍTULO 3.....		33
3.	RESULTADOS.....	33
3.1.	Simulación de la política.....	33
3.2.	Evaluación de resultados de la política de inventario del Modelo Q .....	33
3.3.	Comparación entre situación actual y situación con la política de inventario implementado.....	34
CAPÍTULO 4.....		37
4.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	37
4.1.	Conclusiones.....	37
4.2.	Recomendaciones.....	37
BIBLIOGRAFÍA .....		38
APÉNDICE A.....		39
APÉNDICE B .....		40
APÉNDICE C .....		42

<b>APÉNDICE D</b> .....	<b>43</b>
<b>APÉNDICE E</b> .....	<b>48</b>
<b>APÉNDICE F</b> .....	<b>54</b>
<b>APÉNDICE G</b> .....	<b>60</b>



## **ABREVIATURAS**

ESPOL	Escuela Superior Politécnica del Litoral
EOQ	Economic Order Quantity (Cantidad Económica de pedido)
CT	Costo Total
CP	Costo del producto
CO	Costo de ordenar
CI	Costo de mantener en inventario
PRO	Punto de reorden
CV	Coefficiente de variación

## SIMBOLOGÍA

C	Costo unitario
D	Demanda anual
$q^*$	Cantidad de pedido
A	Costo de pedir
I	Costo anual de mantener en inventario
$\mu$	Demanda promedio
Lt	Tiempo de entrega
$M^*$	Demanda promedio en el tiempo T + LT
m	Demanda promedio en el tiempo T + LT
$T^*$	Intervalo de revisión
$\sigma$	Desviación estándar
d	Demanda promedio
SS	Stock de seguridad
z	Factor de seguridad
$s(T+Lt)$	$\sigma$ de la demanda en el tiempo T + Lt
m	Media del consumo durante LT
$s(lt)$	$\sigma$ durante el Lt

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. 1. Consumo vs Nivel de inventario .....	2
Figura 1. 2. Características para seleccionar Modelos de Inventario.....	6
Figura 1. 3. Diagrama de Pareto .....	7
Figura 1. 4. Diagrama de pescado .....	8
Figura 1. 5. Modelo de Inventario EOQ .....	10
Figura 1. 6. Modelo de Inventario P.....	11
Figura 1. 7. Modelo de Inventario Q .....	13
Figura 2. 1. Diagrama SIPOC.....	17
Figura 2. 2. Data Histórica “R-PROD-###-00-(Industrial data base)” .....	18
Figura 2. 3. Consumo total de todos de ingredientes (kg) .....	18
Figura 2. 4. Consumo total de todos los Empaques (unid) .....	19
Figura 2. 5. Consumo total de Ingredientes (\$) .....	19
Figura 2. 6. Consumo total de Empaques (\$) .....	20
Figura 2. 7. Clasificación ABC de Ingredientes.....	20
Figura 2. 8. Clasificación ABC de Empaques .....	21
Figura 2. 9. Normalidad del Ingrediente B005 .....	23
Figura 2. 10. Normalidad del Ingrediente B050 .....	23
Figura 2. 11. Normalidad del Ingrediente B021 .....	24
Figura 2. 12. Normalidad del Ingrediente B024 .....	24
Figura 2. 13. Normalidad del Empaque BIB CARTÓN/ BIB CUERPO/ BIB TAPAS (x2) .....	25
Figura 2. 14. Normalidad del Empaque SAC20 .....	25
Figura 2. 15. Comparación entre el Modelo Q y Modelo P (kg) .....	29
Figura 3. 1. Comparación de nivel de inventario de Situación real vs Situación Modelo Q (kg & unid).....	35
Figura 3. 2. Comparación del valor de nivel de inventario de Situación real vs Situación Modelo Q (\$).....	36

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2. 1. DMAIC.....	16
Tabla 2. 2. Diagrama SIPOC.....	17
Tabla 2. 3. Ingredientes y Empaques tipo A .....	21
Tabla 2. 4. Valor p de los Ingredientes y Empaques .....	26
Tabla 2. 5. Coeficiente de Variación de Ingredientes y Empaques.....	27
Tabla 2. 6. Relación entre tipo de producto y políticas .....	27
Tabla 2. 7. Rotación de Ingredientes y Empaques .....	28
Tabla 2. 8. Cálculo del pronóstico, MAD y TS .....	29
Tabla 2. 9. Comparación entre Modelo Q y Modelo P .....	30
Tabla 2. 10. Cantidad Económica de Pedido B005 .....	31
Tabla 2. 11. Stock de seguridad y Punto de reorden de B005.....	31
Tabla 2. 12. Cálculo del costo de ingrediente B005.....	32
Tabla 3. 1. $q^*$ y PRO de Ingredientes y Empaques .....	33
Tabla 3. 2. Comparación entre situación real y aplicación del Modelo Q en el 2016 ....	34
Tabla 3. 3. Comparación entre situación real y política propuesta.....	35

# CAPÍTULO 1

## 1. INTRODUCCIÓN

El siguiente trabajo ha sido realizado en la bodega de una empresa que tiene como actividades principales la elaboración de productos como hidrolizado de pescado y harina de camarón, los cuales utiliza como materia prima para elaborar productos para el consumo de animales.

El proyecto ha sido llevado a cabo debido a la necesidad de implementar un modelo de inventario para los ingredientes y empaques con el fin de optimizar el proceso de adquisición de inventario. Esta propuesta está conformada por 4 capítulos los cuales se detallan a continuación.

En el capítulo 1 se detalla la definición del problema, alcance, la medición de las variables de respuesta, el objetivo general, los objetivos específicos, el marco teórico de las herramientas utilizadas para poder resolver los problemas encontrados. Se realizó la segmentación del inventario utilizando la clasificación ABC para poder determinar los productos de mayor impacto para la compañía y establecer un correcto modelo de política de inventario.

En el capítulo 2 se realizó un análisis de las alternativas de reposición de inventario para poder dar una correcta solución, analizando, describiendo y evaluando cada una de ellas. Los resultados permitieron establecer un modelo de inventario según las condiciones actuales de la empresa.

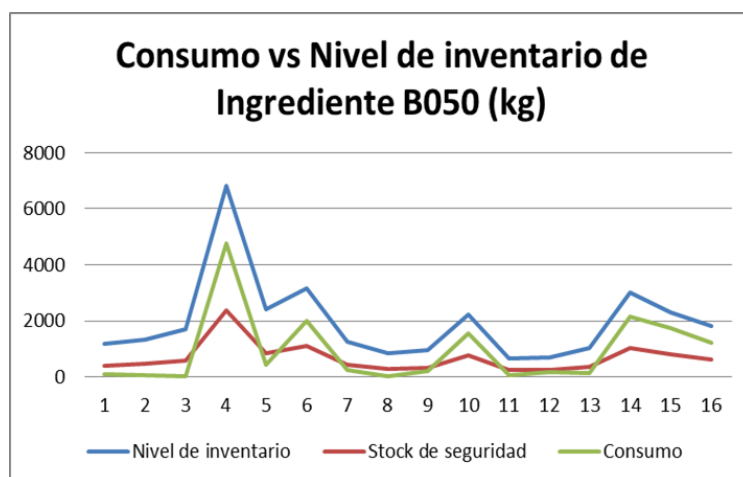
En el capítulo 3 se detalla la simulación del modelo de inventario propuesto con la finalidad de apreciar los resultados a futuro y tener mayor control en la adquisición de los productos. Se presentan los beneficios de implementar el modelo de inventario y los resultados cumpliendo con los objetivos de la empresa.

El capítulo 4 presenta las conclusiones de la implementación del modelo propuesto y recomendaciones pertinentes para la empresa.

## 1.1. Descripción del problema

La empresa objeto de este estudio empieza sus operaciones en el 2008 y desde sus inicios hasta hoy, ha presentado deficiencias en la gestión de la bodega. Se ha evidenciado exceso y al mismo tiempo escasez de inventario de materia prima en ingredientes y empaques. Esto ocurre porque la empresa ha establecido el 35% del nivel de inventario de su última reposición como su stock de seguridad y al momento de adquirir la materia prima suelen comprar en exceso ciertos productos y otros en cantidades mínimas sin considerar algún modelo que les permita definir cantidades adecuadas para pedir. Por tanto, se infiere que no se ha determinado un sistema de adquisición de acuerdo a sus necesidades. Se analizó el nivel de inventario durante el periodo comprendido entre enero 2016 a mayo 2017 y los resultados fueron los siguientes:

- Ingredientes: Aproximadamente un exceso del 74% y escasez del 35%.
  - En promedio el exceso de inventario de los ingredientes es de 14155 kg.
  - En promedio la escasez de inventario de los ingredientes es de 6726 kg.
- Empaques: Aproximadamente un exceso del 317% y escasez del 10%.
  - En promedio el exceso de inventario de los empaques es de aproximadamente 5552 unid.
  - En promedio la escasez de inventario de los empaques es de aproximadamente 162 unid.



**Figura 1. 1. Consumo vs Nivel de inventario**

Elaboración Propia

En la Figura 1.1 se observa el nivel de inventario existente en la bodega de materia prima: nivel de inventario (línea azul), stock de seguridad (línea roja) y consumo (línea verde).

Para la empresa se presenta escasez una vez que el consumo se encuentra en un menor nivel que el stock de seguridad (línea roja) la cual equivale al 35% del nivel de inventario, ya que en ese momento ésta es consumida.

#### **Variables de respuesta:**

- Ingreso mensual de ingredientes y empaques.
- Stock mínimo de inventario.

## **1.2. Objetivos**

### **1.2.1. Objetivo general**

Establecer un modelo de inventario para los ingredientes y empaques tipo A, que permita controlar los niveles de inventario y reducir un 20% los costos asociados a su mantenimiento.

### **1.2.2. Objetivos Específicos**

- Determinar la situación actual del proceso de abastecimiento y almacenamiento de ingredientes y empaques.
- Identificar el comportamiento de la demanda de los ingredientes y empaques.
- Analizar la demanda y las características de los ingredientes y empaques para identificar mejoras.
- Verificar mediante una simulación la validez del modelo de inventario a implementar en la política.

## **1.3. Marco teórico**

### **1.3.1. Inventarios**

Los inventarios son acumulaciones de trabajo que están siendo procesados, provisiones, componentes, materias primas, productos terminados los cuales durante el canal de producción aparecen en diferentes puntos (Ballou, 2004).

Por lo general los inventarios se los puede encontrar con frecuencia en lugares como almacenes, equipos de transporte, patios y estantes, A una empresa le puede costar entre 20 y 40% de su valor por tenerlos almacenados. Se debe administrar cuidadosamente los inventarios para que estos tengan un buen sentido económico (Ballou, 2004).

Las razones para mantener inventarios por lo general están relacionadas con dar un buen servicio al cliente ya que suministran disponibilidad de servicio o del producto no solo con el fin de mantener las ventas, sino que también aumentarlas y satisfacer las necesidades y expectativas de los clientes. La demanda de los productos por lo general irregulares, cambian ya sea por temporadas o al largo y corto plazo. Mantener cierto nivel de inventario es muy necesario para evitar perder ventas y quedarse desabastecido (Ballou, 2004).

### **Tipos de inventario**

De acuerdo a sus características físicas los inventarios pueden ser: Inventario estacional, inventario promedio, inventario estacional, inventario obsoleto, inventario de seguridad e inventario de ciclo.

- **Inventario estacional:** Es aquel que se acumula contrarrestando la variabilidad estacional predecible de la demanda (Chopra, 2013).
- **Inventario promedio:** Mide las veces que el inventario rota en un año. Se lo determina como la razón de inventario promedio al costo de los artículos vendidos (Chopra, 2013).
- **Inventario estacional:** Es aquel que mide la diferencia entre las ventas y el flujo de entrada de producto, se compran para atender los repentinos incrementos de la demanda (Chopra, 2013).
- **Inventario obsoleto:** Mide la fracción de inventario sobrepasado de la fecha de obsolescencia (Chopra, 2013).
- **Inventario de seguridad:** Es la cantidad de inventario utilizada en el momento de existir variación en la demanda y/o tiempos de entrega (Ballou, 2004).



- **Inventario de ciclo:** Ocurre cuando se desea reducir los costos, entonces la cantidad comprada es mayor que las necesidades de la compañía (Radford, 1997).

### **1.3.2. Política de inventario**

Es el conjunto de reglas o normas que permiten contestar las siguientes preguntas: ¿Cuánto pedir? y ¿Cuándo pedir? con la finalidad de tener niveles óptimos de inventario para poder cubrir los pedidos reduciendo costos (Ballou, 2004).

La política de inventarios determina las existencias más convenientes para las empresas económicamente hablando. Los siguientes factores deben ser tomados en consideración (Granda, 2013):

- Las necesidades de ventas deben ser satisfechas con las cantidades necesarias de inventario.
- Los costos generados por mantener el inventario.
- Contar con el inventario suficiente para evitar la escasez.
- La duración de los productos.
- Los riesgos del inventario como reducción de precios, pérdida por obsolescencia, robos y accidentes
- La capacidad de la bodega de almacenamiento.

### 1.3.3. Modelos de Inventario

En la Figura 1.2 se mencionan algunos modelos para control de inventarios con demanda estocástica:



Figura 1. 2. Características para seleccionar Modelos de Inventario

Elaboración propia

**Tipos de costos:** Se debe conocer los costos para poder determinar una política de reposición de inventario.

- **Costo de ordenar:** Son los costos que se encuentran asociados al momento de realizar un pedido, en este costo están involucradas las actividades de revisión del nivel del inventario, recepción, perchado y pedido de los materiales. Este costo se lo determina considerando los departamentos involucrados como bodega, producción, mercadeo, compras, etc (Ballou, 2004).
- **Costo de almacenar:** Son los costos que tiene la empresa por mantener ese inventario durante un periodo de tiempo, así como, seguros contra incendios o robo, salario de los trabajadores que manipulan el inventario y servicios básicos del lugar del almacenamiento. Este costo en muchos casos es conocido como el costo de oportunidad (Ballou, 2004).
- **Costo de inexistencias:** Sucede cuando un pedido no se puede proveer debido a que no existe en inventario (Ballou, 2004).
- **Costo de compra:** Es aquel que se tiene al momento de realizar una compra que se lo determina multiplicando el precio del artículo por la cantidad comprada (Ballou, 2004).

### 1.3.4. Herramientas de mejora continua para resolución de problemas y recopilación de información.

#### Clasificación ABC

Es posible definir el tipo de producto, con la técnica hecha por V. Pareto. Para poder realizar el análisis Pareto, los artículos de interés se deben medir con una misma escala para después, ser ordenados en forma descendente y proceder a hacer una distribución acumulativa como se muestra en la Figura 1.3.

