

07

SISTEMA

DE GESTIÓN DE LOS INVENTARIOS EN LA FÁBRICA DE PASTAS ALIMENTICIAS CIENFUEGOS

SISTEMA DE GESTIÓN DE LOS INVENTARIOS EN LA FÁBRICA DE PASTAS ALIMENTICIAS CIENFUEGOS INVENTORY MANAGEMENT SYSTEM IN THE PASTA FACTORY OF CIENFUEGOS

Michael Feitó Cespón¹

E-mail: michaelfeito@gmail.com

ORCID: <http://orcid.org/0000-0003-1938-6022>

¹ Convenio Universidad Metropolitana del Ecuador- Universidad de Cienfuegos, Cuba.

Cita sugerida (APA, sexta edición)

Feitó Cespón, M. (2018). Sistema de gestión de los inventarios en la fábrica de Pastas Alimenticias Cienfuegos. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 1(3), 45-53. Recuperado de <http://remca.umet.edu.ec/index.php/REMCA>

RESUMEN

La presente investigación se realiza en la fábrica de Pastas Alimenticias Cienfuegos y tiene como objetivo el diseño de un Sistema de Gestión de Inventario que responda de manera apropiada a las necesidades y requerimientos de los clientes. Los niveles de servicio calculados demostraron que los clientes no son servidos en tiempo, que existe un atraso promedio de tres días en la entrega, y el tiempo promedio de respuesta de 10 días. Se logra diseñar y probar un sistema de inventarios Min Max, que responde adecuadamente a las características de la demanda. Se vincula tanto al producto terminado como a la materia prima y se logra reducir el ciclo de entrega a solamente el tiempo de transportación a la vez que se logra una reducción de los costos de inventarios.

Palabras clave: Sistema de gestión de inventario, Modelo de inventario Min Max, análisis de demanda.

ABSTRACT

The present investigation is carried out in the Cienfuegos factory of Pasta and its objective is the design of an Inventory Management System that responds appropriately to the needs and requirements of the clients. The calculated service levels showed that customers are not served on time, that there is an average delay of three days in delivery, and the average response time of 10 days. It is possible to design and test a Min Max inventory system, which responds adequately to the characteristics of the demand. It is linked both to the finished product and to the raw material and it is possible to reduce the delivery cycle to only the transportation time while achieving a reduction in inventory costs.

Keywords: Inventory management system, Min Max inventory model, demand analysis.

INTRODUCCIÓN

La gestión de los inventarios se ha convertido en un tema de gran importancia para las empresas manufactureras y comercializadoras. El objetivo principal es mantener la continuidad de las producciones y las ventas, a un costo aceptable a partir de la selección de los niveles de inventario que permitan absorber la incertidumbre en la planeación de la demanda, las paradas por imprevistos en la producción, el abastecimiento entre otros problemas. Su correcta gestión ha sido estudiada por la ciencia de la gestión de empresas y por los

El inventario constituye una reserva de materiales, materias primas, producción en procesos o productos terminados, que no tiene un empleo sistemático y son originados por la baja fiabilidad, para garantizar un determinado servicio al cliente (Christopher, 2016). El inventario se define como una actividad de recursos materiales, con un valor económico potencial, retenida para facilitar la producción o los servicios o para satisfacer las demandas de los consumidores. Es una interrupción en el flujo material que oculta problemas existentes en el mismo (Cespón Castro & Auxiliadora-Amador, 2003).

Los inventarios están presentes en el aprovisionamiento, la producción y la distribución y cumplen al menos cinco funciones de la empresa:

- Permiten utilizar economía de escala.
- Equilibran la oferta y la demanda.
- Permiten la especialización en la producción.
- Permiten protegerse de la inseguridad de la demanda y del ciclo de abastecimiento.
- Actúan como colchón en los diferentes niveles de la cadena logística.

