

HERRAMIENTAS DE ANÁLISIS CUANTITATIVO IMPLEMENTADAS EN LA GESTIÓN DE UN SUPERMERCADO

“SÚPER MATEO”

ESTEBAN ALCAIDE - FACUNDO CAMANDONA - SIXTINA MASINO -
FIORELLA PEREZ FRARESSO - IVÁN PREDOVIC - RODRIGO SEMRIK

Facultad de Ciencias Económicas, Universidad Nacional de Tucumán

estebanalcaide99@gmail.com - camandonafacundo@gmail.com -
sixtimasino@gmail.com - fioperezfraresso@gmail.com -
ivanpredovic5@gmail.com - semrik95@gmail.com

RESUMEN- ABSTRACT

El presente trabajo intenta presentar la aplicación de tres herramientas muy útiles que brinda el Análisis Cuantitativo en los negocios a distintas áreas y procesos de la operatoria de un Supermercado de San Miguel de Tucumán, el “Super Mateo”.

Se utilizan tanto modelos determinísticos como estocásticos para lograr encontrar maneras más eficaces de tomar decisiones para las áreas de Almacén, Compras.

Se utiliza el modelo de Simulación Monte Carlo para intentar imitar matemáticamente el proceso real de descarga de camiones del depósito para tomar decisiones acerca de la dotación de personal en Almacén. Se toman datos históricos y juicio de expertos para la construcción de las distribuciones de probabilidad.

Otra herramienta a utilizar es la Programación Lineal: se intentará modelizar un problema de mezcla, a fines de determinar las cantidades a comprar de las distintas líneas de la marca Coca Cola, a fines de minimizar el costo. Esta herramienta será nutrida por un Pronóstico de corto plazo, que se realiza para pronosticar la demanda de botellas de gaseosa para el mes del análisis de la programación.

Palabras clave: supermercado - simulación - investigación operativa - programación lineal - pronósticos

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	.....	2
2. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA	.....	2
3. OBJETIVOS	.....	2
3.1 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	.....	2
4. METODOLOGÍA	.....	3
4.1 HERRAMIENTAS A UTILIZAR	.....	3
4.2 FUENTES DE DATOS	.....	3
5. DESARROLLO	.....	3
5.1 SIMULACIÓN MONTE CARLO	.....	3
5.2 PRONÓSTICOS DE CORTO PLAZO	.....	7
5.3 PROGRAMACIÓN LINEAL	.....	8
6. CONCLUSIONES	.....	13
ANEXO	.....	14

1. INTRODUCCIÓN

“Súper Mateo” es un supermercado ubicado en la ciudad de San Miguel de Tucumán que tiene gran éxito, debido a sus bajos precios en productos de alta calidad.

Busca continuar expandiéndose por el NOA, y por ende a expandir su cartera de clientes y empleados.

El negocio está interesado en incorporar, en su gestión operativa, herramientas de análisis cuantitativos a fines de mejorar su toma de decisiones.

Las dos grandes áreas donde focalizamos nuestro análisis son: compras y almacenes.

Utilizaremos herramientas que nos brinda el análisis cuantitativo a fines de brindar información valiosa para la toma de decisiones en estas áreas, tanto modelos determinísticos, como estocásticos.

2. SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

Hay dos áreas en la que enfocamos nuestra atención para gestionar:

Almacenes: “Super Mateo” cuenta con un depósito donde se recepcionan los camiones de los proveedores y se almacena la mercadería.

Actualmente el área de logística cuenta con un encargado y seis repositores, quienes se encargan de descargar, controlar, conformar el remito y almacenar la mercadería. Se observan las siguientes ineficiencias: los camiones suelen acumularse en fila a lo largo de la jornada laboral; todos los operarios descargan un camión al mismo tiempo, es decir la asignación de personal no se hace de manera óptima; los camiones llegan de manera aleatoria durante la semana. Al no terminar de cargar los camiones en una jornada de 8 horas, esta se debe extender y en consecuencia se incurre en costo de horas extra.

