

Mejora de la competitividad utilizando la programación lineal: caso pastelería küsse & gourmet.

Loredo Alfredo¹, Rubio-Gema Jazmín¹, Sánchez Jöns², De Los Santos Ruth³, Sánchez Nancy⁵, Pérez Ricardo⁴

¹Facultad de Contaduría y Administración, División de Estudios de Posgrado e Investigación, Universidad Autónoma de Querétaro. Cerro de las Campanas, s/n, Las Campanas, Querétaro. C.P. 76010.

²Tecnológico Nacional de México/I. T. Querétaro Av. Tecnológico s/n, Centro, C.P. 76000 Santiago de Querétaro, Qro.

³Tecnológico Nacional de México/Tecnológico Superior de Villa La Venta, Huimanguillo, Tabasco, Circuito Tecnológico No.1, Col. El Cuatro, La venta, Huimanguillo, Tabasco, C. P .86410

⁴CIMAT-Avenida de la Plenitud 103, José Vasconcelos, 20200 Aguascalientes, Ags.

⁵Universidad politécnica de Querétaro. Carr. Estal 420 S/N, El Rosario, C. P.76240 Qro.

E-mail: jons_sanchez@hotmail.com

Recibido: 19 de noviembre de 2018

Aceptado: 10 de junio de 2019

RESUMEN

Mejorar la competitividad de las MIPYMES es fundamental para su supervivencia. En el presente artículo se estudió el uso de la programación lineal y otros métodos cuantitativos como palancas para el crecimiento de la Pastelería Küsse & Gourmet. Se determinaron la cantidad de unidades a producir para la maximización de las utilidades. Asimismo, se desarrolló un modelo de flujo de red para la minimización del costo de transporte de la materia prima. Además, el artículo describe el proceso de recolección de datos. Esta etapa fue clave para la interacción de los técnicos con los dueños de la empresa. Al mismo tiempo, durante el presente estudio se pudo constatar que un perfil de liderazgo en los dueños de la empresa es muy relevante para culminar con éxito el proyecto. Finalmente, el objetivo de este artículo fue desarrollar modelos de programación matemática para aumentar las utilidades y la competitividad de la Pastelería Küsse & Gourmet.

Palabras clave: MIPYMES, Programación Matemática, Competitividad, Tomadores de Decisiones,

ABSTRACT

Improving the competitiveness of MSMEs is essential for their survival. In the present article, the use of linear programming and other quantitative methods as tools for the growth of Pastry Küsse & Gourmet was studied. We determined the number of units to be produced for the maximization of profits. Likewise, a network flow model was developed to minimize the cost of transporting the raw material. In addition, this paper describes the data collection process. This stage was key for the interaction of technicians with the owners of the company. At the same time, during the present study, it was possible to confirm that a leadership profile in the owners of the company: technical skills, human and conceptual skills. These skills were fundamental to successfully complete the project. Finally, the aim of this article was to develop mathematical programming models to improve the profits and competitiveness of the Küsse & Gourmet Pastry.

Key words: Profit, Maximization; Desition Makers, MSMEs, Competitiveness.

1. INTRODUCCIÓN

Las pequeñas y medianas empresas PYMES generan la mayor cantidad de empleos en México, alcanzando el 81% de las ofertas, por lo que hay que “dejar atrás el mito de que las grandes compañías son las únicas con empleos bien remunerados”, expresa Margarita Chico, Directora Corporativa de Comunicación de Trabajo .com México, basado en el trabajo de Ivonne (2013).

Leyva Carreras et al. (2018) sostiene que en pleno siglo XXI las organizaciones y empresas afrontan un entorno dinámico y complejo caracterizado por la incertidumbre, por lo que deben prepararse para los cambios necesarios que puedan generarles el cumplimiento de sus objetivos. El objetivo de su investigación está basado en medir la influencia de la Planeación Estratégicas y las habilidades gerenciales como factores internos para la Competitividad Empresarial de las PYMES de la ciudad de Hermosillo Sonora, México.

Según Estrada et al., (2009) se pueden identificar los factores que determinan la competitividad de las pequeñas y medianas empresas, mediante un análisis relacionado con el éxito competitivo y cuatro factores relacionados con el ambiente interno de las pequeñas y medianas empresas (recursos humanos, planeación estratégica, innovación, tecnología y certificación de la calidad).

Otro de los aspectos más importantes para que las empresas mexicanas eleven su índice de competitividad es que deben conocer y valorar el capital humano. Por ejemplo, que muestren convencimiento al adoptar nuevas formas de trabajo como parte de su cultura laboral. Es importante saber si el empleado acata las formas de trabajo por dogma laboral o por convencimiento propio. De esta forma, este estudio aportó información relevante sobre los contextos en los que se adoptan las estrategias y métodos relacionados con la gestión de la calidad. Son pocos los reportes en México relacionados con casos de empresas en los que se estudia los principios de liderazgo desde el enfoque de la calidad total especificado por Alatorre et al. (2014) y también mencionado en el artículo de Sánchez, et al (2016).

