

Optimization model for planning supply beauty products

Kleber F. Barcia, Ph.D.¹, Patricio F. Vizuete, M.Eng.², Víctor H. González, Ph.D.¹

¹Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Ecuador, kbarcia@espol.edu.ec, vgonzal@espol.edu.ec

²Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Ecuador, pvizuete@espol.edu.ec

Abstract— *This study belongs to the logistics area, specifically to the inventory management, which finds its application in the supply chain of a distributor and marketer of beauty products located in the city of Guayaquil. In this company, inventories are considered the largest capital investment, generating costs for their maintenance and control. Therefore, the purpose of this study is to design inventory management policies, in order to properly manage the inventories of the company, seeking to minimize costs and improve the level of customer service. In order to maintain control over the products, the ABC classification method was applied, then with the demand forecasting theory, the inventory review model was proposed to solve supply problems, finally certain action plans were recommended that contemplate the activities and means for the achievement of its objectives set by the company in the short and long term.*

Keywords- *Logistics, inventory system, demand forecast, ABC control method.*

Digital Object Identifier (DOI):<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.229>

ISBN: 978-0-9993443-1-6

ISSN: 2414-6390

Modelo de optimización para la planificación de abastecimiento de productos de belleza

Kleber F. Barcia, Ph.D.¹, Patricio F. Vizuite, M.Eng.², Víctor H. González, Ph.D.¹

¹Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Ecuador, kbarcia@espol.edu.ec, vgonzal@espol.edu.ec

²Escuela Superior Politécnica del Litoral, ESPOL, Ecuador, pvizuite@espol.edu.ec

Abstract - This study belongs to the logistics area, specifically to the inventory management, which finds its application in the supply chain of a distributor and marketer of beauty products located in the city of Guayaquil. In this company, inventories are considered the largest capital investment, generating costs for their maintenance and control. Therefore, the purpose of this study is to design inventory management policies, in order to properly manage the inventories of the company, seeking to minimize costs and improve the level of customer service. In order to maintain control over the products, the ABC classification method was applied, then with the demand forecasting theory, the inventory review model was proposed to solve supply problems, finally certain action plans were recommended that contemplate the activities and means for the achievement of its objectives set by the company in the short and long term.

Keywords - Logistics, inventory system, demand forecast, ABC control method.

Resumen – Este estudio pertenece al área logística, específicamente a la administración de inventarios, el cual encuentra su aplicación en la cadena de abastecimientos de una empresa distribuidora y comercializadora de productos de belleza ubicada en la ciudad de Guayaquil. En esta empresa los inventarios son considerados como la mayor inversión de capital, generando costos por su mantenimiento y control. Por ende el propósito de este estudio es el de diseñar políticas de gestión de inventarios, con la finalidad de administrar de manera idónea los inventarios de la empresa, buscando minimizar los costos y mejorar el nivel de servicio de los clientes. Para mantener un control sobre los productos se procedió a aplicar el método de clasificación ABC, luego con la teoría de pronóstico de la demanda se planteó el modelo de revisión de inventarios, con la finalidad de solucionar las problemáticas de abastecimiento, finalmente se recomendaron ciertos planes de acción que contemplan las actividades y los medios para el logro de sus objetivos planteados por la empresa de corto y largo plazo.

Palabras claves – Logística, sistema de inventario, pronóstico de demanda, método de control ABC.

I. INTRODUCCIÓN

Las organizaciones actuales consideran a la logística como un medio importante para el desarrollo de sus actividades, empresas como las comerciales e industriales, entre otras, la utilizan como fuente de generación de resultados tanto en aspectos cuantitativos como cualitativos, la cual se incluye dentro de programas de acción para la mejora de sus procesos, debido a que los costos logísticos representan el 25% del costo total de los productos. Además, una buena gestión logística

permite a las empresas mejorar la calidad de servicio al cliente [1]. La logística es un modelo de planificación que permite reducir la incertidumbre en un futuro desconocido, en la cual se manejan los inventarios.

Los inventarios se definen como bienes ociosos almacenados a la espera de ser utilizados. En la actualidad muchas organizaciones comerciales, han comprendido que al mejorar sus inventarios mejoran todos sus movimientos económicos, internos y externos, y logran satisfacer las necesidades de sus clientes. Esta búsqueda ha permitido la actualización en sus métodos de trabajo, haciendo más eficientes sus sistemas de inventarios al notar los beneficios que esto produce. Las empresas que no se han interesado en la búsqueda de estas mejoras, se han sumergido en graves problemas en sus procesos de compra-venta y en consecuencia, incremento de sus costos y una gran caída de clientes.

Cualquier empresa que tenga como finalidad el comercio de productos terminados, y tenga entre sus metas mantener al mínimo el riesgo de pérdida de dinero, debe poner en práctica un sistema logístico eficaz como herramienta necesaria en sus procesos que permita cumplir y satisfacer la demanda.

Considerando la situación actual de la empresa en estudio, el manejo de las operaciones logísticas está basado en la experiencia, lo que ha llevado a una situación caótica en la administración de inventarios, provocando situaciones comprometedoras y serios problemas, a los cuales se buscarán respuestas en esta investigación:

- 1) No posee un procedimiento adecuado que permita predecir las posibles futuras ventas que podría tener la empresa a corto o largo plazo.
- 2) No cuenta con un modelo o políticas definidas de inventario (cuando y cuanto pedir), que permita abastecer eficientemente en cantidades óptimas los productos que comercializa la empresa.
- 3) No existe una clasificación de productos, es decir se desconoce cuáles y cuántos son los de alta, mediana y baja rotación.
- 4) Cabe mencionar que tampoco se cuenta con procedimientos de seguridad e higiene para la prevención de posibles accidentes, que pueden originar los productos inflamables como los aerosoles.

La carencia de políticas de inventario adecuadas está produciendo efectos negativos en la empresa, como lo es, por ejemplo una demanda insatisfecha que trae como consecuencia la pérdida de clientes y no permite que sean captados nuevos clientes.

Las actividades internas de la bodega matriz han estado en constante innovación en estos últimos años, estas innovaciones

Digital Object Identifier (DOI): <http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2018.1.1.229>

ISBN: 978-0-9993443-1-6

ISSN: 2414-6390

16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology: “Innovation in Education and Inclusion”, 18-20 July 2018, Lima, United States.

han estado alejadas de métodos o análisis técnicos, que son utilizados en otras empresas y que han dado buenos resultados, tanto en las áreas operativas (recepción y despacho) como también en la financiera (reducción de costos).

