



APLICACIÓN DE PRONÓSTICO Y PROGRAMACIÓN LINEAL EN UNA EMPRESA FABRICANTE DE ALFAJORES ARTESANALES

Garcia, Alvaro – Hilzinger, Nicolas – Palavecino, Lucas

aggarcia98@hotmail.com – nicolashilzinger@gmail.com – lucas.palavecino.94@gmail.com





RESUMEN

La empresa bajo estudio es una empresa de Santiago del estero, que se dedica a la fabricación y comercialización de alfajores artesanales, la cual actualmente está teniendo problemas para estimar su demanda y optimizar su producción. Por ende, este trabajo de investigación tiene como destino implementar herramientas de análisis cuantitativo y ayudar a la gerencia a la toma de decisiones

La investigación seguirá un enfoque metodológico de tipo cuantitativo de diseño de estudio de caso, porque se refiere a una situación en particular. Los datos se van a recolectar a través del sistema de información que posee la organización, donde además se llevarán a cabo reuniones virtuales (via Meet) con el dueño de la empresa.

Palabras clave: estimar demanda – análisis cuantitativo – toma de decisiones

INTRODUCCIÓN

N y J es una pequeña organización que surgió en el año 2020 en la pandemia a raíz de la situación que atravesaba el país. Originalmente los hermanos provienen de una familia de fabricantes de alfajores y chocolates artesanales, pero decidieron abrir su propia marca para obtener sus propios ingresos. Esta empresa está ubicada en la ciudad de Las Termas, en la provincia de Santiago del Estero.

Su emprendimiento se basa en la fabricación de alfajores artesanales y otros productos dulces.

Iniciaron vendiendo a familiares y amigos, haciéndose fuerte a través de las redes sociales, como ser el caso de Instagram, y realizando entregas de manera personal.

En la actualidad cuentan con diversas relaciones en el mercado como convenios con hoteles, supermercados y otras empresas del rubro gastronómico.

DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

La organización se encuentra en una etapa de crecimiento constante, incrementando la demanda de sus pedidos, pero vive en la incertidumbre con respecto a la fluctuación tan repentina de los pedidos de los alfajores. Debido a que sus productos no llevan conservantes estos no tienen una durabilidad mayor a 2 meses, y teniendo en cuenta que la demanda de sus productos no es siempre la misma durante todo el año, los hermanos se ven afectados en los tiempos de producción y la forma de venta.

Preguntas de investigación

1. ¿Cuáles son los períodos del año que mayor demanda tienen?
2. ¿Cómo se puede predecir la demanda durante el año?
3. ¿Cuál es la cantidad óptima de fabricación en cada mes, para cumplir con la demanda?



OBJETIVO GENERAL

El objetivo general de esta investigación es proponer herramientas de análisis cuantitativo para mejorar la toma de decisiones en el programa de producción de los alfajores de la empresa para el próximo semestre.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar el periodo de mayor demanda y cómo aprovecharlo
- Encontrar una solución a los problemas de baja demanda
- Encontrar la cantidad de producción óptima que genere una mayor contribución marginal.

MARCO TEÓRICO

Análisis Cuantitativo

Render, B. (2012) afirma que el análisis cuantitativo es el enfoque científico de la toma de decisiones administrativas. Este enfoque comienza con los datos. Los datos se manipulan o se procesan para convertirlos en información para quienes toman decisiones.

En muchas ocasiones, las decisiones se toman sin saber lo que ocurrirá en el futuro. Si se pudiera predecir lo que ocurrirá en el futuro con certeza, se podría optimizar el uso de los recursos o evitar aventurarse en emprendimientos que no funcionarán, por ejemplo. Muchos expertos basan sus técnicas de pronóstico en métodos cualitativos y subjetivos. También existen muchos modelos de pronósticos cuantitativos, como promedios móviles, suavizamiento exponencial, proyecciones de tendencias y análisis de regresión por mínimos cuadrados

