



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE NIVELES DE INVENTARIO MEDIANTE
LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE COMPRAS EN UNA FRANQUICIA DE
RESTAURANTES DE COMIDA RÁPIDA.

Autora

Karla Sofía Jiménez Criollo

Año
2018



FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS AGROPECUARIAS

PROPUESTA DE OPTIMIZACIÓN DE NIVELES DE INVENTARIO MEDIANTE
LA ELABORACIÓN DE UN PLAN DE COMPRAS EN UNA FRANQUICIA DE
RESTAURANTES DE COMIDA RÁPIDA.

Trabajo de Titulación presentado en conformidad con los requisitos
establecidos para optar por el título de Ingeniera en Producción Industrial

Profesor Guía
MSc. Roque Alejandro Morán Gortaire

Autora
Karla Sofía Jiménez Criollo

Año
2018

DECLARACIÓN DEL PROFESOR GUÍA

"Declaro haber dirigido el trabajo, Propuesta de Optimización de niveles de inventario mediante la elaboración de un plan de compras en una franquicia de comida rápida, a través de reuniones periódicas con el estudiante Karla Sofía Jiménez Criollo, en el semestre 2018-1, orientando sus conocimientos y competencias para un eficiente desarrollo del tema escogido y dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación".

Roque Alejandro Morán Gortaire

Master of Science

C.I. 170490331-7

DECLARACIÓN DEL PROFESOR CORRECTOR

“Declaro haber revisado este trabajo, Propuesta de Optimización de niveles de inventario mediante la elaboración de un plan de compras en una franquicia de comida rápida, del estudiante Karla Sofía Jiménez Criollo, en el semestre 2018-1, dando cumplimiento a todas las disposiciones vigentes que regulan los Trabajos de Titulación.”

Cristina Belén Viteri Sanchez

Master en Ingeniería avanzada de la Producción Logística y Cadena de
Suministro

CI: 171563837-3

DECLARACIÓN DE AUTORÍA DEL ESTUDIANTE

“Declaro que este trabajo es original, de mi autoría, que se han citado las fuentes correspondientes y que en su ejecución se respetaron las disposiciones legales que protegen los derechos de autor vigentes.”

Karla Sofía Jiménez Criollo

C.I. 172255712-9

AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer a Dios por darme la bendición más grande que son mis padres, por todo su amor incondicional y por darme la sabiduría necesaria para poder finalizar esta etapa de mi vida.

A mis padres por todo el esfuerzo realizado para hacer esto posible, por ser mi soporte y mi apoyo en todo este tiempo, gracias por enseñarme todos los valores y principios que ahora me han convertido en la persona que soy, sé que todo lo que me he propuesto lo he cumplido gracias a ustedes y su gran amor.

DEDICATORIA

A mis padres, les amo infinitamente

RESUMEN

El presente trabajo de titulación se realiza en una empresa que se dedica a la producción y comercialización de comida rápida, cuya planta de procesamiento está ubicada en la ciudad de Quito- Ecuador.

El objetivo principal de este proyecto es optimizar el proceso de planificación de compras mediante la generación de pronósticos de la demanda a través del análisis de varios modelos, entendiendo el comportamiento de cada uno de los artículos evaluados.

Como primera parte, se inicia desde un diagnóstico de la situación actual de la empresa con la finalidad de definir el problema y encontrar su causa raíz a través de la elaboración de una lluvia de ideas, definiendo el árbol del problema para luego elaborar el diagrama de causa- efecto plasmado posteriormente en un histograma de frecuencia para conocer a que causa es la que debemos atacar.

Posteriormente se plantea un análisis de algunos modelos propuestos para la elaboración de pronósticos con la ayuda de la herramienta SPSS. Además se realizó una comparación de varios escenarios pronosticados, evaluando el nivel de error en cada uno de los pronósticos conjuntamente con gráficos para observar cómo se comporta la tendencia o estacionalidad de cada uno de los artículos evaluados.

Finalmente se propone el porcentaje de ahorro y el ahorro económico generado con la nueva metodología para realizar los pronósticos.

ABSTRACT

This work titration takes place in a company engaged in the production and merchandising of fast food. Its processing plant is located in the city of Quito-Ecuador.

The main objective of the project is to optimize the purchasing planning process by generating demand forecasts through the analysis of several models, understanding the behavior of each item evaluated.

As a first part, it starts from a diagnosis of the current situation of the company in order to define the problem and find its root cause through the elaboration of a brainstorm, defining the problem tree and then elaborate the diagram cause-effect subsequently expressed in a frequency histogram to know to what cause we should attack.

Finally, we propose the percentage and economic savings generated with the new methodology to make the forecasts.

ÍNDICE

1. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO	1
1.1. Supply Chain Management.....	1
1.2. Concepto de la Cadena de suministro (Supply Chain)	1
1.3. Administración de la Demanda	3
1.4. Planeación Agregada	13
1.5. Inventario	15
1.6. Mejora continua	19
1.7. Herramienta Estadística SPSS	23
2. CAPÍTULO II. SITUACIÓN ACTUAL.....	24
2.1. Antecedentes.....	24
2.2. Objetivos	25
2.3. Alcance	26
2.4. Justificación	30
2.5. Definición del Problema	30
2.6. Identificación de Causas	38
3. CAPÍTULO III. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN	43
3.1. Análisis de modelos	43
3.2. Porcentaje de Ahorro	50
4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	55
4.1. Conclusiones	55
4.2. Recomendaciones.....	56
REFERENCIAS	58
ANEXOS.....	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Etapas para la integración de la Cadena de abastecimiento.....	1
Figura 2. Cadena de suministro común.....	2
Figura 3. Procesos de la Administración de la demanda	3
Figura 4. Técnicas de Forecasting	6
Figura 5. Planificación Agregada.....	14
Figura 6. Plan Agregado de producción	15
Figura 7. Inventario y flujo de materiales	16
Figura 8. Mejora continua del sistema de gestión de calidad.....	20
Figura 9. Histograma.....	21
Figura 10. Diagrama Causa-efecto.....	22
Figura 11. Porcentaje de Exceso de inventario y desabastecimiento.....	31
Figura 12. Efecto látigo	32
Figura 13. Diferencia cantidad pronosticada y cantidad consumida	33
Figura 14. Árbol de definición del problema.....	38
Figura 15. Diagrama Causa-Efecto	41
Figura 16. Histograma de Frecuencias	42
Figura 17. Comparación modelos ítem A-007	44
Figura 18. Comparación modelos ítem A-020	45
Figura 19. Comparación modelos ítem A-021	46
Figura 20. Comparación modelos ítem A-004	47

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clases de inventario	15
Tabla 2. Ejemplos Clasificación de Inventario ABC	27
Tabla 3. Resumen Clasificación ABC	27
Tabla 4. Cantidad de ítems por conjunto de artículos	28
Tabla 5. Clasificación Conjunto de Artículos	29
Tabla 6. Comparación del 2015 al 2016	33
Tabla 7. Ítem A-006	35
Tabla 8. Ítem A-018	35
Tabla 9. Ítem A-018	36
Tabla 10. Ítem A-021	36
Tabla 11. Tabla de Exceso de inventario	37
Tabla 12. Tabla de Desabastecimiento	37
Tabla 13. Frecuencias	42
Tabla 14. Análisis de Modelos Ítem A-007	44
Tabla 15. Análisis de Modelos Ítem A-020	45
Tabla 16. Análisis de Modelos Ítem A-021	46
Tabla 17. Análisis de Modelos Ítem A-004	47
Tabla 18. Comparación Porcentaje de errores-ítem A-020	48
Tabla 19. Comparación Porcentaje de errores-ítem A-007	48
Tabla 20. Comparación Porcentaje de errores-ítem A-021	48
Tabla 21. Comparación Porcentaje de errores-ítem A-004	49
Tabla 22. Nivel de Servicio- ítem A-007	49
Tabla 23. Nivel de Servicio- ítem A-023	49
Tabla 24. Nivel de Servicio- ítem A-004	50
Tabla 25. Nivel de Servicio- ítem A-025	50
Tabla 26. Comparación Error MAPE	51
Tabla 27. Comparación Error MAD	51
Tabla 28. Comparación Error por Costo	52
Tabla 29. Comparación y porcentaje de ahorro- Desabastecimiento	53
Tabla 30. Comparación y porcentaje de ahorro- Exceso de inventario	53
Tabla 31. Comparación y porcentaje de ahorro total	53

1. CAPÍTULO I. MARCO TEÓRICO

1.1. *Supply Chain Management*

Las compañías manufactureras miran su actividad principal como la transformación de ideas y materiales en un producto o servicio.

La mayoría de los fabricantes necesitan acercamientos con proveedores de materia prima y suministros y también con los clientes que también distribuyen, venden o consumen estos productos.

Dentro de la cadena de suministro existen varios temas que se deben analizar para la integración de la misma como se puede observar en la figura 1. (APICS, 2016, p.5)



Figura 1. Etapas para la integración de la Cadena de abastecimiento
Tomado de APICS, 2016

1.2. Concepto de la Cadena de suministro (*Supply Chain*)

Cada empresa que proporciona bienes o servicios a los clientes tienen una cadena de suministro, según el diccionario de APICS la definición de lo que es una cadena de suministro se especifica como las compañías que transforman

materia prima en producto terminado, como fabricantes, pero los principios subyacentes son también aplicables a las empresas en otros sectores, incluyendo la industria de servicios.

Como se muestra en la figura 2 un diagrama conceptual de una cadena de suministro común, mostrando al fabricante como el llamado ancla de la cadena de suministro. Nos referimos a esto como una visión externa del fabricante de la cadena de suministro. (APICS, 2016, p.47)

Los elementos básicos de una cadena de suministro son los siguientes:

- Proveedores
- Fabricantes o productores
- Distribuidores
- *Retailers*
- Consumidores
- Flujos de información de dinero, productos y servicios

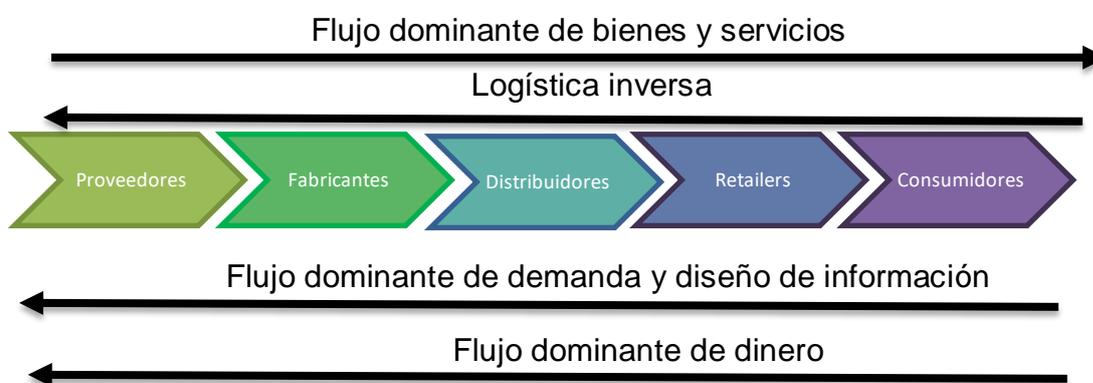


Figura 2. Cadena de suministro común

Tomado de APICS, 2016

1.3. Administración de la Demanda

1.3.1. Procesos de Administración de la Demanda

Las demandas de los clientes manejan la cadena de suministro, los clientes tienen una demanda inherente de productos y servicios. Los productores de bienes y servicios reaccionan ante esta demanda a través de un proceso llamado administración de la demanda, los productores también influyen y dan forma a la demanda a través de actividades de *marketing* y ventas, reconocen la demanda a través de pronósticos y pedidos de clientes.

Los procesos comerciales más relacionados con la administración son los siguientes (APICS, 2016, p.7):

- Gestión de *Marketing*
- *Customer Relationship Management (CRM)*
- Planificación de la demanda



Figura 3. Procesos de la Administración de la demanda
Tomado de APICS, 2016

El manejo adecuado de la administración de la demanda es estratégicamente importante debido a que facilita la planificación y el uso de recursos a lo largo de la cadena de suministro. (APICS, 2016, p.7)

1.3.2. Características de la demanda

Existen tres características o puntos importantes de la demanda que se detallan a continuación (APICS, 2016, p.13):

- Demanda dependiente o independiente
- Fuentes de la demanda
- Patrones de demanda

1.3.2.1. Demanda dependiente o independiente

Existe dos tipos de demanda: independiente y dependiente.

La demanda independiente es la base para la planificación de la demanda en términos de previsión y pedidos de clientes, también esta demanda no está relacionada con la producción de ningún otro producto.

La demanda dependiente va relacionada directamente con productos (materiales, materia prima) que forman parte de un producto final. (APICS, 2016, p.9)

1.3.2.2. Fuentes de la demanda

Existen cinco fuentes de demanda usados básicamente en las previsiones y durante los procesos de pedido. (APICS, 2016, p. 13)

- 1) **Forecast:** Predicciones de la futura demanda basada en métodos cuantitativos o cualitativos, o la combinación de los dos.
- 2) **Pedidos de los clientes:** Estos pedidos son de cliente externos es para productos específicos o cierta cantidad de productos, a menudo denominada demanda real en lugar de una demanda pronosticada.

- 3) **Pedidos de reposición para los centros de distribución:** Basado en pedidos de los clientes realizados en los centros de distribución y en los pronósticos de los mismos.
- 4) **Transferencias entre plantas:** Pedidos de piezas o productos fabricados o componentes de otras divisiones de la empresa.
- 5) **Otras fuentes de demanda:** Pedidos de productos solicitados por *marketing* y productos de demostración (demos).

1.3.2.3. Patrones de demanda

El trazado de los datos de la demanda en una serie de tiempo revela que la demanda puede tomar diferentes patrones, los pronosticadores analizan e intentan comprender estos patrones en términos de forma y estabilidad. Existen cuatro patrones básicos mencionados a continuación (APICS, 2016, p.15):

- Tendencia
- Estacionalidad
- Aleatorio
- Cíclico

1.3.3. *Forecasting*

1.3.3.1. Principios del *Forecasting*

Existen cuatro principios simples, importantes y de sentido común para realizar el *forecasting* (APICS, 2016, p.21).

- 1) Las previsiones ocasionalmente son 100 por ciento precisas con el tiempo.
- 2) Cada pronóstico debe incluir una estimación del error, porque el error puede usarse para determinar el nivel de inventario de seguridad requerido para minimizar el impacto del error de pronóstico.
- 3) El pronóstico es más preciso para familias o conjunto de artículos.
- 4) Los pronósticos son más precisos en un período de tiempo corto.

1.3.3.2. Técnicas del *Forecasting*



Figura 4. Técnicas de *Forecasting*

Tomado de APICS, 2016

Las técnicas del *forecasting* son también conocidas como métodos y están divididos en dos categorías las cuales se encuentran o contienen dos sub categorías. Como se muestra en la figura 4 (APICS, 2016, p.25).

1.3.3.2.1. Técnicas Cualitativas

Las técnicas cualitativas se basan en la intuición y la opinión adquirida, por lo tanto, tienden a ser subjetiva. Son un complemento necesario de las técnicas cuantitativas para la planificación empresarial, por ejemplo, las técnicas cualitativas ayudan a predecir las tendencias comerciales generales y la demanda de nuevos productos a través de la investigación de mercados, la analogía histórica, el marketing de prueba y el método Delphi de tener un panel de expertos.

Estas técnicas se utilizan para la planificación de mediano a largo plazo, donde las condiciones, oportunidades y tendencias comerciales pueden cambiar y donde las técnicas cuantitativas no son totalmente adecuadas (APICS, 2016, p.25).

1.3.3.2.2. Técnicas Cuantitativas: Extrínseca

Las técnicas extrínsecas se basan en la idea de correlación y causa y efecto. Se basan en indicadores externos para hacer proyecciones o pronósticos de la demanda.

Existen dos tipos de indicadores principales utilizados comúnmente para hacer pronósticos extrínsecos:

- Económico
- Demográfico

Los pronósticos extrínsecos tienden a mirar más allá del corto plazo y se usan principalmente para pronosticar la demanda y demanda total de la compañía para las familias de productos en lugar de artículos finales individuales (APICS, 2016, p.26).

1.3.3.2.3. Técnicas cuantitativas: Intrínseca

Las técnicas de pronóstico intrínsecas utilizan datos históricos secuenciados en el tiempo, o datos de series de tiempo, para un artículo como fuente para proyectar la demanda futura. Esta técnica se basa en una serie de suposiciones:

- Lo que sucedió en el pasado te ayuda a entender lo que pasara en el futuro.
- Los datos o de series de tiempo están o no disponibles en los sistemas de información de la compañía.
- Cuáles son los patrones de demanda que se revelan en los datos de las series de tiempo por ejemplo: tendencia, estacionalidad, aleatorio o cíclico. Estos son los principales factores en el pronóstico de una demanda futura (APICS, 2016, p.27).

Se puede mencionar a dos técnicas básicas de pronóstico intrínsecas: promedio móvil y suavizado exponencial.

1.3.3.3. Modelos Estadísticos

En la descripción de estos modelos estadísticos se mencionarán los modelos que van a ser utilizados para realizar los pronósticos y también los posibles modelos a ocuparse.

1.3.3.3.1. Suavizado Exponencial

El suavizamiento exponencial es un sofisticado método de pronóstico de promedios móviles ponderados cuya aplicación sigue siendo muy sencilla. Implica mantener muy pocos registros de datos históricos. (Render y Heizer, 2014, p.112) La fórmula es la siguiente:

$$F_t = F_{t-1} + \alpha(A_{t-1} - F_{t-1}) \quad (\text{Ecuación 1})$$

Dónde:

F_t = Nuevo pronóstico

F_{t-1} = Pronóstico anterior

α = Constante de suavizado (o ponderación)($0 \leq \alpha \leq 1$)

A_{t-1} = Demanda real en el período anterior

La constante de suavizado, α , se encuentra generalmente en un intervalo de .05 a .50 para aplicaciones comerciales. Puede cambiarse para dar más peso a los datos recientes (si α es alta) o más peso a los datos anteriores (si α es baja). (Render y Heizer, 2004, p.113)

1.3.3.3.2. Estacional simple

El modelo estacional simple es un modelo idóneo para tendencias como menciona el autor

Este modelo es adecuado para series con tendencia y un efecto estacional que es constante a lo largo del tiempo. Sus parámetros de suavizado son el nivel y

la estación. El modelo de suavizado exponencial simple estacional es muy similar a un modelo ARIMA con cero órdenes de autorregresión, un orden de diferenciación, un orden de diferenciación estacional y órdenes de media móvil 1, p y $p + 1$, donde p es el número de períodos contenidos en un intervalo estacional (para los datos mensuales, $p = 12$). IBM (s.f)

1.3.3.3.3. Aditivo de Winters

Modelo ocupado para series de tiempo lineales como se menciona a continuación:

Este modelo es adecuado para las series con tendencia lineal y un efecto estacional que no depende del nivel de la serie. Sus parámetros de suavizado son el nivel, la tendencia y la estación. El modelo de suavizado exponencial aditivo de Winters es muy similar a un modelo ARIMA con cero órdenes de autoregresión, un orden de diferenciación, un orden de diferenciación estacional y $p + 1$ órdenes de media móvil, donde p es el número de períodos contenidos en un intervalo estacional (para datos mensuales $p = 12$). IBM (s.f.).

1.3.3.3.4. ARIMA

Se han analizado durante mucho tiempo las series temporales desde un punto de vista clásico, en la actualidad se estudia de una manera estocástica, como se cita a continuación.

Box y Jenkins han desarrollado modelos estadísticos para series temporales que tienen en cuenta la dependencia existente entre los datos, esto es, cada observación en un momento dado es modelada en función de los valores anteriores. Los análisis se basan en un modelo explícito. Los modelos se conocen con el nombre genérico de ARIMA (*Auto Regresive Integrate Moving Average*), que deriva de sus tres componentes AR (Autoregresivo), I (Integrado) y MA (Medias Móviles). De la Fuente (s.f).

Ante una serie temporal empírica, se deben encontrar valores (p,d,q) más apropiados.

- **Autorregresivo (p).** Es el número de órdenes autorregresivos del modelo. Los órdenes autorregresivos especifican los valores previos de la serie utilizados para predecir los valores actuales. Por ejemplo, un orden autorregresivo igual a 2 especifica que se van a utilizar los valores de la serie correspondientes a dos períodos de tiempo del pasado para predecir el valor actual. IBM (s.f.).
- **Diferencia (d).** Especifica el orden de diferenciación aplicado a la serie antes de estimar los modelos. La diferenciación es necesaria si hay tendencias (las series con tendencias suelen ser no estacionarias y el modelado de ARIMA asume la estacionalidad) y se utiliza para eliminar su efecto. El orden de diferenciación se corresponde con el grado de la tendencia de la serie (la diferenciación de primer orden representa las tendencias lineales, la diferenciación de segundo orden representa las tendencias cuadráticas, etc.). IBM (s.f.).
- **Media móvil (q).** Es el número de órdenes de media móvil presente en el modelo. Los órdenes de media móvil especifican el modo en que se utilizan las desviaciones de la media de la serie para los valores previos con el fin de predecir los valores actuales. Por ejemplo, los órdenes de media móvil de 1 y 2 especifican que las desviaciones del valor medio de la serie de cada uno de los dos últimos períodos de tiempo se tienen en cuenta al predecir los valores actuales de la serie. IBM (s.f.).

1.3.3.4. Errores de *Forecast*

En este caso el autor indica lo que significa los errores en el *forecast* o pronóstico y como está relacionado directamente con la demanda.

El término error se refiere a la diferencia entre el valor de pronóstico y lo que ocurrió en realidad. En estadística, estos errores se conocen como residuales.

Siempre y cuando el valor del pronóstico se encuentre dentro de los límites de confianza, como se verá más adelante en “Medición del error”, éste no es realmente un error. Pero el uso común se refiere a la diferencia como un error.

La demanda de un producto se genera mediante la interacción de varios factores demasiados complejos para describirlos con precisión en un modelo. Por lo tanto, todas las proyecciones contienen algún error.

Al analizar los errores de pronóstico, es conveniente distinguir entre las fuentes de error y la medición de errores. (Chase et al., 2009, p.503).

1.3.3.4.1. Medición de Errores

La precisión general de cualquier modelo de pronóstico se determina comparando los valores pronosticados con los valores reales. Si F_t denota el pronóstico en el periodo t y A_t denota la demanda real del periodo t , el error de pronóstico. (Render y Heizer, 2014, p.113-114).

A continuación, se muestra la definición de la ecuación.

$$\begin{aligned} \text{Error del pronóstico} &= \text{demanda real} - \text{valor pronosticado} \\ &= A_t - F_t \end{aligned} \quad (\text{Ecuación 2})$$

Existen varias métricas o métodos para poder calcular el error entre los pronósticos. Las tres métricas más comunes son: desviación media absoluta (MAD, *mean absolute deviation*), error cuadrático medio (MSE, *mean squared error*) y el error porcentual absoluto medio (MAPE, *mean absolute percent error*).

1) Desviación absoluta media (MAD)

La MAD es el error promedio en los pronósticos, mediante el uso de valores absolutos. Es valiosa porque, al igual que la desviación estándar, mide la

dispersión de un valor observado en relación con un valor esperado. (Chase et al., 2009, p.503)

La desviación absoluta media se calcula utilizando las diferencias entre la demanda real y la demanda pronosticada sin importar el signo. Es igual a la suma de las desviaciones absolutas dividida entre el número de puntos de datos (Chase et al., 2009, p.504)

A continuación, en la figura 7 se podrá ver la ecuación para poder calcular la desviación absoluta media.

Cálculo del MAD

$$\text{MAD} = \frac{\sum_{i=1}^n |A_t - F_t|}{n}$$

(Ecuación 3)

Donde

t = número del período

A = demanda real del período

F = demanda pronosticada para el período

n = número total de períodos

| | = símbolo utilizado para indicar el valor absoluto

2) Error cuadrático medio (MSE)

El MSE es el promedio de los cuadrados de las diferencias entre los valores pronosticados y observados. (Render y Heizer, 2014, p.115) En la figura 8 podemos observar la fórmula para su cálculo.

Fórmula MSE

$$\text{MSE} = \frac{\sum(\text{errores de pronóstico})^2}{n}$$

(Ecuación 4)

Donde n= al número de períodos

Por lo tanto el empleo de esta metodología como medición del error de pronóstico usualmente indica que se prefiere tener varias desviaciones pequeñas en lugar de una sola desviación grande. (Render y Heizer, 2014, p.115)

3) Error porcentual absoluto medio (MAPE)

El error porcentual absoluto medio se encarga de calcular el promedio de las diferencias absolutas entre los valores reales. Es decir si hemos pronosticado n periodos y los valores reales corresponden a n periodos (Render y Heizer, 2014, p.115) la fórmula en la figura 9 es la siguiente:

Fórmula MAPE

$$\text{MAPE} = \frac{100 \sum_{t=1}^n |\text{real}_t - \text{pronóstico}_t| / \text{real}_t}{n} \quad (\text{Ecuación 5})$$

1.4. Planeación Agregada

Se construye un plan agregado que satisfaga la demanda pronosticada mediante el ajuste de la tasa de producción, niveles de inventario, niveles de mano de obra entre otras. (Render y Heizer, 2014, p.522).

