

UNIVERSIDAD CATÓLICA SANTO TORIBIO DE MOGROVEJO
ESCUELA DE ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS



**EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE PRONÓSTICO DE
SERIE DE TIEMPO PARA ESTIMAR LA DEMANDA DE LA
LÍNEA DE PRODUCTO AJINOMOTO EN LA CIUDAD DE
CHICLAYO – PERIODO 2014 - 2016**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE:
LICENCIADO EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS**

AUTOR

Ricardo Peralta Panduro

Chiclayo, 18 de julio del 2017

**EVALUACIÓN DE MÉTODOS DE PRONÓSTICO DE
SERIE DE TIEMPO PARA ESTIMAR LA DEMANDA DE LA
LÍNEA DE PRODUCTO AJINOMOTO EN LA CIUDAD DE
CHICLAYO – PERIODO 2014-2016**

POR:

Ricardo Peralta Panduro

Presentada a la Facultad de Ciencias Empresariales de la
Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, para optar el
Título de:

LICENCIADO EN ADMINISTRACIÓN DE EMPRESAS

APROBADO POR:

Mgtr. Luis Angulo Bustíos

Presidente de Jurado

Mgtr. Luis César Olivos Villasís.

Secretario de Jurado

Mgtr. Marco Arbulú Ballesteros

Vocal/Asesor de Jurado

CHICLAYO, 2017

DEDICATORIA

Mi tesis la dedico a Dios, a mi esposa Karin y a nuestros hijos Valentino, Alonso y Renato, gracias por creer en mi capacidad, aunque hemos tenido momentos complicados siempre han estado brindándome su apoyo, comprensión y amor. A ti papito Cesar que me iluminas desde el cielo, te quiero y extraño mucho. A mi madre Rosita que a pesar de no estar juntos siempre me apoyaste, los que me permite hoy lograr una de mis metas como profesional.

AGRADECIMIENTO

En primer lugar, a mi padre Cesar por tus ejemplos y perseverancia, por el valor que me inculcaste de salir a delante y porque siempre estuviste extendiéndome la mano y ahora desde el cielo me sigues guiando. A mi Asesor Marco Arbulú Ballesteros que siempre me brindó su apoyo incondicional y a todas las personas que participaron en mi formación personal y profesional, a mis compañeros que se convirtieron en buenos amigos con quien compartimos momentos inolvidables, a nuestros profesores por brindarme sus conocimientos, dedicación, tiempo y apoyo para terminar el presente estudio.

RESUMEN

El objetivo principal del presente trabajo fue efectuar un análisis del comportamiento de las series de ventas de los principales productos de la marca Ajinomoto, considerando en el análisis cinco de los productos que tienen el mayor volumen de ventas.

Se consideró inicialmente un análisis de los datos originales para examinar la existencia de un patrón de serie de tiempo de manera que su hallazgo permita seleccionar métodos que teóricamente han sido utilizados con precisión aceptable con series de similares características.

Se encontró que en el caso de cuatro de las cinco series analizadas una de ellas no presentó un patrón de serie de tiempo, siendo catalogada como serie aleatoria, esto nos llevó a la conclusión de no utilizar métodos de series de tiempo en dicha serie de ventas.

En las cuatro series de ventas restantes se pudo determinar patrones de estacionalidad, estacionarios y de tendencia, lo cual llevó a seleccionar los métodos de promedios móviles, descomposición con estacionalidad y tendencia y Winters.

A la comparación de la planificación efectuada por la empresa actualmente y lo que hubiera devuelto el uso del método adecuado se observó un evidente error menor en el método de pronóstico sugerido.

Ante la selección del método adicionalmente se verificó el cumplimiento de los estadísticos respectivos para dar el método por adecuado para efectos de pronosticar.

Palabras clave: serie de tiempo, pronóstico, autocorrelación

ABSTRACT

The main objective of the present work was to conduct an analysis of the behavior of the sales series of the main products of the Ajinomoto brand, considering in the analysis five of the products that have the highest sales volume.

An analysis of the original data was initially considered to examine the existence of a time series pattern so that its finding allows to select methods that theoretically have been used with acceptable precision with series of similar characteristics.

It was found that in the case of four of the five series analyzed one of them did not present a time series pattern, being cataloged as a random series, this led us to the conclusion of not using time series methods in that series of sales.

In the remaining four series of sales seasonality, stationary and trend patterns could be determined, which led to the selection of the moving average, seasonal and trend decomposition and Winters methods.

The comparison of the planning carried out by the company currently and what would have returned the use of the appropriate method showed a clear minor error in the suggested method of forecast.

In the selection of the method, it was verified the compliance of the respective statistics to give the appropriate method for the purpose of forecasting.

Key words: time series, forecast, autocorrelation

ÍNDICE

DEDICATORIA	3
AGRADECIMIENTO	4
RESUMEN	5
ABSTRACT	6
I. INTRODUCCIÓN	12
II. MARCO TEÓRICO	15
Antecedentes	15
Bases teóricas.....	18
2.1.1. Naturaleza de los pronósticos.....	18
2.1.2. El papel del pronóstico en una cadena de suministro.....	19
2.1.3. Importancia de los pronósticos	19
2.1.4. Tipos de Pronóstico	20
2.1.5. Pronósticos de los requerimientos de la cadena de suministro	21
2.1.6. Definición del Error en los Pronósticos	21
2.1.7. Fuentes del error en pronóstico	22
2.1.8. Problemas especiales de predicción	23
2.1.9. Pronósticos Cuantitativos	23
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	24
Diseño de investigación.....	24
Área y línea de investigación	24
Población, muestra y muestreo.....	24
Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	24
Técnicas de procesamiento de datos.....	25
IV. RESULTADOS	26

Glutamato Monosódico sobre x 1.5 g (bolsa x 300)	26
Glutamato Monosódico Sobre x 8 g.....	33
Glutamato Monosódico Sobre x 27 g.....	40
Glutamato Monosódico Sobre x 58 g.....	47
Glutamato Monosódico Sobre x Bolsa x 1Kg	50
V. DISCUSIÓN.....	56
VI. CONCLUSIONES	57
VII. RECOMENDACIONES.....	59
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	60
IX. ANEXOS	62

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1	Ventas efectuadas vs planificadas de GMS sobre 1.5 g	26
Tabla 2	Medidas de precisión GMS sobre 1.5 g - Método actual	27
Tabla 3	Comparación de métodos de pronóstico para GMS sobre 1.5g.....	30
Tabla 4	Pronósticos Abr - Dic 2016 con el método de Winters.....	32
Tabla 5	Ventas efectuadas vs planificadas de GMS sobre 8 g	33
Tabla 6	Medidas de precisión GMS sobre 8 g - Método actual	34
Tabla 7	Comparación de métodos de pronóstico para GMS sobre 8 g.....	37
Tabla 8	Pronósticos Abr - Dic 2016 con el método de Winters.....	39
Tabla 9	Ventas efectuadas vs planificadas de GMS sobre 27 g	40
Tabla 10	Medidas de precisión GMS sobre 27 g - Método actual	41
Tabla 11	Comparación de métodos de pronóstico para GMS sobre 27 g.....	44
Tabla 12	Pronósticos Abr - Dic 2016 con Suavizamiento exponencial simple .	46
Tabla 13	Ventas efectuadas vs planificadas de GMS sobre 58 g	47
Tabla 14	Medidas de precisión GMS sobre 58 g - Método actual	48
Tabla 15	Ventas efectuadas vs planificadas de GMS Bolsa x 1 Kg	50
Tabla 16	Medidas de precisión GMS Bolsa x 1 Kg - Método actual	51
Tabla 17	Comparación de métodos de pronóstico para GMS Bolsa x 1 Kg.....	53

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Serie de tiempo de Glutamato Monosódico sobre x 1.5 g.....	27
Figura 2. Correlograma de Glutamato Monosódico sobre x 1.5 g.....	28
Figura 3. Método de Descomposición estacional para Glutamato Monosódico sobre x 1.5g.....	29
Figura 4. Método de Winters para GMS sobre 1.5g.....	29
Figura 5. Correlograma de los residuos al aplicar el método de Winters para pronosticar GMS sobre x 1.5g.....	31
Figura 6. Probabilidad normal de los residuos del método de Winters GMS sobre x 1.5g.....	31
Figura 7. Serie de tiempo de Glutamato Monosódico sobre x 8 g.....	34
Figura 8. Correlograma de Glutamato Monosódico sobre x 8 g.....	35
Figura 9. Método de Descomposición estacional para Glutamato Monosódico sobre x 8 g.....	36
Figura 10. Método de Winters para Glutamato Monosódico sobre x 8 g	36
Figura 11. Correlograma de los residuos al aplicar el método de Winters para pronosticar Glutamato Monosódico sobre x 8 g.....	38
Figura 12. Probabilidad normal de los residuos del método de Winters GMS sobre x 8.....	38
Figura 13. Serie de tiempo de Glutamato Monosódico sobre x 58 g.....	41
Figura 14. Correlograma de Glutamato Monosódico sobre x27 g.....	42
Figura 15. Método de Promedios móviles para Glutamato Monosódico sobre x 27 g.....	43
Figura 16. Método de Suavizamiento exponencial simple para Glutamato Monosódico sobre x 27 g	43
Figura 17. Correlograma de los residuos al aplicar el método de suavizamiento exponencial simple para pronosticar GMS sobre x 27 g	45
Figura 18. Probabilidad normal de los residuos del método de Promedios móviles de GMS sobre x 27 g.....	45
Figura 19. Serie de tiempo de Glutamato Monosódico sobre x 58 g.....	48

Figura 20. Serie de tiempo de Glutamato Monosódico sobre x 58 g.....	49
Figura 21. Serie de tiempo de Glutamato Monosódico Bolsa x 1 Kg.....	51
Figura 22. Método de Descomposición estacional para Glutamato Monosódico Bolsa x 1 Kg	52
Figura 23. Método de Winters para GMS Bolsa x 1 Kg.....	53
Figura 24. Correlograma de los residuos al aplicar el método de Winters para pronosticar GMS Bolsa x 1Kg	54
Figura 25. Probabilidad normal de los residuos del método de Winters GMS Bolsa x 1 Kg	55

I. INTRODUCCIÓN

Como resultado de los cambios tecnológicos, sociales, económicos y debido a la creciente complejidad de las decisiones administrativas, las organizaciones tienen la imperativa necesidad de hallar nuevos métodos o rediseñar los que ya se conocen y llevarlos a situaciones nuevas para lograr de ese modo la difícil supervivencia en el medio, por tal razón se han hecho más eficientes algunas funciones primordiales como : previsión, planificación, coordinación, ejecución y control de las operaciones a fin de lograr los objetivos ansiados.

Las predicciones de la demanda constituyen los datos de suma importancia para la planificación, en tanto que todas las decisiones que se tomen de cara al futuro se basan en algún pronóstico.

En un mercado globalizado cada vez más competitivo y con recursos limitados, es de trascendental importancia para la empresa contar con una técnica estadística que le permita estimar un evento futuro, analizando los datos históricos; lo que les brindará tiempo a los encargados de las tomas de decisiones para hacer cambios en los planes, y de ese modo anticiparse a las necesidades del mercado.

De hecho, el sector de ventas ha intentado controlar y manejar la incertidumbre en la que se encuentra inmerso cada sistema de ventas y en esta orientación es que se han desarrollado numerosos métodos y técnicas de pronóstico.

En el medio, a excepción de algunas empresas de origen transnacional, la mayoría practica el método de abastecimiento basado si bien es cierto en la data histórica, pero no basándose en método de predicción en particular si no

simplemente basado en lo que el decisor “estima” pasará el siguiente mes, basado en experiencias pasadas.

La empresa Ajinomoto fundada hace más de 100 años es una empresa que mueve a nivel mundial más de 10 billones de dólares de los cuales más de 2 billones corresponden a las ventas en América, siendo el sazonador el producto bandera de esta empresa con presencia en el mundo entero. Es justamente este producto cuyo crecimiento no se ha detenido desde su fundación el que se analizó en este trabajo, buscando una técnica pronóstico que permita encontrar un modelo que permita hacer las previsiones que correspondan con la estimación de la demanda futura.

En esta investigación, la formulación del problema fue, ¿cuál es el método de pronóstico que permite efectuar una estimación adecuada de la demanda de los principales productos de la marca Ajinomoto en la ciudad de Chiclayo?

Asimismo, se planteó como objetivo general determinar el método de pronóstico adecuado que permita pronosticar la demanda de los principales productos de la marca Ajinomoto de Chiclayo.

Para su desarrollo, se establecieron cuatro objetivos específicos; analizar la demanda histórica de los principales productos de la línea Ajinomoto de la ciudad de Chiclayo para definir la existencia de un patrón de comportamiento en los datos, comparar distintos métodos de pronósticos adecuados al patrón hallado, seleccionar el método que brinde una estimación adecuada en términos de estimación del error de pronóstico y los supuestos estadísticos establecidos y efectuar el pronóstico de la demanda.

En la presente investigación se realiza una breve descripción de la empresa y las diversas líneas de producto que ofrece y la teoría sobre las variables en estudio; así como la descripción de los métodos y materiales utilizados para la

obtención de los resultados, y la discusión de los mismos. Por último, se presentan las conclusiones y recomendaciones del caso.

II. MARCO TEÓRICO

Antecedentes

González (2003) en su tesis: Modelación y pronósticos de demanda en un simulador de negocios, señalaba que: *“Debido a que el éxito empresarial en gran medida depende de lo que se haga o deje de hacer, la toma de decisiones ha sido una actividad en el mundo de las organizaciones desde el inicio de su historia. En un principio la intuición y el buen juicio eran las únicas alternativas de las que echaba mano el administrador para decidir el rumbo de la empresa”*.

Así mismo, señala el autor que: *“Las relaciones entre la función de pronósticos y la toma de decisiones son débiles en muchas organizaciones, esto se debe a que los encargados de la toma de decisiones y los pronosticadores tienen puntos de vista diferentes en cuanto a lo que son las prioridades”*. El proceso de toma de decisiones puede ser de dos maneras básicas: cuantitativo y cualitativo; por lo que los pronósticos como herramientas que contribuyen a este proceso serán cuantitativos o cualitativos dependiendo de la complejidad del problema y de la experiencia del pronosticador.

Nieto (2005) en su tesis: Modelo de pronósticos para el área comercial de una empresa distribuidora de cerveza, afirma que: *“En la actualidad, quien planea las ventas necesita tener una idea de la cantidad de inventario a producir para hacer frente a las demandas actuales y futuras del mercado. La planeación de las operaciones depende de la combinación hábil entre las condiciones actuales de la demanda de los productos y servicios y la visión de lo que se espera que ocurra”*. La orientación de estos factores es relativamente común, en vista que se necesitan elaborar planes desde la base diaria hasta la base anual. Por lo que la planeación se complementa con métodos de pronósticos que puedan adaptarse a las necesidades de la información actual y a menudo

detallada, tal vez de un gran número de conceptos que tengan que pronosticarse.