Pronósticos

Render, B. (2012) expresa acerca de los Pronósticos que: “Los gerentes tratan siempre de reducir la incertidumbre e intentan hacer mejores estimaciones de lo que sucederá en el futuro. Lograr esto es el objetivo principal de la elaboración de los pronósticos. Existen muchas formas de pronosticar el futuro. En muchas empresas (sobre todo las pequeñas), el proceso completo es subjetivo e incluye los métodos improvisados, la intuición y los años de experiencia. También existen muchos modelos de pronósticos cuantitativos, como promedios móviles, suavizamiento exponencial, proyecciones de tendencias y análisis de regresión por mínimos cuadrados”

El autor en su libro considera tres tipos de modelos de pronósticos, en esta investigación aplicamos el siguiente: “Los modelos de series de tiempo intentan predecir el futuro usando datos históricos. Estos modelos suponen que lo que ocurra en el futuro es una función de lo que haya sucedido en el pasado.”



Programación Lineal

En cuanto a la segunda herramienta utilizada en este trabajo, **Render, B. (2012)** en su libro Método cuantitativos para los negocios define a la Programación lineal (PL) de la siguiente manera: “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.” Desglosando lo establecido por el autor, podemos indicar los requerimientos de un problema de programación lineal: “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 restricciones, que acotan el grado en que se puede alcanzar el objetivo. Los objetivos y las restricciones en los problemas de PL 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.”

Propiedades del modelo de programación lineal, **(Render, B. 2012):**

1. 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.
2. La presencia de limitaciones o restricciones acotan el grado en que se puede alcanzar el objetivo.
3. Tienen que existir cursos de acción alternativos para elegir.
4. Los objetivos y las restricciones en los problemas de PL se deben expresar en términos de ecuaciones o desigualdades lineales.
5. El término lineal implica tanto proporcionalidad como adición.
6. 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.

METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

El enfoque de trabajo es de tipo cuantitativo ya que se pretende aplicar métodos estadísticos con la información proporcionada por los dueños del emprendimiento. El diseño seleccionado es de tipo estudio de caso. Para la recolección de datos realizaremos:

- Análisis documental de los datos que provee el sistema de información actual con el que trabaja la fábrica de alfajores, dichos datos serán de las ventas mensuales realizadas en el año 2022 y 2023
- Entrevistas con el dueño de la empresa para obtener información relevante.



Herramientas a utilizar

Para el siguiente trabajo vamos a utilizar 2 modelos de análisis:

- Pronósticos
- Programación Lineal.

Una vez obtenido los datos, se realizará un pronóstico de la demanda para los próximos meses y posteriormente se determinará la mezcla óptima de productos mediante una programación lineal.

Para desarrollar el trabajo utilizaremos la herramienta de pronósticos mediante el uso de software (QM)

La empresa proporcionó para el trabajo de investigación la siguiente información de su base de datos:

Tabla n°1: datos de las ventas

PERIODOS 2021 - 2022 - 2023	
Año	Cantidad Vendida (docenas)
2021	78
2021	170
2021	195
2021	218
2021	222
2021	205
2021	210
2021	175
2021	100
2021	80
2021	82
2021	80
2022	85
2022	120
2022	300
2022	220
2022	230
2022	215
2022	218
2022	190
2022	125
2022	90
2022	85
2022	83
2023	89
2023	128
2023	315
2023	275