El objetivo de la planeación agregada es satisfacer la demanda pronosticada mientras se disminuye al mínimo el costo durante el período de planeación. (Render y Heizer, 2014, p.522).

La planificación agregada tiene cuatro elementos:

- Una unidad general lógica para medir las ventas y la producción
- Un pronóstico de la demanda para planear un periodo intermedio razonable, en términos agregados
- Un método para determinar los costos
- Un modelo que combine los pronósticos y los costos

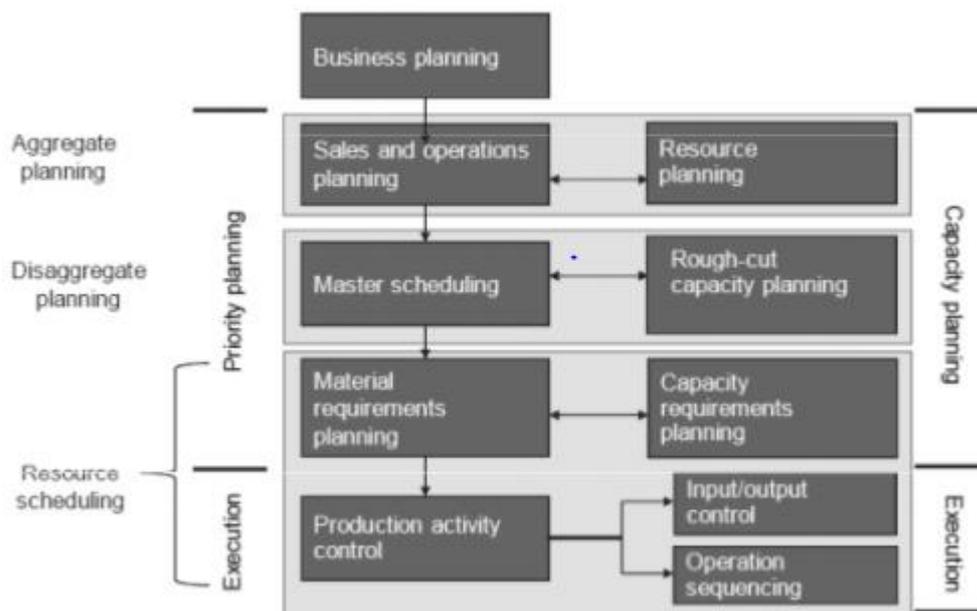


Figura 5. Planificación Agregada

Tomado de APICS, 2016

1.4.1. Desagregación

Es importante entender que para lograr una planeación agregada ideal existen algunos factores tanto internos como externos que hay que tomar en cuenta es decir que es necesario desglosar el plan agregado en detalles específicos y esto se lo denomina desagregación (Render y Heizer, 2014, p.523).

El resultado final de este desglose o desagregación es un Programa Maestro de Producción también conocido por sus siglas en inglés *Master Production Schedule (MPS)*, el cual va a permitir elaborar (Render y Heizer, 2014, p.523):

- Plan de Requerimiento de Materiales (*MRP, Material Requirement Planning*)
- Plan de Requerimientos de Capacidad (*CRP, Capacity Resource Planning*)
- Plan de Requerimientos de Distribución (*DRP, Distribution Resource Planning*)

Como se puede ver en la figura 11 las relaciones que existen en la planeación agregada y como deberían funcionar dichas relaciones.

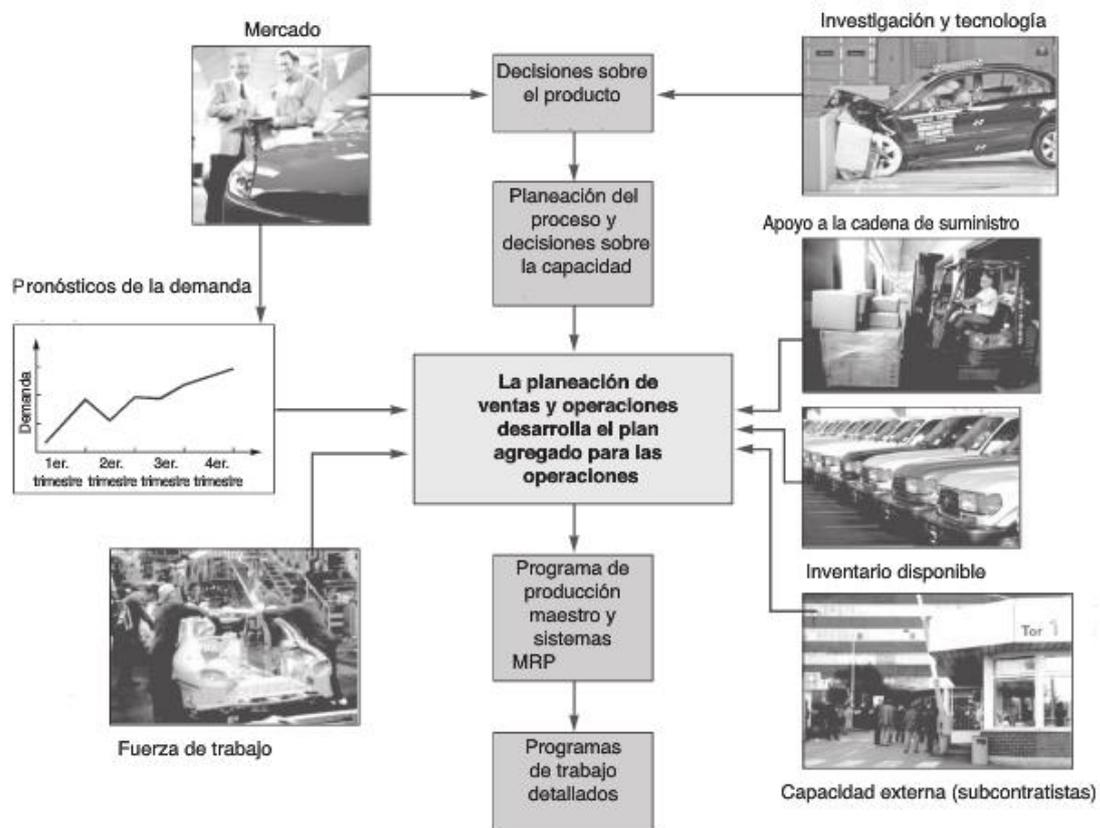


Figura 6. Plan Agregado de producción

Tomado de Heizer, Render ,2014

1.5. Inventario

Inventario son aquellos inventarios o ítems utilizados para respaldar la producción (materia prima- *wip* ítems), actividades de apoyo y servicio al cliente (APICS, 2016, p. 7).

Tabla 1.

Clases de inventario

Actividad	Clases de inventario
Producción	Materia prima, <i>WIP</i>
Operaciones	Mantenimiento, reparaciones
Servicio al cliente	Producto terminado, devoluciones

1.5.1. Gestión agregada de inventario

La gestión agregada de inventario considera los impactos a nivel de negocio y las implicaciones de inventario siguiendo los objetivos nombrados a continuación (APICS, 2016, p.9):

- Apoyar la estrategia y las operaciones comerciales
- Garantizar que la gestión de inventarios apoya a los objetivos financieros
- Equilibrio en servicio al cliente, eficiencia de operaciones y costo objetivo de inversión de inventarios.

Es importante entender los conceptos para poder entender cómo funciona gestión agregada de inventario como son (APICS, 2016, p.9):

- Clasificación de inventario basada en el flujo de inventario a través del proceso de producción a estado de productos terminados.
- Desacoplamiento de la oferta y la demanda
- Funciones y objetivos
- Costos de inventario
- Implicaciones financieras y medición de desempeño

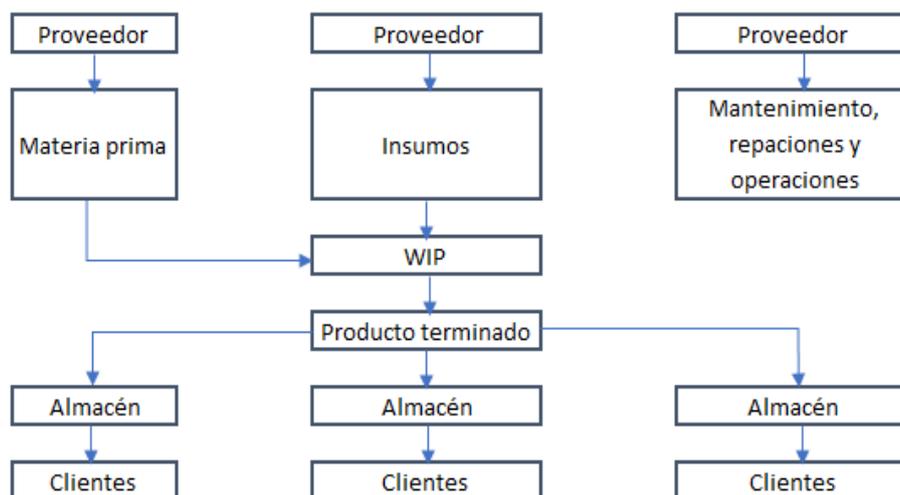


Figura 7. Inventario y flujo de materiales

Tomado de APCIS, 2016

1.5.2. Mínima inversión de inventario

Mencionamos anteriormente que los objetivos de la gestión de inventario agregado son equilibrar las compensaciones entre servicio de clientes, costos operativos de planta de bajo costo o eficiencia operativa e inversión de inventario.

Existen cinco categorías de costos asociadas con el inventario y las decisiones administrativas (APICS, 2016, p.19):

- Costo de artículos
- Costo de transporte
- Costo de pedido
- Costo de existencias
- Costo relacionado con la capacidad

1.5.3. Niveles objetivo de inventario

Se pueden fijar los objetivos de inventario por familia de producto. En el proceso de planificación de ventas y operaciones tales como:

- Máximos
- Mínimos
- Rotaciones
- Días de cobertura

Para este proyecto de titulación se agruparán los artículos por familia de producto debido a que cumplen las siguientes características:

- Representan como se presentará al mercado el producto o servicio, es el foco adecuado de atención.
- Agrupamientos lógicos basados en similitud de ventas, requerimientos de manufactura, compra, contabilidad y costos.
- Idealmente no debería existir más de 6-12 familias de producto por unidad de negocio. (APICS, 2016, p.25)

1.5.4. Planeación de Inventario ABC

Mantener un inventario desde la elaboración de pedidos o abastecimiento de ítems, pasando por su recepción y por último manejando ítems o existencias mediante conteos requiere de tiempo por parte de las personas encargadas y por lo mismo tiene un costo alto.

Cualquier sistema de inventario debe especificar el momento de pedir una pieza y cuántas unidades ordenar. Casi todas las situaciones de control de inventarios comprenden tantas piezas que no resulta práctico crear un modelo y dar un tratamiento uniforme a cada una. Para evitar este problema, el esquema de clasificación ABC divide las piezas de un inventario en tres grupos: volumen de dólares alto (A), volumen de dólares moderado (B) y volumen de dólares bajo (C). El volumen en dinero es una medida de la importancia; una pieza de bajo costo, pero de alto volumen puede ser más importante que una pieza cara pero de bajo volumen. (Chase et al., 2014, p.577)

1.5.4.1. Clasificación ABC

La clasificación de inventario ABC sigue un principio de Pareto debido a que responde a la lógica de la minoría con mayor importancia y la mayoría con la menor importancia.

La estrategia ABC divide esta lista en tres grupos según el valor: las piezas A constituyen casi 15% más alto de las piezas, las piezas B 35% siguiente y las piezas C el último 50%. A partir de la observación, al parecer la lista en la ilustración 17.12 se puede agrupar con A incluyendo 20% (2 de 10), B incluyendo 30% y C incluyendo 50%. (Chase et al., 2014, pp.577-578).

La ventaja de dividir en clases los artículos del inventario es que permite establecer políticas y controles para cada clase. Las políticas que se basan en el análisis ABC incluyen:

- 1) Los recursos de compras que se dedican al desarrollo de proveedores deben ser mucho mayores para los artículos A que para los artículos C.
- 2) Los artículos A, a diferencia de los B y C, deben tener un control físico mucho más riguroso; quizá deban colocarse en áreas más seguras y tal vez la exactitud de los registros de los artículos A debe verificarse con más frecuencia.
- 3) El pronóstico de los artículos A merece más cuidado que el de otros.

Mejores pronósticos, control físico, confiabilidad en el proveedor y, en la última instancia, una reducción en los inventarios de seguridad sería el resultado de políticas de una administración de inventarios adecuada. El análisis ABC sirve de guía para desarrollar esta política. (Render y Heizer, 2014, p.577).

1.6. Mejora continua

La mejora continua se refiere tanto a los cambios incrementales, que son pequeños y graduales, y a los avances significativos, que son grandes y rápidos (Evans y Lindsay, 2014, p.227).

La mejora continua es uno de los principios fundamentales de la calidad total que al mismo tiempo funciona como una estrategia de negocios en los mercados competitivos porque (Evans y Lindsay, 2014, p.227):

- La lealtad del cliente está motivada por el valor entregado.
- El valor entregado es creado por los procesos de negocios
- El éxito sostenido en mercados competitivos requiere que un negocio aumente continuamente el valor agregado.
- Para mejorar en forma continua la capacidad de creación de valor, un negocio debe perfeccionar continuamente sus procesos de creación de valor.

1.6.1. Filosofía Kaizen

Kaizen es una palabra japonesa que significa “mejora continua gradual y ordenada” (Evans y Lindsay, 2014, p.230)

La filosofía kaizen abarca todas las actividades de negocios y a todas las personas en una organización. En esta filosofía, la mejora en todas las áreas sirve para incrementar la calidad de la empresa.

Este enfoque orientado hacia el proceso para la mejora alienta a la comunicación constante entre trabajadores y gerentes. (Evans y Lindsay, 2014, p.230)

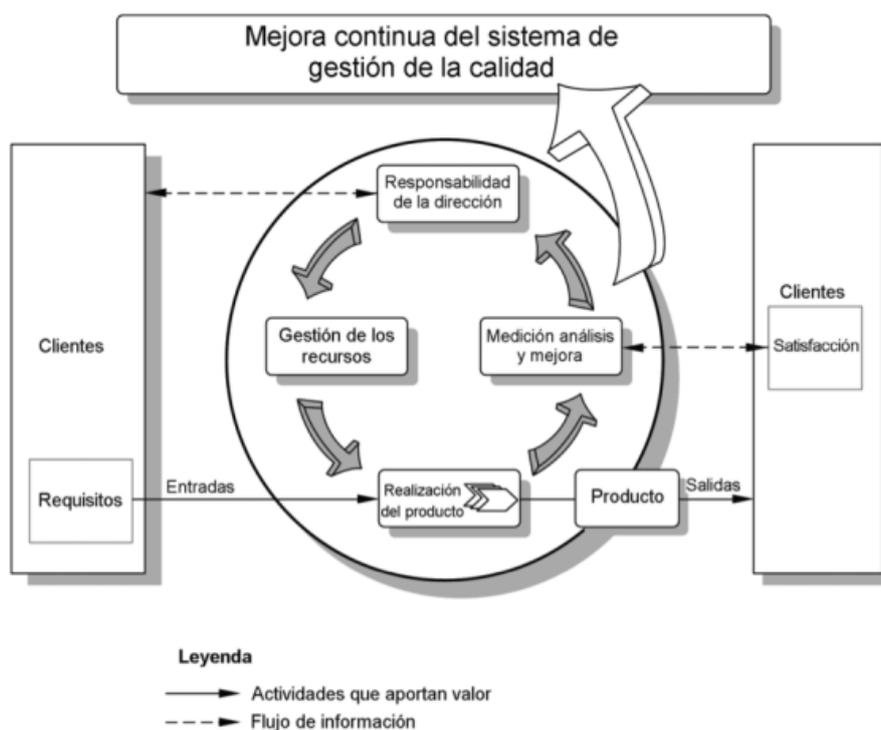


Figura 8. Mejora continua del sistema de gestión de calidad

Tomado de Albert G, 2013

1.6.2. Herramientas de Mejora Continua

Existen varias herramientas de mejora continua a continuación se describirá algunas de ellas que van a ser ocupadas en este trabajo de titulación.

1.6.2.1. Histograma

Representa la frecuencia de ocurrencia de eventos a lo largo de una escala continua, también puede revelar la distribución de los datos. (IEEC, 2016, p.6).

Las distribuciones de frecuencia e histogramas sirven para organizar y presentar datos, indicadores de tendencia central (media, medianas, proporciones) e indicadores de distribución (rango, desviación estándar, varianza)

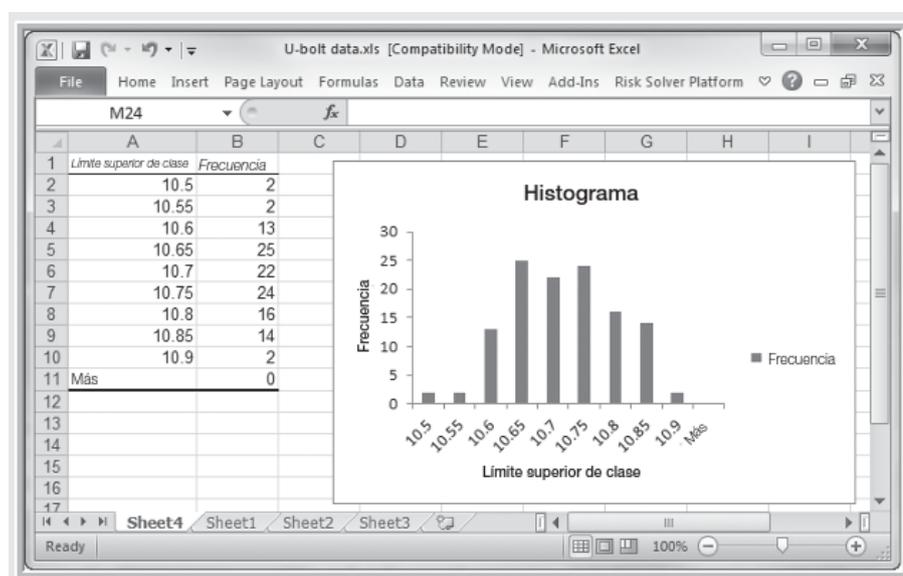


Figura 9. Histograma

Tomado de IEEC, 2015

1.6.2.2. Diagrama Causa-Efecto

También llamados diagramas de espina de pescado muestran las relaciones propuestas hipotéticamente entre causas potenciales y el problema que se estudia. Cuando se tiene un diagrama de causas y efectos, se procede a realizar el análisis para averiguar cuál de las causas potenciales contribuirá al problema. (Chase et al., 2014, p.292).

Existen 3 pasos para realizar este diagrama:

1. Identificar el problema a ser estudiado.
2. Hacer una lluvia de ideas para ver las causas principales del problema.
Se agrupan en 6 categorías que son: materiales, máquinas, mano de obra, métodos, mediciones, medio ambiente.
3. Revisión de causas, identificar las causas raíz y generar plan para investigar y resolver.

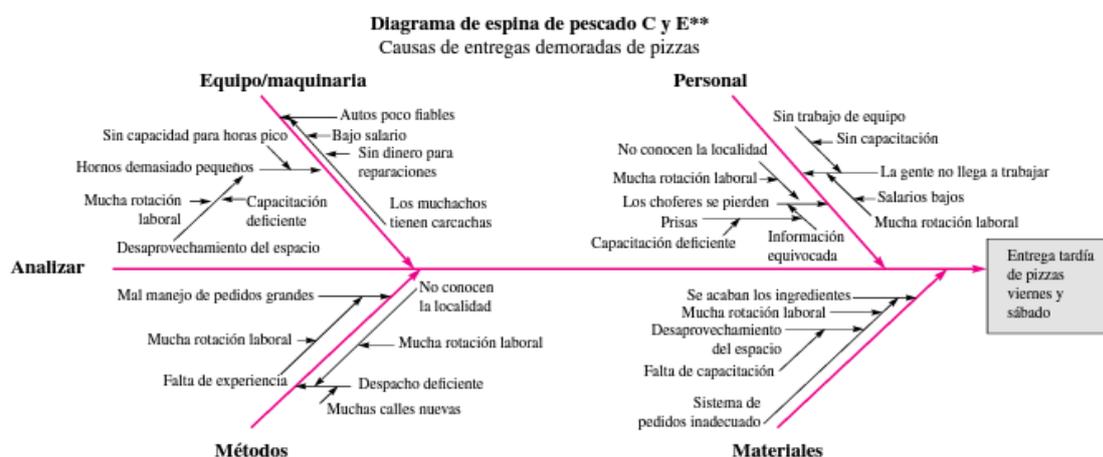


Figura 10. Diagrama Causa-efecto

Tomado de IEEC, 2015

1.6.3. Nivel de Servicio

El servicio al cliente es esencial en cualquier negocio o industria, ya que toda empresa ha sido creada para generar utilidades, pero dichos ingresos siempre provendrán de nuestros clientes, los mismo que están pagando por un bien o servicio prestado.

Según Pizzo (2013) es el hábito desarrollado y practicado por una organización para interpretar las necesidades y expectativas de sus clientes y ofrecerles, en consecuencia, un servicio accesible, adecuado, ágil, flexible, apreciable, útil, oportuno, seguro y confiable, aún bajo situaciones imprevistas o ante errores, de tal manera que el cliente se sienta comprendido, atendido y servido personalmente, con dedicación y eficacia, y sorprendido con mayor valor al

esperado, proporcionando en consecuencia mayores ingresos y menores costos para la organización.

“Representa una herramienta estratégica que permite ofrecer un valor añadido a los clientes con respecto a la oferta que realicen los competidores y lograr la percepción de diferencias en la oferta global de la empresa” (Blanco, 2001, citado en Pérez, 2007, p.8).

El nivel de Servicio al Cliente se expresa normalmente en porcentaje, y nos indicará por lo tanto en cuantas ocasiones los clientes que decidieron consumir nuestro producto, lo encontraron disponible y efectuaron la compra. (Castillo, 2007, párrafo 5). A continuación, se muestra la fórmula utilizada para dicho cálculo.

$$\text{Factor de Servicio} = \frac{\text{Unidades vendidas o consumidas}}{\text{Unidades vendidas o consumidas} + \text{Unidades negadas o no abastecidas}} \quad (\text{Ecuación 6})$$

De esta manera podemos saber el porcentaje y la calidad de servicio que le estamos brindando a nuestro cliente.

1.7. Herramienta Estadística SPSS

El software de análisis predictivo IBM SPSS ofrece técnicas avanzadas debido a que contiene soluciones que ayudan a encontrar nuevas oportunidades, mejorar la eficiencia y minimiza el riesgo. Algunos de los análisis y módulos que contiene son. IBM (s.f.).

- **Análisis estadístico y presentación de informes**

Aborda todo el proceso analítico: planificación, aprendizaje, recolección de datos y presentación de resultados. SPSS tiene el modelo predictivo más exacto de los datos: hasta un 95% de fiabilidad. IBM (s.f.).

- **Modelado de predicción y minería de datos**
Utiliza las posibilidades de fabricación de modelos, evaluación y diseño del mejor modelo estadístico de tendencias a partir de la importación de fuentes de datos propios y otros archivos. IBM (s.f).
- **Administración e implementación de decisiones**
Analítica de los datos con la administración avanzada de modelos y decisiones. IBM (s.f).
- **Análisis de ‘Big Data’**
Tiene incorporado ‘Big data’ para obtener información predictiva y crear estrategias de negocios eficaces. IBM (s.f.).

2. CAPITULO II. SITUACIÓN ACTUAL

2.1. Antecedentes

El proyecto de titulación se lo realizó en una Franquicia de restaurantes de comida rápida, ¡pertenece al grupo Yum! Brands. Con 18.000 restaurantes en 120 países, esta franquicia es la única de las marcas en el mundo en ser conocida por la venta de pollo frito crujiente, cuya receta fue patentada en 1940.

En América Latina, esta franquicia de restaurantes es el tercer operador *Fast Food* más importante en Latinoamérica, con alrededor de 6.000 empleados y 320 restaurantes en Ecuador, Colombia y Venezuela. En Ecuador se estableció en 1975 y en la actualidad esta franquicia de restaurantes administra más de 12 establecimientos reconocidos como son: KFC, El Español, Menestras del negro, American Deli, Juan Valdéz Café, China Wok, Pollos Gus, Cinnabon, Baskin Robbins, Cajún, Casa Res entre otras.