Las suposiciones de las cuales se parte para el desarrollo del presente proyecto son las siguientes:

- 1) El nivel de servicio puede ser mejorado, ya que los productos requeridos a los proveedores no llegan en el tiempo oportuno y en las cantidades solicitadas.
- 2) Los principales productos no cuentan con un manejo adecuado de su inventario.

Esto permite afirmar que este estudio ayudará a:

- 1) Medir y optimizar el nivel de servicio de la empresa en el abastecimiento de los productos, esto mediante la cantidad óptima de inventario.
- 2) Pronosticar la demanda de los productos más representativos o estrella, en cuanto al volumen de ventas.
- 3) Mejorar la forma operativa actual de la empresa, en cuanto al aprovisionamiento de los productos.
- 4) Reducir los costos operativos de la empresa, en lo referente a la operación, almacenamiento, pérdida de ventas y caducidad de productos.

El desarrollo de este proyecto permitirá responder a las siguientes inquietudes:

- 1) Como planificar los abastecimiento de mercadería para obtener un nivel de servicio óptimo con los clientes.
- 2) Cuál es la tendencia de ventas de los clientes en función de pronóstico de la demanda.
- 3) Como mejorar la rentabilidad de la empresa.

Se conoce que el sistema de aprovisionamiento de los productos de la empresa en estudio, del sector local, se realiza vía terrestre, mientras que para los importados se realiza desde diferentes países por vía marítima. El no satisfacer la demanda de los clientes debido a los retrasos en la llegada de los contenedores, ha generado serios problemas en la cadena de abastamiento, lo que ha sido un tema preocupante para la empresa.

A. *Objetivo General*

Proponer un modelo de abastecimiento para la mejora del ciclo logístico de la empresa de productos de belleza, que permita solucionar un problema de manejo de inventario, utilizando métodos estadísticos y de gestión, así como conocimientos informáticos para la optimización de los procesos en el área de abastecimiento.

II. METODOLOGÍA

La metodología incluye la descripción de la situación actual de la empresa, la selección de los productos, parámetros y variables, para posteriormente entrar a la etapa de desarrollo y aplicación de modelos de inventario, ver Fig. 1.

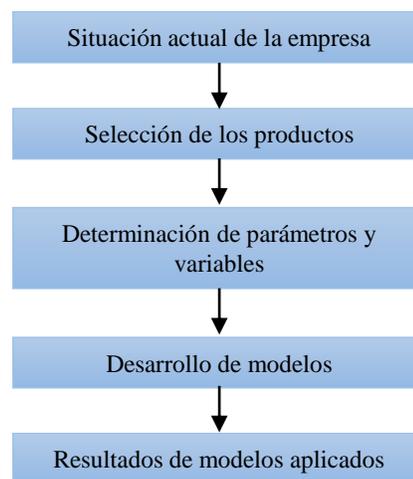


Fig. 1 Metodología del estudio

A. *Situación actual de la empresa*

Las operaciones logísticas de la empresa son dirigidas en base a la experiencia de personas que conforman dicho departamento, provocando una situación crítica en el manejo y control de inventarios, lo que ha hecho incurrir en serios problemas en la elaboración de órdenes de compra de mercadería para el abastecimiento de sus bodegas y cumplimiento de la demanda, lo que ha ocasionado insatisfacción y hasta pérdida de clientes, debido al mal servicio, debido a que los pedidos llegan tarde o incompletos a los puntos de entrega.

La administración y control de las bodegas está bajo la responsabilidad del departamento logístico, el cual tiene las siguientes funciones principales:

- 1) Planificación y toma de inventarios.
- 2) Elaboración de pronósticos de la demanda.
- 3) Planificación de compras.
- 4) Planificación de la distribución.

Al inicio de sus actividades la empresa contaba con ocho pequeñas bodegas, toda su mercadería estaba dispersa y sin contar con un control adecuado en sus ingresos y egresos de mercadería, por ende el manejo de sus inventarios era deplorable, lo que ocasionaba pérdidas en las ventas debido al faltante de mercadería, retraso en los despachos de pedidos, así como también retrasos y errores en la elaboración de nuevas órdenes de compra.

Con el continuo crecimiento de las ventas, el espacio de las bodegas se fue reduciendo y exigiendo más un óptimo control de inventario de cada uno de los ítems, por lo que se decidió centralizar toda la mercadería en una sola bodega matriz, con el propósito de solicitar y almacenar tan solo la cantidad necesaria, evitando quiebres de stock y excesos de productos. También se dejó una bodega llamada pulmón con el objetivo de abastecer a cuatro almacenes que se encuentran al su rededor, donde dos de estos son considerados los de mayor venta para la empresa.

Desde la bodega matriz se realizan todos los despachos de pedidos para clientes de afuera y adentro de la ciudad. Para la entrega a clientes locales la empresa cuenta con tres camiones propios que ofrecen un servicio puerta a puerta, mientras que para la entrega de clientes de otras provincias se envía por medio de empresas de transporte.

La infraestructura de la bodega matriz cuenta con racks de cinco niveles de alto y dos de profundidad para el almacenamiento de pallets, mientras que la bodega pulmón posee perchas para la colocación de cartones, lo que garantiza un adecuado almacenamiento y conservación de los productos. Todas las ubicaciones de las bodegas están debidamente identificadas. Estas infraestructuras han brindado grandes beneficios a la empresa como el tener suficiente espacio para la recepción y almacenamiento de mercadería, lo que permite que los productos se conserven de mejor manera, mejorando los tiempos en el despacho de pedidos y un oportuno abastecimiento hacia sus almacenes, hechos que se pudieron comprobar en el incremento de las ventas y reducción de horas extras.

La bodega matriz en donde se recibe, almacena y distribuye los productos de belleza de la empresa, está sujeta a políticas que han sido implementadas por gerencia.

Políticas de compras:

- 1) Las compras de productos para la venta, deben ser canalizados por el departamento de compras, donde el jefe de compras es el encargado de dar seguimiento a todos los procesos de compra tanto locales como de importación.
- 2) Toda orden de compra que no sea aprobada o autorizada por el departamento de compras, será cancelada.

Políticas de rotación de inventario:

- 1) La rotación del inventario debe seguir el sistema de control FIFO (primero en entrar primero en salir).
- 2) Los productos en mal estado son separados y ubicados en el área de productos no conformes.
- 3) Los productos deben ser separados por líneas o categorías.