El investigador Zamora-Torres (2017) menciona que es posible identificar el grado de eficiencia de la red logística del comercio exterior, de 17 países que conforman la región de la cuenca de pacífico mediante una ardua investigación donde se utiliza una metodología que analiza las variables que pueden mejorar y optimizar los recursos de aquellos países que no son eficientes. Una pregunta que nos surge es ¿si la implementación de métodos cuantitativos para la toma de decisiones puede mejorar la competitividad de las MIPYMES? Los investigadores (Baltar & Gentile, Métodos mixtos para el estudio de las decisiones estratégicas en las Pymes., 2012) mencionan que las pequeñas y medianas empresas cumplen un rol clave en la economía de mercado moderno por su dinamismo y capacidad para generar empleo. Asimismo, en un contexto actual de alta incertidumbre, de disponibilidad inmediata de información global y escenarios muy competitivos se requieren competencias que faciliten la toma de decisiones adecuadas para enfrentar estos cambios.

Navarrete Báez et al. (2012) han considerado que el cambio y desarrollo organizacional de toda MIPYME está muy ligada a sus procesos de toma de decisiones, y que ésta está influenciada directamente por la cultura organizacional que posee, por lo tanto, el grado de competitividad, innovación y calidad de vida laboral depende en gran medida de estas dos variables.

La toma de decisiones gerenciales implica riesgo e incertidumbre mencionado por Pomar Fernández et al. (2015) “porque no se puede conocer con precisión el comportamiento y resultados futuros o las consecuencias que traerán cada uno de los posibles caminos de acción que se pueden seguir en determinado momento”.

En el trabajo de Pomar Fernández et al. (2015) señalan que es innegable tomar decisiones es una actividad que constantemente se realiza dentro o fuera de un ambiente empresarial. En este último, se pueden identificar tres niveles del contexto de toma de decisiones en una organización:

- Estratégico (gerencial o superior),
- Gestión (medio o de mandos medios)
- Operativo.

Hay que tener en cuenta que Simón (1979) menciona distintos modelos se han desarrollado para intentar explicar cómo se toman las decisiones y por qué varían considerablemente entre distintos agentes. De hecho, de acuerdo a la perspectiva y a los fundamentos metodológicos que sostienen los modelos, suelen agruparse los mismos en torno a tres enfoques teóricos: descriptivo, prescriptivo y normativo. Baltar & Gentile (2012).

Por otro lado, de acuerdo a Rincón, (2001) la investigación de operaciones consiste en un conjunto de técnicas matemáticas para determinar las acciones óptimas de un problema de decisión con la restricción de recursos limitados. También puede verse como el enfoque científico interdisciplinario para resolver problemas de interacción compleja, dinámica y subjetiva de hombres, métodos y sistemas, a los cuales en varios casos no se les proporciona solución exacta.

Asimismo, Balogun (2003) señala en su artículo que el problema en los sectores productivos es el problema de la gestión, que muchas las empresas se enfrentan a decisiones relacionadas con el uso de recursos limitados, como mano de obra, materias primas, capital etc. En su trabajo titulado "uso de programación lineal para producción óptima" en Coca-Cola Company, utilizaron la programación lineal aplicada para obtener el proceso de producción óptimo para Coca-Cola Company. En la formulación de un modelo de programación lineal para el proceso de producción, identificaron las variables de decisión: Coke, Fanta, Schweppes, Fanta tonic, Krest soda entre otros. En el que se identificaron hasta nueve variables de decisión y cuatro restricciones, como la concentración de las bebidas, el contenido de azúcar, el volumen de agua y el óxido de carbono. El modelo resultante se resolvió utilizando el algoritmo simplex, después del análisis llegaron a la conclusión que de los nueve productos que la empresa producía solo dos contribuyen más a su maximización de ganancias, es decir Fanta orange 50cl y Coke 50cl con una cantidad específica de 462,547 y 415,593 unidades de cada bebida para obtener una utilidad máxima de \$263, 497,283. Los autores aconsejan a la empresa que se concentre en la producción de los dos productos para no incurrir en pérdidas.

La programación lineal es un método de solución de problemas desarrollado para situaciones que involucran la maximización o minimización de una función lineal sujeta a restricciones lineales que limitan el grado al cual se puede intentar lograr el objetivo. es probable que el acontecimiento más significativo fuera el descubrimiento del método simplex para resolver los problemas de programación lineal que realizó Goeorge Dantzing en 1947. Anderson D. R, et al (2011)

Según Ayuso (2007), la programación lineal es una clase de modelos matemáticos concernientes a la asignación eficiente de ciertos recursos limitados a actividades conocidas con el objeto de alcanzar un objetivo deseado. En la Ec. (1) se muestra el modelo general de un modelo de programación lineal.

Los problemas de programación matemática, involucran el uso o asignación de recursos limitados (materiales, maquinas, tiempo, capital, entre otros) de la mejor manera posibles, para que por ejemplo los costos sean minimizados o las ganancias maximizadas; en las palabra “mejor” está implícito un conjunto de alternativas disponibles.

