



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS EMPRESARIALES

CARRERA DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

DETERMINACIÓN DE UN MODELO GRÁFICO DE PROGRAMACIÓN
LINEAL QUE MAXIMICE LAS GANANCIAS DE LA EMPRESA
MOBILIARIA JAGUAR S.A.

MARIN CHAMBA FAUSTO DAVID
INGENIERO EN CONTABILIDAD Y AUDITORÍA CPA

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS EMPRESARIALES

CARRERA DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

DETERMINACIÓN DE UN MODELO GRÁFICO DE
PROGRAMACIÓN LINEAL QUE MAXIMICE LAS GANANCIAS
DE LA EMPRESA MOBILIARIA JAGUAR S.A.

MARIN CHAMBA FAUSTO DAVID
INGENIERO EN CONTABILIDAD Y AUDITORÍA CPA

MACHALA
2018



UTMACH

UNIDAD ACADÉMICA DE CIENCIAS EMPRESARIALES

CARRERA DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

EXAMEN COMPLEXIVO

DETERMINACIÓN DE UN MODELO GRÁFICO DE PROGRAMACIÓN LINEAL
QUE MAXIMICE LAS GANANCIAS DE LA EMPRESA MOBILIARIA JAGUAR S.A.

MARIN CHAMBA FAUSTO DAVID
INGENIERO EN CONTABILIDAD Y AUDITORÍA CPA

BALSECA TAPIA LENIN

MACHALA, 11 DE JULIO DE 2018

MACHALA
11 de julio de 2018

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado DETERMINACIÓN DE UN MODELO GRÁFICO DE PROGRAMACIÓN LINEAL QUE MAXIMICE LAS GANANCIAS DE LA EMPRESA MOBILIARIA JAGUAR S.A., hacemos constar que luego de haber revisado el manuscrito del precitado trabajo, consideramos que reúne las condiciones académicas para continuar con la fase de evaluación correspondiente.

BALSECA TAPIA LENIN

1708037377

TUTOR - ESPECIALISTA 1

RIOFRÍO ROMERO NATHALY RAGDE

0704156306

ESPECIALISTA 2

PRECIADO CEDILLO CATALINA DEL ROCIO

0702652462

ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: miércoles 11 de julio de 2018 - 21:07

Urkund Analysis Result

Analysed Document: MARIN CHAMBA FAUSTO DAVID_PT-010518.pdf (D40207111)
Submitted: 6/15/2018 7:35:00 PM
Submitted By: titulacion_sv1@utmachala.edu.ec
Significance: 0 %

Sources included in the report:

Instances where selected sources appear:

0

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

El que suscribe, MARIN CHAMBA FAUSTO DAVID, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado DETERMINACIÓN DE UN MODELO GRÁFICO DE PROGRAMACIÓN LINEAL QUE MAXIMICE LAS GANANCIAS DE LA EMPRESA MOBILIARIA JAGUAR S.A., otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

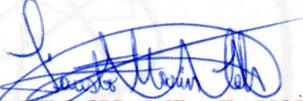
El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.

Machala, 11 de julio de 2018



MARIN CHAMBA FAUSTO DAVID
0703560938

**DETERMINACIÓN DE UN MODELO GRÁFICO DE PROGRAMACIÓN
LINEAL QUE MAXIMICE LAS GANANCIAS DE LA EMPRESA
MOBILIARIA JAGUAR S.A.**

Autor: Fausto David Marín Chamba

Tutor: Ing. Lenin Balseca Tapia

Correo electrónico: fmarin_est@utmachala.edu.ec

RESUMEN

La Investigación de Operaciones ha constituido en los últimos años uno de los elementos clave para el proceso de toma de decisiones y el manejo eficiente de los escasos recursos en las organizaciones, es por ello que la programación lineal como un componente de apoyo a esta disciplina ha marcado una trascendental influencia en los diferentes sectores de la economía o de la productividad a la hora de modelar problemas que impliquen la maximización de beneficios económico o la minimización de bienes, haciendo uso de un sistema de igualdades o desigualdades sujetas a ciertas limitantes para llegar a una solución que satisfagan las expectativas del gerente o administrador. Un claro ejemplo de la utilidad que tiene esta herramienta se lo da a conocer a través del desarrollo de un caso práctico reflejado en el presente trabajo de investigación que tiene por objeto determinar un modelo de programación lineal mediante el uso de un método gráfico para maximizar las ganancias de la empresa del sector mobiliario Jaguar S.A.

