

**ESTIMACIÓN DE UN MODELO DE DEMANDA PARA DISTRIBUIDORES DE  
ALPINA S.A.**

Tesis de grado presentada como requisito para obtener el título de

**Magister en Gerencia Estratégica.**

EDGAR ERNESTO PÉREZ BRICEÑO

Director:

Giovanni Andrés Hernández Salazar

**Universidad de la Sabana**

Escuela Internacional de Ciencias Económicas y Administrativas

Chía, Colombia

2020

## TABLA DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN .....	3
2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	5
3. DATOS .....	13
4. METODOLOGÍA .....	16
4.1 Modelos para series de tiempo (ARIMA).....	16
4.2 Prueba de raíz unitaria.....	17
4.3 Identificación del modelo:.....	17
4.4 Estimación del modelo:.....	17
4.5 Verificación de supuestos: .....	18
4.6 Pronostico:.....	18
5. RESULTADOS .....	18
5.1 Pruebas de raíz unitaria .....	18
5.3 Resultados del pronóstico.....	22
5.4 Nuevos MAPEs con los Modelos de Predicción.....	24
6. CONCLUSIONES .....	26
7. LIMITACIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES.....	26
ANEXO CONCEPTUAL .....	28
7.1 Control del pronóstico.....	28
7.2 Nivel de Servicio.....	28
7.3 MAPE.....	28
7.4 Planeación de ventas y operaciones (S&OP) .....	28
BIBLIOGRAFÍA.....	30

## 1. INTRODUCCIÓN

Alpina es una empresa del sector lácteo Colombiano que inició operaciones en 1945 con la producción de quesos maduros como el Gruyere, Emmental y Parmesano. Durante más de 70 años y como consecuencia de procesos continuos de investigación y desarrollo, Alpina ha generado una gran variedad de productos como arequipe, gelatina, yogurts y leche. Como resultado de este proceso de investigación e innovación Alpina cuenta con más de 50 marcas en el mercado y cerca de 550 referencias que proporcionan ventas cercanas a 386.607 toneladas valoradas en 1.8 billones de pesos al año.

Esta diversificación de productos (50 marcas y 550 referencias) ha hecho que Alpina estructure un proceso de distribución de productos constituido por 5 canales: TAT<sup>1</sup>, moderno, institucional, supermercados independientes y otros canales. El canal TAT comercializa alrededor de 242.635 toneladas/año (63% del total de toneladas vendidas al año); seguido del canal moderno con 84.271 toneladas/año (22%); institucional con 31.475 toneladas/año (5%); supermercados independientes con 19.555 toneladas/año (5%) y otros canales con 8.671 toneladas/año (2.25%)<sup>2</sup>.

El canal TAT, el más importante en distribución de los productos de Alpina se encuentra constituido por cuatro sub canales: Distribuidores, Autoventa, Minimercados y Tradicional. El sub canal Distribuidores (Ds) es el más importante dentro del canal TAT, al estar conformado por 50 grandes comercializadoras logra vender cerca de 134.666 toneladas al año (35% del total de las ventas de Alpina)<sup>3</sup>.

---

<sup>1</sup> El canal TAT abarca más de 300.000 tiendas de barrio, panaderías, negocios no convencionales y 50 grandes distribuidores.

<sup>2</sup> Información de ventas del año 2018,

<sup>3</sup> Elaboración propia con datos de ventas del 2018

Pero la complejidad en el proceso de distribución de los productos ha producido sobrecostos en la cadena logística de la empresa tanto en el canal TAT como en el sub canal distribuidores, los más importantes de la cadena logística de Alpina. Estos sobrecostos están asociados con la disponibilidad de leche para la fabricación de sus productos, el incremento en la tercerización del transporte como consecuencia de la sobre utilización de la flota propia y los malos pronósticos de los pedidos de producto que realizan los distribuidores del canal TAT a Alpina. Estos sobrecostos han producido que actualmente el MAPE<sup>4</sup> acumulado del canal TAT sea de 41% y el MAPE acumulado del sub canal distribuidores sea de 42%.

De las tres fuentes de sobrecostos, los malos pronósticos de los pedidos de producto que realizan los distribuidores del canal TAT a Alpina es quizá la fuente de sobrecostos más importante dentro del canal TAT. Los clientes del sub-canal distribuidores realizan los pre-pedidos a Alpina con 15 días de anticipación. Alpina recibe estos pre-pedidos (número estimado de unidades de los productos) y si no existen los inventarios suficientes para cumplir con el pre-pedido, mueve su cadena de abastecimiento y producción para cumplir con estos requerimientos de producto. Pero los clientes del sub-canal distribuidores solo montan los pedidos reales al sistema 24 horas antes de la fecha de envío del producto por parte de Alpina. Se ha identificado sistemáticamente que los pedidos reales son muy inferiores a los pre-pedidos estimados haciendo que Alpina genere una sobre oferta de productos. Se calcula que las diferencias entre el pre-pedido (estimado) y el pedido (real) de productos por parte de los clientes a Alpina ascienden a 81 millones de unidades. Esto significa que Alpina mueve su cadena de abastecimiento para cubrir una demanda muy superior a la que realmente los clientes están comprando, generando sobre-oferta y pérdida de los productos elaborados dada la

---

<sup>4</sup> El indicador MAPE (Mean Absolute Percentage Error), permite durante un periodo determinado calcular cual fue el error porcentual absoluto entre la cantidad pedida y la cantidad pronosticada.

$$MAPE = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{X_i - \hat{X}_i}{X_i} \right|$$

imposibilidad de los distribuidores para venderlos. La diferencia entre el pre-pedido y pedido obedece a la mala estimación de la demanda por parte de los distribuidores en el sub-canal distribuidores.

El objeto de este trabajo es estimar modelos de demanda para los principales productos y distribuidores del sub-canal distribuidores del canal TAT de Alpina. Estos modelos permitirán obtener una mejor estimación de la demanda de producto para cada uno de los distribuidores, lo que optimizara la cadena de suministro y producción, proporcionando ahorros en costos operativos desde la compra de materia prima hasta el almacenamiento del producto terminado en los centros de distribución. Es por esto, que el alcance del proyecto estará sustentado en la rentabilidad de la compañía a través de ahorros en los costos y además ayudando al crecimiento sostenible de la relación Alpina – clientes basados en la estrategia de ser una compañía ágil en los procesos internos y eficiente en las capacidades operativas, comerciales, tecnológicas y analíticas. Adicionalmente, estos modelos ayudarán a que Alpina logre alcanzar su meta de tener un MAPE de 15%. Actualmente Alpina tiene un indicador MAPE entre el 45% y el 60% a nivel compañía.

## **2. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Alpina es una empresa del sector lácteo colombiano que gracias a sus procesos de innovación y desarrollo cuenta con más de 50 marcas en el mercado y cerca de 550 referencias. Sus ventas ascienden a 386.607 toneladas valoradas en 1.8 billones de pesos al año. Para obtener este nivel de ventas Alpina ha tenido que sustentar su cadena logística en 5 canales: TAT, moderno, institucional, supermercados independientes y otros canales, siendo el canal TAT el más importante al distribuir el 63% del total de toneladas vendidas en el año.

El canal TAT, el más importante en distribución de los productos de Alpina se encuentra constituido por cuatro sub canales: Distribuidores, Autoventa, Minimercados y Tradicional. El sub-canal distribuidores es el más importante dentro del canal TAT. Al estar conformado por 50 grandes

comercializadoras logra vender cerca de 134.666 toneladas al año (35% del total de las ventas de Alpina).