Jacinto & Del Rosario (2013) en su tesis: Modelo de pronóstico de demanda de efectivo para las oficinas de una entidad bancaria en una ciudad del interior del país, menciona que: *“Se conoce como pronóstico a la estimación de valores futuros, ya sea de manera cuantitativa o cualitativa, a partir de información del pasado o de los sucesos dados en situaciones similares anteriormente”*. Esta definición recalca además su importancia durante la toma de decisiones, ya que debido a la incertidumbre que siempre existe alrededor de los negocios, es preciso que se logre minimizar considerablemente los errores mediante el uso de diversas técnicas.

La necesidad de usos de pronósticos ha ido adquiriendo gran relevancia a lo largo del tiempo, de manera que actualmente no sólo se busca realizar una predicción por medio de los conocimientos y experiencias de las personas que trabajan en el proceso, sino complementarlas con las diversas técnicas, modelos matemáticos y computacionales que se actualizan día a día.

Correa & Filbig (2008) en su tesis: Optimización de la cadena de abastecimiento: Desarrollo de un proceso de planificación de la demanda y la oferta en Unilimpio SA., afirma que: *“La planificación de la demanda y la oferta es fundamental para el aseguramiento de un suministro permanente de productos que permita satisfacer la demanda de los clientes de una manera rentable”*. Así mismo, señala también que los pronósticos de demanda son el fundamento para la mayor parte de decisiones relacionadas con la cadena de abastecimiento, de tal modo que se convierten en el motor de toda empresa productiva.

Al momento de tomar decisiones de diseño o planificación de la cadena de abastecimiento, la demanda real de los consumidores es incierta para las

compañías. Es por esta razón que existen los pronósticos de demanda, los cuales permiten determinar con cierta precisión la demanda futura de los consumidores.

Vásquez & Pomachagua (2013) en su tesis: Propuesta de mejora en el servicio de atención de aeronaves ofrecido por una empresa del sector aeroportuario, señala que: *“Un pronóstico es una predicción de eventos futuros que es necesario para determinar que recursos se necesitarán, programar los ya existentes y adquirir otros adicionales”*. Esto es, los pronósticos son útiles para la administración de los procesos ya que los pronósticos de producción sirven para diseñar diferentes procesos dentro de la organización (sobre todo lo relacionado a identificar y solucionar cuellos de botella internos) asimismo, a nivel de cadena de valor se necesitan los pronósticos para coordinarse mejor con los clientes y los proveedores.

De la misma forma, el autor señala que: *“La mayoría de las decisiones de negocios se encuentra en pronosticar la demanda del cliente, lo cual es una tarea compleja ya que esta suele variar considerablemente en el tiempo. Debido a esto, es necesario descubrir los patrones subyacentes a partir de la información disponible. Las observaciones repetidas de la demanda de un producto o servicio en el orden en que se analizan forman un patrón que se conoce como serie de tiempo”*

Por todo esto, se debe entender y dar la importancia que le corresponde al pronóstico de aquellos productos cuya previsión permitirá efectuar una mejor planificación y tomar decisiones basadas en un elemento cuantitativo.

Bases teóricas

2.1.1. Naturaleza de los pronósticos

Chase (2009) al respecto menciona en su obra que No es fácil desarrollar un sistema de pronóstico. Sin embargo, debe hacerse, porque pronosticar es fundamental en cualquier esfuerzo de planeación. En el corto plazo, se necesita un pronóstico para predecir las necesidades de materiales, productos, servicios u otros recursos para responder a los cambios de la demanda. Los pronósticos permiten ajustar los calendarios y variar la mano de obra y los materiales. A la larga, se requiere pronosticar como base para los cambios estratégicos, como el desarrollo de mercados nuevos, creación de nuevos productos o servicios y ampliar o construir nuevas instalaciones.

En el caso de los pronósticos de largo plazo en los que se incurra en grandes compromisos económicos, debe tenerse mucho cuidado al derivarlos. Deben usarse varios métodos. Son provechosos los métodos causales, como el análisis de regresión simple o múltiple, pues dan una base para realizar estudios. Los factores económicos, tendencias de productos, factores de crecimiento y competencia, así como una mirada de otras posibles variables tienen que considerarse y el pronóstico debe ajustarse para que refleje la influencia de cada uno. Los pronósticos de corto y mediano plazos (como los que se requieren para el control de inventario, así como calendarización de contratación de empleados y de material) pueden ser satisfactorios para modelos simples, como de suavización exponencial, quizá con una característica de adaptación o un índice estacional. En estas aplicaciones, normalmente se pronostican miles de activos. La rutina de pronóstico debe ser simple y ejecutarse con rapidez en una computadora. Las rutinas también deben detectar y responder con celeridad a cambios definidos de corto plazo en la demanda, al tiempo que se ignoran las demandas espurias ocasionales. La suavización exponencial, cuando la gerencia la monitorea para controlar el valor de alfa, es una técnica efectiva. Los sistemas

de pronóstico en colaboración por Internet que usan combinaciones de métodos de pronóstico serán la ola del futuro en muchas industrias. Compartir información entre socios comerciales con enlaces directos al sistema ERP de cada empresa asegura una información rápida y sin errores a un costo muy bajo.

2.1.2. El papel del pronóstico en una cadena de suministro

Chopra & Meindl (2008) señalan que Los pronósticos de la demanda forman la base de toda la planeación de la cadena de suministro. Considere el enfoque de empuje/tirón de la cadena. Todos los procesos de empuje en la cadena se realizan con anticipación a la demanda del cliente, mientras que todos los procesos de tirón se realizan en respuesta a la demanda del cliente. Para los procesos de empuje, el gerente debe planear el nivel de actividad, ya sea en la producción, el transporte o en cualquier otra actividad planeada. Para los procesos de tirón, el gerente debe planear el nivel de capacidad disponible y el inventario, pero no la cantidad real que será ejecutada. En ambos ejemplos, el primer paso que el gerente debe tomar es pronosticar cuál será la demanda del cliente.

2.1.3. Importancia de los pronósticos

Respecto a la importancia de los pronósticos, Chase (2009) señala que: *“Los pronósticos son vitales para toda organización de negocios, así como para cualquier decisión importante de la gerencia. El pronóstico es la base de la planeación corporativa a largo plazo. En las áreas funcionales de finanzas y contabilidad, los pronósticos proporcionan el fundamento para la planeación de presupuestos y el control de costos. El marketing depende del pronóstico de ventas para planear productos nuevos, compensar al personal de ventas y tomar otras decisiones clave. El personal de producción y operaciones utiliza los pronósticos para tomar decisiones periódicas que comprenden la selección de procesos, la planeación de las capacidades y la distribución de las instalaciones,*

así como para tomar decisiones continuas acerca de la planeación de la producción, la programación y el inventario". El autor señala también que, por lo regular, un pronóstico perfecto es imposible. En un ambiente de negocios hay demasiados factores que no se pueden pronosticar con certeza.

Por lo tanto, en lugar de buscar el pronóstico perfecto, es mucho más importante establecer la práctica de una revisión continua de los pronósticos y aprender a vivir con pronósticos imprecisos. Esto no quiere decir que no se trate de mejorar el modelo o la metodología de pronosticar, pero lo que debe hacerse es tratar de encontrar y usar el mejor método de pronóstico disponible, dentro de lo razonable.

2.1.4. Tipos de Pronóstico

Chase (2009) menciona en su obra que los tipos de pronóstico que existen en los negocios son o se clasifican en cuatro tipos básicos: cualitativo, análisis de series de tiempo, relaciones causales y simulación. Las técnicas cualitativas son subjetivas y se basan en estimados y opiniones. El análisis de series de tiempo, el enfoque primario de este tema, se basa en la idea de que es posible utilizar información relacionada con la demanda pasada para predecir la demanda futura. La información anterior puede incluir varios componentes, como influencias de tendencias, estacionales o cíclicas. El pronóstico causal, que se analiza utilizando la técnica de la regresión lineal, supone que la demanda se relaciona con algún factor subyacente en el ambiente. Los modelos de simulación permiten al encargado del pronóstico manejar varias suposiciones acerca de la condición del pronóstico.

2.1.5. Pronósticos de los requerimientos de la cadena de suministro

Ballou (2004) menciona que la planeación y el control de las actividades de logística y de la cadena de suministros requieren estimados precisos de los volúmenes producto y de servicio que serán manejados por la cadena de suministro. Estos estimados de ordinario se presentan en la forma de pronósticos y predicciones. Sin embargo, por lo regular no es responsabilidad única de quien está al frente de la logística el generar los pronósticos generales para la empresa. Es más probable que esta tarea se asigne a marketing, planeación económica o a un grupo especialmente conformado. Bajo ciertas circunstancias, en particular en la planeación de corto plazo, como el control de inventarios, la magnitud de los pedidos o la programación del transporte, el responsable de la logística con frecuencia enfrenta la necesidad de asumir la labor de generar este tipo de información.

El autor señala respecto a la naturaleza del pronóstico que el pronóstico de los niveles de demanda es vital para la firma como un todo, ya que proporciona los datos de entrada para la planeación y control de todas las áreas funcionales, incluyendo logística, marketing, producción y finanzas. Los niveles de demanda y su programación afectan en gran medida los niveles de capacidad, las necesidades financieras y la estructura general del negocio. Cada área funcional tiene sus propios problemas especiales de pronóstico. Los pronósticos en logística se relacionan con la naturaleza espacial, así como temporal de la demanda, el grado de variabilidad y su aleatoriedad.

2.1.6. Definición del Error en los Pronósticos

Ballou (2004) menciona en su obra, que en la medida en que el futuro no es reflejado perfectamente por el pasado, el pronóstico de la demanda futura por lo general tendrá cierto grado de error. Dado que el ajuste exponencial es una predicción de la demanda promedio, se busca proyectar un rango dentro

del cual caerá la demanda real. Esto requiere un pronóstico estadístico. El error en el pronóstico se refiere a lo cerca que se halla el pronóstico del nivel de demanda real. Se expresa adecuadamente en forma estadística como desviación estándar, varianza o desviación absoluta media. Históricamente, la desviación absoluta media (DAM) se ha utilizado como la medida del error de pronóstico en referencia a la nivelación exponencial. Los primeros partidarios del ajuste exponencial preferían la desviación estándar como la medida adecuada, pero aceptaron el cálculo más simple de la DAM debido a la memoria limitada de las primeras computadoras. Ya que las computadoras actuales tienen una cantidad adecuada de memoria para la labor de pronóstico, la desviación estándar se desarrolla como la medida del error de pronóstico.

2.1.7. Fuentes del error en pronóstico

Los errores pueden provenir de diversas fuentes. Una fuente común de la que no están conscientes muchos encargados de elaborar los pronósticos es el pronóstico de las tendencias pasadas en el futuro. Por ejemplo, al hablar de errores estadísticos en el análisis de regresión, se hace referencia a las desviaciones de las observaciones de la recta de la regresión. Es común relacionar una banda de confianza (es decir, límites de control estadístico) con la recta de la regresión para reducir el error sin explicar. Pero cuando se utiliza esta recta de la regresión como dispositivo de pronóstico, es probable que el error no se defina de manera correcta mediante la banda de confianza proyectada. Esto se debe a que el intervalo de confianza se basa en los datos pasados; quizá no tome en cuenta los puntos de datos proyectados y por lo tanto no se puede utilizar con la misma confianza. De hecho, la experiencia ha demostrado que los errores reales suelen ser mayores que los proyectados a partir de modelos de pronóstico. Los errores se pueden clasificar como sesgados o aleatorios. Los errores sesgados ocurren cuando se comete un error consistente. Las fuentes de sesgo incluyen el hecho de no incluir las variables correctas; el uso de las relaciones equivocadas entre las variables; el uso de la

recta de tendencia errónea; un cambio equivocado en la demanda estacional desde el punto donde normalmente ocurre; y la existencia de alguna tendencia secular no detectada. Los errores aleatorios se definen como aquellos que el modelo de pronóstico utilizado no puede explicar.

2.1.8. Problemas especiales de predicción

Ballou (2004) menciona que en ocasiones se encuentran problemas especiales al tratar de predecir los requerimientos. Estas áreas de problemas son el arranque, la demanda irregular, el pronóstico regional y el error de pronóstico. Aunque no todos estos problemas son únicos para la logística, son de gran preocupación para el responsable de ella al determinar los requerimientos en forma precisa.

2.1.9. Pronósticos Cuantitativos

Según Eppen & Gould (1998) indican que los modelos de pronósticos cuantitativos poseen dos importantes y atractivas características: Una de ellas es que están expresados en notación matemática. Por lo tanto, establecen un registro, carente de toda ambigüedad, sobre cómo se prepara el pronóstico. Esto es un excelente vehículo para una comunicación clara sobre el pronóstico entre aquellos a quienes concierne. Aún más, proporcionan la oportunidad de una modificación y mejoría sistemáticas de la técnica de pronóstico. En un modelo cuantitativo se pueden modificar los coeficientes o agregar términos hasta que el modelo dé buenos resultados. Esto supone que la relación expresada en el modelo sea fundamentalmente sólida usando hojas de cálculo y computadoras, los modelos cuantitativos pueden basarse en una increíble cantidad de datos. Sin modelos cuantitativos y computadoras no podrían construirse sistemas de control de inventarios para literalmente miles de artículos que requieren pronósticos que deben actualizarse cada mes.

III. MATERIALES Y MÉTODOS

Diseño de investigación

La presente investigación fue de tipo observacional dado que no existe intervención del investigador; de tipo retrospectivo ya que los datos no fueron recogidos durante la investigación sino tomados de información histórica de la empresa; y de tipo longitudinal porque la variable analizada fue medida cronológicamente en distintos periodos de tiempo. También de nivel descriptivo y de enfoque cuantitativo, porque buscar determinar un comportamiento temporal en la variable analizada para proponer un método de pronóstico adecuado a este patrón hallado.

Área y línea de investigación

Área : Ciencias Sociales

Línea : Gestión y táctica operativa.

Población, muestra y muestreo

Para efectos de pronosticar las ventas la población en estudio son las ventas efectuadas (datos históricos reales), que contempla las cifras en unidades de los productos con el mayor volumen de ventas de la línea Ajinomoto en la ciudad de Chiclayo. En este caso la muestra corresponde al número de datos mensuales durante los 3 últimos años, 2014 – 2016, a fin de analizar si existe un patrón de comportamiento en los productos.

Métodos, técnicas e instrumentos de recolección de datos

Para el recojo de la información se tomó información de impresiones y consultas al sistema de ventas proporcionadas por la empresa.

Se efectuó también el análisis documental de toda la información que fue proporcionada por la empresa en estudio.

Técnicas de procesamiento de datos

Los datos recopilados se procesaron en el programa estadístico Minitab, para analizar la posible existencia de un patrón de serie de tiempo y proponer un método de pronóstico ajustado al patrón hallado.

Posteriormente se pudo determinar el método adecuado y analizar las medidas de precisión de cada método.

Se efectuó una comparación de las ventas reales con la planificación efectuada para medir el grado de precisión del método empírico utilizado por la empresa actualmente y tener un punto de análisis respecto a los pronósticos efectuados con el método adecuado para cada una de las series analizadas.

Finalmente, se verificó que cada método seleccionado para pronóstico cumpla con los supuestos estadísticos apropiados de modo que pueda efectuarse el pronóstico respectivo.

IV. RESULTADOS

Se seleccionaron para análisis 5 de los productos que contribuyen con más del 80% de la contribución a las ventas (expresadas en toneladas) entre abril del 2014 a marzo del 2016.