Palabras Clave: Investigación de Operaciones, programación lineal, método gráfico.

**DETERMINATION OF A GRAPHIC MODEL OF LINEAR PROGRAMMING
THAT MAXIMIZES THE PROFITS OF THE COMPANY OF INTEREST
JAGUAR S.A.**

Author: Fausto David Marín Chamba

Tutor: Ing. Lenin Balseca Tapia

E-mail: fmarin_est@utmachala.edu.ec

ABSTRACT

In recent years, Operations Research has been one of the key elements for the decision-making process and the efficient management of scarce resources in organizations, which is why linear programming as a support tool for this Discipline has marked a transcendental influence in the different sectors of the economy or productivity when modeling problems that imply the maximization of economic benefits or the minimization of their assets, making use of a system of Equality or inequalities subject to certain limitations to reach a solution that satisfies the expectations of the manager or administrator. A clear example of the utility that this tool has is released through the development of a case study reflected in this research work that aims to determine a model of linear programming by using a graphical method to maximize the profits of the company of the furniture sector Jaguar S.A.

Keywords: Operations Research, linear programming, graphical method.

CONTENIDO

| | Pág. |
|--|------|
| PORTADA..... | 1 |
| RESUMEN | 2 |
| ABSTRACT | 3 |
| CONTENIDO..... | 4 |
| LISTA DE CUADROS..... | 5 |
| LISTA DE FIGURAS..... | 6 |
| INTRODUCCIÓN | 7 |
| 1. DESARROLLO..... | 9 |
| 1.1. Programación lineal | 9 |
| 1.1.1. <i>Concepto</i> | 9 |
| 1.1.2. <i>Objetivo de la programación lineal</i> | 9 |
| 1.1.3. <i>Modelo de programación lineal</i> | 9 |
| 1.1.4. <i>Optimización de problemas</i> | 10 |
| 1.1.5. <i>Solución gráfica</i> | 10 |
| 1.1.6. <i>Toma de decisiones</i> | 10 |
| 1.2. Caso práctico..... | 11 |
| 1.3. Desarrollo del caso práctico..... | 11 |
| 1.3.1. <i>Variables</i> | 11 |
| 1.3.2. <i>Función objetivo</i> | 11 |
| 1.3.3. <i>Restricciones</i> | 11 |
| 1.3.4. <i>Resolución por el método gráfico</i> | 13 |
| 1.3.5. <i>Solución factible</i> | 15 |
| 2. CONCLUSIONES..... | 16 |
| REFERENCIAS..... | 17 |

LISTA DE CUADROS

| | Pág. |
|--|------|
| Cuadro 1. Datos del caso práctico..... | 1 |
| Cuadro 2. Datos para la resolución del caso práctico con cantidades duplicadas..... | 2 |
| Cuadro 3. Valores de las variables “ X_1 ” y “ X_2 ” a ser representados en la recta numérica..... | 3 |
| Cuadro 4. Determinación de la solución óptima según función objetivo..... | 4 |

LISTA DE FIGURAS

| | Pág. |
|---|------|
| Figura 1. Representación gráfica del modelo de programación lineal..... | 1 |

INTRODUCCIÓN

Desde el nacimiento de la Investigación Operativa (IO) como un instrumento más de la ciencia, su expansión se vio marcada en el sector empresarial a partir de la revolución industrial, que dio lugar al apareamiento de grandes organizaciones complicadas de administrar, mismo que provocaba cierto grado de afectación a su crecimiento y posicionamiento en el mercado debido a la dificultad que existía a la hora de destinar recursos, reflejándose además la necesidad de hacer frente a situaciones generalmente asociadas con el manejo o el empleo de estos para la obtención de un alto rendimiento económico. Para los autores (Kowalski, Enríquez, Santelices, & Erck, 2015), la IO es definida como una disciplina que forma parte de las matemáticas, misma que se vale de los diferentes modelos de tipo matemáticos, algorítmicos o estadísticos para corroborar en la toma de decisiones; siendo utilizada y enseñada en varios campos de la ciencia como la economía, ingenierías, etc.