El sub-canal distribuidores comercializa principalmente, dentro de sus productos refrigerados, Bonyurt con 10.935 toneladas (2.8% del total de las ventas de Alpina) y Yogo Bolsa Personal con 10.335 toneladas (2,7% del total de las ventas de Alpina). Dentro de la familia del Bonyurt, el Bonyurt Zucaritas (6.118 toneladas – 56% de la venta total de la familia) y el Bonyurt Chocokrispis (1.930 toneladas – 18% de la venta total de la familia) son los más importantes en ventas<sup>5</sup>.

Estos productos se comercializan a través de 4 distribuidores principales: Distribuciones Disay, GPRS Distribuciones, Comercializadora R&M y Comercializadora Romero y CIA. Por ejemplo, en el 2018 los clientes del canal DS que más vendieron la referencia Bonyurt Zucaritas fueron: Distribuciones Disay (231 ton - 4% de la venta total de Bonyurt Zucaritas para el canal DS), GPRS Distribuciones SAS (200 ton – 3%), Comercializadora R&M (195 ton – 3%) y Comercializadora Romero (140 ton – 2%).

En resumen, el canal Distribuidores de Alpina realiza el 35% de las ventas anuales y la familia de productos refrigerados más vendidos en este canal es Bonyurt (8%) a través de dos principales referencias: Bonyurt Zucaritas y Bonyurt Chocokrispis.

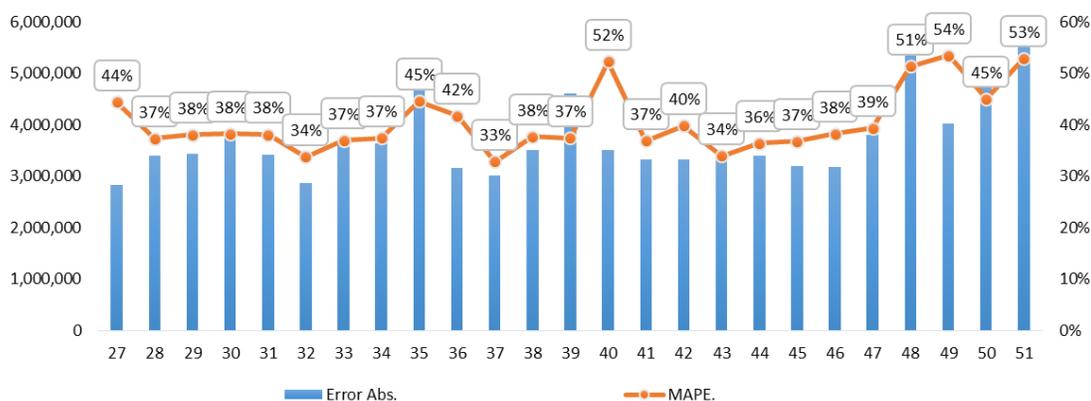
Los sobrecostos en la cadena logística asociados a los pronósticos desviados de los pedidos que hacen los distribuidores del canal TAT a Alpina han producido que el MAPE acumulado del canal sea 41% y el MAPE acumulado del sub canal distribuidores sea de 42%. El análisis semanal del canal TAT y el sub-canal Distribuidores muestra un comportamiento similar al comportamiento anual. El canal TAT tiene MAPEs semanales entre 35% y 54% con errores absolutos en los

---

<sup>5</sup> Información tomada del reporte de ventas del año 2018

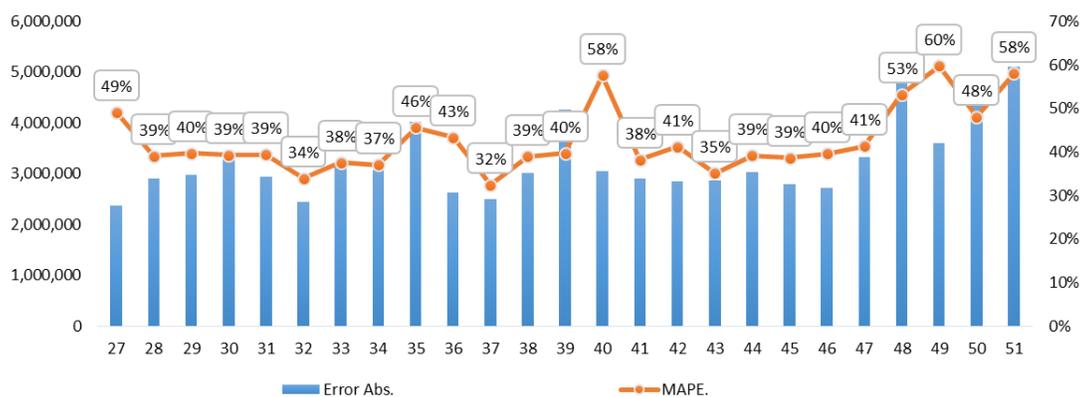
pronósticos que alcanzan los 5 millones de unidades (gráfico 1) y el canal Distribuidores tiene indicadores de MAPE entre el 32% y 60% con errores absolutos en promedio de 3 millones de unidades (gráfico 2).

**Gráfico 1: Indicador MAPE del canal TAT**



**Fuente: Elaboración propia con información del 2018 y 2019**

**Gráfico 2: Indicador MAPE del sub canal Distribuidores**

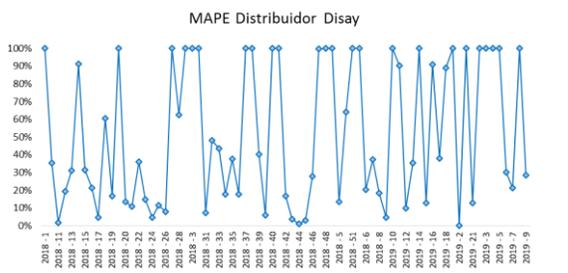
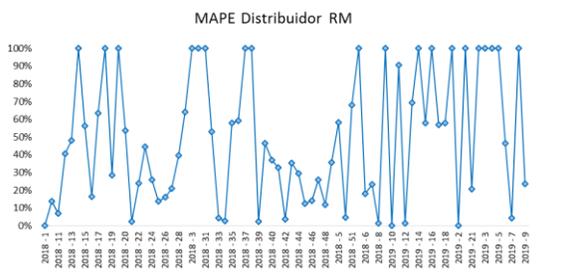
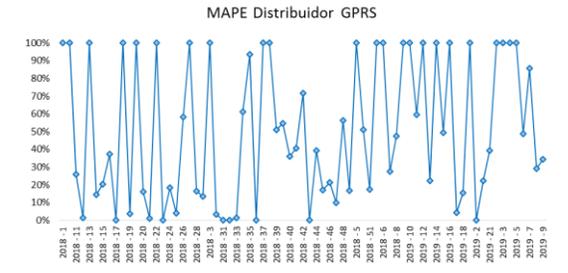
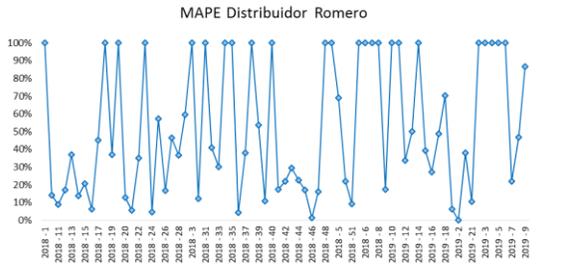


**Fuente: Elaboración propia con información del 2018 y 2019.**

Con respecto a los productos específicos que maneja el sub-canal distribuidores, la tabla 1 presenta los indicadores de MAPE para la referencia Bonyurt Zucaritas de los distribuidores

Distribuciones Disay, GPRS Distribuciones, Comercializadora R&M y Comercializadora Romero y CIA.