Glutamato Monosódico sobre x 1.5 g (bolsa x 300)

Tabla 1

Ventas efectuadas vs planificadas de GMS sobre 1.5 g

		REALIZADO	PLANIFICADO	DIFERENCIA
AG. CHICLAYO	AJINOMOTO	GMS Sx1.5g (bolsa x 300)	GMS Sx1.5g (bolsa x 300)	GMS Sx1.5g (bolsa x 300)
VENTAS ABRIL 14 - MARZO 15	ABR	4.912	6.754	-1.842
	MAY	6.787	7.234	-0.447
	JUN	8.036	10.656	-2.620
	JUL	6.370	6.345	0.025
	AGO	5.004	5.256	-0.252
	SET	7.765	5.798	1.967
	OCT	9.376	6.123	3.253
	NOV	5.412	9.986	-4.574
	DIC	5.461	6.765	-1.304
	ENE	4.281	5.334	-1.053
	FEB	8.158	5.123	3.035
MAR	3.573	4.126	-0.553	
VENTAS 2015 - 2016	ABR	4.790	4.956	-0.166
	MAY	6.626	5.981	0.645
	JUN	7.755	7.736	0.019
	JUL	4.380	6.723	-2.343
	AGO	3.925	4.689	-0.764
	SET	5.220	4.246	0.974
	OCT	6.085	5.454	0.631
	NOV	9.369	7.856	1.513
	DIC	4.179	6.348	-2.169
	ENE	3.619	4.921	-1.302
	FEB	6.144	4.763	1.381
MAR	2.973	4.659	-1.686	

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 1 se pudo comparar la planificación efectuada y los datos reales de las ventas en toneladas, se puede identificar la diferencia entre estos dos valores, siendo en la mayoría de los meses que no se llegó a vender la cantidad planificada.

Al efectuar un análisis de la precisión de esta forma empírica de planificar se pudo determinar las siguientes medidas de precisión:

Tabla 2

Medidas de precisión GMS sobre 1.5 g - Método actual

DMA	1.3679
MAPE	26.10%
MSE	3.313

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 2 tiene una desviación en promedio de más de 1 Tonelada respecto a lo ocurrido en comparación con la planificación efectuada.

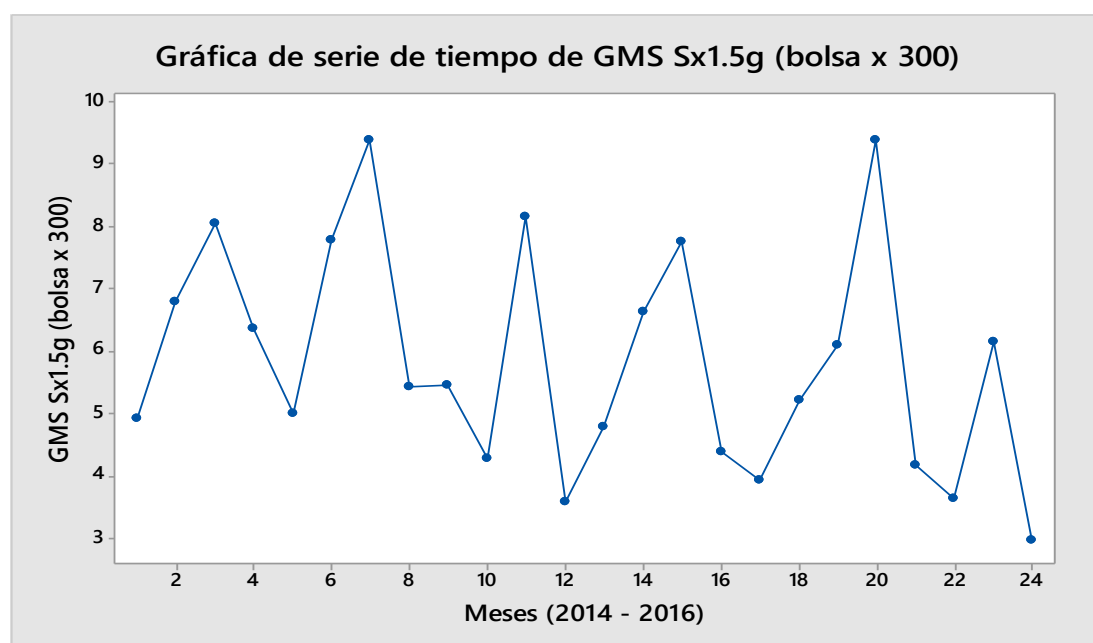


Figura 1. Serie de tiempo de Glutamato Monosódico sobre x 1.5 g

Fuente: Elaboración propia.

Al examinar la figura 1 se puede observar un aparente patrón estacional, el mismo que debe ser corroborado de manera objetiva.

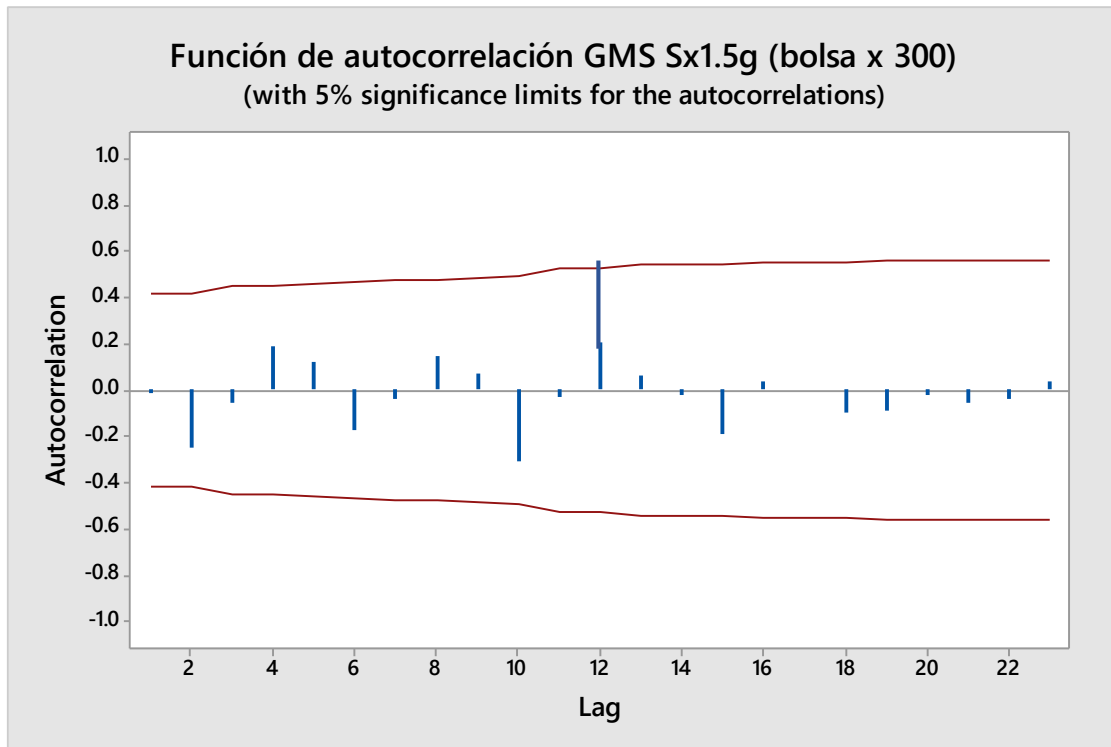


Figura 2. Correlograma de Glutamato Monosódico sobre x 1.5 g

Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 2 de la función de autocorrelación, se observó un patrón estacional, por tanto, se seleccionaron dos técnicas sugeridas para este patrón de serie de tiempo: La descomposición estacional y el método de Winters.

La figura 2 mostró un coeficiente de autocorrelación significativo en el coeficiente 12, siendo esto consistente con un patrón estacional (Hancke, 2000).

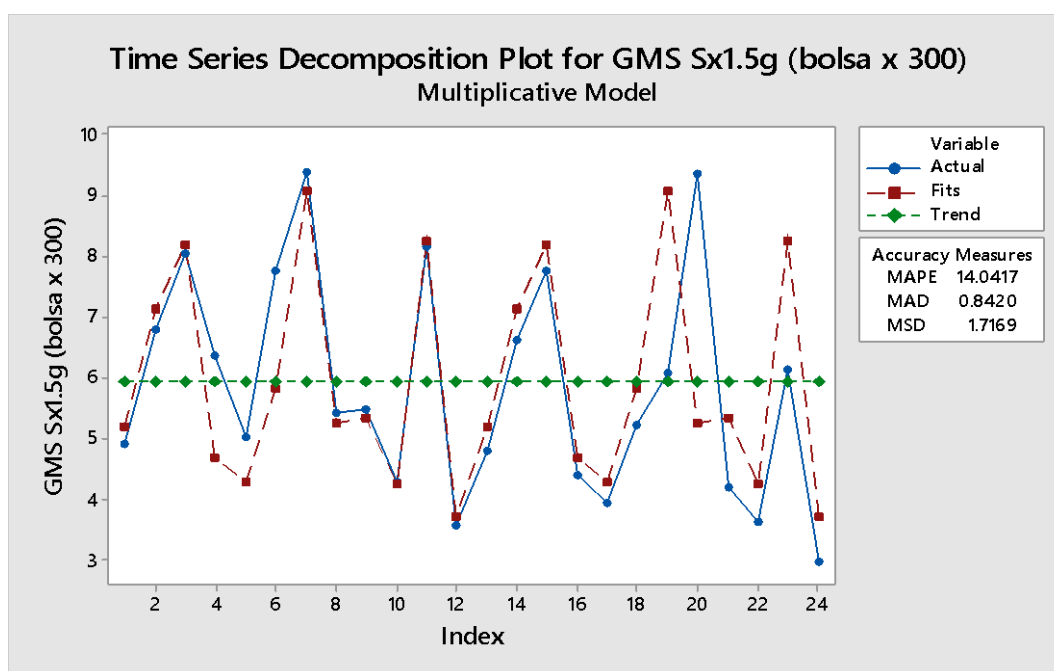


Figura 3. Método de Descomposición estacional para Glutamato Monosódico sobre x 1.5g

Fuente: Elaboración propia.

La figura 3 mostró el uso del método de descomposición estacional. Se pudo determinar que las medidas de precisión fueron: MAPE= 14.04%; DMA =0.84 y MSE= 1.716.

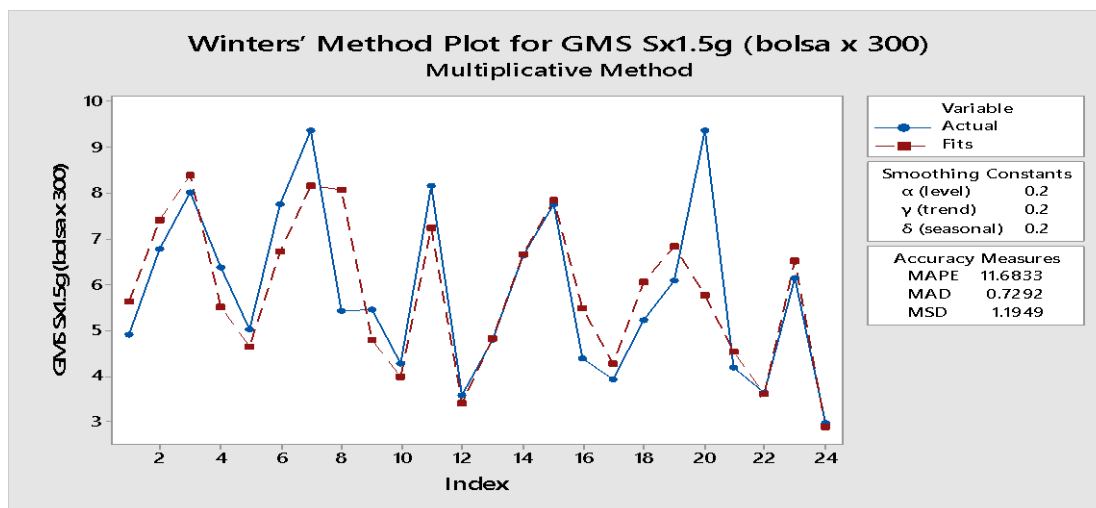


Figura 4. Método de Winters para GMS sobre 1.5g

Fuente: Elaboración propia.

La figura 4 mostró los parámetros de error del método de Winters: MAPE=11.68%, DMA= 0.73 y MSE=1.19.

A continuación, se compararán los métodos, tanto el utilizado por la empresa como los sugeridos en este análisis:

Tabla 3

Comparación de métodos de pronóstico para GMS sobre 1.5g

MÉTODOS DE PRONÓSTICO		
UTILIZADO POR LA EMPRESA	DESCOMPOSICIÓN ESTACIONAL	MÉTODO DE WINTERS
DMA=1.3679	DMA=0.842	DMA=0.73
MAPE=26.10%	MAPE=14.04%	MAPE=11.68%
MSE=3.313	MSE=1.717	MSE=1.19

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra el análisis de lo adecuado del método de Winters examinando los residuos para verificar si son aleatorios y siguen distribución normal.

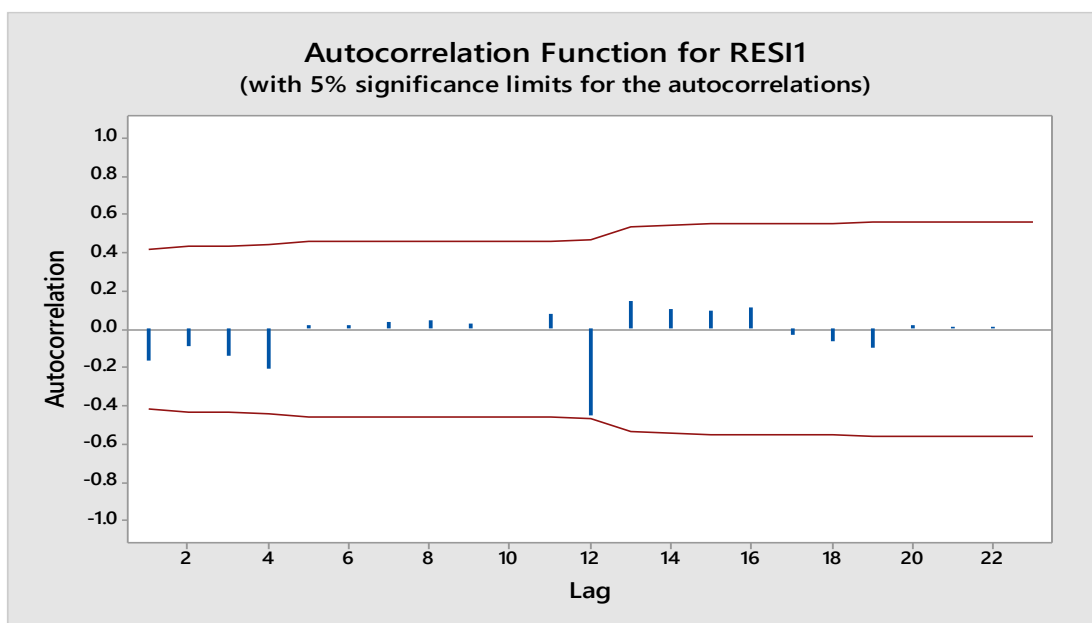


Figura 5. Correlograma de los residuos al aplicar el método de Winters para pronosticar GMS sobre x 1.5g

Fuente: Elaboración propia.