En el análisis Pareto, el 20% de los artículos representan el 80% o más de la actividad total que por lo general es conocida como la regla 80 – 20, ayuda a identificar en que artículos están concentrados los mayoría de los costos, también pueden ser aquellos que presentan mayor rotación o consumo y se puede conocer cuales ocupan mayor volumen o espacio de almacenamiento.

Los productos A son aquellos en los que se encuentra la mayor inversión y son los más importantes. Los productos B están conformados por los artículos que siguen después de los A y que son moderadamente importantes. Los productos C son la mayoría en los que se necesita poca inversión y son los menos importantes (Niebel, 2009).

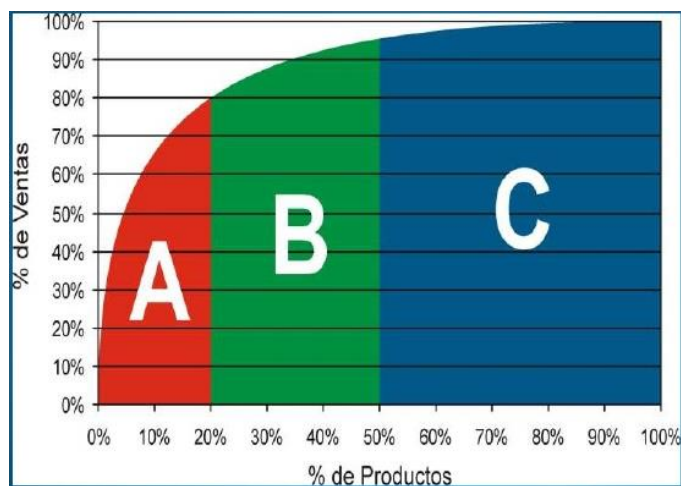


Figura 1. 3. Diagrama de Pareto

## Diagrama de pescado o Diagrama causa – efecto

A principios de los años cincuenta este modelo fue desarrollado por Ishikawa. Consiste en definir un problema o evento no deseable, conocido como el efecto que es la cabeza de pescado, para poder determinar las causas se deben identificar los factores que causan este efecto como se muestra en la Figura 1.4.

Las principales causas se suelen dividir en 5 o 6 categorías que son: materiales, métodos, administrativas, maquina, medio ambiente y mano de obra. Por medio de este proceso es posible que también tienda a identificar soluciones (Niebel, 2009).



Figura 1. 4. Diagrama de pescado

## Diagrama SIPOC

El diagrama SIPOC involucra al proveedor (supplier), entradas (inputs), proceso (process), salidas (outputs), cliente (customer), esta muestra la situación actual del proceso ayudando a identificar los requerimientos de servicios o productos que tengan los proveedores hacia los clientes (Lean, 2011).

### 1.3.5. Modelos de reposición de inventario

Los modelos de inventario son aquellos que ayudan a determinar cuándo y cuánto renovar el inventario. Existen varios modelos de reposición de inventario entre los cuales están:

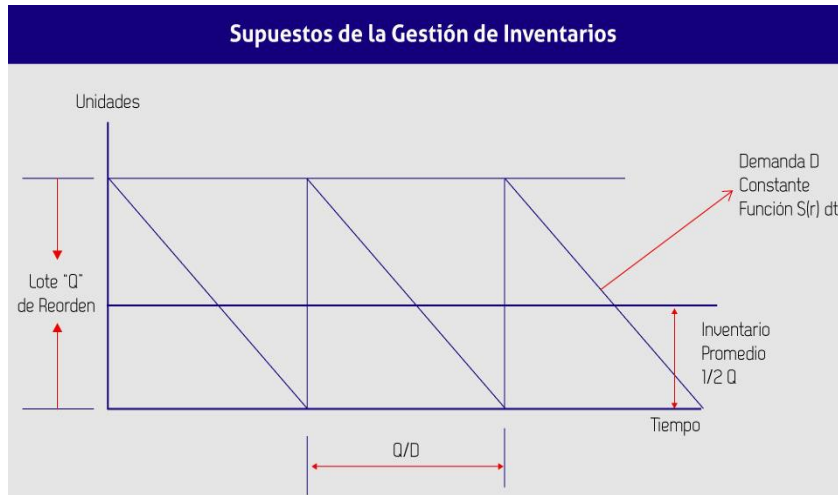
- Cantidad económica de pedido (EOQ): utilizado cuando se tiene una demanda conocida y constante.
- Modelo Q y Modelo P: son utilizados cuando se tiene una demanda aleatoria pero que a su vez se comportan como una distribución normal (Ballou, 2004).

### **Cantidad Económica de Pedido**

Conocido como EOQ (Economic Order Quantity), fue un modelo creado por F. Harris, el cual es usado para resolver problemas de renovación de inventarios. Para aplicar el modelo EOQ se deben tomar en cuenta las siguientes restricciones:

- No se presenta ningún tipo de agotamiento en las existencias y a la vez no debe existir incertidumbre en la oferta, la demanda y el tiempo de entrega.
- La demanda y tiempo de entrega de los artículos debe ser conocida y constante.
- Se toman en cuenta dos tipos de costos que son el costo de colocar una orden y el costo de mantener en inventario (Radford, 1997).

En el momento que se cumplen estas restricciones se puede usar el modelo EOQ para saber cuándo se debe comprar y en qué cantidades, reduciendo los costos de mantener en inventario y los costos de poner una orden. En este caso se puede decir que la necesidad de tener un stock de seguridad es nulo, ya que, el inventario promedio viene a ser la mitad de la cantidad pedida  $q/2$  mostrado en la Figura 1.5 (Ballou, 2004).



**Figura 1. 5. Modelo de Inventario EOQ**

Para poder determinar hallar el EOQ, inicialmente se debe conocer el Costo Total (CT)

$$CT=CP+CO+CPI$$

(1.1)

- CT Costo total
- CP Costo del producto
- CO Costo de ordenar
- CI Costo de mantener en inventario

La fórmula del costo total también se la puede expresar como:

$$CT=C*D+\frac{D}{q}*A+I*C*\frac{q}{2}$$

(1.2)

- C Costo unitario
- D Demanda anual
- q\* Cantidad pedida
- A Costo de pedir
- I Costo anual de mantener en inventario

Se derivada del costo total y se tiene:

$$q^* = \sqrt{\frac{2 \cdot D \cdot A}{I \cdot C}} \quad (1.3)$$

Al tener el valor de  $q^*$  se reducen los costos por ordenar y de mantener en inventario. El mejor momento para realizar un pedido es cuando la cantidad e inventario sea igual al punto de reorden (PRO) (Ballou, 2004).

$$PRO = \mu \cdot Lt \quad (1.4)$$

PRO            Punto de reorden  
 $\mu$              Demanda promedio  
 Lt              Tiempo de entrega

### Modelo P (Modelo de Revisión Periódica)

Este modelo consiste en realizar una inspección periódica de los inventarios. Se deben tomar en cuenta las restricciones del modelo EOQ excepto la de la demanda ya que en este caso no debe ser constante. Se debe hacer una revisión de inventarios en intervalos fijos de tiempo T que es el tiempo de revisión y se ponen pedidos siendo estos la diferencia entre M (máximo) y q (cantidad de inventario en el momento de la revisión) (Ballou, 2004).

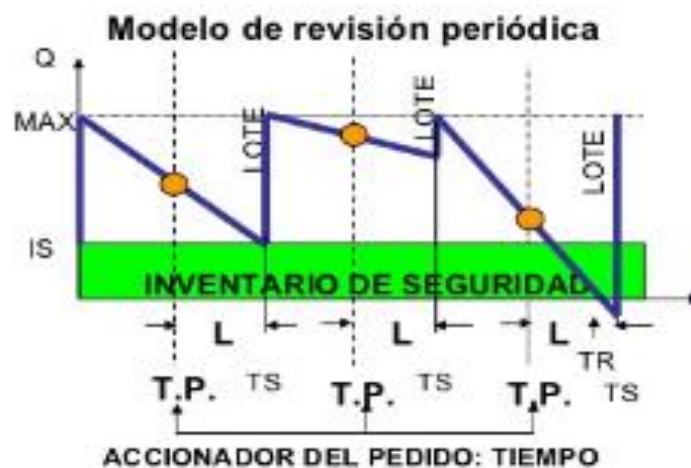


Figura 1. 6. Modelo de Inventario P

En la Figura 1.6 se tiene un nivel máximo (M), el cual es el encargado de cubrir la demanda promedio durante un intervalo de revisión (T), abastecimiento (LT) y variaciones del stock de seguridad (Ballou, 2004).

$$M^* = (T^* + TE) + z^*s(T+Lt) \quad (1.5)$$

M\* Nivel máximo  
 m Demanda promedio en el tiempo T + LT

$$T^* = \frac{\text{Cantidad de pedido}}{\text{demanda promedio}} = \frac{q^*}{d} \quad (1.6)$$

T\* Intervalo de revisión  
 d Demanda promedio  
 SS Stock de seguridad  
 z Factor de seguridad  
 s(T+Lt)  $\sigma$  de la demanda en el tiempo T + Lt

### Modelo Q (Modelo de Revisión Continua)

Este modelo consiste en realizar una inspección continua de los inventarios. Se deben tomar en cuenta las restricciones del modelo EOQ excepto la de la demanda ya que en este caso no debe ser constante ni conocida, por lo tanto se puede decir que es aleatoria y que se comporta como una normal con media y desviación estándar ( $\mu$ ,  $\sigma$ ) conocidas.

Para aplicar este modelo, la distribución de la demanda durante el tiempo de entrega debe ser conocida, ya que, existe una probabilidad de inexistencia de stock (Ballou, 2004).



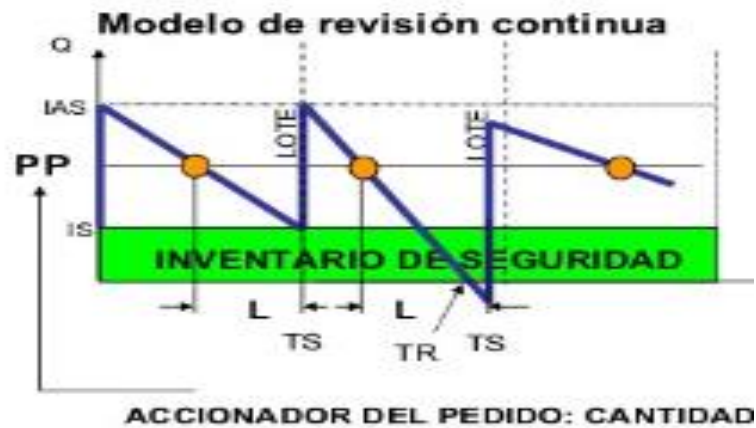


Figura 1. 7. Modelo de Inventario Q

En la Figura 1.7 se tiene el punto de reorden que se utiliza para protegerse de las variaciones de la demanda teniendo la siguiente fórmula:

$$PRO = m * Lt + SS = m * Lt + z * s(lt)$$

(1.7)

- m      Media del consumo del pronóstico LT
- SS      Stock de seguridad
- Lt      Tiempo de entrega
- z      Factor de seguridad
- s(lt)     $\sigma$  del error durante el Lt

### Punto de reorden

Es la cantidad al que el nivel de inventario se puede reducir antes que se coloque una orden de reabastecimiento (Ballou, 2004).

### Productos de rápido y lento movimiento

Se debe determinar la rotación que tienen los productos y ver si son de rápido o lento movimiento dependiendo de su consumo medio durante el tiempo de reposición y se lo establece de la siguiente manera (Ballou, 2004):

- El producto tiene rápido movimiento  $\geq 10$
- El producto tiene lento movimiento  $< 10$

## Clase de demanda

La demanda se clasifica en 2 grupos que son deterministas y probabilísticos. Se dice que la demanda es aproximadamente constante cuando el coeficiente de variación (CV) es < a 0,25 y cambiante con el tiempo cuando el coeficiente de variación (CV) es >= a 0,25 (Peterson, 1998).

$$CV = \frac{\text{Desviación estándar}}{\text{Demanda promedio}}$$

(1,8)

### 1.3.6. Modelos para pronosticar

Son utilizados para poder predecir el comportamiento de la demanda y estos se clasifican en: modelos cuantitativos y modelos cualitativos.

- **Modelos cuantitativos:** Este tipo de modelos se basan en la información histórica los cuales pueden ser: suavización exponencial, media móvil, regresión lineal múltiple, series de tiempo y media ponderada.
- **Modelos cualitativos:** Este tipo de modelos se encargan de ver el comportamiento, la experiencia que tienen las personas y la capacidad de predicción de la demanda.

### Evaluación de los pronósticos

Estos modelos de evaluación de pronósticos ayudan a determinar el error de las medidas cuantitativas y de esta manera poder seleccionar el mejor modelo de demanda que sea lo más real posible. Las medidas más conocidas para evaluar estos modelos de pronósticos son: MAD, MAPE, MSE, TS (Ballou, 2004).

- **MAD (Mean Absolute Deviation):** Se lo usa para ver el error del pronóstico para el tamaño del error.

$$MAD = \frac{\sum_{t=1}^n |F_t - D_t|}{n}$$

(1.9)

- **MAPE (Mean Absolute Percent Error):** Son los errores porcentuales pero en valor absoluto y varia de periodo en periodo.

$$MAPE = \frac{\sum_{t=1}^n |F_t - D_t| / D_t}{n} * 100$$

(1.10)

- **MSE (Mean Squared Error):** Es cuando el costo de los errores superan las ganancias de un pronóstico preciso.

$$MSE = \frac{\sum_{t=1}^n (F_t - D_t)^2}{n}$$

(1.11)

- **TS (Tracking Signal):** Se usa cuando se presentan cambios repentinos en su patrón de demanda alejándose de su comportamiento común.

$$TS = \frac{\sum_{t=1}^n (A_t - F_t)}{\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n |A_t - F_t|}$$

(1.12)

# CAPÍTULO 2

## 2. METODOLOGÍA

En la Tabla 2.1 se aplicó la metodología DMAIC, compuesta por 5 pasos estructurados de aplicaciones generales: Definir, Medir, Analizar, Implementar y Controlar llamada DMAIC (Lean, 2011).

