

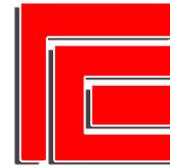
TRABAJO DE CAMPO ANÁLISIS CUANTITATIVO I

Estrategias Cuantitativas para la Toma de Decisiones de 'Mate & Co'

Gómez, Matías Luciano – Molina, Maria del Rosario

matiaslucianogomez3112@gmail.com - rosario molina

Resumen.....	2
Introducción.....	2
Situación Problemática.....	4
Preguntas de Investigación.....	4
Objetivo General.....	4
Objetivos Específicos.....	4
Marco Metodológico.....	5
Marco Teórico.....	5
Análisis cuantitativo y Toma de decisiones.....	5
Programación Lineal.....	7
Pronóstico.....	9
Aplicación.....	10
Paso 1: Recolección y Análisis de datos.....	10
Paso 2: Pronostico Demanda.....	12
Paso 3 : Programación por metas.....	16
Variables de decisión:.....	16
Se establecen como metas:.....	17
Las variables de desviación se definen como:.....	17
Función objetivo: minimizar la desviación total.....	18
Restricciones:.....	18
Paso 4: Resultados.....	19
Recomendaciones.....	21
Conclusiones.....	21
Apéndice.....	22
Anexo.....	25
Referencias.....	26



Resumen

El presente proyecto de investigación, en el marco de la materia Análisis cuantitativo de negocios de la Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Tucumán, tiene como objeto de estudio el emprendimiento "Mate & Co", dedicado a la venta de productos tradicionales argentinos, principalmente mates personalizados. Se aplicaron herramientas de análisis cuantitativo, como modelos de pronósticos y programación lineal, para ayudar al emprendedor a gestionar mejor los recursos frente a la situación problemática. Este trabajo busca identificar los productos más esenciales y satisfacer las metas de "Mate & Co" para junio de 2024.

Palabras Clave: Programación lineal – Pronóstico de demanda – Gestión de recursos – Análisis cuantitativo

Introducción

"Mate & Co" es un emprendimiento tucumano, fundado en junio de 2023 por Agustín, con el objetivo de ofrecer productos tradicionales argentinos, principalmente mates personalizados.

El emprendedor comenzó con su idea cuando vio la oportunidad de ofrecer a sus amigos la posibilidad de personalizar sus mates con el escudo de su club de rugby. A partir de esta idea, compró una máquina de grabado láser, aprendió a utilizarla y difundió los resultados a través de las redes sociales. Los productos que ofrece actualmente son:

- ❖ MATE TORPEDO

- ❖ MATE CAMIONERO
- ❖ MATE IMPERIAL
- ❖ MATES DE ACERO
- ❖ MATERA DE CUERO
- ❖ TERMO
- ❖ YERBA
- ❖ BOMBILLA

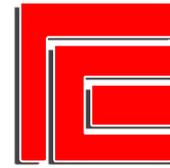
Figura n°1: Imagen de los productos.



Fuente : <https://www.instagram.com/lamatera10?igsh=MXdzMTBvdzFrbmN1bw%3D%3D>

Agustín es quien lleva a cabo los grabados de los mates, la comercialización, publicidad y lleva al día los registros de los proveedores y las ventas, es el único “empleado” del emprendimiento.

Ante el crecimiento del emprendimiento el propietario encontró obsoleta una herramienta esencial del negocio, su computadora. En esta el emprendedor utiliza la



computadora tanto para recibir los pedidos como para realizar la campaña de publicidad, pero primordialmente el diseño y configuración de la máquina láser para realizar las grabaciones personalizadas de los productos. Por este motivo, en mayo de 2024 decidió invertir en una nueva computadora.

Situación Problemática

La reciente inversión realizada ha implicado una erogación significativa, lo cual ha reducido el presupuesto disponible para el pedido mensual de materia prima, dejándolo por debajo del nivel usual. Ante esta situación, el emprendedor enfrenta el desafío de adquirir productos indispensables para el funcionamiento normal del negocio con recursos limitados.

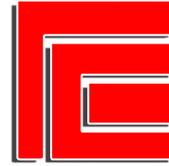
Es crucial encontrar la mezcla de compra ideal que maximice las utilidades y satisfaga la demanda actual, teniendo en cuenta las restricciones existentes. Por lo tanto se define el problema de la siguiente manera : ***“Necesidad de definir la mezcla óptima de productos a comprar con el fin de maximizar la ganancia del negocio”.***

Preguntas de Investigación

- ¿Qué comportamiento de los productos se espera en las ventas para el período de junio 2024?
- ¿Cuál es la mezcla óptima de compra para maximizar las ganancias del emprendimiento?

Objetivo General

Definir la mezcla óptima de productos a comprar con el fin de maximizar la ganancia del negocio.



Objetivos Específicos

1. Pronosticar el comportamiento de la demanda para el mes de Junio 2024
2. Determinar un plan de compras , alineándose con los recursos y capacidades de “Mate & Co”.

Marco Metodológico

Este estudio utilizará un enfoque cuantitativo de diseño no experimental de corte longitudinal con alcance descriptivo, ya que se trabajará con datos numéricos proporcionados por el dueño durante el periodo de doce meses.

Como técnicas de recolección se hará uso de:

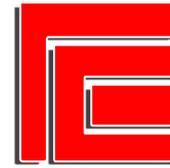
- Datos Secundarios (base de datos suministrada por el emprendimiento bajo análisis).
- Entrevista realizada al dueño.

Por último las herramientas de análisis cuantitativo a implementar serán : **Programación lineal entera y continua, además de Pronóstico.**