La figura 5 muestra que los coeficientes de correlación son aleatorios, pues todos ellos se encuentran dentro de los límites de significancia.

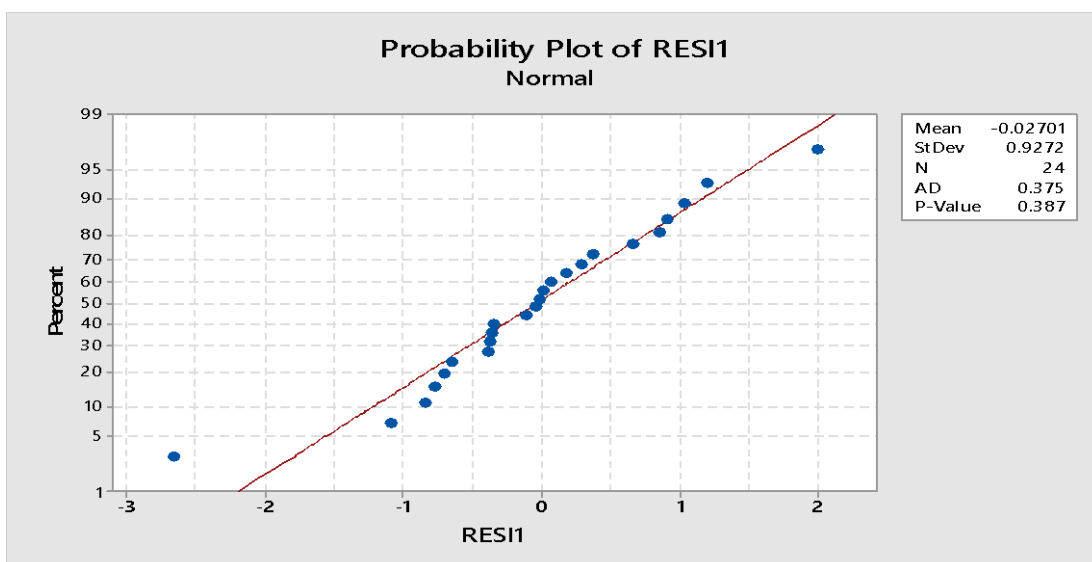


Figura 6. Probabilidad normal de los residuos del método de Winters GMS sobre x 1.5g

Fuente: Elaboración propia.

La figura 6 mostró que los residuos después de usar el método de Winters siguen distribución normal, pues $P\text{-Value}=0.387$, siendo la regla de decisión para aceptar normalidad de los residuos que $P\text{-Value} \geq 0.05$.

Por tanto, es posible utilizar la técnica de Winters para pronosticar los datos de la serie de Glutamato Monosódico presentación Sobre 1.5 g.

Ante este análisis, se seleccionó el método de Winters para efectuar el pronóstico.

Pronósticos para el periodo Abril – Diciembre del 2016

Tabla 4

Pronósticos Abr - Dic 2016 con el método de Winters

	Period	Pronóstico	Lower	Upper
	25	4.02165	2.23523	5.80806
	26	5.54384	3.72943	7.35824
	27	6.50348	4.65787	8.34909
	28	4.37202	2.49215	6.25189
	29	3.63485	1.71782	5.55188
	30	5.23356	3.27664	7.19047
	31	6.19183	4.19246	8.19121
	32	6.04045	3.99622	8.08469
	33	3.80459	1.71324	5.89593

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 4 mostró el pronóstico y los intervalos de confianza de la estimación efectuada para cada mes pronosticado.

Glutamato Monosódico Sobre x 8 g

Tabla 5

Ventas efectuadas vs planificadas de GMS sobre 8 g

		REALIZAD O	PLANIFICAD O	DIFERENCI A
AG. CHICLAYO	AJINOMOT O	GMS Sx1.5g (bolsa x 300)	GMS Sx1.5g (bolsa x 300)	GMS Sx1.5g (bolsa x 300)
VENTAS ABRIL 14 - MARZO 15	ABR	3.067	3.059	0.00815
	MAY	3.285	2.984	0.30068
	JUN	3.538	2.984	0.55316
	JUL	4.215	3.731	0.48433
	AGO	2.457	2.984	-0.52732
	SET	4.030	2.873	1.15708
	OCT	3.756	3.096	0.66013
	NOV	3.063	2.947	0.11618
	DIC	3.243	3.917	-0.67424
	ENE	2.359	2.873	-0.51380
	FEB	2.920	2.873	0.04732
	MAR	2.601	2.984	-0.38332
VENTAS 2015 - 2016	ABR	2.937	2.999	-0.06236
	MAY	3.634	4.267	-0.63282
	JUN	2.782	3.890	-1.10768
	JUL	2.991	4.006	-1.01464
	AGO	2.223	2.987	-0.76364
	SET	2.804	3.469	-0.66492
	OCT	3.280	4.356	-1.07626
	NOV	3.375	3.789	-0.41422
	DIC	3.033	4.234	-1.20088
	ENE	2.296	2.567	-0.27116
	FEB	2.892	2.789	0.10300
	MAR	2.416	2.271	0.14529

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 5 se pudo comparar la planificación efectuada y los datos reales de las ventas en toneladas, se puede identificar la diferencia entre estos dos valores, siendo en la mayoría de los meses que sí se llegó a vender la cantidad planificada.

Al efectuar un análisis de la precisión de esta forma empírica de planificar se pudo determinar las siguientes medidas de precisión:

Tabla 6

Medidas de precisión GMS sobre 8 g - Método actual

DMA	0.53677375
MAPE	15.62%
MSE	0.42201

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la Tabla 6 el método actual si tiene una desviación en promedio de poco más de 1/2 Tonelada respecto a lo ocurrido en comparación con la planificación efectuada.

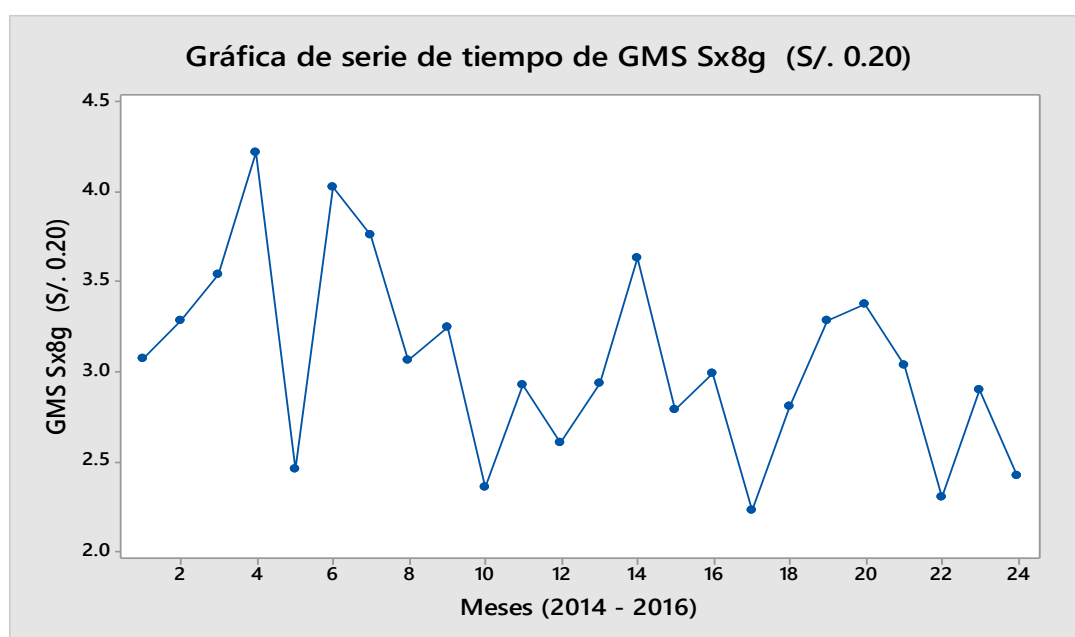


Figura 7. Serie de tiempo de Glutamato Monosódico sobre x 8 g

Fuente: Elaboración propia.

Al examinar la figura 7 se puede observar un aparente patrón tendencial y estacional, el mismo que debe ser corroborado del análisis estadístico que efectuó a continuación.

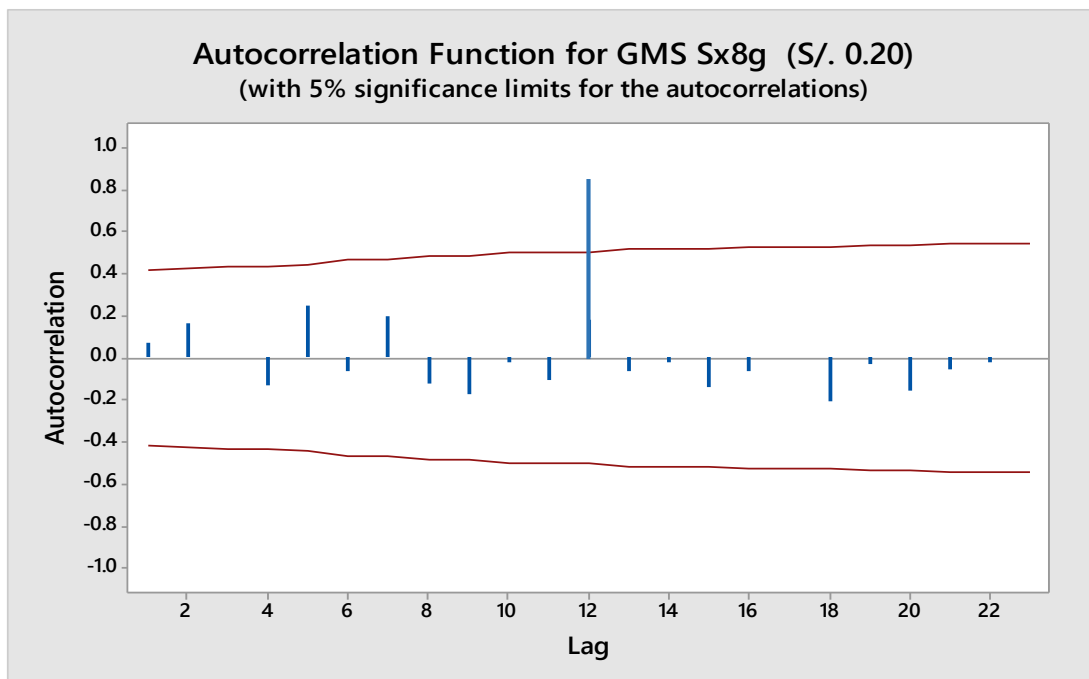


Figura 8. Correlograma de Glutamato Monosódico sobre x 8 g

Fuente: Elaboración propia.

Según la figura 8 de la función de autocorrelación se observó un patrón estacional, por tanto, se seleccionaron dos técnicas sugeridas para este patrón de serie de tiempo: La descomposición estacional y el método de Winters.

La figura 8 mostró un coeficiente de autocorrelación significativo en el coeficiente 12, siendo esto consistente con un patrón estacional (Hancke, 2000).

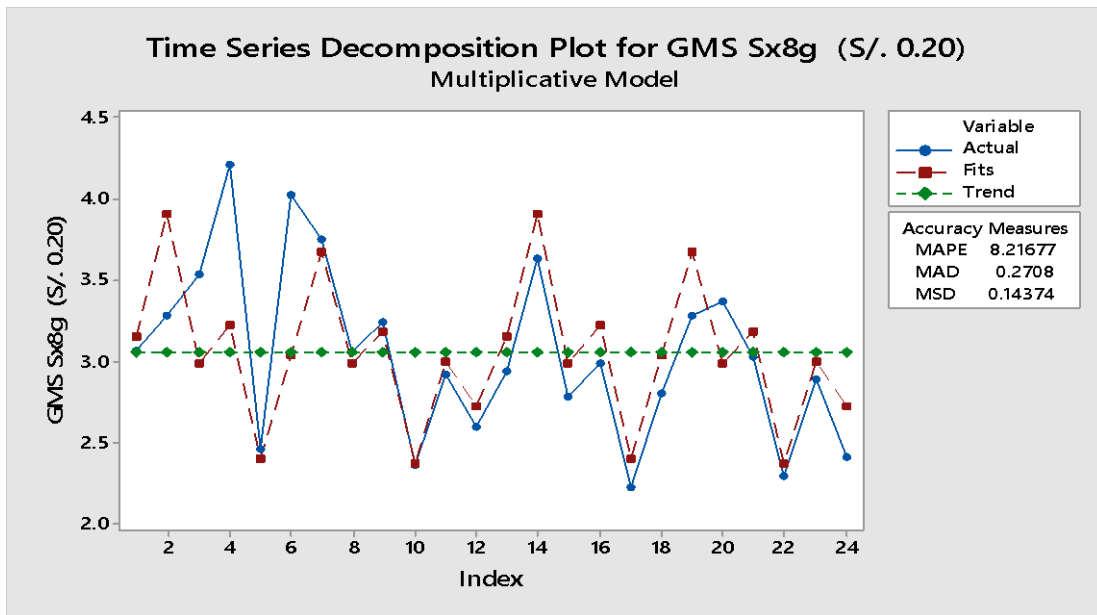


Figura 9. Método de Descomposición estacional para Glutamato Monosódico sobre x 8 g

Fuente: Elaboración propia.

La figura 9 mostró el uso del método de descomposición estacional. Se pudo determinar que las medidas de precisión fueron: MAPE= 8.21%; DMA =0.27 y MSE= 0.14.

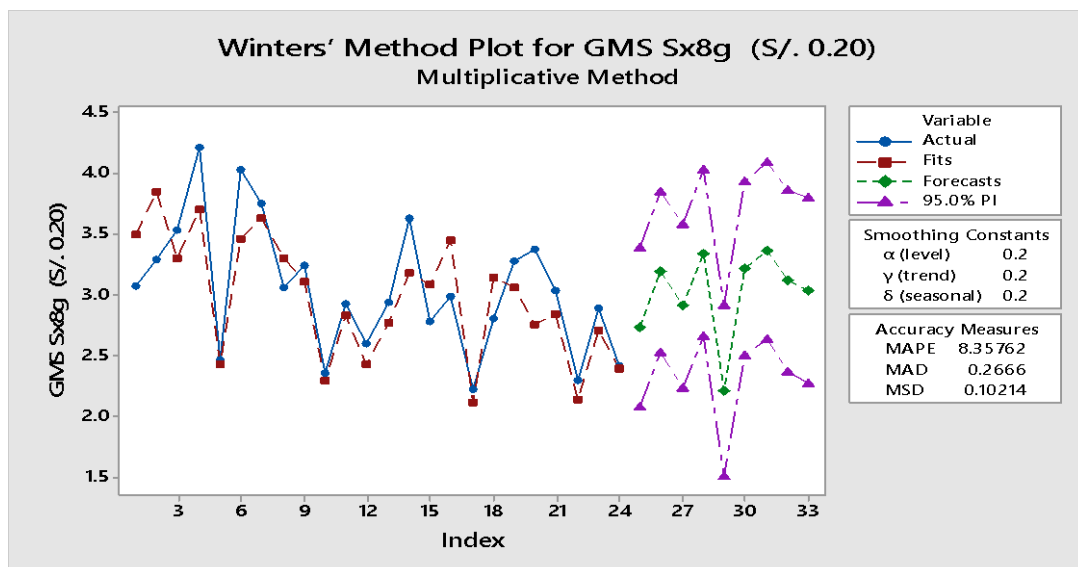


Figura 10. Método de Winters para Glutamato Monosódico sobre x 8 g

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 10 mostró los parámetros de error del método de Winters: $MAPE=8.36\%$, $DMA=0.26$ y $MSE=0.102$.