Una de las herramientas de la IO más utilizadas dentro del contexto empresarial e industrial para dar soporte a la organización no sólo con respecto a la optimización de funciones de tipos lineales, sino también para el manejo eficiente de los recursos y proceso de toma de decisiones, que reflejen la mejor alternativa de solución a una determinada problemática, es la programación lineal. Algunos de los métodos matemáticos y analíticos en los cuales se basa la IO a través de la programación lineal para dar una adecuada solución al problema dependiendo del número de variables, está dada por el conocido método gráfico. Algunos autores como (Tamayo García & Urquiola García, 2014), consideran que la programación lineal no solo sirve para llevar a cabo una planificación sino también para la minimización o maximización de una función objetivo, misma que está sujeta a ciertos parámetros limitantes expresados a manera de ecuaciones o inecuaciones lineales.

Como ventaja competitiva que tiene la puesta en práctica de un modelo de programación lineal a partir del presente tema dirigido a una unidad productiva del sector mobiliario, podemos destacar: un ahorro económico debido a que la organización tendrá conocimientos de la cantidad de inventarios a producir que serán necesarios, haciendo uso de los recursos con los que hasta ese momento cuente en relación con el factor tiempo y costos que el producto final implique.

Por la importancia que reviste el empleo de la investigación operativa para la asignación de recursos, de tal manera que satisfagan determinados criterios en el campo empresarial, se ha planteado como objetivo general determinar un modelo de programación lineal mediante la utilización del método gráfico para maximizar las ganancias de Jaguar S.A., dentro del alcance de los siguientes objetivos específicos que involucran: 1) Aplicar una solución gráfica al problema planteado tomando en consideración las variables y limitantes involucradas; 2) Proponer una alternativa de solución factible que cumpla con el objetivo de la empresa de maximizar sus ganancias.

1. DESARROLLO

1.1. Programación lineal

1.1.1 *Concepto*. Constituye una de las técnicas de soporte para la planeación y proceso de toma de decisiones más relevantes en la resolución de modelos matemáticos dentro del campo de la IO, cuya aplicación comúnmente se relaciona a situaciones prácticas presentes en diversas actividades abarcando desde el sector industrial hasta su empleo en estrategias y tácticas militares, proveyendo de una optimización (generalmente asociada a la maximización de beneficios monetarios o de minimización de bienes materiales) que augure la mejor elección de solución en base a una serie de variables restrictivas dada la meta a alcanzar a través de una función objetivo. (Ortíz Barrios, 2013)

Para el autor (Martínez Puig, 2013), la programación lineal cumple con un fin específico que es la de resolver problemas de optimización, cuyo modelo al igual que cualquier otro dentro de la misma rama, se encuentran integrado por: las variables de una determinada problemática, restricciones a las que está sujeta y el planteamiento de una función objetivo (también conocida como el propósito o la meta); debiendo satisfacer conjuntamente a estos tres componentes.

1.1.2. *Objetivos de la programación lineal*. Algunos de los objetivos principales que tiene con respecto a su aplicación en las organizaciones, está dado por: 1) dar soluciones eficientes a problemas suscitados dentro del ámbito técnico y económico, tomando en consideración la limitación y los escasos recursos sometidos a parámetros de restricción y 2) resolver casos que involucran el establecimiento de combinaciones optimizadas a ser empleadas en los procesos de producción, localización, distribución, incremento de utilidades, etc. (Puente Riofrío & Gavilánez Álvarez, 2017)

1.1.3. *Modelo de Programación lineal*. Según lo mencionan los autores (López Calvajar, Castro Perdomo, & Guerra, 2017), para llevar a cabo un procedimiento de construcción de un modelo de este tipo, es necesario poner a consideración la ejecución de pasos esenciales, mismos que incluyen: la identificación de cada una de las variables de decisión asignada a cada actividad con respecto al problema y su estudio; la

definición de restricciones expresados a manera de igualdades o desigualdades que delimitan ciertos valores en relación a la variable y ajustados a condiciones de no negatividad, es decir, valores iguales o superiores a cero; y el planteamiento de la meta a la que se quiere llegar, expresado en términos de una función objetivo.