Marco Teórico

Análisis cuantitativo y Toma de decisiones

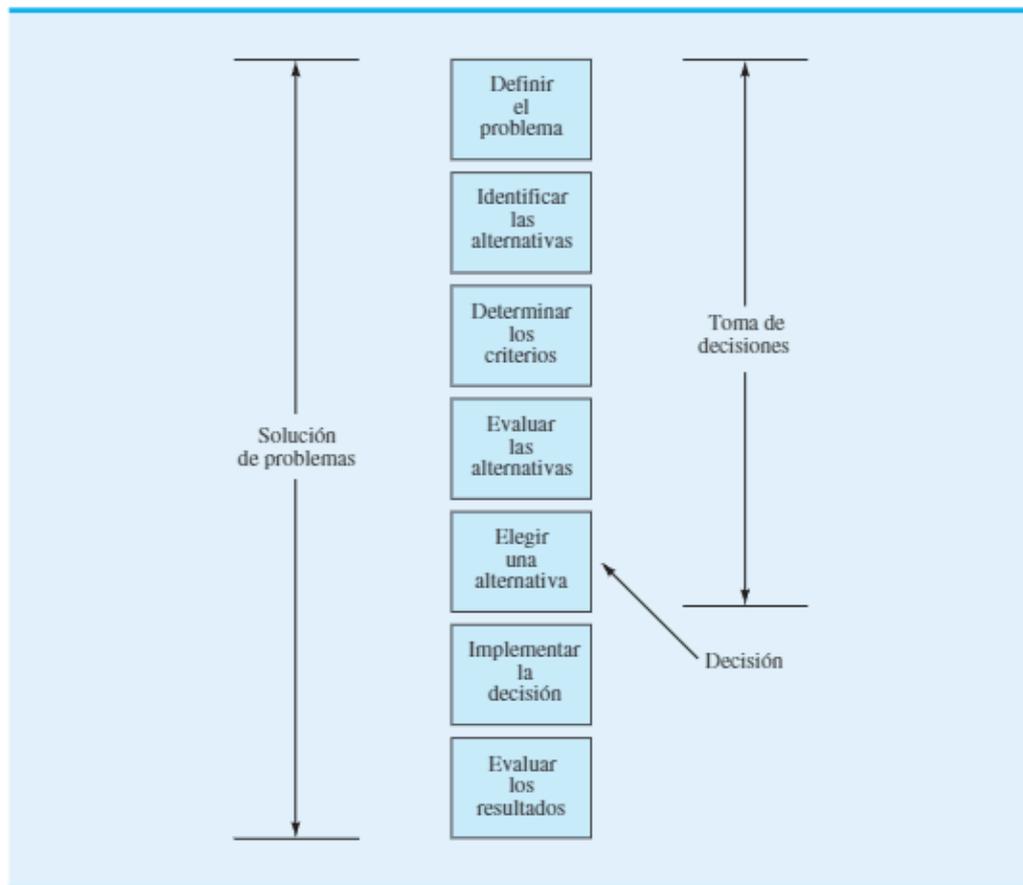
Anderson, David R., Sweeney, Williams, Camm y Martin (2011) afirman que el análisis cualitativo se basa principalmente en el juicio y la experiencia del gerente; incluye la “intuición” del administrador respecto al problema y es más un arte que una ciencia. Si el administrador ha tenido experiencia con problemas parecidos, o si el problema es relativamente sencillo, puede hacer mucho énfasis en el análisis cualitativo.



Sin embargo, si el gerente tiene poca experiencia con problemas parecidos, o si el problema es muy complejo, entonces el análisis cuantitativo del problema puede ser una consideración especialmente importante en la decisión final del gerente.

Cuando se utiliza el enfoque cuantitativo, el analista se concentrará en los hechos cuantitativos o datos asociados con el problema y desarrollará expresiones matemáticas que describen los objetivos, restricciones y otras relaciones que existen en el problema. Por lo tanto, al utilizar uno o más métodos cuantitativos, el analista hará una recomendación con base en los aspectos cuantitativos del problema, lo que permitirá aumentar la efectividad de la toma de decisiones al aprender más sobre la metodología cuantitativa y comprender mejor su contribución al proceso de toma de decisiones.

Figura n° 2: Relación entre la solución de problemas y la toma de decisiones.

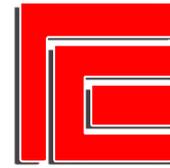


Fuente: Quantitative Methods for Business,11a. Ed. (pag 5).

El enfoque del análisis cuantitativo consiste en definir un problema, desarrollar un modelo, obtener los datos de entrada, desarrollar una solución, probar la solución, analizar los resultados e implementarlos (Render,Stair,Hanna, 2013).

A continuación se describirán las herramientas a utilizar en el presente trabajo:

- ❖ Programación lineal
- ❖ Pronósticos



Programación Lineal

Render, Stair y Hanna (2013) describen a la **programación lineal (PL)** como 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.

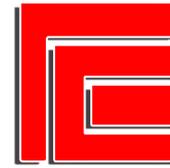
La segunda propiedad que los problemas de PL tienen en común es la presencia de **limitaciones o restricciones**, que acotan el grado en que se puede alcanzar el objetivo. Se deben expresar en términos de ecuaciones o desigualdades lineales. Las relaciones matemáticas lineales tan solo significan que todos los términos utilizados en la función objetivo y en las restricciones son de primer grado (es decir, no se elevan al cuadrado, al cubo o a una potencia mayor, ni se presentan más de una vez).

La tercera propiedad tiene que ver con que deben existir cursos de acción alternativos para elegir.

Se supone que existen condiciones de certeza, es decir, se conocen con certeza el número en el objetivo y en las restricciones, y no cambia durante el periodo de estudio.

Se hace la suposición de divisibilidad: las soluciones no necesitan ser números enteros. Por el contrario, son divisibles y quizá tomen cualquier valor fraccionario. Sin embargo, en otros tipos de problemas, los valores fraccionarios no tienen sentido. Si una fracción de un producto no se puede comprar (digamos, un tercio de un submarino), existe un problema de **programación entera**.

Por último, se supone que todas las respuestas o las variables son no negativas. Los valores negativos de las cantidades físicas son imposibles, pues sencillamente no se puede fabricar un número negativo de sillas, camisas, lámparas o computadoras.



Los pasos en la formulación de un programa lineal son los siguientes:

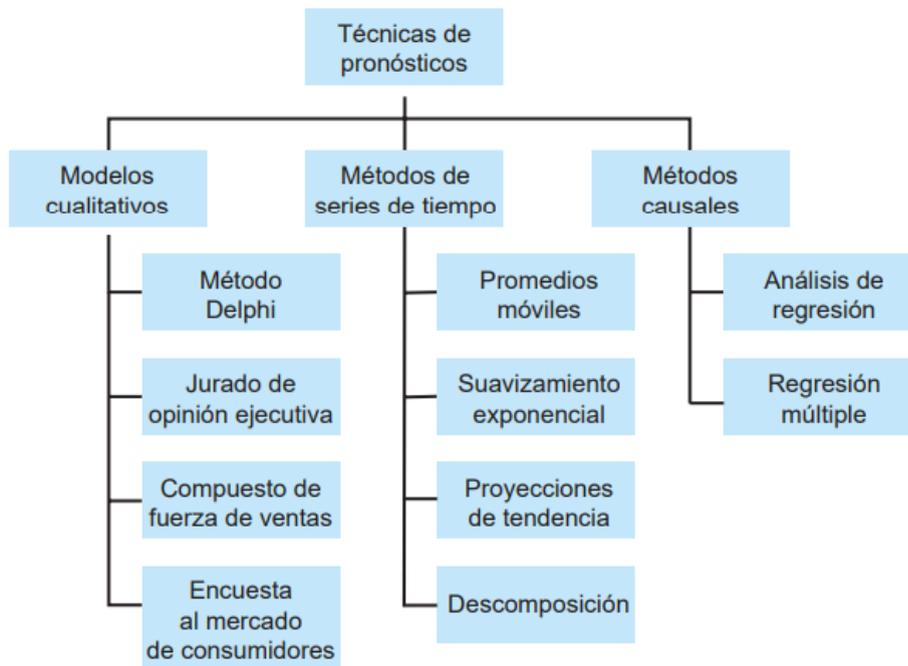
1. Entender cabalmente el problema administrativo que se enfrenta.
2. Identificar el objetivo y las restricciones.
3. Definir las variables de decisión.
4. Utilizar las variables de decisión para escribir expresiones matemáticas de la función objetivo y de las restricciones.

Pronóstico

Un aspecto esencial de la administración de cualquier organización es la planeación del futuro. En efecto, el éxito a largo plazo de una organización depende de cuán bien la gerencia anticipa el futuro y elabora las estrategias apropiadas. El buen juicio, la intuición y tener conciencia del estado de la economía pueden dar a un gerente una idea aproximada o “intuición” de lo que es probable que suceda en el futuro. Sin embargo, con frecuencia es difícil convertir esta intuición en un número que pueda usarse, como el volumen de ventas del siguiente trimestre o el costo de la materia prima por unidad para el año próximo (Render, Stair y Hanna, 2013).

Los métodos de elaboración de pronósticos se clasifican como cuantitativos o cualitativos:

Figura n°3: Modelos de Pronósticos.



Fuente: Render, Stair y Hanna (2013, pág 115).

En el presente trabajo aplicaremos métodos cualitativos, o más bien de series de tiempo.

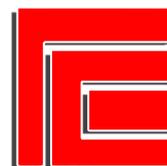
- Promedios Móviles
- Promedio ponderado
- Suavizamiento estacional
- Regresión lineal
- Desvío

Aplicación

Paso 1: Recolección y Análisis de datos.

El dueño proporcionó el siguiente registro de las ventas realizadas durante el periodo 2023-2024 (a partir de junio 2023) en el cual se discrimina el costo y el precio de venta.

Figura n°4: Registro de ventas periodo 2024.



Fecha	Artículos	Observaciones	\$ Costo	\$ Venta
4-mar	Imperial base alpaca	grabado	\$ 14.520,00	\$ 29.000,00
4-mar	Bombilla pl		\$ 2.700,00	\$ 5.000,00
5-mar	Imperial virola lisa	Envío \$700	\$ 11.520,00	\$ 21.250,00
7-mar	Imperial cincelado		\$ 11.850,00	\$ 21.500,00
7-mar	Imperial cuero croco	transferencia	\$ 11.910,00	\$ 23.000,00
14-mar	Imperial acero termico	grabado	\$ 6.815,00	\$ 15.800,00
14-mar	Matera de cuero		\$ 19.400,00	\$ 32.000,00
14-mar	Torpedo virola de alpaca lisa			\$ 23.000,00
14-mar	Bombilla pl		\$ 2.700,00	\$ 5.000,00
15-mar	Camionero de algarrobo	grabado/promo	\$ 3.970,00	\$ 9.800,00
16-mar	Camionero de calabaza	bombilla de regalo	\$ 7.210,00	\$ 16.500,00
17-mar	COMBO(matera, algarr alp, sobre, termo)	2 pagos (ONUR)	\$ 38.650,00	\$ 66.000,00
18-mar	torpdo ex, camionero acero	imp cinc y bomb		\$ 67.000,00
23-mar	Camionero de algarrobo	grabado	\$ 3.970,00	\$ 11.000,00
21-mar	termo negro		\$ 10.000,00	\$ 20.400,00
30-mar	matera simil			\$ 9.500,00
30-mar	camionero algarrobo grabado		\$ 3.970,00	\$ 11.000,00
30-mar	camionero algarrobo grabado		\$ 3.970,00	\$ 8.000,00

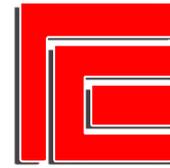
Fuente: Base Datos de "Mate & Co".

Mediante un proceso de limpieza de datos, se obtuvo la siguiente información relevante para el análisis, se procedió a agruparlos por categorías de productos, incluyendo las distintas variables de un mismo modelo :

Tabla n°1: Categoría de productos.

Categoría	Productos	Costo Unitario	Precio Venta	Margen
1	Bombilla	\$2.500,00	\$5.500,00	\$3.000,00
2	Mate camionero Algarrobo	\$3.970,00	\$8.300,00	\$4.330,00
	Mate camionero calabaza y cuero	\$4.710,00	\$16.500,00	\$11.790,00
3	Mate imperial acero termico	\$6.815,00	\$13.700,00	\$6.885,00
	Mate Imperial de algarrobo	\$9.120,00	\$18.850,00	\$9.730,00
	Mate imperial de calabaza pulida	\$11.510,00	\$25.000,00	\$13.490,00
4	Mate torpedo	\$12.000,00	\$23.000,00	\$11.000,00
5	Termo	\$10.000,00	\$20.400,00	\$10.400,00
6	Yerba	\$1.800,00	\$3.800,00	\$2.000,00
7	Matera de cuero	\$19.400,00	\$32.000,00	\$12.600,00
8	Mates de acero	\$6.320,00	\$13.000,00	\$6.680,00

Fuente : Elaboración propia .



En el caso de las categorías 2 y 3 se procedió a calcular el costo variable promedio y la contribución marginal promedio .