DESARROLLO

El Sistema Gestión de inventario es el proceso encargado de reducir al máximo su cuantía, sin afectar el servicio al cliente, mediante una adecuada planeación y control (Salinas, Stoll Quevedo & Vargas Florez, 2014). Esta gestión se realiza a través de políticas y controles que supervisan los niveles de inventario y determinan cuáles son los niveles que deben mantenerse, cuándo hay que reabastecer el inventario y de qué tamaño debe ser el inventario. Dichas políticas consisten en el conjunto de reglas y procedimientos que aseguran la continuidad de la producción de una empresa, permitiendo una seguridad razonable en cuanto a la escasez de materia prima e impidiendo el exceso de inventario. El objetivo de los SGI, tiene dos aspectos que se contraponen: por una parte, se requiere minimizar la inversión del inventario, puesto que los recursos que no se destinan a ese fin se pueden invertir en otros proyectos aceptables que de otro modo no se podrían financiar; por la otra, hay que asegurarse de que la empresa cuente con inventarios suficientes para

hacer frente a la demanda cuando se presente y para que las operaciones de producción y venta funcionen sin obstáculos, como se ve los dos aspectos del objetivo son conflictivos (Cespón Castro & Auxiliadora-Amador, 2003).

Las principales decisiones del SGI se representan a continuación.

1. Análisis del comportamiento y predicción de la demanda.
2. Clasificación de los inventarios.
3. Determinación de los costos del SGI.
4. Selección del modelo de optimización más adecuado.
5. Adecuación de los resultados del modelo a la realidad de la empresa.
6. Controlar el desempeño del SGI y mejorar continuamente el sistema.

El análisis del comportamiento de la demanda es un punto relevante para establecer el sistema de gestión de los inventarios. Gutiérrez & Vidal (2008), resumen los modelos de pronóstico de demanda más utilizados. Se pueden notar que las técnicas y herramientas más utilizadas son las series de tiempo, descomposición y estacionalidad, suavizamiento exponencial, cadenas de Markov, entre otras.

En cuanto a las clasificaciones de los inventarios las técnicas más comunes son las referidas a las clasificaciones ABC (Douissa & Jabeur, 2016; Rodríguez, 2015). Esta se utiliza cuando existen grandes cantidades de productos diferentes los cuales tienen diferentes niveles de importancia. El objetivo de esta clasificación es encontrar diferentes modelos de inventario en función de la clasificación, aumentar los niveles de control sobre los inventarios más importante, así como obtener una organización de ellos dentro de los almacenes.

Otro aspecto a tener en cuenta es la naturaleza dependiente e independiente de la demanda de los productos (Khmelnitsky & Singer, 2015).

Los modelos cuantitativos de optimización del inventario que se han desarrollado parten de determinados supuestos. Estos no son más que declaraciones acerca del comportamiento de los elementos del sistema de inventario que el modelo representa. Los sistemas y modelos de inventario se clasifican de muchas formas. Una de las más conocidas es la de clasificarlos en función del grado de conocimiento del comportamiento de la demanda. En ese sentido se puede clasificar en determinista, cuando la demanda del producto para un período dado se conoce exactamente y probabilista si el comportamiento de la demanda es aleatorio.

Aunque existen una variedad de modelos de inventarios los más utilizados son aquellos basados en el modelo de la cantidad económica de la orden, (EOQ por sus siglas

en idioma inglés). Una muestra de los modelos de optimización de inventarios más conocidos insertados en SGI se expone en la Tabla 1.

Tabla 1. Principales técnicas y métodos empleados actualmente en la Logística Empresarial.

Modelos de Inventario	Aportes	Observaciones
Modelo general de inventario determinista para un solo producto.	Tamaño óptimo del lote de producción, en unidades. Tamaño óptimo del número de unidades en déficit. Tiempo óptimo entre reaprovisionamientos. Frecuencia óptima de los reaprovisionamientos. Valor del inventario máximo, en unidades.	Con frecuencia se impone a este modelo algunas restricciones en cuanto a las posibilidades de existencia o no de déficit de unidades.
Modelo periódico único sin costo de lanzamiento	Valor óptimo de la demanda (Punto de pedido), en unidades. (r^*)	Cuando la demanda sea una variable con distribución normal con parámetros μ y σ^2 es aplicable la expresión : $r^* = \mu + \sigma^2$
Modelo básico EOQ	Tamaño óptimo del lote.	Constituye uno de los modelos más empleados en la práctica.
Sistema R,S	Plazo óptimo para realizar un conteo de las unidades en existencias, en unidades de tiempo.	Resulta útil en presencia de varios productos que se transportan en un mismo medio.
Descuento por cantidades	Tamaño del lote mínimo antes del descuento, en unidades. Tamaño del lote mínimo después del descuento, en unidades.	Pueden presentarse diferentes casos.
Retropedidos	Tamaño calculado del retropedido, en unidades.	Su aplicación debe tener un carácter temporal, por la importancia actual del cliente.
Llegada continua de artículos.	Costo total anual del inventario, en pesos. Tamaño óptimo del lote, en unidades.	CI debe interpretarse como el costo de preparación de las máquinas.

