

MODELO DE SERIE TEMPORAL PARA EL PRONÓSTICO DE VENTAS EN UNA CADENA DE RESTAURANTES PARA LA CORRECTA TOMA DE DECISIONES OPERATIVAS Y ESTRATÉGICAS

Time series model for forecasting sales in a restaurant chain for the correct making of operational and strategic decisions

Sergio Eduardo Segura Cordero

Mtro. en Estadística Aplicada
s.segura8@gmail.com

Edwin Adalberto Bracamonte Orozco

Mtro. en Energía y Ambiente
edwinbracamonte@yahoo.com

Recibido: 29 de octubre de 2022. | Revisado: 28 de marzo de 2023. | Aprobado: 13 de mayo de 2023.

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es establecer un modelo predictivo de ventas para una cadena de restaurantes de la ciudad de Guatemala, aplicando métodos clásicos de predicción y selección del modelo que mejor se ajuste al comportamiento de los datos, con el objetivo de tomar decisiones más estratégicas.

El método que presenta el menor error de estimación es el Aditivo de Holt-Winter, con el cual se optimizan sus parámetros y se proyectan las ventas para el 2019 y 2020. Los índices estacionales muestran que los meses de octubre, noviembre, diciembre y julio se encuentran por arriba de la tendencia estimada; el mes con menor valor porcentual por debajo de la tendencia es febrero.

Los resultados aportan a la empresa oportunidades de previsión en el área de ventas para los restaurantes para adaptarse a las demandas que exige el mercado.

PALABRAS CLAVE

Pronóstico, Holt-Winter, series de tiempo, productividad, tendencia de ventas.

ABSTRACT

The objective of this research was to establish a predictive sales model for a restaurant chain in Guatemala City, using classic prediction methods and selecting the model that best fits the behavior of the data, with the aim of making more strategic decisions.

The method that presented the smallest error was the Holt-Winter Additive, with which its parameters were optimized, and sales were forecast for 2019 and 2020. The seasonal indexes showed that the months of October, November, December and July were above the estimated trend. The month with the lowest percentage value below the trend was February.

This research allowed the company to have a forecast method in the sales area for restaurants. Achieving reliable data that will prepare the company for the demands required by the market.

KEYWORDS

Forecast, Holt-Winters, time series, productivity, sales trend.

INTRODUCCIÓN

La inteligencia de negocios enfocada en modelos estadísticos surge con un alto potencial para que las empresas obtengan datos más acertados para la toma de decisiones operativas y estratégicas, es por eso que este estudio se enfoca en la necesidad de implementar un modelo predictivo de ventas utilizando técnicas de series temporales.

Para la construcción de este modelo se utiliza la información histórica de ventas de cuatro años y se delimita el análisis a restaurantes de la ciudad de Guatemala.

Se aplican y comparan seis métodos de predicción, para identificar que el método Aditivo de Holt-Winter es el que presenta menor error cuadrático medio, por lo que se optimizan sus parámetros para un mejor ajuste. Los índices estacionales se calculan por medio del método de medias móviles y se aplica un factor de corrección para optimizar los valores porcentuales.

DESARROLLO DEL ESTUDIO

Con base en la información histórica de ventas que abarca el periodo 2015-2018, se realiza una descomposición de la serie temporal para obtener un primer análisis acerca del comportamiento de sus componentes (Hanke y Wichern, 2006). Se aplican la función autocorrelación para verificar si existe tendencia en los datos y la prueba de Dickey-Fuller para determinar si la serie temporal es estacionaria.

Los métodos de predicción que se aplican son: Promedio Móvil Simple, Promedio Móvil Doble, Suavización Exponencial, Regresión Lineal, Holt, y Holt-Winters, este último es el seleccionado para optimizar sus parámetros, por obtener el menor error cuadrático medio, con base en González (2018).

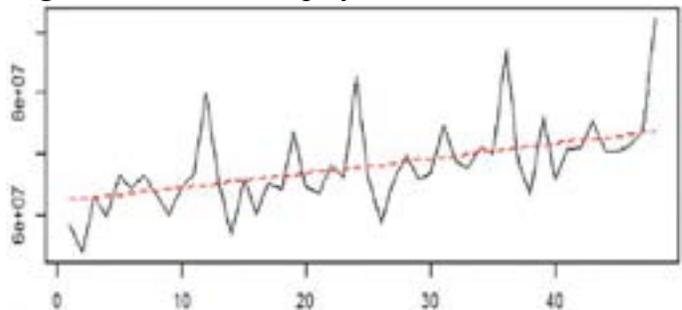
De acuerdo con la estacionalidad y tendencia que se identifica se aplica el método aditivo de Holt-Winter

para ajustar el modelo al comportamiento de la serie de tiempo. El método de medias móviles se utiliza para calcular los índices estacionales, con los cuales se determinan los meses que están arriba y abajo de la tendencia estimada.

