



---

---

**TECNOLÓGICO DE ESTUDIOS SUPERIORES DE  
COACALCO**

**Unidad de Estudios de Posgrado e Investigación**

**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN**

**T É S I S**

**DESARROLLO DE UN MODELO MATEMÁTICO  
PARA LA SELECCIÓN DE PROVEEDORES**

QUE PARA OBTENER EL GRADO DE

**MAESTRÍA EN ADMINISTRACIÓN**

PRESENTA:

**ING. AURELIO SÁNCHEZ LÓPEZ**

DIRECTORA DE TESIS:

**DRA. JEANETTE KARINA LÓPEZ ALANIS**

COACALCO DE BERRIOZÁBAL, MÉXICO, AGOSTO 2024



GOBIERNO DEL  
ESTADO DE  
MÉXICO

Carta Autorización de impresión  
de Tesis o Tesina

FORMATO

FO-TESCO-123

Versión: 4

Pág.: 1 de 3



TESCO  
Tecnológico  
de Estudios  
Superiores  
de Coahuila

Coahuila, Estado de México a  
16 de agosto 2024

**CARTA AUTORIZACIÓN DE IMPRESIÓN DE TESIS**

C. Aurelio Sánchez López  
Candidato a la Maestría en Administración  
**PRESENTE.**

De acuerdo con los Lineamientos para la Operación de los Estudios de Posgrado vigentes en el Tecnológico Nacional de México y habiendo cumplido con todas las indicaciones que el Comité Tutorial le hizo al respecto de su Tesis titulada:

**"Selección de Proveedores."**

Comunico a usted que esta Subdirección concede su autorización para que proceda a la impresión de la misma.

**ATENTAMENTE**

**"Ciencia, Técnica Progreso"**



**Mtra. Laura Robles Gutiérrez**  
**Subdirección de Estudios Profesionales "A"**

SUBDIRECCIÓN DE  
ESTUDIOS PROFESIONALES "A"

c.c.p. Mtro. Jesús Román Fuentes Ruiz. -Departamento de Control Escolar  
Archivo/minutario

**TODA COPIA EN PAPEL ES UN "DOCUMENTO NO CONTROLADO" A EXCEPCIÓN DEL ORIGINAL**

SECRETARÍA DE EDUCACIÓN  
SUBSECRETARÍA DE EDUCACIÓN MEDIA SUPERIOR Y NORMAL  
DIRECCIÓN GENERAL DE EDUCACIÓN SUPERIOR

AV. 16 DE SEPTIEMBRE No. 54  
COACALCO DE BERRIOZÁBAL, MÉXICO  
TELS. (0155) 2159-4324, 2159-4325, 2159-4468

## AGRADECIMIENTOS

Mi primer agradecimiento es con Dios, por haberme permitido llegar para culminar este proyecto, que representa un escalón más en movida y también en mi desarrollo personal.

En segunda instancia a mi familia, mi esposa, mi hijo, mi nuera, y mis nietos por su invaluable apoyo en el desarrollo de este proyecto, muchas gracias.

No puedo omitir mi agradecimiento a mis profesores a lo largo del desarrollo de éste proyecto de la obtención de la Maestría, sería injusto nombrar solo algunos, es imposible no reconocer la guía y orientación a lo largo del camino académico, maestros y doctores muchas gracias por compartir con un servidor su sabiduría y paciencia, en verdad muchas gracias.

Por último, debo agradecer a la institución el Tecnológico de Estudios Superiores de Coacalco, por darme la oportunidad de crecer intelectualmente y poder desarrollar el grado de Maestría en Administración, muchas gracias a sus personas directivas.

## INDICE

Capítulo I Identificación y planteamiento del problema.....	4
Introducción .....	5
1.1 Antecedentes.....	6
1.2 Planteamiento del problema.....	7
1.3 Objetivos.....	8
1.4 Objetivos Generales y Específicos.....	8
1.5 Justificación.....	11
1.6 Alcances y limitaciones.....	11
Capítulo II Marco Teórico.....	12
Principio Teórico de la Programación Lineal.....	14
Marco Teórico del Desarrollo de Proveedores.....	16
Capítulo III Métodos y Materiales.....	19
Resultados.....	24
Procedimiento de operación del software “Tora”.....	26
Conclusión.....	37
Bibliografía.....	39

## Capítulo I Identificación y planteamiento del problema

### Identificación

El principal objetivo de este proyecto es proponer un método y/o estrategia que permita satisfacer la necesidad de seleccionar al mejor proveedor de una manera rápida y eficiente, que satisfaga las expectativas del cliente de la manera amplia y que pueda confiarse de manera absoluta.

Para cumplir con las necesidades de la empresa compradora debe cumplir con la completa satisfacción a los criterios de: calidad, costo, tiempo de entrega, etc., entre otros.

La utilización de la programación lineal es una propuesta en este proyecto.