Tabla 2.1. DMAIC

Metodología DMAIC	
DMAIC	Actividades
Definir	Hacer entrevistas. Realizar diagrama SIPOC.
Medir	Segmentar productos en ingredientes y empaques Recolectar datos históricos. Realizar clasificación ABC en función de la demanda.
Analizar	Examinar las características de los productos. Determinar el comportamiento de la distribución del consumo. Analizar el comportamiento de la distribución del consumo. Identificar la rotación de los productos A. Analizar la clase de demanda de los productos A. Analizar modelos de inventario. Seleccionar el mejor modelo de inventario.
Implementar	Efectuar evaluación de Modelo Q. Determinar ROP.
Controlar	Revisar nivel de inventario continuamente. Controlar ROP.

Elaboración propia

### 2.1. Medición de la situación actual

En este primer paso se levanta la información y la situación actual de los procesos: de compra, aprobación, registro de ingreso, recepción y consumo de los ingredientes y empaques tipo A, que ingresan a la bodega de materia prima. Se analiza el comportamiento de la demanda de los ingredientes y empaques, para analizar y definir la tendencia de la demanda.

### 2.1.1. SIPOC

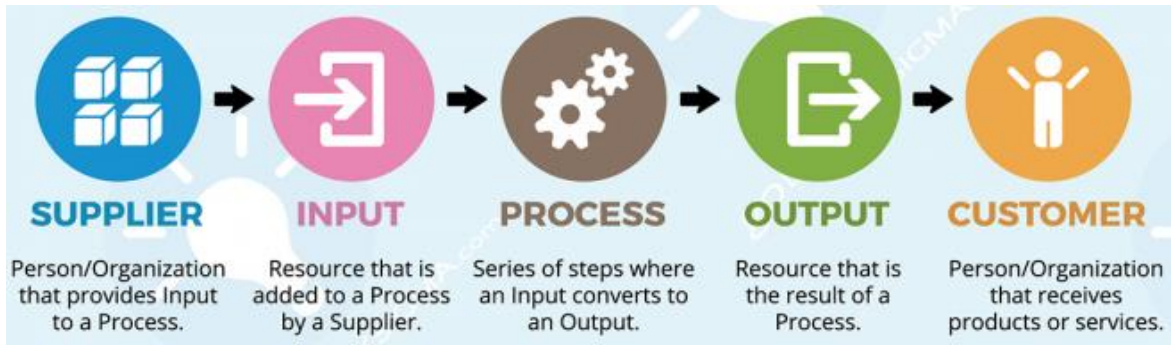


Figura 2. 1. Diagrama SIPOC

En la Figura 2.1 se hace uso del diagrama SIPOC para identificar el proceso de reabastecimiento de forma sencilla, y ver las partes involucradas en las actividades con sus respectivos subprocesos.

En la Tabla 2.2 se realiza el levantamiento del proceso para entender el comportamiento con respecto a la compra, aprobación, registro de ingreso, recepción y consumo de los ingredientes y empaques tipo A.

Tabla 2.2. Diagrama SIPOC

Proveedores	Entradas	Proceso	Salidas	Clientes
Productores de químicos	Ingredientes	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px;"> <p style="text-align: center;">Receptar solicitud de compra</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Cotizar</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Generar orden de compra</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Receptar pedidos</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Verificar el stock</p> <p style="text-align: center;">↓</p> <p style="text-align: center;">Ingresar inventario en sistema</p> </div>	Tiempo de atención de pedido	Áreas solicitantes
Empresas de empaques	Material de Empaque		Pedido despachado	Bodega de MP
Departamento de producción	Materia Prima Necesidad de Área solicitante		Control de stock	Departamento de producción
Departamento técnico	Orden de pedido		Facturas	Departamento técnico
Logística			Ingredientes y empaques	Logística

Elaboración propia

## 2.2. Recolección y medición de datos históricos

Para la recolección de los datos se utiliza la data histórica de inventarios provista por la empresa mostrada en la Figura 2.2, con estos datos se pudo evidenciar el nivel de inventario existente y la demanda actual. Una vez analizados los datos durante el periodo comprendido entre enero 2016 a mayo 2017, se procedió a realizar la clasificación ABC para determinar los ingredientes y empaques más importantes en base al valor del inventario.

PERIODO	FECHA	PROD TERMINADO	N Lote PT	ART. CONSUMIDO	CTD INCORPORADA	DESECHOS/ PERDIDAS	H2O hydro	H2O PT	PH DESPUES ACIDO	% Receta real	CODREC	% Receta teorico	VERIF REC	N SEMANA	TOT CTD INTRODUCIDO	CTD PROD	%ING/PPROD
1	02/01/2017	1880243	17002	A113	26444.0					0.00%	1880243A113			2	26444	4325	6.1422
1	03/01/2017	1880379	17003	1880238 C	3950					0.00%	18803791880238 C			2	8700	8602	0.459196
1	03/01/2017	1880379	17003	B152	3950					0.00%	1880379B152			2	8700	8602	0.459196
1	03/01/2017	1880379	17003	B236	520					0.00%	1880379B236			2	8700	8602	0.009451
1	03/01/2017	1880379	17003	B005	280					0.00%	1880379B005			2	8700	8602	0.003551
1	04/01/2017	1880238	17004A	A104	12615	19.7	72.84	3.47		94.96%	1880238A104	#N/A	#N/A	2	14316.7	14422	0.88573
1	04/01/2017	1880238	17004A	A179	880					5.04%	1880238A179	#N/A	#N/A	2	14316.7	14422	0.04715
1	04/01/2017	1880238	17004A	B163	2.6					0.02%	1880238B163	#N/A	#N/A	2	14316.7	14422	0.00018
1	04/01/2017	1880238	17004A	B001	5.2					0.04%	1880238B001	0.04%	0.00%	2	14316.7	14422	0.000361
1	04/01/2017	1880238	17004A	B002	7.7					0.06%	1880238B002	0.06%	0.00%	2	14316.7	14422	0.000534
1	04/01/2017	1880238	17004A	B037	5.2					0.04%	1880238B037	0.04%	0.00%	2	14316.7	14422	0.000361
1	04/01/2017	1880238	17004A	B050	41					0.30%	1880238B050	0.29%	-0.01%	2	14316.7	14422	0.002843
1	04/01/2017	1880238	17004A	B021	43.6					0.32%	1880238B021	0.31%	-0.01%	2	14316.7	14422	0.003023
1	04/01/2017	1880238	17004A	B130	6.4					0.05%	1880238B130	#N/A	#N/A	2	14316.7	14422	0.000444
1	04/01/2017	1880238	17004A	B005	710					5.26%	1880238B005	#N/A	#N/A	2	14316.7	14422	0.04323
1	04/01/2017	1880238	17004B	A104	12009	174.4	71.06	3.44		94.93%	1880238A104	#N/A	#N/A	2	13526.4	13453	0.892663
1	04/01/2017	1880238	17004B	A179	633					5.01%	1880238A179	#N/A	#N/A	2	13526.4	13453	0.047053
1	04/01/2017	1880238	17004B	B163	2.4					0.02%	1880238B163	#N/A	#N/A	2	13526.4	13453	0.000178
1	04/01/2017	1880238	17004B	B001	4.8					0.04%	1880238B001	0.04%	0.00%	2	13526.4	13453	0.000357
1	04/01/2017	1880238	17004B	B002	7.2					0.06%	1880238B002	0.06%	0.00%	2	13526.4	13453	0.000535
1	04/01/2017	1880238	17004B	B037	4.8					0.04%	1880238B037	0.04%	0.00%	2	13526.4	13453	0.000357
1	04/01/2017	1880238	17004B	B050	36.4					0.30%	1880238B050	0.29%	-0.01%	2	13526.4	13453	0.002694
1	04/01/2017	1880238	17004B	B021	40.8					0.32%	1880238B021	0.31%	-0.01%	2	13526.4	13453	0.003033
1	04/01/2017	1880238	17004B	B130	6					0.05%	1880238B130	#N/A	#N/A	2	13526.4	13453	0.000446
1	04/01/2017	1880238	17004B	B005	780					6.17%	1880238B005	#N/A	#N/A	2	13526.4	13453	0.05798
1	04/01/2017	1880243	17004	A113	26944.5					0.00%	1880243A113			2	26944.5	4250	6.339882
1	04/01/2017	1880238	18234A	1880238 C	1950.0					0.00%	18802381880238 C	#N/A	#N/A	2	1900	1960	1
1	05/01/2017	1880243	17005	A113	28190.5					0.00%	1880243A113			2	28190.5	4375	5.845332
1	05/01/2017	1880238	17005A	A104	12782	11.6	72.96	3.37		94.95%	1880238A104	#N/A	#N/A	2	14315.6	14452	0.884445
1	05/01/2017	1880238	17005A	A179	880					5.05%	1880238A179	#N/A	#N/A	2	14315.6	14452	0.047052
1	05/01/2017	1880238	17005A	B163	2.6					0.02%	1880238B163	#N/A	#N/A	2	14315.6	14452	0.00018
1	05/01/2017	1880238	17005A	B001	5.2					0.04%	1880238B001	0.04%	0.00%	2	14315.6	14452	0.00036
1	05/01/2017	1880238	17005A	B002	7.7					0.06%	1880238B002	0.06%	0.00%	2	14315.6	14452	0.000533
1	05/01/2017	1880238	17005A	B037	5.2					0.04%	1880238B037	0.04%	0.00%	2	14315.6	14452	0.00036

Figura 2. 2. Data Histórica

Fuente: Empresa

El análisis de la demanda fue realizado para 12 ingredientes y 4 empaques.

La lista de los ingredientes y empaques se encuentra en el APÉNDICE A.

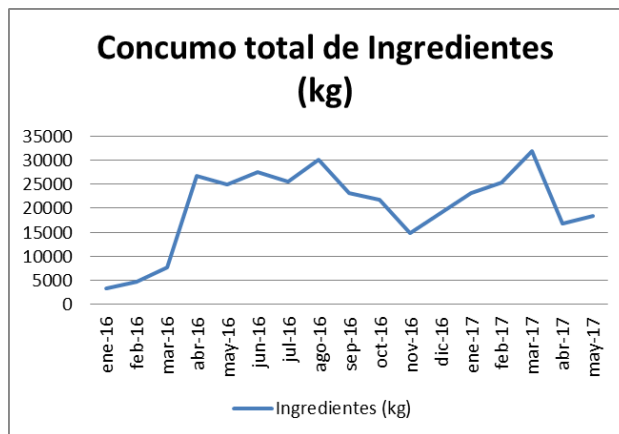
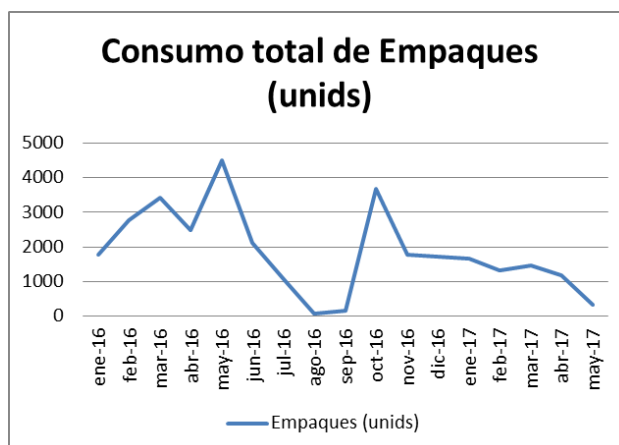


Figura 2. 3. Consumo total de todos de ingredientes (kg)

Elaboración propia



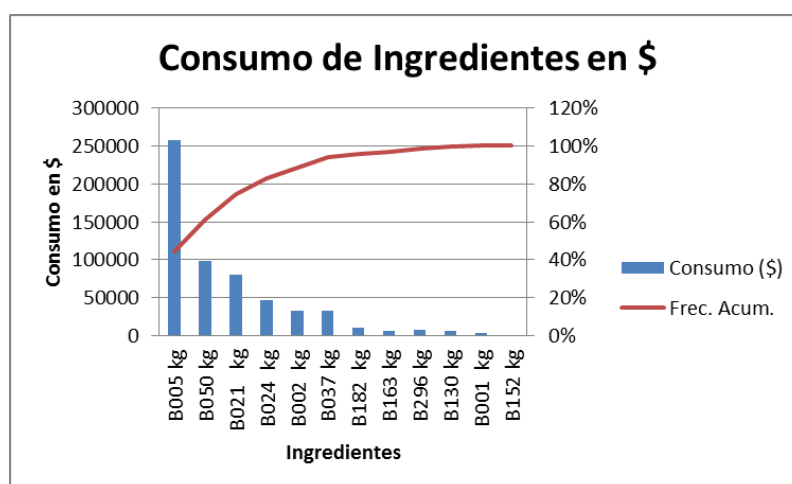
**Figura 2. 4. Consumo total de todos los Empaques (unidad)**

Elaboración propia

En las Figuras 2.3 y 2.4 se ve el comportamiento del consumo de los ingredientes y empaques durante el periodo entre enero 2016 a mayo 2017.

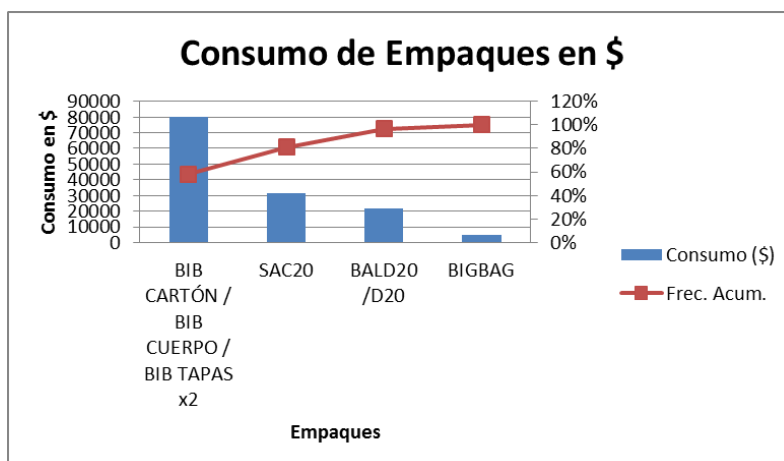
### 2.2.1. Clasificación ABC de ingredientes y empaques

En las Figuras 2.5 y 2.6 se procedió a graficar el consumo en función del valor del inventario de los ingredientes y empaques con sus gráficos de Pareto respectivamente para seleccionar los de mayor importancia de acuerdo a su demanda y realizar la política de gestión de estos productos. Se realizó el diagrama de Pareto como se aprecia a continuación aplicando la regla 80 – 20 priorizando los más relevantes.



