



Aplicación de Holt-Winters para pronósticos de inventarios

Laura Leonor Mira Segura*, Alfredo Trejo Martínez*, Daniel López Cruz*

DOI: 10.29105/cienciauanl21.90-2

RESUMEN

El artículo pretende difundir la aplicación de la técnica Holt-Winters a partir de pronósticos en una empresa de cosméticos en la región oriente de la Ciudad de México. Dicha empresa, actualmente cuenta con un catálogo de más de 36 mil artículos, lo que dificulta el control de inventarios con técnicas tradicionales. Particularmente, para la toma de decisiones se ha recurrido a datos históricos, cuestión que anteriormente no se realizaba y con la aplicación del principio de Pareto y la técnica ABC, se desarrolla la gestión de compras y control de inventarios.

Palabras clave: inventarios, pronósticos, demanda, clasificación.

Actualmente, en México existe un proyecto de Norma Oficial Mexicana que establece las buenas prácticas para la fabricación de productos cosméticos (PROY-NOM-259-SSA1-2014), los cuales se clasifican en sustancias o formulaciones destinadas a ser puestas en contacto con las partes superficiales del cuerpo humano: epidermis, sistema piloso y capilar, uñas, labios y órganos genitales externos, dientes y mucosas bucales, con el fin exclusivo o principal de limpiarlos, perfumarlos y ayudar a mejorar su aspecto, protegerlos o mantenerlos en buen estado, corregir los olores corporales o atenuar o prevenir deficiencias o alteraciones en el funcionamiento de la piel sana. De acuerdo con la Secretaría de Economía (SE), la industria cosmética mexicana, en 2009, ocupó el tercer lugar en producción de cosméticos. La industria de la belleza está valuada en 2 mil millones de dólares de acuerdo con datos de la Expo Feria de la Belleza y el Estilismo, por lo que resulta conveniente aportar técnicas de ingeniería que impulsen la productividad en las líneas de producción, pero también en las operaciones destinadas al suministro, lo que comúnmente se conoce como control de inventarios.

ABSTRACT

The article aims to disseminate the application of the Holt-Winters technique based on forecasts in a cosmetics company in the eastern region of Mexico City. This company currently has a catalogue of more than 36 thousand items, which makes it difficult to control inventories using traditional techniques. In particular, historical data has been used to make decisions, an issue that was not previously addressed and with the application of the Pareto principle and the ABC technique, purchasing management and inventory control are being developed.

Keywords: Inventories, Forecasts, Demand, Classification.

En la empresa en cuestión se desarrolló primeramente un estudio minucioso sobre los productos que ofrecen a sus clientes, alcanzando la variedad de 36,950 artículos, lo que dificulta el control de inventarios y las entregas directas a los clientes. Para contrarrestar este universo de artículos se diseña un sistema de categorías de los artículos, resumiéndolos a cinco.

Posteriormente se analizan los registros históricos de ventas mensuales correspondientes a los periodos anuales 2015 y 2016; con la información obtenida se aplica el método de control de inventarios ABC, es decir, se clasifican los artículos con mayor impacto en relación a las ventas y utilidad generada, además de considerar también las que reflejan un comportamiento constante en las ventas.

Obtenida la información, se realiza el pronóstico con la metodología Holt-Winters para los dos periodos

*Tecnológico de Estudios Superiores del Oriente del Estado de México.
Contacto: laulemi0107@hotmail.com

posteriores de los artículos seleccionados, con éstas mismas se determina el inventario de seguridad de cada uno de ellos.

DESARROLLO

Los inventarios, tan importantes para las organizaciones, tienden a ser definidos como cierta cantidad de artículos (terminados o semiterminados), de materia prima, de refacciones, materiales de empaque, entre otros, que se almacenan o se mantienen en un lugar específico por un periodo de tiempo con la intención de abastecer la línea de producción o de salvaguardar cualquier imprevisto en el consumo.

Si se habla de definir una serie de políticas y controles que se diseñen particularmente para mantener, monitorear y pronosticar, entonces se habla de una gestión de inventarios. Los motivos básicos para crear un sistema de gestión de inventarios son protegerse contra incertidumbres, permitir la producción y compra bajo condiciones económicamente ventajosas, cubrir cambios en la demanda y mantener el tránsito entre los puntos de producción o almacenamiento (Parada, 2009). Particularmente, en esta organización lo que se buscó fue prevenir la demanda estacional, ya que el tiempo de producción de los artículos es mayor que el tiempo de entrega, lo que produce la falta de materias primas específicas para ciertos artículos.