A continuación, se compararán los métodos, tanto el utilizado por la empresa como los sugeridos en este análisis, los datos obtenidos se muestran en la Tabla 7.

Tabla 7

Comparación de métodos de pronóstico para GMS sobre 8 g

MÉTODOS DE PRONÓSTICO		
UTILIZADO POR LA EMPRESA	DESCOMPOSICIÓN ESTACIONAL	MÉTODO DE WINTERS
DMA=0.54	DMA=0.27	DMA=0.26
MAPE= 15.62%	MAPE=8.21%	MAPE=8.36%
MSE=0.422	MSE=0.14	MSE=0.102

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra el análisis de lo adecuado del método de Winters examinando los residuos para verificar si son aleatorios y siguen distribución normal.

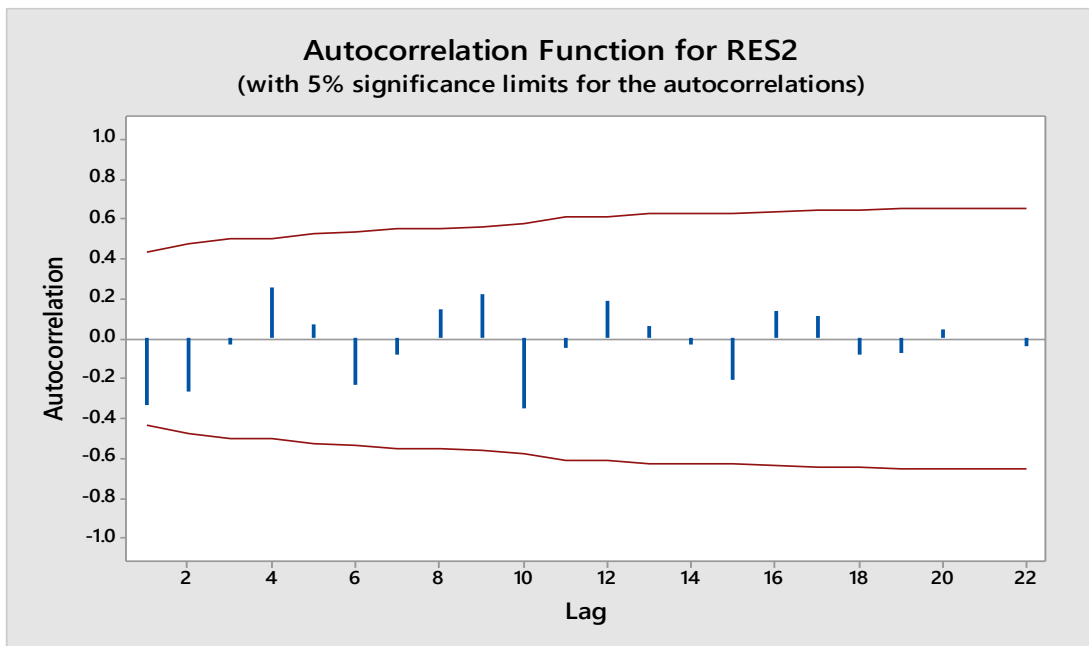


Figura 11. Correlograma de los residuos al aplicar el método de Winters para pronosticar Glutamato Monosódico sobre x 8 g

Fuente: Elaboración propia.

La figura 11 muestra que los coeficientes de correlación también son aleatorios, pues todos ellos se encuentran dentro de los límites de significancia.

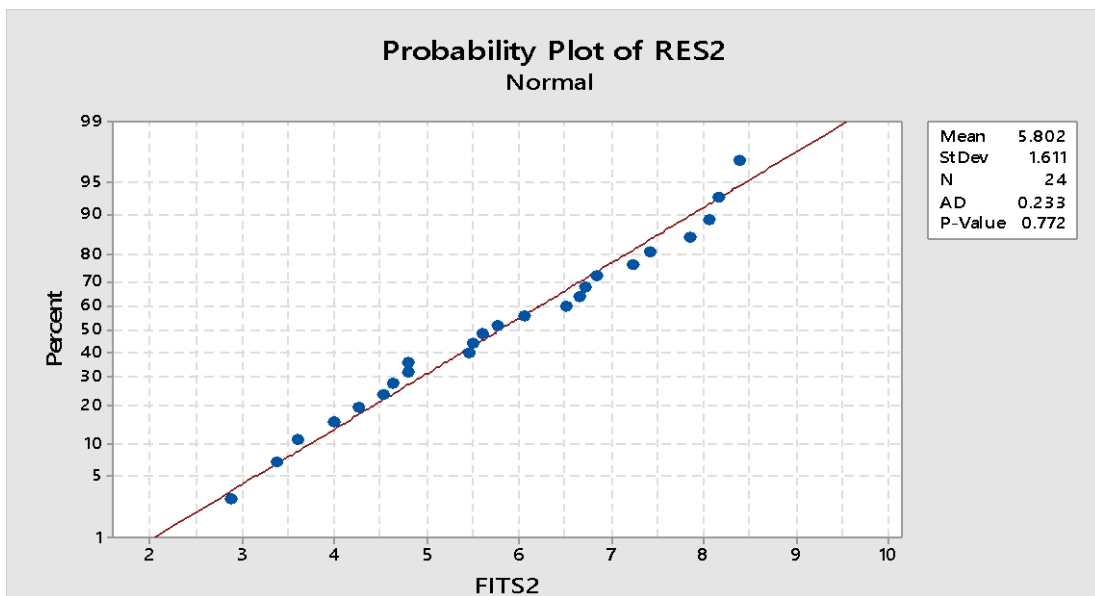


Figura 12. Probabilidad normal de los residuos del método de Winters GMS sobre x 8

Fuente: Elaboración propia.

La figura 12 mostró que los residuos después de usar el método de Winters siguen distribución normal, pues $P\text{-Value}=0.772$, siendo la regla de decisión para aceptar normalidad de los residuos que $P\text{-Value} \geq 0.05$.

Por tanto, es posible utilizar la técnica de Winters para pronosticar los datos de la serie de Glutamato Monosódico presentación Sobre 8 g.

Ante este análisis, se seleccionó el método de Winters para efectuar el pronóstico.

- Pronósticos para el periodo Abril – Diciembre del 2016

Tabla 8.

Pronósticos Abr - Dic 2016 con el método de Winters

Period	Forecast	Lower	Upper
25	2.73056	2.07726	3.38385
26	3.18793	2.52441	3.85146
27	2.91015	2.23521	3.58509
28	3.34121	2.65374	4.02868
29	2.20779	1.50673	2.90885
30	3.21936	2.50371	3.93501
31	3.36647	2.63530	4.09764
32	3.11450	2.36693	3.86208
33	3.03041	2.26560	3.79521

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 8 mostró el pronóstico y los intervalos de confianza de la estimación efectuada para cada mes pronosticado.

Glutamato Monosódico Sobre x 27 g

Tabla 9.

Ventas efectuadas vs planificadas de GMS sobre 27 g

		REALIZADO	PLANIFICADO	DIFERENCIA
AG. CHICLAYO	AJINOMOTO	GMS Sx1.5g (bolsa x 300)	GMS Sx1.5g (bolsa x 300)	GMS Sx1.5g (bolsa x 300)
VENTAS ABRIL 14 - MARZO 15	ABR	5.105	5.318	-0.214
	MAY	5.308	5.189	0.119
	JUN	4.659	5.189	-0.530
	JUL	6.586	6.486	0.101
	AGO	5.019	5.189	-0.169
	SET	4.692	4.994	-0.303
	OCT	5.502	5.383	0.119
	NOV	5.337	5.124	0.213
	DIC	6.600	6.810	-0.210
	ENE	4.968	4.994	-0.026
	FEB	4.378	4.994	-0.616
	MAR	4.375	5.189	-0.814
VENTAS 2015 - 2016	ABR	4.598	4.861	-0.263
	MAY	5.018	4.972	0.046
	JUN	4.244	5.006	-0.762
	JUL	6.452	6.234	0.218
	AGO	4.551	5.244	-0.693
	SET	5.025	4.567	0.458
	OCT	4.826	5.378	-0.552
	NOV	4.347	5.244	-0.898
	DIC	6.244	6.542	-0.298
	ENE	4.757	4.789	-0.032
	FEB	4.227	5.120	-0.893
	MAR	5.207	4.972	0.236

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 9 se pudo comparar la planificación efectuada y los datos reales de las ventas en toneladas, se puede identificar la diferencia entre estos dos

valores, siendo en la mayoría de los meses que no se llegó a vender la cantidad planificada es decir se planificó más de lo que se pudo vender.

Al efectuar un análisis de la precisión de esta forma empírica de planificar se pudo determinar las siguientes medidas de precisión:

Tabla 10

Medidas de precisión GMS sobre 27 g - Método actual

DMA	0.365848169
MAPE	7.02%
MSE	0.21083

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 10, se tiene una desviación en promedio de menos de 1/2 Tonelada respecto a lo ocurrido en comparación con la planificación efectuada.

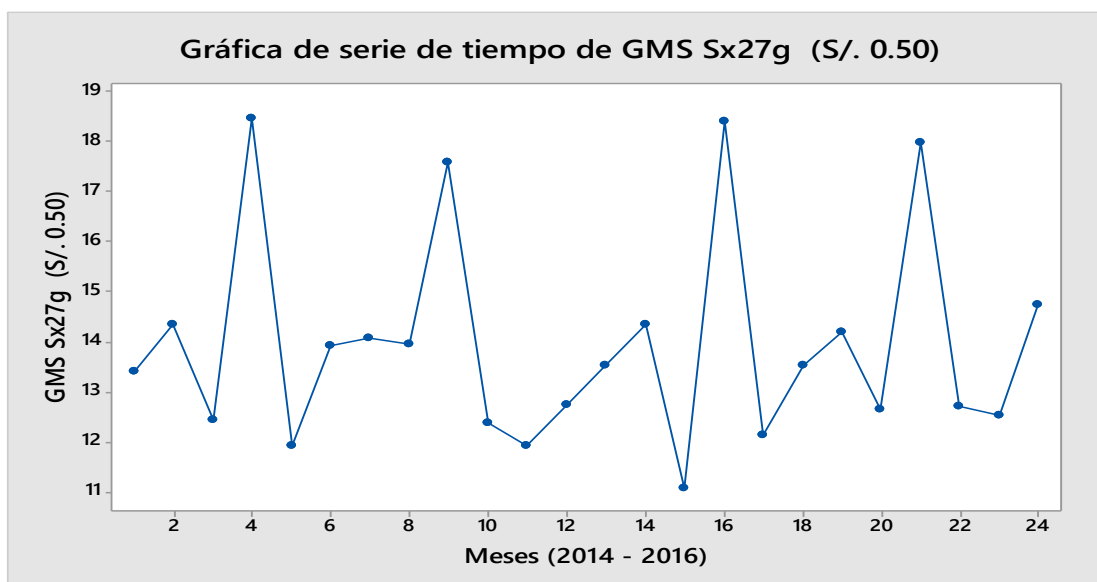


Figura 13. Serie de tiempo de Glutamato Monosódico sobre x 58 g

Fuente: Elaboración propia.

Al examinar la figura 13 se puede observar un aparente patrón estacionario, el mismo que debe ser corroborado del análisis estadístico que se efectuó a continuación.

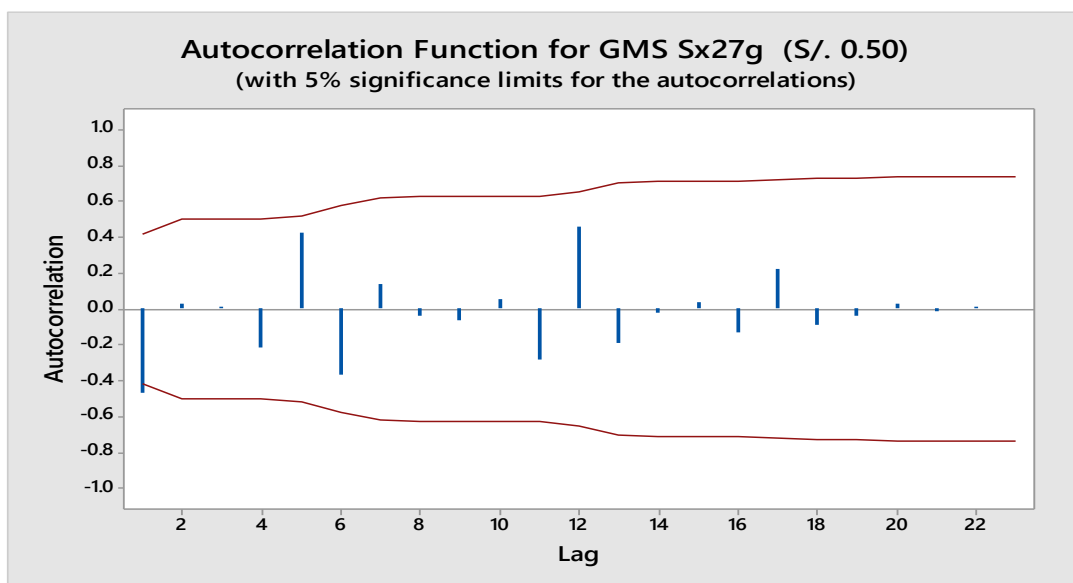


Figura 14. Correlograma de Glutamato Monosódico sobre x27 g

Fuente: Elaboración propia.

La figura 14 mostró el primer coeficiente de autocorrelación significativo, siendo esto consistente con una serie estacionaria respecto al tiempo (Hancke, 2000). Esto lleva a determinar que los métodos de serie de tiempo que podrían ser de utilidad para pronosticar la serie son promedios móviles simples y suavizamiento exponencial simple.