Gestión multiproducto e introducción de restricciones.	Costo total anual, en pesos.	Aparecen restricciones que limitan los tamaños de los órdenes de diferentes productos.
Método Min-Max.	Norma de inventario máxima. Norma de inventario mínima.	Resulta útil para determinar, en qué rango fluctúa el inventario.

Fuente: Cespón Castro & Auxiliadora-Amador (2003); Rodríguez, 2015; Rossi, et al., (2017).

Los modelos de inventario también pueden clasificarse como modelos de cantidad fija de reorden y modelos de período fijo de reorden. En el modelo de cantidad fija de reorden la orden de reabastecimiento es siempre por la misma cantidad. En el modelo de período fijo de reorden el reabastecimiento se realiza a un intervalo fijo de tiempo y la cantidad que se ordena está en dependencia del nivel de inventario que quede en el momento de la revisión, es decir se hace revisiones periódicas a un intervalo fijo de tiempo. En estos tipos de modelo la demanda puede ser determinista o probabilista, al igual que el tiempo de entrega (Rodríguez, 2015; Rossi, Pozzi, & Testa, 2017).

En la fábrica de Pastas Alimenticias Cienfuegos se evidencia la insatisfacción de los clientes por la entrega fuera de fecha de los pedidos debido a la falta de integración y coordinación entre las actividades del pedido, que le permitan tomar decisiones de producción más acertadas, han provocado efectos negativos para la empresa. Esto provoca que el nivel de servicio de la empresa se encuentre afectado, deteriorando la imagen de la empresa en el mercado así como posibles pérdidas económicas. En ese sentido el objetivo que persigue este trabajo es proponer de un sistema de gestión de inventario que garantice un buen nivel de servicio a costos aceptables.

El presente artículo desarrolla los principales decisiones de para establecer un sistema de gestión de inventarios en la fábrica de Pastas Alimenticias Cienfuegos, para ello se diagnostica el servicio al cliente, se realiza un estudio de la demanda, tanto independiente como dependiente, se propone un sistema de gestión de los inventarios min-max y se aplican en la fábrica con lo cual se logra establecer un sistema que parte desde el pronóstico de la demanda, la determinación del sistema de inventario de todas las materias primas para la elaboración de pastas alimenticias y además se presentan conclusiones que refieren a los principales aportes de la investigación.

En toda empresa el cumplimiento de los compromisos con los clientes es un parámetro de vital importancia, este se encuentra estrechamente relacionado con otros elementos de la gestión entre ellos la gestión de los inventarios (Alonso Bobes, Valdés & Pilar, 2014).

El pedido en la fábrica Pastas Alimenticias es el compromiso hecho firme entre dos partes (proveedores y

clientes), el cual reúne las condiciones mínimas necesarias para establecer una relación comercial entre ellas, de manera que una de las partes (el proveedor), pone a disposición de la otra los productos o servicios comprometidos bajo las condiciones pactadas. En el año 2016 se han producido incumplimientos en los pedidos lo que trae consigo un bajo nivel de servicio al cliente (NSC) fundamentalmente en los pedidos entregados en tiempo, en la Tabla 2 se muestra que el 63% de los pedidos fueron entregados en fecha, siendo este aspecto de máxima importancia para los clientes.

Tabla 2. Eficiencia en la gestión del pedido en la Fábrica de Pastas Alimenticias Cienfuegos.

Indicador	Expresión de cálculo	Resultado
Cantidades entregadas del total.	Cantidades entregadas / Cantidad Total x 100	96.02%
Surtidos entregados del total pedidos.	Surtidos entregados / Total de surtidos x pedidos x 100	94.03%
Pedidos entregados en la fecha prevista.	Pedidos entregados en tiempo / Total de Pedidos x 100	63.0%
Pedidos entregados completos en total.	Pedidos entregados completos / Total de pedidos x 100	95.06%

Se hace un estudio de los pedidos, atendiendo al comportamiento en tiempo de solicitud, la fecha acordada y la entregada. Este arroja que existe un promedio de 3 días de demora con respecto a la fecha acordada para la entrega a los clientes. El plazo de entrega establecido es de 7 días aproximadamente entre la fecha acordada y la de solicitud del pedido, tiempo este para satisfacer la demanda desde que se hace la orden y pueda fabricar la cantidad previamente convenida.