**Figura 2. 5. Consumo total de Ingredientes (\$)**

Elaboración propia



**Figura 2. 6. Consumo total de Empaques (\$)**

Elaboración propia

En el diagrama de Pareto se aprecia por medio de las barras los ingredientes y empaques de mayor consumo en base al valor del inventario con lo que se procede a realizar la clasificación ABC para el periodo de enero 2016 a mayo 2017 mostrado en las Figuras 2.7 y 2.8.

INGREDIENTES (kg)	Consumo (\$)	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Clasificación	%
B005	\$ 257.867,17	0,442	44%	<b>A</b>	<b>83% - 33%</b>
B050	\$ 98.535,20	0,169	61%		
B021	\$ 80.056,80	0,137	75%		
B024	\$ 47.198,80	0,081	83%		
B002	\$ 32.683,91	0,056	89%	<b>B</b>	<b>15% - 33%</b>
B037	\$ 32.522,08	0,056	94%		
B182	\$ 10.034,00	0,017	96%		
B163	\$ 6.617,31	0,011	97%		
B296	\$ 8.516,60	0,015	98%	<b>C</b>	<b>2% - 33%</b>
B130	\$ 5.974,10	0,010	99%		
B001	\$ 3.089,04	0,005	100%		
B152	\$ -	0,000	100%		
<b>TOTAL \$</b>	<b>\$ 583.095,00</b>				

**Figura 2. 7. Clasificación ABC de Ingredientes**

Elaboración propia

- A: El 33% de los productos (4 ingredientes) representan el 83% de los costos del inventario.



- B: El 33% de los productos (4 ingredientes) representan el 15% de los costos del inventario.
- C: El 33% de los productos (4 ingredientes) representan el 2% de los costos del inventario.

EMPAQUES (unid)	Consumo (\$)	Frecuencia Relativa	Frecuencia Acumulada	Clasificación	%
BIB CARTÓN / BIB CUERPO / BIB TAPAS x2	\$ 79.769,61	0,579	58%	<b>A</b>	81% - 50%
SAC20	\$ 31.635,96	0,230	81%		
BALD20 /D20	\$ 21.682,32	0,157	97%	<b>B</b>	18% - 25%
BIGBAG	\$ 4.602,00	0,033	100%	<b>C</b>	3% - 25%
TOTAL \$	\$ 137.689,89				

**Figura 2. 8. Clasificación ABC de Empaques**

Elaboración propia

- A: El 50% de los productos (2 empaques) representan el 81% de los costos del inventario.
- B: El 25% de los productos (1 empaque) representan el 18% de los costos del inventario.
- C: El 25% de los productos (1 empaque) representan el 3% de los costos del inventario.

### 2.2.2. Ingredientes y Empaques tipo A

Para el estudio se seleccionaron los ingredientes y empaques tipo A de los cuales se hará el análisis para implementar el modelo de inventario.

**Tabla 2.3. Ingredientes y Empaques tipo A**

Ingredientes	Empaques
B005	BIB CARTÓN/ BIB CUERPO/ BIB TAPAS (x2)
B050	
B021	SAC 20
B024	

Elaboración propia

En la Tabla 2.3 se presentan los cuatro ingredientes y dos empaques seleccionados por requerimiento de la empresa que corresponde al 33% de los ingredientes y el 50% de empaques de mayor consumo monetario.

## **2.3. Análisis de Ingredientes y Empaques Tipo A**

### **2.3.1. Características y demanda de los ingredientes y empaques**

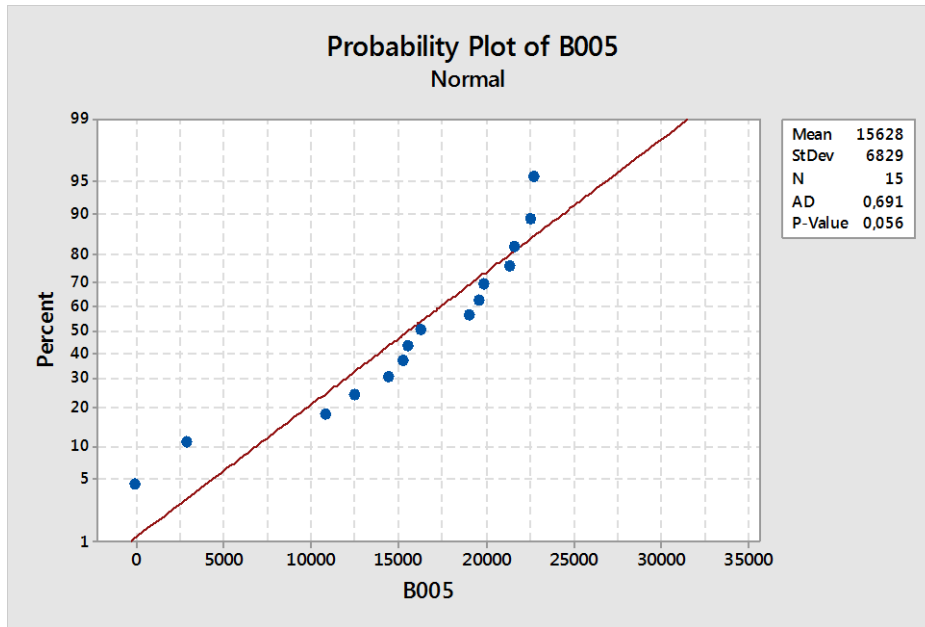
Se analizaron las características del consumo de los ingredientes y empaques, con la finalidad de poder establecer un modelo de reposición de inventario. Las características se presentan a continuación:

- Establecer si el consumo histórico se comporta como una distribución normal con media y desviación estándar ( $\mu, \sigma$ ) conocidas.
- Comprobar si los ingredientes y empaques son de rápido o lento movimiento.
- Verificar si el consumo es constante o cambiante con el tiempo.

### **2.3.2. Comportamiento de la distribución del consumo**

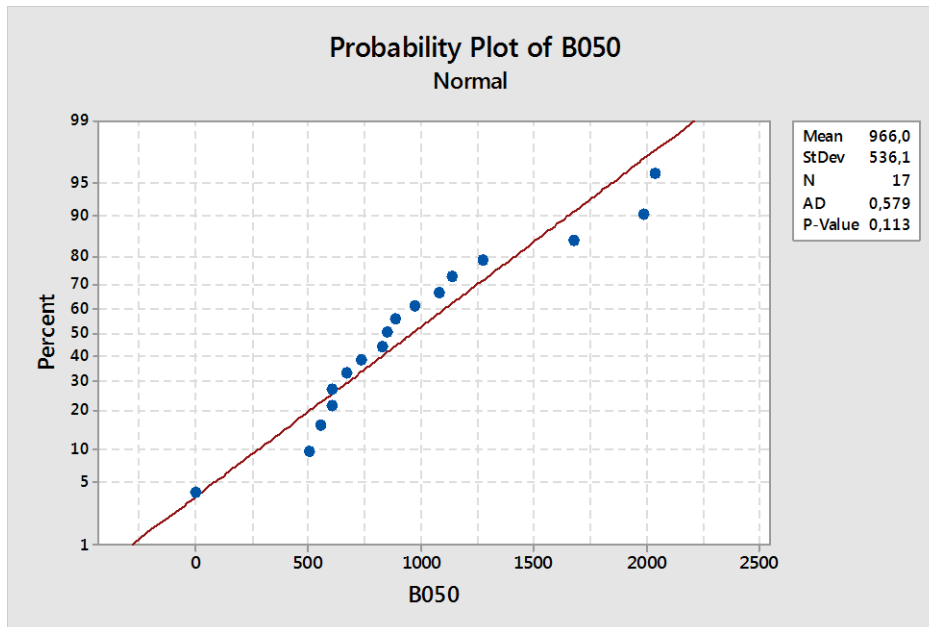
Para determinar el modelo a utilizar, se debe conocer si el consumo de los ingredientes y empaques se comporta como distribución normal con ( $\mu, \sigma$ ), se procede a usar la prueba de A. Darling con un nivel de significancia de  $\alpha=0,05$  donde si  $p > \alpha=0,05$  no se rechaza la hipótesis  $H_0$ .

- $H_0$ : El consumo de los ingredientes B005, B050, B021, B024 y empaques BIB CARTÓN/ BIB CUERPO/ BIB TAPAS (x2), SAC20 se comportan como una distribución normal.
- $H_1$ :  $\neg H_0$



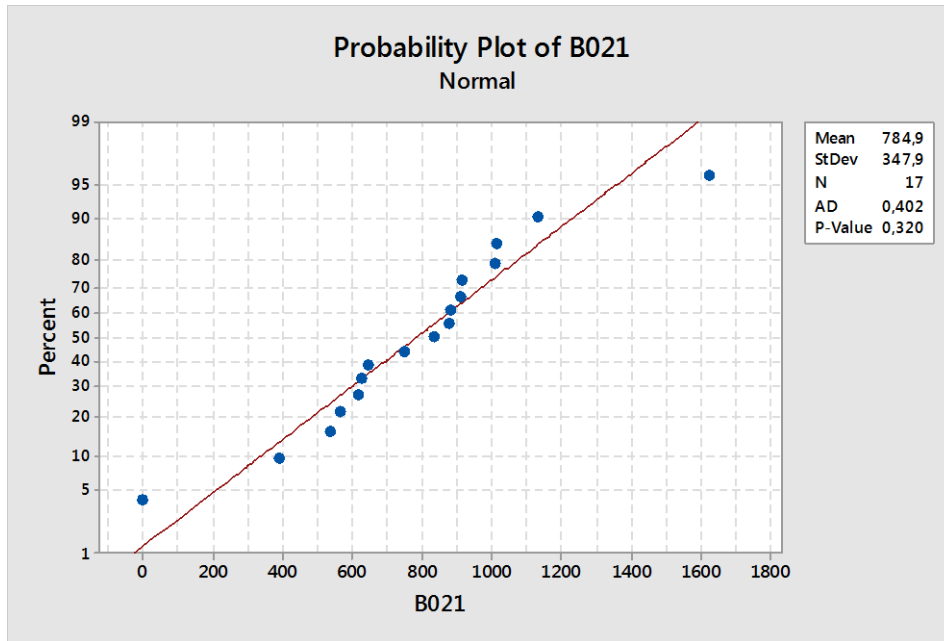
**Figura 2. 9. Normalidad del Ingrediente B005**

Elaboración propia



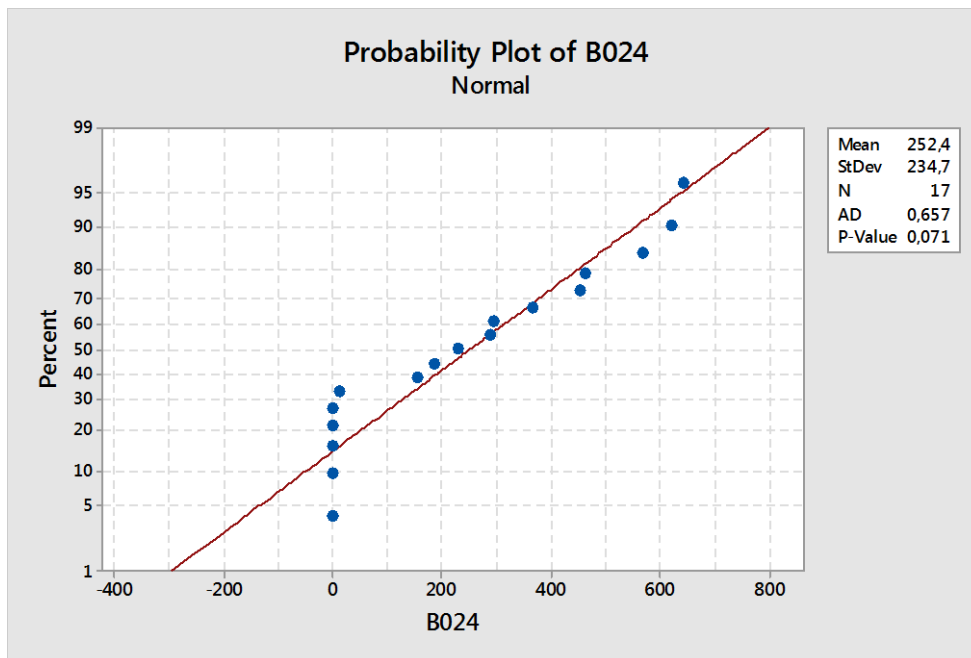
**Figura 2. 10. Normalidad del Ingrediente B050**

Elaboración propia



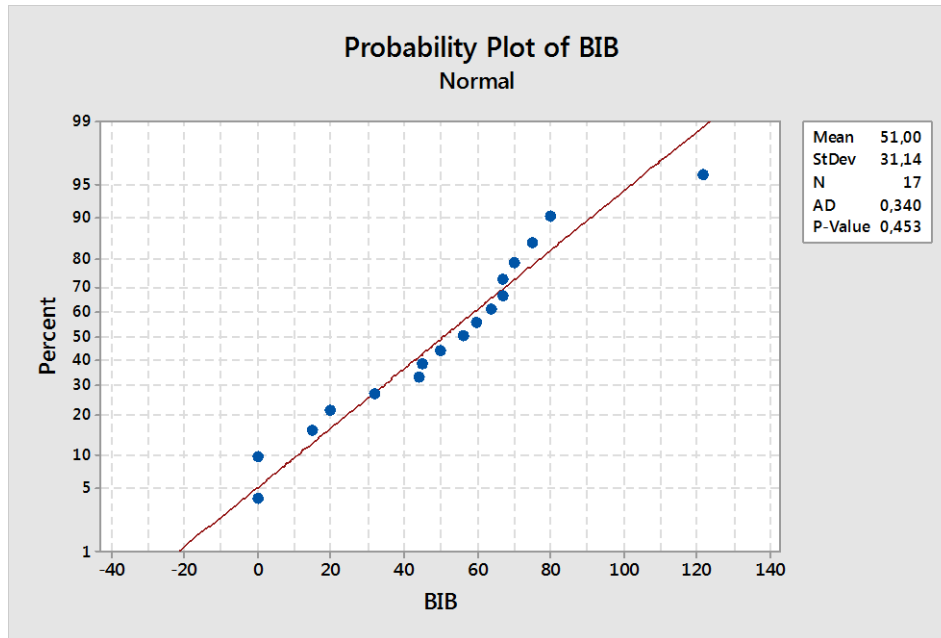
**Figura 2. 11. Normalidad del Ingrediente B021**