Su actividad principal es la comercialización y venta de comida rápida a nivel nacional en Ecuador abarca aproximadamente el 80% del mercado ecuatoriano, ofertan una gran variedad de productos los mismos que están enfocados y

dirigidos a todos los niveles de consumidores de estrato social económico medio-alto.

Su ubicación es algo importante de mencionar, debido a que cuenta con 16 cadenas de restaurantes, tanto en Quito, como en Guayaquil. En Quito cuenta con 34 locales ubicados en el norte, sur, centro y valles, con el objetivo de cumplir su visión y, principalmente, brindar un servicio rápido y de calidad a sus clientes. La planta de producción de esta franquicia de restaurantes se encuentra ubicada en Amaguaña, en la cual elaboran y distribuyen productos elaborados, semielaborados y productos terminados a los diferentes centros de distribución, ubicados en las ciudades principales que son Quito y Guayaquil; estos centros de distribución son los encargados de abastecer a los diferentes puntos de venta.

Las oficinas y áreas administrativas se encuentran ubicadas al norte de la ciudad de Quito.

En la actualidad es una de las empresas más importantes en nuestro país, datos de la revista Ekos (2012) exponen que fue reconocida por ser una de las empresas con mayor capital de marca ubicándose en el puesto número 12, por otro lado, Ekos (2015) indica que su facturación fue aproximadamente de \$200.000.000.

2.2. Objetivos

2.2.1. Objetivo General

Optimizar el proceso de planificación de compras en una franquicia de restaurantes de comida rápida mediante la generación de pronósticos.

2.2.2. Objetivos Específicos

- Identificar la raíz del problema mediante la herramienta del árbol del problema.
- Analizar los posibles modelos para el diferente comportamiento de la demanda de cada ítem.
- Evaluar los diferentes escenarios según los modelos de pronósticos para identificar el más adecuado según el ítem.
- Demostrar cual es el ahorro que se genera con esta propuesta.

2.3. Alcance

El enfoque de este trabajo de titulación va directamente aplicado al área de compras en el proceso de abastecimiento tanto de materia prima como insumos. El área de compras de esta empresa se encuentra estructurada por 12 compradores, los cuales están a cargo de un segmento de compras como puede ser empaques, granos, limpieza, uniformes, importaciones, repuestos entre otras.

Cada comprador con su segmento de compra asignado tiene una cantidad de ítems o SKU's a su cargo que en total llegan a conformar alrededor de 13.000 artículos los cuales se encuentran divididos en familia de productos o también llamado conjunto de artículos teniendo un total de 35 familias de productos entre las cuales se puede mencionar granos, vegetales, lácteos, salsas, aceites, bebidas etc.

En este trabajo de titulación vamos a analizar los ítems más importantes que en su totalidad son 87, los cuales fueron determinados por los usuarios por costo de inversión de los mismos. Posteriormente estos 87 ítems fueron segmentados mediante la elaboración de una clasificación de inventario ABC, de los cuales únicamente nos vamos a enfocar en los ítems de mayor impacto que son los ítems "A". En la siguiente tabla se puede verificar la clasificación elaborada con

algunos ejemplos la tabla completa de la clasificación se encuentra en el *anexo 1*

Tabla 2.

Ejemplos Clasificación de Inventario ABC

Código Artículo	Demanda	Unidad de Compra	Precio Unitario	Inversión	Inversión Acumulada	% Inver. Acumulada	Zona
A-001	102,519.00	B20ltrs	20.22	2,072,934.18	2,072,934.18	16.099%	A
A-002	11,814.84	C1500und	40.60	479,682.50	2,552,616.68	19.825%	A
A-003	10,522.28	S45kg	45.50	478,763.74	3,031,380.42	23.543%	A
A-004	2,577,943.00	Unidad	0.16	412,470.88	3,443,851.30	26.746%	A
A-005	13,694.90	B20ltrs	30.10	412,216.49	3,856,067.79	29.948%	A
A-006	548,474.24	Kg	0.73	400,386.20	4,256,453.99	33.057%	A
A-007	540,559.18	Kg	0.70	378,391.43	4,634,845.42	35.996%	A
A-034	306,345.00	Unidad	0.36	110,284.20	10,334,007.81	80.258%	B
A-035	2,685.00	C100und	40.00	107,400.00	10,441,407.81	81.092%	B
A-036	21,003.78	Kg	5.00	105,018.90	10,546,426.71	81.908%	B
A-037	2,295.15	C1500und	42.24	96,947.14	10,643,373.85	82.661%	B
A-038	1,599.00	C2500und	58.20	93,061.80	10,736,435.65	83.384%	B
A-061	510.58	S20kg	88.60	45,237.39	12,268,807.57	95.285%	C
A-062	2,714.00	C200und	15.85	43,016.90	12,311,824.47	95.619%	C
A-063	25,250.52	Kg	1.49	37,623.27	12,349,447.75	95.911%	C

Tabla 3.

Resumen Clasificación ABC

	Zona	N° de elementos	% Artículos	% Acumulado	%Inversión	% Inver. Acumulada
0-80%	A	33	37.93%	37.93%	79.40%	79.40%
80%-95%	B	27	31.03%	68.97%	15.53%	94.93%
95%-100%	C	27	31.03%	100.00%	5.07%	100.00%
0-80%	Total	87	100%		100.00%	

Con la clasificación mencionada anteriormente obtuvimos 33 ítems en la categoría “A”, los cuales fueron clasificados en su conjunto de artículos para así poder analizar y trabajar en los conjuntos de artículos con la mayor cantidad de ítems. Como se puede observar en la tabla 4 y 5 la clasificación y la cantidad de ítems por conjunto de artículos.

Tabla 4.

Cantidad de ítems por conjunto de artículos

Zona	Código	Demanda	Unidad de Compra	Conjunto de artículos
A	A-001	102,519.00	B20ltrs	TRIGO
A	A-002	11,814.84	C1500und	SALSA
A	A-003	10,522.28	S45kg	ACEIT
A	A-004	2,577,943.00	Unidad	OTROS
A	A-005	13,694.90	B20ltrs	MARIS
A	A-006	548,474.24	Kg	VEGET
A	A-007	540,559.18	Kg	VEGET
A	A-008	14,416.84	C1500und	SALSA
A	A-009	54,263.73	Kg	ACEIT
A	A-010	13,819.15	Caja	GRANO
A	A-011	169,912.46	Kg	VEGET
A	A-012	1,025,000.00	Unidad	BEBID
A	A-013	1,032,499.50	Unidad	BEBID
A	A-014	40,425.69	Kg	QUENA
A	A-015	40,323.53	C10und	LACTEOS
A	A-016	639,666.91	Kg	VEGET
A	A-017	36,334.58	S25Lbs	VEGET
A	A-018	97,741.00	Kg	OTROS
A	A-019	14,247.95	C200und	SALSA
A	A-020	58,489.00	Kg	SALSA
A	A-021	987.00	Caja	LACTEOS
A	A-022	19,809.00	C100und	EMPAQ
A	A-023	20,369.54	Galon	SALSA
A	A-024	269,740.26	Kg	VEGET
A	A-025	22,307.17	Galon	LACTEOS
A	A-026	510,353.05	Kg	PAPAS
A	A-027	9,031.00	C6und	LIMPI
A	A-028	13,600.00	Kg	CAFES
A	A-029	43,838.26	C30und	OTROS
A	A-030	21,118.31	Kg	LACTEOS
A	A-031	3,018.99	Unidad	SUMIN
A	A-032	14,129.38	Jaba	VEGET
A	A-033	32,611.17	P5kg	OTROS

Tabla 5.
Clasificación Conjunto de Artículos

Conjunto de artículos	Cantidad
ACEIT	2
BEBID	2
CAFES	1
EMPAQ	1
ENCUR	0
GRANO	1
LACTEOS	4
LICOR	0
LIMPI	1
MARIS	1
OTROS	4
PAPAS	1
QUENA	1
SALSA	5
SUMIN	1
TRIGO	1
VEGET	7

Como conclusión a este análisis, este trabajo de titulación va a estar enfocado en los siguientes conjuntos de artículos: vegetales, salsas, lácteos y otros; en total, son 20 ítems de los cuales se analizará su comportamiento: su cantidad comprada y su cantidad consumida, para posteriormente analizar el modelo estadístico que se va a ocupar para realizar sus pronósticos.

El modelo que se va a ocupar en cada ítem va a ir directamente ligado al porcentaje de error que se obtenga de cada modelo probado, para esto vamos a ayudarnos del programa estadístico SPSS.

2.4. Justificación

En la actualidad, la empresa muestra un crecimiento sostenido. Su amplia variedad de productos la lleva a colocarse como una de las principales empresas de impacto en el país. Es importante mencionar que su proyección de crecimiento de ventas anual es de un 10%, pese a que logran sus metas se puede verificar claramente que existen algunos problemas, relacionados con el desabastecimiento y el sobre inventario de productos, en su Planta de Producción y sus principales puntos de venta.

2.5. Definición del Problema

Para realizar la definición de este problema vamos a utilizar la metodología del árbol de la definición del problema, la cual es una técnica que ayuda a desarrollar ideas creativas para identificar el problema y organizar la información recolectada generando un modelo de relaciones causales que lo explican. (CEPAL, sf, p.2).

Esta técnica se vincula directamente con el árbol de “Solución de Problemas”, permitiendo, de esta manera, comprender como fue el problema definido y cómo se obtuvo la solución definitiva del mismo.

2.5.1. ¿Qué es un Problema?

Se ha identificado que existe una variación de los niveles de inventario tanto para la planta de producción como para los puntos de venta. Se analizó que existen compras de algunos SKU's realizadas fuera del tiempo de entrega establecido y con cantidades diferentes a las que usualmente se compraba.

Por otro lado, en las bodegas de materia prima e insumos se mantiene un inventario elevado de algunos SKU's y de los cuales todavía se continúa realizando un abastecimiento innecesario.

A continuación, en la figura 17, se puede observar el porcentaje tanto de desabastecimiento como sobre stock de los 20 ítems previamente segmentados.

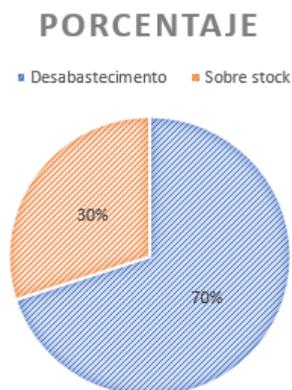


Figura 11. Porcentaje de Exceso de inventario y desabastecimiento

2.5.2. ¿Por qué es un problema?

Se verificó que es un problema debido a que está generando costos elevados, tanto para almacenamiento, como para las compras emergentes. Adicionalmente, se puede verificar desperdicios, que en este caso se generan por el sobre inventario; por lo tanto, esta variabilidad de inventario está afectando a lo largo de toda la cadena de suministro generando un efecto látigo. En la siguiente figura, se puede observar como es el efecto producido por el efecto látigo.

2.5.3. Dónde se presenta el problema

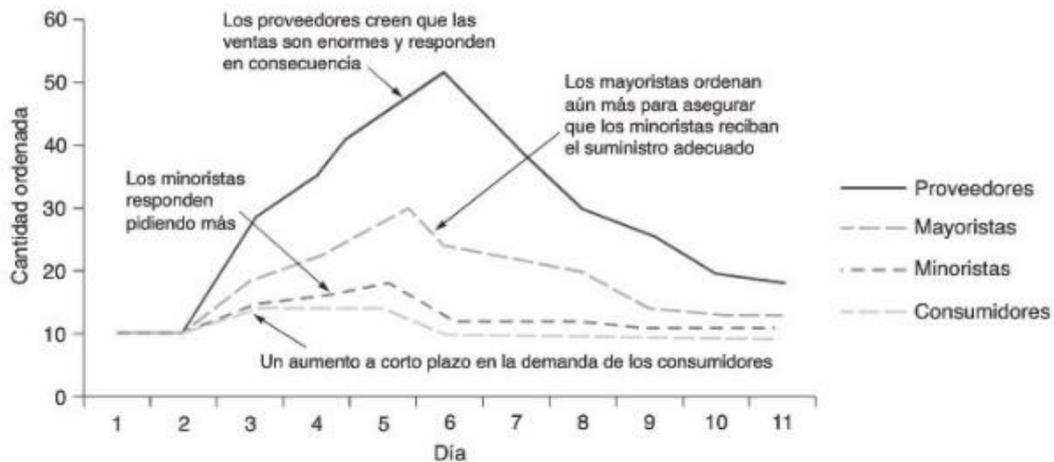


Figura 12. Efecto látigo

Tomado de Render y Heizer, 2014

El problema va enfocado básicamente a la planta de producción y a los puntos de venta, debido a que en la planta de producción es la que requiere la materia prima, para la elaboración de algunos componentes del producto terminado; y, en los puntos de venta debido al material de empaque, como vasos, servilletas, platos, cubiertos, *buckets* entre otros.

Otro aspecto importante de mencionar es que este problema se ocasiona desde el punto de abastecimiento, que en este caso es el área de compras; es en esta área donde se generan las cantidades a comprarse, muchas veces por conocimiento empírico, y también mediante la utilización de un promedio simple de compra evaluando las últimas 6 semanas de compra. Este procedimiento, muchas veces, genera incertidumbre en los compradores por no saber cuál es la cantidad ideal que se debe comprar. A continuación, en la figura 19, se puede observar la diferencia que existe entre la cantidad pronosticada y la cantidad consumida.

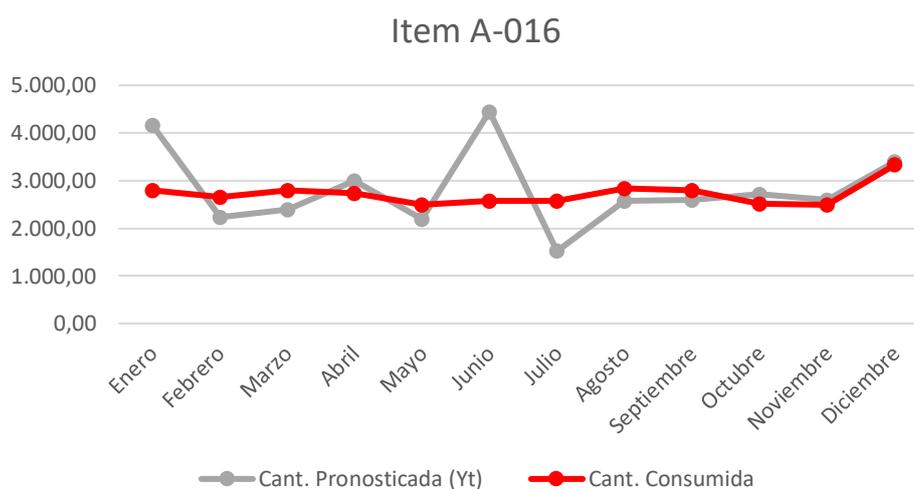


Figura 13. Diferencia cantidad pronosticada y cantidad consumida

2.5.4. ¿Cuándo se presenta el problema?

Este problema se viene dando desde hace algún tiempo, pero básicamente se hizo notorio y se prestó más atención a finales del 2015 y todo el 2016, y notaron que el problema sucedía al momento de realizar las compras, o abastecer de materia prima e insumos. En la tabla 6, se puede ver la cantidad que compran en comparación a la cantidad consumida; también se muestra la diferencia que existen entre los dos, y el porcentaje de incremento del 50% de un año a otro.

Tabla 6.

Comparación del 2015 al 2016

Año	Cant. Comprada (Unidades)	Cant. Consumida (Unidades)	Diferencia	Porcentaje de Incremento
2,015.00	38,635.27	38,229.51	405.76	50%
2,016.00	40,932.00	40,323.53	608.47	

2.5.5. ¿Cómo se presenta el problema?

Este problema se representa con un costo específico, tanto del sobre inventario, como del desabastecimiento, para que después del análisis, se pueda lograr un costo total de pérdida.

Para poder obtener el costo total se analizaron de dos maneras diferentes.

Para el caso del desabastecimiento, se calculó con la siguiente fórmula.

$$RS = \sum (\text{Cantidad no suministrada} \times \text{Coste Unitario en el almacén})$$

Para el caso del sobre inventario, se ocupó el siguiente cálculo, tomando en cuenta el costo de almacenamiento, sumado el costo de oportunidad. El porcentaje del costo de oportunidad se tomó de la tasa de interés activa efectiva del banco central en la categoría de producto corporativo del mes de octubre 2017, que fue del 7.13% (Banco Central del Ecuador, 2017) obteniendo un cálculo como el que se muestra en la figura 21.

$$\text{Costo de Sobre inventario} = \text{Costo de Almacenamiento} + \text{Costo de Oportunidad}$$

Para llegar al costo total de desabastecimiento como de sobre inventario es necesario analizar primero la cantidad de unidades por ítem tanto para el primer caso como para el segundo; adicionalmente, se pudo verificar el porcentaje de error obtenido con el método usado actualmente que, para este caso, fue el MAPE (Error porcentual absoluto medio). En las siguientes tablas se observa, a manera de ejemplo, la cantidad pronosticada con su metodología actual; la cantidad consumida; la diferencia que existe entre las dos; y, por último, algunos errores únicamente de un artículo de cada familia de artículos.

Las tablas de todos los ítems se encuentran en el *anexo 2*.

Tabla 7.

Ítem A-006

VEGETALES A-006				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	43,303.00	44,687.29	-1,384.29
2	Febrero	39,544.00	44,205.57	-4,661.57
3	Marzo	47,280.00	47,057.79	222.21
4	Abril	51,116.00	44,507.56	6,608.44
5	Mayo	44,408.00	50,003.00	-5,595.00
6	Junio	42,912.00	41,145.28	1,766.72
7	Julio	46,096.50	45,052.97	1,043.53
8	Agosto	41,256.00	44,223.07	-2,967.07
9	Septiembre	44,268.00	44,982.57	-714.57
10	Octubre	41,316.00	44,137.31	-2,821.31
11	Noviembre	41,400.00	41,028.91	371.09
12	Diciembre	55,572.00	57,442.92	-1,870.92
TOTAL				-10,002.74

MAD=	2502.227
MAPE=	5.605%

Tabla 8.

Ítem A-018

SALSA A-019				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	1,075.00	960.00	115.00
2	Febrero	870.00	941.00	-71.00
3	Marzo	1,155.00	1,173.00	-18.00
4	Abril	1,226.00	1,322.00	-96.00
5	Mayo	1,050.00	1,146.00	-96.00
6	Junio	1,198.00	1,141.00	57.00
7	Julio	1,207.00	1,189.95	17.05
8	Agosto	1,123.00	1,234.00	-111.00
9	Septiembre	1,339.00	1,168.00	171.00
10	Octubre	1,120.00	1,221.00	-101.00
11	Noviembre	1,190.00	1,285.00	-95.00
12	Diciembre	1,587.00	1,467.00	120.00
TOTAL				-107.95

MAD=	89.004
MAPE=	7.565%

Tabla 9.
Ítem A-018

LACTEOS A-018				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	240.00	211.00	29.00
2	Febrero	244.00	256.00	-12.00
3	Marzo	350.00	273.00	77.00
4	Abril	205.00	253.00	-48.00
5	Mayo	313.00	275.00	38.00
6	Junio	253.00	256.00	-3.00
7	Julio	250.00	278.00	-28.00
8	Agosto	317.00	286.00	31.00
9	Septiembre	260.00	195.00	65.00
10	Octubre	238.00	255.00	-17.00
11	Noviembre	217.00	276.00	-59.00
12	Diciembre	240.00	261.00	-21.00
			TOTAL	52.00

MAD=	35.667
MAPE=	13.734%

Tabla 10.
Ítem A-021

OTROS A-004				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	230,200.00	250,735.00	-20,535.00
2	Febrero	222,400.00	227,424.00	-5,024.00
3	Marzo	212,700.00	228,635.00	-15,935.00
4	Abril	211,900.00	194,751.00	17,149.00
5	Mayo	192,200.00	221,053.00	-28,853.00
6	Junio	165,300.00	177,364.00	-12,064.00
7	Julio	185,100.00	190,079.00	-4,979.00
8	Agosto	199,000.00	212,100.00	-13,100.00
9	Septiembre	188,700.00	197,200.00	-8,500.00
10	Octubre	207,100.00	207,980.00	-880.00
11	Noviembre	187,900.00	201,127.00	-13,227.00
12	Diciembre	230,800.00	269,495.00	-38,695.00
			TOTAL	-144,643.00

MAD=	14911.750
MAPE=	7.257%

Con las cantidades encontradas, tanto de desabastecimiento como de exceso de inventario, de las cuatro familias de productos analizadas, se ocupó las

fórmulas mencionadas anteriormente y también se ocupó datos históricos del exceso de inventario y el desabastecimiento que se encuentran en el *anexo 3*, con esta información obtuvimos los siguientes resultados, detallados en las siguientes tablas.

Tabla 11.

Tabla de Exceso de inventario

Conjunto de artículo	Ítem	Exceso de inventario Anual	Costo de Almacenamiento (Unidades)	Costo de Oportunidad	Costo total almacenamiento (Dólares \$)	Costo total de oportunidad (Dólares \$)	Total Exceso de inventario	Total Costo de Inventario
SALSA	A-002	829.16	40.60	7.13%	33,663.90	2,400.24	36,064.14	59,115.34
	A-008	957.16	22.25	7.13%	21,296.81	1,518.46	22,815.27	
	A-020	61.00	3.61	7.13%	220.22	15.70	235.93	
OTROS	A-033	1,248.83	0.35	7.13%	437.09	31.16	468.26	468.26
LACTEOS	A-015	608.47	6.65	7.13%	4,047.47	288.58	4,336.06	15,811.83
	A-021	52.00	206.00	7.13%	10,712.00	763.77	11,475.77	
							TOTAL	\$75,395.42

Tabla 12.

Tabla de Desabastecimiento

Conjunto de artículo	Ítem	Desabastecimiento (Unidades)	Precio Unitario (Dólares \$)	Costo de Perdida por Ítem (Dólares \$)	Total Costo de Perdida (Dólares \$)
VEGET	A-006	-10,002.74	0.73	7,302.00	139,869.53
	A-007	-26,823.54	0.70	18,776.48	
	A-011	-5,851.46	1.75	10,240.06	
	A-016	-15,181.37	0.40	6,072.55	
	A-017	-360.15	7.00	2,521.05	
	A-024	-7,680.86	0.70	5,376.60	
	A-032	-10,664.38	8.40	89,580.79	
SALSA	A-019	-107.95	15.77	1,702.37	14,506.31
	A-023	-1,343.54	9.53	12,803.94	
OTROS	A-004	-144,643.00	0.16	23,142.88	25,245.20
	A-018	-661.00	2.38	1,573.18	
	A-029	-170.69	3.10	529.14	
LACTE	A-025	-613.23	8.31	5,095.94	7,571.87
	A-030	-397.42	6.23	2,475.93	
				TOTAL	\$187,192.90

Como conclusión tenemos un desabastecimiento de \$187,192.90 y un sobre inventario de \$75,395.42, con un costo total de \$262,588.320.

2.5.6. Resumen

En resumen, podemos establecer el árbol del problema e identificarlo claramente. En la figura 22 podemos observar el árbol del problema elaborado.

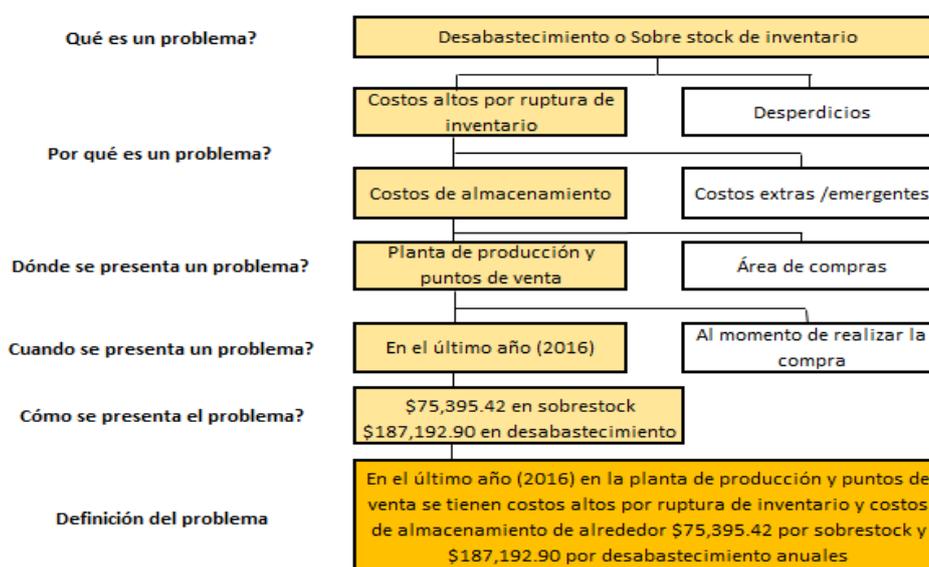


Figura 14. Árbol de definición del problema

2.6. Identificación de Causas

Para la identificación de causas, se realizó una lluvia de ideas de las posibles causas por las cuales sucede. Esta lluvia de ideas se realizó con los compradores, encargados de la planta de producción y usuarios claves, que brindan soporte y datos claves. A continuación, se muestra la lluvia de ideas para luego elaborar un diagrama de causa y efecto.