En un principio a la programación lineal se le conocía como “programación en una Estructura Lineal”. Según Anderson et al.,(2004), en el año 1948 Tjalling Koopmans le comentó a Dantzing que el nombre era demasiado

largo y que era conveniente cambiarlo. Dantzing accedió y el nombre fue sustituido por el de “programación Lineal”, que se usa incluso en la actualidad. Por otra parte, Alvarado (2009) comenta que la programación lineal (PL) es también usada para la toma de decisiones en la gestión de las MIPYMES. Es por ello que la PL está siendo aplicada en las pequeñas y medianas empresas para buscar minimizar sus costos o maximizar sus ingresos, sin perder nunca la perspectiva de que el desarrollo social es un derecho de los pueblos y la distribución de la riqueza debe ser cada día más justa.

ECUACIÓN 1. MODELOS GENERAL DE PROGRAMACIÓN LINEAL

$$\text{Max (o Min)} z = c_1x_1 + c_2x_2 + \dots + c_nx_n$$

s. a (sujeto a)

$$a_{11}x_1 + a_{12}x_2 + \dots + a_{1n}x_n \leq b_1 \quad (\text{o bien } \geq \text{o } =)$$

$$a_{21}x_1 + a_{22}x_2 + \dots + a_{2n}x_n \leq b_2 \quad (\text{o bien } \geq \text{o } =)$$

$$a_{m1}x_1 + a_{m2}x_2 + \dots + a_{mn}x_n \leq b_m \quad (\text{o bien } \geq \text{o } =)$$

$$x_i \geq 0, \forall i = 1, \dots, x_n.$$

Fuente: (Ayuso, 2007)

Moya (1998), señala que fue George B. Dantzing y otro grupo de personas asociadas, que, en el año 1947, acatando la solicitud de autoridades militares del gobierno de los Estados Unidos, se dedicaron a investigar cómo se podía aplicar las matemáticas para resolver problemas de planeación y programación con fines puramente militares. En ese mismo año Dantzing y sus colaboradores plantean por primera vez la estructura matemática básica del problema de programación lineal.

Akpan & Iwok (2016), mencionan que la PL también tiene aplicación para asignar materias primas a las variables de la competencia (pan grande, pan gigante y pan pequeño) en la panadería con el fin de maximizar los beneficios.

La investigación de Igwe et al. (2011) leída en una publicación de (Akpan & Iwok, 2016): informó que la programación lineal es una técnica relevante para lograr la eficiencia en la producción planificada, particularmente para lograr una mayor productividad agrícola. Esto lo observaron al realizar una investigación sobre la maximización del rendimiento bruto de la agricultura semi-comercial en la zona de Ohafia en el estado de Abia. El modelo determinista general es un modelo de maximización de margen bruto diseñado para descubrir las óptimas soluciones, las variables de decisión para el modelo son los números de hectáreas que el agricultor dedicó a la producción de cultivo y combinación de la capacidad de cultivo o ganadería producida por el agricultor.

Este artículo está organizado en primer término por antecedentes y una descripción general del método matemático definido programación lineal en los cuales también se hace mención de la competitividad y factores que afectan esta capacidad de las empresas. En la siguiente sección se encuentra la problemática donde se contemplan los puntos en los que se detalla la metodología para la construcción de un modelo de PL que permita la maximización de las utilidades y la minimización de costo de suministro de la materia prima. Posteriormente se interpretan los resultados obtenidos para la toma de decisiones en la que se genera un cuadro de discusión. Posteriormente se da una conclusión que pueda beneficiar y enriquecer este trabajo. Finalmente, los objetivos del artículo son:

1. Construir un modelo de programación lineal para maximizar las utilidades en la sucursal Candiles de la ciudad de Querétaro, generando una producción que cumpla con la demanda del mercado.
2. Desarrollar un modelo de flujo de red para minimizar el costo de suministro de materia prima de las locaciones del Marqués y Querétaro Centro a las sucursales de la pastelería