Elaboración propia



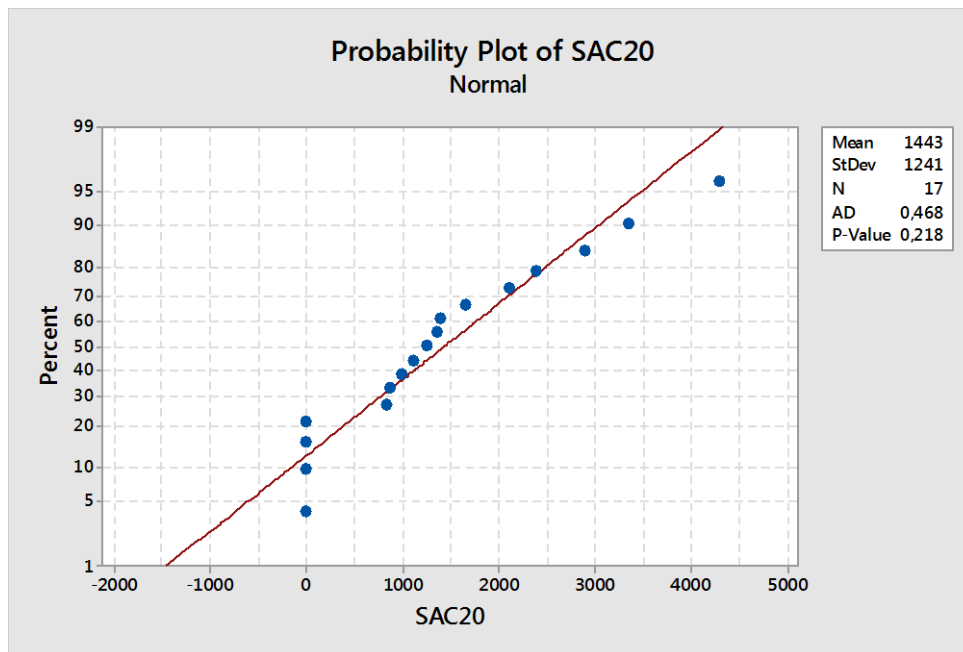
**Figura 2. 12. Normalidad del Ingrediente B024**

Elaboración propia



**Figura 2. 13. Normalidad del Empaque BIB CARTÓN/ BIB CUERPO/ BIB TAPAS (x2)**

Elaboración propia



**Figura 2. 14. Normalidad del Empaque SAC20**

Elaboración propia

Las Figuras 2.9 a la 2.14 de la prueba Darling demuestran que al aproximarse los puntos a su recta ideal, los ingredientes y empaques se comportan como

una distribución normal con media y desviación estándar ( $\mu, \sigma$ ) conocidas para el caso en estudio.

**Tabla 2.4. Valor p de los Ingredientes y Empaques**

<b>Ingredientes / Empaques</b>	<b>p</b>	<b><math>\mu</math></b>	<b><math>\sigma</math></b>
<b>B005</b>	0,056	15628	6829
<b>B050</b>	0,362	1977	1030
<b>B021</b>	0,32	785	348
<b>B024</b>	0,168	536	374
<b>BIB CARTÓN-CUERPO-TAPAS</b>	0,569	156	51
<b>SAC20</b>	0,419	3066	1848

Elaboración propia

En la Tabla 2.4 se muestra el valor p de los ingredientes y empaques es  $p > \alpha=0,05$ , por lo tanto se acepta la hipótesis y se concluye que si se comportan como una distribución normal con ( $\mu, \sigma$ ) conocidas.

### **2.3.3. Clase de demanda de Ingredientes y Empaques**

El coeficiente de variación debe ser encontrado para determinar si el tipo de demanda es probabilístico o determinístico y se calcula como se muestra a continuación.

$$CV = \frac{DESVIACIÓN ESTANDAR}{DEMANDA PROMEDIO} \quad (2.1)$$

Se deben tener en cuenta los siguientes criterios para determinar la clase de demanda:

- Aproximadamente constante cuando  $CV < 0,25$
- Cambia con el tiempo cuando  $CV > 0.25$

**Tabla 2.5. Coeficiente de Variación de Ingredientes y Empaques**

Ingrediente / Empaque	$\mu$	$\sigma$	CV	Clase de demanda
<b>B005</b>	15628	6829	<b>0,44</b>	Cambia con el tiempo
<b>B050</b>	966	536	<b>0,52</b>	Cambia con el tiempo
<b>B021</b>	785	348	<b>0,44</b>	Cambia con el tiempo
<b>B024</b>	252	235	<b>0,70</b>	Cambia con el tiempo
<b>BIB CARTÓN-CUERPO-TAPAS</b>	51	31	<b>0,33</b>	Cambia con el tiempo
<b>SAC20</b>	1443	1241	<b>0,60</b>	Cambia con el tiempo

Elaboración propia

En la Tabla 2.5 se tiene que el coeficiente de variación de los ingredientes y empaques analizados es  $> 0.25$  por lo tanto se puede probar y decir que cambian con el tiempo.

### 2.3.4. Rotación de Ingredientes y Empaques

Debe establecer si los productos son de movimiento rápido o lento, y para ello es necesario saber si el consumo medio durante el tiempo de reposición es:

- Movimiento rápido  $\geq 10$
- Movimiento lento  $<10$

**Tabla 2.6. Relación entre tipo de producto y políticas**

Movimiento: Rápido o lento		
Producto	$\geq 10$	$<10$
<b>A</b>	Revisión Continua	Revisión Continua
<b>B</b>	Revisión Continua	Revisión Periódica
<b>C</b>	Revisión Periódica	Revisión Periódica

Elaboración propia

Con la Tabla 2.6 mostrada se procedió a analizar el tipo de movimiento que tienen los ingredientes y empaques.

**Tabla 2.7. Rotación de Ingredientes y Empaques**

Movimiento: Rápido o lento						
	Frecuencia de uso durante Tiempo de reposición: 0,5 mes				Promedio de frecuencia	Observación
B005	12	21	12	18	15,75	Rápido movimiento
B021	11	12	10	12	11,25	Rápido movimiento
Tiempo de reposición: 2 meses						
B050	37	48	38	52	43,75	Rápido movimiento
B024	40	48	52	64	51	Rápido movimiento
SAC20	20	26	22	24	23	Rápido movimiento
Tiempo de reposición: 3 meses						
BIB CARTÓN-CUERPO-TAPAS	90	84	81	87	85,5	Rápido movimiento

Elaboración propia

Los ingredientes y empaques analizados en la Tabla 2.7 son considerados de rápido movimiento al tener un valor  $\geq 10$ .

luego de haber verificado las características, es esencial hacer uso de un modelo de inventario para productos que cambian con el tiempo y que es probabilístico / estocástico para los productos del tipo A en función del valor monetario.

La política de gestión de inventario para los ingredientes B005, B050, B021, B024 y empaques BIB CARTÓN/ BIB CUERPO/ BIB TAPAS (x2), SAC20 que se utilizará es el Modelo Q - Modelo de revisión continua para productos que siguen una distribución de probabilidad normal.

#### 2.4. Evaluación del pronóstico

Haciendo uso de los datos históricos se procedió a analizar el mejor método de pronóstico en base al comportamiento de la demanda y se usó del ajuste exponencial simple con la finalidad de reducir la variabilidad ya que la demanda es aleatoria y no tiene estacionalidad.

Para poder determinar si el pronóstico cumple con el rango permitido (-4,4), se hace uso de los indicadores MAD (Desviación Media Absoluta) y TS (Señal de Seguimiento), donde los valores se muestran en la Tabla 2.8.



**Tabla 2.8. Cálculo del pronóstico, MAD y TS**

Ingrediente B005							
Mes	Demanda real	Pronóstico	Error	Error Absoluto	Error Absoluto Acumulado	MAD	TS
Junio	22522	16394,4	-6127,6	6127,6	6127,6	6128	-1,00
Julio	21630	17048,8	-4581,2	4581,2	10708,8	5354	-1,17
Agosto	19828	17396,2	-2431,8	2431,8	13140,6	4380	-1,80
Septiembre	16279,9	17256,7	976,8	976,8	14117,4	3529	3,61
Octubre	15239	17004,5	1765,5	1765,5	15882,8	3177	1,80
Noviembre	12532	16445,4	3913,4	3913,4	19796,2	3299	0,84
Diciembre	0	14389,7	14389,7	14389,7	34186,0	4884	0,34

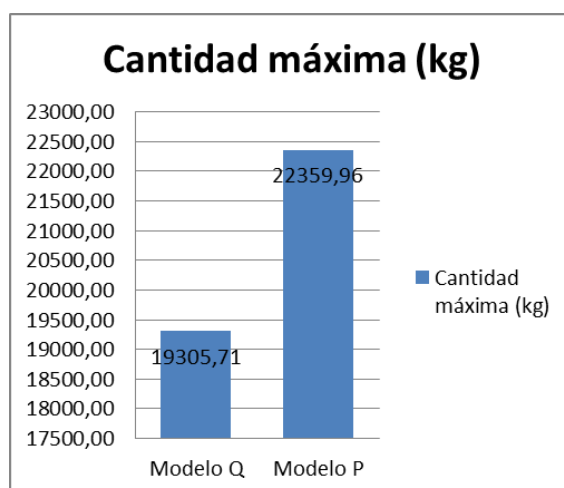
Elaboración Propia

Los resultados del pronóstico del consumo se consideran aceptables, al estar dentro del rango permitido que es (-4,4) para la señal de seguimiento, por lo tanto se concluye que el pronóstico es aceptable. El cálculo del pronóstico, MAD y TS del inventario restante se encuentra en el APÉNDICE B.

## 2.5. Comparación entre Modelos de Reposición de Inventario: Modelo Q y Modelo P.

El Modelo Q y el Modelo P tienen similares características como:

- Se tiene un tiempo de entrega aleatorio por parte del proveedor.
- Ambos modelos cumplen con las características de la demanda.



**Figura 2. 15. Comparación entre el Modelo Q y Modelo P (kg)**

Elaboración propia

En la Figura 2.15 se realizó la comparación de la cantidad máxima que se puede tener en inventario con la aplicación de los modelos de reposición.

**Tabla 2.9. Comparación entre Modelo Q y Modelo P**

Cantidad máxima en inventario del Modelo Q vs Modelo P (kg)		
Modelo de Reposición de inventario	Modelo Q	Modelo P
Cantidad máxima (kg)	19305,71	22359,96

Elaboración Propia

En la Tabla 2.9 se presentan los resultados de la aplicación de los dos modelos para comparar los niveles de inventario: Modelo Q y Modelo P, donde se evidencia un mayor nivel de inventario en el Modelo P teniendo una cantidad máxima de 22359,96 Kg, mientras que para el Modelo Q se tiene una cantidad máxima de 19305,71 Kg. Por lo tanto se selecciona el Modelo Q para reducir el costo de mantener inventario.

Los cálculos realizados para comparar el Modelo de inventario Q y el Modelo de inventario P se encuentran en el APÉNDICE C.

## 2.6. Justificación del modelo a implementar

La mejor política de inventario a ser implementada después de haber evaluado, analizado, determinado el inventario de seguridad, cantidad de pedido y punto de reorden es el Modelo Q – Modelo de Revisión Continua que cumple con las características de la demanda al saber que no es conocida ni constante.

## 2.7. Modelo empleado

Al tener el problema de exceso y escasez de inventario se analizaron y evaluaron los modelos de inventario escogiéndose el Modelo Q – Modelo de Revisión Continua.

Este es usado para hacer una revisión continua del inventario justo después de cada movimiento.

- El tiempo de reposición es variable ya que depende de la demanda.
- Cuando se llega al punto de reorden, inmediatamente es colocada una orden con una cantidad fija.

### 2.7.1. Evaluación del Modelo Q – Modelo de Revisión Continua

Se procede a calcular la cantidad económica de pedido ( $q^*$ ), de seguridad (SS), valor del inventario y punto de reorden (PRO) para los ingredientes y empaques tipo A B005, B050, B021, B024, BIB CARTÓN/ BIB CUERPO/ BIB TAPAS (x2) y SAC20.

#### Ingrediente B005

Tabla 2.10. Cantidad Económica de Pedido B005

q* de B005	
Costo de pedir (A) (\$)	96
Demanda mensual (D) (kg)	16924,60
Costo mensual de mantener en inventario (I) (%)	0,021
Costo unitario (C) (\$/kg)	1,1
q* (kg)	11860,52

Elaboración propia

En la Tabla 2.10 se aprecia la cantidad de pedido para el ingrediente B005 la cual es de 11860,52 kg.

Tabla 2.11. Stock de seguridad y Punto de reorden de B005

Stock de seguridad y Punto de reorden	
$m^*Lt$	4231,15
$SS= z^*s(Lt)$	3214,40
PRO	7445,55

Elaboración propia

En la Tabla 2.11 se aprecia el Stock de seguridad y Punto de reorden para el ingrediente B005, por lo tanto se puede decir que cuando el nivel del inventario descienda a 13008,15 kg, se debe colocar una orden de reaprovisionamiento de 11860,52kg.

**Tabla 2.12. Cálculo del costo de ingrediente B005**

<b>Costo del inventario de B005</b>		
	<b>kg</b>	<b>\$</b>
<b>PRO</b>	7445,55	\$ 8.190,11
<b>Inventario esperado</b>	19306,07	\$ 21.236,68

Elaboración propia

En la Tabla 2.12 se aprecia el nivel del inventario esperado y nivel de inventario del PRO con sus respectivos costos del ingrediente B005. Los cálculos realizados para el restante de los ingredientes y empaques se encuentran en el APÉNDICE D.

# CAPÍTULO 3

## 3. RESULTADOS

Se muestran los resultados obtenidos con la simulación del modelo empleado, su evaluación técnica donde se tiene el cálculo del punto de reorden y cantidad de pedido mensual con sus respectivos costos.

### 3.1. Simulación de la política

La simulación fue realizada en Excel para los ingredientes y empaques con datos aleatorios generados a partir de la distribución de la demanda hallada. En Excel se colocaron las demandas pronosticadas, momento de arribo y cantidad pedida donde, la simulación de la política de inventario fue realizada para 48 semanas las cuales se muestran en el APÉNDICE E.

Para verificar la validez del modelo de reposición a implementar en la política de inventario se realizó la simulación con los datos reales del consumo del año 2016 las cuales son mostradas en el APÉNDICE F.