## Introducción

Un proyecto de selección de proveedores con programación lineal es un proceso que utiliza un modelo matemático para ayudar a una empresa a elegir los proveedores adecuados para sus necesidades. El modelo matemático considera una serie de factores, como el costo, la calidad, el servicio al cliente y la capacidad de suministro.

El proceso de selección de proveedores con programación lineal se puede dividir en las siguientes etapas:

1. Identificación de los proveedores: La primera etapa consiste en identificar a los proveedores potenciales que podrían satisfacer las necesidades de la empresa.
2. Recopilación de datos: La siguiente etapa consiste en recopilar datos sobre los proveedores potenciales, como el costo, la calidad, el servicio al cliente y la capacidad de suministro.
3. Desarrollo del modelo matemático: La tercera etapa consiste en desarrollar un modelo matemático que considere los datos recopilados.
4. Solución del modelo matemático: La cuarta etapa consiste en resolver el modelo matemático para encontrar la combinación de proveedores que cumpla con los objetivos de la empresa.
5. Evaluación de los resultados: La quinta etapa consiste en evaluar los resultados del modelo matemático para determinar si cumplen con los objetivos de la empresa.

Un proyecto de selección de proveedores con programación lineal puede ser una herramienta valiosa para ayudar a las empresas a tomar decisiones informadas sobre qué proveedores elegir. El proceso puede ser complejo, pero puede ayudar a las empresas a mejorar su eficiencia y rentabilidad.

## 1.1. Antecedentes

Los antecedentes de la selección de proveedores se remontan a la antigüedad, cuando las personas intercambiaban bienes y servicios entre sí. En este contexto, la selección de proveedores era un proceso informal que se basaba en la experiencia y la reputación.

Con el desarrollo del comercio, la selección de proveedores se convirtió en un proceso más formal. En el siglo XIX, se comenzaron a desarrollar métodos para evaluar a los proveedores, como la inspección de calidad y la verificación de crédito.

En el siglo XX, la selección de proveedores se convirtió en un proceso más complejo, debido a la globalización de la economía y la creciente sofisticación de las empresas. En este contexto, los factores que se consideran al seleccionar proveedores incluyen la calidad, el precio, la puntualidad, la capacidad de entrega, el servicio al cliente y el cumplimiento legal.

En la actualidad, la selección de proveedores es un proceso continuo que debe revisarse periódicamente para garantizar que se seleccionen los proveedores que mejor satisfagan las necesidades de la empresa.

Algunos de los antecedentes más importantes de la selección de proveedores incluyen:

- El desarrollo del comercio: El intercambio de bienes y servicios entre personas y organizaciones requirió la selección de proveedores.
- El desarrollo de métodos de evaluación: La inspección de calidad y la verificación de crédito son dos ejemplos de métodos de evaluación de proveedores que se desarrollaron en el siglo XIX.
- La globalización de la economía: La globalización de la economía ha aumentado la competencia entre proveedores, lo que ha llevado a las empresas a desarrollar procesos de selección de proveedores más sofisticados.
- La creciente sofisticación de las empresas: Las empresas modernas son más complejas y tienen mayores necesidades, lo que ha llevado a la necesidad de procesos de selección de proveedores más integrales.

Los antecedentes de la selección de proveedores han contribuido al desarrollo de este proceso, que es una parte esencial de la gestión de compras.

## 1.2. El planteamiento del problema

### PROBLEMA:

El método para selección de proveedores no es adecuado, lo cual produce incumplimiento de entregas de materia prima lo cual retarda el proceso productivo y finalmente causa retraso de entrega de producto final al cliente.

El principal problema del método de selección de proveedores con programación lineal es que solo considera criterios cuantitativos. Esto significa que no tiene en cuenta los criterios cualitativos, como la calidad del producto, el servicio al cliente o la capacidad de innovación del proveedor.

En la práctica, estos criterios cualitativos son a menudo tan importantes como los cuantitativos. Por ejemplo, una empresa puede estar dispuesta a pagar un precio más alto por un producto de mayor calidad o por un servicio al cliente más eficiente.

Además, el método de programación lineal puede ser difícil de aplicar en situaciones complejas. Esto se debe a que el modelo matemático puede ser muy complejo, lo que puede dificultar su resolución.

La actividad principal de la selección de proveedores es identificar y evaluar a los proveedores que pueden satisfacer las necesidades de la empresa. Este proceso se lleva a cabo en varias etapas, que incluyen:

**a.-Identificación** de las necesidades de la empresa: En esta etapa, se determina qué productos o servicios necesita la empresa y cuáles son los requisitos específicos para estos.

**b.-Búsqueda** de proveedores: Se identifica una lista de proveedores potenciales que pueden cumplir con los requisitos establecidos.

**c.-Evaluación de proveedores:** Se evalúa a los proveedores potenciales en función de los criterios establecidos, que pueden incluir factores como la calidad, el precio, la puntualidad, la capacidad de entrega, el servicio al cliente y el cumplimiento legal.