2.6.1. Lluvia de ideas

- No tienen establecido/elaborado un pronóstico de ventas
- No existe una coordinación de los recursos de la empresa
- No tienen sistemas de planeación a largo, corto y mediano plazo
- No existe o ocupan una proyección estadística de la demanda
- No tienen una administración de la demanda adecuada
- Falta de comunicación entre áreas
- No tienen establecidas políticas de inventario
- No manejan un análisis adecuado de la tendencia
- No existe un proceso de mejora continua constante
- Previsiones de ventas mal calculadas
- Manejo de inventario erróneo
- Empleo de métodos empíricos para calcular la cantidad que se necesita abastecer
- No utilizan métodos estadísticos para realizar sus pronósticos
- Manejo de un gran número de ítems
- Cálculos erróneos de inventario de seguridad
- No se maneja una unidad o área de Ventas & Operaciones
- Ausencia de un método para planificar las compras
- Existencia de un efecto látigo a lo largo de la cadena de suministro
- Costos altos de inventario
- Costos altos por compras emergentes
- El software ocupado no les brinda un estimado de compras
- Falta de utilización de KPI's de control
- Incertidumbre al momento de realizar la compra debido a que no poseen un método de cálculo
- Manejo erróneo de los lead time
- Variabilidad de proveedores para un solo artículo
- Generación de nuevos promocionales o productos de prueba
- Compras por un mínimo de unidades que generalmente son altas

- No existe un procedimiento o método para tener claro la cantidad que se va a comprar
- No se realiza la compra en base a las unidades vendidas sino en base a las unidades compradas anteriormente
- Solo se utiliza un método de pronóstico

2.6.2. Diagrama Causa-Efecto

El diagrama causa-efecto, como mencionamos en la página 21, fue utilizado para encontrar las causas al problema encontrado. A continuación, en la figura 23 se puede observar el diagrama elaborado con las causas más importantes encontradas y mencionadas en la lluvia de ideas.

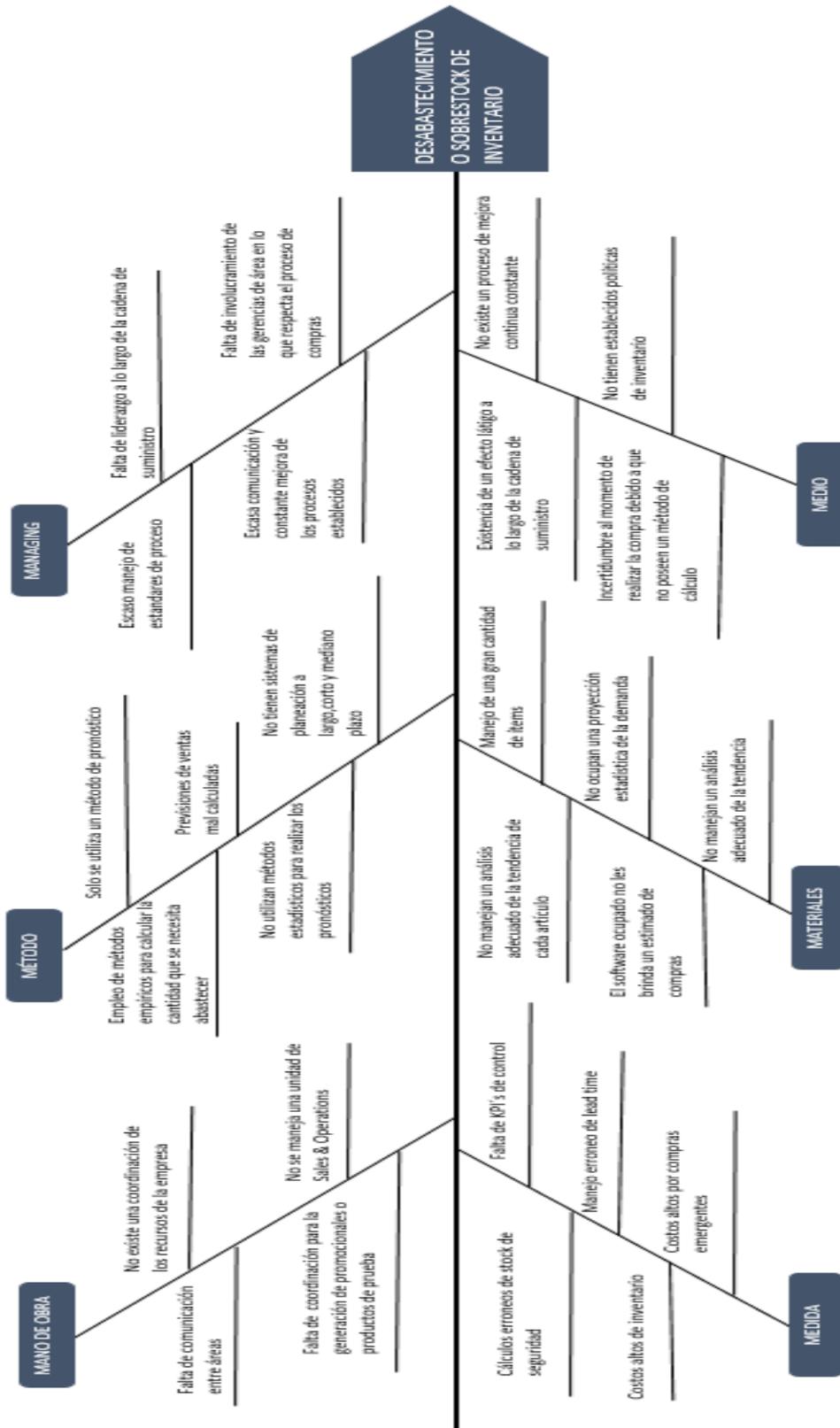


Figura 15. Diagrama Causa-Efecto

Una vez analizadas las causas en el diagrama de Ishikawa es importante cuantificar y analizar en dónde se focaliza el problema. Para ello, se realizó un histograma de frecuencias con algunos parámetros a evaluar. En la tabla 13 y la figura 24 se puede visualizar cuales son las causas con mas incidencia.

Tabla 13.

Frecuencias

Clasificación	Frecuencia
Procesos	5.00
Método	9.00
Sistema	1.00
Calculos	2.00
Costos	2.00
Control	1.00
Personas	5.00
Managing	4.00
Software	1.00

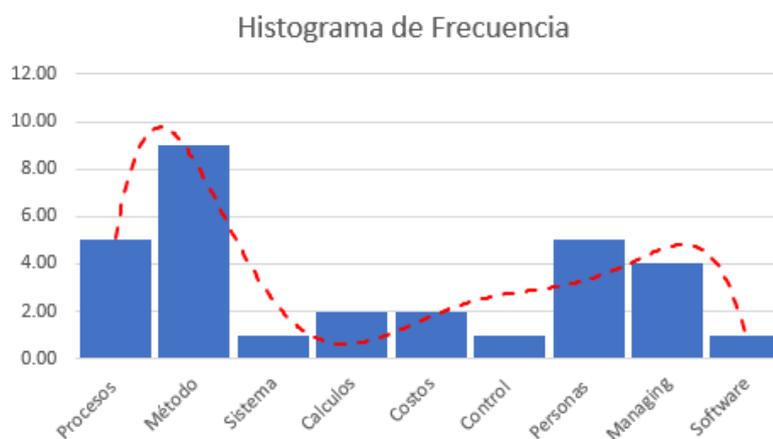


Figura 16. Histograma de Frecuencias

En resumen, podemos identificar que nuestra causa raíz está direccionada, en su mayoría, al método, debido a que existe una ausencia de metodología al momento de pronosticar el abastecimiento de cada artículo. La falta de análisis del comportamiento de cada uno de los artículos y el conocimiento empírico utilizado, hacen que existan estos dos problemas mencionados, que son el desabastecimiento y el exceso de inventario.

Claramente, podemos concluir y plantear una solución para atacar esta causa raíz; la propuesta que se plantea para atacarla es la elaboración de pronósticos

a partir de su consumo, con la ayuda de la herramienta SPSS, para luego realizar una comparación entre los dos escenarios e identificar cual sería el ahorro generado.

3. CAPÍTULO III. DESARROLLO DE LA SOLUCIÓN

El desarrollo de la solución se dividió en dos partes:

1. Análisis de modelos de pronósticos numéricos, para identificar el modelo idóneo aplicable a cada uno de los artículos.
2. Determinar el porcentaje de ahorro para cada una de las familias de artículos, una vez definido el modelo de pronóstico.

3.1. Análisis de modelos

Para el análisis de los modelos de cada artículo, se realizó un comparativo entre el modelo actualmente ocupado, que es un promedio de las últimas 6 semanas de compra; suavizado exponencial; Arima (0,0,0) (0,0,0); y, por último, el modelo que nos brinda el SPSS con el modelador experto.

El primer análisis se llevó a cabo para verificar el modelo que más se adapta a la tendencia, contra la cantidad consumida durante un año. En las siguientes tablas se muestran los consumos del año 2016 de los modelos analizados; a manera de ejemplo, se muestra un artículo de cada una de las familias, acompañado de un gráfico de cada una de las tendencias. Las tablas completas se encuentran en el *anexo 4*.

Tabla 14.

Análisis de Modelos Ítem A-007

VEGETALES A-007					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Arima 0,1,0)
Enero	38,787.74	40,176.50	44,978.03	40,620.60	38,605.84
Febrero	40,743.30	41,947.64	40,349.28	40,620.60	41,170.93
Marzo	45,503.24	45,745.00	40,643.91	40,620.60	42,253.18
Abril	46,549.90	38,199.90	44,277.44	40,620.60	46,742.64
Mayo	47,606.70	38,276.10	45,976.66	40,620.60	47,569.16
Junio	43,257.80	38,020.90	47,195.51	40,620.60	48,488.93
Julio	43,026.50	41,115.00	44,251.11	40,620.60	43,959.28
Agosto	42,882.50	42,396.80	43,335.42	40,620.60	43,651.46
Septiembre	41,868.10	41,794.40	42,996.75	40,620.60	43,450.06
Octubre	44,587.00	40,856.40	42,152.81	40,620.60	42,379.68
Noviembre	49,546.40	47,474.00	43,972.96	40,620.60	45,095.17
Diciembre	56,200.00	57,733.00	48,140.46	40,620.60	50,077.52

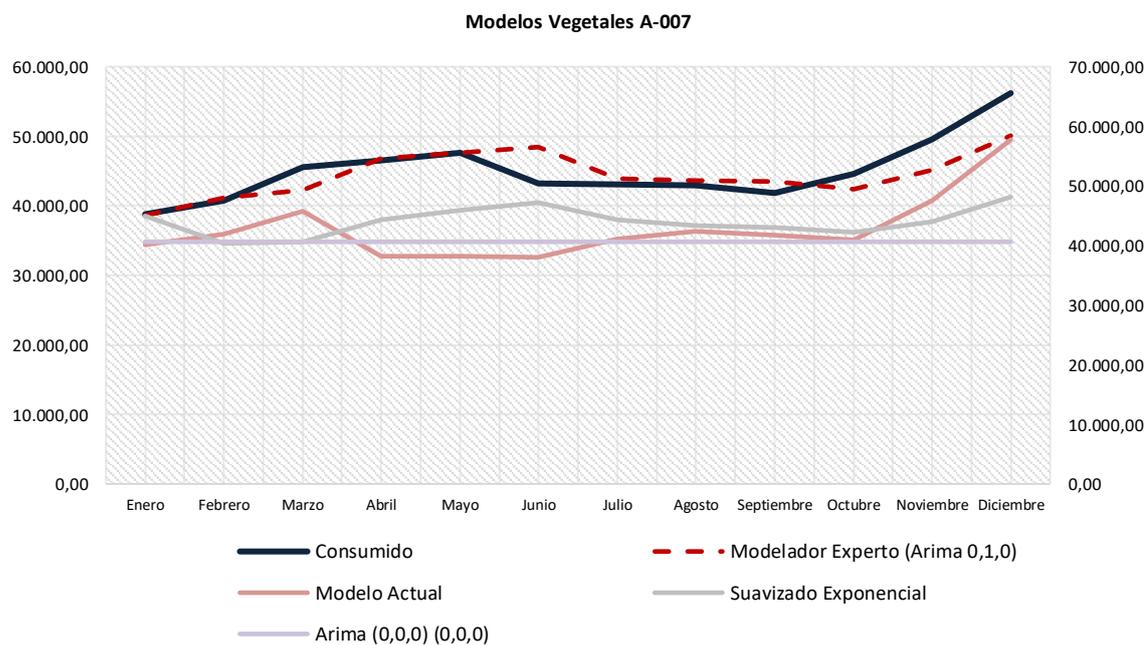


Figura 17. Comparación modelos ítem A-007

Tabla 16.

Análisis de Modelos Ítem A-021

LACTEOS A-021					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Estacional Simple)
Enero	211.00	240.00	189.29	228.80	210.87
Febrero	256.00	244.00	208.60	228.80	208.44
Marzo	273.00	350.00	250.77	228.80	244.29
Abril	253.00	205.00	270.55	228.80	257.40
Mayo	275.00	313.00	254.94	228.80	242.67
Junio	256.00	253.00	272.79	228.80	292.27
Julio	278.00	250.00	257.85	228.80	285.45
Agosto	286.00	317.00	275.78	228.80	287.42
Septiembre	195.00	260.00	284.87	228.80	200.14
Octubre	255.00	238.00	204.92	228.80	214.51
Noviembre	276.00	217.00	249.47	228.80	248.95
Diciembre	261.00	240.00	273.07	228.80	302.30

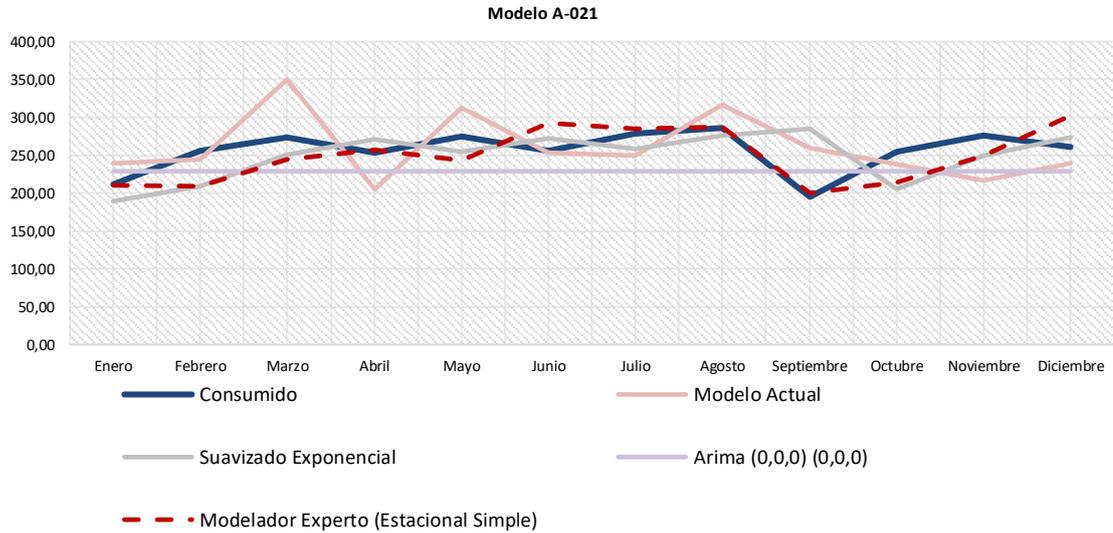


Figura 19. Comparación modelos ítem A-021

Tabla 17.

Análisis de Modelos Ítem A-004

OTROS A-004					
Mes	Consumo	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Aditivo Winters)
Enero	250,735.00	230,200.00	252,102.15	221,474.83	250,423.29
Febrero	227,424.00	222,400.00	251,267.69	221,474.83	228,169.28
Marzo	228,635.00	212,700.00	236,714.26	221,474.83	239,516.10
Abril	194,751.00	211,900.00	231,782.94	221,474.83	199,775.47
Mayo	221,053.00	192,200.00	209,179.82	221,474.83	210,377.93
Junio	177,364.00	165,300.00	216,426.83	221,474.83	179,382.49
Julio	190,079.00	185,100.00	192,584.12	221,474.83	184,714.49
Agosto	212,100.00	199,000.00	191,055.07	221,474.83	197,636.04
Septiembre	197,200.00	188,700.00	203,900.23	221,474.83	201,169.55
Octubre	207,980.00	207,100.00	199,810.62	221,474.83	199,282.56
Noviembre	201,127.00	187,900.00	204,796.95	221,474.83	198,789.32
Diciembre	269,495.00	230,800.00	202,556.93	221,474.83	270,588.82

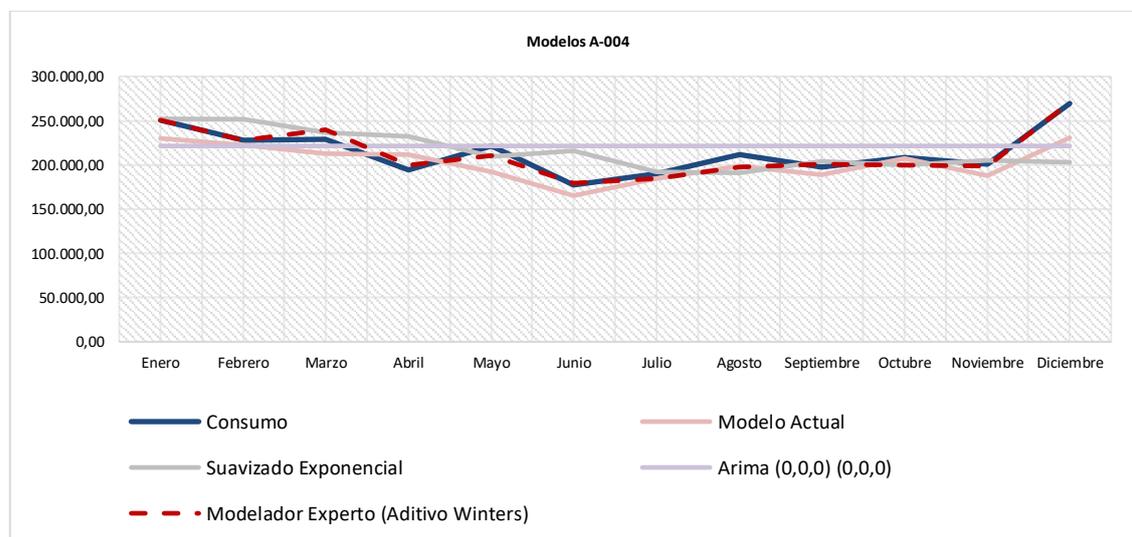


Figura 20. Comparación modelos ítem A-004

Como conclusión de los gráficos y tablas podemos decir que el modelo que nos brinda el modelador experto es el que más se asemeja y se acomoda a la tendencia del consumo evaluado del año 2016.

Una vez realizado los pronósticos para cada uno de los modelos establecidos se realizó una comparación de los errores obtenidos en cada modelo estudiado; en este caso, se analizó el MAPE y el MAD. En las siguientes tablas se podrán visualizar un ejemplo de cada familia de artículos. Las tablas de todos los artículos se encuentran en el *anexo 5*.

Tabla 18.

Comparación Porcentaje de errores-ítem A-020

SALSA A-020		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	13.88%	684.58
Suavizado Exponencial	8.62%	409.77
Arima (0,0,0) (0,0,0)	13.24%	600.17
Modelador Experto (Arima 0,1,0)	6.94%	351.49

Tabla 19.

Comparación Porcentaje de errores-ítem A-007

VEGETALES A-007		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	7.00%	2963.27
Suavizado Exponencial	7.11%	3179.77
Arima (0,0,0) (0,0,0)	11.65%	4731.47
Modelador Experto (Arima 0,1,0)	6.17%	2115.48

Tabla 20.

Comparación Porcentaje de errores-ítem A-021

LACTEOS A-021		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	13.73%	35.67
Suavizado Exponencial	12.18%	29.55
Arima (0,0,0) (0,0,0)	15.76%	36.05
Modelador Experto (Estacional Simple)	10.72%	22.69

Tabla 21.

Comparación Porcentaje de errores-ítem A-004

OTROS A-004		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	7.26%	14911.75
Suavizado Exponencial	8.97%	19190.48
Arima (0,0,0) (0,0,0)	9.80%	21711.19
Modelador Experto (Aditivo Winters)	2.54%	5465.26

Como se puede visualizar en las tablas, los números que están resaltados con un color más fuerte son aquellos que tienen un menos porcentaje en el caso del MAPE, y un número menor para el caso del MAD.

Para el caso del desabastecimiento, se analizó el nivel de servicio con los dos escenarios evaluados: el escenario actual y el escenario propuesto. A manera de ejemplo, se muestran las tablas con el nivel de servicio de cada escenario, las tablas completas se muestran en el *anexo 6*.

Tabla 22.

Nivel de Servicio- ítem A-007

VEGETALES A-007			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	513,735.64	26,823.54	↓ 95%
Modelo Propuesto	533,443.86	7,115.32	↑ 99%

Tabla 23.

Nivel de Servicio- ítem A-023

SALSA A-023			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	19,026.00	1,343.54	↓ 93%
Modelo Propuesto	19,944.58	424.96	↑ 98%

Tabla 24.

Nivel de Servicio- ítem A-004

OTROS A-004			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	2,433,300.00	144,643.00	↓ 94%
Modelo Propuesto	2,559,825.35	18,117.65	↑ 99%

Tabla 25.

Nivel de Servicio- ítem A-025

LACTEOS A-025			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	21,693.94	613.23	↓ 97.25%
Modelo Propuesto	22,563.16	255.99	↑ 98.88%

3.2. Porcentaje de Ahorro

Para calcular el porcentaje de ahorro de cada una de las familias de artículos, se evaluó el error porcentual absoluto medio (MAPE) y el error absoluto medio (MAD), tanto para el modelo ocupado actualmente, como el modelo brindado por el modelador experto. De esta manera, determinamos el mejor modelo de pronóstico y, al mismo tiempo, el mejor grado de error obtenido con este modelo, representa el ahorro de costos obtenido.

Tabla 26.

Comparación Error MAPE

Familia	Ítem	Error	Modelo Actual	Modelador Experto
VEGETALES	A-024	MAPE	✗ 5.61%	✓ 4.31% Estacional Simple
	A-007	MAPE	✗ 7.00%	✓ 6.17% ARIMA (0,1,0)
	A-011	MAPE	✓ 4.83%	✗ 6.16% ARIMA (0,1,0)
	A-016	MAPE	✗ 4.00%	✓ 3.51% Aditivo de Winters
	A-017	MAPE	✗ 9.89%	✓ 8.25% Estacional Simple
	A-006	MAPE	✓ 5.73%	✗ 21.87% Aditivo de Winters
	A-032	MAPE	✗ 109.80%	✓ 45.00% ARIMA (0,1,0)
SALSAS	A-002	MAPE	✗ 17.83%	✓ 10.78% Estacional Simple
	A-008	MAPE	✗ 14.16%	✓ 12.67% Estacional Simple
	A-019	MAPE	✗ 7.57%	✓ 5.08% Aditivo de Winters
	A-020	MAPE	✗ 13.88%	✓ 6.94% ARIMA (0,1,0)
	A-023	MAPE	✗ 13.10%	✓ 5.38% Aditivo de Winters
LACTEOS	A-021	MAPE	✗ 13.73%	✓ 10.72% Estacional Simple
	A-025	MAPE	✗ 5.10%	✓ 4.63% ARIMA (0,0,0)
	A-030	MAPE	✗ 5.65%	✓ 4.60% Aditivo de Winters
	A-015	MAPE	✗ 12.95%	✓ 6.37% ARIMA (0,0,0)
OTROS	A-004	MAPE	✗ 7.26%	✓ 2.54% Aditivo de Winters
	A-018	MAPE	✗ 12.03%	✓ 9.09% ARIMA (0,1,0)
	A-033	MAPE	✗ 19.43%	✓ 4.11% Estacional Simple
	A-029	MAPE	✗ 4.80%	✓ 2.29% Aditivo de Winters

Tabla 27.