2. METODOLOGÍA

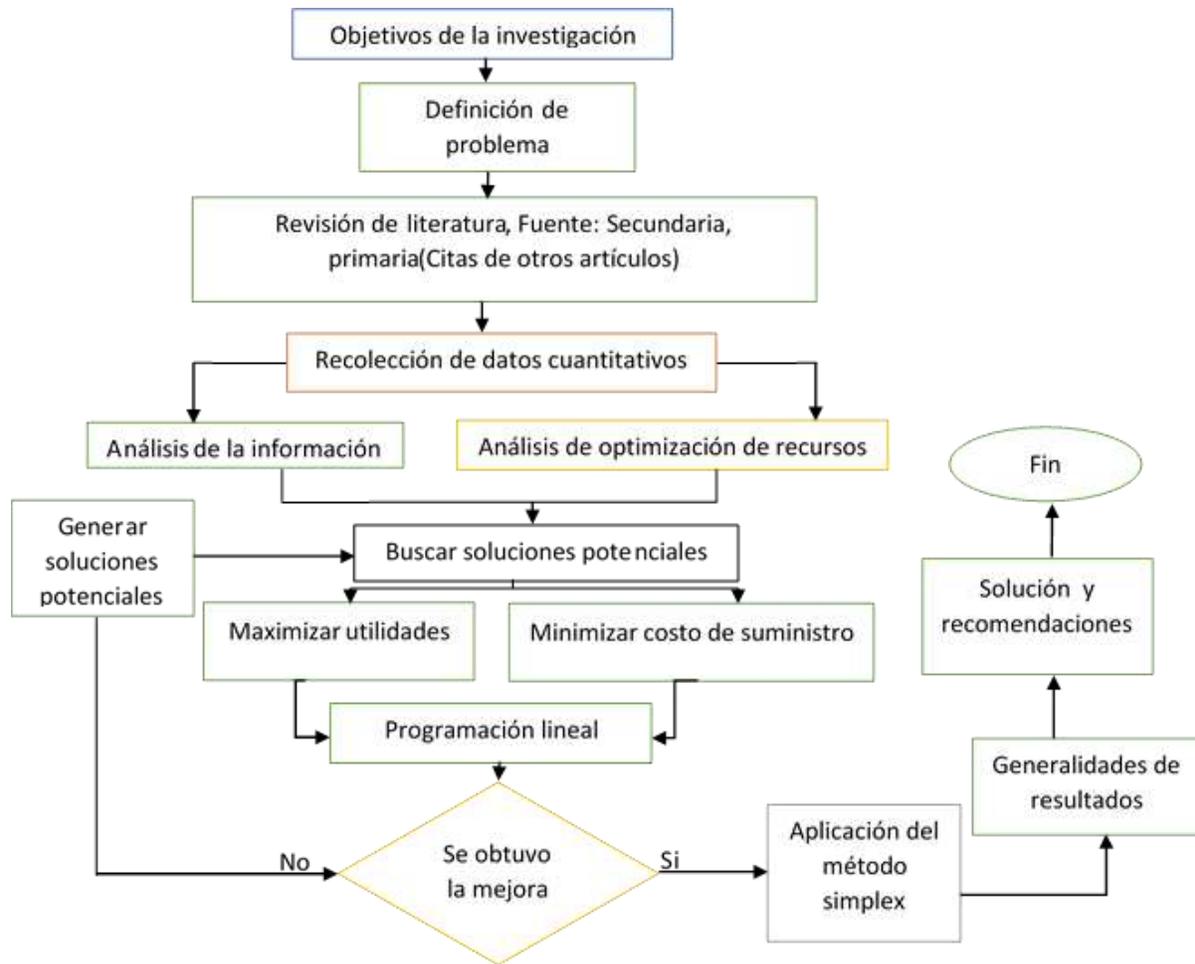


FIGURA 1: DIAGRAMA DE FLUJO DE LA METODOLOGÍA

La metodología para la resolución del problema es mostrada en la Figura No.1 donde se describen los pasos, desde los objetivos de la investigación hasta la obtención de la mejora, así mismo definiendo el problema y revisando trabajos previos relacionados con este artículo; en base a esto con los datos recolectados y cotejados con los problemas presentes en la empresa encontrar aquellas situaciones que los causan, así mismo se realiza un análisis tanto de la información como de optimización, con los datos anteriores se buscan soluciones potenciales tales como la maximización utilidades y minimización de costo de suministro donde el método de solución propuesto es la

programación lineal que en conjunto con la aplicación del método simplex proporciona resultados de mejora a la empresa.

Donde las variables aleatorias independientes se encuentran sujetas a ciertas restricciones. En el caso: Pastelería Küsse & Gourmet se producen 5 sabores distintos de cheesecakes: Fresa, Tortuga, Chocolate, Moka y Marmoleado, lo cuales se colocan en el mercado para su venta directa al consumidor final.

La empresa ha estimado los costos de producción por cada tipo de cheesecake, éstos se muestran en la Tabla 1.

TABLA 1. COSTO DE PRODUCCIÓN (PESOS)

CHEESECAKE					
	FRESA	TORTUGA	CHOCO LATE	MOKA	MARMOLEADO
COSTO DE PRODUCCION	177	187	172	174	207

De acuerdo con la política de precios de la empresa, en la Tabla 2 se observan los precios de venta para cada producto:

TABLA 2. PRECIO DE VENTA (pesos).

CHEESECAKE					
	FRESA	TORTUGA	CHOCO LATE	MOKA	MARMOLEADO
PRECIO DE VENTA	360	370	360	360	390

Con los datos anteriores se conjetura la utilidad mostrado en la Tabla 3.

TABLA 3. UTILIDAD POR UNIDAD

CHEESECAKE					
UTILIDAD	FRESA	TORTUGA	CHOCOLATE	MOKA	MARMOLEADO
	183	183	188	186	183

De acuerdo al área de producción, el tiempo necesario para la preparación de cada tipo de cheesecake se muestra en la Tabla 4.