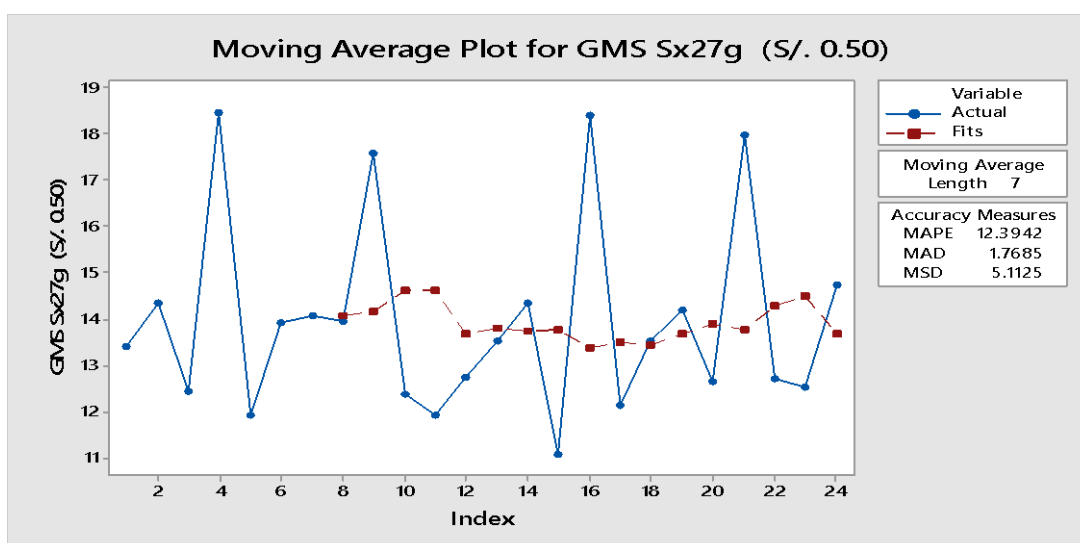


Figura 15. Método de Promedios móviles para Glutamato Monosódico sobre x 27 g

Fuente: Elaboración propia.

La gráfica 15 mostró el uso del método de promedios móviles simples. Se pudo determinar que las medidas de precisión fueron: MAPE= 12.39%; DMA = 1.77 y MSE= 5.11.

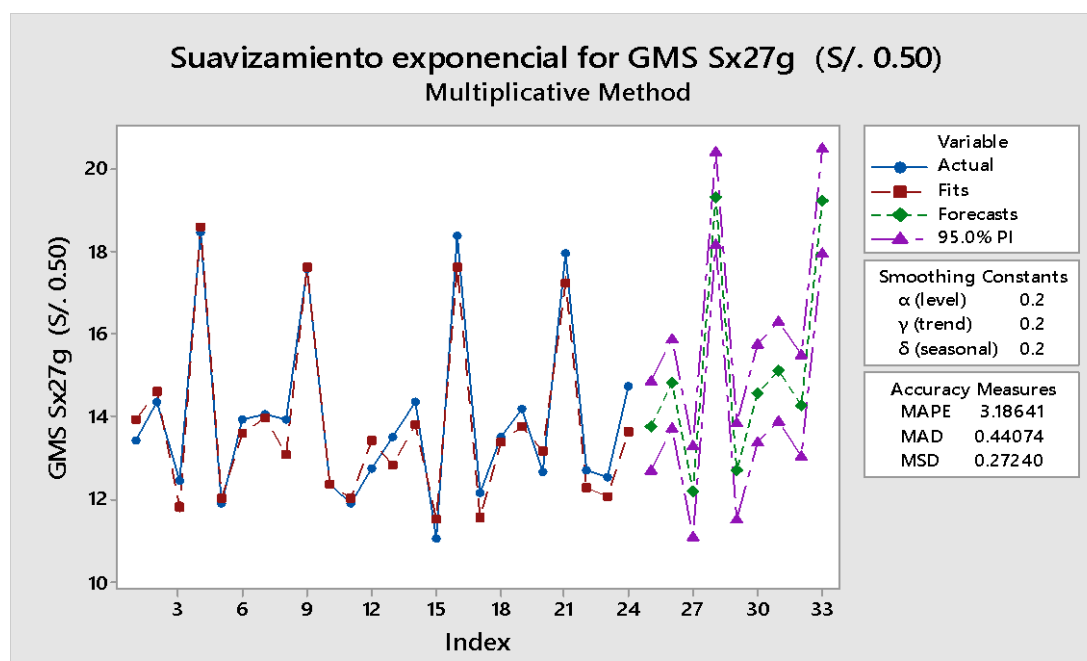


Figura 16. Método de Suavizamiento exponencial simple para Glutamato Monosódico sobre x 27 g

Fuente: Elaboración propia.

La figura 16 mostró los parámetros de error del método de suavizamiento exponencial simple: $MAPE=3.18\%$, $DMA=0.44$ y $MSE=0.272$.

A continuación, se compararán los métodos, tanto el utilizado por la empresa como los sugeridos en este análisis, los resultados se muestran en la tabla 11.

Tabla 11

Comparación de métodos de pronóstico para GMS sobre 27 g

MÉTODOS DE PRONÓSTICO		
UTILIZADO POR LA EMPRESA	PROMEDIOS MÓVILES SIMPLES	MÉTODO DE SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL SIMPLE
DMA=0.92	DMA=1.77	DMA=0.44
MAPE=6.89%	MAPE=12.39%	MAPE=3.18%
MSE=1.18	MSE=5.11	MSE=0.272

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra el análisis de lo adecuado del método de suavizamiento exponencial simple examinando los residuos para verificar si son aleatorios y siguen distribución normal.

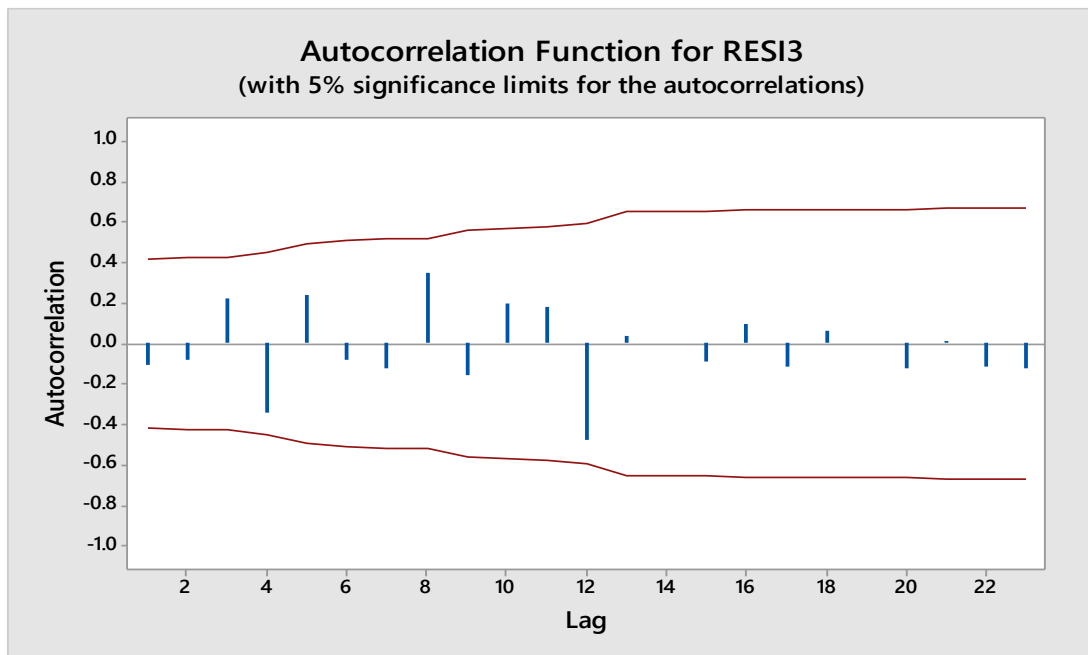


Figura 17. Correlograma de los residuos al aplicar el método de suavizamiento exponencial simple para pronosticar GMS sobre x 27 g

Fuente: Elaboración propia.

La figura 17 muestra que los coeficientes de correlación también son aleatorios, pues todos ellos se encuentran dentro de los límites de significancia.

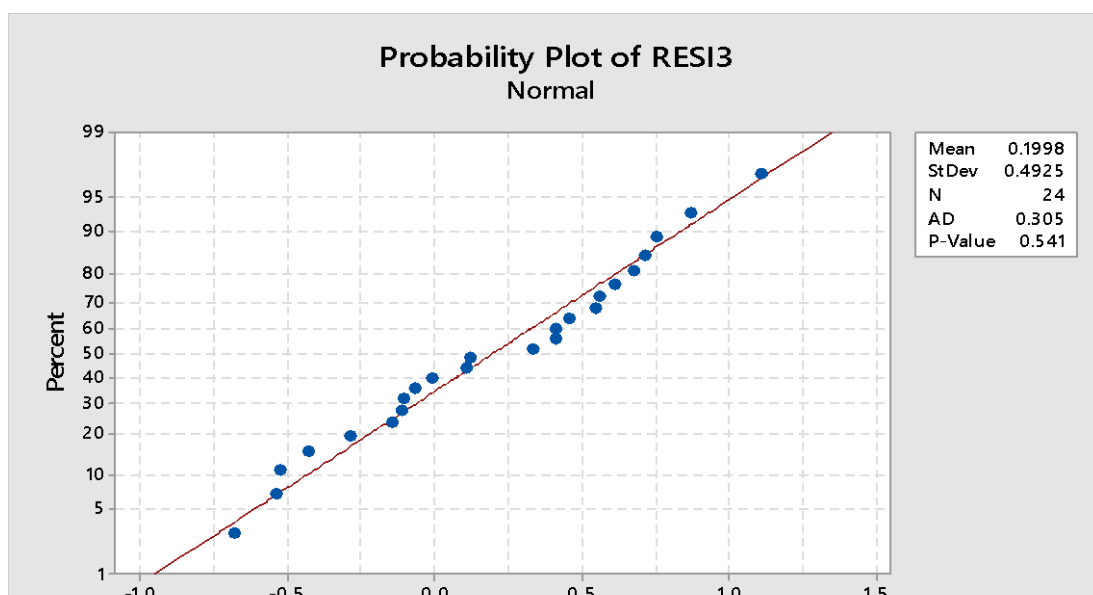


Figura 18. Probabilidad normal de los residuos del método de Promedios móviles de GMS sobre x 27 g

Fuente: Elaboración propia.

La figura 18 mostró que los residuos después de usar el método de suavizamiento exponencial simple siguen distribución normal, pues P-Value=0.541, siendo la regla de decisión para aceptar normalidad de los residuos que P-Value ≥ 0.05 .

Por tanto, es posible utilizar la técnica de Winters para pronosticar los datos de la serie de Glutamato Monosódico presentación Sobre 27 g.

Ante este análisis, se seleccionó el método de suavizamiento exponencial simple para efectuar el pronóstico.

Pronósticos para el periodo Abril – Diciembre del 2016

Tabla 12.

Pronósticos Abr - Dic 2016 con Suavizamiento exponencial simple

Period	Forecast	Lower	Upper
25	13.7806	12.7008	14.8604
26	14.8007	13.7040	15.8974
27	12.1884	11.0728	13.3039
28	19.3064	18.1701	20.4427
29	12.6867	11.5279	13.8454
30	14.5579	13.3750	15.7408
31	15.1010	13.8924	16.3095
32	14.2696	13.0340	15.5053
33	19.2324	17.9683	20.4965

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 12 mostró el pronóstico y los intervalos de confianza de la estimación efectuada para cada mes pronosticado.

Glutamato Monosódico Sobre x 58 g

Tabla 13.

Ventas efectuadas vs planificadas de GMS sobre 58 g

		REALIZADO	PLANIFICADO	DIFERENCIA
AG. CHICLAYO	AJINOMOTO	GMS S x 58 g	GMS S x 58 g	GMS S x 58 g
VENTAS ABRIL 14 - MARZO 15	ABR	5.105	5.318	-0.214
	MAY	5.308	5.189	0.119
	JUN	4.659	5.189	-0.530
	JUL	6.586	6.486	0.101
	AGO	5.019	5.189	-0.169
	SET	4.692	4.994	-0.303
	OCT	5.502	5.383	0.119
	NOV	5.337	5.124	0.213
	DIC	6.600	6.810	-0.210
	ENE	4.968	4.994	-0.026
	FEB	4.378	4.994	-0.616
	MAR	4.375	5.189	-0.814
VENTAS 2015 - 2016	ABR	4.598	4.861	-0.263
	MAY	5.018	4.972	0.046
	JUN	4.244	5.006	-0.762
	JUL	6.452	6.234	0.218
	AGO	4.551	5.244	-0.693
	SET	5.025	4.567	0.458
	OCT	4.826	5.378	-0.552
	NOV	4.347	5.244	-0.898
	DIC	6.244	6.542	-0.298
	ENE	4.757	4.789	-0.032
	FEB	4.227	5.120	-0.893
	MAR	5.207	4.972	0.236

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 13 se pudo comparar la planificación efectuada y los datos reales de las ventas en toneladas, se puede identificar la diferencia entre estos dos valores, siendo en la mayoría de los meses que sí se llegó a vender la cantidad planificada.

Al efectuar un análisis de la precisión de esta forma empírica de planificar se pudo determinar las siguientes medidas de precisión:

Tabla 14.

Medidas de precisión GMS sobre 58 g - Método actual

DMA	0.365848169
MAPE	7.02%
MSE	0.21083

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 14, se tiene una desviación en promedio de poco menos de 1/2 Tonelada respecto a lo ocurrido en comparación con la planificación efectuada.

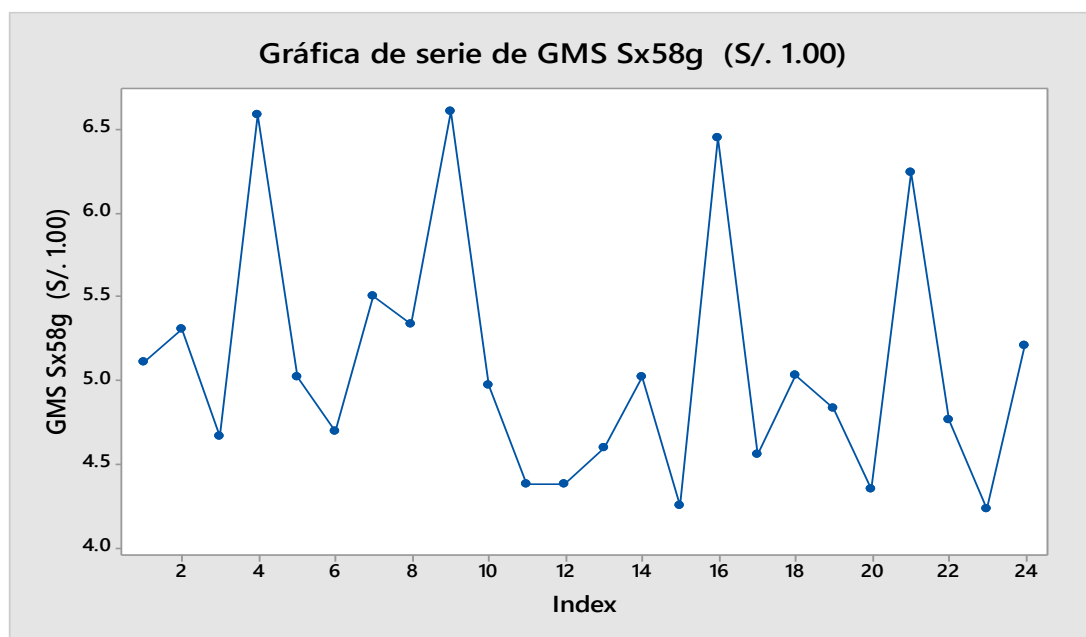


Figura 19. Serie de tiempo de Glutamato Monosódico sobre x 58 g

Fuente: Elaboración propia.

Al examinar la figura 19 se puede observar un aparente patrón estacionario, el mismo que debe ser corroborado del análisis estadístico que efectuó a continuación.