Costo variable :

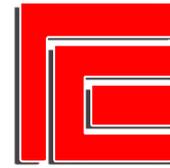
- Categoría 2: \$4340
- Categoría 3: \$9148

Contribución marginal :

- Categoría 2 : \$8060
- Categórica 3 : \$10035

Productos	Costo	Precio	Cmg
Mate Torpedo	12000	23000	3000
Mate Caminionero	4340	12400	8060
Mate Imperial	9148,33	19183,33	10035
Mate de Acero	6320	13000	6680
Matera de cuero	19400	32000	12600
Yerba	1800	3800	2000
Termo	10000	20400	10400
Bombilla	2500	5500	3000

A la hora de planear los pedidos de compra, el emprendedor tiene en cuenta una promoción otorgada por el proveedor. Cada 2 mates comprados, una bombilla le cuesta \$2500. Ya que si compra fuera de la promo, debería abonar \$3000 cada bombilla, Agustín se limita a comprar solamente dentro de la misma.



Paso 2: Pronostico Demanda

Previo a desarrollar la programación por metas se prosiguió con el pronóstico de la demanda de los distintos productos. Todos los pronósticos fueron realizados con la herramienta POM-QM, un software de apoyo para resolver problemas de investigación operativa. Se optó por el pronóstico que minimizó el DMA. Los gráficos de dichos pronósticos se encuentran en el apéndice.

Tabla n° 2: Pronóstico por regresión lineal Mate torpedo.

MATE TORPEDO	
Regresion lineal	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0
MAD (Mean Absolute Deviation)	0,955
MSE (Mean Squared Error)	1,301
Standard Error (denom=n-2=10)	1,25
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	15,66%
Regression line	
Demand(y) = 5,5	
0,154 * Time	
Statistics	
Correlation coefficient	0,422
Coefficient of determination (r ²)	0,178

Tabla n°3: Pronóstico por regresión lineal de Demanda Mate Camionero.



MATE CAMIONERO	
Regresión lineal	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0
MAD (Mean Absolute Deviation)	0,486
MSE (Mean Squared Error)	0,415
Standard Error (denom=n-2=10)	0,706
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	7,51%
Regression line	
Demand(y) = 5,727	
Statistics	
Correlation coefficient	0,537
Coefficient of determination (r ²)	0,289

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n° 4: Pronóstico por regresión lineal Mate torpedo.

Mate Imperial	
Regresión lineal	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0
MAD (Mean Absolute Deviation)	0,647
MSE (Mean Squared Error)	0,691
Standard Error (denom=n-2=10)	0,911
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	9,24%
Regression line	
Demand(y) = 2,803	
Statistics	
Correlation coefficient	0,966
Coefficient of determination (r ²)	0,933

Fuente: Elaboración propia.

Tabla n°5: Pronóstico por regresión lineal Mate Acero.

Mate Acero	
Regresión lineal	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0
MAD (Mean Absolute Deviation)	0,525
MSE (Mean Squared Error)	0,537
Standard Error (denom=n-2=10)	0,802
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	17,82%
Regression line	
Demand(y) = ,485	
Statistics	
Correlation coefficient	0,955
Coefficient of determination (r ²)	0,912



Fuente: Elaboración propia.

Tabla n°6: Pronóstico por regresión lineal Mate torpedo .

Matera de cuero	
Regresión lineal	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0
MAD (Mean Absolute Deviation)	0,868
MSE (Mean Squared Error)	1,179
Standard Error (denom=n-2=10)	1,189
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	37,53%
Regression line	
Demand(y) = 2,061	
Statistics	
Correlation coefficient	-0,227
Coefficient of determination (r ²)	0,052

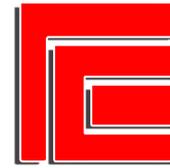
Fuente: Elaboración propia .

Tabla n° 7: Pronóstico por regresión lineal de Demanda Mate Camionero.

Terminos	
Regresión lineal	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0
MAD (Mean Absolute Deviation)	0,564
MSE (Mean Squared Error)	0,41
Standard Error (denom=n-2=10)	0,701
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	31,55%
Regression line	
Demand(y) = ,955	
Statistics	
Correlation coefficient	0,789
Coefficient of determination (r ²)	0,622

Fuente: Elaboración propia .

Tabla n° 8: Pronóstico por regresión lineal de Demanda de yerba canarias.



Yerba Canarias	
Regresión lineal	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	0
MAD (Mean Absolute Deviation)	1,116
MSE (Mean Squared Error)	1,792
Standard Error (denom=n-2=10)	1,466
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	28,70%
Regression line	
Demand(y) = 8,788	
Statistics	
Correlation coefficient	-0,87
Coefficient of determination (r ²)	0,757

Fuente: Elaboración propia.

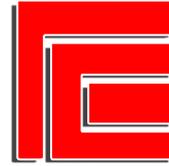
Tabla Nº 9: Demandas pronosticadas para junio de 2024.

Producto	Demanda junio 2024
Mate torpedo	8
Mate camionero	8
Mate imperial	15
Mate de acero	10
Matera de cuero	2
Termo	4
Yerba	0
Bombilla	10

Fuente: Elaboración propia.

Paso 3 : Programación lineal entera y continua

En base a los resultados de la demanda estimada para el periodo de junio 2024, se desarrolló una programación lineal entera (ya que se trabajó con unidades) y continua (para poder



acceder a los análisis de sensibilidad, además de realizar una comparación con los resultados de la programación con números enteros) .

A continuación se describen los elementos de la programación:

Variables de decisión:

X_1 = N° unidades de Mates torpedo.

X_2 = N° unidades de Mates camionero.

X_3 = N° unidades de Mates imperial.

X_4 = N° unidades de Mates de acero.

X_5 = N° unidades de Materas de cuero.

X_6 = N° unidades de Termos.

X_7 = N° unidades de Yerba Canarias.

X_8 = N° unidades de bombillas.

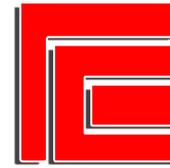
Función objetivo: maximizar la contribución marginal.

También expresado de la siguiente manera:

FO: \$11.000,00X₁+ \$8.060,00X₂+ \$10.035,00X₃ + \$11.000,00X₄ +\$6.680,00X₅+ \$12.600,00X₆+
\$2.000,00X₇+\$3.000,00X₈

Restricciones:

- Presupuesto



$$R2: \$12.000X_1 + \$4.340X_2 + \$9.148,33X_3 + \$6.320X_4 + \$19.400X_5 + \$10.000X_6 + \$1.800$$

$$X_7 + \$2.500X_8 \leq \$364800$$

- Demanda : mediante los resultados del pronóstico de la demanda esperada para el mes de junio , se establecen las siguientes restricciones .

$$R3: X_1 \leq 8$$

$$R4: X_2 \leq 8$$

$$R5: X_3 \leq 15$$

$$R6: X_4 \leq 10$$

$$R7: X_5 \leq 2$$

$$R8: X_6 \leq 4$$

$$R9: X_7 \leq 0$$

$$R10: X_8 \leq 10$$

- Política: Cada 2 mates comprados, una bombilla le cuesta \$2500. Ya que si compra fuera de la promo, debería abonar \$3000 cada bombilla, Agustín se limita a comprar solamente dentro de la misma.