TABLA 4. TIEMPO DE PREPARACIÓN

CHEESECAKE

TIEMPO DE PREPARACIÓN	FRESA	TORTUGA	CHOCOLATE	MOKA	MARMOLEADO
	130 min.	130 min.	140 min.	140 min.	120 min.

Actualmente, el área de producción de la sucursal Candiles cuenta con 3 empleados, que laboran una jornada de 8 horas de lunes a viernes, contemplando una hora de descanso diaria.

Los días sábados trabajan de 9 am a 1 pm. Debido a la existencia de contratos con clientes, la producción mínima por cada tipo de cheesecake deberá ser la que muestra la Tabla 5.

TABLA 5. OFERTA MÍNIMA

CHEESECAKE					
OFERTA MÍNIMA	FRESA	TORTUGA	CHOCOLATE	MOKA	MARMOLEADO
	5	9	8	6	7

De acuerdo con el flujo de efectivo de la empresa, se disponen de \$9,500 pesos por semana para la producción. El problema de la Pastelería Küsse & Gourmet sucursal Candiles es determinar qué cantidad de cada producto se deberá producir para maximizar la contribución total de la utilidad.

Otro reto que enfrenta la empresa es referente al transporte. Se busca disminuir el costo de enviar materia prima de la matriz a las sucursales.

En la Tabla 6, se muestra la capacidad de suministro semanal en lotes para cada uno de los puntos de origen.

TABLA 6. CAPACIDAD DE SUMINISTRO SEMANAL.

ORIGEN	MATRIZ	CAPACIDAD DE SUMINISTRO SEMANAL (LOTES)
1	Marqués	20
2	Querétaro Centro	30
TOTAL		50 LOTES

TABLA 7. COSTO DEL TRANSPORTE POR UNIDAD.

COSTO DE TRANSPORTE POR UNIDAD			
ORIGEN	DESTINO		
	Candiles	Juriquilla	Centro Sur
Marqués	70	80	60
Querétaro Centro	60	70	50

En la Tabla 8 se presenta la demanda semanal de materia prima para cada una de las sucursales.

TABLA 8. PRONÓSTICO SEMANAL DE MATERIA

DESTINO	SUCURSAL	PRONÓSTICO DE DEMANDA DE MATERIA PRIMA SEMANAL
1	Candiles	11
2	Juriquilla	18
3	Centro Sur	14
TOTAL		43 LOTES

El modelo matemático propuesto para buscar soluciones al primer objetivo planteado se presenta en la Ec. (2).

ECUACIÓN 2. MODELO MATEMÁTICO PROPUESTO PARA BUSCAR SOLUCIÓN

FUNCIÓN OBJETIVO

$$\text{Máx } U = 183x_1 + 183x_2 + 188x_3 + 186x_4 + 183x_5$$

RESTRICCIONES

- I. $130x_1 + 130x_2 + 140x_3 + 140x_4 + 120x_5 \leq 7020$
- II. $177x_1 + 187x_2 + 172x_3 + 174x_4 + 207x_5 \leq 9500$
- III. $1x_1 \geq 5$
- IV. $1x_2 \geq 9$
- V. $1x_3 \geq 8$
- VI. $1x_4 \geq 6$
- VII. $1x_5 \geq 7$

Dónde:

VARIABLES	CHEESECAKE
x_1	Fresa
x_2	Tortuga
x_3	Chocolate
x_4	Moka
x_5	Marmoleado

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada

Una etapa importante fue construir una función objetivo para maximizar la utilidad.

Para la restricción número I, se calcularon las horas de trabajo por semana de un solo empleado, dando un total de 39 horas, que a su vez, se multiplicaron por los tres trabajadores que tiene la MIPYME, obteniendo un resultado de

117 horas por semana. Así mismo, se multiplicó por 60 minutos, para que las unidades estuvieran acordes al tiempo de elaboración de los cheesecakes, dando un total de 7,020 minutos.

La restricción número II se basa en el flujo de efectivo, puesto que la empresa sólo dispone de \$9,500 pesos por semana para la producción.

Las restricciones III a la VII, se refieren a la producción mínima para cada tipo de cheesecake, este análisis fue elaborado con base en las estimaciones de demanda del mercado y debido a la existencia de contratos con algunos clientes.

Para el problema de transporte, también se utilizó la programación lineal, desarrollando un modelo de flujo de red, que se muestra en la Figura 2.