Una de las principales causas que inciden negativamente en la cadena logística es la ineficiencia de la gestión de inventario; la empresa no cuenta con un sistema de inventario capaz de determinar cuánto y cuándo producir, existiendo roturas de stock y por consiguiente, no se cuenta con una adecuada planificación.

Estudio de la Demanda.

Con los datos obtenidos sobre la demanda mensual de productos en el año 2016 en la fábrica, se hace un análisis estadístico del comportamiento de la demanda para encontrar los estadígrafos principales y obtener la ley de distribución estadística de los mismos, con vista a reconocer posteriormente el modelo matemático de inventario adecuado. Se determinan la media y la desviación típica en toneladas de pasta mensual. Para el cálculo de la

Ley de Probabilidad de la demanda de los productos se utiliza la prueba no paramétrica Kolmogorov-Smirnov, la demanda mensual se ajusta a una distribución normal con un 95 % de intervalo de confianza, la media es de 897,438 toneladas de pastas y una desviación típica de 188,077 toneladas de pastas.

Cálculo del modelo de gestión de inventarios propuesto

El sistema de planificación actual en la fábrica estudiada consiste en un sistema de tipo pull, es decir, a partir de los pedidos realizados comienza el proceso de aprovisionamiento. Este sistema aunque en teoría debe de bajar los inventarios, trae como consecuencias que si la cadena de suministros no funciona eficientemente es muy probable que se incumplan los plazos de entrega y por ende el bajo nivel de servicios propuestos. Las cadenas de suministros cubanas todavía no tienen el nivel de integración suficiente para que sistemas de producción pull funcionen efectivamente. Es por esta razón que se propone un sistema de gestión de los inventarios basados en la predicción de la demanda, calculando el inventario de la demanda independiente y determinando la demanda dependiente a partir de ella. El sistema de inventarios propuesto es el Min-Max, derivado de los sistemas basados en el EOQ y combina los sistemas de punto de reorden y los periódicos (Gallego, 1992). Las ecuaciones 1, 2, 3, 4 y 5 calculan los parámetros de este sistema.

$$Q = \sqrt{\frac{2DCp}{icv}} \quad 1$$

$$ROP = DL + Z_{\alpha}\sqrt{\delta L} \quad 2$$

$$IMAX = Q + ROP \quad 3$$

$$Q'' = IMAX - q' \quad 4$$

$$CT = \left(Cp * \frac{D}{Q}\right) + H * \left(Ss + \frac{Q}{2}\right) \quad 5$$

Donde:

D: Demanda promedio mensual: 897 toneladas de pasta/mes. (Se utiliza la media mensual calculada).

CU: Costo unitario de una tonelada de pasta: 1 193,00 \$/toneladas (Fuente: Fábrica Pastas Alimenticias Cienfuegos).

i: La tasa de almacenamiento para este año es del 0,0028 la misma se calculó al dividir el costo almacenamiento entre el valor vendido al año.

L: Plazo de entrega, aproximadamente 14 días para la fabricación del lote óptimo completo.

CP: El costo de colocar una orden es de 66,03 \$/orden (la misma se obtuvo de dividir costo ordenar anual entre el total de ordenes (324), realizadas el año pasado).

σ: Desviación estándar de la producción: 188,077 toneladas de pastas/mes

σ : Nivel de servicio fijado: 95%. Valor de z para este nivel de servicio: 1,645 (Se obtiene de la función de la distribución normal).

IMAX: Nivel de Inventario Máximo.

ROP: Punto de reorden.

q': Cantidad de productos disponible en el momento que se llega al punto de reorden.

Q y Q'': Tamaño del pedido.