La aplicación de un sistema de gestión de inventarios es una alternativa en el esfuerzo por reducir los costos y mejorar la eficiencia económica, debido a que incrementa los niveles de servicio al cliente y la liquidez, además de permitir a las organizaciones estar prevenidas frente a las fluctuaciones de la demanda.

CLASIFICACIÓN

Para poder abordarla directamente en la organización en estudio, se diseñó primeramente una clasificación de los artículos que ofrece, como ya se ha mencionado, tienen en su catálogo 36,950, que se traducen en complicaciones para un buen control de inventarios, con esta información se procedió a realizar la clasificación como se detalla en la tabla I.

Con esta información, se identificó que aun con esta clasificación, muchos de los artículos presentaban características similares, los cuales sólo presentaban variación en olor, color o presentación, por lo que se denominaron semiterminados (PST), es decir, artículos

que se venden en diversas presentaciones. Otra clasificación fue la de productos sin personalizar (PTSP), diferenciados por etiquetas o envolturas. Y finalmente, a los productos ya envasados y etiquetados se les denominó productos terminados (PT). Con esta clasificación se utilizó el criterio de ventas anuales en pesos, derivado del producto del costo de cada artículo por el consumo anual, posteriormente se sumó la utilización monetaria anual total de todos los artículos para determinar los gastos monetarios anuales agregados del inventario y se dividió la utilización monetaria total de cada artículo entre los gastos anuales agregados para todos los artículos, con el fin de obtener el porcentaje de utilización total para cada artículo.

Tabla I. Clasificación de artículos cosméticos.

Faciales	Corporales	Cabello
Crema facial	Aceite para masaje	Acondicionador
Fango facial	Arcilla y lodos	Gel capilar
Gel facial	Crema corporal	<i>Shampoo</i>
Kit facial	Desodorante	Otros
Loción facial	Exfoliante corporal	Acetona
Mascarilla	Fango corporal	Compresas
Para baño	Gel corporal	Enjuague bucal
Aceite de tina	Kit corporal	Gel desinfectante
Aceite esencial	Loción corporal	Kit manicure
Amenidad de hotel	Mantequilla para masaje	Kit pedicura
Elixir para tina	Mascarilla corporal	Quitaesmalte
Sales para tina	Protector solar	Toque de aroma
Té para tina	Sales corporales	
	<i>Shower gel</i>	

La técnica ABC sirve para clasificar los artículos del inventario disponible en tres grupos, en función de su volumen anual monetario, basado en el principio de Pareto. Al aplicarse el método se obtiene una curva que representa la distribución estadística donde quedan definidas los tres grupos. Estas zonas son:

- Zona A: agrupa de 10 a 20% del total de los artículos y representa de 60 a 80% del efecto económico total. Los artículos pertenecientes a este grupo son los más importantes según el parámetro considerado.
- Zona B: agrupa de 20 a 30 del total de artículos y representa de 20% a 30% del efecto económico total, indica una importancia media.
- Zona C: agrupa de 50% a 70% del total de los artículos y representa de 5 a 15% del efecto económico total. Estos artículos son los de menor importancia de acuerdo al parámetro considerado (Heizer y Render, 2001).

Al aplicar la técnica ABC, se determinó realizarlo para los PST, los PTSP y los PT. Los resultados se muestran en las tablas II, III y IV, mismas que se presentan a continuación.

Tabla II. Clasificación ABC para productos semiterminados (PST).

Clasificación	Número de artículos	Porcentaje	Valor (%)
A	264	7%	80%
B	670	18%	15%
C	2,720	74%	5%

Tabla III. Clasificación ABC para productos sin personalizar (PTSP).

