



Universidad Nacional de Tucumán
Facultad de Ciencias Económicas
Instituto de Administración
Investigación Operativa/Análisis Cuantitativo de
Negocios I



Trabajo de Campo Final: Farmaservis Año 2020

Grau Maximiliano maxigrau1@gmail.com – Paz Dumit, Gaston Gpazdumit@gmail.com -
Sanchez Mauroyriñis, Luciana SanchezM.luciana@gmail.com

Facultad de Ciencias Económicas, Instituto de Administración, Universidad Nacional de
Tucumán
Materia: Análisis Cuantitativo de Negocios I

Profesores:

- Prof. Lic. Medina Galván, Marcelo E.
- Prof. Lic. García, Javier Antonio

Índice

1 Resumen3
2 Introducción4
3 Definición de la Situación4
3.1 Empresa Bajo Estudio4
4 Marco Teórico5
5 Metodología de Investigación8
6 Desarrollo9
7 Conclusiones19
8 Bibliografía19

1. RESUMEN

El presente trabajo se realizó basado en una empresa familiar que posee 3 sucursales ubicadas dos de ellas en San Miguel de Tucumán y una tercera en La Banda del Río Salí que desarrolla sus actividades en la industria farmacéutica. De esta última se nos proporcionó la base de datos de las ventas mensuales agrupado en 6 rubros de productos que se comercializan.

Mediante la recolección de los datos se llevó a cabo el pronóstico de los meses siguientes para desarrollar a través de la Programación lineal, mecanismos que permitan determinar la mezcla óptima de productos que genere la mayor contribución marginal posible sujeta a las restricciones presentes en la farmacia.

Palabras Claves:

Farmacias - Pronóstico - Optimización - Modelación

ABSTRACT

The present work was carried out based on a family business that has 3 branches located two of them in San Miguel de Tucuman and a third in La Banda del Río Salí that develops its activities in the pharmaceutical industry. From the latter, we were provided with the database of monthly sales grouped into 6 items of products that are marketed.

Through the data collection, the forecast for the following months was carried out to develop, through linear programming, mechanisms that allow determining the optimal mix of products that generate the greatest possible marginal contribution subject to the restrictions present in the pharmacy.

Keywords:

Pharmacies - Forecast - Optimization - Modeling

2. INTRODUCCIÓN

Conocer las cantidades futuras de la demanda puede determinar el éxito o fracaso de una organización debido a que si tenemos conocimientos de las mismas nos permite desarrollar planes de acción empresarial lo más precisa y acertada posible.

El primer paso del trabajo fue la recolección de los datos a través de las bases de datos W-Farma de la sucursal ubicada en La Banda del Río Salí para poder así agruparlos y determinar el comportamiento de las variables a través de un diagrama de dispersión.

La herramienta de pronóstico utilizada se desarrolló por el software de POM-QM for Windows el cual permite una gran variedad de análisis de corto plazo en su gran mayoría.

Una vez obtenidos los pronósticos de las cantidades a demandar en los meses posteriores se desarrolló la programación lineal en el software Microsoft Excel el cual permitió determinar la mezcla óptima de los productos que maximicen la contribución marginal de la sucursal.

3. DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Incertidumbre de los volúmenes de ventas de las familias de productos de la farmacia “FARMASERVIS” en la sucursal ubicada en La Banda de Río Salí.

Esto impide la planificación del suministro de mercadería a la sucursal bajo estudio, y, por ende, la determinación de la cantidad óptima de productos que generen un mayor Margen de Contribución.

Para abordar este problema se plantearon los siguientes objetivos:

- Determinar las ventas de las familias de producto más representativas de la sucursal bajo estudio.
- Cumplir de las metas de utilidad y presupuesto de la empresa en base a las cantidades pronosticadas

3.1. EMPRESA BAJO ESTUDIO

Se seleccionó una empresa familiar que lleva a cabo sus actividades en la industria farmacéutica. La misma cuenta con 3 sucursales ubicadas en San miguel de Tucuman y La Banda del Río Salí; ambas con una capacidad de comercialización de más de 4000 productos disponibles entre los que se encuentran medicamentos, productos de perfumería, productos para bebés, leches, suplementos alimenticios y productos para limpieza en general.

El negocio posee una base de datos administrada por un sistema de farmacias en el cual se registran todos los movimientos, ya sea ventas, como ingresos y egresos de mercaderías hasta un maestro de clientes. Estos datos pueden ser exportados a Excel, Adobe Reader y a un Block de Notas, tanto como

para analizar como para elaborar el pedido dependiendo de las ventas puntuales para enviar a proveedores.

4. MARCO TEÓRICO

Pronosticar es la predicción de la evolución de un proceso o de un hecho futuro a partir de criterios lógicos y científicos. Las tres categorías de modelos son de series de tiempo, causal y cualitativo.

Método de series de tiempo

Una serie de tiempo se basa en una secuencia de datos igualmente espaciados. Estos modelos intentan predecir el futuro usando datos históricos. Suponen que lo que ocurra en el futuro es una función de lo que haya sucedido en el pasado.