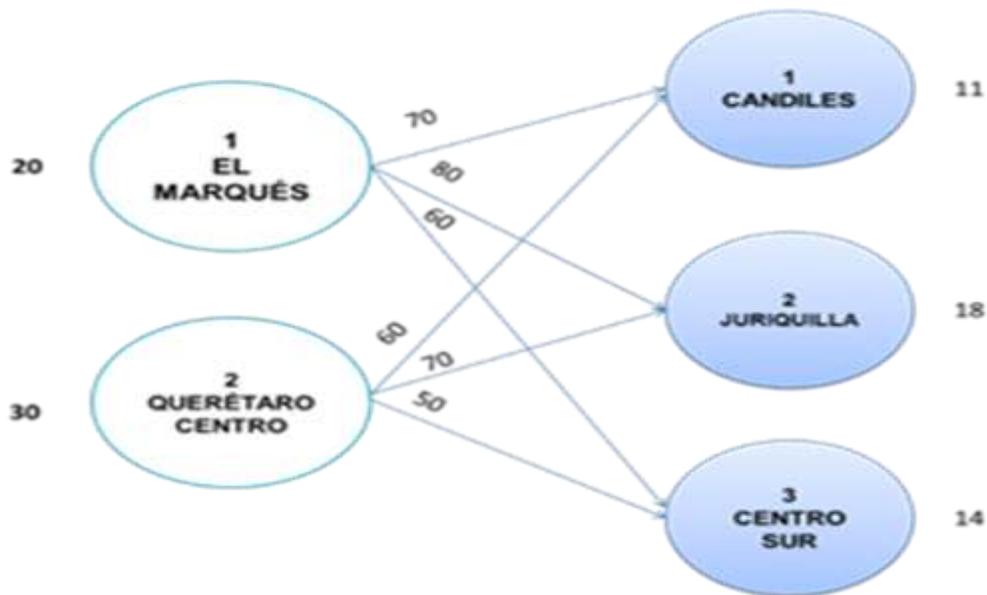


FIGURA 2. DIAGRAMA DE FLUJO DE RED

Para minimizar el costo total se desarrollaron las expresiones matemáticas mostradas en la Ec. (3).

ECUACIÓN 3. EXPRESIÓN MATEMÁTICA PARA MINIMIZAR EL COSTO TOTAL

$$\text{El Marqués} = 70x_{11} + 80x_{12} + 60x_{13}$$

$$\text{Querétaro Centro} = 60x_{21} + 70x_{22} + 50x_{23}$$

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada

La suma de estas expresiones proporciona la función objetivo que muestra el costo de transporte total para la pastelería.

Es necesario generar restricciones debido a que cada origen tiene un suministro limitado y cada destino tiene un requerimiento de demanda, las restricciones de la oferta son mostradas en la Ec. 4

ECUACIÓN 4. EXPRESIÓN MATEMÁTICA DE LA OFERTA.

Suministro de El Marqués:

$$x_{11}+x_{12}+x_{13}\leq 20$$

Suministro de Querétaro Centro:

$$x_{21}+x_{22}+x_{23}\leq 30$$

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada

Con las tres sucursales como destino se identificaron tres restricciones de demanda como se aprecia en la Ec. 5:

ECUACIÓN 5. EXPRESIÓN MATEMÁTICA DE LA DEMANDA.

$$\text{Demanda Candiles: } x_{11}+x_{21}=11$$

$$\text{Demanda Juriquilla: } x_{12}+x_{22}=18$$

$$\text{Demanda Centro Sur: } x_{13}+x_{23}=14$$

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada

Al combinar la función objetivo y las restricciones se obtiene un modelo de programación lineal de 6 variables y 5 restricciones, tal como se muestra en la Ec. 6.

ECUACIÓN 6. FUNCIÓN OBJETIVO Y RESTRICCIONES

$$\text{Min. } 70x_{11}+80x_{12}+60x_{13}+60x_{21}+70x_{22}+50x_{23}$$

s.a

$$\text{I. } x_{11}+x_{12}+x_{13} \leq 20$$

$$\text{II. } x_{21}+x_{22}+x_{23} \leq 30$$

$$\text{III. } x_{11} \quad +x_{21} \quad = 11$$

$$\text{IV. } x_{12} \quad +x_{22} \quad = 18$$

$$\text{V. } x_{13} \quad +x_{23} \quad = 14$$

Fuente: Elaboración propia a partir de la información recolectada

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En los siguientes párrafos mostraremos las ventajas al utilizar los métodos cuantitativos para la toma de decisiones en una pequeña empresa. Es importante señalar que el modelo desarrollado para maximizar las utilidades, y el modelo de flujo de red para la logística de la materia prima, cumple con la *satisfacción de los dueños de la empresa al implementarlos con éxito en la pastelería.*

Utilizando el software WinQSB para el modelo de maximizar la contribución total de la utilidad en la sucursal Candiles, éste arrojó los resultados de producción presentados en la Tabla 9.

TABLA 9. RESULTADO DE LA MAXIMIZACIÓN DE UTILIDADES

VALOR DE LA FUNCIÓN OBJETIVO MÁX.= 9,741. 65					
VARIABLE DE DECISIÓN	VALOR DE LA SOLUCIÓN	UTILIDAD	CONTRIBUCIÓN TOTAL	MIN. ADMISIBLE	MÁX. ADMISIBLE
X ₁ : FRESA	11.61	183	2,126.43	180.91	193.46
X ₂ : TORTUGA	9	183	1,647		187.87
X ₃ : CHOCOLATE	18.99	188	3,571.22	184.66	191.06
X ₄ : MOKA	6	186	1,116		188.97
X ₅ : MARMOLEAD	7	183	1,281		190.19

Asimismo, la Tabla 9 muestra que la utilidad máxima en la sucursal Candiles es de \$9,741.65. Los valores para las variables de decisión presentan las cantidades a producir para cada sabor de pastel. Es importante observar que se pudo haber realizado un modelo de programación lineal entera. Obteniendo una solución óptima cercana a la que se muestra en la Tabla 9. En total tendrán que producirse 11.61 pasteles de fresa, 9 de tortuga, 18.99 de chocolate, 6 de moka y 7 de marmoleado.