**Tabla 1: MAPE del Bonyurt Zucaritas por distribuidor**

 <p>MAPE Distribuidor Disay</p> <p>MAPE acumulado en 73 semanas del 54%. En 24 semanas el indicador alcanzo el 100%</p>	 <p>MAPE Distribuidor RM</p> <p>MAPE acumulado en 73 semanas del 52%. En 19 semanas el indicador alcanzo el 100%</p>
 <p>MAPE Distribuidor GPRS</p> <p>MAPE acumulado en 73 semanas del 54%. En 23 semanas el indicador alcanzo el 100%</p>	 <p>MAPE Distribuidor Romero</p> <p>MAPE acumulado en 73 semanas del 57%. En 24 semanas el indicador alcanzo el 100%</p>

Fuente: Elaboración propia con información del 2018 y 2019.

Adicionalmente a la sobre producción de productos, Alpina incurre en costos por inventarios. Los inventarios son activos dentro de una bodega y pueden encontrarse en forma de materiales, ingredientes, productos en proceso, productos semi elaborados o productos terminados. La gestión del inventario debe asegurar que se tiene la cantidad suficiente de los activos dentro del almacén para responder a la venta de una compañía, al tiempo que los procesos de producción y distribución funcionan con normalidad para cumplir con las entregas finales. Los costos por inventarios como consecuencia de una mala planeación de la demanda por parte de los distribuidores ascienden a 247 millones de pesos mensuales.

De acuerdo a la información anterior, se puede afirmar que cuando los distribuidores no ejecutan una planeación de demanda adecuada están transfiriendo a Alpina información incorrecta que es utilizada para producir volúmenes de productos que a la hora de la venta terminan siendo mucho más altos de lo que realmente es vendido. Esta situación impacta en costos cada uno de los procesos de la cadena logística y de esta forma se hace menos rentable la producción y comercialización de los productos.

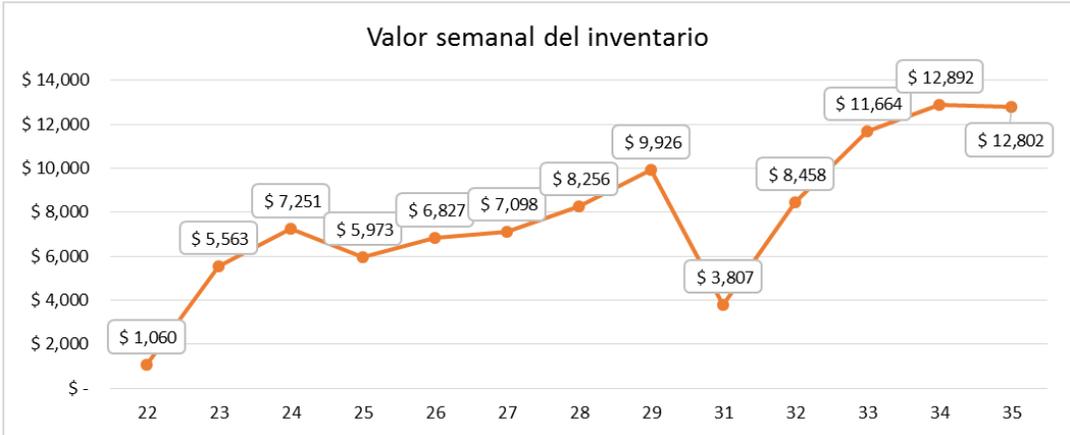
Para entender mejor las consecuencias que causan los pronósticos de demanda errados de los distribuidores dentro de la cadena de Alpina se realizó el siguiente análisis: Los principales materiales utilizados para la fabricación de un Bonyurt Zucaritas son: cereal, vasos, sobrecopas y foil. Además de los materiales anteriores, también se requiere azúcar, mix de cultivos, leche, suero y otros componentes que aunque representan bajos volúmenes, siguen utilizando espacio dentro de las bodegas de almacenamiento de materiales.

Diariamente se utilizan en promedio 356 posiciones para almacenar los principales materiales para la fabricación de Bonyurt Zucaritas y Krispi en la bodega de Sopó y en la bodega de Entrerrios.

Cada una de estas posiciones tiene un costo diario de \$35.000, es decir, en el total de posiciones, aproximadamente COP 12'460.000 diarios que anualmente representan \$4.547'900.000.

Por otro lado, los materiales almacenados tienen un costo que varía entre COP 1.500'000.000 y COP 2.000'000.000 que pudiera ser mucho menor si las cifras de pronóstico mejoraran en términos de puntos porcentuales y se ajustara a la política de inventario de la compañía que depende de los tiempos de entrega de los proveedores, tipo de almacenamiento (refrigerado o seco) y rotación del producto final o material. En la siguiente grafica se muestra el valor del inventario semanal para el año 2019.

**Gráfico 3. Valor semanal de los inventarios de Zucaritas y Chocokrispis.**



\*Cifras en millones de pesos

Fuente: Elaboración propia basado en información de Alpina

El presupuesto mensual de venta para Zucaritas son 732 toneladas y para chocokrispi son 220 toneladas y los proveedores de los principales materiales para la fabricación de estas referencias se encuentran ubicados en Tocancipá y por contrato con Alpina deben tener inventario de seguridad para soportar variaciones en los pedidos. Al validar los materiales para tener un inventario de 3 días en cada uno de los componentes, proyectando un cumplimiento del presupuesto mensual al 100%, se tendrían las cantidades mostradas en la tabla 2 y tabla 3.

**Tabla 2. Presupuesto Zucaritas**

Pto.	Zucaritas
Presupuesto mes (Kg)	732,000
Presupuesto mes (Unidades)	4,309,875
Presupuesto día (Unidades)	172,395
Presupuesto 3 días (Unidades)	517,185

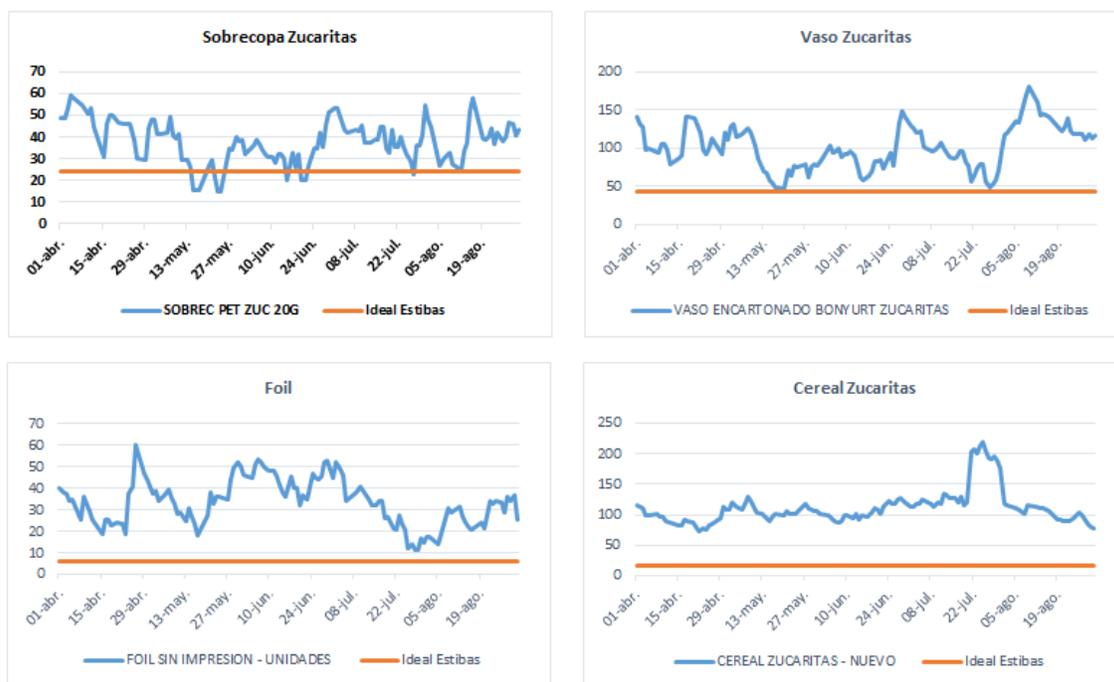
**Tabla 3. Inventarios óptimos de materiales**

Material	Zucaritas
Foil	517,185
Sobrecopa	517,185
Vaso	517,185
Cereal (20gr x Sobrecopa)	10,344

Fuente: Elaboración propia con información del 2018 y 2019.