Pasos para elaborar pronósticos

1. Determinar el uso del pronóstico: ¿qué meta tratamos de alcanzar?
2. Seleccionar los artículos o las cantidades que se van a pronosticar. Se emplea una variedad de modelos estadísticos, incluyendo promedios móviles, suavizamiento exponencial y análisis de regresión. El análisis cualitativo también se utiliza en el proceso.
3. Determinar el horizonte de tiempo del pronóstico
4. Seleccionar el modelo o los modelos de pronósticos.
5. Reunir los datos o la información necesaria para realizar el pronóstico.
6. Validar el modelo del pronóstico.
7. Efectuar el pronóstico.
8. Implementar los resultados.

Diagrama de Dispersión

Se grafica en dos dimensiones, con el tiempo en el eje horizontal. La variable que se pronostica (como las ventas) se coloca en el eje vertical. La gráfica ilustra la relación entre las ventas de un producto y el tiempo, y es útil para descubrir las tendencias o los ciclos. Después se desarrolla un modelo matemático exacto que describa esta situación.

Componentes de una serie de tiempo

Analizar una serie de tiempo significa desglosar los datos históricos en sus componentes y, luego, proyectarlos hacia el futuro. En general, una serie de tiempo tiene cuatro componentes:

1. Tendencia (T) es el movimiento gradual hacia arriba o hacia abajo de los datos en el tiempo.
2. Estacionalidad (S, por seasonality) es el patrón de la fluctuación de la demanda arriba o abajo de la recta de tendencia que se repite a intervalos regulares.
3. Ciclos (C) son patrones en los datos anuales que ocurren cada cierto número de años. Suelen estar vinculados al ciclo de negocios.

4. Variaciones aleatorias (R por Random variations) son “saltos” en los datos ocasionados por el azar y por situaciones inusuales; no siguen un patrón discernible.

Promedios móviles

Los promedios móviles son útiles si podemos suponer que las demandas del mercado permanecerán bastante estables en el tiempo, ya que al ser un negocio de demanda inelástica, las variaciones en la economía no afectan en gran medida a la demanda de los productos.

Suavizamiento exponencial

Es un método de pronósticos de uso sencillo, necesita llevar un registro de los datos pasados. La fórmula básica para el suavizamiento exponencial es:

Nuevo pronóstico del último periodo (demanda real del último periodo – pronóstico del último periodo) donde es un peso (o constante de suavizamiento) que tiene un valor entre 0 y 1, inclusive.

Programación Lineal

La formulación de un programa lineal implica el desarrollo de un modelo matemático que represente el problema administrativo.

La programación lineal (PL) es una técnica de modelado matemático ampliamente utilizada, que está diseñada para ayudar a los gerentes en la planeación y toma de decisiones respecto a la asignación de recursos.

Todos los problemas buscan maximizar o minimizar alguna cantidad, por lo general la utilidad o el costo. Nos referimos a esta propiedad como la función objetivo de un problema de PL. En todo caso el objetivo se debe establecer con claridad y debe definirse matemáticamente.

Pasos de la Programación Lineal

Los pasos en la formulación de una programación lineal son los siguientes:

1. Entender cabalmente el problema administrativo que se enfrenta.
2. Identificar el objetivo y las restricciones.
3. Definir las variables de decisión.
4. Utilizar las variables de decisión para escribir expresiones matemáticas de la función objetivo y de las restricciones.

Todos los problemas buscan maximizar o minimizar alguna cantidad, por lo general la utilidad o el costo. Nos referimos a esta propiedad como la función objetivo de un problema de PL. En todo caso el objetivo se debe establecer con claridad y debe definirse matemáticamente.

Un modelo de programación entera es un modelo que tiene restricciones y una función objetivo idénticas a las formuladas por la PL. La única diferencia es que

una o más de las variables de decisión tienen que tomar un valor entero en la solución final. Existen tres tipos de problemas de programación entera:

1. Los problemas de programación entera pura son casos donde se requiere que todas las variables tengan valores enteros.

2. Los problemas de programación entera mixta son casos en los cuales se requiere que algunas variables de decisión, aunque no todas tengan valores enteros.

3. Los problemas de programación entera cero-uno son casos especiales donde todas las variables de decisión deben tener valores de solución enteros de 0 o 1.

Heurística

Como metodología científica, la heurística es aplicable a cualquier ciencia e incluye la elaboración de medios auxiliares, principios, reglas, estrategias y programas que faciliten la búsqueda de vías de solución a problemas; o sea, para resolver tareas de cualquier tipo para las que no se cuenta con un procedimiento algorítmico de solución. Según Horst Müller: «Los procedimientos heurísticos son formas de trabajo y de pensamiento que apoyan la realización consciente de actividades mentales exigentes». Los procedimientos heurísticos como método científico pueden dividirse en principios, reglas y estrategias.

Herbert Simon (1962)

Herbert A. Simon concibe la tarea de la administración como una labor necesaria en la organización cuando asume de manera práctica la racionalidad en la toma de decisiones (en términos de los objetivos organizacionales). El criterio de racionalidad en la versión convencional subrayaba los resultados sobre los procesos; la racionalidad en el modelo convencional es como un dispositivo que traza los fines. Pero Simon consideraba que una de las mayores fortalezas para el crecimiento de las compañías era su capacidad de exponer abiertamente las posibilidades de tomar decisiones razonables que afectarán positivamente los intereses de jefes y subalternos, deliberando y examinando los medios. Por lo tanto, el referente primordial de las decisiones organizacionales no sería una junta de gobierno corporativo, sino una filosofía de acciones colectivas identificada de modo razonable por cada trabajador, en un ambiente laboral deliberativo (Simon 1991a).