RESULTADOS OBTENIDOS

Al descomponer la serie de tiempo se identifica que los datos tienen una tendencia positiva.

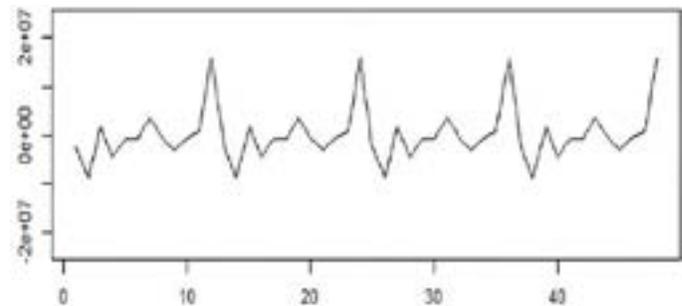
Figura 1. Serie de tiempo y tendencia



Fuente: elaboración propia

También se observa que la serie de tiempo presenta indicios de una componente estacional.

Figura 2. Estacionalidad de la serie de tiempo



Fuente: elaboración propia

Con la gráfica de autocorrelación se observa que existe una alta correlación en $k > 1$, lo que determina que la serie tiene un alto grado de estacionalidad para el periodo $k = 12$, donde existe un valor significativo (cercano a 0.7).



Figura 3. Autocorrelación
Fuente: elaboración propia

Por último y para confirmar la estacionalidad se aplica la prueba de Dickey-Fuller, la cual proporciona un valor de $p=0.01$, menor al nivel de significancia (0.05), por lo que se rechaza la hipótesis nula, lo que demuestra que la serie tiene un comportamiento estacionario (Sánchez, 2008). De acuerdo con Vélez (2019), el error cuadrático medio permite calcular la diferencia entre el estimador y su valor real, este criterio se aplica a los seis métodos de predicción. El método Holt-Winter presenta el menor error y se selecciona para optimizar sus parámetros.

Tabla 1

Método	ECM
Promedio Móvil Simple	115,410.14
Promedio Móvil Doble	163,653.89
Suavización Exponencial Doble	166,666.88
Holt	93,830.83
Holt-Winter	65,195.23
Regresión Lineal	86,344.57

Errores cuadráticos medios para cada método
Fuente: elaboración propia

Se aplica el método de Holt Winter aditivo para determinar el mejor ajuste al comportamiento de ventas, porque la magnitud de las fluctuaciones estacionales de la serie no cambia significativamente al hacerlo la tendencia.

Tabla 2

Mes	2018	2019	2020
Enero	69.65M	72.62M	79.91M
Febrero	62.40M	66.47M	70.10M
Marzo	70.33M	77.49M	81.13M
Abril	70.82M	71.56M	75.20M
Mayo	71.13M	74.50M	78.14M
Junio	71.05M	74.70M	78.33M
Julio	78.33M	80.07M	83.70M
Agosto	72.22M	74.73M	78.36M
Septiembre	70.87M	74.22M	77.86M
Octubre	74.71M	76.31M	79.95M
Noviembre	74.09M	77.53M	81.16M
Diciembre	90.54M	95.28M	98.91M

Pronóstico mensual de ventas para 2019 y 2020
Fuente: elaboración propia

El error cuadrático medio que se obtiene con este método optimizado es de 54,139, el cual se reduce en un 16.9% respecto al modelo Holt-Winter. Gráficamente se observa que el comportamiento se ajusta bastante al comportamiento de los datos.