Graficando el inventario ideal de los materiales versus el inventario real de cada uno se obtiene la información del gráfico 4.

**Gráfico 4. Inventario reales vs inventarios óptimos**

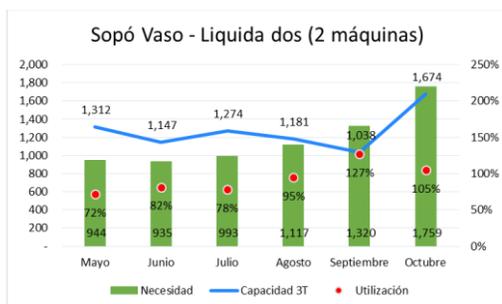


Fuente: Elaboración propia con información del 2018 y 2019.

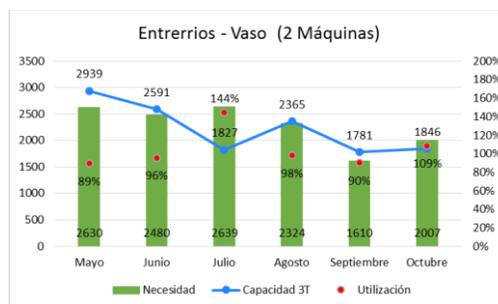
Con la información anterior se observa que Alpina mantiene inventarios por encima de la política regular para los principales componentes para la fabricación de By Zucaritas con el fin de suplir las variaciones en los pronósticos.

Además de los sobrecostos asumidos en inventario de materiales también están los costos de mano de obra que asume Alpina por trabajar algunos domingos y festivos en la producción de estas referencias. Mensualmente se realiza la proyección de capacidades para cumplir la producción de las toneladas que se acordaron en el plan de ventas de la compañía. Estas capacidades están calculadas teniendo en cuenta las zonas de influencia, costos de traslados y retornos de cubeta. En las gráficas 5 y 6 se muestran las capacidades para las dos máquinas donde actualmente se fabrica Bonyurt.

**Gráfico 5. Capacidades planta Sopó**



**Gráfico 6. Capacidades planta Entrerrios**



**Fuente: Elaboración propia con información del 2018 y 2019.**

La planta de Sopó tiene una capacidad de utilización por encima del 95% durante los últimos 3 meses, lo cual sugiere trabajar algunos domingos y festivos del mes para alcanzar el número de toneladas necesarias para la venta. Igualmente, la planta de Entrerrios mensualmente tiene una capacidad de utilización por encima del 96%, lo cual también sugiere trabajar algunos domingos y festivos del mes para cumplir las toneladas requeridas por el plan de ventas.

De acuerdo a las capacidades de producción revisadas anteriormente, cuando existe una planeación con indicadores de MAPE muy altos por parte de los distribuidores las plantas se ven

obligadas a trabajar todos los domingos y festivos del mes, aumentando los costos de mano de obra y además pagando horarios festivos y nocturnos.

Para el canal distribuidores, se calcularon sobrecostos mensuales de 314 millones de pesos. Por almacenamiento de materiales de BY y de producto terminado de BY Zucaritas se tienen sobrecostos de 247 millones de pesos. Adicional, por trabajar días festivo o dominicales se asumen sobrecostos de mano de obra mensuales de aproximadamente 20 millones de pesos. Además, se ha notado una sobre ejecución mensual en los costos de transporte de 47 millones de pesos únicamente para los distribuidores ubicados en Bogotá y que son despachados desde la planta Sopó.

En resumen, el sobre costo por una mala estimación de la demanda por parte de los distribuidores asciende a 314 millones.

### 3. DATOS

Los distribuidores que más Bonyurt Zucaritas compran a Alpina son GPRS distribuciones SAS con el 5% de participación sobre el total del canal, Distribuciones Disay SAS con el 6%, Comercializadora Romero y Cia SAS con el 3% de participación, y Comercializadora R&M SAS con el 5% de participación. Los volúmenes y porcentajes de participación del canal para 2018 se describen en las tablas 4 y 5.

**Tabla 4. Venta en unidades**

Dato en % de participación del canal		
Razon Social	Zucaritas	Total general
GPRS DISTRIBUCIONES SAS	5%	8%
DISTRIBUCIONES DISAY SAS	6%	8%
COMERCIALIZADORA ROMERO Y CIA SAS	3%	5%
COMERCIALIZADORES R&M SAS	5%	7%
<b>Total general</b>	<b>18%</b>	<b>28%</b>

**Tabla 5. Participación de las ventas**

Dato en Unidades		
Razon Social	Zucaritas	Total general
GPRS DISTRIBUCIONES SAS	1,177,096	2,502,021
DISTRIBUCIONES DISAY SAS	1,359,148	2,679,569
COMERCIALIZADORA ROMERO Y CIA SAS	829,401	1,540,997
COMERCIALIZADORES R&M SAS	1,150,215	2,319,051
<b>Total general</b>	<b>4,515,860</b>	<b>9,041,638</b>

**Fuente: Elaboración propia con información del 2018 y 2019.**

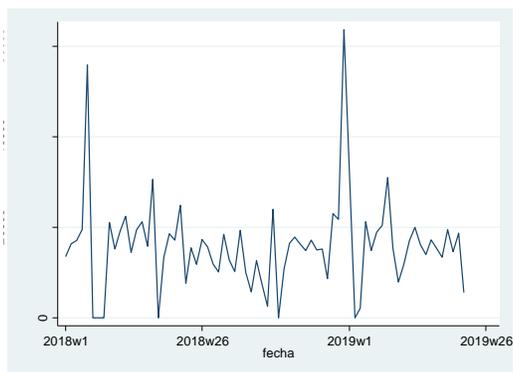
Estos son los clientes del canal distribuidores que más unidades de Bonyurt Zucaritas y compran a la compañía mensualmente y por esta razón se decidió tomar como muestra de clientes y

de producto para analizar estadísticamente el comportamiento de la demanda y la planeación de abastecimiento.

### **Comercializadora Romero y Cia SAS**

El promedio de compra de BY zucaritas es de 15.682,64 unidades diarias con una desviación estándar de 10.134,72. La mayoría de los datos se encuentran entre los 0 y las 20mil unidades y únicamente se tienen 2 datos por encima de las 40mil unidades: el primero sucede en la semana 5 del año 2018 donde se compraron 55.680 unidades y un segundo dato atípico en la semana 52 del año 2018 con 63.637 unidades compradas, el segundo dato corresponde a la subida de inventario que acordó Alpina con todos sus clientes para soportar 10 días de parada en las operaciones sin afectar las ventas mientras se realizaba el cambio de sistema de información de la compañía.