Clasificación	Número de artículos	Porcentaje	Valor (%)
A	708	9%	80%
B	1,714	21%	15%
C	5,577	70%	5%

Tabla IV. Clasificación ABC para productos PT

Clasificación	Número de artículos	Porcentaje	Valor (%)
A	1,253	7%	80%
B	3,681	21%	15%
C	12,860	72%	5%

Se observó que la cantidad de artículos sigue siendo muy grande. Para seleccionar los artículos muestra para la aplicación del modelo de gestión de inventarios se realizó una subclasificación a los productos identificados como A en las tablas II, III y IV. Esta clasificación consistió en aplicar el método de Pareto para encontrar los productos que representan 80% de la utilización anual en pesos de los artículos identificados como A de cada clasificación. Con este tratamiento de la información, se obtuvieron las clasificaciones mostradas en las tablas V, VI y VII.

Tabla V. Pareto de artículos A de PT.

Clasificación del artículo	Número de artículos
80%	425
20%	828

Tabla VI. Pareto de artículos A de PST.

Clasificación del artículo	Número de artículos
80%	105
20%	159

Tabla VII. Pareto de artículos A de PTSP.

Clasificación del artículo	Número de artículos
80%	263
20%	445

MODELO HOLT-WINTERS

Una vez analizados los artículos, se observó que la cantidad sigue siendo muy grande, por lo que se aplicó un nuevo criterio que ayudara a disminuir los artículos y determinar los más significativos, para ello se optó por distinguir los que presentaron una demanda constante durante los periodos analizados, es decir, un comportamiento estacional y una tendencia ascendente. Los artículos que se excluyeron fueron los terminados sin personalizar (PTSP), debido a que la demanda no mostró un comportamiento estacional. Con este criterio se pudieron determinar los artículos a analizar, a los que se aplicará el modelo Holt-Winters.

El método Holt-Winters es una ampliación perfeccionada del enfoque de la suavización exponencial, mientras que el procedimiento de suavización proporciona una impresión general, movimientos a largo plazo en la información y permite la elaboración de pronósticos a corto plazo. Este método permite también el estudio de tendencia a futuro mediante la elaboración de pronósticos a mediano y largo plazo (Berenson, 1996).

El pronóstico, según el modelo Holt-Winters, se calcula aplicando las siguientes fórmulas (Aragón, 2013):

Sea:

$$A_t = (\alpha) (Ventast/I_t) + (1-\alpha) (A_{t-1} + T_{t-1})$$

$$T_t = (\beta) (A_t - A_{t-1}) + (1-\beta) (T_{t-1})$$

$$I_t = (\lambda) (Ventast / A_t) + (1-\lambda) (I_t)$$

$$Y_{t+i} = (A_t + i * T_t) (I_{t+i})$$

Donde A_t es la base del pronóstico (nivel de ventas cuando $t = 0$); α el factor entre 0 y 1 para ponderar la base del pronóstico; β es el factor entre 0 y 1 para ponderar la tendencia; I_t representa el factor de estacionalidad del periodo t ; i es el índice del periodo para el que se está pronosticando a partir del actual; l el número de periodos en el ciclo estacional; λ el factor entre 0 y 1 para ponderar la estacionalidad; T_t es la tendencia de las ventas en el periodo t ; t es el periodo de tiempo

considerado; Ventast representa las ventas reales del periodo t y Y_t es el pronóstico para el periodo t .

Se recomienda tener en cuenta al menos 21 periodos previos de ventas, que permitan ajustar los valores de los diferentes componentes del modelo (Snyder, Koehler y Ord, 2002).

Se aplicarán modelos de investigación de operaciones para que el resultado del modelo Holt-Winters se integre con pronósticos para los periodos equivalentes al tiempo entre pedidos adicionándole el tiempo de respuesta de los proveedores. Los valores de los factores λ , β y α se pueden optimizar, minimizando el error del modelo (la diferencia entre el valor pronosticado y el valor real), considerando un indicador como el error medio al cuadrado y la diferencia absoluta media o el porcentaje del error medio absoluto como una función objetivo (Hanke y Wichern, 2006).

Como parte de los cálculos, también se deberá realizar la medición de los valores iniciales de las ventas mensuales según los productos más significativos y los factores estacionales. Para ello se utilizó la regresión para ajustar una recta de tendencia a los valores de las ventas en una hoja de cálculo. Para el cálculo del pronóstico se debe considerar cierta cantidad y lo relacionado al tiempo de aprovisionamiento. Para aplicar estos datos se presume que los mismos tienen una distribución normal, por lo que se asumió seguir el teorema del límite central.