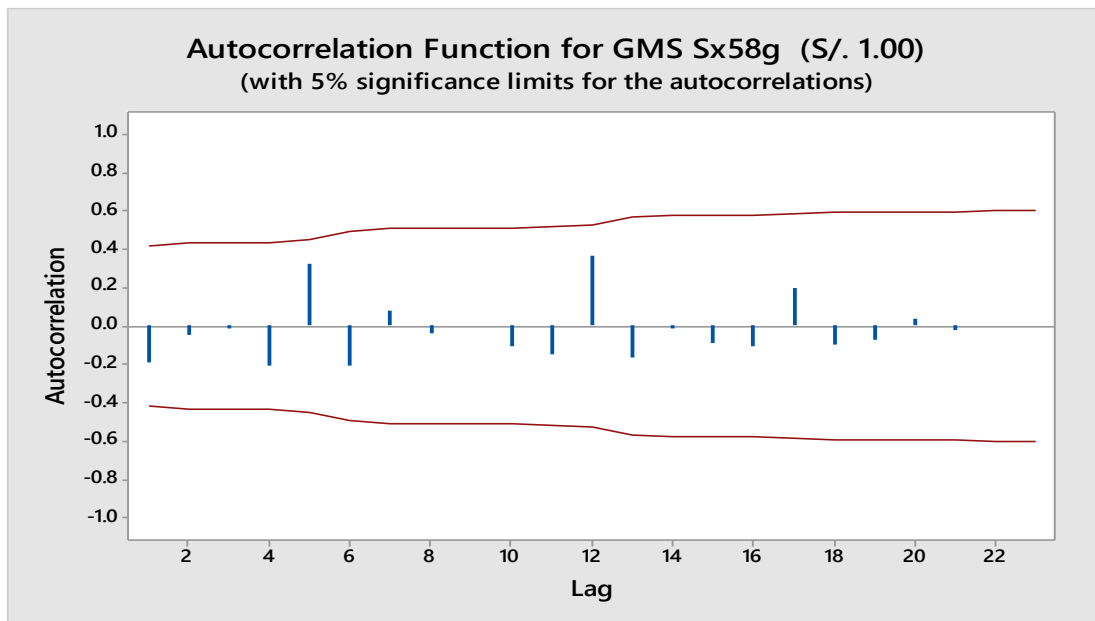


Figura 20. Serie de tiempo de Glutamato Monosódico sobre x 58 g

Fuente: Elaboración propia.

La figura 20 no mostró ningún coeficiente de autocorrelación significativo, siendo esto consistente con una serie aleatoria y por tanto no sería de utilidad ningún método de serie de tiempo (Hancke, 2000).

Glutamato Monosódico Sobre x Bolsa x 1Kg

Tabla 15

Ventas efectuadas vs planificadas de GMS Bolsa x 1 Kg

		REALIZAD O	PLANIFICAD O	DIFERENCI A
AG. CHICLAYO	AJINOMOT O	GMS 1 Kg	GMS 1 Kg	GMS 1 Kg
VENTAS ABRIL 14 - MARZO 15	ABR	7.959	9.265	-1.306
	MAY	12.450	10.291	2.159
	JUN	7.699	9.276	-1.577
	JUL	13.857	15.239	-1.382
	AGO	8.362	9.191	-0.829
	SET	10.074	8.354	1.720
	OCT	13.762	9.325	4.437
	NOV	8.349	9.669	-1.320
	DIC	13.009	15.356	-2.347
	ENE	11.018	8.578	2.440
	FEB	14.483	8.345	6.138
	MAR	7.564	9.500	-1.936
VENTAS 2015 - 2016	ABR	7.931	6.743	1.188
	MAY	14.554	13.356	1.198
	JUN	5.369	7.456	-2.087
	JUL	10.874	13.678	-2.804
	AGO	6.968	8.321	-1.353
	SET	8.082	9.230	-1.148
	OCT	15.954	13.789	2.165
	NOV	5.321	7.605	-2.284
	DIC	11.441	12.678	-1.237
	ENE	9.234	6.975	2.259
	FEB	15.181	7.378	7.803
	MAR	4.851	6.674	-1.823

Fuente: Elaboración propia.

En la tabla 15 se pudo comparar la planificación efectuada y los datos reales de las ventas en toneladas, se puede identificar la diferencia entre estos dos valores, siendo en la mayoría de los meses que sí se llegó a vender la

cantidad planificada es decir se planificó valores de ventas relativamente más bajos a los que se pudo realizar.

Al efectuar un análisis de la precisión de esta forma empírica de planificar se pudo determinar las siguientes medidas de precisión:

Tabla 16.

Medidas de precisión GMS Bolsa x 1 Kg - Método actual

DMA	2.289157335
MAPE	25.60%
MSE	7.82012

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar en la tabla 16, se tiene una desviación en promedio de más de 2 Toneladas respecto a lo ocurrido en comparación con la planificación efectuada.

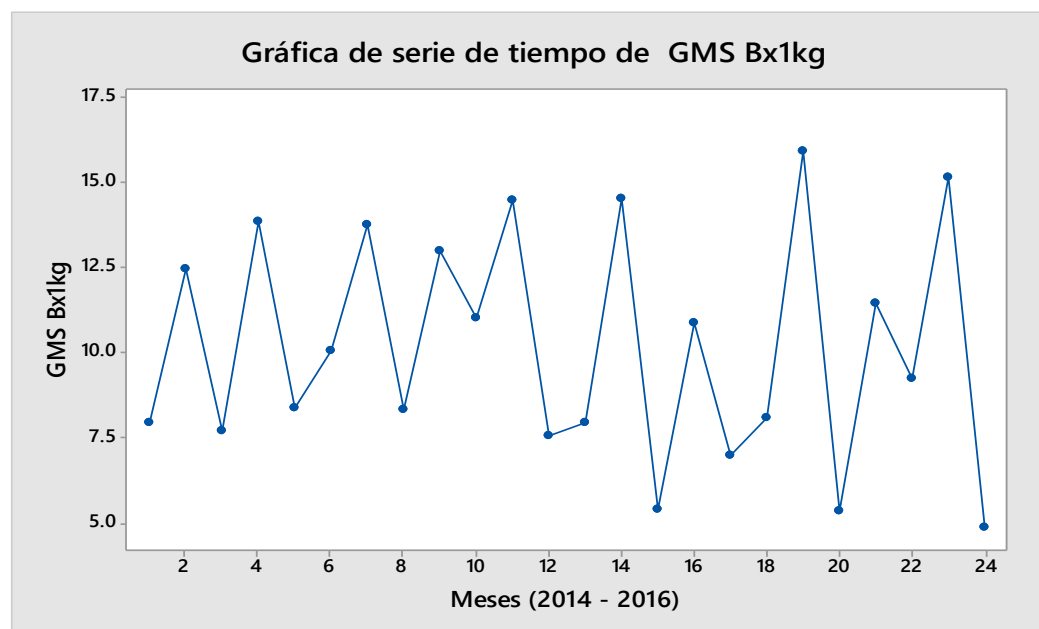


Figura 21. Serie de tiempo de Glutamato Monosódico Bolsa x 1 Kg

Fuente: Elaboración propia.

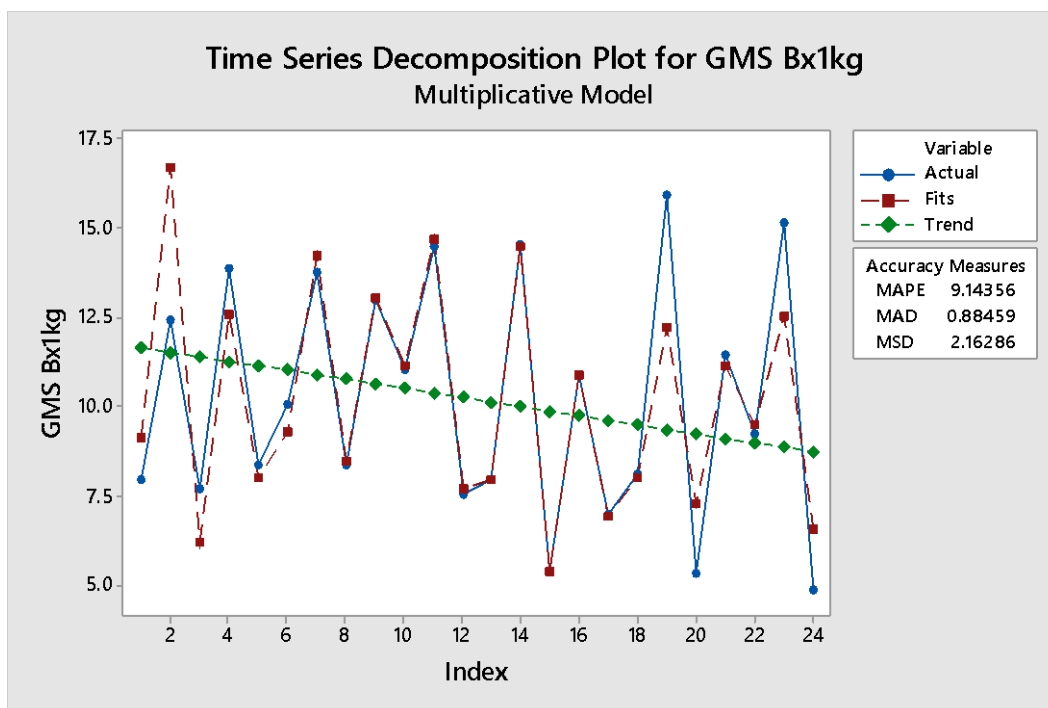


Figura 22. Método de Descomposición estacional para Glutamato Monosódico Bolsa x 1 Kg

Fuente: Elaboración propia.

La figura 22 mostró el uso del método de Descomposición con tendencia y estacionalidad móviles simples. Se pudo determinar que las medidas de precisión fueron: MAPE= 9.14%; DMA =0.88 y MSE= 2.16.

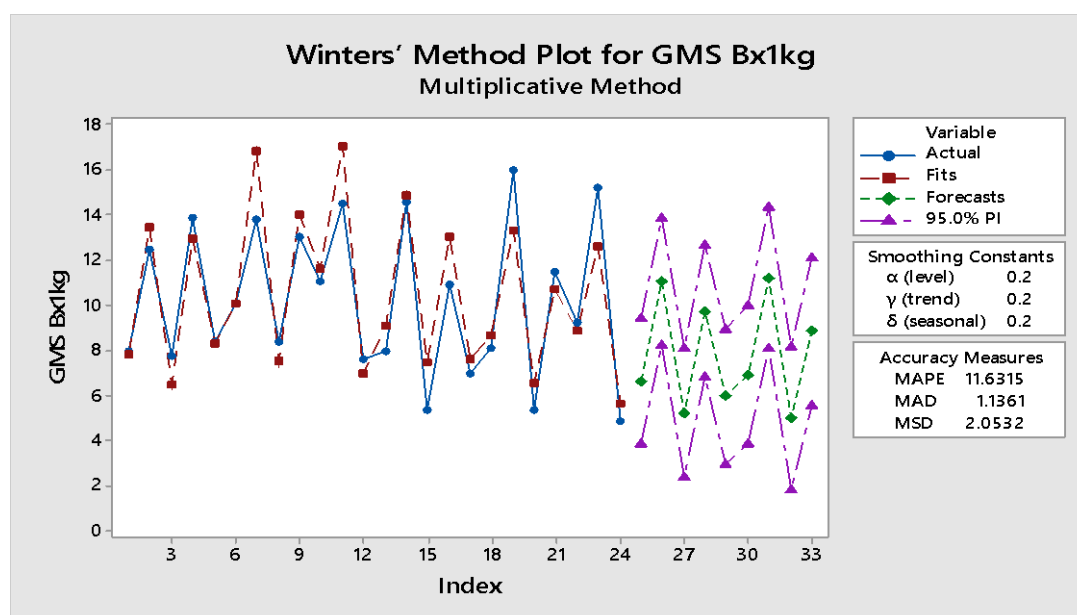


Figura 23. Método de Winters para GMS Bolsa x 1 Kg

Fuente: Elaboración propia.

La figura 24 mostró los parámetros de error del método de Winters: MAPE=11.63%, DMA= 1.14 y MSE=2.05.

A continuación, se compararán los métodos, tanto el utilizado por la empresa como los sugeridos en este análisis:

Tabla 17

Comparación de métodos de pronóstico para GMS Bolsa x 1 Kg

MÉTODOS DE PRONÓSTICO		
UTILIZADO POR LA EMPRESA	MÉTODO DE DESCOMPOSICIÓN CON TENDENCIA Y ESTACIONALIDAD	MÉTODO DE WINTERS
DMA=2.28	DMA=0.88	DMA=1.14
MAPE=25.60%	MAPE=9.14%	MAPE=11.63%
MSE=7.82	MSE=2.16	MSE=2.05

Fuente: Elaboración propia.

Se muestra el análisis de lo adecuado del método de Descomposición con tendencia y estacionalidad examinando los residuos para verificar si son aleatorios y siguen distribución normal.

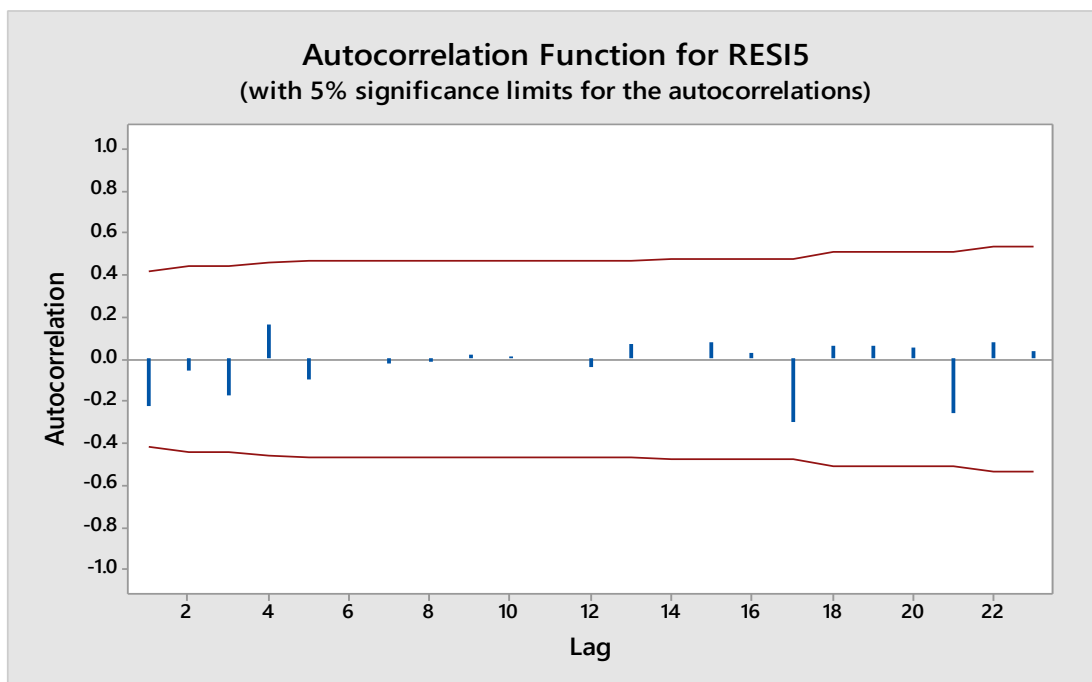


Figura 24. Correlograma de los residuos al aplicar el método de Winters para pronosticar GMS Bolsa x 1Kg

Fuente: Elaboración propia.