Para Herbert A. Simon la gerencia es sinónimo de toma de decisiones, por lo que se interesó principalmente en estudiar las maneras como se lleva a cabo este proceso. La fuente reflexiva de su teoría es la racionalidad práctica. Argumenta que las decisiones corporativas son relevantes mientras puedan ser efectivas y entregar resultados. Sugiere que en el proceso de toma de decisiones hay básicamente tres etapas:

a. Encontrar ocasiones en las cuales exista una decisión a tomar, lo que podemos asociar con una actividad de inteligencia en el sentido militar.

b. Inventar, desarrollar y analizar posibles cursos de acción, lo que podría denominarse una actividad de diseño.

c. Elegir un curso particular de acción de todas las opciones posibles, representando una actividad "de opción/elección" u "optativa".

Las decisiones corporativas no se llevan a cabo en el vacío. Son tomadas en razón a condiciones específicas que así lo requieren: modificar los sistemas de mercadeo, mejorar las comunicaciones, integrar más empleados, despedir trabajadores, incrementar las ventas, recortar gastos, conceder estímulos. Herbert A. Simon es innovador en teoría de juegos y estrategias racionales. En la guerra como en la vida de las organizaciones las decisiones pueden determinar un curso de acontecimientos definitivo. Las decisiones involucran estrategias selectivas que pueden resultar muchas veces *subóptimas*. Por esto, una organización depende de decisiones pequeñas y variadas tomadas a lo largo del tiempo.

Para concluir el artículo de Herbert A. Simon, podemos decir que en realidad lo que nosotros conocemos en la jerga de la administración es el hombre administrativo, se diferencia ampliamente del hombre económico que cumplía con los supuestos de la economía clásica porque no se centra en maximizar o minimizar únicamente, sino que busca satisfacer distintas metas que establece la organización.

Programación por Metas

Es una extensión de la programación lineal que permite establecer más de un objetivo.

En el ambiente de negocios de la actualidad, la maximización de las utilidades o la minimización de los costos no siempre son los únicos objetivos que establece una compañía. Con frecuencia, la maximización de la utilidad total es tan solo una de varias metas, incluidos objetivos contradictorios como maximizar la participación de mercado, mantener el pleno empleo, ofrecer una administración ecológica de calidad, minimizar el nivel de ruido en el vecindario y satisfacer otras metas no económicas.

La desventaja de las técnicas de programación matemáticas como la programación lineal y entera es que su función objetivo se mide solamente en una dimensión. No es posible que la programación lineal tenga múltiples metas, a menos que todas estén medidas en las mismas unidades (como dólares), una situación bastante inusual.

Los pasos en la formulación de una programación por metas son los siguientes:

1. Entender cabalmente el problema administrativo que se enfrenta.
2. Identificar el objetivo y las restricciones.
3. Definir las variables de decisión o de desvío, están dadas por unos desvíos por debajo o por encima de la meta.
4. Utilizar las variables de decisión para escribir expresiones matemáticas de la función objetivo y de las restricciones.

5. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Como parte del trabajo de estudio se visitó la empresa para relevar datos respecto a los objetivos.

El alcance del estudio es de carácter descriptivo, en la búsqueda de predecir el comportamiento de la demanda.

En el presente se trabajó con un enfoque científico de investigación cuantitativa, de diseño longitudinal de tendencia al contar con datos de periodos temporales consecutivos en los cuales se analizan los cambios en las variables bajo estudio.

6. DESARROLLO

Etapas 1: Análisis de los Datos

Se inició al proceso mediante la extracción de la base de datos de los volúmenes de ventas de los periodos Enero 2010 hasta el periodo Mayo 2020.

La misma se extrajo del software W-Farma del cual se exportaron las ventas a una planilla de Excel. Dicha información es brindada por los dueños de la empresa.

Se consideró, para su mejor comprensión, la agrupación de los productos en familias o rubros de acuerdo a características en común de los artículos comercializados.

Para ello se determinaron las siguientes categorías:

Grupo 1 - Perfumería (compone los productos como ser: perfumes, prod. de ortopedia, bijouterie, juguetes, productos no clasificados, hospitalario)

Grupo 2 - Leches

Grupo 3 - Bebé

Grupo 4 - Limpieza

Grupo 5 - Alimentos

Grupo 6 - Medicamentos (compone los productos como ser: medicamentos fraccionados, medic. genéricos)

Estas categorías fueron clasificadas de esta manera en base a características similares para generar un pedido de stock (el sistema emite un listado automático en base a los productos que se vendieron desde la última vez que se exportó un pedido), ya sea por proveedor, familia de productos, frecuencia de pedido, etc.

Una vez volcados los datos de cada una de las 6 categorías de productos se procedió a visualizar los mismos a través de un diagrama de dispersión para observar el comportamiento de los datos y poder inferir su Tendencia, Estacionalidad, Ciclo como así también su comportamiento aleatorio.