1.1.4. *Optimización de problemas.* La optimización es una de las metas principales a la que se intenta llegar por medio de un modelo matemático aplicado a la resolución de un caso, para optar por el mejor valor de entre varias alternativas encontradas y que satisfagan a la función objetivo propuesta, que además involucre la participación de un régimen de ecuaciones e inecuaciones. (Molina Pérez & Cabrera Estupiñán, 2014)

Encontrar soluciones factibles a complejos problemas por medio de variables de decisión es una de las actividades de la optimización. Por consiguiente, podemos mencionar que un modelo a optimizar, desde una perspectiva global, debe incluir: programación matemática, combinaciones, modelos limitantes y modelo analítico. (Maldonado, 2016)

1.1.5. *Solución Gráfica.* También conocido como método gráfico, es uno de los métodos utilizados en la programación lineal para dar solución y representar gráficamente (a través de las rectas del plano cartesiano, las variables de decisión; es importante mencionar que una de las desventajas atribuibles a este tipo de método es que únicamente puede ser utilizado en la resolución de problemas de dos dimensiones. (Hillier & Lieberman, 2010)

1.1.6. *Toma de decisiones.* La toma de decisiones desempeña una actividad de suma relevancia en la organización, pudiendo ser llevada a cabalidad con la utilización de técnicas de la IO en relación a la dificultad de la problemática, así como también de los costos que implique, debido a que de ello depende los distintos impactos que puedan afectar negativa o positivamente a los procesos de producción y de los costos surgidos a raíz de haber optado por la selección de una alternativa de decisión diferente. (Sánchez, Ceballos, & Sánchez Torres, 2015)

1.2. Caso práctico.

Jaguar S.A. se dedica a la fabricación de sillas y mesas, fabricar cada uno consume una determinada cantidad de tiempo (en horas) de los departamentos corte y ensamblaje. Los departamentos tienen disponible una limitada cantidad de horas de trabajos 120 horas para corte y 90 horas para ensamble. Cada uno de los productos ofrecen a la empresa la siguiente contribución \$ 50 (Dólares) para las mesas y \$ 80 (Dólares) para sillas.

La información anterior más los consumos de tiempo de cada producto se resumen en la siguiente tabla.

Cuadro 1. Datos del caso práctico.

| PROCESO | CONSUMO DE TIEMPO POR C/U. DE PRODUCTO | | TIEMPO DISPONIBLE EN C/DPTO. HORAS |
|--------------------------|--|--------|------------------------------------|
| | Mesas | Sillas | |
| Corte | 1 | 2 | 120 |
| Ensamble | 1 | 1 | 90 |
| CONTRIBUCIÓN UNIT./PROD. | \$50 | \$80 | |
| Fuente: UTMACH | | | |

Pregunta a resolver:

¿Determine la cantidad a producir de sillas y mesas para obtener la máxima ganancia posible (duplicando las cantidades dadas)?

1.3. Desarrollo del caso.

Cuadro 2. Datos para la resolución del caso práctico con cantidades duplicadas

| PROCESO | CONSUMO DE TIEMPO POR C/U. DE PRODUCTO | | TIEMPO DISPONIBLE EN C/DPTO. HORAS |
|--------------------------|--|--------|------------------------------------|
| | Mesas | Sillas | |
| Corte | 2 | 4 | 240 |
| Ensamble | 2 | 2 | 180 |
| CONTRIBUCIÓN UNIT./PROD. | \$100 | \$160 | |
| Fuente: Autor | | | |

1.3.1. *Variables*. Las variables que van a formar parte del criterio de decisión figuran la actividad o incógnita que integran la problemática. (Camero Reinante, Martínez Casanova, & Pérez Payrol, 2015)

Para el desarrollo de este caso se ha asignado a la variable “ X_1 ”, la cantidad de mesas a producir. Mientras que la cantidad de sillas a producir se encuentra representada por la variable “ X_2 ”.