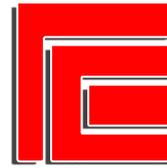
$$R11: 0,5X_1 + 0,5X_2 + 0,5X_3 + 0,5X_4 \geq X_8$$

- Restricción de No negatividad:

$$R12: X_i \in \text{reales}$$

Paso 4: Resultados

Imagen Nº 1: Configuración de Restricciones y variables de solver.



Parámetros de Solver

Establecer objetivo:

Para: Máx Mín Valor de:

Cambiando las celdas de variables:

Sujeto a las restricciones:

Convertir variables sin restricciones en no negativas

Método de resolución:

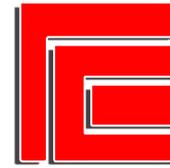
Fuente: Elaboración propia.

Imagen N° 2: Solución de solver.

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8			
VD		5,387920833	8	15	10	0	4	0	10		
CO		\$11.000,00	\$8.060,00	\$10.035,00	\$11.000,00	\$6.680,00	\$12.600,00	\$2.000,00	\$3.000,00	\$ 464.672	
SA											
R1 Presupuesto		12000	4340	9148,33	6320	19400	10000	1800	2500	364800 <=	364800
R2 Demanda x1		1								5,387920833 <=	8
R3 Demanda x2			1							8 <=	8
R4 Demanda x3				1						15 <=	15
R5 Demanda x4					1					10 <=	10
R6 Demanda x5						1				0 <=	2
R7 Demanda x6							1			4 <=	4
R8 Demanda x7								1		0 <=	0
R9 Demanda x8									1	10 <=	10
R10 Política Compra bombillazo		-0,5	-0,5	-0,5	-0,5				1	-9,193960417 <=	0

Fuente: Elaboración propia.

imagen n°3: Análisis de sensibilidad parte 1



Restricciones de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir	Rango de optimalidad	
\$B\$15	VD X1 MATE TORPEDO	5,387920833	0	\$ 11.000	2163,058176	6868,041237	\$ 4.132	\$ 13.163
\$C\$15	VD X2 MATE CAMIONERO	8	0	\$ 8.060	1E+30	4081,666667	\$ 3.978	#####
\$D\$15	VD X3 MATE IMPERIAL	15	0	\$ 10.035	1E+30	1649,030833	\$ 8.386	#####
\$E\$15	VD X4 MATE ACERO	10	0	\$ 11.000	1E+30	5206,666667	\$ 5.793	#####
\$F\$15	VD X5 MATERAS DE CUERO	0	-11103,33333	\$ 6.680	11103,33333	1E+30	#####	\$ 17.783
\$G\$15	VD X6 TERMOS	4	0	\$ 12.600	1E+30	3433,333333	\$ 9.167	#####
\$H\$15	VD X7 YERBA	0	0	\$ 2.000	1E+30	350	\$ 1.650	#####
\$I\$15	VD X8 BOMBILLAS	10	0	\$ 3.000	1E+30	708,3333333	\$ 2.292	#####

Fuente:Elaboración propia

Imagen n°4: Análisis de sensibilidad parte 2

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir	RANGO DE FACTIBILIDAD	
\$J\$19	R1 Presupuesto	364800	0,916666667	364800	31344,95	64655,05	300145	396145
\$J\$21	R2 Demanda x1	5,387920833	0	8	1E+30	2,612079167	5	#####
\$J\$22	R3 Demanda x2	8	4081,666667	8	14,89747696	7,22233871	1	23
\$J\$23	R4 Demanda x3	15	1649,030833	15	7,067415583	3,426302943	12	22
\$J\$24	R5 Demanda x4	10	5206,666667	10	10,23022943	4,959643987	5	20
\$J\$25	R6 Demanda x5	0	0	2	1E+30	2	0	#####
\$J\$26	R7 Demanda x6	4	3433,333333	4	6,465505	3,134495	1	10
\$J\$27	R8 Demanda x7	0	350	0	35,91947222	0	0	36
\$J\$28	R9 Demanda x8	10	708,3333333	10	8,32660566	10	0	18
\$J\$30	R10 Política Compra bombillas	-9,193960417	0	0	1E+30	9,193960417	-9	#####

Fuente: Elaboración propia.

Figura n°4: Resultados de la Programación Lineal con Enteros

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8			
VD		6	8	15	10	0	4	0	7		
CO		\$11.000,00	\$8.060,00	\$10.035,00	\$11.000,00	\$6.680,00	\$12.600,00	\$2.000,00	\$3.000,00	\$ 462.405	
SA											
R1 Presupuesto		12000	4340	9148,33	6320	19400	10000	1800	2500	364644,95 <=	364800
R3 Demanda x1		1								6 <=	8
R4 Demanda x2			1							8 <=	8
R5 Demanda x3				1						15 <=	15
R6 Demanda x4					1					10 <=	10
R7 Demanda x5						1				0 <=	2
R8 Demanda x6							1			4 <=	4
R9 Demanda x7								1		0 <=	0
R10 Demanda x8									1	7 <=	10
R11 Política Compra bombillas		-0,5	-0,5	-0,5	-0,5				1	-12,5 <=	0

Fuente:Elaboración propia



Se puede observar que el resultado otorgado por la programación lineal entera es levemente diferente que la continua. Debido que en la continua en la solución encontrada se reduce la cantidad de mates torpedo a 5 unidades, pero en la programación entera se reduce a 6 sacrificando así 3 bombillas.

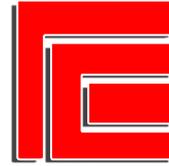
Considerando que el resultado en la PL continua si es representativa para los fines de este estudio, se utiliza para interpretar el análisis de sensibilidad.

Observaciones:

- 1) La contribución marginal óptima es de \$464.672
- 2) Los valores óptimos de las variable solución continua: 6 ud mate torpedo, 8 ud mate camionero, 15 ud mate imperial, 10 ud mate de acero, 0 ud materas de cuero, 4 ud termos, 0 ud de yerba y 10 ud de bombillas.
- 3) En el caso de los productos de mate torpedo y materia de cuero no se adquieren en totalidad las unidades establecidas (holgura). Luego esto se ve reflejado en el precio sombra de su correspondiente restricción.