**c.-Selección de proveedores:** Se selecciona el proveedor que mejor cumpla con los requisitos establecidos.

La actividad principal de la selección de proveedores es, por lo tanto, la evaluación de los proveedores potenciales. Esta evaluación se lleva a cabo en función de una serie de criterios, que pueden variar según las necesidades de la empresa. Los criterios más comunes incluyen:

**Calidad:** La calidad de los productos o servicios ofrecidos por el proveedor.

**Precio:** El precio de los productos o servicios ofrecidos por el proveedor.

**Puntualidad:** La puntualidad en las entregas por parte del proveedor.

**Capacidad de entrega:** La capacidad del proveedor para satisfacer las necesidades de la empresa.

**Servicio al cliente:** El servicio al cliente ofrecido por el proveedor.

**Cumplimiento legal:** El cumplimiento de las regulaciones legales por parte del proveedor.

La selección de proveedores es un proceso importante para las empresas, ya que puede tener un impacto significativo en su rentabilidad, productividad y eficiencia. Una buena selección de proveedores puede ayudar a la empresa a obtener los productos o servicios que necesita a un precio competitivo, con una alta calidad y un buen servicio al cliente.

El problema más importante en la selección de proveedores es la falta de una evaluación objetiva de los proveedores potenciales. Esto puede llevar a la selección de un proveedor que no cumple con los requisitos establecidos, lo que puede tener un impacto negativo en la empresa.

Otros problemas comunes en la selección de proveedores incluyen:

- La falta de una definición clara de los requisitos de la empresa: Esto puede dificultar la evaluación de los proveedores potenciales.
- La falta de un proceso de selección estandarizado: Esto puede conducir a decisiones subjetivas y a la falta de consistencia en la selección de proveedores.
- La falta de una relación a largo plazo con los proveedores: Esto puede dificultar la resolución de problemas y la mejora del rendimiento.

Para evitar estos problemas, es importante seguir un proceso de selección de proveedores estructurado y objetivo. Este proceso debe incluir los siguientes pasos:

1. Definición clara de los requisitos de la empresa: Se debe determinar qué productos o servicios necesita la empresa y cuáles son los requisitos específicos para estos.
2. Identificación de los criterios de evaluación: Se deben identificar los criterios que se utilizarán para evaluar a los proveedores potenciales.
3. Evaluación de los proveedores potenciales: Se deben evaluar a los proveedores potenciales en función de los criterios establecidos.
4. Selección del proveedor: Se debe seleccionar el proveedor que mejor cumpla con los requisitos establecidos.

Además, es importante mantener una relación a largo plazo con los proveedores. Esto ayudará a establecer una relación de confianza y cooperación, lo que puede facilitar la resolución de problemas y la mejora del rendimiento.

### 1.3. Objetivos

Los objetivos son las contribuciones que el autor pretende derivar de su estudio, por lo tanto, los objetivos de éste proyecto es beneficiar al sector de compras de la industria metal mecánica en específico la ardua tarea de seleccionar proveedores confiables y eficientes que contribuyan al desarrollo óptimo del sistema productivo-

### 1.4 Objetivos Generales

Facilitar la labor del comprador al elegir un proveedor de manera sencilla, simple y rápida utilizando el planteamiento de la programación lineal y el software “Tora” de aplicación rápida y eficaz al obtener una propuesta de proveedor que al final permita tomar una decisión al comprador.

Objetivos específicos

Identificar las necesidades a satisfacer por el proveedor, para cumplir el abastecimiento apropiado y oportuno de todos los insumos.

Estructurar el modelo en el cual se define la ponderación de las variables de acuerdo a las necesidades de la empresa.

Esquematizar el modelo para prever resultados satisfactorios con los proveedores con respecto a su cumplimiento.

## 1.5 Justificación

La justificación del presente estudio es beneficiar a un sector específico de la administración como es el sector de compras en la actividad de la selección de proveedores, cuya finalidad es brindarle herramientas basadas en la programación lineal para aplicar criterios de selección según la ponderación de variables que a cada empresa considere conveniente a fin satisfacer sus necesidades de abastecimiento en tiempo y forma, para el cumplimiento cabal de los objetivos de producción y transformación en las fechas previamente establecidas.

Se pretende dotar al coordinador de compras una herramienta amigable y eficaz en el arduo trabajo de la elección del mejor y más eficiente proveedor.

## 1.6 Alcances y Limitaciones del estudio

Ventajas: El método de selección de proveedores con programación lineal tiene las siguientes ventajas:

- **Objetividad:** El método se basa en un modelo matemático, lo que lo hace más objetivo que los métodos basados en la opinión o el juicio subjetivo.
- **Eficiencia:** El método se puede utilizar para evaluar a un gran número de proveedores de forma rápida y eficiente.
- **Flexibilidad:** El método se puede adaptar para considerar diferentes criterios y restricciones.

## Capítulo 2.- Marco teórico

El marco teórico de la programación lineal es un conjunto de conceptos y definiciones que sirven de base para el desarrollo y la aplicación de la programación lineal.