Políticas de recepción:

- 1) Los únicos documentos que habilitan la recepción de mercadería son las órdenes de compra o transferencia.
- 2) El abastecimiento de mercadería desde las bodegas hacia los almacenes debe ser máximo en 24 horas.
- 3) La recepción de un proveedor debe ser programado por el departamento de compras con 48 horas de anticipación.
- 4) Cualquier devolución de mercadería no conforme detectada en la recepción debe ser reportada inmediatamente.

Políticas de despacho:

- 1) Los pedidos deben ser entregados en su totalidad, teniendo como base una entrega mínima del 95% del mismo.
- 2) Todo pedido debe ser despachado con una orden de venta.

- 3) Los únicos documentos válidos para la entrega de la mercadería son: facturas y guías de remisión.
- 4) Cualquier tipo de devolución de un pedido entregado, debe ser reportada máximo en 72 horas luego de su recepción.

Hace pocos años la empresa fusionó sus actividades con otra compañía que distribuye productos de peluquería y spa, lo que provocó el aumento del número de ítems y el reabastecimiento de mercadería, por lo que se decidió elaborar un modelo óptimo de pedidos que permita calcular el abastecimiento de 1.100 ítems que comercializa la empresa, con el propósito de evitar los quiebres de stock, motivo que ocasiona pérdida en las ventas y clientes.

La cadena de valor de la empresa para la comercialización de sus productos de belleza, está estructurada por varias etapas, donde cada una de ellas tiene un valor importante dentro de la misma: planificación, compras, recepción, almacenamiento, despacho, entre otros, ver Fig. 2. En lo referente a los proveedores se encuentran definidos dos grandes grupos como son los nacionales y de importación.

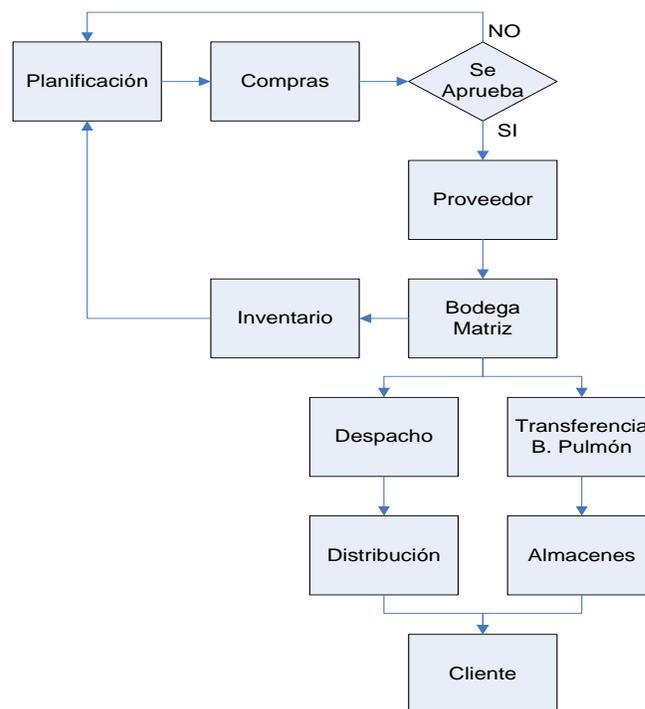


Fig. 2 Cadena de valor de la empresa

En cuanto a proveedores nacionales, la empresa cuenta con varios proveedores. Se ha podido apreciar un incremento en el volumen de compras en los últimos años, debido a ciertos factores que han provocado que la demanda en los almacenes de la empresa se incremente, como es el caso del aumento de los aranceles de los productos importados.

B. Selección de productos

En este estudio se consideran los productos de mayor rotación, esta decisión se basa en las ventas principales de sus productos estrella, los que se encuentran dentro del 80% de las ventas, y por consiguiente son la base operativa y comercial de la empresa [2].

Para la realización de la clasificación ABC según la demanda, se obtuvieron las ventas de cada uno de los ítems que maneja la empresa, ver tabla I y Fig. 3.

TABLA I
CLASIFICACIÓN ABC DE PRODUCTOS

CLASIFICACIÓN	No. DE ARTÍCULOS	% VENTAS	% ARTÍCULOS
A	72	79.6	6.4
B	235	15.1	20.9
C	797	5.3	72.7
TOTAL	1104	100	100

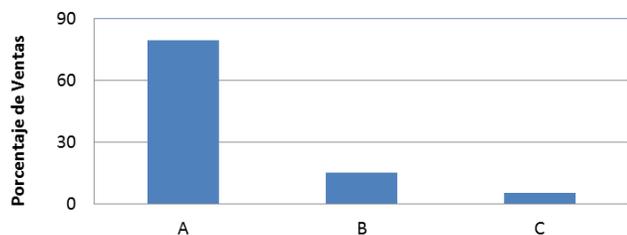


Fig. 3 Clasificación ABC de productos

De los productos tipo A, se seleccionaron 5 productos con mayor participación en las ventas y con mayor problema de abastecimiento. Por ser productos con gran volumen de ventas, su demanda no es ocasional o de temporadas, por lo tanto siguen un patrón de ventas relativamente estable a través del tiempo, ver tabla II.

TABLA II
PRODUCTOS DE MAYOR VOLUMEN DE VENTA

No.	DESCRIPCION	VENTAS		
		PRECIO	UNIDADES	MONTO
1	TINTE NEGRO 64 ML.	\$3,58	74.265	\$265.868,70
2	GEL LILA 120 GR	\$0,93	225.920	\$210.105,60
3	TINTE NEGRO AZULADO 64 ML.	\$3,65	52.641	\$192.139,65
4	GEL ROJO 120 GR	\$0,91	189.172	\$172.146,52
5	DECOLORANTE SACHET 25 GR.	\$2,74	14.099	\$38.631,26

C. Determinación de parámetros y variables

Actualmente la empresa no utiliza ningún método formal ni estandarizado para decidir cuándo y cuánto pedir de cada producto para reabastecer su inventario. Además como se mencionó anteriormente, estas decisiones tampoco se basan en una predicción de demanda formal basada en un modelo matemático.

1) Determinación de la demanda: se dispone de datos de ventas mensuales de los productos seleccionados que corresponde a 36 meses. Sin embargo y por las características de estos productos, se pueden utilizar los métodos por serie de

tiempo para pronosticar su demanda. Los métodos por serie de tiempo trabajan bajo el supuesto que los patrones de demanda del pasado se pueden proyectar para realizar un pronóstico de la demanda futura. Los datos de venta reflejan la demanda, excepto cuando hay quiebres de inventario, en esas situaciones no hay ventas, pero no significa que no haya existido demanda, por esta razón se necesita corregir los datos de venta en los periodos donde existieron quiebres de inventario para que éstos reflejen la mejor demanda.