Comparación Error MAD

Familia	Ítem	Error	Modelo Actual	Modelador Experto
VEGETALES	A-024	MAD	✗ 1232.95	✓ 1013.18 Estacional Simple
	A-007	MAD	✗ 2963.27	✓ 2115.48 ARIMA (0,1,0)
	A-011	MAD	✓ 633.94	✗ 897.83 ARIMA (0,1,0)
	A-016	MAD	✗ 1836.01	✓ 1697.14 Aditivo de Winters
	A-017	MAD	✗ 100.68	✓ 94.61 Estacional Simple
	A-006	MAD	✓ 2502.23	✗ 23800.03 Aditivo de Winters
	A-032	MAD	✗ 1777.40	✓ 1634.79 ARIMA (0,1,0)
SALSAS	A-002	MAD	✗ 257.86	✓ 196.53 Estacional Simple
	A-008	MAD	✗ 348.19	✓ 275.34 Estacional Simple
	A-019	MAD	✗ 89.00	✓ 73.97 Aditivo de Winters
	A-020	MAD	✗ 684.58	✓ 351.49 ARIMA (0,1,0)
	A-023	MAD	✗ 190.72	✓ 92.33 Aditivo de Winters
LACTEOS	A-015	MAD	✗ 371.00	✓ 181.86 Estacional Simple
	A-021	MAD	✗ 35.67	✓ 22.69 ARIMA (0,0,0)
	A-025	MAD	✗ 80.26	✓ 75.15 Aditivo de Winters
	A-030	MAD	✗ 94.50	✓ 68.21 ARIMA (0,0,0)
OTROS	A-004	MAD	✗ 14911.75	✓ 5465.26 Aditivo de Winters
	A-018	MAD	✗ 986.42	✓ 674.35 ARIMA (0,1,0)
	A-029	MAD	✗ 651.23	✓ 318.90 Estacional Simple
	A-033	MAD	✗ 542.30	✓ 119.64 Aditivo de Winters

Como se puede ver en las Tablas 22 y 23 existen artículos que, al momento de utilizar el modelador experto, el error obtenido es mayor al que se está ocupando con el modelo actual, que es el promedio de las 6 semanas anteriores de compra. En el caso de estos artículos, el modelo que se va a evaluar es el mismo modelo que el que actualmente se está utilizando.

Para analizar el porcentaje de ahorro, se evaluó la variable costos por ítem; por familia de artículos; y, por último, el ahorro total de desabastecimiento y de exceso de inventario. A continuación, se muestra la tabla con los costos del modelo actual contra el modelador experto.

Tabla 28.
Comparación Error por Costo

Familia	Ítem	Error	Modelo Actual		Modelador Experto	
VEGETALES	A-024	Costo	▲ \$5,376.60	Desabastecimiento	▼ \$4,806.44	Desabastecimiento
	A-007	Costo	▲ \$18,776.48	Desabastecimiento	▼ \$4,980.73	Desabastecimiento
	A-011	Costo	■ \$10,240.06	Desabastecimiento	■ \$10,240.06	Sobre Inventario
	A-016	Costo	▲ \$6,072.55	Desabastecimiento	▼ \$1,688.15	Sobre Inventario
	A-017	Costo	▲ \$2,521.05	Desabastecimiento	▼ \$2,341.20	Sobre Inventario
	A-006	Costo	■ \$7,302.00	Desabastecimiento	■ \$7,302.00	Desabastecimiento
	A-032	Costo	▲ \$89,580.79	Desabastecimiento	▼ \$77,724.78	Desabastecimiento
SALSAS	A-002	Costo	▲ \$36,064.14	Sobre Inventario	▼ \$33,051.69	Sobre Inventario
	A-008	Costo	▲ \$22,815.27	Sobre Inventario	▼ \$19,951.09	Sobre Inventario
	A-019	Costo	▲ \$1,702.37	Desabastecimiento	▼ \$586.36	Desabastecimiento
	A-020	Costo	▲ \$235.93	Sobre Inventario	▼ \$197.24	Sobre Inventario
	A-023	Costo	▲ \$12,803.94	Desabastecimiento	▼ \$4,049.91	Desabastecimiento
LACTEOS	A-015	Costo	▲ \$4,336.06	Sobre Inventario	▼ \$4,335.84	Desabastecimiento
	A-021	Costo	▲ \$11,475.77	Sobre Inventario	▼ \$11,191.48	Sobre Inventario
	A-025	Costo	▲ \$5,095.94	Desabastecimiento	▼ \$2,278.99	Sobre Inventario
	A-030	Costo	▲ \$2,475.93	Desabastecimiento	▼ \$2,107.04	Desabastecimiento
OTROS	A-004	Costo	▲ \$23,142.88	Desabastecimiento	▼ \$2,898.82	Desabastecimiento
	A-018	Costo	▲ \$1,573.18	Desabastecimiento	▼ \$1,463.70	Desabastecimiento
	A-029	Costo	▲ \$529.14	Desabastecimiento	▼ \$520.27	Desabastecimiento
	A-033	Costo	▲ \$468.26	Sobre Inventario	▼ \$176.21	Desabastecimiento

Conociendo qué modelo se aplicó para cada ítem, podemos evaluar dos escenarios: el escenario actual y el posible escenario aplicado. Para evaluar cada uno de los escenarios, se realizó una simulación y se obtuvo los siguientes resultados:

Tabla 29.

Comparación y porcentaje de ahorro- Desabastecimiento

Familia de Artículos	Costo Desabastecimiento 2016	Costo Modelos de Pronóstico	Ahorro	Porcentaje de Ahorro
Vegetales	139,869.53	105,054.00	34,815.53	25%
Salsa	14,506.31	4,636.27	9,870.04	68%
Lácteos	7,571.87	6,442.88	1,128.99	15%
Otros	25,245.20	5,059.01	20,186.19	80%

Tabla 30.

Comparación y porcentaje de ahorro- Exceso de inventario

Familia de Artículos	Costo Exceso de Inventario 2016	Costo Modelos de Pronóstico	Ahorro	Porcentaje de Ahorro
Salsa	59,115.34	53,200.02	5,915.32	10%
Lácteos	15,811.83	13,470.47	2,341.36	15%

En la siguiente tabla se muestra el ahorro total generado, tanto para el desabastecimiento, como para el exceso de inventario representado en costo y en porcentaje. El ahorro generado es la diferencia entre el costo del año 2016 y el costo generado con los nuevos pronósticos.

En la tabla 26, se puede observar el ahorro de dos familias de productos, gracias a los modelos de pronósticos desarrollados; en el resto de familias de productos, no se generó un ahorro en el caso del exceso de inventario.

Tabla 31.

Comparación y porcentaje de ahorro total

	Costo 2016	Costo Modelos de Pronóstico	Ahorro	Porcentaje de Ahorro
Desabastecimiento	187,192.90	121,192.16	66,000.74	35%
Exceso de Inventario	75,395.42	70,699.84	4,695.58	6%
		TOTAL	70,696.32	41%

Como se observa claramente en la tabla 27, existe un ahorro mayor en el desabastecimiento que en el exceso de inventario. Como se planteó en el problema, el porcentaje de desabastecimiento era mayor al exceso de inventario; debido a este antecedente, el porcentaje de ahorro generado impactará con mayor fuerza al desabastecimiento. Mientras que en el exceso de inventario se generará un ahorro con menor impacto.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

Mediante el levantamiento y la elaboración de la lluvia de ideas, se determinó la situación actual de la empresa; cómo funciona y trabajaba cada una de las áreas; cuáles son sus responsabilidades; cuáles son los usuarios principales del proceso; qué herramientas ocupan; con que metodología trabajan; y conocer cómo se maneja y controla el proceso, en este caso el proceso de abastecimiento, con el fin de cumplir los objetivos de cada una de las áreas.

La empresa tiene un alto costo de inventario de materia prima debido a que no planifican de manera adecuada la demanda, lo cual provoca que se den tanto desabastecimiento de las mismas, como excesos de inventarios.

El desabastecimiento de materia prima y de producto terminado ocasiona un elevado costo por compras emergentes, esto es causado por la utilización de un método empírico de pronóstico ocupado para todos los artículos.

Dicho método para realizar las previsiones no es el adecuado para todos los artículos ya que cada uno de ellos tiene un comportamiento diferente es variable según su tendencia o su estacionalidad.

El *software* ocupado no les brinda la opción de saber cuál es la cantidad que se debe abastecer, lo cual provoca que exista un mayor tiempo al momento de realizar los cálculos de las cantidades necesarias de manera manual.

La empresa no tiene claro cuál es la cantidad real del consumo, debido a que existe algunos artículos de materia prima que pueden ocuparse como un ingrediente de una receta y también puede considerarse como un producto final. La herramienta SPSS y su módulo de análisis de datos, mediante el modelador experto, nos permitió saber cuál era el modelo más acertado al momento de pronosticar cada artículo.

En los veinte artículos analizados, se puede concluir que únicamente dos artículos están de acuerdo con el modelo que actualmente se está ocupando para pronosticar su abastecimiento; mientras que los restantes generan un ahorro considerable, utilizando el modelo propuesto.

El porcentaje de ahorro que se generó en total fue del 41% en costos, comparado con la situación actual, del cual el 35% es por desabastecimiento, mientras que un 6% por exceso de inventario. Se puede concluir que el mayor costo y problema se genera por tener un costo adicional por compras emergentes o costos elevados por compra de materia prima, mientras que el exceso de inventario no generaba tanto ruido como el del desabastecimiento.

Los niveles de error analizados en los dos escenarios disminuyeron tanto el MAPE y el MAD en la mayoría de los artículos.

Mediante esta propuesta de optimización se pudo verificar la importancia de manejar un pronóstico de la demanda, tener claro cuál es la cantidad ideal que se debe abastecer para que no exista costos por exceso de inventario, ni de desabastecimiento.

4.2. Recomendaciones

La empresa podría implementar el uso de una herramienta que les permita realizar su análisis de pronóstico de la demanda, como puede ser la herramienta utilizada para el análisis realizado que fue SPSS; también se puede utilizar el software llamado *Forecast Pro* y una herramienta similar al SPSS que puede ser Minitab.

La empresa podría implementar un equipo de trabajo enfocado a S&OP. Esta implementación ayudaría a mejorar la comunicación entre áreas y de esta manera mejorar la planificación de los promocionales y artículos de prueba.

Es importante mencionar que sería de utilidad que el *software* ERP, actualmente ocupado, brinde la funcionalidad en lo que respecta a pronósticos y el manejo de máximos y mínimos, pero esta funcionalidad no la ocupan ya que por el momento se realizan las previsiones de manera manual.

La empresa podría realizar depuraciones semestrales de los códigos de los artículos que ya no se ocupan o que cambiaron de proveedor, para que de esta manera se facilite el manejo de los datos.

Es importante tener en cuenta que se podría sacar provecho de su '*big data*', para que, de esta manera, con los datos que tengan, puedan tomar mejores decisiones, que sean de provecho y mejora para la empresa.

REFERENCIAS

- Albert, G. (2013). Hablemos de la mejora continua. *Rev 17025 una odisea en el laboratorio*. Recuperado el 25 de diciembre de 2017, de <https://la17025puntoapunto.wordpress.com/2013/09/30/hablemos-de-la-mejora-continua/>
- APICS. (2016). *Basics of Supply Chain Management*. Chicago: APICS CPIM
- APICS. (2016). *Detailed Scheduling and Planning*. Chicago: APICS CPIM
- APICS. (2016). *Master Planning of Resources*. Chicago: APICS CPIM
- Banco Central del Ecuador. (2016). *Tasa activa*. Recuperado el 1 de diciembre de 2017 de http://contenido.bce.fin.ec/resumen_ticker.php?ticker_value=activa
- Chase, R., Jacobs, R. y Aquilano, N. (2014) *Administración de Operaciones: Producción y Cadena de Suministros*. Recuperado el 1 de diciembre de 2017 de <http://site.ebrary.com/bibliotecavirtual.udla.edu.ec/lib/laureatemhe/reader.action?docID=10758105>
- Dela Fuente, S. (s.f.). *Series Temporales: modelo arima*. Universidad autónoma de Madrid, Recuperado el 26 de diciembre de 2017, de <http://www.estadistica.net/ECONOMETRIA/SERIES-TEMPORALES/modelo-arima.pdf>
- EKOS. (2012). Grupos Económicos. Guía de Negocios. Recuperado el 28 de septiembre de 2017, de <http://www.ekosnegocios.com/empresas/grupoEmpresas.aspx?idGrupo=49>
- Evans, J. William, L. (2015). *Administración y control de la calidad*. Recuperado el 1 de diciembre de 2017 de https://bibliotecavirtual-cengage-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/books/773-administracion-y-control-de-la-calidad?library_id=275
- Felipe, V. (2016). *Como medir la Rotura de Inventario*. Recuperado el 11 de noviembre de 2017, de <https://meetlogistics.com/inventario-almacen/la-rotura-de-inventario/>

- Heizer, J., Render B. (2014). *Principios de Administración de Operaciones*. Recuperado el 21 de diciembre de 2017, de <https://www-biblionline-pearson-com.bibliotecavirtual.udla.edu.ec/Pages/BookRead.aspx>
- IBM. (sf). *Modelos personalizadas de suavizado exponencial*. Recuperado el 25 de noviembre de 2017, de https://www.ibm.com/support/knowledgecenter/es/SSLVMB_22.0.0/com.ibm.spss.statistics.help/spss/trends/idh_idd_exp_smooth_crit.htm
- Morán, R. (2015). *Definición de Problemas*. Quito, Ecuador. Universidad de las Américas
- Solórzano, G. y Nereida, J. (2013). *Importancia de la Calidad del Servicio al Cliente*. El Buzón de Pacioli.

ANEXOS

Anexo 1. Clasificación Inventario ABC

Código	Demanda	Unidad de Compra	Precio Unitario	Inversión	Inversión Acumulada	% Inver. Acumulada	Zona	Porcentaje
A-001	102,519.00	B20ltrs	20.22	2,072,934.18	2,072,934.18	16.099%	A	79.4%
A-002	11,814.84	C1500und	40.60	479,682.50	2,552,616.68	19.825%	A	
A-003	10,522.28	S45kg	45.50	478,763.74	3,031,380.42	23.543%	A	
A-004	2,577,943.00	Unidad	0.16	412,470.88	3,443,851.30	26.746%	A	
A-005	13,694.90	B20ltrs	30.10	412,216.49	3,856,067.79	29.948%	A	
A-006	548,474.24	Kg	0.73	400,386.20	4,256,453.99	33.057%	A	
A-007	540,559.18	Kg	0.70	378,391.43	4,634,845.42	35.996%	A	
A-008	14,416.84	C1500und	22.25	320,774.69	4,955,620.11	38.487%	A	
A-009	54,263.73	Kg	5.80	314,729.63	5,270,349.74	40.932%	A	
A-010	13,819.15	Caja	21.84	301,810.24	5,572,159.98	43.276%	A	
A-011	169,912.46	Kg	1.75	297,346.81	5,869,506.78	45.585%	A	
A-012	1,025,000.00	Unidad	0.29	297,250.00	6,166,756.78	47.894%	A	
A-013	1,032,499.50	Unidad	0.27	278,774.87	6,445,531.65	50.059%	A	
A-014	40,425.69	Kg	6.68	270,043.61	6,715,575.25	52.156%	A	
A-015	40,323.53	C10und	6.65	268,151.47	6,983,726.73	54.239%	A	
A-016	639,666.91	Kg	0.40	255,866.76	7,239,593.49	56.226%	A	
A-017	36,334.58	S25Lbs	7.00	254,342.06	7,493,935.55	58.201%	A	
A-018	97,741.00	Kg	2.38	232,623.58	7,726,559.13	60.008%	A	
A-019	14,247.95	C200und	15.77	224,690.17	7,951,249.30	61.753%	A	
A-020	58,489.00	Kg	3.61	211,145.29	8,162,394.59	63.393%	A	
A-021	987.00	Caja	206.00	203,322.00	8,365,716.59	64.972%	A	
A-022	19,809.00	C100und	9.80	194,128.20	8,559,844.79	66.479%	A	
A-023	20,369.54	Galón	9.53	194,121.72	8,753,966.51	67.987%	A	
A-024	269,740.26	Kg	0.70	188,818.18	8,942,784.69	69.453%	A	
A-025	22,307.17	Galón	8.31	185,372.58	9,128,157.28	70.893%	A	
A-026	510,353.05	Kg	0.32	163,312.98	9,291,470.25	72.161%	A	
A-027	9,031.00	C6und	18.00	162,558.00	9,454,028.25	73.424%	A	
A-028	13,600.00	Kg	10.00	136,000.00	9,590,028.25	74.480%	A	
A-029	43,838.26	C30und	3.10	135,898.61	9,725,926.86	75.536%	A	
A-030	21,118.31	Kg	6.23	131,567.07	9,857,493.93	76.557%	A	
A-031	3,018.99	Unidad	43.00	129,816.57	9,987,310.50	77.566%	A	
A-032	14,129.38	Jaba	8.40	118,686.79	10,105,997.29	78.487%	A	
A-033	32,611.17	P5kg	3.61	117,726.32	10,223,723.61	79.402%	A	
A-034	306,345.00	Unidad	0.36	110,284.20	10,334,007.81	80.258%	B	15.5%
A-035	2,685.00	C100und	40.00	107,400.00	10,441,407.81	81.092%	B	
A-036	21,003.78	Kg	5.00	105,018.90	10,546,426.71	81.908%	B	
A-037	2,295.15	C1500und	42.24	96,947.14	10,643,373.85	82.661%	B	
A-038	1,599.00	C2500und	58.20	93,061.80	10,736,435.65	83.384%	B	
A-039	1,839.00	C100und	50.00	91,950.00	10,828,385.65	84.098%	B	
A-040	162,830.00	C8000und	0.56	91,184.80	10,919,570.45	84.806%	B	
A-041	150,482.98	Kg	0.60	90,289.79	11,009,860.24	85.507%	B	
A-042	52,710.00	Unidad	1.60	84,336.00	11,094,196.24	86.162%	B	

A-043	4,758.62	C24und	17.44	82,990.33	11,177,186.57	86.807%	B	
A-044	1,134.00	P300und	72.00	81,648.00	11,258,834.57	87.441%	B	
A-045	10,227.00	Millar	7.67	78,441.09	11,337,275.66	88.050%	B	
A-046	84,296.49	Kg	0.90	75,866.84	11,413,142.50	88.639%	B	
A-047	78,519.07	Kg	0.95	74,593.12	11,487,735.62	89.219%	B	
A-048	50,792.22	Kg	1.30	66,029.89	11,553,765.50	89.731%	B	
A-049	5,209.00	Galón	12.57	65,477.13	11,619,242.63	90.240%	B	
A-050	13,725.99	Galón	4.54	62,315.99	11,681,558.63	90.724%	B	
A-051	3,900.00	Kg	15.75	61,425.00	11,742,983.63	91.201%	B	
A-052	2,896.66	R2500und	20.80	60,250.53	11,803,234.16	91.669%	B	
A-053	8,024.01	Galón	7.35	58,976.47	11,862,210.63	92.127%	B	
A-054	2,564.00	C8Kg	21.84	55,997.76	11,918,208.39	92.562%	B	
A-055	1,284.00	S45kg	42.50	54,570.00	11,972,778.39	92.986%	B	
A-056	6,643.36	Galón	7.90	52,482.54	12,025,260.93	93.393%	B	
A-057	1,502.00	P500und	33.82	50,797.64	12,076,058.57	93.788%	B	
A-058	216,983.00	Unidad	0.23	49,906.09	12,125,964.66	94.175%	B	
A-059	9,678.62	Kg	5.10	49,360.96	12,175,325.63	94.559%	B	
A-060	7,731.50	C4und	6.24	48,244.56	12,223,570.19	94.933%	B	
A-061	510.58	S20kg	88.60	45,237.39	12,268,807.57	95.285%	C	
A-062	2,714.00	C200und	15.85	43,016.90	12,311,824.47	95.619%	C	
A-063	25,250.52	Kg	1.49	37,623.27	12,349,447.75	95.911%	C	
A-064	4,116.20	C1000und	9.14	37,622.07	12,387,069.82	96.203%	C	
A-065	1,719.51	R2500und	20.80	35,765.81	12,422,835.63	96.481%	C	
A-066	13,306.00	Kg	2.68	35,660.08	12,458,495.71	96.758%	C	
A-067	6,819.00	Unidad	5.21	35,526.99	12,494,022.70	97.034%	C	
A-068	4,789.00	Galón	7.21	34,528.69	12,528,551.39	97.302%	C	
A-069	145.60	Funda	231.88	33,761.73	12,562,313.11	97.564%	C	
A-070	2,119.24	C24und	15.83	33,547.57	12,595,860.68	97.825%	C	
A-071	3,600.87	Galón	8.73	31,435.60	12,627,296.28	98.069%	C	
A-072	472.00	B50ltrs	62.79	29,636.88	12,656,933.16	98.299%	C	
A-073	19,159.12	Kg	1.50	28,738.68	12,685,671.84	98.522%	C	
A-074	29,862.32	P10und	0.79	23,591.23	12,709,263.07	98.705%	C	5.1%
A-075	3,469.00	Paquete	5.97	20,709.93	12,729,973.00	98.866%	C	
A-076	1,117.00	Galón	18.40	20,552.80	12,750,525.80	99.026%	C	
A-077	11,523.00	Unidad	1.66	19,128.18	12,769,653.98	99.175%	C	
A-078	3,315.20	Kg	5.20	17,239.04	12,786,893.02	99.308%	C	
A-079	3,369.83	Kg	5.00	16,849.15	12,803,742.17	99.439%	C	
A-080	2,906.48	P25und	5.49	15,956.58	12,819,698.75	99.563%	C	
A-081	406.12	Caja	34.15	13,869.00	12,833,567.74	99.671%	C	
A-082	5,025.00	Galón	2.70	13,567.50	12,847,135.24	99.776%	C	
A-083	1,588.00	Galón	7.14	11,338.32	12,858,473.56	99.864%	C	
A-084	1,986.00	P25und	5.49	10,903.14	12,869,376.70	99.949%	C	
A-085	3,941.00	Unidad	1.20	4,729.20	12,874,105.90	99.986%	C	
A-086	35.44	B20ltrs	42.00	1,488.48	12,875,594.38	99.997%	C	
A-087	13.00	R500Und	26.95	350.35	12,875,944.73	100.000%	C	
Total	9,388,519.39			12,875,944.73				100.0%

Anexo 2. Datos de desabastecimiento y sobre inventario

Conjunto de articulo	Item	Exceso Inventario Anual
SALSA	A-002	829.16
	A-008	957.16
	A-020	61.00
OTROS	A-033	1,248.83
LACTE	A-015	608.47
	A-021	52.00

Conjunto de articulo	Item	Desabastecimiento
VEGET	A-006	-10,002.74
	A-007	-26,823.54
	A-011	-5,851.46
	A-016	-15,181.37
	A-017	-360.15
	A-024	-7,680.86
	A-032	-10,664.38
SALSA	A-019	-107.95
	A-023	-1,343.54
OTROS	A-004	-144,643.00
	A-018	-661.00
	A-029	-170.69
LACTE	A-025	-613.23
	A-030	-397.42

Anexo 3. Errores del modelo actual

VEGETALES A-006				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	43,303.00	44,687.29	-1,384.29
2	Febrero	39,544.00	44,205.57	-4,661.57
3	Marzo	47,280.00	47,057.79	222.21
4	Abril	51,116.00	44,507.56	6,608.44
5	Mayo	44,408.00	50,003.00	-5,595.00
6	Junio	42,912.00	41,145.28	1,766.72
7	Julio	46,096.50	45,052.97	1,043.53
8	Agosto	41,256.00	44,223.07	-2,967.07
9	Septiembre	44,268.00	44,982.57	-714.57
10	Octubre	41,316.00	44,137.31	-2,821.31
11	Noviembre	41,400.00	41,028.91	371.09
12	Diciembre	55,572.00	57,442.92	-1,870.92
TOTAL				-10,002.74

MAD=	2502.227
MAPE=	5.61%

VEGETALES A-007				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	40,176.50	38,787.74	1,388.76
2	Febrero	41,947.64	40,743.30	1,204.34
3	Marzo	45,745.00	45,503.24	241.76
4	Abril	38,199.90	46,549.90	-8,350.00
5	Mayo	38,276.10	47,606.70	-9,330.60
6	Junio	38,020.90	43,257.80	-5,236.90
7	Julio	41,115.00	43,026.50	-1,911.50
8	Agosto	42,396.80	42,882.50	-485.7
9	Septiembre	41,794.40	41,868.10	-73.7
10	Octubre	40,856.40	44,587.00	-3,730.60
11	Noviembre	47,474.00	49,546.40	-2,072.40
12	Diciembre	57,733.00	56,200.00	1,533.00
			TOTAL	-26,823.54