Los principales elementos del marco teórico de la programación lineal son los siguientes:

- **Modelo matemático:** Un modelo matemático es una representación abstracta de un problema real. En el caso de la programación lineal, el modelo matemático es un conjunto de ecuaciones y desigualdades que describen el problema.
- **Función objetivo:** La función objetivo es una expresión matemática que representa el objetivo que se desea optimizar. En el caso de la programación lineal, la función objetivo puede ser minimizar un costo o maximizar un beneficio.
- **Restricciones:** Las restricciones son condiciones que deben cumplirse para que la solución del modelo matemático sea factible. En el caso de la programación lineal, las restricciones pueden ser de capacidad, de disponibilidad, de calidad o de cualquier otro tipo.

El marco teórico de la programación lineal se basa en los siguientes supuestos:

- **Linealidad:** La función objetivo y las restricciones son funciones lineales.
- **Disponibilidad de datos:** Los datos necesarios para resolver el modelo matemático son conocidos y exactos.
- **Optimización:** El objetivo es encontrar la solución que optimiza la función objetivo, sujeto a las restricciones.

La programación lineal es una herramienta matemática que se puede utilizar para resolver una amplia gama de problemas. Los problemas de programación lineal se pueden encontrar en todos los ámbitos, desde la industria hasta la economía y la ciencia.

Algunos ejemplos de problemas de programación lineal son los siguientes:

- Planificación de la producción: La programación lineal se puede utilizar para determinar la cantidad de productos que se deben producir para satisfacer la demanda.
- Distribución de recursos: La programación lineal se puede utilizar para determinar la mejor manera de distribuir recursos, como materias primas o inventario.
- Asignación de tareas: La programación lineal se puede utilizar para asignar tareas a trabajadores o equipos.

La programación lineal es una herramienta poderosa que puede ayudar a las empresas a tomar decisiones más informadas.

El marco teórico en la selección de proveedores se basa en los siguientes conceptos:

- Necesidades de la empresa: El primer paso en la selección de proveedores es definir claramente las necesidades de la empresa. Esto incluye identificar los productos o servicios que se necesitan, así como los requisitos específicos para estos.
- Criterios de evaluación: Una vez que se han definido las necesidades, se deben identificar los criterios que se utilizarán para evaluar a los proveedores potenciales. Estos criterios pueden incluir factores como la calidad, el precio, la puntualidad, la capacidad de entrega, el servicio al cliente y el cumplimiento legal.
- Evaluación de proveedores: A continuación, se deben evaluar a los proveedores potenciales en función de los criterios establecidos. Esto se puede hacer mediante una combinación de métodos, como la investigación de mercado, la revisión de referencias y la visita a las instalaciones del proveedor.

Selección del proveedor: Una vez que se han evaluado a los proveedores potenciales, se debe seleccionar el proveedor que mejor cumpla con los requisitos establecidos.

El marco teórico también incluye los siguientes principios:

- Objetividad: La evaluación de proveedores debe ser objetiva y basada en hechos.
- Comparabilidad: Los proveedores potenciales deben ser evaluados en función de los mismos criterios.

- Eficiencia: El proceso de selección de proveedores debe ser eficiente y eficaz.

La selección de proveedores es un proceso importante para las empresas, ya que puede tener un impacto significativo en su rentabilidad, productividad y eficiencia. Una buena selección de proveedores puede ayudar a la empresa a obtener los productos o servicios que necesita a un precio competitivo, con una alta calidad y un buen servicio al cliente.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de factores que se pueden considerar en el marco teórico de la selección de proveedores:

- Calidad: La calidad de los productos o servicios ofrecidos por el proveedor.
- Precio: El precio de los productos o servicios ofrecidos por el proveedor.
- Puntualidad: La puntualidad en las entregas por parte del proveedor.
- Capacidad de entrega: La capacidad del proveedor para satisfacer las necesidades de la empresa.
- Servicio al cliente: El servicio al cliente ofrecido por el proveedor.
- Cumplimiento legal: El cumplimiento de las regulaciones legales por parte del proveedor.

La importancia de cada factor variará según las necesidades específicas de la empresa. Por ejemplo, una empresa que fabrica productos de alta calidad puede considerar la calidad como un factor más importante que el precio.

La selección de proveedores es un proceso continuo que debe revisarse periódicamente para garantizar que se seleccionen los proveedores que mejor satisfagan las necesidades de la empresa.

## El principio teórico de la programación lineal

El principio teórico de la programación lineal es que existe una solución óptima para un problema de programación lineal, que es la solución que maximiza o minimiza la función objetivo sujeto a las restricciones.

Este principio se basa en los siguientes conceptos:

- **Función objetivo:** La función objetivo es la función que se desea maximizar o minimizar.
- **Restricciones:** Las restricciones son las limitaciones que se imponen a la función objetivo.
- **Solución óptima:** La solución óptima es la solución que cumple con todas las restricciones y maximiza o minimiza la función objetivo.