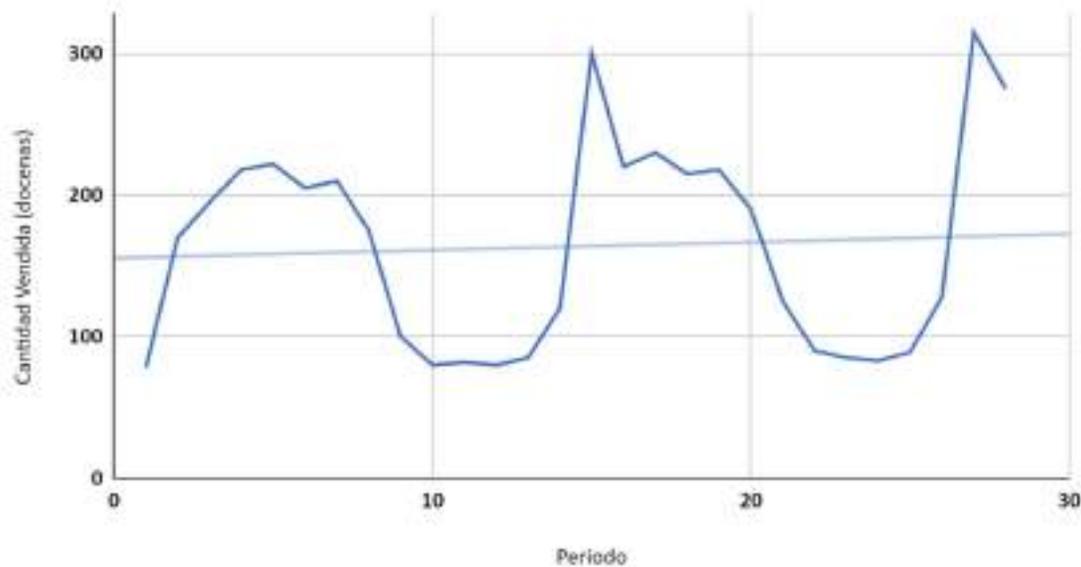
Fuente: Elaboración propia



APLICACIÓN DE HERRAMIENTAS

Mediante una primera aplicación del programa QM, para realizar un pronóstico de las ventas, y con una previa interpretación de los gráficos efectuados en Excel se pudieron recabar los siguientes resultados parciales:

Figura 1: comportamiento de las ventas a través del tiempo
Cantidad Vendida (docenas) contra Periodo



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar las ventas presentan una tendencia positiva con respecto al tiempo, ubicándose dentro de ella componentes estacionales con sus picos (valores por encima de la tendencia) y sus valles (valores por debajo de la tendencia)

PRONÓSTICOS

Luego se procedió a cargar los datos de la cantidad de ventas, junto con la cantidad de periodos totales que eran 28, en el software QM que arrojó los siguientes resultados:



Figura 2 y 3: Método Promedio móvil simple y Promedio móvil ponderado

PROMEDIO MOVIL SIMPLE (N = 2)		PROMEDIO MOVIL PONDERADO (N = 4)	
Measure	Value	Measure	Value
Error Measures		Error Measures	
Bias (Mean Error)	8,596	Bias (Mean Error)	4,896
MAD (Mean Absolute Deviation)	43,558	MAD (Mean Absolute Deviation)	51,213
MSE (Mean Squared Error)	4,639,644	MSE (Mean Squared Error)	5,607,281
Standard Error (denom=n-2=24)	70,896	Standard Error (denom=n-2=22)	78,211
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	26776%	MAPE (Mean Absolute Percent Error)	34091%
Forecast		Forecast	
Proximo periodo	295	Proximo periodo	239

Fuente: Elaboración propia

Figura 4: Método Suavizamiento exponencial

SUAVIZAMIENTO EXPONENCIAL (a=0.6)	
Measure	Value
Error Measures	
Bias (Mean Error)	11,147
MAD (Mean Absolute Deviation)	44,338
MSE (Mean Squared Error)	4,569,449
Standard Error (denom=n-2=25)	70,25
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	28048%
Forecast	
Proximo periodo	258,579

Fuente: Elaboración propia



Figura 5: Regresión lineal

REGRESION LINEAL			
Measure	Value	Future Period	Forecast
Error Measures		29	171,857
Bias (Mean Error)	0	30	172,421
MAD (Mean Absolute Deviation)	65,394	31	172,985
MSE (Mean Squared Error)	5,183,531	32	173,549
Standard Error (denom=n-2=26)	74,715	33	174,113
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	50557%	34	174,677
Regression line		35	175,241
Demand(y) = 155,5 + 0.564 * time		36	175,805
		37	176,37
Statistics		38	176,934
Correlation coefficient	63	39	177,498
Coefficient of determination (r^2)	4	40	178,062
		41	178,626
		42	179,19