Prestar atención a la Tabla 9 que si el valor de la utilidad para cada variable mostrada en la columna número tres se sale del rango señalado en la penúltima y última columna de la misma Tabla 9, las soluciones óptimas de producción que se ven en la columna dos se modificarían. Dicho de otro modo, la producción óptima de moka señala que deben ser de 6 cheesecake, cada uno de estos aporta 186 de utilidad (ver columna tres), sin embargo si el margen de utilidad sobrepasa los 188.97, columna 6, la producción óptima de cheesecake de Moka cambiaría, de igual forma para los otros pastelillos. Lo anterior sería un análisis de sensibilidad para cualquier cambio en la utilidad por pastelillo.

En cuanto al problema de transporte los resultados se muestran en la Tabla 10. La solución indica que el costo mínimo de suministrar la materia prima a las sucursales de la pastelería es de \$2,750. Los valores para las variables de decisión muestran los lotes a suministrar de cada matriz hacia las sucursales para minimizar el costo total de transporte. Se observa que el suministro disponible de la matriz de Querétaro Centro será utilizado en su totalidad ya que ésta puede proveer 30 paquetes de materia prima y en la matriz del Marqués sólo se utilizarán 13 lotes de los 20 disponibles por lo que existe un superávit de 7 lotes.

TABLA 10. RESULTADO DE LA MINIMIZACIÓN DE COSTO

VALOR DE LA FUNCIÓN OBJETIVO MIN.= 2,750.00					
VARIABLE DE DECISIÓN		VALOR DE SOLUCIÓN	COSTO UNITARIO	CONTRIBUCIÓN TOTAL	SUPERÁVIT POR MATRIZ
EL MARQUÉS	CANDILES	11	70	770	
EL MARQUÉS	JURIQUILLA	2	80	160	7
EL MARQUÉS	CENTRO SUR	0	60	0	
QUERÉTARO CENTRO	CANDILES	0	60	0	
QUERÉTARO CENTRO	JURIQUILLA	16	70	1,120	0
QUERÉTARO CENTRO	CENTRO SUR	14	50	700	

4. CONCLUSIONES

Para este caso de estudio, los métodos cuantitativos ayudaron a construir un modelo de programación matemática para maximizar las utilidades en la sucursal Candiles de la Pastelería Küsse & Gourmet. Se ha programado una producción que satisface la demanda del mercado. Así mismo, se desarrolló un modelo de flujo de red para minimizar el costo de suministro de materia prima de las matrices hacia las sucursales de la pastelería.

Es importante observar que en caso de algún cambio en los insumos y los costos fijos, los modelos desarrollados de programación lineal y flujo de red generados a partir de esta primera aproximación, servirán de base para la estimación de otras soluciones factibles.

Este estudio nos demostró que varias empresas en el país consideradas MIPYMES pueden desarrollar modelos de I.O. para la toma de decisiones. La capacitación que requieran se puede proporcionar por las universidades. Asimismo, se pudo constatar que un perfil de liderazgo en los dueños de la empresa es muy relevante para culminar con éxito el proyecto.

Finalmente, varias estadísticas del dominio público señalan que la vida promedio de las MIPYMES es menor a 2 años. Por lo anterior, estamos convencidos que los métodos cuantitativos pueden apoyarlas para generar utilidades y mejorar la competitividad de estas organizaciones, tal como lo ha señalado (Leyva Carreras, Cavazos Arroyo, & Espejel Blanco, 2018) (Estrada B, García Pérez de Lema, & Sánchez Trejo, 2009).