La programación lineal es una herramienta matemática que se utiliza para resolver problemas de optimización. Estos problemas pueden ser de naturaleza diversa, como la asignación de recursos, la planificación de la producción o la distribución de productos.

El principio teórico de la programación lineal es fundamental para el uso de esta herramienta. Este principio garantiza que, para cualquier problema de programación lineal, existe una solución óptima que puede ser encontrada utilizando métodos matemáticos.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de problemas de programación lineal:

- **Asignación de recursos:** Se desea asignar un conjunto de recursos a un conjunto de tareas de manera que se minimice el costo total.
- **Planificación de la producción:** Se desea planificar la producción de un conjunto de productos de manera que se satisfagan las demandas de los clientes y se minimice el costo total.
- **Distribución de productos:** Se desea distribuir un conjunto de productos a un conjunto de clientes de manera que se minimice el costo total de transporte.

En todos estos ejemplos, el principio teórico de la programación lineal garantiza que existe una solución óptima que puede ser encontrada utilizando métodos matemáticos.

Este modelo se puede utilizar para seleccionar a los proveedores que cumplan con los requisitos de demanda, capacidad y costo. La empresa puede modificar el modelo para incluir otros criterios de selección, como la calidad, la disponibilidad o los plazos de entrega.

A continuación, se presentan algunos consejos para la implementación de un proceso de selección de proveedores utilizando PL:

- Definir claramente los objetivos del proceso. ¿Qué se busca lograr con la selección de proveedores? ¿Se busca minimizar el costo, mejorar la calidad o aumentar la disponibilidad?
- Identificar los criterios de selección relevantes. Los criterios de selección deben ser relevantes para los objetivos del proceso.
- Recopilar información precisa sobre los proveedores. La información recopilada debe ser precisa y actualizada.
- Desarrollar un modelo matemático que represente el problema de selección de proveedores. El modelo debe ser realista y reflejar las restricciones del proceso.
- Resolver el modelo utilizando un software de programación lineal. El software debe ser confiable y fácil de usar.
- Interpretar los resultados del modelo. Los resultados del modelo deben ser interpretados cuidadosamente para tomar decisiones informada.

Debido a que el presente proyecto requiere de recolección de información real interactiva y que la definición de las diversas funciones objetivo ya sea para optimizar y/o minimizar el resultado es siempre como valor esperado dentro de un rango de aceptación previamente definido por la organización.

Por lo cual en este proyecto se pueden definir parámetros que resultan después de realizar las simulaciones necesarias para las siguientes variables:

Costo:

Rango de aceptación para cualquier proveedor

Costo establecido en costo de diseño

Rango máximo igual al costo de diseño

Rango mínimo igual al costo de diseño menos 10% de valor como viable,

Calidad

Rango de aceptación para cualquier proveedor

Calidad certificada ha establecido en función de la satisfacción de la tarjeta tecnológica del material

Rango máximo igual al nivel de calidad por el diseño al 100%

Rango mínimo i establece la aceptación del material al 98%

## Marco teórico del desarrollo de Proveedores

El desarrollo de proveedores, según diversos autores, se define como un conjunto de actividades estratégicas que buscan fortalecer las capacidades de los proveedores para mejorar el desempeño de la cadena de suministro en modalidad de abastecimiento de cualquier insumo a una organización productiva ya sea para su transformación o adición a un producto terminado.

su conjunto.

La definición anterior se refiere a dos aspectos en el funcionamiento de las empresas:

El primer aspecto se refiere al beneficio mutuo Beneficio mutuo: El desarrollo de proveedores no se trata solo de beneficiar a la empresa compradora, sino de establecer relaciones de colaboración donde ambas partes es decir se considera el aspecto GANAR\_GANAR en ambos sentidos tanto la actividad proveedora como la compradora.

2. En segunda instancia se considera una relación abastecimiento comprador un Enfoque a largo plazo: No se trata de una solución rápida y única, sino de un **proceso continuo** que busca la mejora constante de las capacidades de los proveedores tanto en su capacidad de producción como en su nivel de calidad.

**Autores como:**

**J. Mentzer:** Define el desarrollo de proveedores como "un proceso de colaboración mutua que ayuda a los proveedores a mejorar su desempeño a largo plazo, lo que a su vez beneficia a la empresa compradora y a la cadena de suministro en su conjunto".

**M. H. Handfield y S. R. Nichols:** Lo definen como "un conjunto de actividades diseñadas para mejorar la capacidad de los proveedores para satisfacer las necesidades actuales y futuras de la empresa compradora".

**A. Gonzalez y A. Naredo:** Lo conciben como "una estrategia de gestión de la cadena de suministro que tiene como objetivo mejorar el desempeño de los proveedores a través de la colaboración y el desarrollo mutuo".

Se podría decir, que el desarrollo de proveedores es una herramienta valiosa para las empresas que tienen necesidad de abastecerse de insumos y pretenden:

Fortalecer sus relaciones con los proveedores no como única compra.