Para esos meses de quiebre de inventario se decidió reemplazar los valores de sus ventas por el promedio de meses anteriores del mismo año, al cual se le llamará venta corregida para dicho mes.

En la Fig. 4 se puede apreciar que el producto decolorante sachet disminuye sus ventas de los meses 6, 12, 21 y 31, lo que se considera como quiebres de inventario. La Fig. 5 corresponde a las ventas corregidas, se puede observar el efecto que tienen los datos en la aplicación del procedimiento. Además, con este método se pudo estimar las ventas perdidas en unidades debido a quiebres de inventario para cada producto en estudio dentro de un periodo de evaluación.

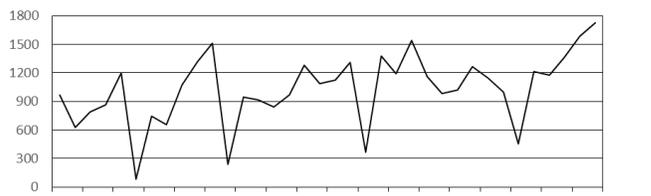


Fig. 4 Venta histórica. Decolorante Sachet

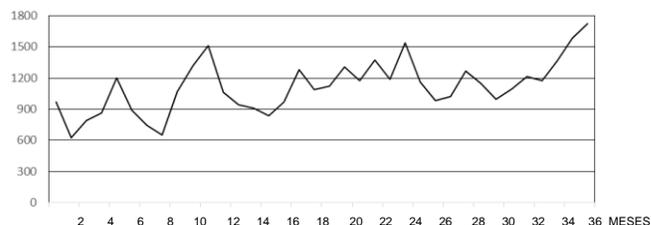


Fig. 5 Venta corregida. Decolorante sachet

2) Determinación de costo de inventario: la información proporcionada por el departamento de contabilidad de la empresa agrupa los rubros correspondientes a los componentes al costo de ordenar y mantener el inventario. Estos costos corresponden al desglose de cuentas, las cuales se agrupan de acuerdo al gasto incurrido por cada uno de los departamentos de manera proporcional. Esto se logra gracias al sistema de información que determina el consumo de recursos en el cual incurre cada departamento durante sus operaciones. Además cabe mencionar que la tasa de interés anual de mantener un inventario en la bodega es del 24%, ver tabla III.

3) Análisis del tiempo de reposición por producto: el conocimiento del tiempo de reposición es un factor elemental al momento de establecer las políticas de gestión de inventario. La determinación del comportamiento del tiempo de reposición, es

una de las principales características a considerar para proponer el modelo de inventario y fijar los controles del mismo.

TABLA III
DESCRIPCIÓN DE COSTOS DE PRODUCTOS

ITEM	Costo Unitario (\$/u)	Costo Ordenar (\$/pedido)
TINTE NEGRO 64 ML.	\$ 1,35	\$ 637,58
GEL LILA 120 GR	\$ 0,48	\$ 361,40
TINTE NEGRO AZULADO 64 ML.	\$ 1,39	\$ 637,58
GEL ROJO 120 GR	\$ 0,46	\$ 361,40
DECOLORANTE SACHET 25 GR	\$ 1,21	\$ 251,49

Es muy importante conocer este tiempo, ya que si este presenta un comportamiento variable o constante, se deberá mantener o no existencias de seguridad, con la finalidad de evitar los faltantes.

Los datos de la tabla IV representan una estimación de los tiempos de reposición incurridos por los artículos seleccionados para el análisis, esta estimación está aprobada bajo el criterio del departamento logístico de la empresa, la cual maneja esta delicada tarea basada en su experiencia y conocimiento empírico sobre el proceso. Por ejemplo el proveedor de una marca líder dentro de la organización, posee acuerdos en relación al tiempo de entrega de los productos requeridos, donde el tiempo promedio convenido es de tres meses.

TABLA IV
TIEMPO DE REPOSICIÓN DE PRODUCTOS

ITEM	Tiempo Reposición (meses)	Media (Meses)	Parámetro
TINTE NEGRO 64 ML.	Uniforme	3	(2.5 – 3.5)
GEL LILA 120 GR	Uniforme	2	(1.5 – 2.5)
TINTE NEGRO AZULADO 64 ML.	Uniforme	3	(2.5 – 3.5)
GEL ROJO 120 GR	Uniforme	2	(1.5 – 2.5)
DECOLORANTE SACHET 25 GR	Uniforme	3.5	(3 – 4)

4) Nivel de servicio: para el cálculo del nivel de servicio es necesario cuantificar el monto de las ventas perdidas en unidades de los productos estrella, cuando se produjo un quiebre de inventario. En la tabla V se aprecia el nivel de servicio histórico en un período de 12 meses de los diferentes productos seleccionados, apreciándose el contraste en el nivel de servicio en conjunto del gel fijador de 92%, de los tintes de 97%, mientras que el proveedor del decolorante tiene un 95%, en promedio el nivel de servicio de los proveedores que abastecen de mercadería a la empresa tendrían aproximadamente un nivel de servicio del 95%.

TABLA V
NIVEL DE SERVICIO

ITEM	Ventas Históricas	Ventas Corregidas	Diferencia	Nivel de Servicio
	Unidades	Unidades	Unidades	%
TINTE NEGRO 64 ML.	74.265	77.721	3.456	95,6
GEL LILA 120 GR	225.920	244.768	18.848	92,3
TINTE NEGRO AZULADO 64 ML.	52.641	52.641	0	100,0
GEL ROJO 120 GR	189.172	205.585	16.413	92,0
DECOLORANTE SACHET 25 GR	14.099	14.738	639	95,7
TOTAL	556.097	595.453	91.518	95.1%

D. Desarrollo de modelos

1) Pronóstico de demanda: el pronósticos se utiliza con la finalidad de hacer un análisis de las ventas de los productos que comercializa la empresa durante un periodo de tiempo, por lo que es de gran utilidad debido a que se obtiene importante información que sirve para la toma de decisiones a corto y largo plazo [3].