En resumen, luego de aplicar el modelo Min-Max las políticas de inventario para la fábrica funcionarían de la siguiente manera: cuando el inventario se encuentre muy cerca o igual a el punto de reorden, o sea, a 774 toneladas de pastas, la cantidad a solicitar va ser igual a 657 toneladas de pastas, con un stock de seguridad de 309 toneladas, en el caso de que las existencias estén por debajo del ROP, entonces el tamaño del lote a ordenar sería el resultado de restar el inventario máximo con la cantidad de toneladas disponible en ese momento, para un costo total de inventario de aproximadamente 265,1 \$/mes de toneladas de pasta. Con un costo del SGI de aproximadamente 265,05 \$/mes de toneladas de pasta.

Pronóstico de la demanda

La planeación de la producción es una necesidad que tiene la fábrica de Pastas Alimenticias Cienfuegos y que sin duda es un factor que afecta directamente a la productividad de la organización.

Uno de los problemas identificados cuando se hizo el análisis con los expertos sobre la entrega fuera de fecha de los pedidos, fue el sistema de producción utilizado, el cual no tiene una buena planeación de la producción. Toda planeación de producción tiene su punto de partida en los pronósticos de la demanda, es decir, si no hay pronósticos adecuados, no habrá una buena planeación de la producción. La fábrica es un ejemplo que sustenta lo anterior: no hay un sistema o modelo eficiente para pronosticar la demanda y por consiguiente no cuenta con una buena planeación.

Actualmente el "modelo" usado por la empresa para pronosticar su demanda consiste en tomar el dato que se demandó el mes del año anterior y ese mismo dato se convierte en el pronóstico para el año vigente. Esto puede provocar que exista un porcentaje de error elevado al hacer el pronóstico de su demanda.

Los modelos cuantitativos o de análisis de series de tiempo se usan para prever el futuro basado en una serie de datos históricos de la demanda, son los más acertados y usados por las organizaciones que planean de manera eficiente su producción (Brocklebank, Dickey & Choi, 2018).

Una vez obtenidos los datos de producción históricos de la planta, se procede a proyectar cómo se comportaría

dicha producción en el mes de enero del año siguiente (2017). Estas proyecciones se harán por tres técnicas para análisis de series de tiempo: promedio móvil simple, suavización exponencial y promedio móvil ponderado. En la Tabla 3 se muestra el resumen del análisis de los modelos de pronóstico así como los criterios de selección el promedio de los errores absolutos MAD y la señal de rastreo TS.

Tabla 3. Cálculo del Error Pronóstico.

Método	Mes	Pronóstico (ton/mes)	MAD	TS
Promedio Móvil Simple	Ene-13	897,44	35,346	1,96
Suavización Exponencial	Ene-13	841,91	34,518	2,34
Promedio Móvil Ponderado	Ene-13	834,36	45,520	6,08

Usando el criterio de TS, tenemos solo dos métodos por debajo de 3, el Promedio Móvil Simple y Suavización. Para poder determinar cuál de las dos es la técnica es la mejor se tiene que analizar el criterio del MAD. Por el criterio del MAD se observa que la técnica de suavización exponencial es la óptima ya que es la que menor error absoluto tiene como promedio. De esta manera se puede validar el modelo de suavización exponencial como el modelo más confiable, por tanto, el pronóstico de la demanda para el mes de enero de 2017 es de 842 toneladas de pasta aproximadamente.

Análisis de la Demanda Dependiente

La demanda dependiente, es la demanda de diversos artículos que están relacionados entre sí, o sea, cuando el abastecimiento de dicho producto depende de las existencias o niveles de producción que se mantenga de un producto en proceso. Por tanto, se debe incurrir en un abastecimiento 100% controlado, para evitar sobreabastecerse y generar costos innecesarios para la producción de la empresa. La demanda de la materia prima es una demanda dependiente.

La demanda dependiente está sujeta a las decisiones a tomar con la demanda independiente, partiendo de esta se va a determinar la cantidad de materia prima necesaria para satisfacer esta necesidad.

Se realiza la planificación del mes de enero de 2017 atendiendo al pronóstico de demanda de 842 toneladas de pasta. Considerando que la demanda se comporte uniformemente en las cuatro semanas del mes estudiado, dividiendo la misma entre cuatro, resultaría de 210,5 t por semana; se propone realizar mediante el comportamiento del inventario en dicho periodo, para ello se tomarán las políticas del sistema Min-Max. En la Tabla 4 se muestra la

planificación para el mes de enero de 2017, en la cual se notan la realización de dos lotes uno de 796,5 toneladas de pasta al inicio del mes y otra orden planificada en la semana 4 del lote óptimo calculado la cual se entregaría dos semanas después.