Se concluye de los rangos de optimalidad del mate imperial, manteniéndose todas las otras variables constantes, si se redujera la contribución marginal del producto mencionado en \$1650, la combinación óptima de productos cambiaría.

Observando el precio sombra del mate camionero, se identifica que un cambio de una unidad de la demanda pronosticada del mismo, afecta en \$4082 a la contribución marginal final.



Recomendaciones

A partir del uso de las herramientas de análisis cuantitativo se concluye el siguiente plan de compra para el mes de junio de 2024.

- 6 Mates torpedo.
- 8 Mates camionero.
- 15 Mates imperiales.
- 10 Mates de acero.
- 0 Mates de cuero.
- 4 Termos.
- 0 Paquetes de yerba.
- 10 Bombillas.

Se recomienda al emprendedor reevaluar el precio del mate torpedo. Si se incrementa la contribución marginal de este producto en \$2100 mediante un aumento del precio y/o una reducción de los costos, se podrá determinar una nueva combinación óptima.

Conclusiones

Optimización de Recursos: El uso de modelos de programación por metas y pronósticos permitió desarrollar un plan de compras que otorga una utilidad satisfactoria y cumplir con la mayor parte de la demanda estimada para junio de 2024, teniendo en cuenta las restricciones presupuestarias.

Identificación de Productos Rentables: Se identificaron los productos con mayor contribución marginal, lo que permitió priorizar su compra y optimizar la utilización del presupuesto disponible.

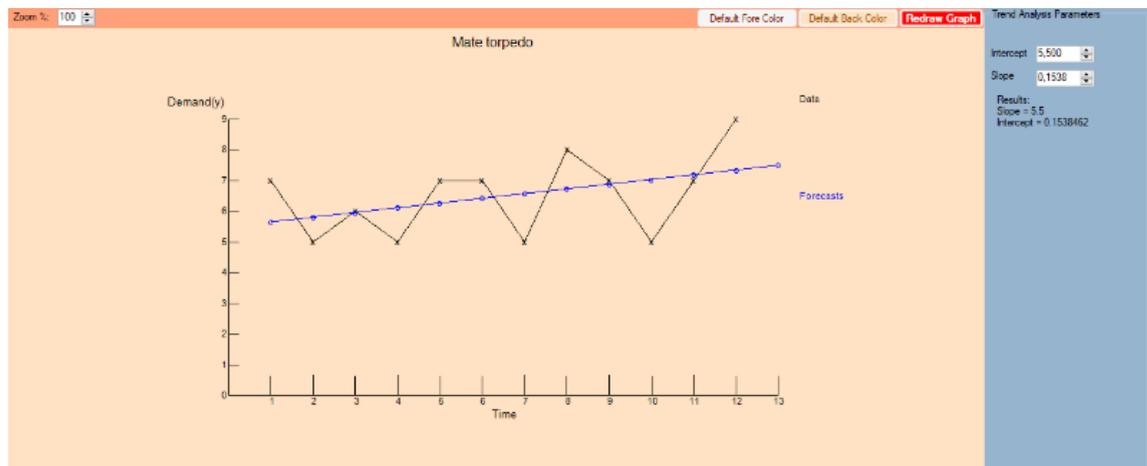
Satisfacción de la Demanda: A pesar de las restricciones presupuestarias, se logró satisfacer la mayoría de las demandas proyectadas para junio 2024, exceptuando algunos productos con menor tasa de contribución marginal.

Decisiones Estratégicas: La aplicación de técnicas cuantitativas facilita la toma de decisiones estratégicas, ayudando a "Mate & Co" a solucionar este problema urgente de asignación de recursos.

Anexo

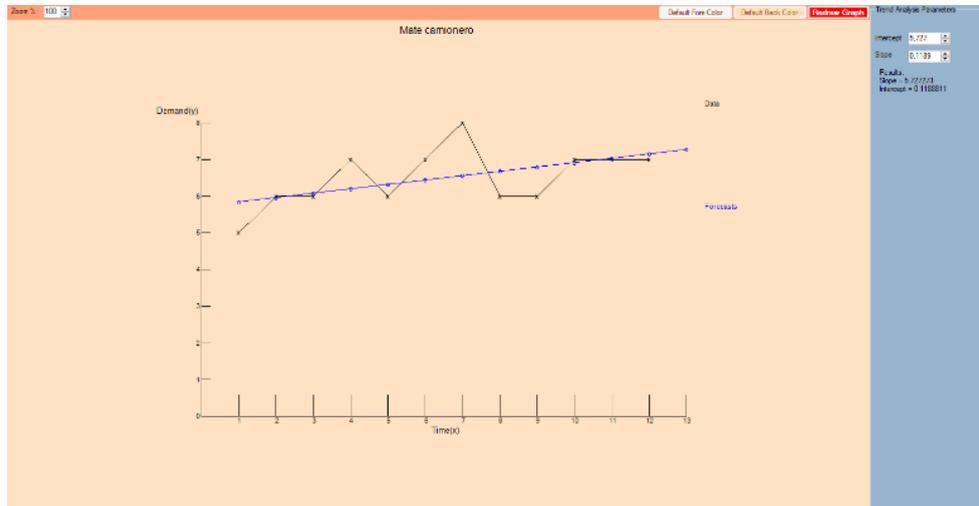
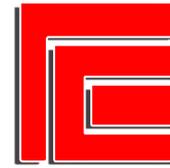
A continuación se presentan los resultados de los pronósticos realizados de cada producto

Gráfico N°1: Pronóstico por regresión lineal Mate torpedo.