Para analizar el pronóstico de la demanda, se seleccionó el modelo por series de tiempo Holt Winters, dado que incorpora ecuaciones que trata con los parámetros de tendencia y estacionalidad, otras ventajas que posee este modelo es su precisión en la predicción en horizontes de corto y mediano plazo. El horizonte de predicción de 12 meses utilizado en este estudio correspondiente al período de previsión, encaja en este rango, donde el modelo obtiene su mejor desempeño. Si bien el método de Holt Winters no es un modelo simple, se adapta bien a los sistemas y recursos disponibles de la empresa.

Para realizar las predicciones, se escogieron los datos de ventas de 36 meses. Para seleccionar las constantes de suavización se tomó como criterio el valor que minimice el error medio cuadrático (MSE). Esto fue posible gracias a la extensión del software llamado “R”. Esta extensión es un optimizador al cual se le entregó como función objetivo el MSE, tomando como variable las constantes o parámetros de suavización. Las restricciones que se impusieron fueron que estas constantes de suavización estuvieran acotadas entre cero y uno. La razón para elegir minimizar el error cuadrático medio (MSE) y no el error medio porcentual (MAPE), fue que el primero tiene directa relación con la magnitud del inventario de seguridad. Así, minimizando éste se pudieron disminuir los inventarios de seguridad resultantes.

El error cuadrático medio, se calculó mediante el método de Holt Winters aditivo y multiplicativo, el cual sirvió para elegir el óptimo para poder predecir los siguientes 12 meses. Con este procedimiento los resultados de las predicciones arrojaron los errores de predicción que se observan en la tabla VI [3].

TABLA VI
ERRORES DE PREDICCIÓN

No.	DESCRIPCION	MSE	
		ADITIVO	MULTIPLICATIVO
1	TINTE NEGRO 64 ML.	966.723,6	1.010.981
2	GEL LILA 120 GR	2.777.908	3.009.249
3	TINTE NEGRO AZULADO 64 ML.	132.913,2	115.841,4
4	GEL ROJO 120 GR	1.326.598	2.736.150
5	DECOLORANTE SACHET X 25 GR	10.005,79	13.566,77

Como se puede apreciar en la tabla VI, en cuatro de los cinco productos estrellas el error cuadrático aditivo es el mejor, por lo que se recomienda utilizar el método Holt Winters aditivo para predecir la demanda de los 12 meses, excepto para el tinte negro azulado que se debe utilizar el método multiplicativo.

La tabla VII presenta los pronósticos de venta de los cinco productos de la empresa, en el cual se puede apreciar que el gel lila sería el productos más vendido en cuanto a número de unidades, pero en cuanto al mayor monto en la venta, el tinte

negro es considerado como el más representativo para la empresa debido a que su costo y utilidad es mayor que el gel lila. Así mismo el tinte negro azulado sería el tercer producto más vendido para la empresa, mientras que el gel rojo y el decolorante sachet serían el cuarto y quinto artículos más vendidos respectivamente.

TABLA VII
PRONÓSTICO DE VENTAS DE UN AÑO

Meses	PRONOSTICO DE LA DEMANDA (unidades)				
	TINTE NEGRO 64 ML.	GEL LILA 120 GR	TINTE NEGRO AZULADO 64 ML.	GEL ROJO 120 GR	DECOLORANTE SACHET X 25 GR
1	5.517	20.532	4.159	16.626	1.323
2	5.859	22.048	4.170	18.884	1.371
3	6.879	20.453	4.967	17.162	1.260
4	7.936	22.567	4.851	18.923	1.459
5	7.743	22.445	5.957	19.293	1.681
6	7.280	23.144	5.114	18.942	1.554
7	9.279	24.588	6.397	18.120	1.488
8	9.692	24.371	5.487	18.619	1.405
9	8.325	25.782	6.926	18.097	1.630
10	10.177	23.714	7.023	19.732	1.895
11	11.072	25.171	7.890	23.604	1.823
12	13.716	30.375	9.611	26.334	2.028
TOTAL	103.475	285.190	72.552	234.336	18.917
PROMEDIO	8.623	23.766	6.046	19.528	1.576

2) Modelos de inventario: El analizar los modelos de aprovisionamiento de inventario, ayuda a determinar una política que permita mantener un inventario razonable de productos que comercializa la empresa, con el propósito de asegurar una operación ininterrumpida, que consiste en hacer y recibir pedidos de los proveedores en determinados volúmenes, repetidas veces y en periodos determinados:

Las políticas de inventario se definen con el objetivo de dar un buen servicio al cliente, servicio que consiste en [4] y [5]:

- Atender lo más rápido posible los pedidos requeridos por los clientes (tiempo oportuno).
- Proveer de productos sin tener carencias o faltantes (cantidad necesaria).
- Entrega de productos en el sitio solicitado (lugar preciso).
- Entregar a un costo razonable que le permita a la empresa obtener beneficios (al costo mínimo).

Esta sección desarrolla tres modelos para el manejo de cada uno de los artículos seleccionados dentro del inventario.

1. Modelo orden de lote económico (EOQ).- el modelo de lote económico busca determinar los siguientes parámetros dentro de un inventario:

Tamaño de lote optimo Q^* (unidades/pedido).

$$Q^* = \sqrt{\frac{2KD}{h}} \quad (1)$$

Tiempo entre aprovisionamientos T^* (periodo de tiempo entre la llegada de un lote y el siguiente).

$$T^* = \frac{Q^*}{D} \quad (2)$$

Número de pedidos f^* (pedidos/periodo de tiempo).

$$f^* = \frac{1}{T^*} \quad (3)$$

Puntos de nuevos pedidos R (unidades). Para aprovisionamiento inmediato $L=0$, por lo tanto $R=0$.

$$R = D * L \quad (4)$$

La función del costo total para el modelo EOQ está compuesta de la siguiente manera [2]:

$$CT = K \frac{D}{Q} + h \frac{Q}{2} + CD \quad (5)$$

Donde:

$K \frac{D}{Q}$ = Costo de adquisición de un pedido

$h = iC$ Costo de almacenamiento

$h \frac{Q}{2}$ = Costo de conservación

$C * D$ = Costo de compra

$\frac{D}{Q}$ = Número promedio de pedidos en un periodo

$\frac{Q}{D} * 360$ = Tiempo entre pedidos

$L * D$ = Punto de re orden

Se aplica el modelo, con los siguientes datos: Promedio de unidades de ventas: se dispone de los pronósticos obtenidos para los 12 meses (un año), en base a los datos históricos. Costos: costo unitario (C), costo de almacenamiento (h) y costo de pedido (K) en relación a cada producto, datos que fueron proporcionados por la empresa. Tiempo de reposición o lead time: esta dado en meses según el proveedor.