X_1 = Cantidad de mesas

X_2 = Cantidad de sillas

1.3.2. *Función objetivo*. La Función objetivo, como elemento necesario para la optimización de problemas. se relaciona con las variables de decisión y representan a aquel valor que se pretende optimizar (Arcila Zea, Riveros Jerez, & Rivero Jerez, 2014). En cuyo caso la meta o función objetivo que se está intentando lograr es maximizar el valor de la contribución en la producción de mesas y sillas, que dejan a la empresa \$100 y \$160 respectivamente, es decir:

$$Z(\text{Max})= 100X_1 + 160X_2$$

1.3.3. *Restricciones*. Delimitan la dirección que pueda tomar la resolución de una situación planteada. Están dadas por la limitación de diferentes factores relacionados al capital económico, humano, capacidad, tecnología, productividad, tiempo; o a su vez por la existencia de restricciones que involucra riesgos, leyes, objetivos personales, etc. Se identifica además en un sistema de inecuaciones por los símbolos matemáticos de igualdad (=), mayor que (\geq) o de menor que (\leq). Uno de los límites a cumplirse en un modelo, es la que según los autores (Ortiz-Triana & Caicedo-Rolón, 2014), manifiestan establecer una condición donde las alternativas de solución obtenidas por medio de las variables de decisión sean igual o superiores a cero, es decir, correspondan a valores no negativos.

Las restricciones en esta ocasión están dadas por el tiempo disponible (expresado en horas de trabajo) que se pueden utilizar para la fabricación de mesas y sillas. En el departamento de corte se puede emplear un máximo de 240 horas de trabajo, siendo de suma relevancia resaltar que el tiempo que se tarda en este departamento para realizar el proceso de cortado en 1 mesa es de 2 horas y de 4 horas para 1 silla; mientras que para

el departamento de ensamble el tiempo que se tiene disponible es de 180 horas, en donde se usa alrededor de 2 horas para el ensamble tanto de 1 mesa, como también para 1 silla (Véase Cuadro 2). A continuación, se plantea lo siguiente de acuerdo con los datos establecidos en el caso práctico:

$$2X_1 + 4X_2 \leq 240$$

$$2X_1 + 2X_2 \leq 180$$

$$X_1 \square X_2 \geq 0 \text{ (No negatividad)}$$

1.3.4. *Resolución por el método gráfico.* Como primer paso, las restricciones expresadas a manera de inecuaciones, con excepción de la condición de no negatividad, deben ser convertidas en ecuaciones (sustituyendo el signo de “ \leq ” por el signo “ $=$ ”) quedando de la siguiente forma:

Ecuación 1. $2X_1 + 4X_2 = 240$

Ecuación 2. $2X_1 + 2X_2 = 180$

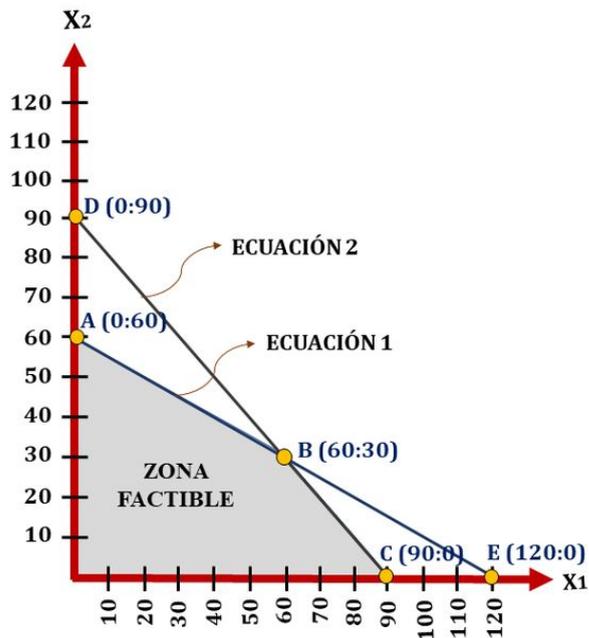
Posteriormente la variable “ X_1 ” deberá estar igualada con el valor de cero dentro de la ecuación 1 y ecuación 2, para despejar y encontrar el valor de “ X_2 ”. De igual forma, para hallar el valor de “ X_2 ” en ambas ecuaciones, corresponderá el valor equivalente a cero a la asignación de la variable “ X_1 ” para proceder a despejar en cada ecuación.(Véase Cuadro 3)