MAD=	2963.272
MAPE=	7%

VEGETALES A-011				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	14,725.00	14,772.50	-47.5
2	Febrero	13,600.00	16,030.40	-2,430.40
3	Marzo	17,140.00	17,141.75	-1.75
4	Abril	14,154.00	14,280.30	-126.3
5	Mayo	13,950.00	13,550.30	399.7
6	Junio	12,875.00	14,291.91	-1,416.91
7	Julio	13,400.00	13,765.00	-365
8	Agosto	13,500.00	13,700.50	-200.5
9	Septiembre	13,650.00	13,435.80	214.2
10	Octubre	12,395.00	13,635.00	-1,240.00
11	Noviembre	11,750.00	11,486.00	264
12	Diciembre	12,922.00	13,823.00	-901
			TOTAL	-5,851.46

MAD=	633.938
MAPE=	4.83%

VEGETALES A-016				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	45,124.60	45,134.24	-9.64
2	Febrero	50,748.80	50,881.27	-132.47
3	Marzo	54,458.70	57,195.60	-2,736.90
4	Abril	50,646.50	50,691.43	-44.93
5	Mayo	47,791.80	53,573.74	-5,781.94
6	Junio	49,166.34	48,274.01	892.33
7	Julio	48,750.10	55,969.59	-7,219.49
8	Agosto	56,971.20	55,945.35	1,025.85
9	Septiembre	52,588.00	52,192.75	395.25
10	Octubre	49,642.00	49,772.43	-130.43
11	Noviembre	49,651.80	52,202.73	-2,550.93
12	Diciembre	68,945.70	67,833.77	1,111.93
TOTAL				-15,181.37

MAD=	1836.008
MAPE=	4%

VEGETALES A-017				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	970	1,153.15	-183.15
2	Febrero	1,246.00	1,227.00	19
3	Marzo	1,220.00	1,363.00	-143
4	Abril	1,090.00	1,111.00	-21
5	Mayo	1,190.00	1,105.00	85
6	Junio	1,100.00	1,029.00	71
7	Julio	775	1,109.00	-334
8	Agosto	1,301.00	1,069.00	232
9	Septiembre	905	935	-30
10	Octubre	1,080.00	1,063.00	17
11	Noviembre	1,142.00	1,152.00	-10
12	Diciembre	1,440.00	1,503.00	-63
TOTAL				-360.15

MAD=	100.679
MAPE=	9.89%

VEGETALES A-024				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	19,569.10	19,862.95	-293.85
2	Febrero	19,915.20	22,372.81	-2,457.61
3	Marzo	22,862.90	22,580.86	282.04
4	Abril	20,108.00	19,854.92	253.08
5	Mayo	20,804.18	23,639.42	-2,835.24
6	Junio	20,191.70	21,839.77	-1,648.07
7	Julio	21,725.92	21,036.69	689.23
8	Agosto	22,907.90	23,080.81	-172.91
9	Septiembre	20,467.10	21,941.91	-1,474.81
10	Octubre	20,945.80	23,301.42	-2,355.62
11	Noviembre	23,420.70	23,113.34	307.36
12	Diciembre	29,140.90	27,115.36	2,025.54
			TOTAL	-7,680.86

MAD=	1232.947
MAPE=	5.73%

VEGETALES A-032				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	Et
1	Enero			
2	Febrero			
3	Marzo			
4	Abril			
5	Mayo			
6	Junio			
7	Julio	1,256.00	1,800.00	-544
8	Agosto	1,367.00	2,345.00	-978
9	Septiembre	1,408.00	1,566.00	-158
10	Octubre	1,424.00	4,484.13	-3,060.13
11	Noviembre	1,782.00	4,477.75	-2,695.75
12	Diciembre	1,939.00	5,167.50	-3,228.50
			TOTAL	-10,664.38

MAD=	1777.397
MAPE=	109.80%

ALSA A-002				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero			
2	Febrero			
3	Marzo			
4	Abril			
5	Mayo			
6	Junio			
7	Julio	1,093.00	298	795
8	Agosto	2,431.00	2,279.00	152
9	Septiembre	2,010.00	2,101.00	-91
10	Octubre	2,260.00	2,078.00	182
11	Noviembre	2,015.00	2,283.00	-268
12	Diciembre	2,835.00	2,775.84	59.16
			TOTAL	829.16

MAD=	257.86
MAPE=	17.83%

SALSA A-008				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero			
2	Febrero			
3	Marzo			
4	Abril			
5	Mayo			
6	Junio			
7	Julio	2,464.00	1,614.00	850
8	Agosto	2,890.00	2,553.00	337
9	Septiembre	2,080.00	2,324.00	-244
10	Octubre	2,560.00	2,310.00	250
11	Noviembre	2,205.00	2,527.00	-322
12	Diciembre	3,175.00	3,088.84	86.16
			TOTAL	957.16

MAD=	348.193
MAPE=	14.16%

SALSA A-019				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	1,075.00	960	115
2	Febrero	870	941	-71
3	Marzo	1,155.00	1,173.00	-18
4	Abril	1,226.00	1,322.00	-96
5	Mayo	1,050.00	1,146.00	-96
6	Junio	1,198.00	1,141.00	57
7	Julio	1,207.00	1,189.95	17.05
8	Agosto	1,123.00	1,234.00	-111
9	Septiembre	1,339.00	1,168.00	171
10	Octubre	1,120.00	1,221.00	-101
11	Noviembre	1,190.00	1,285.00	-95
12	Diciembre	1,587.00	1,467.00	120
			TOTAL	- 107.95

MAD=	89.004
MAPE=	7.57%

SALSA A-020				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	3,600.00	3,855.00	-255
2	Febrero	4,400.00	4,183.00	217
3	Marzo	3,800.00	4,564.00	-764
4	Abril	5,000.00	4,195.00	805
5	Mayo	4,050.00	4,443.00	-393
6	Junio	4,600.00	4,433.00	167
7	Julio	5,800.00	5,123.00	677
8	Agosto	4,400.00	5,470.00	-1,070.00
9	Septiembre	6,700.00	5,229.00	1,471.00
10	Octubre	4,400.00	4,985.00	-585
11	Noviembre	4,400.00	5,410.00	-1,010.00
12	Diciembre	7,400.00	6,599.00	801
			TOTAL	61

MAD=	684.583
MAPE=	13.88%

SALSA A-023				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	1,375.00	1,251.60	123.4
2	Febrero	1,163.00	1,470.54	-307.54
3	Marzo	1,675.00	1,654.46	20.54
4	Abril	1,305.00	1,550.71	-245.71
5	Mayo	1,410.00	1,595.13	-185.13
6	Junio	1,582.00	1,721.78	-139.78
7	Julio	1,730.00	1,640.16	89.84
8	Agosto	1,453.00	1,774.30	-321.3
9	Septiembre	1,930.00	1,759.11	170.89
10	Octubre	1,503.00	1,878.91	-375.91
11	Noviembre	1,535.00	1,775.72	-240.72
12	Diciembre	2,365.00	2,297.12	67.88
			TOTAL	-1,343.54

MAD=	190.72
MAPE=	13.10%

LACTEOS A-017				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	1,860.00	856.5	1,003.50
2	Febrero	3,140.00	3,624.87	-484.87
3	Marzo	4,980.00	4,806.69	173.31
4	Abril	3,590.00	3,463.00	127
5	Mayo	3,360.00	3,378.00	-18
6	Junio	2,950.00	3,472.14	-522.14
7	Julio	4,030.00	3,636.00	394
8	Agosto	3,270.00	3,582.40	-312.4
9	Septiembre	3,629.00	3,316.80	312.2
10	Octubre	3,120.00	3,292.00	-172
11	Noviembre	2,709.00	3,121.38	-412.38
12	Diciembre	4,294.00	3,773.75	520.25
			TOTAL	608.47

MAD=	371.004
MAPE=	12.95%

LACTEOS A-018				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	240	211	29
2	Febrero	244	256	-12
3	Marzo	350	273	77
4	Abril	205	253	-48
5	Mayo	313	275	38
6	Junio	253	256	-3
7	Julio	250	278	-28
8	Agosto	317	286	31
9	Septiembre	260	195	65
10	Octubre	238	255	-17
11	Noviembre	217	276	-59
12	Diciembre	240	261	-21
			TOTAL	52

MAD=	35.667
MAPE=	13.73%

LACTEOS A-019				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	1,598.32	1,734.50	-136.18
2	Febrero	1,880.00	1,777.08	102.92
3	Marzo	1,988.26	2,101.28	-113.02
4	Abril	1,854.18	1,920.75	-66.57
5	Mayo	1,941.18	1,977.05	-35.87
6	Junio	1,868.00	1,869.93	-1.93
7	Julio	1,815.00	2,030.59	-215.59
8	Agosto	2,092.00	2,019.98	72.02
9	Septiembre	1,706.00	1,748.98	-42.98
10	Octubre	1,655.00	1,655.25	-0.25
11	Noviembre	1,495.00	1,576.72	-81.72
12	Diciembre	1,801.00	1,895.06	-94.06
			TOTAL	-613.23

MAD=	80.259
MAPE=	4.48%

LACTEOS A-020				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	1,283.70	1,382.51	-98.81
2	Febrero	1,621.90	1,542.21	79.69
3	Marzo	1,780.90	1,753.12	27.78
4	Abril	1,687.70	1,543.87	143.83
5	Mayo	1,626.90	1,782.68	-155.78
6	Junio	1,492.90	1,476.74	16.16
7	Julio	1,617.70	1,718.48	-100.78
8	Agosto	1,877.50	1,834.81	42.69
9	Septiembre	1,669.50	1,975.40	-305.9
10	Octubre	1,813.30	1,797.27	16.03
11	Noviembre	1,984.80	1,942.67	42.13
12	Diciembre	2,264.09	2,368.55	-104.46
TOTAL				-397.42

MAD=	94.503
MAPE=	5.65%

OTROS A-004				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	230,200.00	250,735.00	-20,535.00
2	Febrero	222,400.00	227,424.00	-5,024.00
3	Marzo	212,700.00	228,635.00	-15,935.00
4	Abril	211,900.00	194,751.00	17,149.00
5	Mayo	192,200.00	221,053.00	-28,853.00
6	Junio	165,300.00	177,364.00	-12,064.00
7	Julio	185,100.00	190,079.00	-4,979.00
8	Agosto	199,000.00	212,100.00	-13,100.00
9	Septiembre	188,700.00	197,200.00	-8,500.00
10	Octubre	207,100.00	207,980.00	-880
11	Noviembre	187,900.00	201,127.00	-13,227.00
12	Diciembre	230,800.00	269,495.00	-38,695.00
TOTAL				- 144,643.00

MAD=	14911.75
MAPE=	7.26%

ROS A-018				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	5,660.00	5,749.00	-89
2	Febrero	7,400.00	7,295.00	105
3	Marzo	7,700.00	8,355.00	-655
4	Abril	9,220.00	7,080.00	2,140.00
5	Mayo	5,760.00	7,265.00	-1,505.00
6	Junio	8,740.00	7,915.00	825
7	Julio	7,600.00	8,060.00	-460
8	Agosto	8,800.00	7,925.00	875
9	Septiembre	7,045.00	8,155.00	-1,110.00
10	Octubre	9,755.00	8,432.00	1,323.00
11	Noviembre	9,900.00	9,580.00	320
12	Diciembre	9,500.00	11,930.00	-2,430.00
			TOTAL	-661

MAD=	986.417
MAPE=	12.03%

OTROS A-033				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	4,170.00	2,801.31	1,368.69
2	Febrero	2,230.00	2,660.67	-430.67
3	Marzo	2,400.00	2,788.22	-388.22
4	Abril	3,000.00	2,733.49	266.51
5	Mayo	2,200.00	2,502.67	-302.67
6	Junio	4,450.00	2,579.49	1,870.51
7	Julio	1,520.00	2,570.65	-1,050.65
8	Agosto	2,580.00	2,836.96	-256.96
9	Septiembre	2,600.00	2,800.23	-200.23
10	Octubre	2,710.00	2,514.33	195.67
11	Noviembre	2,600.00	2,492.23	107.77
12	Diciembre	3,400.00	3,330.92	69.08
			TOTAL	1,248.83

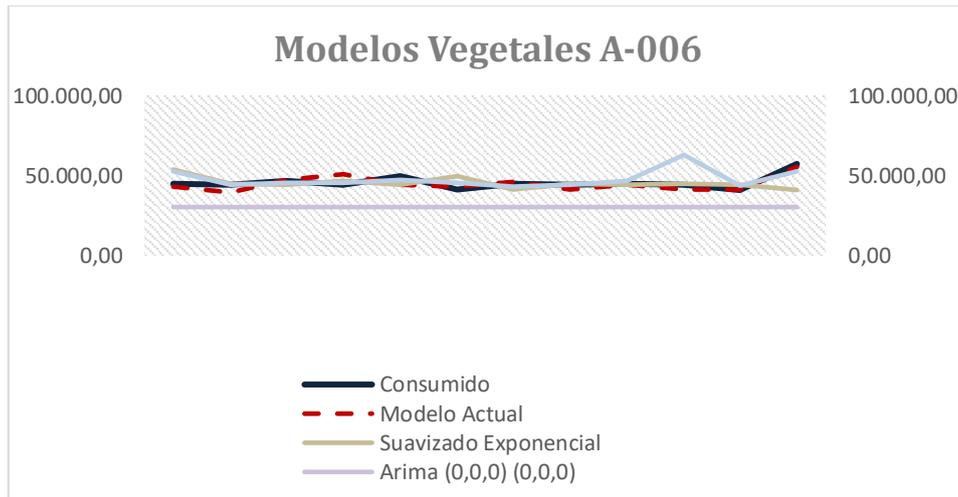
MAD=	542.303
MAPE=	19.43%

LACTEOS A-029				
N°	Mes	Cant. Pronosticada (Yt)	Cant. Consumida	et
1	Enero	13,600.00	12,738.13	861.87
2	Febrero	13,337.00	14,076.37	-739.37
3	Marzo	15,645.00	15,354.23	290.77
4	Abril	14,216.00	13,402.44	813.56
5	Mayo	12,883.00	13,905.77	-1,022.77
6	Junio	13,381.00	12,566.50	814.5
7	Julio	13,425.00	13,979.76	-554.76
8	Agosto	14,899.00	13,906.43	992.57
9	Septiembre	12,517.00	13,139.80	-622.8
10	Octubre	13,005.00	13,496.54	-491.54
11	Noviembre	13,359.00	13,920.50	-561.5
12	Diciembre	16,470.00	16,421.22	48.78
TOTAL				-170.69

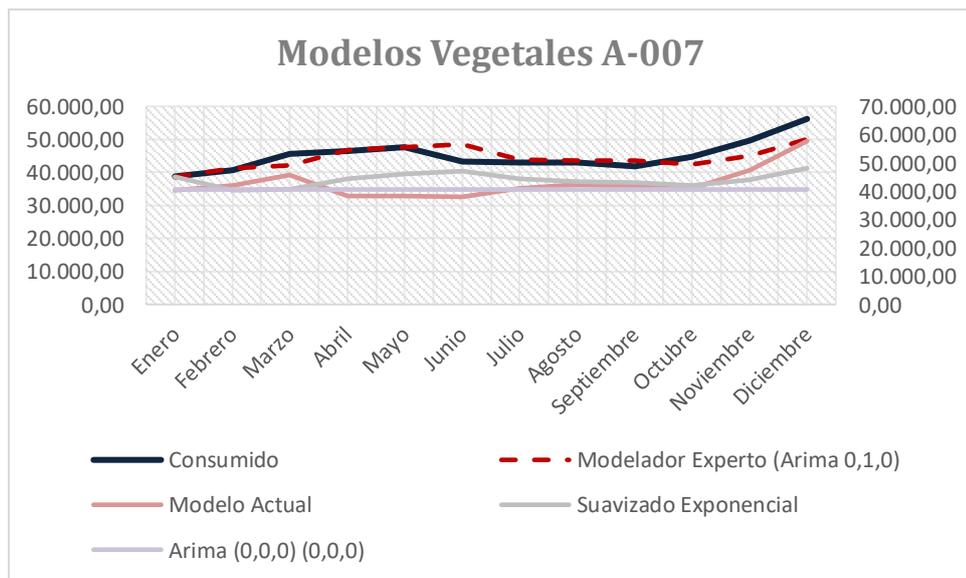
MAD=	651.233
MAPE=	4.80%

Anexo 4. Comparación Modelos

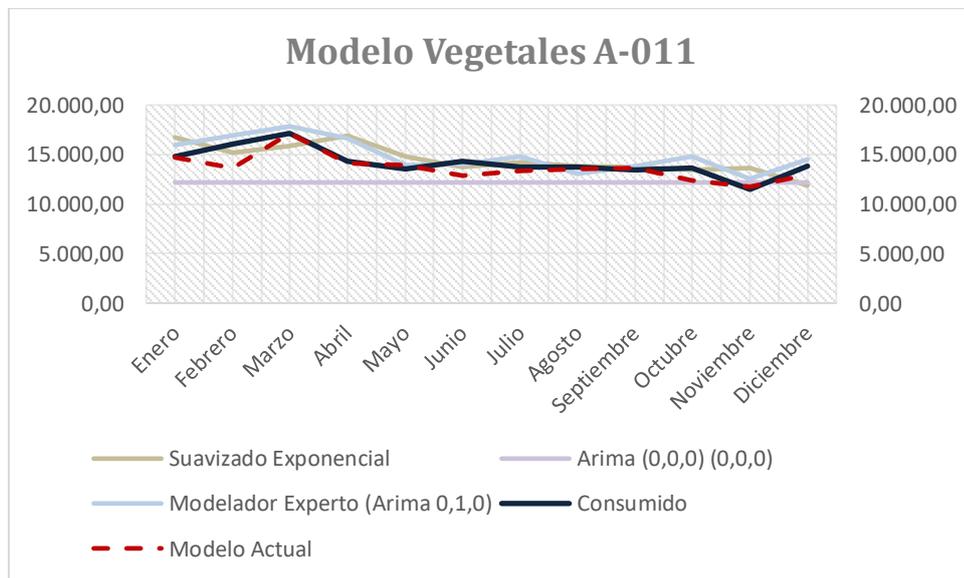
VEGETALES A-006					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Aditivo Winters)
Enero	44,687.29	43,303.00	53,868.58	30,346.15	52,998.04
Febrero	44,205.57	39,544.00	44,687.61	30,346.15	44,237.65
Marzo	47,057.79	47,280.00	44,205.59	30,346.15	45,735.33
Abril	44,507.56	51,116.00	47,057.69	30,346.15	45,760.85
Mayo	50,003.00	44,408.00	44,507.65	30,346.15	47,433.14
Junio	41,145.28	42,912.00	50,002.81	30,346.15	45,558.31
Julio	45,052.97	46,096.50	41,145.58	30,346.15	43,192.92
Agosto	44,223.07	41,256.00	45,052.84	30,346.15	44,510.45
Septiembre	44,982.57	44,268.00	44,223.10	30,346.15	46,717.64
Octubre	44,137.31	41,316.00	44,982.54	30,346.15	63,089.29
Noviembre	41,028.91	41,400.00	44,137.34	30,346.15	43,567.04
Diciembre	57,442.92	55,572.00	41,029.02	30,346.15	52,833.90



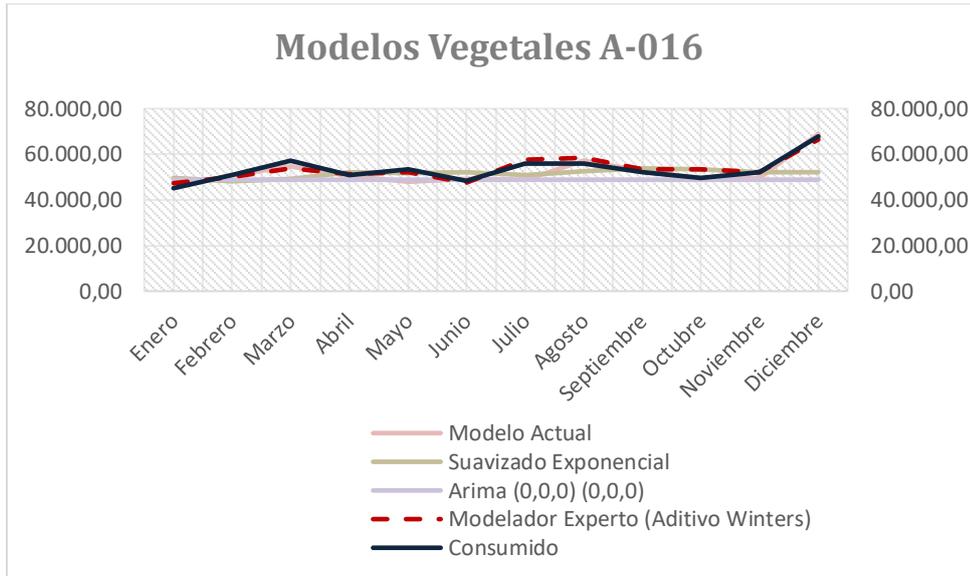
VEGETALES A-007					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Arima 0,1,0)
Enero	38,787.74	40,176.50	44,978.03	40,620.60	38,605.84
Febrero	40,743.30	41,947.64	40,349.28	40,620.60	41,170.93
Marzo	45,503.24	45,745.00	40,643.91	40,620.60	42,253.18
Abril	46,549.90	38,199.90	44,277.44	40,620.60	46,742.64
Mayo	47,606.70	38,276.10	45,976.66	40,620.60	47,569.16
Junio	43,257.80	38,020.90	47,195.51	40,620.60	48,488.93
Julio	43,026.50	41,115.00	44,251.11	40,620.60	43,959.28
Agosto	42,882.50	42,396.80	43,335.42	40,620.60	43,651.46
Septiembre	41,868.10	41,794.40	42,996.75	40,620.60	43,450.06
Octubre	44,587.00	40,856.40	42,152.81	40,620.60	42,379.68
Noviembre	49,546.40	47,474.00	43,972.96	40,620.60	45,095.17
Diciembre	56,200.00	57,733.00	48,140.46	40,620.60	50,077.52



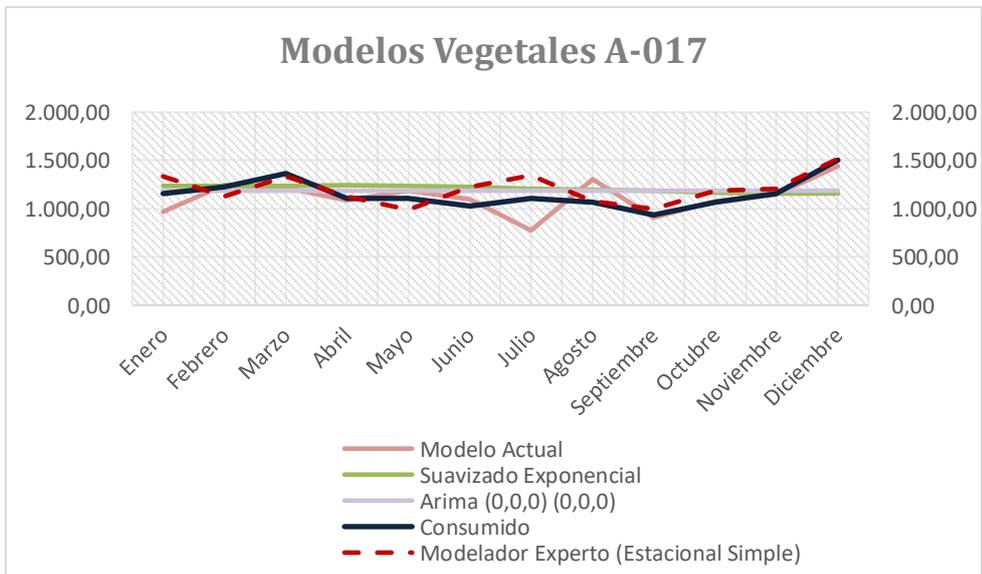
VEGETALES A-011					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Arima 0,1,0)
Enero	14,772.50	14,725.00	16,752.39	12,187.58	15,967.60
Febrero	16,030.40	13,600.00	15,145.46	12,187.58	16,892.38
Marzo	17,141.75	17,140.00	15,863.70	12,187.58	17,848.04
Abril	14,280.30	14,154.00	16,901.00	12,187.58	16,593.65
Mayo	13,550.30	13,950.00	14,773.97	12,187.58	13,934.92
Junio	14,291.91	12,875.00	13,780.81	12,187.58	14,054.62
Julio	13,765.00	13,400.00	14,195.63	12,187.58	14,814.76
Agosto	13,700.50	13,500.00	13,846.12	12,187.58	13,049.04
Septiembre	13,435.80	13,650.00	13,727.93	12,187.58	13,852.75
Octubre	13,635.00	12,395.00	13,490.83	12,187.58	14,792.95
Noviembre	11,486.00	11,750.00	13,607.84	12,187.58	12,549.42
Diciembre	13,823.00	12,922.00	11,885.70	12,187.58	14,558.76