Compras: además de lo mencionado, el supermercado planea abrir una sucursal más pequeña de estilo “Mini Market”, muy parecida a varias que ya abrieron hace unos años, solo que en otra ubicación, en el centro de Tucumán. La empresa tiene fidelización con una reconocida marca de bebidas y debe respetar las políticas establecidas de «punteras», como por ejemplo tener una cantidad mínima de heladeras con productos de esa marca. Además, debe contemplar la demanda de cada producto de la marca para no perder ventas, por lo que habría que elegir la mezcla óptima de productos de esta marca (ya que tiene cuentas con bebidas de otras marcas competidoras) que maximice la contribución marginal total. Se considera este producto en el análisis al ser un producto de gran salida e indispensable tener en el stock.

3. OBJETIVO GENERAL

Brindar información valiosa para la toma de decisiones de las áreas Compras y Almacenes utilizando herramientas de Análisis cuantitativo.

3.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la eficiencia actual del servicio de descarga/recepción/almacenamiento en depósito (medida como la disminución de horas extra.
- Conocer la mezcla óptima de artículos de una marca de gaseosas que

maximice la contribución marginal total.

- Realizar una propuesta de mejora de acuerdo con los resultados obtenidos en el desarrollo del estudio.

4. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

Se realizará un enfoque de investigación cuantitativa, con diseño de estudio de caso. Para la recolección de los datos se utilizan como fuentes los informes del software de gestión “Sistema de compras-> proceso de comprar -> “informe de recepción”, “Sistema de compras-> compras -> informes automáticos ->costos” además de testimonios de expertos. Se utilizarán herramientas de análisis estocásticos, al presentarse aleatoriedad en los datos, esto incluye la probabilidad subjetiva, que proveen los expertos. Además se utilizarán modelos de pronósticos para estimar la demanda del mes de junio, en el cual se planea abrir el minimarket, como entradas para el modelo determinístico de Programación lineal.

4.1. HERRAMIENTAS A UTILIZAR

Se utilizarán los siguientes modelos:

Simulación Monte Carlo: para analizar cuáles son los costos medios de envíos en el caso de que un camión deba irse y volver al otro día por no poder descargarse en el día. La llegada de los camiones medianos y pequeños se comportan aleatoriamente durante la semana.

Pronósticos de corto plazo: con fines de calcular la demanda del mes de junio se realizan pronósticos de corto plazo (PMS, PMP), para cada artículo que será parte de la mezcla de la PL, luego se elegirá el pronóstico que fue calculado por aquel modelo que arroje un DMA menor.

Programación lineal entera: ya que se quiere estimar cuál será la mezcla óptima de productos de la marca de gaseosa (cantidades físicas) que maximizarán la contribución marginal total, cumpliendo con todas las restricciones de capacidad, política y demanda.

Programación lineal continua: para comparar los resultados obtenidos con la programación entera, a fines de intentar utilizar el análisis de sensibilidad.

4.2. FUENTE DE DATOS

Informes del Sistema de compras-> proceso de comprar -> informe de recepción. Testimonios de expertos.

Sistema de compras-> compras -> informes automáticos ->costos

5. DESARROLLO

5.1. SIMULACIÓN MONTECARLO

Se utiliza la presente herramienta con el fin de intentar estimar el costo promedio de incurrir en un incumplimiento de descarga. En este se incurre cuando los operarios de depósito, no logran descargar la totalidad de camiones que llegan en su turno de trabajo de 8 horas, y se debe solicitar a los empleados que realicen horas extra, las cuales tienen un costo promedio de \$600 por hora por

Gráfico 1: Diagrama de flujo



empleado. En la tabla 1 se describen las llegadas de camiones, tomando días laborables (de lunes a viernes, turnos de 8 horas) donde llegan camiones tanto pequeños como medianos de manera aleatoria (ver tabla 1). Estos camiones llegan sin turnos programados). Para realizar la distribución de probabilidad se tomaron datos de los 60 días laborados entre el lunes 28 de febrero y el domingo 29 de mayo (ver el gráfico 1 “diagrama de flujo” para lograr una mejor perspectiva del proceso).

Las descargas realizadas por los empleados siguen una probabilidad subjetiva según el juicio del jefe de depósito del super (ver tabla 2).

Un supuesto es que cuando no hay camiones pendientes de descarga, se contabiliza como 0 camiones pendientes, y los empleados ocupan sus horas en otras actividades del depósito, no hay números negativos que reflejan capacidad ociosa.