Fuente: Elaboración propia

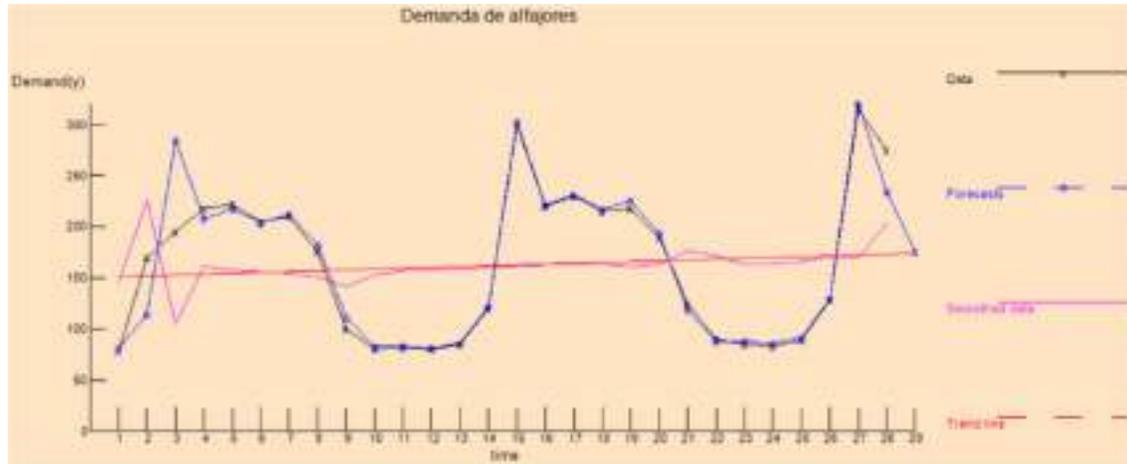
Figura 6: Método de descomposición multiplicativa

DESCOMPOSICION MULTIPLICATIVA (estacional)					
Measure	Value	Future Period	Unadjusted Forecast	Seasonal Factor	Adjusted Forecast
Error Measures		29	174,142	1,409	245,31
Bias (Mean Error)	-1,286	30	174,959	1,315	230,034
MAD (Mean Absolute Deviation)	8,864	31	175,776	1,357	238,576
MSE (Mean Squared Error)	474,341	32	176,593	1,162	205,135
Standard Error (denom=n-2-12=14)	30,801	33	177,409	707	125,347
MAPE (Mean Absolute Percent Error)	5699%	34	178,226	523	93,171
Regression line (unadjusted forecast)		35	179,043	522	93,43
Demand(y) = 150,454 + 0.817 * time		36	179,86	507	91,131
		37	180,677	536	96,806
Statistics		38	181,494	752	136,46
Correlation coefficient	956	39	182,31	1,86	339,138
Coefficient of determination (r^2)	914	40	183,127	1,352	247,574
		41	183,944	1,409	259,118
		42	184,761	1,315	242,922

Fuente: Elaboración propia



Figura 7: Gráfico del método de descomposición multiplicativa



Fuente: Elaboración propia

Este fue el método elegido para realizar el pronóstico, luego de probar con los 4 anteriores (PMS, PMP, ES y RL), ya que es la técnica que menor desviación del error promedio otorga, lo que significa que se ajusta de mejor manera a los datos que nos fueron provistos por la empresa.

Por lo tanto, las cantidades pronosticadas de los próximos 7 meses (hasta fin de año) fueron:

Figura 8: Demanda pronosticada

DEMANDA PROXIMOS 7 MESES	
Junio	230.034
Julio	238.576
Agosto	205.135
Septiembre	125.347
Octubre	93.171
Noviembre	93.43
Diciembre	91.131

Fuente: Elaboración propia



PROGRAMA DE PRODUCCIÓN

Con la obtención de los datos anteriores podemos utilizar la segunda herramienta de aplicación elegida, que fue la Programación Lineal.

Para este análisis se determinaron mediante la entrevista con uno de los dueños información sobre los costos de producción, el manejo de inventario y su capacidad de producción. Concluyendo con los siguientes datos:

Costos Variables:

Costos de Materia Prima: \$44.26 para cada alfajor

Consideramos que teniendo en cuenta el tamaño del emprendimiento, tanto los costos de mano de obra directa como los costos indirectos de fabricación no son relevantes para el siguiente análisis.