Tabla 4. Planificación producción pastas del mes de enero del año 2017 en la Fábrica Pastas.

Semanas Mes Enero 2017				
	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Demanda pastas	210,5	210,5	210,5	210,5
Inventario (q') (845)	634,5	424,0	1010	799,5
Órdenes pedidas (Q")	796,5		796,5	657
Órdenes recibidas				
Stock seguridad	309	309	309	309

Cálculo de la demanda dependiente a partir de la demanda independiente

El proceso de la fábrica de Pastas Alimenticias Cienfuegos se identifica según los bienes que se trabajan:

- » Materia prima: sémola o harina de trigo y el agua potable.
- » Producto terminado: pastas, el cual es el resultado del proceso de fabricación.

Para saber la cantidad de materia prima es necesario tener en cuenta que para cada tonelada de pasta se necesita 1,04 toneladas de harina o sémola. Para completar la planificación hecha se debe analizar la Emisión de Órdenes Planificadas (EOP), lo cual consiste en indicar la cantidad y la fecha a la cual se ha de lanzar el aviso de fabricación o compra para cumplir las necesidades netas, la EOP se calcula trasladando en tiempo las cantidades resultantes del cálculo de las necesidades netas, dicha traslación viene definido por el tiempo de entrega de 7 días aproximadamente (0,25 meses. Tomando la demanda promedio mensual de harina es 755,71 toneladas y el stock de seguridad para la demanda dependiente sería de 315,53 toneladas de harina o sémola, partiendo de la desviación estándar (191,81 toneladas de sémola), en el plazo de entrega de los proveedores (0,25 meses), se procede a determinar los supuestos de la demanda dependiente y manteniendo el SGI Min-Max se calculan el punto de reorden, el inventario máximo y el tamaño del lote óptimo para el aprovisionamiento de la harina o sémola utilizando las ecuaciones de la 1 a la 4.

ROP=504,45 toneladas de harina, calculado según

IMAX= 1 187,50 toneladas de harina, calculado según

Q= 683 toneladas de pasta, calculado: (657 t/pasta * 1,04 t/harina)

Tabla 5. Planificación de la demanda de materia prima del mes de enero del año 2017 en la Fábrica de Pastas Alimenticias Cienfuegos.

Semanas	diciembre	Semana 1	Semana 2	semana 3	Semana 4
Demanda Harina o Sémola		828,36			683,05
Inventario (q') (476,2)	476,20	330,89	1187,50	1187,50	504,45
Órdenes Pedidas (Q")	683,05	856,61			683,05
Órdenes Recibidas		683,05	856,61		
Stock Seguridad	316,00	316,00	316,00	316,00	316,00

Se realiza un plan de forma análoga a la planificación de la producción de pastas pero para el aprovisionamiento de la harina o sémola como se muestra en la Tabla 5, realizando tres pedidos en el período para enfrentar la demanda uno en la última semana de diciembre

Comprobación del funcionamiento del SGI

Para comprobar la eficacia del sistema se tomaron los pedidos del mes de enero y se contrastó con la planificación propuesta utilizando el modelo min-max. La figura muestra el perfil de inventarios resultando del modelo utilizando los pedidos del mes de enero. Se puede notar que utilizando el modelo no existe rotura de stock y que las decisiones se comportan similares a las de la planificación mostrada en la Tabla, realizándose dos pedidos uno en la primera semana y otro en la cuarta del mes. El inventario nunca está cerca del inventario máximo calculado por lo que el costo de almacenamiento debe ser bajo para este sistema. Las ventajas de la planificación de las demandas tanto de pastas como de la harina para su fabricación proporciona a los clientes la ventaja de tener en inventario ya el producto que van a comprar, por lo que el tiempo de respuesta solo se limita a la preparación del embarque y el tiempo de transportación.



Figura 1. Perfil de inventario del mes de enero del año 2017 con el modelo Min-Max.

Con los parámetros calculados se demuestra que el sistema Min-Max es el sistema de inventario más apropiado para la fábrica, dicho sistema posibilita a la empresa anticiparse a la demanda, previniendo cada mes la cantidad a demandar por los clientes.

Este sistema permite que la fábrica pueda producir anticipadamente y mantener en inventario una cantidad suficiente para satisfacer la demanda hasta que llegue la próxima orden, permitiendo que el cliente no tenga que esperar por su pedido, logrando una mayor satisfacción al cliente a menor costo para la empresa.