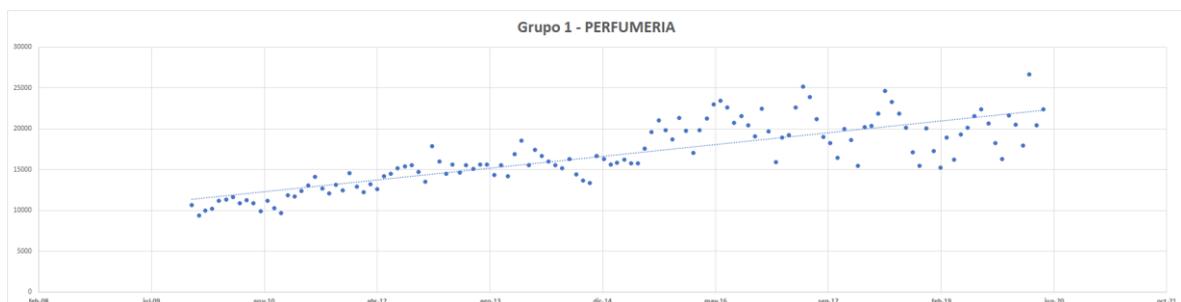


Gráfico 1

Serie de Tiempo Grupo 1 - Perfumería

En el gráfico 1 se puede observar el comportamiento de la variable bajo estudio (Cantidades vendidas) del Grupo 1 referido a perfumería, el cual contaba con una Tendencia creciente y además se pudo observar en la gráfica, picos de venta en los meses de Junio-Julio representando así la estacionalidad.

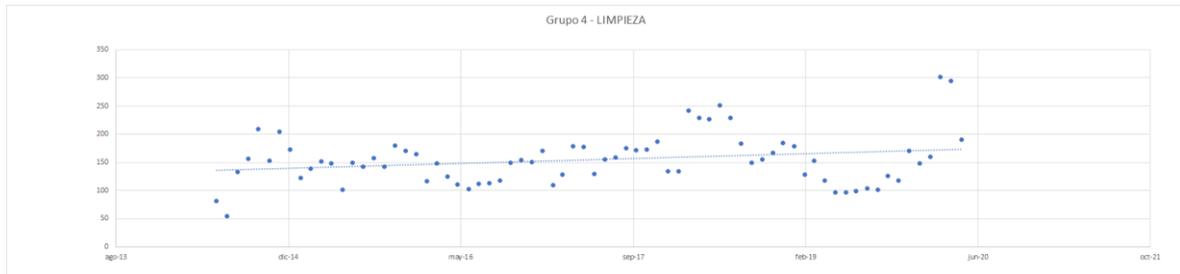


Gráfico 2
Serie de Tiempo Grupo 4 - Limpieza

Por otro lado, en el gráfico 2 se puede apreciar que el comportamiento de los valores del grupo 4 que representa a los artículos de limpieza presentan una leve tendencia, pero toma principal relevancia la aleatoriedad de los datos.

Una vez analizados todos los grupos de productos, se procedió a transferir los datos de cada uno al software POM-QM for Windows para poder llevar a cabo distintos métodos de pronóstico para así determinar cuál de ellos contaba con el menor Desvío Absoluto Medio (MAD) y con esto tener un parámetro para definir cuál es aquel que mejor se ajusta a las series de tiempo.

Se llevó a cabo las pruebas en base a los métodos de:

- Promedios móviles
- Promedios móviles Ponderados
- Suavización exponencial
- Suavización exponencial con tendencia
- Descomposición de series de tiempo

Una vez realizados los distintos tipos de pronósticos en cada una de las series de tiempo obtuvimos los siguientes resultados

Grupos	Promedios Móviles	Prom. Mov. Pond	Suavización exponencial	Suavización exponencial con tendencia	Descomposición	Alfa Suav. Expo
	MAD n=2	MAD; n=3	MAD	MAD	MAD	
Grupo 1 - Perfumería	1570,219	1539,132	1513,924	1575,929	1500,619	0,36
Grupo 2 - Leches	364,159	359,003	336,256	368,175	489,358	0,73
Grupo 3 - Bebés	12,37	11,678	11,325	11,349	24,383	0,39
Grupo 4 - Limpieza	27,493	26,691	25,63	29,515	29,456	0,75
Grupo 5 - Alimentos	10,079	9,766	10,958	12,009	16,789	0,72
Grupo 6 - Medicamentos	1452,219	1369,542	1338,412	1385,765	1464,11	0,37

Tabla 1 - Selección del método de pronóstico
Software QM for Windows

En la Tabla 1 indica aquellos métodos a utilizar en las series de tiempo de las familias de productos de la organización.