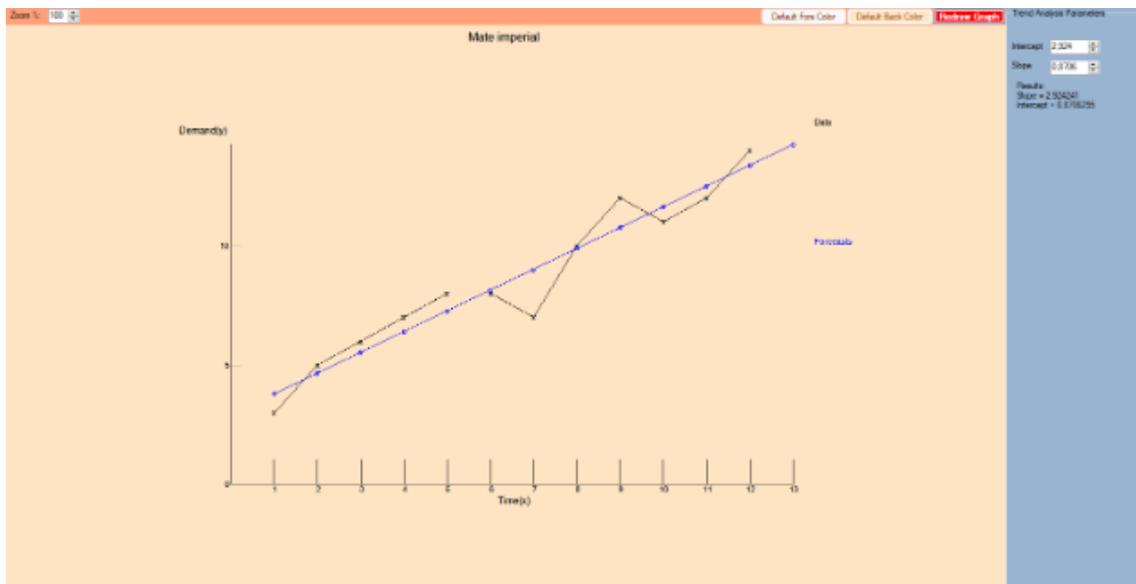
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°2: Pronóstico por regresión lineal Mate camionero.



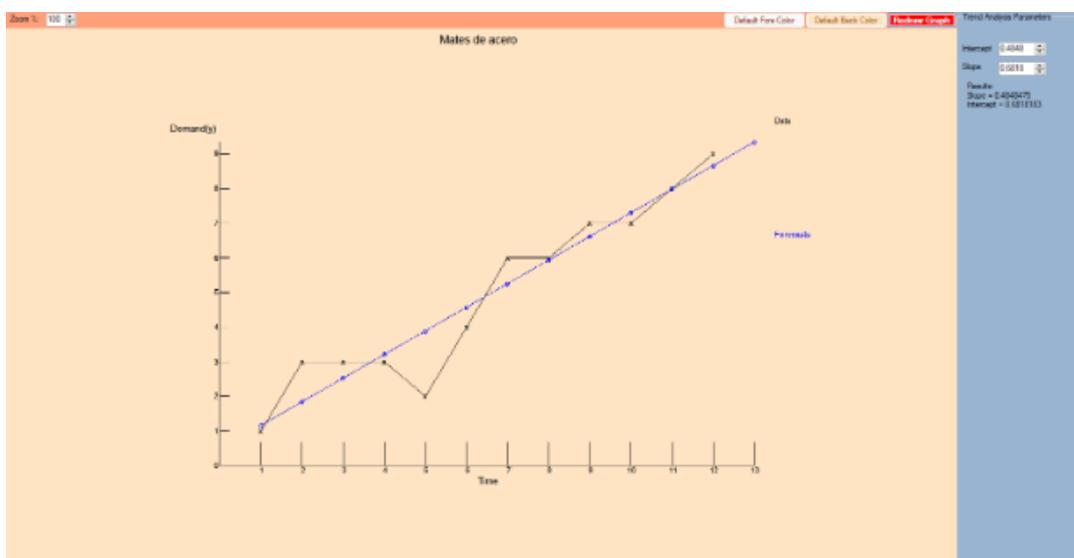
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°3: Pronóstico por regresión lineal Mate imperial.



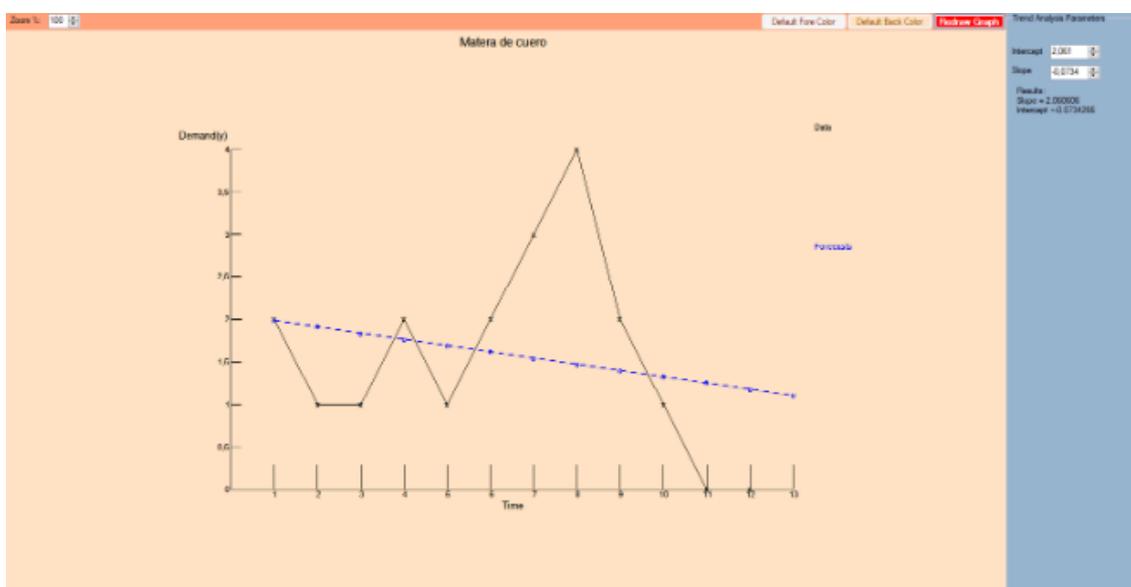
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°4: Pronóstico por regresión lineal Mate de acero.