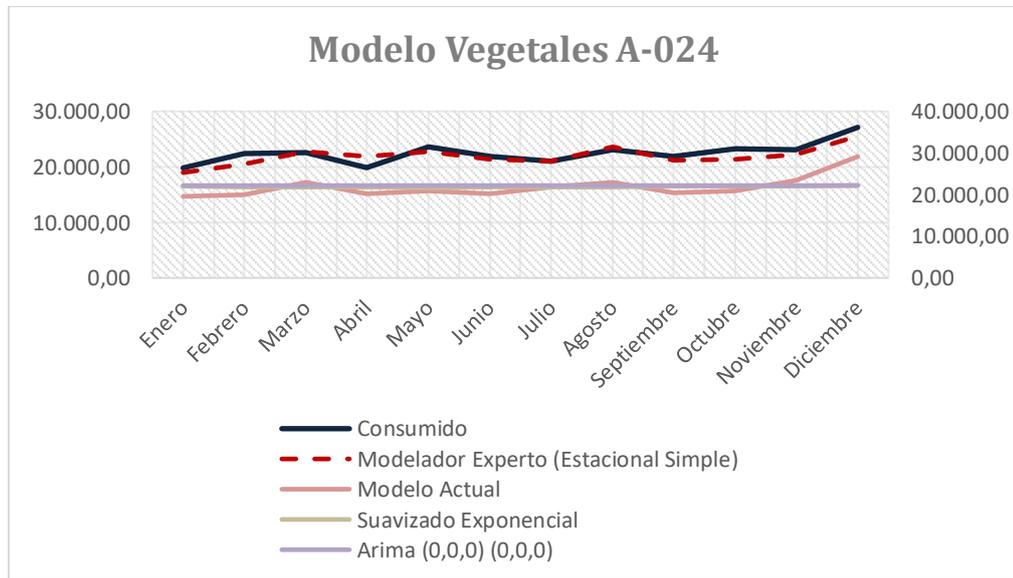
VEGETALES A-016					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Aditivo Winters)
Enero	45,134.24	45,124.60	49,791.87	48,840.72	47,314.92
Febrero	50,881.27	50,748.80	48,139.07	48,840.72	50,011.52
Marzo	57,195.60	54,458.70	49,112.16	48,840.72	53,705.14
Abril	50,691.43	50,646.50	51,980.64	48,840.72	51,459.30
Mayo	53,573.74	47,791.80	51,523.15	48,840.72	52,201.83
Junio	48,274.01	49,166.34	52,250.82	48,840.72	47,331.14
Julio	55,969.59	48,750.10	50,839.62	48,840.72	57,652.55
Agosto	55,945.35	56,971.20	52,660.03	48,840.72	58,552.78
Septiembre	52,192.75	52,588.00	53,825.85	48,840.72	53,510.12
Octubre	49,772.43	49,642.00	53,246.33	48,840.72	53,368.69
Noviembre	52,202.73	49,651.80	52,013.59	48,840.72	52,032.43
Diciembre	67,833.77	68,945.70	52,080.71	48,840.72	66,465.98



VEGETALES A-017					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Estacional Simple)
Enero	1,153.15	970.00	1,240.50	1,186.68	1,332.66
Febrero	1,227.00	1,246.00	1,233.37	1,186.68	1,127.62
Marzo	1,363.00	1,220.00	1,232.85	1,186.68	1,336.07
Abril	1,111.00	1,090.00	1,243.48	1,186.68	1,131.26
Mayo	1,105.00	1,190.00	1,232.66	1,186.68	989.73
Junio	1,029.00	1,100.00	1,222.24	1,186.68	1,228.27
Julio	1,109.00	775.00	1,206.46	1,186.68	1,339.83
Agosto	1,069.00	1,301.00	1,198.50	1,186.68	1,080.74
Septiembre	935.00	905.00	1,187.93	1,186.68	997.06
Octubre	1,063.00	1,080.00	1,167.28	1,186.68	1,187.35
Noviembre	1,152.00	1,142.00	1,158.76	1,186.68	1,203.91
Diciembre	1,503.00	1,440.00	1,158.21	1,186.68	1,516.85

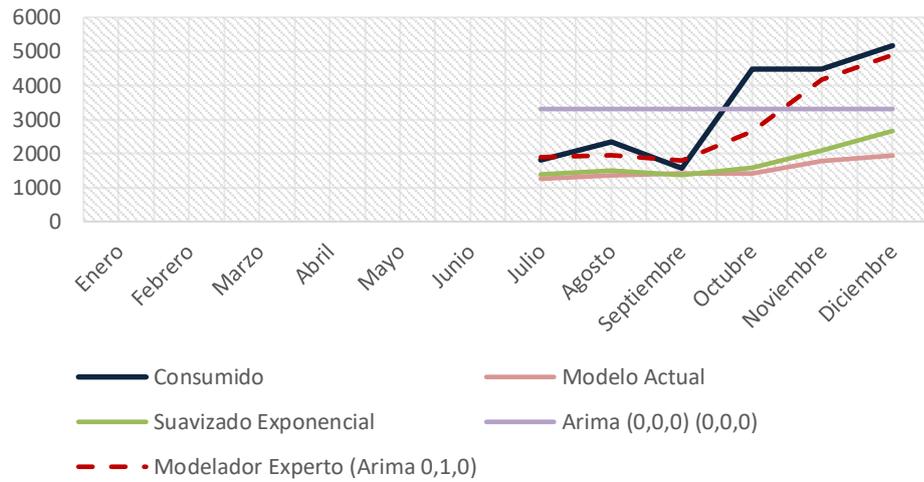


VEGETALES A-024					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Estacional Simple)
Enero	19,862.95	19,569.10	21,946.59	22,177.76	18,966.66
Febrero	22,372.81	19,915.20	21,691.82	22,177.76	20,424.39
Marzo	22,580.86	22,862.90	21,775.08	22,177.76	22,795.98
Abril	19,854.92	20,108.00	21,873.61	22,177.76	21,841.44
Mayo	23,639.42	20,804.18	21,626.78	22,177.76	22,701.22
Junio	21,839.77	20,191.70	21,872.87	22,177.76	21,386.26
Julio	21,036.69	21,725.92	21,868.82	22,177.76	20,931.86
Agosto	23,080.81	22,907.90	21,767.08	22,177.76	23,525.08
Septiembre	21,941.91	20,467.10	21,927.71	22,177.76	21,241.11
Octubre	23,301.42	20,945.80	21,929.45	22,177.76	21,342.47
Noviembre	23,113.34	23,420.70	22,097.20	22,177.76	22,176.00
Diciembre	27,115.36	29,140.90	22,221.45	22,177.76	25,541.44



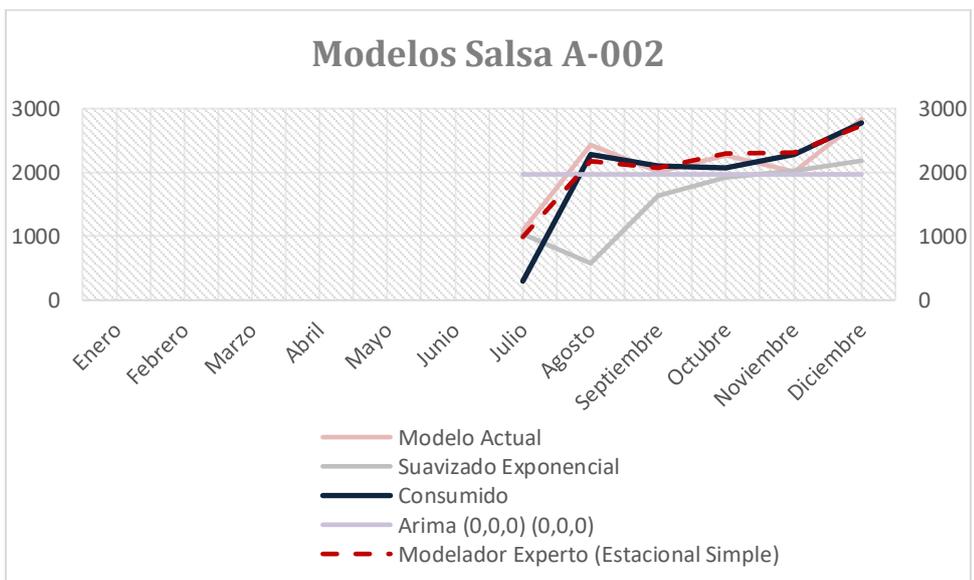
VEGETALES A-032					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Arima 0,1,0)
Enero					
Febrero					
Marzo					
Abril					
Mayo					
Junio					
Julio	1,800.00	1,256.00	1,386.00	3,306.73	1,893.16
Agosto	2,345.00	1,367.00	1,494.00	3,306.73	1,935.23
Septiembre	1,566.00	1,408.00	1,368.00	3,306.73	1,792.56
Octubre	4,484.13	1,424.00	1,591.00	3,306.73	2,638.87
Noviembre	4,477.75	1,782.00	2,087.00	3,306.73	4,165.12
Diciembre	5,167.50	1,939.00	2,661.43	3,306.73	4,893.67

Modelos Vegetales A-032

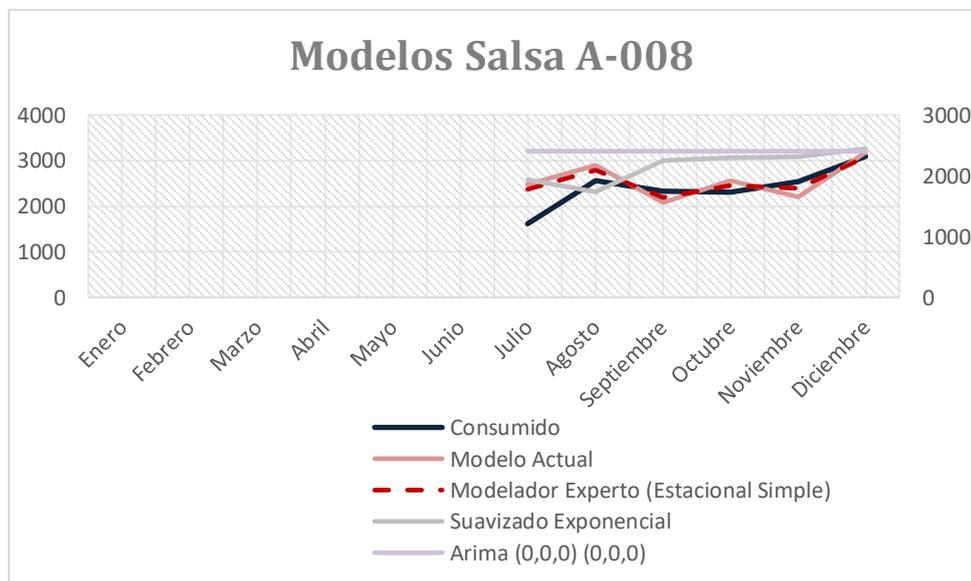


SALSA A-002					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Estacional Simple)
Enero					
Febrero					
Marzo					
Abril					
Mayo					
Junio					
Julio	298.00	1,093.00	1,032.93	1,969.14	989.57
Agosto	2,279.00	2,431.00	577.63	1,969.14	2,181.00
Septiembre	2,101.00	2,010.00	1,631.65	1,969.14	2,065.12
Octubre	2,078.00	2,260.00	1,922.42	1,969.14	2,289.05
Noviembre	2,283.00	2,015.00	2,018.80	1,969.14	2,315.00
Diciembre	2,775.84	2,835.00	2,182.48	1,969.14	2,735.00

Modelos Salsa A-002

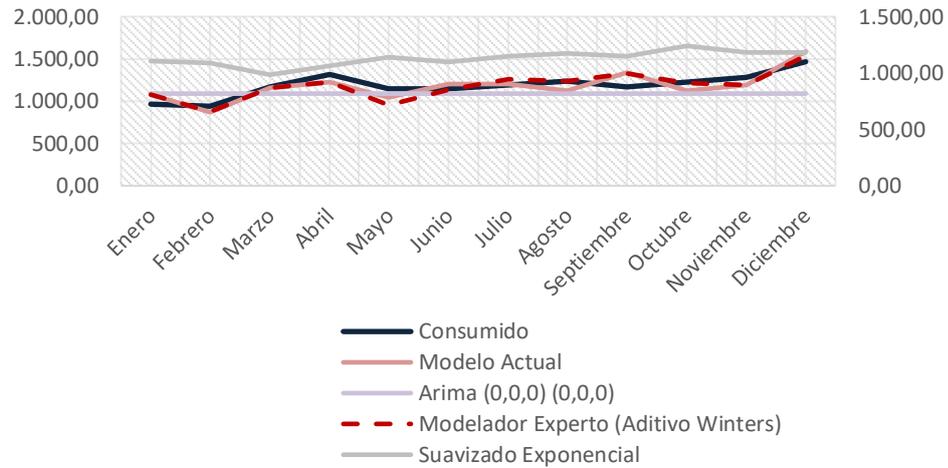


SALSA A-008					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Estacional Simple)
Enero					
Febrero					
Marzo					
Abril					
Mayo					
Junio					
Julio	1,614.00	2,464.00	1,938.45	2,402.81	2,361.32
Agosto	2,553.00	2,890.00	1,734.47	2,402.81	2,783.46
Septiembre	2,324.00	2,080.00	2,249.08	2,402.81	2,189.44
Octubre	2,310.00	2,560.00	2,296.18	2,402.81	2,460.51
Noviembre	2,527.00	2,205.00	2,304.87	2,402.81	2,384.11
Diciembre	3,088.84	3,175.00	2,444.52	2,402.81	3,075.00



SALSA A-019					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Aditivo Winters)
Enero	960.00	1,075.00	1,104.49	1,090.00	1,081.44
Febrero	941.00	870.00	1,090.32	1,090.00	875.56
Marzo	1,173.00	1,155.00	984.48	1,090.00	1,159.80
Abril	1,322.00	1,226.00	1,066.40	1,090.00	1,230.15
Mayo	1,146.00	1,050.00	1,143.07	1,090.00	958.11
Junio	1,141.00	1,198.00	1,098.36	1,090.00	1,131.10
Julio	1,189.95	1,207.00	1,146.23	1,090.00	1,258.14
Agosto	1,234.00	1,123.00	1,175.42	1,090.00	1,242.01
Septiembre	1,168.00	1,339.00	1,150.24	1,090.00	1,327.15
Octubre	1,221.00	1,120.00	1,240.92	1,090.00	1,218.42
Noviembre	1,285.00	1,190.00	1,182.83	1,090.00	1,193.47
Diciembre	1,467.00	1,587.00	1,186.27	1,090.00	1,535.43

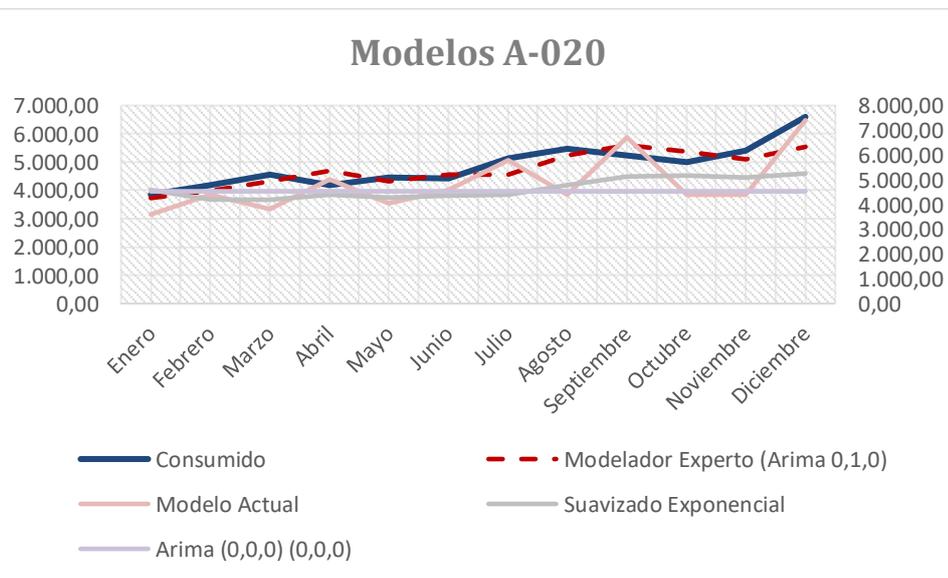
Modelos Salsa A-019



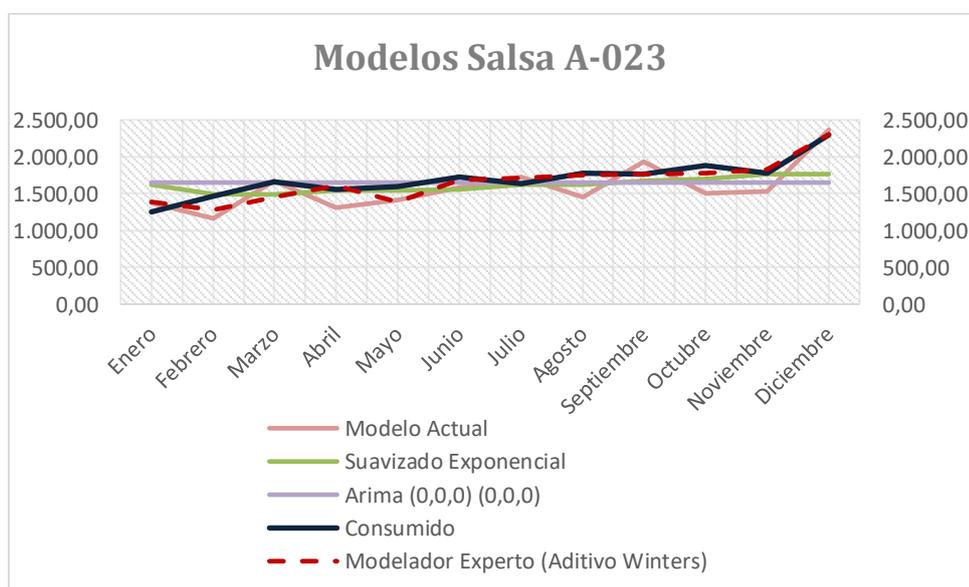
SALSA A-020

Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Arima 0,1,0)
Enero	3,855.00	3,600.00	4,587.10	4,534.50	3,730.08
Febrero	4,183.00	4,400.00	4,205.49	4,534.50	3,981.36
Marzo	4,564.00	3,800.00	4,193.77	4,534.50	4,309.36
Abril	4,195.00	5,000.00	4,386.75	4,534.50	4,690.36
Mayo	4,443.00	4,050.00	4,286.80	4,534.50	4,321.36
Junio	4,433.00	4,600.00	4,368.22	4,534.50	4,569.36
Julio	5,123.00	5,800.00	4,401.99	4,534.50	4,559.36
Agosto	5,470.00	4,400.00	4,777.81	4,534.50	5,249.36
Septiembre	5,229.00	6,700.00	5,138.61	4,534.50	5,596.36
Octubre	4,985.00	4,400.00	5,185.73	4,534.50	5,355.36
Noviembre	5,410.00	4,400.00	5,081.10	4,534.50	5,111.36
Diciembre	6,599.00	7,400.00	5,252.54	4,534.50	5,536.36

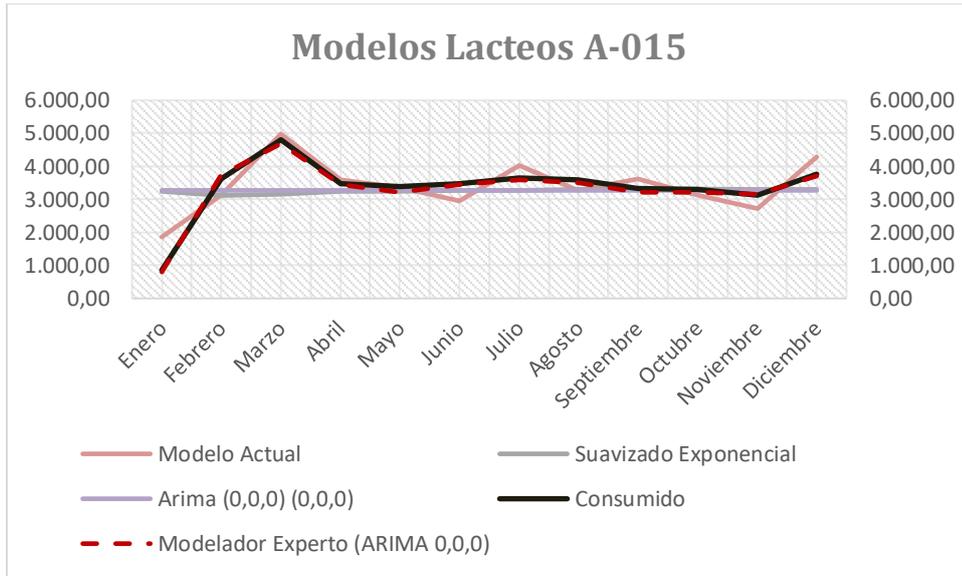
Modelos A-020



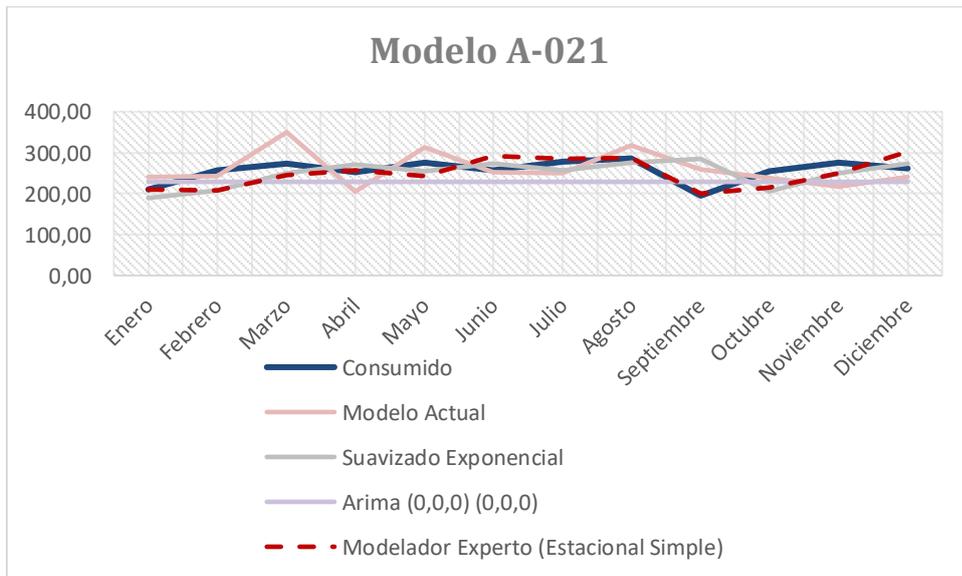
SALSA A-023					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Aditivo Winters)
Enero	1,251.60	1,375.00	1,619.19	1,650.09	1,383.99
Febrero	1,470.54	1,163.00	1,497.75	1,650.09	1,278.79
Marzo	1,654.46	1,675.00	1,488.76	1,650.09	1,454.61
Abril	1,550.71	1,305.00	1,543.50	1,650.09	1,613.88
Mayo	1,595.13	1,410.00	1,545.88	1,650.09	1,387.36
Junio	1,721.78	1,582.00	1,562.15	1,650.09	1,681.68
Julio	1,640.16	1,730.00	1,614.89	1,650.09	1,712.59
Agosto	1,774.30	1,453.00	1,623.24	1,650.09	1,747.33
Septiembre	1,759.11	1,930.00	1,673.14	1,650.09	1,768.91
Octubre	1,878.91	1,503.00	1,701.54	1,650.09	1,778.88
Noviembre	1,775.72	1,535.00	1,760.14	1,650.09	1,833.12
Diciembre	2,297.12	2,365.00	1,765.29	1,650.09	2,303.43