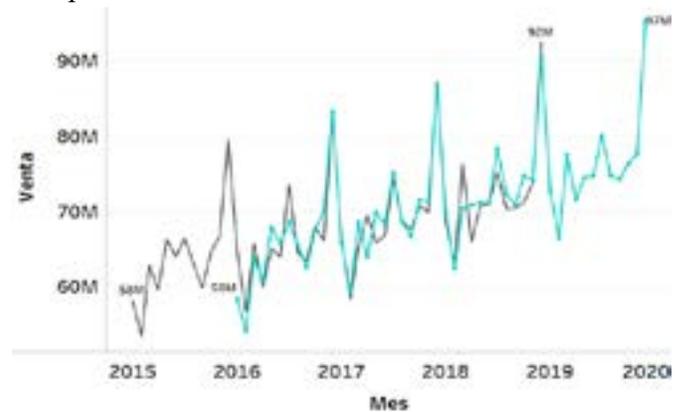


Figura 4. Pronóstico de ventas
Fuente: elaboración propia

Gráficamente, no se identifican valores atípicos o faltantes que provoquen que el comportamiento de los datos fluctúe de manera significativa. También

se determina que los periodos donde existe mayor venta en la cadena de restaurantes son: abril-marzo, diciembre y julio. Aplicando el método de medias móviles se establecen los índices que describen el grado de variación estacional (Richard y David, 2004).

Tabla 3
Índices estacionales

Mes	%	Mes	%	Mes	%
Ene.	98.0	May.	99.4	Sep.	94.9
Feb.	86.7	Jun.	97.8	Oct.	100.8
Mar.	98.5	Jul.	107.4	Nov.	100.2
Abr.	95.4	Ag.	98.0	Dic.	122.9

Fuente: elaboración propia

DISCUSIÓN DE RESULTADOS

La optimización del método aditivo de Holt-Winter permite que el error cuadrático medio disminuya en un 17 % respecto al método de Holt Winter. Este es el mejor método de los seis desarrollados, debido a que se adapta bastante al comportamiento de la serie de tiempo.

Por medio del análisis gráfico se observa que la serie de tiempo no presenta valores atípicos o faltantes, es decir, que durante el periodo 2015-2018 no existen variables aleatorias que interrumpen la tendencia y estacionalidad de las ventas. Los periodos con más volúmenes de venta en un año normal se relacionan con semana santa, las fiestas de fin de año en diciembre, y por último, inicios del segundo semestre del año, en julio, debido al pago del incentivo al sector laboral que se denomina bono 14.

Los índices estacionales de julio, octubre, noviembre y diciembre son mayores que la unidad, es decir, que las ventas promedio en esos meses se encuentra por encima de la tendencia estimada.

CONCLUSIONES

1. El modelo aditivo de Holt-Winter, es el que mejor se ajusta al comportamiento de las ventas.
2. No se identifican variables categóricas que produzcan valores atípicos o faltantes en la serie de datos.
3. Se determina que los meses con mayores ventas, en un periodo no mayor a un año, son marzo, abril, julio y diciembre.
4. El índice estacional más alto es de 22.9 %, para diciembre y el más bajo es para febrero con un 13.3 %.

RECOMENDACIONES

A restaurantes de comida rápida:

1. Pronosticar las ventas con la información del año anterior.
2. Generar modelos predictivos en otras áreas de la empresa como por ejemplo inventarios.
3. Utilizar los datos pronosticados para la elaboración del plan estratégico de ventas y para elaborar contratos más ágiles con los proveedores.

REFERENCIAS

González Ramírez, F. (2018) *Construcción de un modelo para pronosticar la demanda de bicicletas de la empresa specialized Colombia, usando series de tiempo*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

Hanke, J. E. y Wichen, D. W. (2006). *Pronósticos en los negocios*. Ciudad de México, México: Prentice Hall Iberia

Richard, I.L, David, S.R, (2004). *Estadística para administración y economía*. Ciudad de México, México: Person Educación.

Sánchez, P.A. (2008). *Cambios estructurales en series de tiempo: una revisión al estado del arte*.

Revista Ingenierías, Universidad de Medellín,
7(12), 115-140.

Vélez Montoya, D. (2019). *Una adaptación del procedimiento bootstrap en la estimación del error cuadrático medio en áreas pequeñas con aplicación a datos colombianos.* Universidad Nacional de Colombia, Colombia.

INFORMACIÓN DE LOS AUTORES

Ingeniero Industrial, Sergio Eduardo Segura Cordero, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos, 2020.

Maestro en Estadística Aplicada de la Escuela de Estudios de Postgrado de la Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 2020.

Afiliación laboral: Corporación Aceros de Guatemala.

Ingeniero Industrial, Edwin Adalberto Bracamonte Orozco, Facultad de Ingeniería, Universidad de San Carlos de Guatemala, 1987.

Magister Scientiae en Investigación de Operaciones, Facultad de Ingeniería de Sistemas, Informática y Ciencias de la Computación, Universidad Francisco Marroquín, 1997.

Afiliación laboral: Facultad de Ingeniería, USAC.