La figura 24 muestra que los coeficientes de correlación son aleatorios, pues todos ellos se encuentran dentro de los límites de significancia.

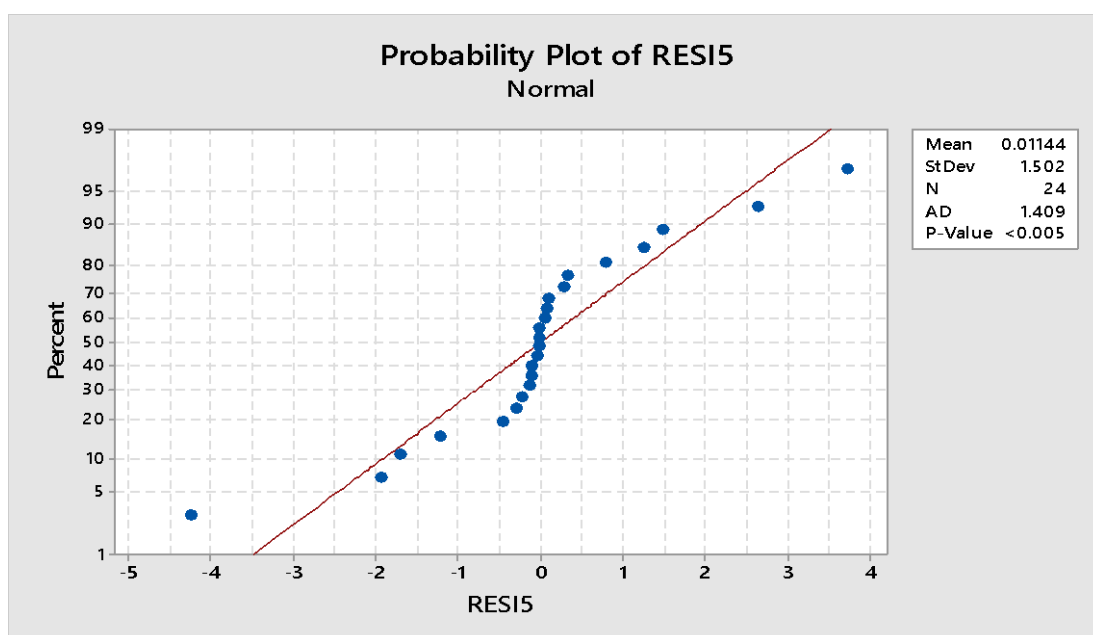


Figura 25. Probabilidad normal de los residuos del método de Winters GMS Bolsa x 1 Kg

Fuente: Elaboración propia.

La figura 25 mostró que los residuos después de usar el método de descomposición con tendencia y estacionalidad no siguen distribución normal, pues $P\text{-Value} < 0.005$, siendo la regla de decisión para aceptar normalidad de los residuos que $P\text{-Value} \geq 0.05$.

Por tanto, no es posible utilizar la técnica de Descomposición para pronosticar los datos de la serie de Glutamato Monosódico presentación x 1Kg.

V. DISCUSIÓN

Al analizar las series de datos de ventas de las diferentes líneas de productos de Ajinomoto se pudo comprobar que uno de los pasos más importantes en la selección de un método para pronosticar adecuado con datos de una serie de tiempo es considerar los diferentes tipos de patrones de datos, pudiendo determinar los cuatro tipos generales: horizontal, tendencias, estacionales y cíclicos (Hancke, 2000).

En el análisis se encontró que aquellas series de datos en las que se halló patrones de estacionalidad devolvían un pronóstico más preciso si eran pronosticadas utilizando uno de los métodos asociados a dicho patrón, como el método de descomposición estacional o el método de Winters, asimismo en el análisis de la serie de datos que mostraba un patrón estacionario u horizontal, se pudo determinar que devolvía un pronóstico más preciso al utilizar un método sugerido en series con dicho patrón. (Hancke, 2000).

Se pudo determinar asimismo que no solamente se tomó con consideración la comparación con el error cuadrado medio (MSE), pues en los casos en los que las medidas de precisión no son consistentes con los métodos comparados, se determinó que el método no es el apropiado para pronosticar por no cumplir con los supuestos estadísticos de normalidad o aleatoriedad de los residuos,

VI. CONCLUSIONES

El objetivo principal de la presente investigación fue analizar el comportamiento de las series de ventas de los principales productos de la marca Ajinomoto.

Al analizar la línea de GMS presentación en sobre de 1.5 g (Bolsa x 300), y GMS presentación sobre de 8g, se pudo determinar la existencia de un patrón estacional que permitió al análisis seleccionar el método de Winters para pronosticar la serie, encontrando un método que en comparación con el método utilizado actualmente, era más preciso y por tanto sus estimaciones de ventas mucho más cercanas de lo que ocurrió en la empresa y que además cumplía con los supuestos estadísticos que se requieren para considerar el método como adecuado.

Respecto a la línea de GMS presentación de 27 g, se pudo determinar un patrón estacionario y a la selección de un método de pronóstico se pudo efectuar el pronóstico utilizando el método de suavizamiento exponencial simple que asimismo devolvió un pronóstico más preciso que el utilizado actualmente y que cumplía con los supuestos estadísticos que se requieren para considerar el método como adecuado.

Al análisis de la línea de GMS presentación de 58 g, no se pudo encontrar un patrón de serie de tiempo, pues al análisis se determinó que la serie mostraba el comportamiento de una serie aleatoria, por tanto no se pudo utilizar un método de serie de tiempo.

Al analizar la línea de GMS presentación de 1 Kg se encontró un patrón estacional y de tendencia, se utilizó el análisis utilizando el método de descomposición con tendencia y estacionalidad, seleccionándose el método de descomposición como método que producía pronósticos más precisos, sin

embargo al analizar lo adecuado del método, se pudo determinar que no cumplía con el supuesto de normalidad de los residuos y por tanto habría que buscar otros métodos que controlen dichos patrones para poder efectuar el pronóstico.

VII. RECOMENDACIONES

Se sugiere actualizar constantemente los datos con información reciente de ventas reales con el fin de verificar si los patrones encontrados en la data histórica siguen presentes en datos actuales.

En la serie de GMS presentación de 58 g al no hallar un patrón de serie de tiempo se sugiere encontrar otras variables que puedan mostrar una relación causal y poder determinar un método de pronóstico adecuado.

En las series de ventas de las presentaciones 1.5g, 8g y 27 g se sugiere verificar periódicamente las constantes de suavizamiento exponencial de modo que pueda detectarse un cambio en el patrón de serie de tiempo.

VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, D. R. (David R., Sweeney, D. J., Williams, T. A. (Thomas A., & Vela-zquez, J. A. (2004). *Métodos cuantitativos para los negocios* (9th ed.). México: Thomson.
- Ballou, R. & Mendoza, B. (2004). *Logística: administración de la cadena de suministro*. México: Pearson/Educación.
- Correa, J. & Filbig, M.(2008). *Optimización de la cadena de abastecimiento: Desarrollo de un proceso de planificación de la demanda y la oferta en Unilimpio SA*. Recuperado de <http://repositorio.usfq.edu.ec/handle/23000/615>
- Chase, R., Jacobs, F., Aquilano, N., Torres, R., Montuñafar, B. & Mauri, M. (2009). *Administración de operaciones: producción y cadena de suministros*. México: McGraw-Hill.
- Chopra, S. & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro: estrategia, planificación y operación*. México: Pearson Educación.
- Eppen, G. D., González, A. C., & Sánchez, G. (2000). *Investigación de operaciones en la ciencia administrativa*. (5th ed.). México: Prentice Hall.
- Gaither, N., Sánchez, G., & Frazier, G. (2000). *Administración de producción y operaciones* (4th ed.). México: International Thomson Editores.
- Gattorna, J. & Efrón, A. (2009). *Cadenas de abastecimiento dinámicas (living supply chains) cómo movilizar la empresa alrededor de lo que los clientes quieren*. Bogotá: Ecoe Ediciones.
- González, A. (2003). *Modelación y pronósticos de demanda en un simulador de negocios*. Recuperado de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lad/rodriguez_g_a/portada.html
- Hanke, J. E., Wichern, D. W., & Mues Zepeda, A. (2006). *Pronósticos en los negocios* (8th ed.). México: Person/Educación.
- Jacinto, Z. & del Rosario, A. (2013). *Modelo de pronóstico de demanda de efectivo para las oficinas de una entidad bancaria en una ciudad del interior del país*. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/4816>

- Nieto, G. (2005). *Modelo de pronósticos para el área comercial de una empresa distribuidora de cerveza*. Recuperado de http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/mepi/nava_n_g/portada.html
- Render, B., Stair, R. M., & Hanna, M. E. (2006). *Métodos cuantitativos para los negocios* (9th ed.). México: Pearson/Educación.
- Vásquez, M. & Pomachagua, W. (2013). *Propuesta de mejora en el servicio de atención de aeronaves ofrecido por una empresa del sector aeroportuario*. Recuperado de <http://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/123456789/5052>

IX. ANEXOS

Anexo 01: Planificación vs ventas reales 2014 – 2015

PLAN DE VENTAS AJINOMOTO 2014-2015

CHICLAYO													
Realizado de Ventas 2014 - 2015													
AJINOMOTO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	TTL
GMS Sx1.5g (bolsa x 300)	4.790	6.626	7.755	4.380	3.925	5.220	6.085	9.369	4.179	3.619	6.144	2.973	65.065
GMS Sx8g (S/. 0.20)	2.937	3.634	2.782	2.991	2.223	2.804	3.280	3.375	3.033	2.296	2.892	2.416	34.663
GMS Sx8g AS													0.000
GMS Sx13g (Naranja)	0.112	0.135	0.083	0.074	0.105	0.097	0.138	0.114	0.130	0.065	0.084	0.100	1.238
GMS Sx27g (S/. 0.50)	13.514	14.353	11.061	18.392	12.129	13.514	14.184	12.642	17.966	12.695	12.518	14.727	167.693
GMS Sx58g (S/. 1.00)	4.598	5.018	4.244	6.452	4.551	5.025	4.826	4.347	6.244	4.757	4.227	5.207	59.496
GMS Fx100g	0.008	0.016	0.015	0.011	0.007	0.018	0.008	0.017	0.032	0.024	0.014	0.005	0.175
GMS Sx100g	0.037	0.082	0.071	0.025	0.020	0.067	0.073	0.035	0.071	0.070	0.106	0.066	0.723
GMS Sx250g	2.225	2.681	2.210	3.391	2.948	2.631	3.629	1.643	3.336	2.480	4.774	2.046	33.993
GMS Sx500g	1.507	1.964	1.260	2.040	1.530	1.599	2.533	1.558	2.778	1.880	2.236	0.991	21.873
GMS Bx1kg	7.931	14.554	5.369	10.874	6.968	8.082	15.954	5.321	11.441	9.234	15.181	4.851	115.759
Ttl Ajinomoto	37.658	49.062	34.850	48.629	34.405	39.057	50.709	38.420	49.210	37.119	48.176	33.382	500.677

AG. CHICLAYO													
REALIZADO ABRIL 14 - MARZO 15 PESO													
AJINOMOTO	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	TTL
GMS Sx27g (S/. 0.50)	13.514	14.353	11.061	18.392	12.129	13.514	14.184	12.642	17.966	12.695	12.518	14.727	167.693
GMS Sx58g (S/. 1.00)	4.598	5.018	4.244	6.452	4.551	5.025	4.826	4.347	6.244	4.757	4.227	5.207	59.496
GMS Fx100g	0.008	0.016	0.015	0.011	0.007	0.018	0.008	0.017	0.032	0.024	0.014	0.005	0.175
GMS Sx100g	0.037	0.082	0.071	0.025	0.020	0.067	0.073	0.035	0.071	0.070	0.106	0.066	0.723
GMS Sx250g	2.225	2.681	2.210	3.391	2.948	2.631	3.629	1.643	3.336	2.480	4.774	2.046	33.993
GMS Sx500g	1.507	1.964	1.260	2.040	1.530	1.599	2.533	1.558	2.778	1.880	2.236	0.991	21.873
GMS Bx1kg	7.931	14.554	5.369	10.874	6.968	8.082	15.954	5.321	11.441	9.234	15.181	4.851	115.759
Ttl Ajinomoto	37.658	49.062	34.850	48.629	34.405	39.057	50.709	38.420	49.210	37.119	48.176	33.382	500.677

Anexo 02: Uso de método de descomposición estacional

Decomposition [X]

Variable: Seasonal length:

Model Type

- Multiplicative
- Additive
- Generate forecasts

Model Components

- Trend plus seasonal
- Seasonal only

Number of forecasts:

Starting from origin:

Anexo 03: Uso de método de suavizamiento exponencial de Winters

Winters' Method ✕

C1	AÑO
C3	GMS Sx1.5g (bol
C4	GMS Sx8g (S/. C
C5	GMS Sx27g (S/.
C6	GMS Sx58g (S/.
C7	GMS Bx1kg

Variable: Seasonal length:

Method Type

Multiplicative
 Additive

Weights to Use in Smoothing

Level:
Trend:
Seasonal:

Generate forecasts

Number of forecasts:
Starting from origin:

Anexo 04: Tabla de resultado de la M3- IJF Competition para seleccionar un método de pronóstico

TABLA 3-6 Selección de una técnica de pronósticos

<i>Método</i>	<i>Patrón de datos</i>	<i>Horizonte de tiempo</i>	<i>Tipo del modelo</i>	<i>Datos mínimos requeridos</i>	
				<i>No estacionales</i>	<i>Estacionales</i>
Simple	ST, T, S	S	TS	1	
Promedios simples	ST	S	TS	30	
Promedios móviles	ST	S	TS	4-20	
Suavizamiento exponencial	ST	S	TS	2	
Suavizamiento exponencial lineal	T	S	TS	3	
Suavizamiento exponencial cuadrático	T	S	TS	4	
Suavizamiento exponencial estacional	S	S	TS		2 × s
Filtración adaptativa	S	S	TS		
Regresión simple	T	I	C	10	
Regresión múltiple	C, S	I	C	10 × V	
Descomposición clásica	S	S	TS		5 × s
Modelos de tendencia exponencial	T	I, L	TS	10	
Ajuste de la curva S	T	I, L	TS	10	
Modelos de Gompertz	T	I, L	TS	10	
Curvas de crecimiento	T	I, L	TS	10	
Census X-12	S	S	TS		6 × s
Box-Jenkins	ST, T, C, S	S	TS	24	3 × s
Indicadores principales	C	S	C	24	
Modelos econométricos	C	S	C	30	
Regresión múltiple de series de tiempo	T, S	I, L	C		6 × s

Patrón de datos: ST, estacionario; T, de tendencia; S, estacional; C, cíclico

Horizonte de tiempo: S, corto plazo (menos de tres meses); I, mediano plazo; L, largo plazo

Tipo de modelo: TS, serie de tiempo; C, causal

Estacional: S, longitud de la estacionalidad

Variable: V, número de variables