Una más de las ventajas de este modelo es la determinación del inventario de seguridad (SS), que se define como la cantidad para cubrir variaciones o eventualidades sin perder de vista el enfoque económico (Blackstone y Hoffmann, 2011). Para el cálculo del inventario de seguridad se utiliza el DAM, evaluando el nivel de servicio de 90% de acuerdo a la siguiente ecuación:

$$SS = DAM \times SF$$

Donde DAM es la desviación absoluta media y SF el nivel de servicio de acuerdo a la distribución normal.

RESULTADOS

Si consideramos los productos más importantes según la clasificación ABC, se realizaron los cálculos para cada producto, se utilizó una hoja de cálculo para determinar el pronóstico y el error según los periodos considerados, para este caso son los 21. Para el caso de los productos terminados (PT) se seleccionó trabajar

con cinco para correr el modelo. Se determinó el rango mayor y el rango menor como parte del pronóstico, expresado en la tabla VIII.

Tabla VIII. Pronósticos y medición del error para cinco productos (PT).

Producto	Periodo	R a n g o mayor	Pronóstico	R a n g o menor
PT1	22	37.9988	34.2056	30.4125
PT2	22	24.0096	21.4548	18.8999
PT3	22	80.2575	71.1573	62.0572
PT4	22	82.5289	64.2508	45.9726
PT5	22	207.7463	171.4141	135.0819

En los productos (PT) el comportamiento del error presenta valores aleatorios y se interpretó como un comportamiento irregular en la demanda. El pronóstico calculado para los productos semiterminados (PST) se muestran en la tabla IX.

Tabla IX. Pronósticos y medición del error para cuatro productos (PST).

Producto	Periodo	R a n g o mayor	Pronóstico	R a n g o menor
PST1	22	128.5908	115.3237	102.0567
PST2	22	28.2363	24.2280	20.2198
PST3	22	4.5257	3.7660	3.0063
PST4	22	6.8333	5.6953	4.5574

Los productos semiterminados (PST) también reflejaron un comportamiento irregular en la demanda y el error presentó valores aleatorios.

El cálculo del inventario de seguridad (SS) para cada producto se calculó para cada producto en relación a la clasificación, sin embargo, lo más importante es connotar el nivel de servicio de cada producto.

CONCLUSIONES

Según la aplicación de este modelo, se puede deducir que la implementación de éste en la gestión de inventarios ayudó significativamente a esta organización en la disminución del trabajo administrativo, tan sólo con el hecho de poner atención en los productos con ventas constantes con el propósito de mejorar los tiempos de entrega a los clientes.

Analizando los resultados de los productos seleccionados para este caso, se observa que los productos

presentaron un comportamiento de la demanda con menor aleatoriedad, lo que permitió que la metodología Holt-Winters arrojará un pronóstico más preciso.

Una observación clara de este modelo es que se pudo identificar que sólo para los productos que presentan demanda estacional se puede aplicar, por el contrario, no es propio aplicar este modelo para los productos que son de demanda altamente variable.

Este modelo de gestión de inventarios está diseñado para ser constantemente actualizado y revisado, lo que permite que se mejore constantemente para su precisión, mientras mayor sea el número de datos en el que está basado. Este modelo resultó optimizador para la organización que ahora pudo poner atención en ciertos productos y no en todo el catálogo.

REFERENCIAS

Aragón, J. (2013). *Scientia et Technica*. 18(4). Universidad Tecnológica de Pereira.

Berenson, M.L. (1996). *Estadística básica en administración: conceptos y aplicaciones*. México. Prentice Hall.

Fogarty, D., Blackstone, J.H., y Hoffmann, T.R. (2011). *Administración de la producción e inventarios*. México. Grupo Editorial Patria.

Hanke, J.E., y Wichern, D.W. (2006). *Pronósticos en los negocios*. Pearson Prentice Hall. México.

Heizer, J., y Render, B. (2001). *Dirección de la producción*. Decisiones tácticas. Madrid, España. Pearson Education.

Parada, O. (2009). Un enfoque multicriterio para la toma de decisiones en la gestión de inventarios. *Cuadernos de Administración*. Enero-junio, 169-187.

Snyder, R.D., Koehler, A.B., y Ord, J.K. (2002). Forecasting for inventory control with exponential smoothing. *International Journal of Forecasting* 18.

RECIBIDO: 07/11/2017

ACEPTADO: 04/05/2018