Mejorar la calidad de los productos que elaboran a partir de los productos y servicios que compran.

Una de las características de las empresas es Reducir costos adquiriendo insumos de óptima calidad a bajo costo.

Aumentar la eficiencia de la cadena de suministro evitando paradas del sector productivo debido a la falta de insumos o materia prima.

La selección de proveedores también permite Innovar y crear nuevas oportunidades de negocio, accediendo a nuevos materiales con tecnología de punta (nano materiales) .

Para lograr estos objetivos, las empresas deben implementar un programa de desarrollo de proveedores que incluya:

Selección cuidadosa de proveedores.

Evaluación regular del desempeño de los proveedores.

Capacitación y asistencia técnica a los proveedores.

Comunicación abierta y transparente con los proveedores.

Reconocimiento y recompensa a los proveedores de alto desempeño.

El desarrollo de proveedores es una inversión que puede generar grandes beneficios para las empresas que lo implementan de manera efectiva y correcta debido a que siempre es muy bueno tener proveedores confiables y empáticos con las necesidades de las empresas.

### Capítulo III.-Método y materiales

Metodología:

Se genera una tabla de necesidades a satisfacer por el proveedor, en la cual se atribuye una ponderación a cada necesidad de acuerdo producto a elaborar, es decir que el producto desde su fase de diseño define las características principales que debe cumplir un potencial proveedor con la integración de materia prima y componentes en cuanto a operaciones de transformación y adición se lleven a cabo en el sistema productivo ya sea para proporcionar un servicio o elaborar un bien.

En la siguiente tabla se muestran algunas de las variables a considerar en el modelo matemático.

Variable	ponderación
Costo	xx.
calidad	xx
Tiempo de entrega	xx

Después de definir las variables se procede a genera la función objetivo del modelo matemático de la programación lineal, ya sea maximizar o minimizar cuya expresión es como sigue:

Maximizar:  $aX_1 + bX_2 + cX_3$

Una vez definida la función objetivo se procede a clasificar las restricciones (condiciones de la empresa de la forma siguiente:

Sujeto a:

$$nX_1+mX_2+zX_3\leq NN$$

donde:  $X_1, X_2, X_3 \geq 0$

La anterior formulación de variables y restricciones son siempre facultad del usuario de manipular las variables y restricciones como mejor sean los resultados esperados de ésta aplicación a cada candidato a proveedor.

## Resultados

En algunos casos, el método de programación lineal también puede utilizarse para maximizar la calidad o el servicio al cliente. Para ello, el modelo matemático se modifica para incorporar estos criterios como objetivos adicionales.

En cualquier caso, el objetivo principal del método de selección de proveedores con programación lineal es ayudar a la empresa a tomar la mejor decisión posible sobre qué proveedores elegir y disminuir la crisis del retardo en la producción de producto terminado y las entregas finales al cliente.

La programación lineal (PL) es una herramienta matemática que se puede utilizar para la selección de proveedores. La PL permite a las empresas optimizar sus decisiones de compra al tomar en cuenta una serie de factores, como el costo, la calidad, la disponibilidad, los plazos de entrega, el servicio y la forma de pago.

Una metodología para la selección de proveedores utilizando PL puede dividirse en las siguientes etapas:

- 1.- Identificación de los criterios de selección
- 2.- Evaluación de los proveedores.
3. Modelado matemático
- 4.- Solución del modelo

## 5.- Elección de los proveedores

A continuación, se detallan cada uno de los puntos anteriores:

1.- Identificación de los criterios de selección. En esta etapa, la empresa debe identificar los criterios que serán utilizados para evaluar a los proveedores. Estos criterios pueden ser de naturaleza financiera, operativa, logística o de calidad.

También se pueden adecuar los criterios de selección con una ponderación muy específica que marca la empresa según sus necesidades como son: disponibilidad de material, tiempo de entrega desde el momento de formalizar la compra, certificaciones de calidad, capacidad de producción, etc.

2.- Evaluación de los proveedores. En esta etapa, la empresa debe recopilar información sobre los proveedores y evaluarlos en función de los criterios identificados. La información puede ser recopilada a través de visitas a los proveedores, entrevistas, encuestas o análisis de documentos de referencia con sus clientes, volúmenes de producción, cartera de clientes, formas y convenios de pago, logística de distribución, etc.

3. Modelado matemático. En esta etapa, la empresa debe desarrollar un modelo matemático que represente el problema de selección de proveedores. El modelo debe incluir las variables de decisión, las restricciones y la función objetivo. Al determinar la función objetivo se puede personalizar un criterio preponderante en la empresa y se pueden simular varias funciones objetivas según el enfoque específico a controlar.

4.- Solución del modelo. Una vez que el modelo matemático ha sido desarrollado, se debe resolver utilizando un software de programación lineal, en este caso se utilizará el software específico llamado "TORA".