A continuación se muestran los datos resumidos y el proceso de simulación:

COSTO PROMEDIO DE HORAS EXTRA POR EMPLEADO= \$600

Tabla 1: distribución de probabilidad de los camiones que llegan

CAMIONES QUE LLEGAN	FREC		PROBABILIDAD	ACUMULADA	INTERVALO
	UEN	CIA			
1	4		6.67%	6.67%	01-06
2	5		8.33%	15.00%	7-15
3	8		13.33%	28.33%	16-28
4	14		23.33%	51.67%	29-51
5	9		15.00%	66.67%	52-66
6	5		8.33%	75.00%	67-75
7	7		11.67%	86.67%	76-86
8	3		5.00%	91.67%	87-91
9	3		5.00%	96.67%	92-96
11	1		1.67%	98.33%	97-98
12	1		1.67%	100.00%	98-100
	60		100.00%		

Fuente: elaboración propia a partir de la base de datos históricos

Tabla 2: distribución de probabilidad de los camiones descargados en el día

CAMIONES DESCARGADOS	PROBABILIDAD	ACUMULADA	INTERVALO
4	80.00%	80.00%	01-80
5	10.00%	90.00%	81-90
6	10.00%	100.00%	91-100
	100.00%		

Fuente: elaboración propia a partir de la base de juicio del jefe de depósito

Tabla 3: desarrollo de la simulación montecarlo para 15 días

Días	na	camiones que llegan	na	camiones descargados en 8 horas de jornada laboral	Horas por camión	no descargados	horas extra por persona	Horas extra total	Costo total
1	57	5	7	4	2	1	2	12	7200
2	17	3	60	4	2	0	0	0	0
3	36	4	77	4	2	0	0	0	0
4	72	6	49	4	2	2	4	24	14400
5	85	7	76	4	2	3	6	36	21600
6	31	4	95	5	1.6	0	0	0	0
7	44	4	51	4	2	0	0	0	0
8	30	4	16	4	2	0	0	0	0
9	26	3	14	4	2	0	0	0	0
10	9	2	85	5	1.6	0	0	0	0
11	49	4	59	4	2	0	0	0	0
12	13	2	85	5	1.6	0	0	0	0
13	33	4	40	4	2	0	0	0	0
14	89	8	42	4	2	4	8	48	28800
15	13	2	52	4	2	0	0	0	0
Promedio		4.133333	333	4.2	1.92	0.666666	1.333333	8	4800
					1.552		19.8		
					1 hora 55 min		1 hora 20 min		

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la tabla 3, si en todos los días simulados llegasen la misma cantidad de camiones, estos serían en total aproximadamente 4 camiones, lo cual coincide con la cantidad promedio que los operarios pueden descargar en un turno de 8 horas.

Sin embargo, el resto de la simulación nos indica que en promedio se quedan sin descargar dentro de la jornada laboral casi 1 camión, por lo que en promedio los empleados deben trabajar 1 hora y 20 min cada uno, y la empresa debe abonar \$4800 totales en promedio por día en concepto de horas extra.

El encargado del depósito considera la posibilidad de contratar un nuevo empleado, lo que haría mejorar la capacidad de descarga. Según el mismo, la distribución de probabilidad de descarga sería de la siguiente manera:

Tabla 4: distribución de probabilidad de los camiones descargados en el día contratando un nuevo empleado.

camiones descargados			
	probabilidad	acumulada	intervalo
5	60.00%	60.00%	1-60
6	30.00%	90.00%	61-90
7	10.00%	100.00%	91-100
	100.00%		

Fuente: elaboración propia.

Se utilizó esta probabilidad, indicada por el experto, para volver a realizar la simulación. A su vez, se agregó el costo de contratar el empleado extra (\$400x8hs=\$3200 diarios).