La tabla VIII resume la aplicación del modelo EOQ, donde el costo total del inventario de producto de mayor rotación (tinte negro de 64 ML.) es igual a \$ 143.232,92, esto debido a que su costo de adquisición es igual a \$ 272,44, costo de conservación es igual \$ 3.269,23, y el costo de compra es igual a \$ 139.691,25.

Además se puede apreciar que para gel lila se deberán realizar 7 pedidos de 42.304 unidades en el año, lotes que se deberán solicitar al proveedor cada 53 días. Al utilizar el método EOQ el costo total anual del inventario sería de \$ 520.547,80

2. Modelo de revisión continua (s, Q).- este modelo considera que la demanda en el tiempo de entrega se comporta como una distribución normal, determinado los siguientes parámetros:

El punto de reorden R :

$$R = D * L + s \quad (6)$$

El inventario de seguridad:

$$s = Z\sigma\sqrt{L} \quad (7)$$

Donde:

Z = nivel de servicio

σ = desviación estándar promedio de la demanda

TABLA VIII

APLICACIÓN MODELO DE INVENTARIO EOQ

TASA DE INTERÉS ANUAL (i) 24,0%

ITEM	DEMANDA (D)	COSTO UNITARIO (C)	COSTO PEDIDO (K)	COSTO ALM (h)	LEAD TIME (L)	CANT. PEDIDO (Q)
TINTE NEGRO 64 ML.	8.623	\$ 1,35	\$ 637,59	\$ 0,32	3	20.180
GEL LILA 120 GR	23.766	\$ 0,48	\$ 361,45	\$ 0,12	2	42.304
TINTE NEGRO AZULADO 64 ML.	6.046	\$ 1,39	\$ 637,59	\$ 0,33	3	16.653
GEL ROJO 120 GR	19.528	\$ 0,46	\$ 361,45	\$ 0,11	2	39.172
DECOLORANTE SACHET X 25 GR	1.576	\$ 1,21	\$ 251,72	\$ 0,29	3,5	5.727

ITEM	NUMERO PEDIDOS	TIEMPO DE APROVI.	COSTO ADQUIS.	COSTO DE CONSERV.	COSTO DE COMPRA	COSTO TOTAL
TINTE NEGRO 64 ML.	5	70	\$ 272,44	\$ 3.269,23	\$ 139.691,25	\$ 143.232,92
GEL LILA 120 GR	7	53	\$ 203,06	\$ 2.436,70	\$ 136.891,20	\$ 139.530,96
TINTE NEGRO AZULADO 64 ML.	4	83	\$ 231,48	\$ 2.777,75	\$ 100.847,28	\$ 103.856,51
GEL ROJO 120 GR	6	60	\$ 180,19	\$ 2.162,29	\$ 107.794,56	\$ 110.137,04
DECOLORANTE SACHET X 25 GR	3	109	\$ 69,29	\$ 831,51	\$ 22.889,57	\$ 23.790,37
COSTO TOTAL ANUAL			\$ 956,46	\$ 11.477,49	\$ 508.113,86	\$ 520.547,80

Es indudable que la presencia de un stock de seguridad hace que el nivel de inventarios a conservar sea mayor y por lo tanto un costo anual promedio será:

$$CT = K \frac{D}{Q} + h \left(\frac{Q}{2} + s \right) + CD \quad (8)$$

Donde:

$K \frac{D}{Q}$ = Costo de adquisición de un pedido

$h \left(\frac{Q}{2} + s \right)$ = Costo de conservación

CD = Costo de compra

Se aplica el modelo, con los siguientes datos: Promedio de unidades de ventas: se dispone de los pronósticos obtenidos para las ventas de un año en base a los datos históricos. Costos: costo unitario (C), costo de almacenamiento (h) y costo de pedido (K) en relación a cada producto, datos que fueron proporcionados por la empresa. Tiempo de reposición o lead time: esta dado en meses.

En la tabla IX se puede observar que la política de inventario del método (s, Q) para el tinte negro es, por lo tanto, ordenar 20.180 unidades tan pronto el inventario efectivo alcance un valor de 32.489 unidades, con esta política se alcanzará un nivel de servicio al cliente del 95%.

Al utilizar el método (s, Q) el costo total anual del inventario sería de \$ 697.090,88

TABLA IX

APLICACIÓN MODELO DE REVISIÓN CONTINUA (S, Q)

ITEM	DEMANDA (D)	DEV ESTAN	Tasa de Interés Anual (i) 24%				Nivel de Servicio 95% (Z) 1,645	
			COSTO UNITARIO (C)	COSTO PEDIDO (K)	COSTO ALM (h)	LEAD TIME (L)	CANT. PEDIDO (Q)	
TINTE NEGRO 64 ML.	8.623	2.324	\$ 1,35	\$ 637,59	\$ 0,32	3	20.180	
GEL LILA 120 GR	23.766	2.675	\$ 0,48	\$ 361,45	\$ 0,12	2	42.304	
TINTE NEGRO AZULADO 64 ML.	6.046	1.619	\$ 1,39	\$ 637,59	\$ 0,33	3	16.653	
GEL ROJO 120 GR	19.528	2.747	\$ 0,46	\$ 361,45	\$ 0,11	2	39.172	
DECOLORANTE SACHET X 25 GR	1.576	241	\$ 1,21	\$ 251,72	\$ 0,29	3,5	5.727	

ITEM	STOCK SEGURIDAD	PUNTO DE REORDEN (R)	COSTO ADQUIS.	COSTO DE CONSERV.	COSTO DE COMPRA	COSTO TOTAL
TINTE NEGRO 64 ML.	6.621	32.489	\$ 3.269,23	\$ 5.414,28	\$ 139.691,25	\$ 180.864,04
GEL LILA 120 GR	6.223	53.755	\$ 2.436,70	\$ 3.153,63	\$ 136.891,20	\$ 196.236,48
TINTE NEGRO AZULADO 64 ML.	4.612	22.750	\$ 2.777,75	\$ 4.316,36	\$ 100.847,28	\$ 130.691,51
GEL ROJO 120 GR	6.392	45.448	\$ 2.162,29	\$ 2.867,92	\$ 107.794,56	\$ 158.272,35
DECOLORANTE SACHET X 25 GR	741	6.259	\$ 831,51	\$ 1.046,76	\$ 22.889,57	\$ 31.026,49
COSTO TOTAL ANUAL			\$ 11.477,49	\$ 16.798,94	\$ 508.113,86	\$ 697.090,88