Etapa 2: Pronóstico

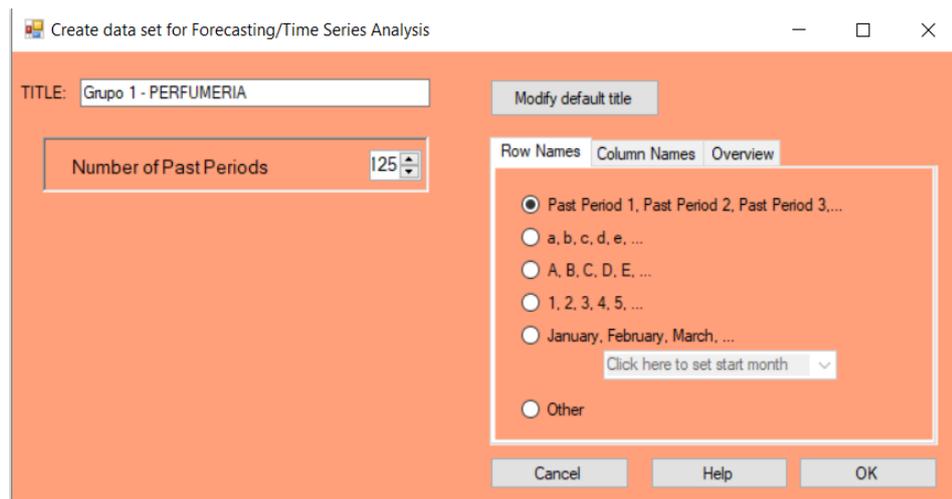
Pronostico en Excel

Utilizando los datos históricos del Grupo 1 - Perfumería realizamos una Descomposición para determinar la demanda de los próximos 7 meses, el cual nos dió como resultado un **DMA = 1.500,62**, para empezar el método consiste en calcular el índice estacional, de esta forma podremos saber la demanda desestacionalizada y mediante una Regresión Lineal pronosticar la demanda desestacionalizada, la cual multiplicando por el Índice Estacional nos daría como resultado un Pronóstico Estacionalizado.

A continuación, calculamos en base a una Regresión Lineal sin estacionalidad y el resultado fue de **DMA = 1.678,64**, la cual descartamos por ser superior al Desvío Medio Absoluto que habíamos obtenido anteriormente.

Pronóstico en POM-QM for Windows

En esta etapa procedimos a realizar pronósticos a través del software QM de Windows, de la demanda para los 14 periodos posteriores (125 al 139) para cada aquellos grupos que se definió trabajar con el modelo de descomposición de series de tiempo



El primer paso es crear un nuevo archivo dentro del software para el análisis de series de tiempo, en el cual se solicita la cantidad de datos de períodos pasados que posee los distintos grupos de productos (En este caso 125 periodos pasados)

Grupo 1 - PERFUMERIA	
	Demand(y)
Past Period 1	10645
Past Period 2	9356
Past Period 3	9974
Past Period 4	10237
Past Period 5	11145
Past Period 6	11309
Past Period 7	11595
Past Period 8	10871
Past Period 9	11245
Past Period 10	10896
Past Period 11	9872
Past Period 12	11141
Past Period 13	10308
Past Period 14	9643
Past Period 15	11826
Past Period 16	11740
Past Period 17	12345
Past Period 18	13039
Past Period 19	14126
Past Period 20	12710
Past Period 21	12053
Past Period 22	13162

Luego se procede a la carga de los datos pasados de la variable bajo estudio y seleccionar el método sobre el cual se desarrollará la serie de tiempo seleccionada. Con el grupo 1 se procedió a trabajar con la metodología antes mencionada de Descomposición de Series de Tiempo.

Measure	Value	Future Period	Unadjusted Forecast	Seasonal Factor	Adjusted Forecast
Error Measures		126	22352,53	1,071	23950,36
Bias (Mean Error)	4,24	127	22440,35	1,083	24306,89
MAD (Mean Absolute Deviation)	1500,619	128	22528,18	1,052	23701,93
MSE (Mean Squared Error)	3413902	129	22616	1,009	22823,17
Standard Error (denom= $n-2-12=111$)	1960,736	130	22703,82	0,962	21831,18
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	0,08802	131	22791,65	0,882	20106,94
Regression line (unadjusted forecast)		132	22879,47	1,072	24519,42
Demand(y) = 11286,69		133	22967,3	0,992	22780,07
+ 87,824 * time		134	23055,12	0,872	20095,2
Statistics		135	23142,95	0,997	23070,24
Correlation coefficient	0,88	136	23230,77	0,971	22548,04
Coefficient of determination (r^2)	0,774	137	23318,59	1,038	24197,62
		138	23406,42	1,071	25079,58
		139	23494,24	1,083	25448,44

Tabla 2
Descomposición de Series de Tiempo - Perfumería
A través de POM-QM for Windows

La tabla 1 nos muestra del lado izquierdo las distintas medidas de precisión del modelo utilizado, en la cual podemos ver un **MAD=1.500,619** siendo igual al realizado paso a paso en Excel, y a su vez siendo el menor entre las distintas pruebas realizadas. Del lado derecho de la Tabla 1 podemos observar las cantidades pronosticadas (Adjusted Forecast) del Grupo 1 - Perfumería para el mes de Junio del corriente año (periodo 126) hasta Julio del año próximo (período 139), como así también como se comportaron dichas predicciones en cuanto a un mes

promedio por medio del índice estacional, el cual para el periodo 126 fue de 1,071 es decir que se comportó por encima de un mes promedio, mientras que el del periodo 131 se comportó por debajo de la media. En la última columna se encuentran los pronósticos ajustados para los 14 periodos correspondientes.