**Gráfico 7. Venta semanal de By Zucaritas**



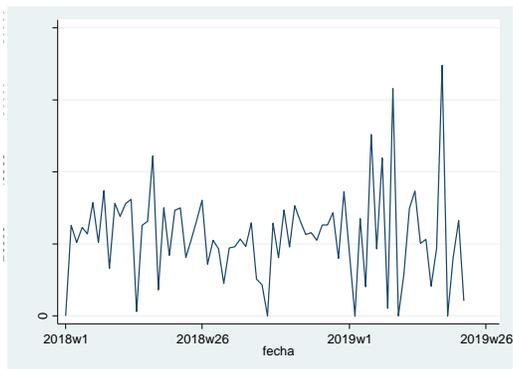
**Fuente: Elaboración propia con información del 2018 y 2019.**

### **Comercializadora R&M SAS**

R&M tiene un promedio de compra diario de 22.258,58 unidades de BY Zucaritas y una desviación estándar de 13.152,11. Desde la semana 5 del año 2019, el distribuidor presenta compras de 50 mil unidades diarias o superiores que se presentan frecuentemente durante los dos primeros meses del 2019. Estos altos volúmenes se dan para reponer el inventario de seguridad que no se reforzó a finales

del 2018 ya que se evidencia que las compras en las últimas semanas del 2018 con respecto al promedio de compra no fue lo suficientemente alto para soportar los días de no operación de Alpina por el cambio de sistema en la primera semana de 2019.

**Gráfico 8. Venta semanal de By zucaritas**

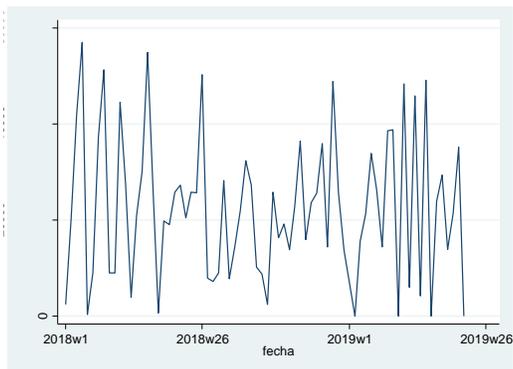


**Fuente: Elaboración propia con información del 2018 y 2019.**

### **GPRS Distribuciones SAS**

El distribuidor GPRS tiene un promedio de compra de BY Zucaritas de 22.512,92 unidades diarias y una desviación estándar de 15.016,1.

**Gráfico 9. Venta semanal de By zucaritas**

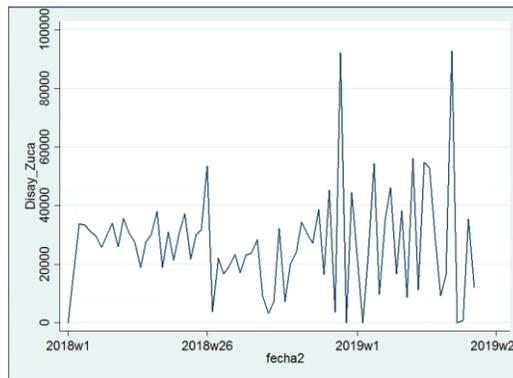


**Fuente: Elaboración propia con información del 2018 y 2019.**

## Distribuciones Disay SAS

El promedio de compra semanal de este distribuidor son 26.877 unidades durante 73 semanas con una desviación estándar de 17.920. De los 4 distribuidores analizados, es el distribuidor que más volatilidad presentó, llegando a tener compras semanales de hasta 92.000 unidades de Bonyurt zucaritas y en más de 7 semanas compras superiores a 50.000 unidades.

**Gráfico 10: Venta semanal de By zucaritas**



**Fuente: Elaboración propia con información del 2018 y 2019.**

## 4. METODOLOGÍA

### 4.1 Modelos para series de tiempo (ARIMA)

La metodología ARIMA (modelos autorregresivos de media móvil) fue desarrollada en 1976 por Box y Jenkins y permite ajustar modelos a series temporales así:  $Y_t = a_0 + a_a Y_{t-1} + \dots + a_p Y_{t-p} + e_1$ . En estos modelos se tienen en consideración un componente autorregresivo, un componente de promedio móvil y una diferenciación de la serie con que se va a trabajar y se desarrolla en cinco pasos principales: Estacionariedad, identificación, estimación, verificación de supuestos y pronóstico o uso del modelo. Su principal función es pronosticar fenómenos específicos basados en su historia.

## 4.2 Prueba de raíz unitaria

El primer paso para la formulación de modelo es evaluar la estacionariedad de la serie. Una serie es estacionaria cuando la media y la varianza no cambian a lo largo del tiempo y además no presentan una tendencia. Para identificar si una serie presenta o no estacionariedad es necesario realizar el test de raíz unitaria de Dickey –Fuller.

## 4.3 Identificación del modelo:

El segundo paso luego de obtener la estacionariedad de la serie es la identificación del modelo. En este punto se determina cual es el modelo más apropiado para utilizar basados en las funciones de autocorrelación y autocorrelación parcial. Los modelos pueden ser autorregresivos de orden P (AR) de medias móviles de orden Q (MA) o la combinación de los dos anteriores ARMA (P,Q).

El modelo de tipo autorregresivo P (AR) se caracteriza porque las observaciones pueden ser predecibles a partir de las observaciones anteriores más un error estimado de la siguiente forma:  $Y_t = \phi_1 Y_{t-1} + \phi_2 Y_{t-2} + \dots + \phi_p Y_{t-p} + E_t$ .

Los modelos de medias móviles Q (MA) representan series temporales estacionarias y los valores pueden predecirse a partir de la suma ponderada de datos aleatorios anteriores independientes  $Y_t = E_t - \theta_1 E_{t-1} - \theta_2 E_{t-2} - \dots - \theta_q E_{t-q}$ .

Por último están los modelos ARMA(P,Q) que incluye los modelos autorregresivos y los de medias móviles de la forma  $Y_t - \phi_1 Y_{t-1} - \phi_2 Y_{t-2} - \dots - \phi_p Y_{t-p} = a_t - \theta_1 a_{t-1} - \theta_2 a_{t-2} - \dots - \theta_q a_{t-q}$

## 4.4 Estimación del modelo:

Una vez se tiene identificado el modelo con el que se va a trabajar, se hace la respectiva estimación de los parámetros en el cual se busca que estos representen de la mejor forma la serie. Durante esta etapa del proceso los parámetros AR y MA del modelo se estiman por máxima verosimilitud,

obteniendo también los errores estándar y los residuos del modelo bajo el supuesto de que  $a_t$  es un proceso de ruido blanco con distribución normal y media cero.

#### **4.5 Verificación de supuestos:**

En esta etapa se realiza el diagnóstico de los parámetros obtenidos en la fase anterior mediante pruebas estadísticas para comprobar que los residuos tienen media cero, varianza constante, no tienen dependencia y tienen distribución normal. Todo esto se realiza con el fin de seleccionar el mejor modelo posible y que contenga parámetros estables. En caso de que los residuos muestren tener algún tipo de estructura, será necesario modificar el modelo y se repiten las etapas anteriores hasta obtener un modelo correcto.

#### **4.6 Pronóstico:**

La última etapa del modelo es el pronóstico, esta vez, una vez se tiene un modelo adecuado se realizan las predicciones para obtener información a futuro que permita tomar decisiones y prever comportamientos.

### **5. RESULTADOS**

Del canal TAT y el sub canal de ventas Distribuidores, se tomaron las familias de producto refrigerado que más se vendieron en el 2018: Bonyurt Zucaritas. La venta de estas dos referencias está concentrada en cuatro distribuidores principales: GPRS distribuciones SAS, Distribuciones Disay SAS, Comercializadora Romero y Cia SAS y Comercializadora R&M SAS.