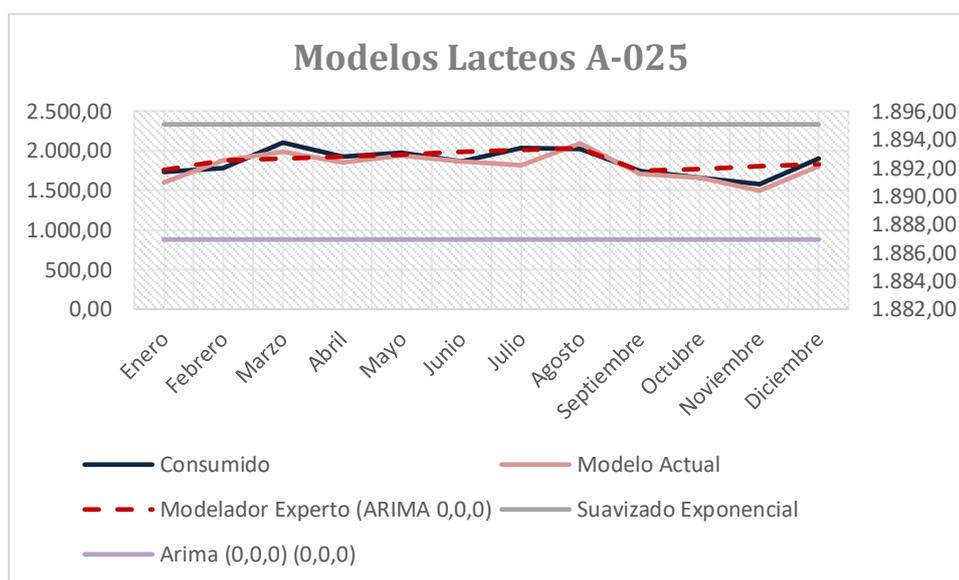
LACTEOS A-015					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (ARIMA 0,0,0)
Enero	856.50	1,860.00	3,256.81	3,273.04	801.51
Febrero	3,624.87	3,140.00	3,117.12	3,273.04	3,747.99
Marzo	4,806.69	4,980.00	3,146.67	3,273.04	4,688.00
Abril	3,463.00	3,590.00	3,243.28	3,273.04	3,438.04
Mayo	3,378.00	3,360.00	3,256.06	3,273.04	3,204.51
Junio	3,472.14	2,950.00	3,263.16	3,273.04	3,440.00
Julio	3,636.00	4,030.00	3,275.32	3,273.04	3,586.49
Agosto	3,582.40	3,270.00	3,296.31	3,273.04	3,496.16
Septiembre	3,316.80	3,629.00	3,312.96	3,273.04	3,208.13
Octubre	3,292.00	3,120.00	3,313.19	3,273.04	3,203.93
Noviembre	3,121.38	2,709.00	3,311.95	3,273.04	3,163.52
Diciembre	3,773.75	4,294.00	3,300.86	3,273.04	3,693.43



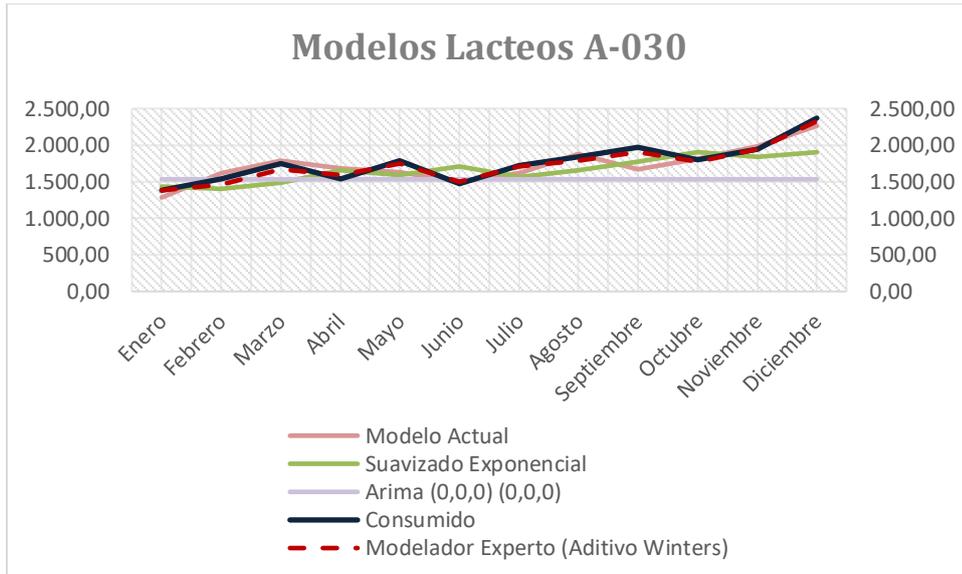
LACTEOS A-021					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Estacional Simple)
Enero	211.00	240.00	189.29	228.80	210.87
Febrero	256.00	244.00	208.60	228.80	208.44
Marzo	273.00	350.00	250.77	228.80	244.29
Abril	253.00	205.00	270.55	228.80	257.40
Mayo	275.00	313.00	254.94	228.80	242.67
Junio	256.00	253.00	272.79	228.80	292.27
Julio	278.00	250.00	257.85	228.80	285.45
Agosto	286.00	317.00	275.78	228.80	287.42
Septiembre	195.00	260.00	284.87	228.80	200.14
Octubre	255.00	238.00	204.92	228.80	214.51
Noviembre	276.00	217.00	249.47	228.80	248.95
Diciembre	261.00	240.00	273.07	228.80	302.30



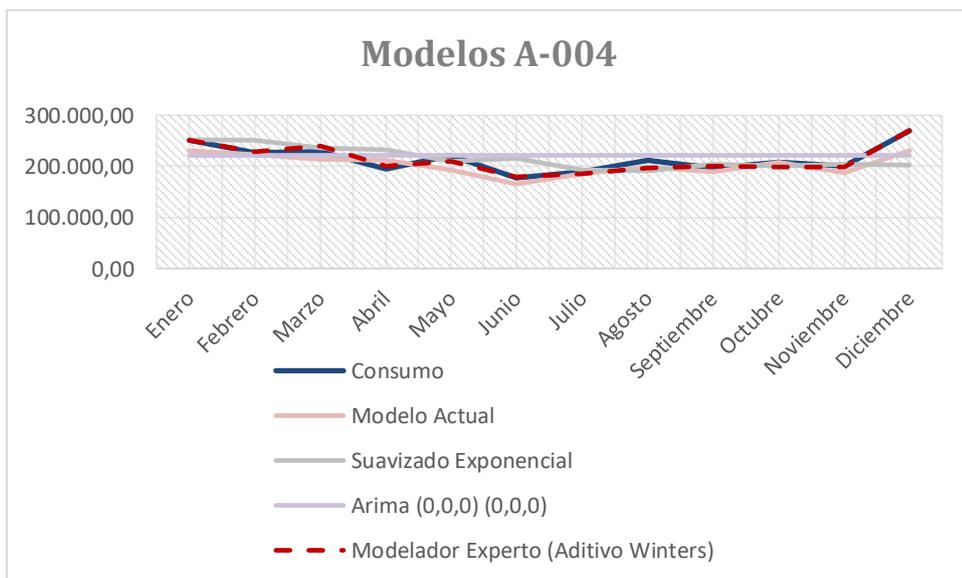
LACTEOS A-025					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (ARIMA 0,0,0)
Enero	1,734.50	1,598.32	1,895.06	1,886.92	1,749.80
Febrero	1,777.08	1,880.00	1,895.06	1,886.92	1,875.66
Marzo	2,101.28	1,988.26	1,895.06	1,886.92	1,901.53
Abril	1,920.75	1,854.18	1,895.06	1,886.92	1,927.39
Mayo	1,977.05	1,941.18	1,895.06	1,886.92	1,953.26
Junio	1,869.93	1,868.00	1,895.06	1,886.92	1,979.13
Julio	2,030.59	1,815.00	1,895.06	1,886.92	2,004.99
Agosto	2,019.98	2,092.00	1,895.06	1,886.92	2,030.86
Septiembre	1,748.98	1,706.00	1,895.06	1,886.92	1,746.34
Octubre	1,655.25	1,655.00	1,895.06	1,886.92	1,772.20
Noviembre	1,576.72	1,495.00	1,895.06	1,886.92	1,798.07
Diciembre	1,895.06	1,801.00	1,895.06	1,886.92	1,823.93



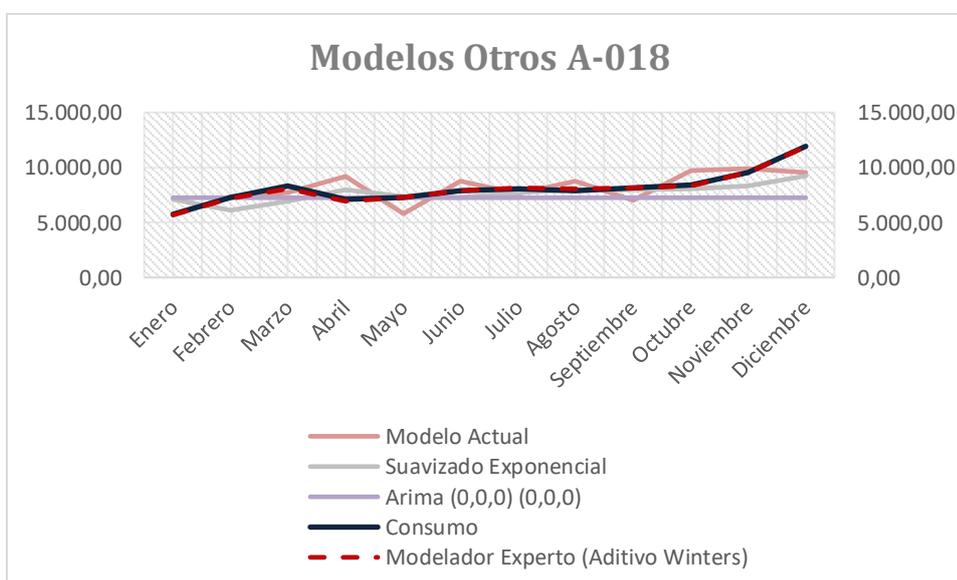
LACTEOS A-030					
Mes	Consumido	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Aditivo Winters)
Enero	1,382.51	1,283.70	1,434.95	1,532.52	1,382.22
Febrero	1,542.21	1,621.90	1,402.03	1,532.52	1,454.40
Marzo	1,753.12	1,780.90	1,490.04	1,532.52	1,666.69
Abril	1,543.87	1,687.70	1,655.21	1,532.52	1,584.65
Mayo	1,782.68	1,626.90	1,585.31	1,532.52	1,750.19
Junio	1,476.74	1,492.90	1,709.22	1,532.52	1,492.04
Julio	1,718.48	1,617.70	1,563.26	1,532.52	1,707.14
Agosto	1,834.81	1,877.50	1,660.71	1,532.52	1,789.09
Septiembre	1,975.40	1,669.50	1,770.02	1,532.52	1,903.11
Octubre	1,797.27	1,813.30	1,898.96	1,532.52	1,777.73
Noviembre	1,942.67	1,984.80	1,835.12	1,532.52	1,946.74
Diciembre	2,368.55	2,264.09	1,902.64	1,532.52	2,326.08



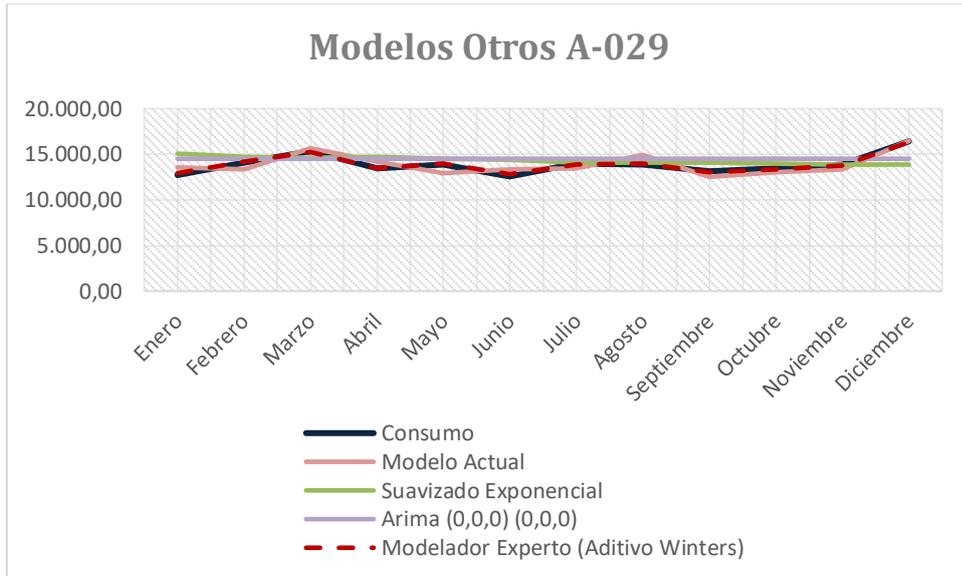
OTROS A-004					
Mes	Consumo	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Aditivo Winters)
Enero	250,735.00	230,200.00	252,102.15	221,474.83	250,423.29
Febrero	227,424.00	222,400.00	251,267.69	221,474.83	228,169.28
Marzo	228,635.00	212,700.00	236,714.26	221,474.83	239,516.10
Abril	194,751.00	211,900.00	231,782.94	221,474.83	199,775.47
Mayo	221,053.00	192,200.00	209,179.82	221,474.83	210,377.93
Junio	177,364.00	165,300.00	216,426.83	221,474.83	179,382.49
Julio	190,079.00	185,100.00	192,584.12	221,474.83	184,714.49
Agosto	212,100.00	199,000.00	191,055.07	221,474.83	197,636.04
Septiembre	197,200.00	188,700.00	203,900.23	221,474.83	201,169.55
Octubre	207,980.00	207,100.00	199,810.62	221,474.83	199,282.56
Noviembre	201,127.00	187,900.00	204,796.95	221,474.83	198,789.32
Diciembre	269,495.00	230,800.00	202,556.93	221,474.83	270,588.82



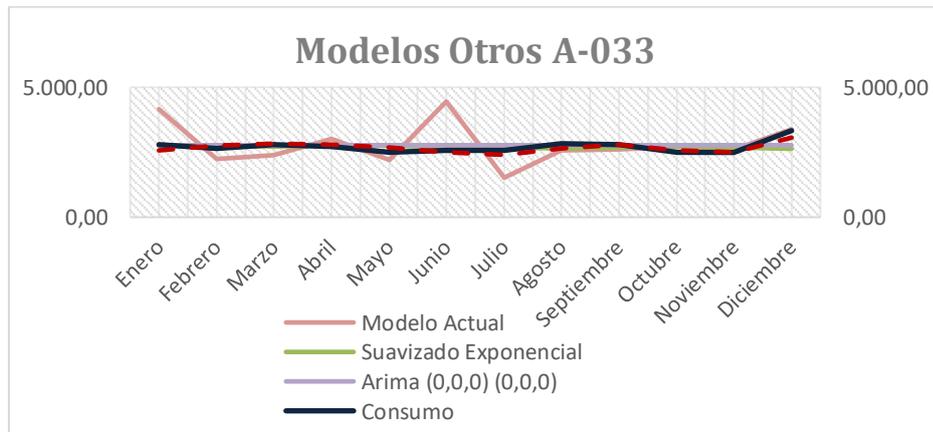
TROS A-018					
Mes	Consumo	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Aditivo Winters)
Enero	5,749.00	5,660.00	7,074.54	7,253.62	5,691.38
Febrero	7,295.00	7,400.00	6,114.57	7,253.62	7,151.15
Marzo	8,355.00	7,700.00	6,969.45	7,253.62	8,097.15
Abril	7,080.00	9,220.00	7,972.88	7,253.62	6,957.15
Mayo	7,265.00	5,760.00	7,326.25	7,253.62	7,282.15
Junio	7,915.00	8,740.00	7,281.89	7,253.62	7,867.15
Julio	8,060.00	7,600.00	7,740.40	7,253.62	8,117.15
Agosto	7,925.00	8,800.00	7,971.86	7,253.62	8,062.15
Septiembre	8,155.00	7,045.00	7,937.92	7,253.62	8,127.15
Octubre	8,432.00	9,755.00	8,095.13	7,253.62	8,357.15
Noviembre	9,580.00	9,900.00	8,339.10	7,253.62	9,534.15
Diciembre	11,930.00	9,500.00	9,237.78	7,253.62	11,882.15



OTROS A-029					
Mes	Consumo	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Aditivo Winters)
Enero	12,738.13	13,600.00	15,072.76	14,504.26	12,889.55
Febrero	14,076.37	13,337.00	14,705.83	14,504.26	14,164.40
Marzo	15,354.23	15,645.00	14,606.90	14,504.26	15,222.86
Abril	13,402.44	14,216.00	14,724.36	14,504.26	13,473.13
Mayo	13,905.77	12,883.00	14,516.59	14,504.26	13,981.59
Junio	12,566.50	13,381.00	14,420.59	14,504.26	12,823.03
Julio	13,979.76	13,425.00	14,129.18	14,504.26	13,851.85
Agosto	13,906.43	14,899.00	14,105.70	14,504.26	13,976.46
Septiembre	13,139.80	12,517.00	14,074.38	14,504.26	13,019.51
Octubre	13,496.54	13,005.00	13,927.49	14,504.26	13,296.11
Noviembre	13,920.50	13,359.00	13,859.76	14,504.26	13,719.62
Diciembre	16,421.22	16,470.00	13,869.31	14,504.26	16,321.76



OTROS A-033					
Mes	Consumo	Modelo Actual	Suavizado Exponencial	Arima (0,0,0) (0,0,0)	Modelador Experto (Aditivo Winters)
Enero	2,801.31	4,170.00	2,742.94	2,770.15	2,562.82
Febrero	2,660.67	2,230.00	2,755.15	2,770.15	2,769.01
Marzo	2,788.22	2,400.00	2,735.39	2,770.15	2,847.97
Abril	2,733.49	3,000.00	2,746.44	2,770.15	2,798.92
Mayo	2,502.67	2,200.00	2,743.73	2,770.15	2,664.24
Junio	2,579.49	4,450.00	2,693.32	2,770.15	2,501.53
Julio	2,570.65	1,520.00	2,669.52	2,770.15	2,398.56
Agosto	2,836.96	2,580.00	2,648.84	2,770.15	2,627.54
Septiembre	2,800.23	2,600.00	2,688.18	2,770.15	2,797.82
Octubre	2,514.33	2,710.00	2,711.61	2,770.15	2,563.49
Noviembre	2,492.23	2,600.00	2,670.36	2,770.15	2,514.07
Diciembre	3,330.92	3,400.00	2,633.11	2,770.15	3,061.73



Anexo 5. Comparación Porcentaje de Errores

VEGETALES A-006		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	5.73%	2502.23
Suavizado Exponencial	13.26%	4606.89
Arima (0,0,0) (0,0,0)	301.00%	15360.04
Modelador Experto (Aditivo Winters)	21.87%	23800.03

VEGETALES A-007		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	7.00%	2963.27
Suavizado Exponencial	7.11%	3179.77
Arima (0,0,0) (0,0,0)	11.65%	4731.47
Modelador Experto (Arima 0,1,0)	6.17%	2115.48

VEGETALES A-011		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	4.83%	633.94
Suavizado Exponencial	11.10%	1130.84
Arima (0,0,0) (0,0,0)	27.85%	2088.72
Modelador Experto (Arima 0,1,0)	6.16%	897.83

VEGETALES A-016		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	4.00%	1836.01
Suavizado Exponencial	7.61%	4355.36
Arima (0,0,0) (0,0,0)	11.96%	5177.05
Modelador Experto (Aditivo Winters)	3.51%	1697.14

VEGETALES A-017		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	9.89%	100.68
Suavizado Exponencial	12.90%	134.41
Arima (0,0,0) (0,0,0)	13.63%	123.91
Modelador Experto (Estacional Simple)	8.25%	66.28

VEGETALES A-024		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	5.61%	1232.95
Suavizado Exponencial	6.78%	1423.08
Arima (0,0,0) (0,0,0)	6.52%	1359.36
Modelador Experto (Estacional Simple)	4.31%	1013.18

VEGETALES A-032		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	109.80%	1777.40
Suavizado Exponencial	68.00%	1752.34
Arima (0,0,0) (0,0,0)	59.00%	1695.06
Modelador Experto (Arima 0,1,0)	45.00%	1634.79

SALSA A-002		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	17.83%	257.86
Suavizado Exponencial	64.00%	653.13
Arima (0,0,0) (0,0,0)	104.00%	557.05
Modelador Experto (Estacional Simple)	10.78%	196.53

SALSA A-008		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	14.16%	348.19
Suavizado Exponencial	14.27%	349.70
Arima (0,0,0) (0,0,0)	14.88%	320.14
Modelador Experto (Estacional Simple)	12.67%	275.34

SALSA A-019		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	7.57%	348.19
Suavizado Exponencial	13.03%	388.87
Arima (0,0,0) (0,0,0)	15.38%	443.83
Modelador Experto (Aditivo Winters)	5.08%	275.34

SALSA A-020		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	13.88%	684.58
Suavizado Exponencial	8.62%	409.77
Arima (0,0,0) (0,0,0)	13.24%	600.17
Modelador Experto (Arima 0,1,0)	6.94%	135.27

SALSA A-023		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	13.10%	190.72
Suavizado Exponencial	8.69%	146.97
Arima (0,0,0) (0,0,0)	9.26%	171.09
Modelador Experto (Aditivo Winters)	5.38%	92.33

LACTEOS A-015		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	12.95%	371.00
Suavizado Exponencial	20.57%	537.83
Arima (0,0,0) (0,0,0)	19.72%	515.29
Modelador Experto (ARIMA 0,0,0)	6.37%	81.86

LACTEOS A-021		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	13.73%	35.67
Suavizado Exponencial	12.18%	29.55
Arima (0,0,0) (0,0,0)	15.76%	36.05
Modelador Experto (Estacional Simple)	10.72%	21.15

LACTEOS A-025		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	5.10%	80.26
Suavizado Exponencial	6.01%	131.85
Arima (0,0,0) (0,0,0)	5.95%	131.85
Modelador Experto (ARIMA 0,0,0)	4.63%	75.15

LACTEOS A-030		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	5.65%	94.50
Suavizado Exponencial	8.47%	183.90
Arima (0,0,0) (0,0,0)	15.85%	261.64
Modelador Experto (Aditivo Winters)	4.60%	38.21

OTROS A-004		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	7.26%	14911.75
Suavizado Exponencial	8.97%	19190.48
Arima (0,0,0) (0,0,0)	9.80%	21711.19
Modelador Experto (Aditivo Winters)	2.54%	5465.26

OTROS A-018		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	12.03%	986.42
Suavizado Exponencial	9.97%	861.02
Arima (0,0,0) (0,0,0)	14.65%	1171.17
Modelador Experto (ARIMA 0,1,0)	9.09%	86.49

OTROS A-029		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	4.80%	651.23
Suavizado Exponencial	6.43%	985.43
Arima (0,0,0) (0,0,0)	6.87%	1056.44
Modelador Experto (Estacional Simple)	2.29%	132.74

OTROS A-033		
Modelo	MAPE	MAD
Modelo Actual	19.43%	542.30
Suavizado Exponencial	6.51%	170.48
Arima (0,0,0) (0,0,0)	6.40%	170.37
Modelador Experto (Aditivo Winters)	4.11%	119.64

Anexo 6. Nivel de Servicio

VEGETALES A-006			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	538,471.50	10,002.74	 98%
Modelo Propuesto	262,873.92	285,600.32	 48%

VEGETALES A-007			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	513,735.64	26,823.54	 95%
Modelo Propuesto	533,443.86	7,115.32	 99%

VEGETALES A-011			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	164,061.00	5,851.46	 97%
Modelo Propuesto	178,908.89	8,996.43	 95%

VEGETALES A-016			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	624,485.54	15,181.37	 98%
Modelo Propuesto	643,606.41	3,939.50	 99%

VEGETALES A-017			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	13,459.00	360.15	 97%
Modelo Propuesto	14,131.35	312.20	 98%

VEGETALES A-024			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	262,059.40	7,680.86	 97.15%
Modelo Propuesto	262,873.92	6,866.34	 97.45%

VEGETALES A-032			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	9,176.00	10,664.38	 46%
Modelo Propuesto	10,587.43	9,252.95	 53%

SALSA A-019			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	14,140.00	107.95	 99%
Modelo Propuesto	14,210.77	37.18	 100%

SALSA A-023			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	19,026.00	1,343.54	 93%
Modelo Propuesto	19,944.58	424.96	 98%

OTROS A-004			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	2,433,300.00	144,643.00	 94%
Modelo Propuesto	2,559,825.35	18,117.65	 99%

OTROS A-018			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	97,080.00	661.00	 99.32%
Modelo Propuesto	97,126.00	615.00	 99.37%

OTROS A-029			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	166,737.00	170.69	 99.90%
Modelo Propuesto	166,739.86	167.83	 99.90%

LACTEOS A-025			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	21,693.94	613.23	 97.25%
Modelo Propuesto	22,563.16	255.99	 98.88%

LACTEOS A-030			
Tipo de Modelo	Unidades Abastecidas	Unidades Desabastecidas	Nivel de Servicio
Modelo Actual	20,720.89	397.42	 98.12%
Modelo Propuesto	20,780.10	338.21	 98.40%