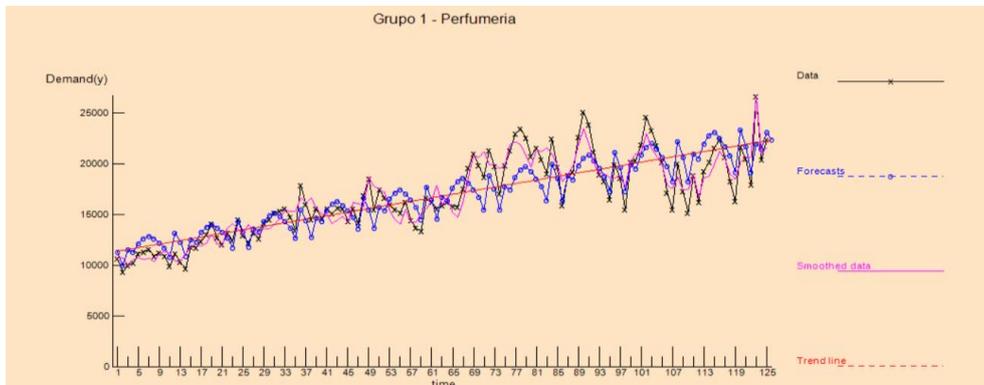
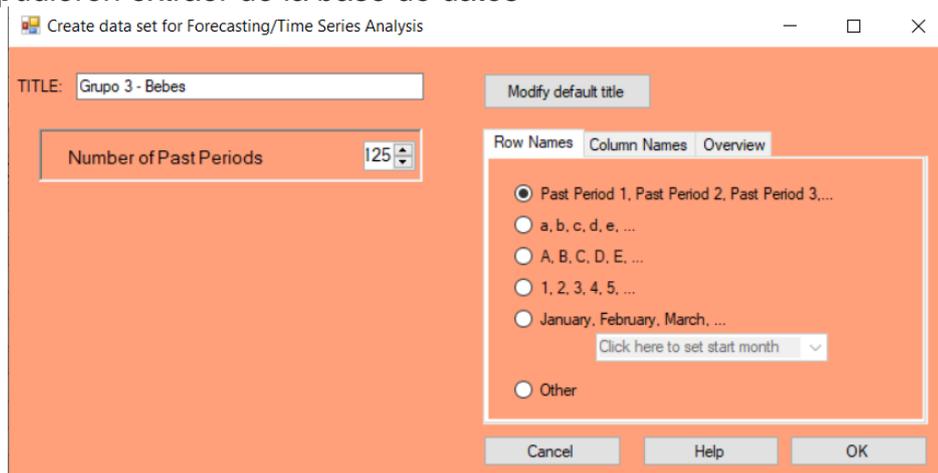


Gráfico 3
 Serie de Tiempo Grupo 1 - Perfumería
 Pronóstico a través de POM-QM for Windows

En el gráfico 3 podemos ver reflejada los datos de la serie de tiempo representados por una cruz de color negro, en rosa podemos apreciar la suavización de los datos a través de la extracción de la estacionalidad de la serie y por último podemos observar el comportamiento de los datos brindados por el pronóstico los cuales se encuentran alrededor de la línea de tendencia representados por una serie de puntos de color azul.

Por otro lado, el proceso de la carga de datos en el software para el método de suavizamiento exponencial es similar al de descomposición en los primeros pasos. Se Determina el análisis de una serie de tiempo, luego se cargan los datos de la misma. En el Grupo 3 - Bebés contaba con un total de 125 observaciones pasadas que se pudieron extraer de la base de datos



Luego se procede a la carga de los datos de la serie de tiempo y la selección del modelo con el cual se trabajará la misma, para este grupo se trabajó a través de la suavización exponencial cuyo valor del alfa que minimizaba el parámetro del MAD fue de 0,39.

Method		Alpha for smoothing	
Exponential Smoothing		0,39	

Grupo 3 - Bebés		
	Demand(y)	Forecast
Past Period 1	31	0
Past Period 2	22	0
Past Period 3	32	0
Past Period 4	28	0
Past Period 5	24	0
Past Period 6	32	0
Past Period 7	26	0
Past Period 8	29	0
Past Period 9	23	0
Past Period 10	27	0
Past Period 11	30	0
Past Period 12	31	0
Past Period 13	22	0
Past Period 14	38	0
Past Period 15	29	0
Past Period 16	41	0
Past Period 17	37	0
Past Period 18	39	0
Past Period 19	53	0
Past Period 20	41	0
Past Period 21	45	0
Past Period 22	53	0

Obtenido los resultados podemos observar que el valor de **MAD=11,325**. A su vez se determinó el valor de la demanda futura de esta familia de productos la cual será aproximadamente de 54,924 es decir 55 unidades aproximadamente.