### 3.2. Evaluación de resultados de la política de inventario del Modelo Q

A continuación, se muestran los resultados de la implementación de la política con los valores del punto de reorden y la cantidad pedida:

Tabla 13.1. q\* y PRO de Ingredientes y Empaques

Ingredientes	q* (kg)	q* (\$)	PRO (kg)	PRO (\$)
B005	11860,52	\$ 13.046,58	7445,55	\$ 8.190,11
B050	1558,51	\$ 9.351,06	1975,21	\$ 11.851,26
B021	1097,58	\$ 6.585,49	550,32	\$ 3.301,89
B024	374,05	\$ 4.114,58	345,84	\$ 3.804,24
Empaques	q* (unid)	q* (\$)	PRO (unid)	PRO (\$)
BIB CARTÓN-CUERPO-TAPAS	115,83	\$ 10.656,19	178,88	\$ 16.457,41
SAC20	2770,64	\$ 3.574,12	1810,37	\$ 2.335,38

Elaboración Propia

En la Tabla 3.1 se presenta la cantidad a pedir y el punto de reorden de los ingredientes y empaques previamente analizados con sus respectivos costos.

### 3.3.Comparación entre situación actual y situación con la política de inventario implementado

Se presenta la comparación entre la política propuesta y la situación actual de la empresa.

**Tabla 3.2. Comparación entre situación real y aplicación del Modelo Q en el 2016**

Aplicación del Modelo Q para el año 2016					
Inventario	Nivel de inventario promedio mensual		Valor de inventario promedio mensual		Ahorro con Modelo Q (\$)
	Situación real (2016)	Modelo Q (2016)	Situación real (2016)	Modelo Q (2016)	
<b>Ingredientes</b>	<b>(kg)</b>	<b>(kg)</b>	<b>(\$)</b>	<b>(\$)</b>	
<b>B005</b>	14696,67	12584,22	\$ 16.166,34	\$ 13.842,64	\$ 2.323,70
<b>B050</b>	1985,80	1753,86	\$ 11.914,80	\$ 10.523,14	\$ 1.391,66
<b>B021</b>	-838,46	936,51	\$ -5.030,76	\$ 5.619,04	\$ -
<b>B024</b>	1934,73	762,58	\$ 21.282,03	\$ 8.388,33	\$ 12.893,71
<b>Empaques</b>	<b>(unid)</b>	<b>(unid)</b>	<b>(\$)</b>	<b>(\$)</b>	
<b>BIB CARTÓN-CUERPO-TAPAS</b>	346	211	\$ 31.832,00	\$ 19.429,63	\$ 12.402,37
<b>SAC20</b>	5574,13	2899	\$ 7.246,37	\$ 3.768,55	\$ 3.477,82
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 88.441,54</b>	<b>\$ 55.952,28</b>	<b>\$ 32.489,25</b>

Elaboración Propia

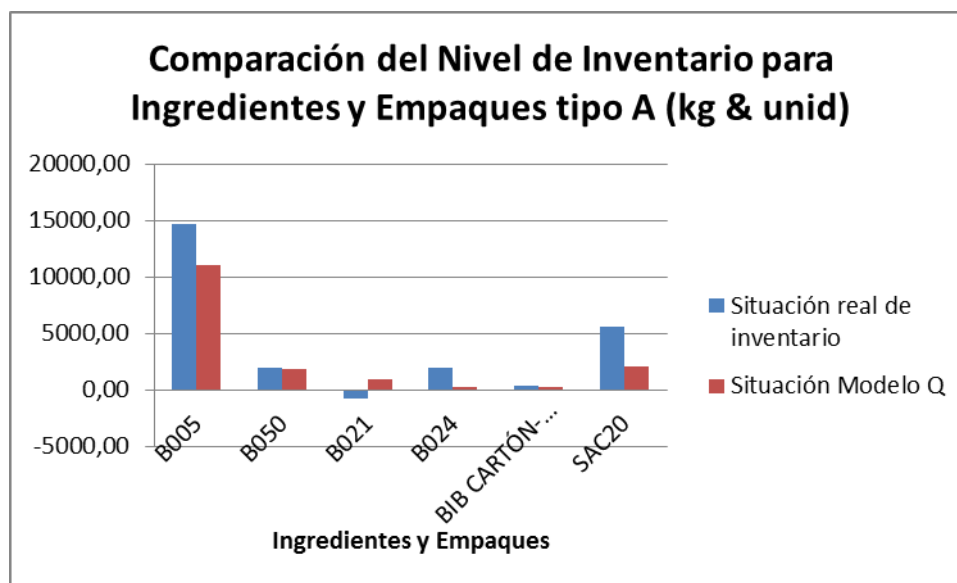
En la Tabla 3.2 se presentan los costos reales del año 2016 vs los costos y nivel de inventario obtenidos con la aplicación del Modelo Q generando un ahorro para la empresa de \$32489,25 mensualmente en los ingredientes y empaques tipo A.

**Tabla 3.3. Comparación entre situación real y política propuesta**

Aplicación del Modelo Q con el pronóstico 2017					
Inventario	Nivel de inventario promedio mensual		Valor de inventario promedio mensual		Ahorro con Modelo Q (\$)
	Situación real (2016)	Modelo Q (Pronóstico 2017)	Situación real (2016)	Modelo Q (Pronóstico 2017)	
Ingredientes	(kg)	(kg)	(\$)	(\$)	
<b>B005</b>	14696,67	11052,37	\$ 16.166,34	\$ 12.157,61	\$ 4.008,73
<b>B050</b>	1985,80	1863,64	\$ 11.914,80	\$ 11.181,83	\$ 732,97
<b>B021</b>	-838,46	969,00	\$ -5.030,76	\$ 5.814,00	\$ -
<b>B024</b>	1934,73	269,73	\$ 21.282,03	\$ 2.967,03	\$ 18.315,00
Empaques	(unid)	(unid)	(\$)	(\$)	
<b>BIB CARTÓN-CUERPO-TAPAS</b>	346	243	\$ 31.832,00	\$ 22.340,06	\$ 9.491,94
<b>SAC20</b>	5574,13	2012	\$ 7.246,37	\$ 2.615,83	\$ 4.630,53
<b>TOTAL</b>			<b>\$ 88.441,54</b>	<b>\$ 51.262,35</b>	<b>\$ 37.179,18</b>

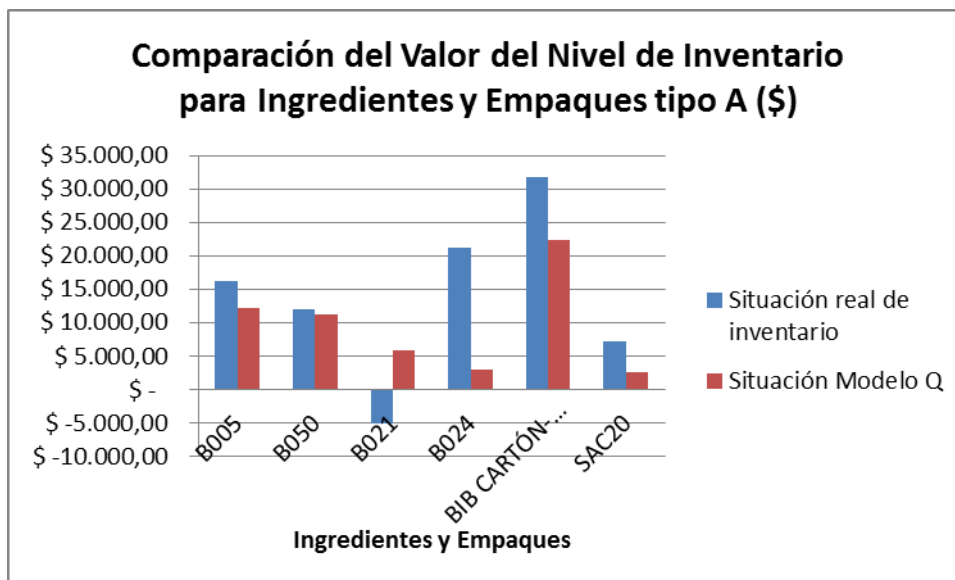
Elaboración Propia

En la Tabla 3.3 se observan los resultados de implementar la política de inventario con el Modelo de reposición Q para el año 2017, evidenciando una reducción del costo en el nivel de inventario y generando un ahorro para la empresa de \$37179,18 mensualmente en los ingredientes y empaques tipo A.



**Figura 3. 1. Comparación de nivel de inventario de Situación real vs Situación Modelo Q (kg & unid)**

Elaboración Propia



**Figura 3. 2. Comparación del valor de nivel de inventario de Situación real vs Situación Modelo Q (\$)**

Elaboración Propia

En las Figuras 3.1 y 3.2 se observan las mejoras obtenidas de implementar la política de inventario con el Modelo Q reduciendo el nivel del inventario de los ingredientes y empaques tipo A.



# CAPÍTULO 4

## 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 4.1. Conclusiones

- En la actualidad, la empresa objetivo de este estudio no cuenta con una manera formal de reponer inventario, ya que ha establecido el 35% del nivel de inventario de su última reposición como su stock de seguridad y al momento de hacer pedidos lo hacen en grandes o pequeñas cantidades, generando de esta manera exceso o escasez de inventario. Por esta razón la empresa requieren implementar una política de reposición de inventario.
- Por medio de la clasificación ABC en función de su consumo monetario se determinaron 4 de 12 ingredientes y 2 de 4 empaques como tipo A.
- Se evaluó el Modelo Q de reposición de inventario a implementar en la política, con la finalidad de planificar el nivel de inventario futuro reduciendo así los costos de poseer stock mensualmente.
- La mejora se evidenció comparando la política propuesta para el 2017 con el comportamiento del consumo de inventario del año 2016.
- Por medio de la simulación se concluyó que al implementar la política se logra una reducción del 42% del costo de nivel de inventario representado un beneficio económico de \$37179,18 mensualmente

### 4.2. Recomendaciones

- Implementar la política de inventario del Modelo Q en los ingredientes y empaques tipo A.
- Capacitar a la persona encargada de ejecutar la política de inventario.
- Hacer una evaluación de proveedores actuales y/o selección de nuevos proveedores, ya que actualmente se tienen inconvenientes con tiempos de entrega, con la finalidad de que los tiempos de reabastecimiento sean confiables.
- Realizar el mismo análisis de los restantes ingredientes y empaques, para definir estas políticas de reposición.

## BIBLIOGRAFÍA

- Ballou, R. (2004). *Logística: Administración de la Cadena de Suministro* (5ta Edición.). México: Pearson.
- Chopra, P. M. (2013). *Administración de la cadena de suministro: Estrategia, planeación y operación*. (5ta edición.). México: Pearson.
- Granda, R. R. (2013). *Diseño de un sistema de control basado en el Método ABC de gestión de inventarios, a través de indicadores de medición, aplicado a un estudio fotográfico en la ciudad de Machala*. Recuperado en Julio de 2017, de [https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiMhOLNtrHVAhVhV04MKHTZ8A9kQFgg3MAM&url=https%3A%2F%2Fwww.dspace.espol.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F25082%2F1%2FTESIS%2520DE%2520GRADO%2520GRANDA%2520RODR%25C3%](https://www.google.com.ec/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=4&cad=rja&uact=8&ved=0ahUKEwiMhOLNtrHVAhVhV04MKHTZ8A9kQFgg3MAM&url=https%3A%2F%2Fwww.dspace.espol.edu.ec%2Fbitstream%2F123456789%2F25082%2F1%2FTESIS%2520DE%2520GRADO%2520GRANDA%2520RODR%25C3%20)
- Lean, A. J. (2011). *Six Sigma* (1ra edición.). New York: Mc. Graw Hill.
- Niebel, A. F. (2009). *Ingeniería Industrial: Métodos, Estándares y Diseño del Trabajo* (Duodécima edición.). Mexico: Mc Graw Hill.
- Peterson, A. S. (1998). *Decision Systems for Inventory Management and Production Planning* (3rd edition.). New York: John Wiley and Sons.
- Radford, N. H. (1997). *Administración de Operaciones y Producción: Cantidad total y respuesta sensible rápida*. Colombia: Mc Graw Hill.

# APÉNDICE A

## Lista de Ingredientes y Empaques

INGREDIENTS (kg)	PACKING (unid)
B005	BIB CARTÓN / BIB CUERPO / BIB TAPAS x2 (X)
B050	
B021	
B024	
B002	
B037	SAC20
B182	BALD20 /D20 (P)
B163	BIGBAG
B296	
B130	
B001	
B152	

# APÉNDICE B

## Cálculo del pronóstico, MAD y TS

Ingrediente B050							
Mes	Demanda real	Pronóstico	Error	Error Absoluto	Error Absoluto Acumulado	MAD	TS
Junio	1139,9	671,8	-468,1	468,1	468,1	468	-1,00
Julio	976	709,8	-266,2	266,2	734,3	367	-1,38
Agosto	847,5	727,0	-120,5	120,5	854,7	285	-2,37
Septiembre	732,5	727,7	-4,8	4,8	859,5	215	-1,96
Octubre	667,3	720,2	52,9	52,9	912,4	182	3,45
Noviembre	607,5	706,1	98,6	98,6	1011,0	168	1,71
Diciembre	0	617,8	617,8	617,8	1628,8	233	0,38

Ingrediente B021							
Mes	Demanda real	Pronóstico	Error	Error Absoluto	Error Absoluto Acumulado	MAD	TS
Junio	1624,7	745,4	-879,3	879,3	879,3	879	-1,00
Julio	1133,2	793,9	-339,3	339,3	1218,6	609	-1,80
Agosto	1011,8	821,1	-190,7	190,7	1409,3	470	-2,46
Septiembre	835,7	822,9	-12,8	12,8	1422,0	356	-2,01
Octubre	391,5	769,0	377,5	377,5	1799,5	360	0,95
Noviembre	644,9	753,5	108,6	108,6	1908,1	318	2,93
Diciembre	0	659,3	659,3	659,3	2567,5	367	0,56

Ingrediente B024							
Mes	Demanda real	Pronóstico	Error	Error Absoluto	Error Absoluto Acumulado	MAD	TS
Junio	454,8	393,2	-61,6	61,6	61,6	62	-1,00
Julio	290,2	380,3	90,1	90,1	151,7	76	0,84
Agosto	14	334,5	320,5	320,5	472,3	157	0,49
Septiembre	0	292,7	292,7	292,7	765,0	191	0,65
Octubre	155,1	275,5	120,4	120,4	885,4	177	1,47
Noviembre	186,8	264,4	77,6	77,6	963,0	161	2,07
Diciembre	0	231,4	231,4	231,4	1194,4	171	0,74

Empaque BIB CARTÓN-CUERPO-TAPAS(x2)							
Mes	Demanda real	Pronóstico	Error	Error Absoluto	Error Absoluto Acumulado	MAD	TS
Junio	64	57,1	-6,9	6,9	6,9	7	-1,00
Julio	60	57,4	-2,6	2,6	9,5	5	-1,85
Agosto	67	58,6	-8,4	8,4	17,9	6	-0,71
Septiembre	67	59,7	-7,3	7,3	25,2	6	-0,86
Octubre	122	67,5	-54,5	54,5	79,8	16	-0,29
Noviembre	44	64,5	20,5	20,5	100,3	17	0,81
Diciembre	0	56,5	56,5	56,5	156,8	22	0,40

Empaque SAC20							
Mes	Demanda real	Pronóstico	Error	Error Absoluto	Error Absoluto Acumulado	MAD	TS
Junio	1650	1343,8	-306,3	306,3	306,3	306	-1,00
Julio	1000	1300,8	300,8	300,8	607,0	304	1,01
Agosto	0	1138,2	1138,2	1138,2	1745,2	582	0,51
Septiembre	0	995,9	995,9	995,9	2741,1	685	0,69
Octubre	2900	1233,9	-1666,1	1666,1	4407,2	881	-0,53
Noviembre	1399	1254,6	-144,4	144,4	4551,6	759	-2,25
Diciembre	0	1097,7	1097,7	1097,7	5649,4	807	0,74

# APÉNDICE C

## Modelo P

Cantidad de pedido ( $q^*$ )

Intervalo de revisión ( $T^*$ )

Nivel máximo de inventario.