5. REFERENCIAS

- Akpan, N., & Iwok, I. (Octubre de 2016). Aplicación de Programación Lineal Para el Uso Óptimo de Materias Primas en Panadería. *Inventario Internacional de Matemáticas e Invención Estadística*, 4(8), 51-57. Obtenido de www.ijmsi.org
- Alatorre Herrera, R. A., & Morales Torres, V. (2014). Estudio de casos en materia de gestión de la calidad en México: rezagos y oportunidad. *Revista Electronica de Divulgación de la Investigación*, Vol.8 Diciembre. Recuperado el 2015 de Septiembre de 21, de <http://portales.sabes.edu.mx/redi/8/pdf/REDI06082014.pdf>
- Alvarado, J. (2009). La Programación lineal aplicación de la pequeñas y medianas empresas. *Reflexiones*, 3- 4.
- Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., Camm, J. D., & Martin, K. (2011). *Métodos cuantitativos para los negocios 11a.ed.* México.D.F: Cengage Learning Editores ,S.A. de C.V.,una compañía de Cengage Learning,Inc.Corporativo Santa Fe.
- Anderson, D., Sweeney, D., & T, W. (2004). *Métodos cuantitativos para los negocios*. México: THOMSON.
- Ayuso, M. H. (2007). Modelos lineales. En M. D. Carmen, *Introducción a la programación lineal* (págs. 1-2). México: Facultad de Ciencias, UNAM.
- Balogun, O. J. (2003). Uso de Programación Lineal para una Producción Óptima en una Línea de Producción en la Empresa Embotelladora de Coca-Cola. *Internacional de Investigación en Ingeniería y Aplicación*, 2.
- Baltar, F., & Gentile, N. (2012). Métodos mixtos para el estudio de las decisiones estratégicas en las Pymes. *Facultad de ciencias Económicas y Sociales*, Vol.7(1). Obtenido de <http://nulan.mdp.edu.ar>
- Baltar, F., & Gentile, N. (2012). Metodos mixtos para el estudio de las decisiones estratégicas en las pymes. *Global Conference on Business and Finance Proceedings*.
- CONDUSEF. (s.f.). Obtenido de La Comisión Nacional para la Protección y Defensa de los Usuarios de Servicios Financieros: <https://www.condusef.gob.mx/Revista/index.php/usuario-inteligente/educacion-financiera/492-pymes>
- Dantzing, G. B., & Thapa, M. N. (1914). *Linear Programming I: Introduction* (Vol. I). (P. Glynn, Ed.) USA: Springer-VerlagNew York Berlin Heidelberg. Obtenido de https://books.google.com.mx/books?hl=es&lr=&id=njvtBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR21&dq=dantzig+linear+programming&ots=6nOuuZ78Vp&sig=5Dn0Qp65pCEZr3QE6t_8S5aYWEw#v=onepage&q=dantzig%20linear%20programming&f=false
- Estrada B, R., García Pérez de Lema, D., & Sánchez Trejo, V. (2009). Factores determinantes del éxito competitivo en la Pyme: Estudio Empírico en México. *revista Venezolana de Gerencia*, 14(46), 169-182. Obtenido de [https://doi.A.B.Leyva Carreras,et al./Contaduría y Administración63\(3\),2018,1-21](https://doi.A.B.Leyva Carreras,et al./Contaduría y Administración63(3),2018,1-21)
<http://dx.doi.org/10.2201/fca.24488410e2018.1085org/10.18800/contabilidad.20162.004>
- Igwe, K., Onyenweaku, C., & Nwaru, J. (2011). Aplicacion de Programacion Lineal a Arable Semi-Comercial y Pesquería Empresas del Estado de Abia ,Nigeria. *Internacional de Economía y Ciencias de la Gestión*, 1(1).

- INEGI. (30 de Octubre de 2011). Obtenido de Instituto Nacional de Estadística, Geografía e Informática:
<http://www.inegi.org.mx>
- Ivonne , V. H. (2013). Pymes generan 81% del empleo en México. *Expansion en alianza conCNN*.
- Leyva Carreras, A. B., Cavazos Arroyo, J., & Espejel Blanco, J. E. (2018). Influecnia de la planeacion estratégica y habilidades gerenciales como factores internos de la competitividad empresarial de las Pymes. *Contaduría y Administración*, 1-21. Obtenido de www.cya.mx/index.php./cya
- Moya, M. (1998). *La programación lineal*. Costa Rica: EUNED.
- Navarrete Báez, F. E., Hernández Rodríguez, G., & Abbadie Morales, R. (25 de Junio de 2012). *La Toma de Decisiones en las Micro, Pequeñas y Medianas empresas de Jalisco: un proceso de cambio basado en su Cultura Organizacional*. Obtenido de <http://digital.univa.mx/cii/difcon/la-toma-de-decisiones-en-la-mipymes-1.pdf>.
- Pomar Fernández, S., Ramirez Alcántara, H. T., & Rendón Trejo, A. (2015). La toma de decisiones con orientación estratégica en una Pyme del sector metalmecánico. "*XV Congreso Internacional de Invetigación en Ciencia Administrativas*".
- Rincón Abril, L. A. (2001). *Investigación de operaciones para Ingenierías Administración de Empresas*. Cali, Colombia: Universidad Nacional de Colombia .
- Sánchez Aguilar, J., Martínez Lira, N., Ochoa Zezzatti, A., & Tapia Torres, L. (2016). Equipos de trabajo auto-dirigidos: El caso de una empresa fabricante de neumáticos de exportación. *Revista Electrónica de Divulgación de la Investigación, Vol.11*.
- SE. (17 de Junio de 2009). Obtenido de Secretaría de Economía:
http://www.economia.gob.mx/swb/es/economia/p_cpyme_informacion
- Simon, H. (1979). "Rational decision making in business organizations". *American Economic Review*, vol. 69((4)), p. 493-513.
- Zamora Torres, A. (2017). Logistica del comercio internacional de la region de la cuenca del Pacífico a través de análisis envolvente de datos Network. *Contaduría y Administración*.