Tabla 5: desarrollo de la simulación montecarlo para 15 días contratando un nuevo empleado

Días	na	camion es que llegan	n a	camiones descargados en 8 horas de jornada laboral	Horas por camió n	no desca rgado s	horas extra por person a	Horas extra total	Costo por mano de obra extra	Costo por contratar un empleado	Costo total
1	57	5	7	5	1.6	0	0	0	\$0.00	3200	\$3,200
2	17	3	0	5	1.6	0	0	0	\$0.00	3200	\$3,200
3	36	4	7	6	1.3	0	0	0	\$0.00	3200	\$3,200
4	72	6	9	5	1.6	1	1.6	9.6	\$5,760.00	3200	\$8,960
5	85	7	6	6	1.3	1	1.3	8	\$4,800.00	3200	\$8,000
6	31	4	5	7	1.1	0	0	0	\$0.00	3200	\$3,200
7	44	4	1	5	1.6	0	0	0	\$0.00	3200	\$3,200
8	30	4	6	5	1.6	0	0	0	\$0.00	3200	\$3,200
9	26	3	4	5	1.6	0	0	0	\$0.00	3200	\$3,200
10	9	2	5	6	1.3	0	0	0	\$0.00	3200	\$3,200

11	49	4	5 9	5	1.6	0	0	0	\$0.00	3200	\$3,200
12	13	2	8 5	6	1.3	0	0	0	\$0.00	3200	\$3,200
13	33	4	4 0	5	1.6	0	0	0	\$0.00	3200	\$3,200
14	89	8	4 2	5	1.6	3	4.8	28.8	\$17,280.00	3200	\$20,480
15	13	2	5 2	5	1.6	0	0	0	\$0.00	3200	\$3,200
		4.1		5.4	1.5	0.3	0.5	3.1	1856.0	3200.0	5056.0

Fuente: elaboración propia

Como se observa en la tabla 5, el nuevo empleado favorece la capacidad de descarga del sistema y esto hace que se reduzca el total de horas extras abonadas por la empresa. En promedio, se reduce en un total de \$2944 por día.

El problema se genera en que siempre habrá, al menos, un día en que los empleados deban quedarse horas extra por la aleatoriedad del sistema de llegadas de camiones, por lo que abonar el sueldo de dicho empleado extra es más costoso que la reducción de horas extras abonadas por la empresa.

Según este análisis, contratar un nuevo empleado sería \$256 más costoso que pagar el total de las horas extras actuales. (Ver tabla 5.1)

Por eso, se recomienda mejorar la eficiencia actual del sistema para no tener que pagar tantas horas extras.

Tabla 5.1: Análisis incremental

	COSTOS	
	contratar	no contratar
capacidad normal	\$22,400.00	\$19,200.00
capacidad extra	\$3.09	\$8.00
Variación	\$22,403.09	\$19,208.00

Fuente: elaboración propia

5.2. PRONÓSTICOS DE CORTO PLAZO

Para poder realizar la programación lineal para elegir la mezcla de productos de la línea de gaseosas óptima que maximice la contribución marginal total, primero debemos pronosticar la demanda para el mes de junio del 2022, ya que en ese momento se realizará el pedido al proveedor.

Para esto se utilizaron los datos históricos de la demanda desde el mes de mayo del 2021 hasta mayo del 2022. Al estar pronosticando solo un mes se utilizaron solo 2 pronósticos: promedio móvil simple de 2 periodos y ponderado

con pesos de 0.6 para el mes más reciente y 0.4 el más antiguo. Esta elección se realizó a juicio, considerando que la demanda del mes próximo está más relacionada a la del mes anterior.

Al tener que hacer pronósticos para cada uno de los 14 productos solo se optó por estos dos modelos.

A continuación se muestran los pronósticos obtenidos y sus medidas de desempeño, en la tabla 6:

Tabla 6: resumen de pronósticos y medidas de desempeño de la demanda de gaseosas (unidad de medida: botellas)

PRODUCTO	PMS	PMP	DMAS	DMAP
COCA COLA 1.5 DESC.	62	61	8.59	8.02
COCA COLA 1.5 RET 124	26.5	25.8	9.23	8.76
COCA COLA 1.5 S/A 662 DESC.	101.5	102	3.09	3.09
COCA COLA 2.000 RETORNABLE 125	100.5	101	10.14	9.73
COCA COLA 2.000 SIN AZÚCAR RPET 725	161.5	163	13.64	13.33
COCA COLA 2.250 PET CT 195 DESC.	156	156.6	8.82	8.24
COCA COLA 2.250 SIN AZÚCAR PET 665 DESC.	80	80.6	4.05	3.93
COCA COLA 250CC PET 182	1355.5	1357.2	16.95	15.64
COCA COLA 2.5 RETORNABLE 130	125.5	124.6	12.68	12.20
COCA COLA 3.000 DESCARTABLE 201	2391	2388.2	135.45	128.40
COCA COLA 375 PET 116	507	507.4	4.64	4.40
COCA COLA 375 S/AZÚCAR 668	105.5	105.2	12.41	11.69
COCA COLA 500 PET CT 117	383.5	383.2	9.64	9.31
COCA COLA 500 PET S-AZUCAR	134.5	133.4	17.95	16.82