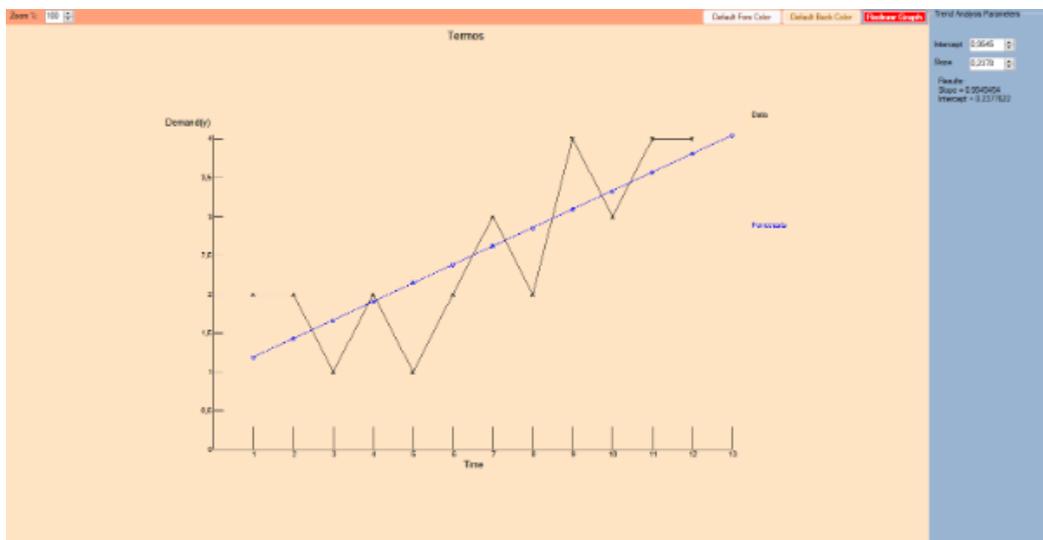
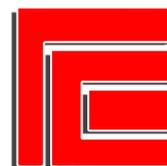
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°5: Pronóstico por regresión lineal Matera de cuero.



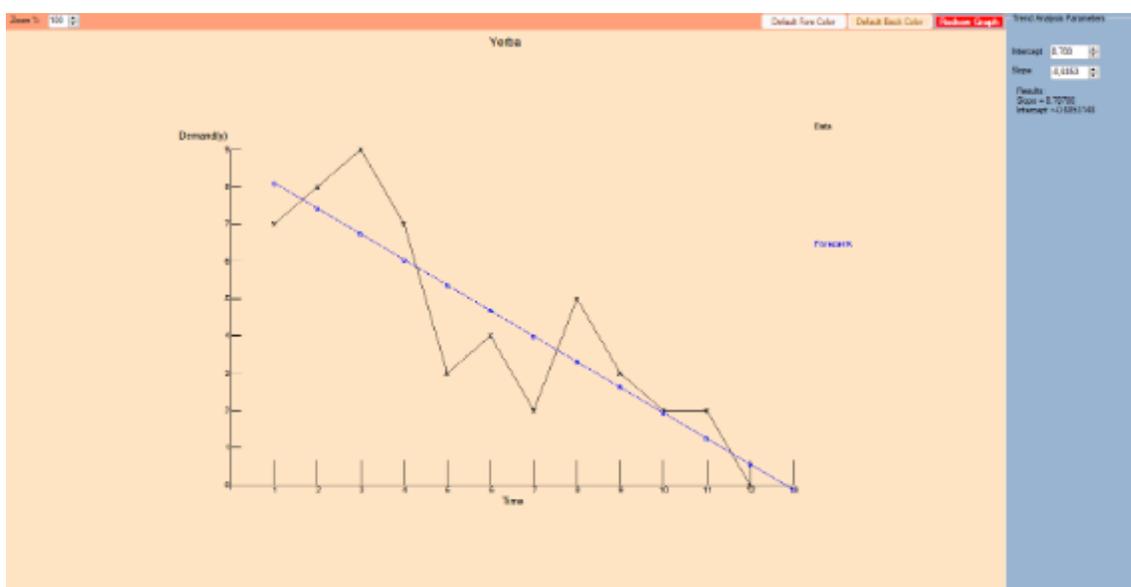
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°6: Pronóstico por regresión lineal Termos.



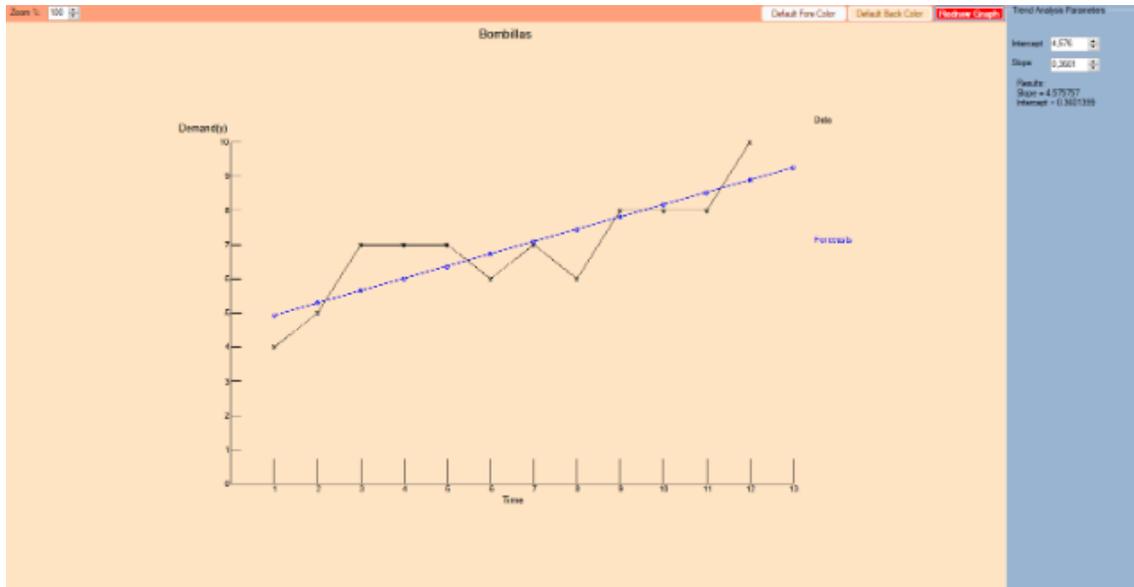
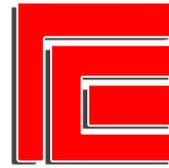
Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°7: Pronóstico por regresión lineal Yerba.



Fuente: Elaboración propia.

Gráfico N°8: Pronóstico por regresión lineal bombilla.



Fuente: Elaboración propia.

Bibliografía y Referencias

Render,Stair,Hanna.Editorial Predice Hall (2013). *Métodos cuantitativos para los negocios*.

Anderson ,Sweeney ,Williams ,Camm Martin (2011). *Métodos cuantitativos para los negocios,11a Ed.*

https://www.academia.edu/31709069/M%C3%A9todos_cuantitativos_para_los_negocios