CONCLUSIONES

La propuesta de un sistema de gestión de inventarios min-max para adelantarse a la demanda es viable para resolver el bajo nivel de servicio provocado por la ineficiencia de sistema de producción e inventarios actual en la fábrica de Pastas Alimenticias Cienfuegos. Para su realización se caracterizó la demanda objeto de estudio según la ley de la probabilidad que mejor se ajusta y se calcularon los estadísticos descriptivos necesarios, obteniéndose que la misma se ajusta a una distribución normal con una media de 897,44 y una desviación estándar de 188, 077 toneladas de pastas respectivamente.

Se utilizó un método de pronóstico de la demanda para determinar la cantidad demandada en el mes de enero del año 2017, obteniendo un pronóstico de 841,91 toneladas de pasta, cantidad no muy lejana a la demanda real de dicho mes.

Se realizó la planificación de la producción de pastas con el sistema propuesto para el mes de enero del presente año, atendiendo a la cantidad necesaria de materia prima en el tiempo óptimo, obteniendo una planificación más exacta, eliminando los altos niveles de inventario y demoras en los pedidos, con un costo de mantener inventario 4 848,00 \$/año aproximadamente.

Se comprobó el funcionamiento del sistema Min-Max propuesto partiendo de los pedidos reales realizados en el mes de enero de 2017, quedando demostrado que no existe ruptura de stock, pues el tiempo que demora desde que un cliente ordena hasta que es entregado el pedido es el tiempo de transporte, no existiendo demoras en

el ciclo de entrega y mejorando así el nivel de servicio al cliente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso Bobes, A. R., Valdés, F., & Pilar, M. (2014). Servicio logístico al cliente en empresas de servicios: procedimiento para su diseño. *Economía y Desarrollo*, 152(2), 184–192. Recuperado de http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0252-85842014000200012&script=sci_abstract
- Brocklebank, J. C., Dickey, D. A., & Choi, B. (2018). *SAS for forecasting time series*. Cary: SAS institute.
- Cespón Castro, R., & Auxiliadora-Amador, M. (2003). *Administración de la Cadena de Suministro. Manual para estudiantes de la especialidad de Ingeniería Industrial*. Tegucigalpa: Universidad Tecnológica Centroamericana.
- Christopher, M. (2016). *Logistics & supply chain management*. London: Pearson.
- Douissa, M. R., & Jabeur, K. (2016). A New Multi-Criteria ABC Inventory Classification Model Based on a Simplified Electre III Method and the Continuous Variable Neighborhood Search. 6th International Conference on Information Systems, Logistics and Supply Chain.
- Gallego, G. (1992). A minmax distribution free procedure for the (Q, R) inventory model. *Operations Research Letters*, 11(1), 55–60. Recuperado de <https://dl.acm.org/citation.cfm?id=2308011>
- Gutiérrez, V., & Vidal, C. J. (2008). Modelos de gestión de inventarios en cadenas de abastecimiento: Revisión de la literatura. *Revista Facultad de Ingeniería. Universidad de Antioquia*, 43, 134- 149. Recuperado de <http://aprendeenlinea.udea.edu.co/revistas/index.php/ingenieria/article/view/18765>
- Khmel'nitsky, E., & Singer, G. (2015). An optimal inventory management problem with reputation-dependent demand. *Annals of Operations Research*, 231(1), 305–316. Recuperado de <https://ideas.repec.org/a/spr/annopr/v231y2015i1p305-31610.1007-s10479-014-1600-z.html>
- Rodríguez, E. C. (2015). Modelo de inventarios para control económico de pedidos en empresa comercializadora de alimentos. *Revista de Ingenierías: Universidad de Medellín*, 14(27), 163–178. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5506351>
- Rossi, T., Pozzi, R., & Testa, M. (2017). EOQ-based inventory management in single-machine multi-item systems. *Omega*, 71, 106–113. Recuperado de <https://ideas.repec.org/a/eee/jomega/v71y2017icp106-113.html>

Salinas, J. J. C., Stoll Quevedo, C. A., & Vargas Florez, J. (2014). Propuesta de mejora en la gestión de inventarios e implementación de un sistema CPFR en una industria de planificación industrial. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.