Fuente: elaboración propia a partir de datos históricos reales

Cabe definir que el DMA (Desvío medio absoluto) se calcula como sigue:

$$DMA = \frac{\sum [demanda\ real - demanda\ pronosticada]}{n}, \text{ con } n = \text{periodos pronosticados}$$

En verde se visualizan los pronósticos elegidos al tener un mejor desempeño (DMA) menor, son aquellos calculados mediante el PMP.

Estas demandas servirán de restricciones para la programación lineal que presentaremos a continuación.

5.3. PROGRAMACIÓN LINEAL

Se opta principalmente por la programación lineal entera (en adelante PLE), al ser la mezcla bajo estudio “botellas de gaseosa de tal tipo”, sin embargo -para enriquecer el análisis- optamos por realizar una programación lineal continua (en adelante PLC), para aprovechar la riqueza del análisis de sensibilidad.

I. PROGRAMACIÓN LINEAL ENTERA

Se resumen las variables de decisión como sigue:

Tabla 7: Resumen de resultados de la PLE

RESUMEN DE PROGRAMACIÓN ENTERA			
Producto	Demanda pronosticada (DEMANDA MÁXIMA)	contribución marginal	cmg total
COCA COLA 1.5 DESC.	56	\$24.40	1366.40
COCA COLA 1.5 RET 124	25	\$45.10	1127.50
COCA COLA 1.5 S/AZ 662 DESC.	102	\$35.10	3580.20
COCA COLA 2.000 RETORNABLE 125	103	\$26.60	2739.80
COCA COLA 2.000 SIN AZUCAR RPET 725	159	\$31.80	5056.20
COCA COLA 2.250 PET CT 195 DESC.	159	\$63.50	10096.50
COCA COLA 2.250 SIN AZUCAR PET 665 DESC.	83	\$59.30	4921.90
COCA COLA 250 CC PET 182	1360	\$37.50	51000.00
COCA COLA 2.5 RETORNABLE 130	127	\$51.80	6578.60
COCA COLA 3.000 DESCARTABLE 201	2378	\$105.30	250403.40
COCA COLA 375 PET 116	570	\$37.00	21090.00
COCA COLA 375 S/AZUCAR 668	104	\$33.00	3432.00
COCA COLA 500 PET CT 117	386	\$29.20	11271.20
COCA COLA 500 PET S-AZUCAR	130	\$29.70	3861.00
			\$376,524.70

Función objetivo: MAX cmgl total, dada por:

$$\text{CmgIT} = \text{SUMAPRODUCTO} (x_1 \cdot \text{cmgl}_1 + x_2 \cdot \text{cmgl}_2 + \dots + x_{14} \cdot \text{cmgl}_{14})$$

Sujeta a: (ver tabla A en el anexo para desglose)

R1: restricción de presupuesto para cada VD (ver tabla A en el anexo)

R2 a R15: restricciones de política de compra mínima por contrato con el proveedor

R16 a R19: restricciones de demanda de compra máxima.

Como se observa, el complemento solver de excel encontró una solución que satisface las restricciones y logra maximizar la contribución marginal total, siendo esta de **\$374933.30**.