El método propuesto es la definición de variables más significativas desde el punto de vista funcional asignado por cada empresa y a partir de dicha ponderación se define los valores más emblemáticos que representen una funcionalidad en el proceso productivo de las organizaciones.

Se debe definir una función objetivo de Maximización de las variables que se consideren óptimas en la empresa, lo recomendable es un máximo de 3 variables.

También debe asignarse una tabla de restricciones que participen en la optimización de la función objetivo (maximizar) y que estén alineados a las necesidades de la empresa y cumplan con los limitantes de la misma.

Max:  $nX_1+mX_2+cX_3$

Sujeto a:

Restricción num.1(todas estas restricciones son parametrizables por cada empresa)

Restricción num.2(todas estas restricciones son parametrizables por cada empresa)

Restricción num.3(todas estas restricciones son parametrizables por cada empresa)

Restricción num.4(todas estas restricciones son parametrizables por cada empresa)

Restricción num.5(todas estas restricciones son parametrizables por cada empresa)

Donde:  $X_1>0$ ;  $X_2>0$ ;  $X_3>0$ .

## Cómo se selecciona a un proveedor de la mejor manera

La selección de un proveedor de la mejor manera es un proceso que requiere una planificación cuidadosa y una evaluación objetiva de los proveedores potenciales. El objetivo es seleccionar un proveedor que pueda satisfacer las necesidades de la empresa a un precio competitivo, con una alta calidad y un buen servicio al cliente.

Para seleccionar a un proveedor de la mejor manera, se recomienda seguir los siguientes pasos:

1. Definición clara de los requisitos de la empresa: El primer paso es definir claramente las necesidades de la empresa. Esto incluye identificar los productos o servicios que se necesitan, así como los requisitos específicos para estos.
2. Identificación de los criterios de evaluación: Una vez que se han definido los requisitos, se deben identificar los criterios que se utilizarán para evaluar a los proveedores potenciales. Estos criterios pueden incluir factores como la calidad, el

precio, la puntualidad, la capacidad de entrega, el servicio al cliente y el cumplimiento legal.

3. Evaluación de los proveedores potenciales: A continuación, se deben evaluar a los proveedores potenciales en función de los criterios establecidos. Esto se puede hacer mediante una combinación de métodos, como la investigación de mercado, la revisión de referencias y la visita a las instalaciones del proveedor.

4. Selección del proveedor: Una vez que se han evaluado a los proveedores potenciales, se debe seleccionar el proveedor que mejor cumpla con los requisitos establecidos.

Además de seguir estos pasos, se recomienda tener en cuenta los siguientes consejos para una selección de proveedores más efectiva:

- Considere todos los factores relevantes: No se limite a considerar el precio. También es importante evaluar la calidad, la puntualidad, la capacidad de entrega, el servicio al cliente y el cumplimiento legal.
- Realice una investigación exhaustiva: Obtenga información sobre los proveedores potenciales de fuentes confiables, como referencias, sitios web y publicaciones comerciales.
- Compare a los proveedores potenciales: No se apresure a tomar una decisión. Compare a los proveedores potenciales en función de los criterios establecidos.
- Haga una prueba: Si es posible, haga una prueba de los productos o servicios del proveedor antes de tomar una decisión final.
- Mantenga una relación a largo plazo: Trabajar con los mismos proveedores durante un período prolongado de tiempo puede ayudar a establecer una relación de confianza y cooperación.

Siguiendo estos consejos, las empresas pueden mejorar su proceso de selección de proveedores y garantizar que se seleccionen los proveedores que mejor satisfagan sus necesidades.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de criterios que se pueden utilizar para evaluar a los proveedores:

- Calidad: La calidad de los productos o servicios ofrecidos por el proveedor.
- Precio: El precio de los productos o servicios ofrecidos por el proveedor.
- Puntualidad: La puntualidad en las entregas por parte del proveedor.

- Capacidad de entrega: La capacidad del proveedor para satisfacer las necesidades de la empresa.
- Servicio al cliente: El servicio al cliente ofrecido por el proveedor.
- Cumplimiento legal: El cumplimiento de las regulaciones legales por parte del proveedor.

La importancia de cada criterio variará según las necesidades específicas de la empresa. Por ejemplo, una empresa que fabrica productos de alta calidad puede considerar la calidad como un criterio más importante que el precio.

Se pretende generar una encuesta por internet y a empresas que se tenga algún contacto para validar la asignación y ponderación de las variables más significativas en la toma de decisiones al elegir un proveedor de tal manera que se puedan parametrizar dichas variables en la programación lineal.

## **RESULTADOS**

### **La apreciación de los resultados.**

Los resultados del planteamiento de este proyecto, como consecuencia los siguientes pasos:

- a) Selección de un candidato a proveedor.
- b) La compilación de información referente al prospecto.
- c) La definición de la función objetivo a aplicar con la asignación de las variables, tales como costo, tiempo de entrega, % de calidad disponibilidad, etc.
- d) Aplicar el software “TORA” para la función objetivo de maximizar o minimizar, considerando las restricciones necesarias para el funcionamiento adecuado del programa.
- e) Analizar el resultado de la ejecución del software si los valores resultantes se consideran viables de acuerdo con los parámetros previamente establecidos en la metodología.