MODELO P	
q* de B005	
Costo de pedir (A) (\$)	96
Demanda mensual (D) (kg)	16924,00
Costo mensual de mantener en inventario (I) (%)	0,021
Costo unitario (C) (\$/kg)	1,1
q* (kg)	11860,31

Intervalo de revisión T*	
q*	11860,31
d	16924,00
T* (meses)	0,70
T* (días)	21

Nivel máximo M*	
m*(T* + TE)	16091,31
z*s(T* + TE)	6268,65
M*	22359,96

Costo del inventario de B005		
	kg	\$
Inventario máximo	22359,96	\$ 24.595,96

# APÉNDICE D

Modelo Q

Ingrediente B050

Cantidad de pedido ( $q^*$ )

Stock de seguridad (SS)

Punto de reorden (PRO)

Nivel máximo de inventario

q* de B050	
Costo de pedir (A) (\$)	96
Demanda bimensual (D) (kg)	1594,00
Costo bimensual de mantener en inventario (I) (%)	0,021
Costo unitario (C) (\$/kg)	6,0
q* (kg)	1558,51

Stock de seguridad y Punto de reorden	
m* $L_t$	797,00
SS= z*s( $L_t$ )	1178,21
PRO	1975,21

Costo del inventario de B050		
	kg	\$
PRO	1975,21	\$ 11.851,26
Inventario esperado	3533,72	\$ 21.202,32

### Ingrediente B021

Cantidad de pedido ( $q^*$ )

Stock de seguridad (SS)

Punto de reorden (PRO)

Nivel máximo de inventario

q* de B021	
Costo de pedir (A) (\$)	96
Demanda anual (D) (kg)	9411,60
Costo anual de mantener en inventario (I) (%)	0,25
Costo unitario (C) (\$/kg)	6,0
q* (kg)	1097,58

Stock de seguridad y Punto de reorden	
m* $L_t$	196,08
SS= z*s( $L_t$ )	354,24
PRO	550,32

Costo del inventario de B021		
	kg	\$
PRO	550,32	\$ 3.301,89
Inventario esperado	1647,90	\$ 9.887,38



## Ingrediente B024

Cantidad de pedido ( $q^*$ )

Stock de seguridad (SS)

Punto de reorden (PRO)

Nivel máximo de inventario

q* de B024	
Costo de pedir (A) (\$)	96
Demanda anual (D) (kg)	2004,00
Costo anual de mantener en inventario (I) (%)	0,25
Costo unitario (C) (\$/kg)	11,0
q* (kg)	374,05

Stock de seguridad y Punto de reorden	
m* $L_t$	55,67
SS= z*s( $L_t$ )	290,17
PRO	345,84

Costo del inventario de B024		
	kg	\$
PRO	345,84	\$ 3.804,24
Inventario esperado	719,89	\$ 7.918,82

**Empaque BIB CARTÓN-CUERPO-TAPAS(x2)**

**Cantidad de pedido ( $q^*$ )**

**Stock de seguridad (SS)**

**Punto de reorden (PRO)**

**Nivel máximo de inventario**

<b><math>q^*</math> de BIB CARTÓN-CUERPO-TAPAS(x2)</b>	
Costo de pedir (A) (\$)	96
Demanda trimestral (D) (kg)	135,00
Costo trimestral de mantener en inventario (I) (%)	0,021
Costo unitario (C) (\$/kg)	92,0
$q^*$ (kg)	115,83

<b>Stock de seguridad y Punto de reorden</b>	
$m \cdot Lt$	101,03
$SS = z \cdot s(Lt)$	77,86
PRO	178,88

<b>Costo del inventario de BIB</b>		
	<b>kg</b>	<b>\$</b>
PRO	178,88	\$ 16.457,41
Inventario esperado	294,71	\$ 27.113,59

## Empaque SAC20

Cantidad de pedido ( $q^*$ )

Stock de seguridad (SS)

Punto de reorden (PRO)

Nivel máximo de inventario

q* de SAC20	
Costo de pedir (A) (\$)	96
Demanda anual (D) (kg)	12894,00
Costo anual de mantener en inventario (I) (%)	0,25
Costo unitario (C) (\$/kg)	1,3
q* (kg)	2770,64

Stock de seguridad y Punto de reorden	
$m \cdot Lt$	358,17
$SS = z \cdot s(Lt)$	1452,20
PRO	1810,37

Costo del inventario de SAC20		
	kg	\$
PRO	1810,37	\$ 2.335,38
Inventario esperado	4581,01	\$ 5.909,50

# APÉNDICE E

## Simulación de pronóstico con el Modelo de inventario Q propuesto

Ingrediente B005							
Semana	Mes	Consumo semanal	Inventario Inicial	Inventario Final	Pedido	Llega	Inventario Prom
4	may-17		16389,3	870,3	11860,52	0	8629,80
1	jun-17	4237,83	12730,82	8492,99		11860,52	10611,90
2		4130,67	8492,99	4362,32	11860,52	0,00	6427,65
3		4192,72	16222,84	12030,12		11860,52	14126,48
4		4160,97	12030,12	7869,15		0,00	9949,63
1	jul-17	4244,43	7869,15	3624,72	11860,52	0,00	5746,93
2		4348,98	15485,24	11136,26		11860,52	13310,75
3		4317,52	11136,26	6818,74	11860,52	0,00	8977,50
4		4237,21	18679,26	14442,06		11860,52	16560,66
1	ago-17	4188,85	14442,06	10253,21		0,00	12347,63
2		4048,28	10253,21	6204,93	11860,52	0,00	8229,07
3		4337,07	18065,45	13728,37		11860,52	15896,91
4		4161,62	13728,37	9566,76		0,00	11647,56
1	sep-17	4255,71	9566,76	5311,05	11860,52	0,00	7438,90
2		4242,06	17171,57	12929,51		11860,52	15050,54
3		4200,13	12929,51	8729,38		0,00	10829,44
4		4172,43	8729,38	4556,95	11860,52	0,00	6643,17
1	oct-17	4168,93	16417,47	12248,54		11860,52	14333,01
2		4397,49	12248,54	7851,05		0,00	10049,80
3		4258,28	7851,05	3592,77	11860,52	0,00	5721,91
4		4195,81	15453,29	11257,48		11860,52	13355,38
1	nov-17	4207,90	11257,48	7049,58	11860,52	0,00	9153,53
2		4109,95	18910,10	14800,15		11860,52	16855,13
3		4196,50	14800,15	10603,65		0,00	12701,90
4		4179,00	10603,65	6424,65	11860,52	0,00	8514,15
1	dic-17	3958,28	18285,17	14326,89		11860,52	16306,03
2		4122,49	14326,89	10204,41		0,00	12265,65
3		4348,85	10204,41	5855,56	11860,52	0,00	8029,98
4		4168,00	17716,08	13548,08		11860,52	15632,08
1	ene-18	4147,53	13548,08	9400,56		0,00	11474,32
2		4288,43	9400,56	5112,13	11860,52	0,00	7256,34
3		4121,69	16972,65	12850,96		11860,52	14911,80
4		4199,76	12850,96	8651,20		0,00	10751,08
1	feb-18	4239,42	8651,20	4411,78	11860,52	0,00	6531,49
2		4284,53	16272,30	11987,76		11860,52	14130,03
3		4337,14	11987,76	7650,63		0,00	9819,19
4		4341,45	7650,63	3309,17	11860,52	0,00	5479,90
1	mar-18	4211,70	15169,69	10958,00		11860,52	13063,85
2		4301,43	10958,00	6656,57	11860,52	0,00	8807,28
3		4091,90	18517,09	14425,19		11860,52	16471,14
4		4247,83	14425,19	10177,36		0,00	12301,28
1	abr-18	4330,46	10177,36	5846,90	11860,52	0,00	8012,13
2		4392,94	17707,42	13314,49		11860,52	15510,95
3		4312,48	13314,49	9002,00		0,00	11158,24
4		4333,98	9002,00	4668,02	11860,52	0,00	6835,01
1	may-18	4190,18	16528,54	12338,36		11860,52	14433,45
2		4473,84	12338,36	7864,52		0,00	10101,44
3		4190,10	7864,52	3674,42	11860,52	0,00	5769,47
4		4260,74	15534,94	11274,20		11860,52	13404,57
<b>Inventario promedio</b>							<b>11052,37</b>

Ingrediente B050							
Semana	Mes	Consumo semanal	Inventario Inicial	Inventario Final	Pedido	Llega	Inventario Prom
4	may-17		1822	1217		0	1519,50
1	jun-17	786,48	2775,43	1988,95	1558,43	1558,43	2382,19
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	jul-17	774,32	1988,95	1214,62		0,00	1601,79
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	ago-17	752,22	2773,05	2020,83	1558,43	1558,43	2396,94
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	sep-17	825,12	2020,83	1195,72		0,00	1608,27
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	oct-17	791,80	2754,15	1962,35	1558,43	1558,43	2358,25
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	nov-17	762,37	1962,35	1199,98		0,00	1581,16
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	dic-17	878,39	2758,41	1880,02	1558,43	1558,43	2319,21
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	ene-18	826,52	1880,02	1053,49		0,00	1466,75
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	feb-18	840,10	2611,92	1771,82	1558,43	1558,43	2191,87
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	mar-18	796,73	1771,82	975,09		0,00	1373,46
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	abr-18	811,80	2533,52	1721,73	1558,43	1558,43	2127,62
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	may-18	842,87	1721,73	878,86		0,00	1300,29
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
<b>Inventario promedio</b>							<b>1863,64</b>

Ingrediente B021							
Semana	Mes	Consumo semanal	Inventario Inicial	Inventario Final	Pedido	Llega	Inventario Prom
4	may-17		580	5	1093,22	0	292,50
1	jun-17	186,10	1098,22	912,12		1093,22	1005,17
2		210,18	912,12	701,94		0,00	807,03
3		190,03	701,94	511,91	1093,22	0,00	606,93
4		187,02	1605,13	1418,11		1093,22	1511,62
1	jul-17	193,32	1418,11	1224,79		0,00	1321,45
2		188,76	1224,79	1036,03		0,00	1130,41
3		208,55	1036,03	827,48		0,00	931,75
4		201,66	827,48	625,82		0,00	726,65
1	ago-17	192,65	625,82	433,17	1093,22	0,00	529,49
2		188,77	1526,39	1337,62		1093,22	1432,00
3		181,74	1337,62	1155,88		0,00	1246,75
4		191,70	1155,88	964,18		0,00	1060,03
1	sep-17	177,36	964,18	786,81		0,00	875,49
2		198,50	786,81	588,32		0,00	687,56
3		196,60	588,32	391,71	1093,22	0,00	490,02
4		198,93	1484,93	1286,01		1093,22	1385,47
1	oct-17	195,06	1286,01	1090,95		0,00	1188,48
2		193,07	1090,95	897,88		0,00	994,42
3		187,01	897,88	710,87		0,00	804,38
4		216,52	710,87	494,35	1093,22	0,00	602,61
1	nov-17	196,79	1587,57	1390,78		1093,22	1489,17
2		196,77	1390,78	1194,01		0,00	1292,39
3		195,53	1194,01	998,47		0,00	1096,24
4		182,42	998,47	816,05		0,00	907,26
1	dic-17	181,59	816,05	634,45		0,00	725,25
2		193,92	634,45	440,53	1093,22	0,00	537,49
3		193,90	1533,75	1339,85		1093,22	1436,80
4		209,15	1339,85	1130,70		0,00	1235,28
1	ene-18	200,88	1130,70	929,82		0,00	1030,26
2		199,74	929,82	730,08		0,00	829,95
3		194,27	730,08	535,81	1093,22	0,00	632,95
4		212,18	1629,03	1416,85		1093,22	1522,94
1	feb-18	212,47	1416,85	1204,39		0,00	1310,62
2		194,65	1204,39	1009,74		0,00	1107,06
3		189,56	1009,74	820,18		0,00	914,96
4		186,84	820,18	633,34		0,00	726,76
1	mar-18	198,72	633,34	434,62	1093,22	0,00	533,98
2		181,57	1527,84	1346,27		1093,22	1437,06
3		198,38	1346,27	1147,89		0,00	1247,08
4		194,15	1147,89	953,74		0,00	1050,81
1	abr-18	194,87	953,74	758,86		0,00	856,30
2		183,41	758,86	575,46		0,00	667,16
3		200,49	575,46	374,96	1093,22	0,00	475,21
4		195,44	1468,18	1272,74		1093,22	1370,46
1	may-18	210,97	1272,74	1061,78		0,00	1167,26
2		205,85	1061,78	855,93		0,00	958,85
3		195,47	855,93	660,45		0,00	758,19
4		199,72	660,45	460,74	1093,22	0,00	560,59
<b>Inventario promedio</b>							<b>969,56</b>

Ingrediente B024							
Semana	Mes	Consumo semanal	Inventario Inicial	Inventario Final	Pedido	Llega	Inventario Prom
4	may-17					0	0,00
1	jun-17	154,56	374,05	219,49	374,05	374,05	296,77
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	jul-17	173,47	219,49	46,01		0,00	132,75
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	ago-17	172,48	420,06	247,58	374,05	374,05	333,82
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	sep-17	167,41	247,58	80,17		0,00	163,88
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	oct-17	148,54	454,22	305,68	374,05	374,05	379,95
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	nov-17	155,41	305,68	150,27		0,00	227,98
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	dic-17	178,27	524,32	346,05	374,05	374,05	435,19
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	ene-18	161,01	346,05	185,04		0,00	265,55
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	feb-18	162,03	559,09	397,06		374,05	478,08
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	mar-18	169,68	397,06	227,38	374,05	0,00	312,22
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	abr-18	172,09	227,38	55,29		0,00	141,33
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	may-18	180,74	429,34	248,59	374,05	374,05	338,97
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
<b>Inventario promedio</b>							<b>269,73</b>