#### **5.1 Pruebas de raíz unitaria**

Luego de aplicar el test de raíz unitaria de Dickey-Fuller para verificar si las variables tienen estacionariedad o no, se obtienen los resultados de la siguiente tabla mostrando que las series presentan raíz unitaria (series no estacionarias).

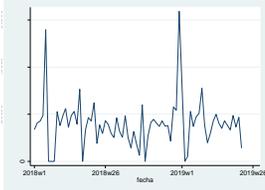
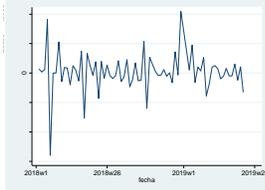
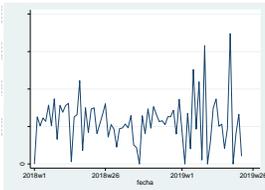
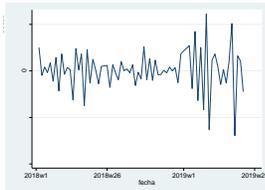
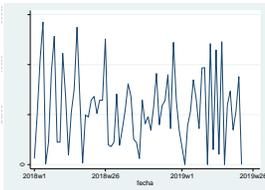
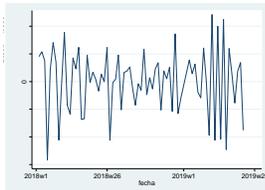
**Tabla 6. Test de raíz unitaria**

Distribuidor	Producto	5% T Critico	Test Statistic
Romero	Zucaritas	-1.950	0.001
R&M	Zucaritas	-1.950	-0.673
GPRS	Zucaritas	-1.950	-0.570

**Fuente: Elaboración propia con resultados del modelo en STATA.**

Como ninguna serie tiene estacionariedad y esta es una condición necesaria para los modelos ARIMA se procede a realizar la primera diferencia dada la ausencia de patrones determinísticos dentro de las series analizadas. Los gráficos y estadístico de Dickey-Fuller de las series originales y diferenciadas se muestran en la tabla 7.

Tabla 7. Estadístico de Dickey-Fuller para las series de Zucaritas por distribuidor y primera diferenciación.

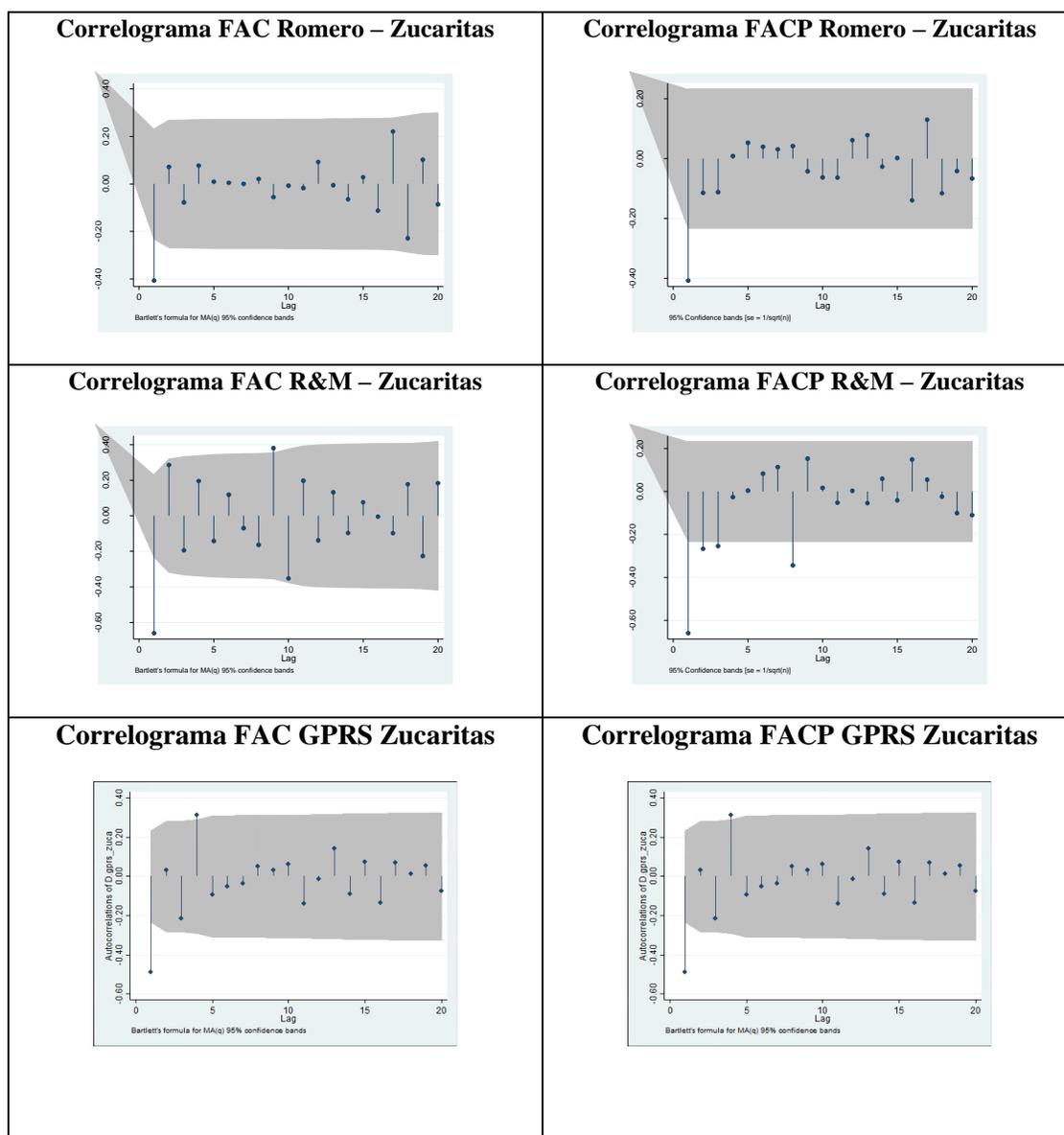
<p><b>Romero Zucaritas</b></p> <p>0.001</p>	<p><b>D1. Romero Zucaritas-</b></p> <p>4.679</p>	<p><b>Romero Zucaritas</b></p> 	<p><b>D1. Romero Zucaritas</b></p> 
<p><b>R&amp;M Zucaritas</b></p> <p>-0.673</p>	<p><b>D1.R&amp;M Zucaritas</b></p> <p>-4.988</p>	<p><b>R&amp;M Zucaritas</b></p> 	<p><b>D1.R&amp;M Zucaritas</b></p> 
<p><b>GPRS Zucaritas</b></p> <p>-0.570</p>	<p><b>D1.GPRS Zucaritas</b></p> <p>-5.150</p>	<p><b>GPRS Zucaritas</b></p> 	<p><b>D1.GPRS Zucaritas</b></p> 

Fuente: Elaboración propia con resultados del modelo en STATA.

## 5.2 Identificación y Estimación de los Modelos ARIMA

Una vez se tienen las series diferenciadas, se procede con la etapa de identificación y estimación. Para la etapa de identificación se utilizaron los correlogramas (autocorrelación y autocorrelación parcial) de las series diferenciadas los cuales se presentan en la tabla 8. Se observa que los modelos predominantes son los autorregresivos de orden 1 y 2.

Tabla 8. Correlogramas de las series Diferenciadas y residuales



Fuente: Elaboración propia con resultados del modelo en STATA.

La tabla 9 muestra la estimación de los modelos identificados para cada uno de los productos, confirmando que los modelos son autorregresivos con orden superior de 3. La tabla también muestra el valor de la prueba de autocorrelación de Portmanteau. En todos los modelos se evidencia que no existe autocorrelación serial en los residuales. También se observa normalidad en los residuales.