Figura 9: Costos variables mensuales y receta

Costos Variables Mensuales	
<u>MP Alfajor</u>	
Harina	\$ 5.485,71
Manteca	\$ 26.057,14
Azucar	\$ 4.388,57
Huevo	\$ 1.371,43
Polvo de Hornear	\$ 802,29
Bicarbonato	\$ 137,14
Miel	\$ 1.440,00
Cacao en polvo	\$ 1.234,29
Vainilla	\$ 2.057,14
Ganache de Chocolate	\$ 17.828,57
Cobertura de Chocolate	\$ 16.457,14
Dulce de Leche	\$ 20.571,43
<u>Envoltorio</u>	
Individual	\$ 2.400,00
Caja para 12	\$ 6.000,00
TOTAL CV Mens	\$ 106.230,86

Fuente: Base de datos empresa

Además, fueron proporcionados los siguientes datos:

- Los costos de producción aumentan un 5% mensual
- Los dueños quieren mantener fijo el precio de \$3000 la docena para tener más ventas y que se haga más conocido el producto, de manera que sea más alcanzable para un mayor número de personas



- La fabricación se realiza una vez a la semana de los pedidos acumulados durante la misma, el resto de los días se realiza la entrega, compra de los materiales, difusión en redes, entre otras actividades. Donde intervienen dos máquinas que tardan en entrar en calor en unas 1,5 horas y pueden funcionar durante 8 hs seguidas (480 minutos), donde tarda en hacer cada docena de alfajores un total de 7 minutos. Por lo que la capacidad de producción sería: $480 / 7 * 4 = 274$ docenas al mes
- Inventario inicial de Junio es 55 docenas
- Capacidad de producción 274 docenas al mes
- Capacidad del depósito 70 docenas
- Tiempo de caducidad para ser consumidos los alfajores desde que son fabricados: 2 meses

En base al análisis definimos **13 variables de decisión**:

X11: cantidad de alfajores producida en el mes 1 para satisfacer la demanda del mes 1.

X12: cantidad de alfajores producida en el mes 1 para satisfacer la demanda del mes 2.

X22: cantidad de alfajores producida en el mes 2 para satisfacer la demanda del mes 2.

X23: cantidad de alfajores producida en el mes 2 para satisfacer la demanda del mes 3

X33: cantidad de alfajores producida en el mes 3 para satisfacer la demanda del mes 3.

X34: cantidad de alfajores producida en el mes 3 para satisfacer la demanda del mes 4.

X44: cantidad de alfajores producida en el mes 4 para satisfacer la demanda del mes 4

X45: cantidad de alfajores producida en el mes 4 para satisfacer la demanda del mes 5.

X55: cantidad de alfajores producida en el mes 5 para satisfacer la demanda del mes 5.

X56: cantidad de alfajores producida en el mes 5 para satisfacer la demanda del mes 6

X66: cantidad de alfajores producida en el mes 6 para satisfacer la demanda del mes 6

X67: cantidad de alfajores producida en el mes 6 para satisfacer la demanda del mes 7

X77: cantidad de alfajores producida en el mes 7 para satisfacer la demanda del mes 7

Con X_{ij} , donde i : mes de producción y j : mes de consumo

La meta de aplicar dicha herramienta es poder encontrar mezclas de servicio más óptimas de tal manera que maximice su contribución marginal.

Por lo tanto, la Función Objetivo que trata de maximizar la CMG del negocio es:

$$\text{FO. MAX CMG} = 2468,9 * X_{11} + 2468,9 * X_{12} + 2442,3 * X_{22} + 2442,3 * X_{23} + 2414,4 * X_{33} + 2414,4 * X_{34} + 2385,2 * X_{44} + 2385,2 * X_{45} + 2354,4 * X_{55} + 2354,4 * X_{56} + 2322,1 * X_{66} + 2322,1 * X_{67} + 2288,2 * X_{77}$$



Con esto, se logró conocer la mezcla óptima de servicio que mayor contribución arroja. De esta manera podemos determinar cuál es la cantidad óptima que deberían producir en cada mes a fin de cumplir con la demanda, reducir los costos de producción y generar mayor contribución marginal.