Empaque SAC20							
Semana	Mes	Consumo semanal	Inventario Inicial	Inventario Final	Pedido	Llega	Inventario Prom
4	may-17					0	0,00
1	jun-17	1080,08	2770,64	1690,56	2770,64	2770,64	2230,60
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	jul-17	1097,78	1690,56	592,78		0,00	1141,67
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	ago-17	1119,20	3363,42	2244,22	2770,64	2770,64	2803,82
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	sep-17	1127,74	2244,22	1116,48		0,00	1680,35
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	oct-17	1073,86	3887,12	2813,26		2770,64	3350,19
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	nov-17	1078,56	2813,26	1734,70	2770,64	0,00	2273,98
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	dic-17	1128,35	1734,70	606,35		0,00	1170,53
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	ene-18	1112,68	3376,99	2264,31	2770,64	2770,64	2820,65
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	feb-18	1105,94	2264,31	1158,37		0,00	1711,34
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	mar-18	1073,92	3929,01	2855,09		2770,64	3392,05
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	abr-18	1077,30	2855,09	1777,79	2770,64	0,00	2316,44
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	may-18	1022,11	1777,79	755,68		0,00	1266,74
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
						<b>Inventario promedio</b>	<b>2012,18</b>



Empaque BIB CARTÓN-CUERPO-TAPAS(x2)							
Semana	Mes	Consumo semanal	Inventario Inicial	Inventario Final	Pedido	Llega	Inventario Prom
4	may-17		353	297		0	325,00
1	jun-17	48,16	297,00	248,84		0,00	272,92
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	jul-17	41,49	248,84	207,35		0,00	228,10
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	ago-17	47,98	323,05	275,07	115,70	115,70	299,06
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	sep-17	46,25	275,07	228,82		0,00	251,94
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	oct-17	44,54	228,82	184,28		0,00	206,55
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	nov-17	43,13	299,98	256,85	115,70	115,70	278,42
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	dic-17	46,28	256,85	210,58		0,00	233,71
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	ene-18	45,89	210,58	164,68		0,00	187,63
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	feb-18	45,06	280,38	235,33	115,70	115,70	257,85
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	mar-18	47,25	235,33	188,07		0,00	211,70
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	abr-18	43,37	188,07	144,70		0,00	166,38
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	may-18	45,83	260,40	214,57		115,70	237,48
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
<b>Inventario promedio</b>							<b>242,83</b>

# APÉNDICE F

Simulación aplicando el Modelo Q con los datos del año 2016

Ingrediente B005							
Semana	Mes	Consumo semanal	Inventario Inicial	Inventario Final	Pedido	Llega	Inventario Prom
4	feb-16		6720	2783	11397,15		4751,50
13	mar-16	1860,00	14180,15	12320,15		11397,15	13250,15
14		4420,00	12320,15	7900,15	11397,15	0,00	10110,15
15		6985,00	19297,30	12312,30		11397,15	15804,80
16		1315,00	12312,30	10997,30		0,00	11654,80
17	abr-16	5593,80	10997,30	5403,50	11397,15	0,00	8200,40
18		4122,00	16800,65	12678,65		11397,15	14739,65
19		1850,00	12678,65	10828,65		0,00	11753,65
20		1915,00	10828,65	8913,65	11397,15	0,00	9871,15
21	may-16	6631,00	20310,80	13679,80		11397,15	16995,30
22		7668,00	13679,80	6011,80	11397,15	0,00	9845,80
23		4986,00	17408,95	12422,95		11397,15	14915,95
24		2910,00	12422,95	9512,95	11397,15	0,00	10967,95
25	jun-16	8449,00	20910,10	12461,10		11397,15	16685,60
26		862,00	12461,10	11599,10		0,00	12030,10
27		5502,00	11599,10	6097,10	11397,15	0,00	8848,10
28		0,00	17494,25	17494,25		11397,15	17494,25
29	jul-16	7772,00	17494,25	9722,25		0,00	13608,25
30		4465,00	9722,25	5257,25	11397,15	0,00	7489,75
31		4203,00	16654,40	12451,40		11397,15	14552,90
32		4323,00	12451,40	8128,40	11397,15	0,00	10289,90
33	ago-16	2030,00	19525,55	17495,55		11397,15	18510,55
34		5158,00	17495,55	12337,55		0,00	14916,55
35		4247,00	12337,55	8090,55	11397,15	0,00	10214,05
36		6543,00	19487,70	12944,70		11397,15	16216,20
37	sep-16	1854,90	12944,70	11089,80		0,00	12017,25
38		2428,00	11089,80	8661,80	11397,15	0,00	9875,80
39		2683,00	20058,95	17375,95		11397,15	18717,45
40		7437,00	17375,95	9938,95		0,00	13657,45
41	oct-16	0,00	9938,95	9938,95		0,00	9938,95
42		4625,00	9938,95	5313,95	11397,15	0,00	7626,45
43		2435,00	16711,10	14276,10		11397,15	15493,60
44		4503,00	14276,10	9773,10		0,00	12024,60
45	nov-16	3080,00	9773,10	6693,10	11397,15	0,00	8233,10
46		3615,00	18090,25	14475,25		11397,15	16282,75
47		3230,00	14475,25	11245,25		0,00	12860,25
48		3289,00	11245,25	7956,25	11397,15	0,00	9600,75
49		2398,00	19353,40	16955,40		11397,15	18154,40
<b>Inventario promedio</b>							<b>12584,22</b>

Ingrediente B050							
Semana	Mes	Consumo semanal	Inventario Inicial	Inventario Final	Pedido	Llega	Inventario Prom
4	dic-15			2046		0	1023,00
1	ene-16	1084,30	3781,68	2697,38	1735,68	1735,68	3239,53
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	feb-16	1278,60	2697,38	1418,78		0,00	2058,08
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	mar-16	1076,30	3154,46	2078,16	1735,68	1735,68	2616,31
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	abr-16	1040,50	2078,16	1037,66		0,00	1557,91
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	may-16	1187,6	2773,34	1585,74	1735,68	1735,68	2179,54
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	jun-16	1139,9	1585,74	445,84		0,00	1015,79
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	jul-16	976	2181,52	1205,52	1735,68	1735,68	1693,52
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	ago-16	847,5	1205,52	358,02		0,00	781,77
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	sep-16	732,5	2093,70	1361,20	1735,68	1735,68	1727,45
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	oct-16	667,3	1361,20	693,90		0,00	1027,55
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	nov-16	607,5	2429,58	1822,08	1735,68	1735,68	2125,83
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
<b>Inventario promedio</b>							<b>1753,86</b>

Ingrediente B021							
Semana	Mes	Consumo semanal	Inventario Inicial	Inventario Final	Pedido	Llega	Inventario Prom
4	dic-15			436	1093,70	0	218,00
1	ene-16	157,25	1529,70	1372,45		1093,70	1451,08
2		157,25	1372,45	1215,20		0,00	1293,83
3		157,25	1215,20	1057,95		0,00	1136,58
4		157,25	1057,95	900,70		0,00	979,33
1	feb-16	228,75	900,70	671,95		0,00	786,33
2		228,75	671,95	443,20	1093,70	0,00	557,58
3		228,75	1536,90	1308,15		1093,70	1422,53
4		228,75	1308,15	1079,40		0,00	1193,78
1	mar-16	219,50	1079,40	859,90		0,00	969,65
2		219,50	859,90	640,40		0,00	750,15
3		219,50	640,40	420,90	1093,70	0,00	530,65
4		219,50	1514,60	1295,10		1093,70	1404,85
1	abr-16	187,75	1295,10	1107,35		0,00	1201,23
2		187,75	1107,35	919,60		0,00	1013,48
3		187,75	919,60	731,85		0,00	825,73
4		187,75	731,85	544,10		0,00	637,98
1	may-16	253,50	544,10	290,60	1093,70	0,00	417,35
2		253,50	1384,30	1130,80		1093,70	1257,55
3		253,50	1130,80	877,30		0,00	1004,05
4		253,50	877,30	623,80		0,00	750,55
1	jun-16	406,25	623,80	217,55	1093,70	0,00	420,68
2		406,25	1311,25	905,00		1093,70	1108,13
3		406,25	905,00	498,75	1093,70	0,00	701,88
4		406,25	1592,45	1186,20		1093,70	1389,33
1	jul-16	283,25	1186,20	902,95		0,00	1044,58
2		283,25	902,95	619,70		0,00	761,33
3		283,25	619,70	336,45	1093,70	0,00	478,08
4		283,25	1430,15	1146,90		1093,70	1288,53
1	ago-16	253,00	1146,90	893,90		0,00	1020,40
2		253,00	893,90	640,90		0,00	767,40
3		253,00	640,90	387,90	1093,70	0,00	514,40
4		253,00	1481,60	1228,60		1093,70	1355,10
1	sep-16	209,00	1228,60	1019,60		0,00	1124,10
2		209,00	1019,60	810,60		0,00	915,10
3		209,00	810,60	601,60		0,00	706,10
4		209,00	601,60	392,60	1093,70	0,00	497,10
1	oct-16	98,00	1486,30	1388,30		1093,70	1437,30
2		98,00	1388,30	1290,30		0,00	1339,30
3		98,00	1290,30	1192,30		0,00	1241,30
4		98,00	1192,30	1094,30		0,00	1143,30
1	nov-16	161,25	1094,30	933,05		0,00	1013,68
2		161,25	933,05	771,80		0,00	852,43
3		161,25	771,80	610,55		0,00	691,18
4		161,25	610,55	449,30		0,00	529,93
<b>Inventario promedio</b>							<b>936,51</b>

Ingrediente B024							
Semana	Mes	Consumo semanal	Inventario Inicial	Inventario Final	Pedido	Llega	Inventario Prom
4	dic-15			2000		0	1000,00
1	ene-16	296,50	2000,00	1703,50		0,00	1851,75
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	feb-16	367,2	1703,50	1336,30		0,00	1519,90
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	mar-16	462,2	1336,30	874,10		0,00	1105,20
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	abr-16	280	874,10	594,10	474,30	0,00	734,10
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	may-16	310	594,10	284,10		0,00	439,10
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	jun-16	254,8	758,40	503,60	474,30	474,30	631,00
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	jul-16	290,2	503,60	213,40		0,00	358,50
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	ago-16	327	687,70	360,70	474,30	474,30	524,20
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	sep-16	287,00	360,70	73,70		0,00	217,20
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	oct-16	155,1	548,00	392,90	474,30	474,30	470,45
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	nov-16	186,8	392,90	206,10		0,00	299,50
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
						<b>Inventario promedio</b>	<b>762,58</b>

Empaque SAC20							
Semana	Mes	Consumo semanal	Inventario Inicial	Inventario Final	Pedido	Llega	Inventario Prom
4	dic-15			2800		0	1400,00
1	ene-16	1355,00	6109,39	4754,39		3309,39	5431,89
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	feb-16	1900,00	4754,39	2854,39	3309,39	0,00	3804,39
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	mar-16	1050	2854,39	1804,39		0,00	2329,39
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	abr-16	2115	5113,78	2998,78	3309,39	3309,39	4056,28
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	may-16	2100	2998,78	898,78		0,00	1948,78
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	jun-16	1650	4208,17	2558,17	3309,39	3309,39	3383,17
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	jul-16	1000	2558,17	1558,17		0,00	2058,17
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	ago-16	2190,00	4867,56	2677,56	3309,39	3309,39	3772,56
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	sep-16	1800,00	2677,56	877,56		0,00	1777,56
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	oct-16	1900,00	4186,95	2286,95	3309,39	3309,39	3236,95
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	nov-16	1399,00	2286,95	887,95		0,00	1587,45
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
<b>Inventario promedio</b>							<b>2898,88</b>

Empaque BIB CARTÓN-CUERPO-TAPAS(x2)							
Semana	Mes	Consumo semanal	Inventario Inicial	Inventario Final	Pedido	Llega	Inventario Prom
4	dic-15			385		0	192,50
1	ene-16	50,00	385,00	335,00		0,00	360,00
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	feb-16	75,00	335,00	260,00	124,43	0,00	297,50
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	mar-16	80,00	260,00	180,00		0,00	220,00
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	abr-16	15,00	180,00	165,00		0,00	172,50
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	may-16	0,00	289,43	289,43		124,43	289,43
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	jun-16	64,00	289,43	225,43	124,43	0,00	257,43
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	jul-16	60,00	225,43	165,43		0,00	195,43
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	ago-16	67,00	165,43	98,43		0,00	131,93
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	sep-16	67,00	222,86	155,86	124,43	124,43	189,36
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	oct-16	41,00	155,86	114,86		0,00	135,36
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
1	nov-16	44,00	114,86	70,86		0,00	92,86
2						0,00	
3						0,00	
4						0,00	
<b>Inventario promedio</b>							<b>211,19</b>


# APÉNDICE G

## Procedimiento para aplicar la política de inventario

1. Cuando el nivel de inventario llegue al punto de reorden (PRO) se debe realizar el pedido con la cantidad establecida como  $q^*$ .

q* de B005	
Costo de pedir (A) (\$)	96
Demanda mensual (D) (kg)	16924,60
Costo mensual de mantener en inventario (I) (%)	0,021
Costo unitario (C) (\$/kg)	1,1
q* (kg)	11860,52


Cantidad óptima de pedido al momento que el nivel de inventario llegue al punto de reorden PRO



2. El PRO indica el momento que se debe hacer pedido para no tener exceso ni escasez en los ingredientes y empaques tipo A.

Stock de seguridad y Punto de reorden	
m* $L_t$	4231,15
SS= z*s(Lt)	3214,40
PRO	7445,55

PRO conocido como punto de reorden. Es el que indica el momento en que se debe hacer el pedido para no tener escasez



3. El Stock de seguridad, es la cantidad de inventario que se debe mantener para casos de emergencia donde exista retrasos inesperados con las entregas de inventario por parte de los proveedores.

Stock de seguridad y Punto de reorden	
m* $L_t$	4231,15
SS= z*s(Lt)	3214,40
PRO	7445,55

SS es el stock de seguridad o inventario mínimo que se debe mantener en inventario y no debe consumirse