**Tabla 9. Estimación de los modelos**

Modelo	Romero	R&M	GPRS
AR (1)	-0.4555083*** (-0.172222) No. Observaciones: 66 Log likelihood = -698.9453 Portmanteau= 37.4957	-0.6630068*** (-0.0935573) No. Observaciones: 68 Log likelihood = -747.5686 Portmanteau= 37.4345	-0.8410236*** (-0.1047203) No. Observaciones: 68 Log likelihood = -753.9785 Portmanteau= 19.1515
AR (2)			-0.6973825*** (0.1248601) No. Observaciones: 68 Log likelihood = -753.9785
AR (3)			-0.5478323*** (0.1099324) No. Observaciones: 68 Log likelihood = -753.9785

Fuente: Elaboración propia con resultados del modelo en STATA.

### 5.3 Resultados del pronóstico

Después de hallar el modelo más apropiado para estimar la demanda de BY zucaritas se realizó el pronóstico para las siguientes cinco semanas y se obtuvieron los datos de la tabla 10 y gráficos 11, 12 y 13.

**Tabla 10. Pronósticos de los modelos**

Distribuidor	Producto	Semana	Pronóstico	Distribuidor	Producto	Semana	Pronóstico
Romero	Zucaritas	23	24,331	R&M	Zucaritas	23	39,371
Romero	Zucaritas	24	14,432	R&M	Zucaritas	24	13,235
Romero	Zucaritas	25	18,941	R&M	Zucaritas	25	30,563
Romero	Zucaritas	26	16,887	R&M	Zucaritas	26	19,075
Romero	Zucaritas	27	17,823	R&M	Zucaritas	27	26,692

Distribuidor	Producto	Semana	Pronóstico
GPRS	Zucaritas	23	40,006
GPRS	Zucaritas	24	16,369
GPRS	Zucaritas	25	26,974
GPRS	Zucaritas	26	22,216
GPRS	Zucaritas	27	24,351

Fuente: Elaboración propia con resultados del modelo en STATA.

Gráfico 11. Pronostico Romero

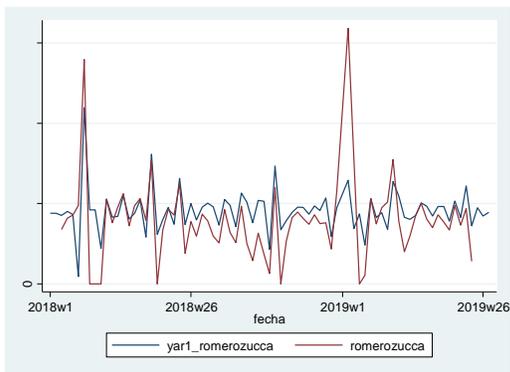


Gráfico 12. Pronostico R&M

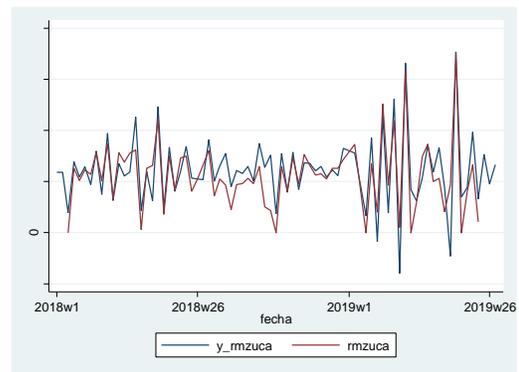
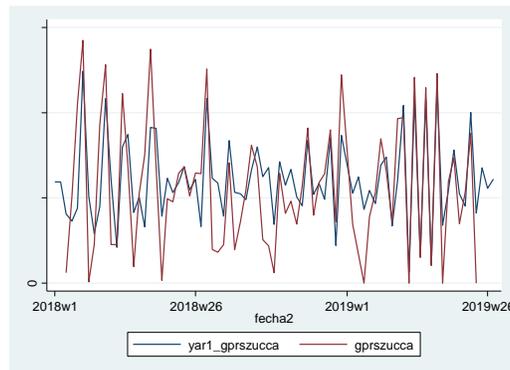


Gráfico 13. Pronostico GPRS



Fuente: Elaboración propia con resultados del modelo en STATA.

Como se observa en los gráficos anteriores, para los tres distribuidores los pronósticos siguen la serie original. Para el caso de los distribuidores Romero y R&M, el MAPE con los modelos estimados versus el MAPE real tuvo mejora del 5% para cada uno. Mientras que para el distribuidor GPRS el

indicador aumento con el pronóstico estimado con el modelo pero se observan variaciones semanales por encima del 100% como se muestra en la siguiente tabla 11.

**Tabla 11. Comparación de pronósticos del distribuidor GPRS**

DS	Semana	Pronostico Real	Pronostico con Modelo	Venta	Mape Real	Mape Stata
GPRS	23	-	25,165	-	0%	30%
	24	4,200	23,120	-	5%	28%
	25	20,700	25,990	33,100	15%	9%
	26	54,900	25,829	57,600	3%	38%
	27	-	24,428	-	0%	30%

**Fuente: Elaboración propia con resultados del modelo en STATA.**

A pesar de obtener un modelo ARIMA para el distribuidor GPRS y tener normalidad en los residuales, al hacer la validación del indicador MAPE para la referencia Bonyurt Zucaritas, no se ve en este alguna disminución, por el contrario, se obtiene un dato con un punto porcentual por encima del MAPE inicial (54%). Por lo tanto esta metodología para estimar la demanda no funciona para el cliente GPRS y el producto Bonyurt Zucaritas.

#### **5.4 Nuevos MAPEs con los Modelos de Predicción**

Utilizando los valores pronosticados por los modelos identificados y estimados, se observa que para el caso del Bonyurt zucaritas de los distribuidores Comercializadora Romero y Cia SAS y Comercializadora R&M SAS se obtienen reducciones importantes en el MAPE acumulado de 29% a 38% (tabla 12).

**Tabla 12. Comparación de indicador MAPE**

Distribuidor	Producto	MAPE REAL	MAPE MODELO
Romero	Zucaritas	57%	19%
R&M	Zucaritas	52%	23%
GPRS	Zucaritas	54%	55%

**Fuente: Elaboración propia con resultados del modelo en STATA.**

La diferencia entre la planeación actual y el modelo para estimado para la demanda del distribuidor Comercializadora Romero presenta una mejoría del MAPE en 38 puntos porcentuales con 204.886 unidades de error absoluto frente a un error inicial de 649.705 unidades, es decir, hubo una reducción en el error de 444.819 unidades (8 Tractomulas) que Alpina pudiera haberse ahorrado en fabricación, transporte y almacenamiento.

Por otro lado, para el distribuidor R&M hubo mejoría en el MAPE de 29 puntos porcentuales con 490.173 unidades de error absoluto frente a un error inicial de 838.420 unidades, es decir, hubo reducción de 348.248 unidades (7 tractomulas).

Para valorizar la reducción en el indicador se tiene en cuenta el error absoluto del pronóstico real y el pronóstico obtenido del modelo en comparación con la venta real. A partir de esto se obtiene el ahorro presentado en la tabla 13.

**Tabla 13. Ahorros con modelos ARIMA**

Area	Concepto	Ahorro		Total
		DS Romero	DS R&M	
Compras	Materiales	\$ 193,469,631	\$ 207,921,963	\$401,391,594
Logística	Almacenamiento	\$ 7,413,652	\$ 7,967,458	\$ 15,381,110
Logística	Transporte	\$ 8,896,383	\$ 9,560,949	\$ 18,457,332
		<b>\$ 209,779,665</b>	<b>\$ 225,450,370</b>	<b>\$435,230,036</b>

**Fuente: Elaboración propia con resultados del modelo.**

Los resultados de utilizar modelos ARIMA para estimas los pronóstico de demanda de Bonyurt Zucaritas para los clientes Romero y R&M muestran un ahorro de 435 millones de pesos en 68 semanas y muestra una oportunidad de mejora en el proceso de planeación de demanda de los clientes de Alpina.