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0,495
MAD (Mean Absolute Deviation)	11,325
MSE (Mean Squared Error)	245,932
Standard Error (denom=n-2=122)	15,81
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	0,17127
Forecast	
next period	54,924

Tabla 3
Serie de Tiempo Grupo 3 - Bebés
Pronóstico a través de POM-QM for Windows

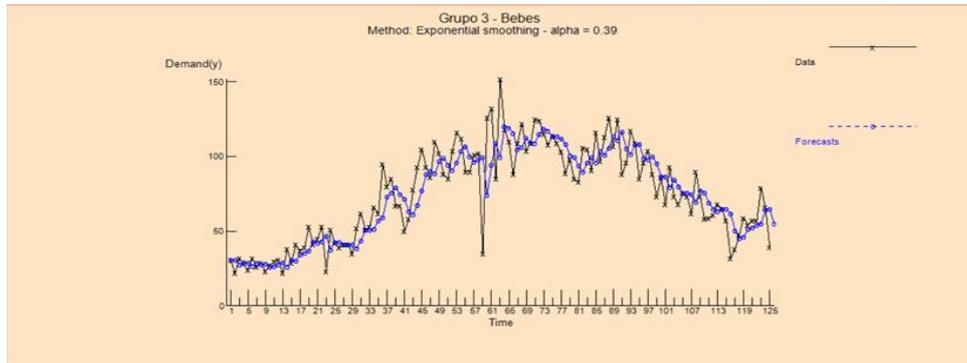


Gráfico 4
 Serie de Tiempo Grupo 3 - Bebés
 Pronóstico a través de POM-QM for Windows

Podemos observar en este gráfico los valores de la serie de tiempo del grupo 3 utilizados para pronosticar el periodo número 125 que corresponde a las demandas del mes de junio del presente año.

Para el grupo número 5 se aplicó el método de Promedios móviles ponderados, tomando en consideración un tamaño de $n=3$ siendo este la cantidad de períodos que se utilizaran para realizar el cálculo de los promedios móviles, se ponderó con una escala de 1 al 3 siendo 3 el periodo más reciente y 1 el periodo más antiguo.

Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	-1,664
MAD (Mean Absolute Deviation)	9,766
MSE (Mean Squared Error)	176,326
Standard Error (denom= $n-2=67$)	13,476
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	31,75%
Forecast	
next period	36

Tabla 4
 Serie de tiempo Grupo 5 - Alimentos
 Pronóstico a través de POM-QM for Windows

En la tabla 4 podemos ver el valor del pronóstico a través de este método el cual informa que la cantidad demanda para esta serie de tiempo será 36 unidades, además en cuanto a las medidas de precisión obtuvimos un $MAD= 9,766$.

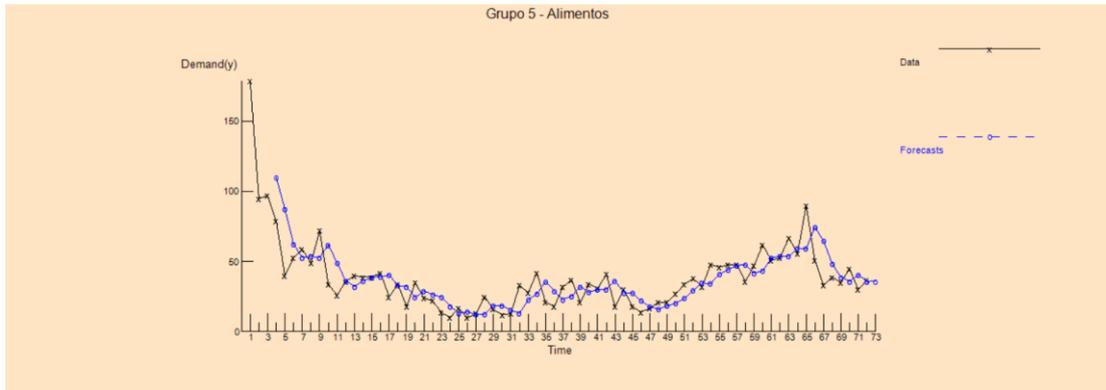


Gráfico 5
 Serie de Tiempo Grupo 5 - Alimentos
 Pronóstico a través de POM-QM for Windows

Finalmente, una vez trabajadas todas las series de tiempo de las distintas familias de producto obtuvimos el pronóstico para el mes próximo el cual se utilizará para realizar la programación lineal

Grupo/Familia	Metodo	Pronostico	MAD	N	Alfa
Grupo 1 - Perfumeria	Descomposicion	23950,36	1500,619	-	-
Grupo 2 - Leches	Suavizacion Exponencial	4294,437	336,256	-	0,73
Grupo 3 - Bebe	Suavizacion Exponencial	54,924	11,325	-	0,39
Grupo 4 - Limpieza	Suavizacion Exponencial	215,182	25,63	-	0,75
Grupo 5 - Alimentos	Promedio movil ponderado	36	9,766	3	-
Grupo 6 - Medicamentos	Suavizacion Exponencial	21013,29	1338,412	-	0,37

Tabla
 Serie de Tiempo
 A través de POM-QM for Windows

Etapa 3: PROGRAMACIÓN

Programación Lineal

Luego de la aplicación del pronóstico de cada familia de productos, se procedió con la aplicación del método de programación lineal a fin de determinar aquella mezcla de productos de los distintos grupos seleccionados que pueda maximizar las utilidades.