II. PROGRAMACIÓN LINEAL CONTINUA

Se resumen los resultados de la PLC a continuación:

Tabla 8: Resumen de resultados de la PLC

RESUMEN DE PROGRAMACIÓN CONTINUA					
VD	Producto	Demanda pronosticada (DEMANDA MÁXIMA)	contribución marginal	cmg total	DIF CON ENTERA
X1	COCA COLA 1.5 DESC.	56.385854	\$24.40	\$1,375.81	0.385854
X2	COCA COLA 1.5 RET 124	25.00	\$45.10	\$1,127.50	0.00
X3	COCA COLA 1.5 S/AZ 662 DESC.	102.00	\$35.10	\$3,580.20	0.00
X4	COCA COLA 2.000 RETORNABLE 125	103.00	\$26.60	\$2,739.80	0.00
X5	COCA COLA 2.000 SIN AZUCAR RPET 725	159.00	\$31.80	\$5,056.20	0.00
X6	COCA COLA 2.250 PET CT 195 DESC.	159.00	\$63.50	\$10,096.50	0.00
X7	COCA COLA 2.250 SIN AZUCAR PET 665 DESC.	83.00	\$59.30	\$4,921.90	0.00
X8	COCA COLA 250 CC PET 182	1360.00	\$37.50	\$51,000.00	0.00
X9	COCA COLA 2.5 RETORNABLE 130	127.00	\$51.80	\$6,578.60	0.00
X10	COCA COLA 3.000 DESCARTABLE 201	2378.00	\$105.30	\$250,403.40	0.00
X11	COCA COLA 375 PET 116	570.00	\$37.00	\$21,090.00	0.00
X12	COCA COLA 375 S/AZUCAR 668	104.00	\$33.00	\$3,432.00	0.00
X13	COCA COLA 500 PET CT 117	386.00	\$29.20	\$11,271.20	0.00
X14	COCA COLA 500 PET S-AZUCAR	130.00	\$29.70	\$3,861.00	0.00
				\$376,534.11	

Fuente: elaboración propia

Se observa que casi no difieren los valores obtenidos mediante PLC frente a la entera (Diferencias de CmgI = \$9.41), por lo que pasaremos a mostrar e interpretar los principales informes que brinda esta herramienta:

INFORME DE RESPUESTA

Valor de la función objetivo

Luego de haber realizado la programación lineal y habiendo obtenido la mezcla óptima de bebidas que se deben adquirir, podemos decir que la contribución marginal que se obtendrá sería igual a \$374203.11.

Variables de decisión (ver tabla 8 columnas 1, 2 y 3)

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el desarrollo de la

programación lineal, podemos concluir que la mezcla óptima de productos que se deberían comprar de una determinada marca de bebidas es:

INTERPRETACIÓN INFORMES DE SENSIBILIDAD

Tabla 9: informe de sensibilidad:celdas variables

RANGO OPTIMALIDAD						
Celda	Nombre	Final Valor	Reducido Coste	Objetivo Coeficiente	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$B\$4	VD x1	56.38585397	0	24.4	6.948747349	24.4
\$C\$4	VD x2	25	0	45.1	1E+30	32.64658754
\$D\$4	VD x3	102	0	35.1	1E+30	10.18249258
\$E\$4	VD x4	103	0	26.6	1E+30	5.896142433
\$F\$4	VD x5	159	0	31.8	1E+30	11.83323442
\$G\$4	VD x6	159	0	63.5	1E+30	36.61454006
\$H\$4	VD x7	83	0	59.3	1E+30	31.91602374
\$I\$4	VD x8	1360	0	37.5	1E+30	32.46023739
\$J\$4	VD x9	127	0	51.8	1E+30	28.27833828
\$K\$4	VD x10	2378	0	105.3	1E+30	76.25548961
\$L\$4	VD x11	507	0	37	1E+30	27.80356083
\$M\$4	VD x12	104	0	33	1E+30	23.32759644
\$N\$4	VD x13	386	0	29.2	1E+30	17.24154303
\$O\$4	VD x14	130	0	29.7	1E+30	17.79495549

Fuente: elaboración propia

Cuadro de optimalidad:

Como se observa en la tabla 9, la contribución marginal de la de Coca Cola de 1.5 litros descartable puede aumentar hasta 31.35 unidades y puede reducirse hasta 0 unidades sin que se modifique la solución óptima. Sin embargo, sí podrá cambiar el valor objetivo

La contribución marginal de coca cola de 1.5 litros retornable puede aumentar cualquier valor superior a 45.1 unidades y puede reducirse hasta 12.45 unidades sin que se modifique la solución óptima. Sin embargo, sí podrá cambiar el valor objetivo

Todas las variables son distintas de 0 por ello el costo reducido para cada una de ellas toma como valor 0