1. Modelo de revisión periódica (R, S).- para calcular el costo de la política de revisión periódica se toma en cuenta lo siguiente:

$K \frac{1}{T}$ = Costo del pedido anual

$h \left(\frac{DT}{2} + S \right)$ = Costo de conservación

CD = Costo de compra

Función del costo total:

$$CT = K \frac{1}{T} + h \left(\frac{D}{2} * T + S \right) + CD \quad (9)$$

Donde:

$$S = D * (L + R) + Z * \sigma * \sqrt{L + R} \quad (10)$$

$$R = T^* = \frac{Q^*}{D} \quad (11)$$

Se aplica el modelo, con los siguientes datos: Promedio de unidades de ventas: se dispone de los pronósticos obtenidos para las ventas de un año. Costos: costo unitario (C), costo de almacenamiento (h) y costo de pedido (K) en relación a cada producto, datos que fueron proporcionados por la empresa. Tiempo de reposición o lead time: esta dado en meses según el proveedor.

En la tabla X se puede observar que la cantidad óptima de un pedido del producto tinte negro, es de 20.180 unidades, considerando que su costo de almacenamiento es de \$0,32, mientras que para el gel lila, la cantidad óptima a

pedir es de 42.304 unidades. También se puede observar que la política de inventario (R, S) para el gel rojo es revisar el inventario cada 2 meses y realizar un pedido de 87.274 unidades, menos el inventario efectivo al momento de la revisión. Con este método se conseguirá un servicio efectivo del 95% a los clientes, dando un costo total anual de \$ 870.637,38

TABLA X

APLICACIÓN MODELO DE REVISIÓN PERIÓDICA (R, S)

ITEM	DEMANDA (D)	DESV ESTAN	COSTO UNITARIO (C)	COSTO PEDIDO (K)	COSTO ALM (h)	LEAD TIME (L)	CANT. PEDIDO (Q)
TINTE NEGRO 64 ML.	8.623	2.324	\$ 1,35	\$ 637,59	\$ 0,32	3	20.180
GEL LILA 120 GR	23.766	2.675	\$ 0,48	\$ 361,45	\$ 0,12	2	42.304
TINTE NEGRO AZULADO 64 ML.	6.046	1.619	\$ 1,39	\$ 637,59	\$ 0,33	3	16.653
GEL ROJO 120 GR	19.528	2.747	\$ 0,46	\$ 361,45	\$ 0,11	2	39.172
DECOLORANTE SACHET X 25 GR	1.576	241	\$ 1,21	\$ 251,72	\$ 0,29	3,5	5.727

ITEM	STOCK DE SEGURIDAD (s)	R	S	COSTO ADQUIS.	COSTO DE CONSERV.	COSTO DE COMPRA	COSTO TOTAL
TINTE NEGRO 64 ML.	8.833	2	54.882	\$ 272,44	\$ 21.051,12	\$ 139.691,25	\$ 215.897,17
GEL LILA 120 GR	8.556	2	98.391	\$ 203,06	\$ 13.771,36	\$ 136.891,20	\$ 249.256,79
TINTE NEGRO AZULADO 64 ML.	6.388	3	41.179	\$ 231,48	\$ 16.515,01	\$ 100.847,28	\$ 158.772,60
GEL ROJO 120 GR	9.046	2	87.274	\$ 180,19	\$ 11.797,29	\$ 107.794,56	\$ 207.045,66
DECOLORANTE SACHET X 25 GR	1.058	4	12.302	\$ 69,29	\$ 4.404,08	\$ 22.889,57	\$ 39.665,17
COSTO TOTAL ANUAL				\$ 956,46	\$ 67.538,87	\$ 508.113,86	\$ 870.637,38

III. RESULTADOS

La Fig. 6 y la tabla XI comparan los datos obtenidos de los pronósticos realizados con las ventas reales que se obtuvieron en el año proyectado.

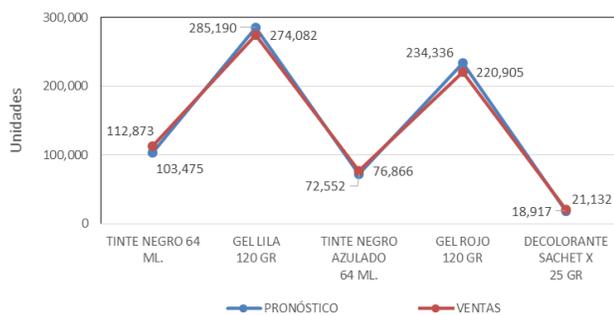


Fig. 6 Comparación de pronósticos vs. ventas reales

TABLA XI

COMPARACIÓN DE PRONÓSTICO VS. VENTAS REALES

PRODUCTO	PRONÓSTICO (unidades)	VENTAS (unidades)	ERROR	ERROR CUAD. MEDIO
TINTE NEGRO 64 ML.	103.475	112.873	9.398	10.028.900
GEL LILA 120 GR	285.190	274.082	-11.108	22.969.246
TINTE NEGRO AZULADO 64 ML.	72.552	76.866	4.314	2.294.082
GEL ROJO 120 GR	234.336	220.905	-13.431	19.906.491
DECOLORANTE SACHET X 25 GR	18.917	21.132	2.215	497.719

Con respecto al número de unidades pronosticadas para el tinte negro, comparadas con las ventas reales, se puede apreciar que existió un error de más 9.398 unidades, lo que representa un 8.3% de diferencia entre el pronóstico y las ventas reales obtenidas. No obstante con respecto al gel rojo se puede decir que la diferencia entre el pronóstico y las ventas reales fue de -4.1%, es decir que no se obtuvo el crecimiento esperado según el pronóstico del modelo Holt Winters [3] y [6].

La Fig. 7 y la tabla XII presentan los resultados obtenidos en los modelos de inventario.