Cuadro 3. Valores de las variables “ X_1 ” y “ X_2 ” a ser representados en la recta numérica.

| | Ecuación 1 | | Ecuación 2 | |
|---------------|------------|-------|------------|-------|
| | X_1 | X_2 | X_1 | X_2 |
| $X_1 = 0$ | | 60 | | 90 |
| $X_2 = 0$ | 120 | | 90 | |
| Fuente: Autor | | | | |

En función de los valores proporcionados por el procedimiento anteriormente mencionado y haciendo uso de la recta numérica del plano cartesiano en donde la representación gráfica adopta cantidades positivas tanto para el eje de las abscisas como para el eje de las ordenadas, estando expresadas para su representación gráfica por las variables “ X_1 ” y “ X_2 ” respectivamente. Se puede observar en la siguiente gráfica (Véase Figura 1), que la recta de la ecuación 1 abarca las coordenadas (120:60), mientras que la recta de la ecuación 2 está formada por las coordenadas (90:90). Y la unión o intersección entre las rectas de estas dos ecuaciones forman los puntos: A (0:60), B (30:60) y C (90:0); en cuyas dimensiones dentro de la recta numérica de “ X_1 ” y “ X_2 ” del plano cartesiano, se encuentra la región factible. Por otro lado, los puntos D (0:90) y E (120:0) que están apartados del polígono de la gráfica, representan las soluciones que no son factibles.

Figura 1. Representación gráfica del modelo de programación lineal.



Fuente: Autor

Como la meta perseguida por Jaguar S.A., es la de maximizar sus utilidades respetando cada una de sus limitantes, es entonces que se debe conocer cuál de sus vértices o puntos podrían formar parte de la solución óptima, reemplazando en las variables de “ X_1 ” y “ X_2 ” de la función objetivo del problema cada una de las coordenadas de los

vértices hallados en la frontera de la zona factible. Al reemplazar en las variables de la función objetivo las coordenadas correspondientes al punto A, se obtendrá como consecuencia un valor de \$9.600; si el vértice empleado en la función dada es el del punto B, el importe que se conseguirá es de \$10.800; sin embargo, al sustituir en las variables de la función las cantidades del punto C la contribución que se alcanzará con dichas coordenadas será de \$9.000. (Véase Cuadro 4)

Cuadro 4. Determinación de la solución óptima según función objetivo.

| Punto | Coordenada en X (X1) | Coordenada en Y (X2) | Valor de la función |
|---------------|---------------------------------|---------------------------------|--------------------------------|
| A | 0 | 60 | 9.600 |
| B | 60 | 30 | 10.800 |
| C | 90 | 0 | 9.000 |
| Fuente: Autor | | | |

1.3.5. *Solución factible.* Entre los resultados obtenidos a través del empleo del método gráfico de la programación lineal se puede deducir que la alternativa más conveniente para la entidad es la que involucra la utilización de las coordenadas en “X₁” y “X₂” del punto B, puesto que es la opción que permitirá lograr la maximización de las ganancias en comparación con los puntos A y C.