Tabla 10: informe de sensibilidad: restricciones

Restricciones		RANGO FACTIBILIDAD				
Celda	Nombre	Final Valor	Sombra Precio	Restricción Lado derecho	Permisible Aumentar	Permisible Reducir
\$P\$22 R16)	COMPRA MAX X1	56.38585397	0	58	1E+30	1.614146033
\$P\$23 R17)	COMPRA MAX X2	25	32.64658754	25	110.4769348	3.162600076
\$P\$24 R18)	COMPRA MAX X3	102	10.18249258	102	55.21478588	1.580622112
\$P\$25 R19)	COMPRA MAX X4	103	5.896142433	103	66.45210113	1.902310382
\$P\$26 R20)	COMPRA MAX X5	159	11.83323442	159	68.90524313	1.972535965
\$P\$27 R21)	COMPRA MAX X6	159	36.61454006	159	51.17319324	1.464924286
\$P\$28 R22)	COMPRA MAX X7	83	31.91602374	83	50.24160201	1.438255819
\$P\$29 R23)	COMPRA MAX X8	1360	32.46023739	1360	272.9919925	7.814884597
\$P\$30 R24)	COMPRA MAX X9	127	28.27833828	127	58.49139628	1.674420952
\$P\$31 R25)	COMPRA MAX X10	2378	76.25548961	2378	47.36918676	1.356027789
\$P\$32 R26)	COMPRA MAX X11	507	27.80356083	507	149.6029943	4.282653588
\$P\$33 R26)	COMPRA MAX X12	104	23.32759644	104	142.2412566	4
\$P\$34 R27)	COMPRA MAX X13	386	17.24154303	386	115.0495285	3.293498759
\$P\$35 R28)	COMPRA MAX X14	130	17.79495549	130	115.5657029	3.308275174
\$P\$7 R1)	PRESUPUESTO	900000	0.118694362	900000	331.82	11591.24
\$P\$8 R2)	COMPRA MIN X1	56.38585397	0	0	56.38585397	1E+30
\$P\$9 R3)	COMPRA MIN X2	25	0	0	25	1E+30
\$P\$10 R4)	COMPRA MIN X3	102	0	0	102	1E+30
\$P\$11 R5)	COMPRA MIN X4	103	0	0	103	1E+30
\$P\$12 R6)	COMPRA MIN X5	159	0	100	59	1E+30
\$P\$13 R7)	COMPRA MIN X6	159	0	100	59	1E+30
\$P\$14 R8)	COMPRA MIN X7	83	0	0	83	1E+30
\$P\$15 R9)	COMPRA MIN X8	1360	0	1000	360	1E+30
\$P\$16 R10)	COMPRA MIN X9	127	0	100	27	1E+30
\$P\$17 R11)	COMPRA MIN X10	2378	0	2000	378	1E+30
\$P\$18 R12)	COMPRA MIN X11	507	0	350	157	1E+30
\$P\$19 R13)	COMPRA MIN X12	104	0	100	4	1E+30
\$P\$20 R14)	COMPRA MIN X13	386	0	300	86	1E+30
\$P\$21 R15)	COMPRA MIN X14	130	0	100	30	1E+30

Fuente: elaboración propia

Cuadro de factibilidad:

Interpretación precio sombra

- Restricción presupuesto: Dentro del rango de factibilidad que va desde \$888408.76 hasta \$900331.82 por cada unidad que aumente o disminuya el lado derecho de la restricción el valor objetivo se modificara en \$0.11
- Restricción 17 compra máxima coca cola retornable de 1.5 litros: Dentro del rango de factibilidad que va desde 21.83 unidades hasta 135.48 por cada unidad que aumente o disminuya el lado derecho de la restricción el valor objetivo se modificara en \$32.65

Informe de límite:

El informe de límites nos brinda poca información relevante. Lo que se puede destacar es que muestra las 14 variables de decisión del problema bajo estudio (botellas de coca cola en sus diferentes tamaños, y sabores) y su correspondiente resultado final o valor objetivo el cual es \$374203.1.