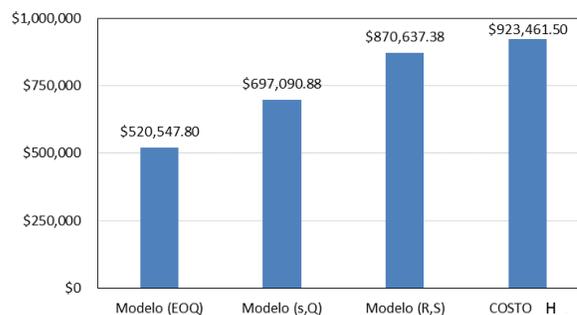


Fig. 7 Resumen de costos de inventario

TABLA XII

RESUMEN DE COSTOS DE INVENTARIO

MODELO	COSTO	REDUCCIÓN
Modelo Lote Económico (EOQ)	\$ 520.547,80	43,63%
Modelo Revisión Continua (s,Q)	\$ 697.090,88	24,51%
Modelo Revisión Periódica (R,S)	\$ 870.637,38	5,72%
COSTO HISTÓRICO	\$ 923.461,50	

El modelo EOQ presenta una mayor reducción en los costos de inventario, con una disminución de hasta el 43,63% en su costo total anual, seguido del modelo (s, Q) con una reducción del 24,51% y finalmente el modelo (R, S) con una reducción en el costo total del inventario del 5,72%.

IV. CONCLUSIONES

Durante el estudio y análisis de la teoría de control de inventarios se comprueba que es un tema muy importante para las empresas que desean ser competitivas, crecer y mantenerse en el mercado. Existen diversos modelos de inventario, que se pueden aplicar según las necesidades de un determinado negocio, con el objetivo de reducir costos y brindar un buen servicio al cliente.

La empresa en estudio, no tenía políticas de administración del inventario, que le permitan cumplir con los objetivos trazados por la gerencia, esta afirmación es soportada por el grado de insatisfacción que mostraban los clientes.

Las áreas más importantes que requieren un soporte de control de inventario, han sufrido cambios en los últimos años, por este motivo, es urgente la necesidad de actualizar la base de datos y procesos de inventario de los productos, al menos para los artículos considerados como estrella para la empresa, incluyéndose entre estos los de mayor consumo y que al mismo tiempo los más costosos.

En cuanto a los productos, los meses de más alta demanda que se observa según los datos históricos y el pronóstico obtenido, son los últimos meses del año, lo cual se nota que efectivamente el mes más alto de las ventas es en diciembre.

Comparando los pronósticos obtenidos vs. las ventas reales, se pudo concluir que existe un error promedio del 2.9%, valor que se considera aceptable ya que está dentro del nivel de servicio planteado que es el 95%.

En algunos ítems no se dieron los resultados de crecimiento esperado, esto es debido a varios factores externos como la diversidad de las marcas y precios para la línea capilar como es el gel, así como también las leyes y políticas de las importaciones que rigen en el país.

Al revisar los costos de inventario obtenidos, se puede concluir que cualquiera de los métodos de control de inventario planteados son factibles, ya que brindan una reducción comparado con los costos históricos y a la vez brindan un control más óptimo en cuanto a las ventas esperadas, para satisfacer las necesidades de los clientes, mejorando de esta forma la logística de abastecimiento y despacho de mercadería.

V. RECOMENDACIONES

Se recomienda mantener actualizada la información diaria de las ventas en el sistema utilizado por la empresa, así como también los cortes de inventario considerando todos los egresos e ingresos de mercadería de cada ítem; de tal forma que proporcione resultados confiables, ya que estos dos datos son de gran importancia para el abastecimiento de mercadería.

Depurar y mantener la base de datos del sistema de inventarios, eliminando todos esos datos aberrantes los cuales distorsionan la información, con la finalidad de identificar, analizar y eliminar la variabilidad que se presenta tanto en la demanda de los productos así como también en los tiempos de entrega.

Realizar muestreos aleatorios de inventario de los productos tipo A en tiempos no determinados y de manera frecuente; con el propósito de dar de baja los artículos en mal estado, establecer estrategias de venta para los productos de baja rotación y sobre todo garantizar la efectividad del inventario físico real.

Establecer criterios de utilización de los artículos existentes en bodega, generando categorías de productos como por ejemplo de la línea capilar, cuidado personal entre otros.

Se debe considerar que para el mes de mayor venta de la empresa como es diciembre, el análisis de la demanda deberá ser diferente a los demás meses, esto debido al incremento de las ventas debido a la temporada navideña, por lo que el stock de seguridad debería ser mayor, tener abastecimientos más

frecuentes o pedir un lote mayor de las unidades dadas por el modelo.

Las funciones de cada departamento deben estar determinadas según las actividades que realicen. Estas funciones deben estar por escrito y difundidas a todo nivel para que no exista confusiones, cada área deberá ser independiente en el desarrollo de sus actividades y a la vez una interrelación entre las mismas para el cumplimiento del objetivo general de la empresa.

La gerencia general junto con el responsable de logística, deberán elaborar un manual o procedimiento correcto para el abastecimiento y manejo de inventario, en el cual conste las funciones y responsabilidades de todo el personal de la cadena de abastecimiento, así como las políticas adecuadas que se acoplen a las necesidades de la empresa, basadas en estudios técnicos y no empíricos.

Implementar índices de gestión que incluyan objetivos a corto y largo plazo, como el grado de satisfacción de los usuarios y de los clientes, así como también la reducción de costos en la empresa.

Se debe instruir al personal de bodega de la empresa en conceptos básicos de control y manejo de inventario, adicionalmente es importante que el responsable de la bodega sea capacitado de manera adecuada, en técnicas básicas de control interno de tal forma que pueda realizar evaluaciones a su gestión y pueda estar listo para las evaluaciones de control externo.

Capacitar adecuadamente al personal de bodega, de tal forma que exista el empoderamiento en su cargo, y contar con el personal que comprenda la importancia de una correcta recepción, almacenamiento y manejo de productos y de las herramientas que dispone para el control de los mismos.

Establecer alianzas con los proveedores, a fin de proponer nuevas estrategias que permitan reducir los tiempos de entrega y cumplimiento de los pedidos cuando surgen problemas.

REFERENCIAS

- [1] M. Mauleón, *Sistemas de almacenaje y picking*, Editorial Díaz de Santos, Madrid, 2003.
- [2] H. Gutiérrez Pulido & R. Vara Salazar, *Control Estadístico de Calidad y Seis Sigma*, Editorial McGraw-Hill Interamericana, México 2004.
- [3] J. Hanke & D. Wichern, *Business Forecasting*, Editorial Pearson Prentice Hall, USA 2005.
- [4] Vidal Holguín Carlos Julio, *Fundamentos de Gestión de Inventarios*, Editorial Universidad del Valle – Facultad de Ingeniería, Colombia 2005.
- [5] H. Taha, *Investigación de Operaciones*, Editorial Alfaomega, México, 1998.
- [6] M. Mauleón, *Gestión de Stock*, Editorial Díaz de Santos, España 2008.