- Función Objetivo: **Maximizar Utilidades** = $54,38 X_1 + 89,94 X_2 + 324,64 X_3 + 92,57 X_4 + 640,26 X_5 + 92,66 X_6$
- Variables de Decisión:
 - **X1**: Cantidad De Productos a Vender del Grupo 1 - Perfumeria
 - **X2**: Cantidad De Productos a Vender del Grupo 2 - Leches

- **X3:**Cantidad De Productos a Vender del Grupo 3 - Bebés
 - **X4:**Cantidad De Productos a Vender del Grupo 4 - Limpieza
 - **X5:**Cantidad De Productos a Vender del Grupo 5 - Alimentos
 - **X6:**Cantidad De Productos a Vender del Grupo 6 - Medicamentos
- Restricciones:
 - **Financieras:** $\$39,15 X_1 + \$71,95 X_2 + \$233,74 X_3 + \$66,65 X_4 + \$512,21 X_5 + 73,75 X_6 \leq \$2.500.000$
 - **Demanda Perfumería:** $X_1 \geq 23.951$
 - **Demanda Leches:** $X_2 \geq 4294$
 - **Demanda Bebes:** $X_3 \geq 55$
 - **Demanda Limpieza:** $X_4 \geq 215$
 - **Demanda Alimentos:** $X_5 \geq 36$
 - **Demanda Medicamentos:** $X_6 \geq 21013$
 - **Números Enteros:** X_i con $i= 1,2,\dots,6$

Conjunto Solucion	Cantidades a Vender En el Mes de Junio	Precio medio	Montos totales
Grupo 1- Perfumeria	23951	\$ 54,38	\$ 1.302.396,75
Grupo 2 - Leches	4294	\$ 89,94	\$ 386.215,25
Grupo 3 - Bebes	55	\$ 324,64	\$ 17.855,47
Grupo 4 - Limpieza	215	\$ 92,57	\$ 19.902,70
Grupo 5 - Alimentos	0	\$ 640,26	\$ -
Grupo 6 - Medicamentos	16408	\$ 92,66	\$ 1.520.314,01
Funcion Objetivo			3.246.684,18

Etapa 4: PROGRAMACIÓN

Programación por Metas

Luego de la aplicación de la *Programación Lineal*, concluimos en que no brindaba una solución factible y no respondía al problema de investigación, por lo que se procedió con la aplicación del método de *Programación por Metas* a fin de determinar aquellos desvíos en las metas establecidas para que la mezcla de productos de los distintos grupos seleccionados pueda satisfacer la demanda.

- Variables de Decisión:

- **d7+:** Crédito necesario por encima de la meta establecida.
- **d8-:** Utilidad por debajo de la meta establecida.

En este caso las variables definidas son las que nos interesan a fin de aplicar el método, que serían determinar el desvío por encima del Crédito y disminuir el desvío por debajo de la utilidad esperada.

- Restricciones:

- **Meta Financiera (Crédito):** $\$39,15x_1 + \$71,95x_2 + \$233,74x_3 + \$66,65x_4 + \$512,21x_5 + \$73,75x_6 - \$(d7+) = \$2.500.000$
- **Meta de Utilidad esperada:** $15,23x_1 + 17,99x_2 + 90,90x_3 + 25,92x_4 + 128,05x_5 + 18,90x_6 + \$(d8-) = \$963.161,33$
- **Meta de Demanda Perfumería:** $x_1 = 23.951$
- **Meta de Demanda Leches:** $x_2 = 4.294$
- **Meta de Demanda Bebés:** $x_3 = 55$
- **Meta de Demanda Limpieza:** $x_4 = 215$
- **Meta de Demanda Alimentos:** $x_5 = 36$
- **Meta de Demanda Medicamentos:** $x_6 = 21.013$

Para cumplir con la demanda y lograr las metas deseadas es necesario que la empresa realice un pedido de ampliación en los Créditos ya que precisa de \$360.667,63 (d7+) adicionales al Crédito vigente, los cuales representarían una contribución marginal de \$108.863,88 (d8-).

Las *Restricciones de Demanda* fueron planteadas como una meta a satisfacer ya que si lo determinamos como una *Restricción Funcional o de sistema* sería una Restricción no acotada.

d7+	d8-
360.667,63	124.079,41

7. CONCLUSIONES

Al analizar los datos de la base proporcionada por Farmaservis pudimos observar cuales son las ventas mensuales por rubro y realizar gráficos de dispersión para determinar la metodología a seguir.

El pronóstico de las ventas mensuales ayudarán a la organización a determinar el stock necesario para poder hacer frente a la demanda de los meses siguientes para evitar costos por ventas perdidas, como así también determinar la cantidad de dinero necesario para poder abastecer dicho stock, lo que se relaciona con la negociación de los diversos proveedores ya que se podría solicitar montos superiores de créditos como también períodos más largos de pago permitiendo así que la organización pueda tener una liquidez mucho más segura en el tiempo.

Por otro lado al contar con una gran base de datos de la organización se podría recomendar la utilización de modelos econométricos que permitan hacer pronósticos a largo plazo como por ejemplos los modelos ARMA, ARIMA, entre otros muchos.

8. BIBLIOGRAFÍA

- BARRY RENDER, RALPH M. STAIR, JR. MICHAEL E. HANNA, TREVOR S. HALE (DÉCIMO SEGUNDA EDICIÓN): Métodos cuantitativos para los negocios: Pearson.
- Heurística.
<https://es.wikipedia.org/wiki/Heur%C3%ADstica>
- “HERBERT A. SIMON Y LA ECONOMÍA ORGANIZACIONAL”.
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0121-47722007000100007