6. CONCLUSIÓN

Por un lado se realizó una Simulación MC para determinar el costo total en concepto de horas extra que se debe pagar a un proveedor por el envío de mercadería, teniendo en cuenta que existe la posibilidad de que el camión no pueda ser descargado en el mismo día. El jefe del depósito estaba considerando como opción para aumentar la eficiencia el contratar un empleado adicional. Al evaluar esta posibilidad por medio de otra simulación se observa que, si bien se agiliza el proceso (esto se visualiza por medio de la disminución en horas extras, y, por ende en su costo), se incurre en un costo elevado de contratarla y retenerla (sueldo).

Por otro lado, se realizan dos programaciones (una lineal continua y otra entera), con el objetivo de poder obtener la mezcla óptima de productos de una determinada marca de bebidas, buscando maximizar la contribución marginal. Esto se realiza ya que el super está por abrir una sucursal en el mes de junio de estilo “mini market” y, a pesar de que la cartera de productos se limita a esta sucursal, esto no puede suceder con estos productos, por lo que, establecido un presupuesto máximo a gastar en esta familia de productos, se intenta aprovechar al máximo las compras. Previo al desarrollo de las programaciones se realizaron pronósticos de corto plazo (promedios móviles simples, ponderados y suavizamiento exponencial), ya que no contábamos con info de la demanda esperada para el mes de junio. Una vez realizados (optando por los pronósticos obtenidos por el método de suavizamiento exponencial) se utilizó esta demanda pronosticada como restricciones de demanda.

Se comparan los resultados obtenidos entre ambas programaciones:

Contribución marginal (Programación lineal continua) = \$374.203,10

Contribución marginal (Programación entera) = \$374.194

*Los valores son muy similares debido a que solo se producen cambios en la cantidad de unidades compradas de “COCA COLA 1.5 DESC.”

Teniendo en cuenta nuestros procedimientos y resultados obtenidos se concluye:

-El proceso de descarga de camiones, comparado con la opción que barajaba el jefe como opción más rápida, se realiza de manera eficiente. Siempre y cuando contemos con mayor información de la que contamos inicialmente, se podrán obtener mejores propuestas.

-La mezcla óptima de gaseosas que se encontró por medio de la programación lineal, será la mejor combinación para poder satisfacer la demanda (evitar ventas perdidas) y al mismo tiempo maximizar la contribución marginal, fomentando la rentabilidad de la nueva sucursal. Idealmente, al igual que se menciona en el apartado anterior, para refinar nuestros modelos, necesitamos contar con mayor información gerencial (como por ejemplo, capacidades físicas, rotación de stock), sin embargo, consideramos que a priori, estos modelos brindan gran información para la toma de decisiones.

ANEXO

TABLA A: Restricciones de la programación lineal

		x1	x2	x3	x4	x5	x6	x7	x8	x9	x10	x11	x12	x13	x14	x15	x16	x17
1	R Presupuesto	\$20 5.57	\$10 4.92	\$20 9.93	\$17 4.43	\$16 8.22	\$22 6.51	\$23 0.71	\$42. 46	\$19 8.17	\$24 4.70	\$77. 48	\$81. 49	\$10 0.75	\$10 0.30	\$900, 000.0 0	<=	\$900, 000.0 0
2	R Compra mínima X1	1														46.25 0085 13	>=	0
3	R Compra mínima X2		1													26	>=	0
4	R Compra mínima X3			1												102	>=	0
5	R Compra mínima X4				1											101	>=	0
6	R Compra mínima X5					1										163	>=	100
7	R Compra mínima X6						1									157	>=	100
8	R Compra mínima X7							1								81	>=	0
9	R Compra mínima X8								1							1358	>=	1000
10	R Compra mínima X9									1						125	>=	100
11	R Compra mínima X10										1					2389	>=	2000
12	R Compra mínima X11											1				508	>=	350
13	R Compra mínima X12												1			105	>=	100
14	R Compra mínima X13													1		384	>=	300
15	R Compra mínima X14														1	134	>=	100
16	R Compra máxima X1	1														46.25 0085 13	<=	61
17	R Compra máxima X2		1													26	<=	26
18	R Compra máxima X3			1												102	<=	102
19	R Compra máxima X4				1											101	<=	101
20	R Compra máxima X5					1										163	<=	163
21	R Compra máxima X6						1									157	<=	157
22	R Compra máxima X7							1								81	<=	81
23	R Compra máxima X8								1							1358	<=	1358