CONCLUSIONES

- La construcción de un modelo de programación lineal para optimizar gráficamente las ganancias de Jaguar S.A., demostró cómo la empresa puede ser susceptible de conseguir una mejor planificación tomando en consideración la cantidad de mobiliarios que debe producir, en su afán de querer lograr una mayor contribución económica que sostenga un elevado nivel de eficiencia, tendiente a lograr un crecimiento organizacional y exitoso posicionamiento en el mercado nacional.
- La aplicación de una solución gráfica al modelo de programación lineal planteado en el presente trabajo, haciendo uso del denominado método gráfico como una herramienta para la resolución de problemas de dos variables de decisión, permitió identificar claramente en el plano cartesiano la zona de factibilidad y la frontera de posibilidades aptas para la maximización de los beneficios económicos de la entidad, considerando las condiciones, meta y variables de decisión previamente definidas.
- Para que Jaguar S.A., logre mantener los más altos niveles de ganancias, debe considerar producir la cantidad de 60 unidades de mesas y 30 unidades de sillas, haciendo uso de las 240 horas disponibles que puede emplear para el departamento de corte y de las 180 en el departamento de ensamble. Esto favorecerá ventajosamente a la empresa ya que le permitirá percibir utilidades equivalentes a \$10.800 y contribuirá al cumplimiento del objetivo planteado por la entidad.

REFERENCIAS

Arcila Zea, J., Riveros Jerez, C. A., & Rivero Jerez, J. E. (2014). Optimización de secciones de vigas y columnas para el cumplimiento de la deriva en edificaciones de reforzado mediante Redes Neuronales Artificiales. *Revista Facultad de Ingeniería Universidad de Antioquia*, 34-44. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=43030033003>

Cabrera Estupiñán, E., & Molina Pérez, D. (2014). Programación entera para modelos lineales. *Ing. Hidráulica y Ambiental*, XXXV, 62-76. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/riha/v35n1/riha05114.pdf>

Caicedo-Rolón, Á. J., & Ortiz-Triana, V. K. (2014). Programación óptima de la producción en una pequeña empresa de calzado – en Colombia. *Ingeniería Industrial*, XXXV, 114-127. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rrii/v35n2/rrii02214.pdf>

Camero Reinante, Y., Martínez Casanova, L., & Pérez Payrol, V. B. (2015). El desarrollo de la matemática y su relación con la tecnología y la sociedad. Caso típico. *Revista Universidad y Sociedad*, 97-105. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v8n1/rus14116.pdf>

Castro Perdomo, N. A., Guerra, O., & López Calvajar, G. A. (2017). Optimización del plan de producción. Estudio de caso Carpintería de Aluminio. *Universidad y Sociedad*, 178-186. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v9n1/rus26117.pdf>

Enríquez, H., Erck, M., Kowalski, V., & Santelices, I. (2015). Enseñanza de algoritmos en Investigación Operativa: un enfoque desde la formación por competencias. *Actualidad y Nuevas tendencias*, 67-80. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/2150/215047546008.pdf>

Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2010). *Introducción a la Investigación de Operaciones*. México: McGRAW-HILL/Interamericana Editores, S.A.

Maldonado, C. E. (2016). Metaheurísticas y resolución de problemas complejos. *Revista Colombiana de Filosofía de la ciencia*, 169-185. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=41449298008>

Martínez Puig, E. (2013). Un modelo de programación discreta para minimizar el costo de la transportación de cargas. *Economía y desarrollo*, 149, 158-165. Obtenido de <http://www.redalyc.org/pdf/4255/425541207010.pdf>

Ortíz Barrios, M. A. (2013). Teoría de restricciones y modelación PL como herramientas de decisión estratégica para el incremento de la productividad en la línea de toallas de una compañía del sector textil y de confecciones. *Prospectiva*, XI, 21-29. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4697675.pdf>

Puente Riofrío, M. I., & Gavilánez Álvarez, Ó. D. (2017). Programación lineal. Caso de estudio. Maximización de utilidades aplicando el método gráfico mediante software libre. *Observatorio Economía Latinoamericana*, 1-8. Obtenido de <http://www.eumed.net/cursecon/ecolat/ec/2017/programacion-lineal-ecuador.html>

Sánchez, P. A., Ceballos, F., & Sánchez Torres, G. (2015). Análisis del proceso productivo de una empresa de confecciones: modelación y simulación. *Ciencia e Ingeniería Neogranadina*, 137-150. doi:<http://dx.doi.org/10.18359/rcin.1436>

Tamayo García, A., & Urquiola García, I. (2014). Concepción de un procedimiento para la planificación y control de la producción haciendo uso de herramientas matemáticas. *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 130-145. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=233132797008>