Esta herramienta nos ayuda a optimizar los tiempos y aprovechar de la manera más eficiente cada recurso utilizado. Para poder analizar, este software nos ofrece distintos informes, entre ellos el informe de sensibilidad y el informe de respuestas el cual nos brinda información valiosa e importante, que sería de gran utilidad para la elaboración de una serie de recomendaciones, que ayuden a que los dueños a ser capaces para la toma de decisiones que contribuyan a mejorar la gestión del emprendimiento como ser las siguientes:

INFORME DE RESPUESTAS

Figura 12: Informe de respuestas

Restricciones					
Celda	Nombre	Valor de la celda	Fórmula	Estado	Demora
\$O\$42	R1 demanda mensual pronosticada	175	\$O\$42=\$Q\$42	Vinculante	0
\$O\$43	R2 demanda mensual pronosticada	239	\$O\$43=\$Q\$43	Vinculante	0
\$O\$44	R3 demanda mensual pronosticada	206	\$O\$44=\$Q\$44	Vinculante	0
\$O\$45	R4 demanda mensual pronosticada	126	\$O\$45=\$Q\$45	Vinculante	0
\$O\$46	R5 demanda mensual pronosticada	94	\$O\$46=\$Q\$46	Vinculante	0
\$O\$47	R6 demanda mensual pronosticada	94	\$O\$47=\$Q\$47	Vinculante	0
\$O\$48	R7 demanda mensual pronosticada	92	\$O\$48=\$Q\$48	Vinculante	0
\$O\$49	R8 demanda mensual pronosticada	245	\$O\$49<=\$Q\$49	No vinculante	29,28571429
\$O\$50	R9 demanda mensual pronosticada	239	\$O\$50<=\$Q\$50	No vinculante	35,28571429
\$O\$51	R10 demanda mensual pronosticada	206	\$O\$51<=\$Q\$51	No vinculante	68,28571429
\$O\$52	R11 demanda mensual pronosticada	126	\$O\$52<=\$Q\$52	No vinculante	148,2857143
\$O\$53	R12 demanda mensual pronosticada	94	\$O\$53<=\$Q\$53	No vinculante	180,2857143
\$O\$54	R13 demanda mensual pronosticada	94	\$O\$54<=\$Q\$54	No vinculante	180,2857143
\$O\$55	R14 demanda mensual pronosticada	22	\$O\$55<=\$Q\$55	No vinculante	252,2857143
\$O\$56	R14 demanda mensual pronosticada	70	\$O\$56<=\$Q\$56	Vinculante	0
\$O\$57	R15 demanda mensual pronosticada	70	\$O\$57<=\$Q\$57	Vinculante	0
\$O\$58	R16 demanda mensual pronosticada	70	\$O\$58<=\$Q\$58	Vinculante	0
\$O\$59	R17 demanda mensual pronosticada	70	\$O\$59<=\$Q\$59	Vinculante	0
\$O\$60	R18 demanda mensual pronosticada	70	\$O\$60<=\$Q\$60	Vinculante	0
\$O\$61	R19 demanda mensual pronosticada	70	\$O\$61<=\$Q\$61	Vinculante	0

Fuente: Elaboración propia

En este informe podemos apreciar como las variables del depósito (R14 a R19) representan cuellos de botella ya que tienen un estado vinculante, lo que significa que deben gestionarse para tener una mayor eficiencia en el uso de los demás recursos. De igual manera el conjunto solución se encuentra restringido a la cantidad demandada, por lo que las cantidades vendidas mientras sigan siendo las que se estiman, no habrá un cambio en el conjunto solución.



INFORME DE SENSIBILIDAD

Figura 13: Informe de sensibilidad 1

Celdas de variables

Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Costo	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$B\$40 VD X11		175	0	2468,88	1E+30	1E+30
\$C\$40 VD X12		70	0	2468,88	1E+30	26,556
\$D\$40 VD X22		169	0	2442,324	26,556	1E+30
\$E\$40 VD X23		70	0	2442,324	1E+30	27,884
\$F\$40 VD X33		136	0	2414,44	27,884	1E+30
\$G\$40 VD X34		70	0	2414,44	1E+30	29,274
\$H\$40 VD X44		56	0	2385,166	29,274	1E+30
\$I\$40 VD X45		70	0	2385,166	1E+30	30,746
\$J\$40 VD X55		24	0	2354,42	30,746	1E+30
\$K\$40 VD X56		70	0	2354,42	1E+30	32,279
\$L\$40 VD X66		24	0	2322,141	32,279	1E+30
\$M\$40 VD X67		70	0	2322,141	1E+30	33,89295
\$N\$40 VD X77		22	0	2288,24805	33,89295	1E+30

Fuente: Elaboración propia

Con este informe, en la sección de celdas de variables, se puede calcular el Rango de Optimalidad que este puede medir cuánto cambia el coeficiente de la Función Objetivo sin que cambie el conjunto solución. Por ejemplo: la Cmg de X22 (las unidades producidas en el mes Julio para vender en el mes de Julio) puede aumentar hasta 2.468,88 sin que se modifique el conjunto solución establecido previamente.