## **6. CONCLUSIONES**

Con los modelos estimados a través de la metodología ARIMA se proyectó una disminución en el indicador MAPE de la referencia Bonyurt Zucaritas para dos de los distribuidores más grandes de Alpina, lo cual representa un ahorro en toda la cadena logística de la compañía. Para el cliente Romero se estimó un ahorro 209 millones de pesos en 68 semanas y para el cliente R&M un ahorro de 225 millones en las mismas semanas, para un total de 435 millones.

Con la posibilidad de replicar este modelo para todas las referencias de Alpina (550 SKUs) y para los 50 clientes del canal distribuidores se espera que los ahorros sean mucho mayores e impacten positivamente el EBITDA de la compañía desde las ejecuciones de compras, almacenamiento, producción y transporte, haciendo de esta forma más eficiente y rentables las operaciones de producción y comercialización de productos en todo Colombia acorde a la estrategia de crecer de manera rentable y sostenible financieramente con el incremento del margen bruto.

Es importante aclarar que no existe un único modelo que funcione para estimar todo el portafolio de referencias que vende Alpina ni que pueda ser utilizado por todos los clientes de la compañía. Por este motivo se debe revisar cada una de las referencias y cada uno de los clientes de forma independiente.

Además, el indicador del MAPE se logró reducir en diferentes proporciones para dos de los tres clientes elegidos para estimar los modelos. Lo cual demuestra que esta metodología no tiene un resultado estándar.

## **7. LIMITACIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES**

### **Periodicidad**

Dentro de los modelos estimados no se están teniendo en cuenta variables macro que pueden afectar la decisión de compra de los clientes durante los periodos analizados. Por esto, se hace

necesario analizar constantemente la información con relación a hechos como paros nacionales, cambios agresivos en el clima (fenómeno del niño y fenómeno de la niña), enfermedades bovinas, entre otros factores.

### **Futuras Investigaciones**

A futuro se debe trabajar en conjunto con los distribuidores para buscar la mejor forma de planear la demanda y construir en equipo planes de abastecimiento que sean costo -eficientes para las dos partes. Además, se deben crear los espacios necesarios para capacitar a los distribuidores en la forma de planear y el entendimiento del mercado, la red de suministro y los impactos de las decisiones que se toman.

## ANEXO CONCEPTUAL

### 7.1 Control del pronóstico

El monitoreo y control de los modelos de pronóstico es importante para que las empresas puedan tomar acciones de mejora o aprovechar nuevas oportunidades para optimizar sus procesos o decisiones.

### 7.2 Nivel de Servicio

El nivel de servicio está relacionado con la cantidad de producto terminado disponible en las bodegas para suplir la demanda oportunamente a los clientes. De esta manera para mejorar este indicador es indispensable contar con la cantidad necesaria de las referencias solicitadas por el cliente además de asegurar la distribución y transporte para garantizar la entrega en la fecha requerida.

$$\text{Nivel de Servicio} = \frac{\text{Número de unidades entregadas}}{\text{Número de unidades pedidas}}$$

### 7.3 MAPE

El indicador MAPE (Mean Absolute Percentage Error), permite durante un periodo determinado calcular cual fue el error porcentual absoluto entre la cantidad pedida y la cantidad pronosticada.

$$MAPE = \frac{100}{N} \sum_{i=1}^N \left| \frac{X_i - \hat{X}_i}{X_i} \right|$$

### 7.4 Planeación de ventas y operaciones (S&OP)

La gestión de ventas y operaciones es una metodología que permita alinear la información de ventas con los procesos operativos de las organizaciones con el fin de preparar un escenario completo del plan estratégico para lograr los resultados deseados del negocio.

Esta coordinación entre las áreas permite entre otras cosas entender las capacidades de producción, compras, transporte, abastecimiento y distribución que se verán afectadas por la planeación de la demanda durante un horizonte determinado, generalmente un mes (Hermida, 2014).

### Ahorro R&M

Area	Referencia	Ahorro
Compras y Producción	SOBREC PET ZUC 20G	\$ 36,317,266
Compras y Producción	CEREAL ZUCARITAS - NUEVO	\$ 102,694,156
Compras y Producción	FOIL SIN IMPRESION - UNIDADES	\$ 5,521,448
Compras y Producción	VASO BONYURT ZUCARITAS ENCARTONADO FT	\$ 63,389,094
Logística	Posiciones de almacenamiento	\$ 7,967,458
Transportes	Fletes	\$ 9,560,949
		<b>\$ 225,450,370</b>

Fuente: Elaboración propia con resultados del modelo en STATA.

### Ahorro Romero

Area	Referencia	Unidades por estiba	Valor Unitario	Valor Error Mape
Compras y Producción	SOBREC PET ZUC 20G	35,625	\$ 76.0	\$ 33,792,909
Compras y Producción	CEREAL ZUCARITAS - NUEVO	1,000	\$ 214.8	\$ 95,556,045
Compras y Producción	FOIL SIN IMPRESION - UNIDADES	180,000	\$ 11.6	\$ 5,137,661
Compras y Producción	VASO BONYURT ZUCARITAS ENCARTONADO FT	20,250	\$ 132.6	\$ 58,983,016
Logística	Posiciones de almacenamiento	212	\$ 35,000.0	\$ 7,413,652
Transportes	Fletes	11	\$ 840,000.0	\$ 8,896,383
			<b>Total Ahorro</b>	<b>\$ 209,779,665</b>

Fuente: Elaboración propia con resultados del modelo en STATA.

## BIBLIOGRAFÍA

- Alpina. (05 de Mayo de 2016). *www.alpina.com.co*. Obtenido de <https://www.alpina.com.co/alpina-es-reconocida-como-una-empresa-altamente-innovadora/>
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., & Williams, T. A. (2008). *Estadística para Administración y Economía*. Mexico D.F: Cengage Learning Editores, S.A.
- Chase, R., Jacobs, R., & Aquilano, N. J. (2009). *Administración de operaciones producción y cadena de suministros*. México: Mc Graw Hill.
- Chopra, S., & Meindl, P. (2008). *Administración de la cadena de suministro*. México: Pearson Education.
- Dominguez, M. J. (2017). Thalec: Modelo para la gestion interna del conocimiento. *Capital Humano*, 68.
- Gaither, N., & Frazier, G. (2003). *Administración de producción y operaciones*. Mexico: International Thomson Editores.
- Hermida, Á. (14 de Noviembre de 2014). *S&OP: El proceso para la ejecución de la estrategia de negocio*. Obtenido de Forbes: <https://www.forbes.com.mx/brand-voice/sop-el-proceso-para-la-ejecucion-de-la-estrategia-de-negocio/>
- Moreno, M. (30 de Julio de 2017). Alpina le apuesta al largo plazo con inversiones en plantas. *Portafolio*.
- Roos, J. (1990). *The Machine that Changed the World*.
- Suarez, N. (11 de Febrero de 2012). *Escuela de Organización Industrial*. Obtenido de ¿QUÉ ES EL MÉTODO DELPHI?: <http://www.eoi.es/blogs/nataliasuarez-bustamante/2012/02/11/%C2%BFque-es-el-metodo-delphi/>

Werbinska-Wojciechowska, N. S. (2011). *Influence of the demand planning process on logistic system reliability. case study.* Total Logistic Management.