Figura 14: Informe de sensibilidad 2

Restricciones

Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
SO542	R1 demanda mensual pronosticada	175	2468,88	175	29,28571429	175
SO543	R2 demanda mensual pronosticada	239	2442,324	239	35,28571429	169
SO544	R3 demanda mensual pronosticada	206	2414,44	206	68,28571429	136
SO545	R4 demanda mensual pronosticada	126	2385,166	126	148,2857143	56
SO546	R5 demanda mensual pronosticada	94	2354,42	94	180,2857143	24
SO547	R6 demanda mensual pronosticada	94	2322,141	94	180,2857143	24
SO548	R7 demanda mensual pronosticada	92	2288,24805	92	252,2857143	22
SO549	R8 demanda mensual pronosticada	245	0	274,2857143	1E+30	29,28571429
SO550	R9 demanda mensual pronosticada	239	0	274,2857143	1E+30	35,28571429
SO551	R10 demanda mensual pronosticada	206	0	274,2857143	1E+30	68,28571429
SO552	R11 demanda mensual pronosticada	126	0	274,2857143	1E+30	148,2857143
SO553	R12 demanda mensual pronosticada	94	0	274,2857143	1E+30	180,2857143
SO554	R13 demanda mensual pronosticada	94	0	274,2857143	1E+30	180,2857143
SO555	R14 demanda mensual pronosticada	22	0	274,2857143	1E+30	252,2857143
SO556	R14 demanda mensual pronosticada	70	26,556	70	29,28571429	35,28571429
SO557	R15 demanda mensual pronosticada	70	27,884	70	35,28571429	68,28571429
SO558	R16 demanda mensual pronosticada	70	29,274	70	56	70
SO559	R17 demanda mensual pronosticada	70	30,746	70	24	70
SO560	R18 demanda mensual pronosticada	70	32,279	70	24	70
SO561	R19 demanda mensual pronosticada	70	33,89295	70	22	70

Fuente: Elaboración propia

Con esta otra sección se puede calcular el Rango de Factibilidad, mediante el cual sí puede cambiar el conjunto solución. El Precio Sombra hace referencia al costo de oportunidad, nos indica cómo cambia la función objetivo ante cambios en una unidad en el lado derecho de la restricción, se puede observar que las restricciones vinculantes son las que tienen precio sombra distinto de cero. Por ejemplo: Si se vende 1 unidad más en el mes de Junio significa que la Cmg aumentará en el valor del precio sombra (\$2.468,88) hasta el valor del permisible aumentar más la restricción que sería 204,28

CONCLUSIONES

- Se logró aplicar herramientas cuantitativas en un pequeño emprendimiento con poca sistematización de los datos.
- Estimación de una demanda futura.
- Se logró cumplir con todos los objetivos generales y específicos planteados al inicio.
- Con el presupuesto asignado, se cumple la política de ventas determinada por los socios.



RECOMENDACIONES

En base al análisis llevado a cabo, como recomendaciones que podemos proponer a los dueños y que pueden ser útiles para tomar de decisiones que ayuden a mejorar la gestión del negocio son:

- Utilizar una gestión de los datos más profesionalizada mediante algún software de gestión que permita a la empresa tener un registro más adecuado de la información del negocio, y que simplifique la toma de decisiones por parte de los dueños.
- Se aconseja analizar posibilidades de financiamiento externo para cubrir al máximo la demanda pronosticada y aumentar la contribución marginal total.

BIBLIOGRAFÍA

Render B., Stair R., Hanna M. (2013). Métodos cuantitativos para los negocios. Pearson.

Hillier F., Hillier M. (2008). Métodos cuantitativos para administración. Mc-Graw Hill.

Hillier F., Liberman G. (2012). Investigación de operaciones. Mc-Graw Hill.

Hernández Sampieri R (2020). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mc-Graw Hill