- f) La interpretación de los resultados en este proyecto de acuerdo con su planteamiento de recopilación de información se requiere de datos reales y comprobables de parte de la empresa que requiere seleccionar un nuevo o potencial proveedor por lo tanto en este apartado los resultados son hipotéticos o estimados.

Las asignaciones de los valores para considerar a un proveedor un candidato viable deberá cumplir con las condiciones siguientes:

Poder cumplir con un tiempo máximo de entrega menor a 10 días laborables para una solicitud de compra efectuada.

En lo referente al costo del material solicitado tendrá un costo menor o igual al establecido al costo definido por la ingeniería de producto.

En lo que respecta a la calidad deberá cumplir al 100% de satisfacción con los requerimientos de la calidad definidos en la tarjeta tecnológica respectiva al material solicitado.

En lo que se refiere a la disponibilidad de material se estima un tiempo de respuesta no mayor al tiempo de entrega, es decir no mayor a los 10 días mencionados.

De todo lo anterior se considera que el presente proyecto tiene un alto grado de impacto en las empresas debido a que es fundamental para su gestión una interacción muy estrecha con los candidatos a proveedores, por lo cual la definición de aceptación es la decisión final del comprador de cada organización.

Con el anterior planteamiento para la obtención de los resultados, es importante mencionar que la base de todo, es el planteamiento de la función objetivo, así como la asignación de las respectivas restricciones a introducir en el software "TORA", que al final presenta el cálculo y que la validación final deberá ser efectuada por el responsable de la función de compras de cada organización.

Conclusiones: El método de selección de proveedores con programación lineal es una herramienta útil que puede ayudar a las empresas a tomar decisiones informadas sobre qué proveedores elegir. El proceso puede ser complejo, pero puede ayudar a las empresas a mejorar su eficiencia y rentabilidad.

Procedimiento de resolución de problemas de programación lineal con software “TORA”.

**Figura 1**

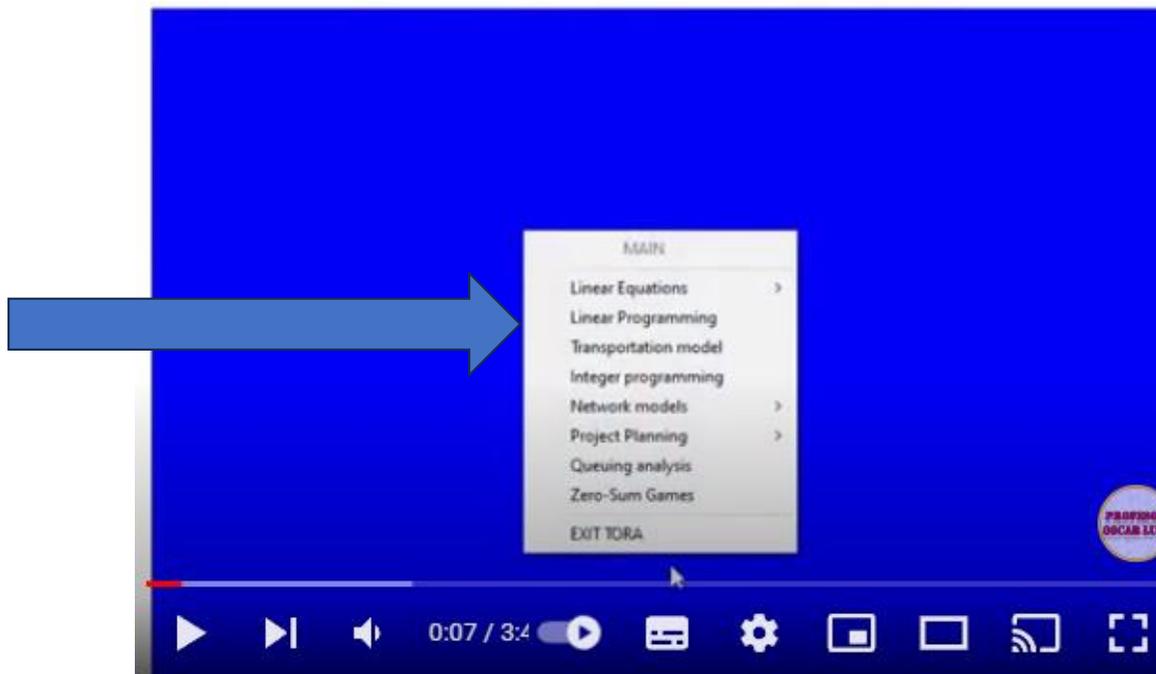
*Acceder al software TORA*



Oprimir aquí

Figura 2

Menú principal



Seleccionar programación lineal

Figura 3

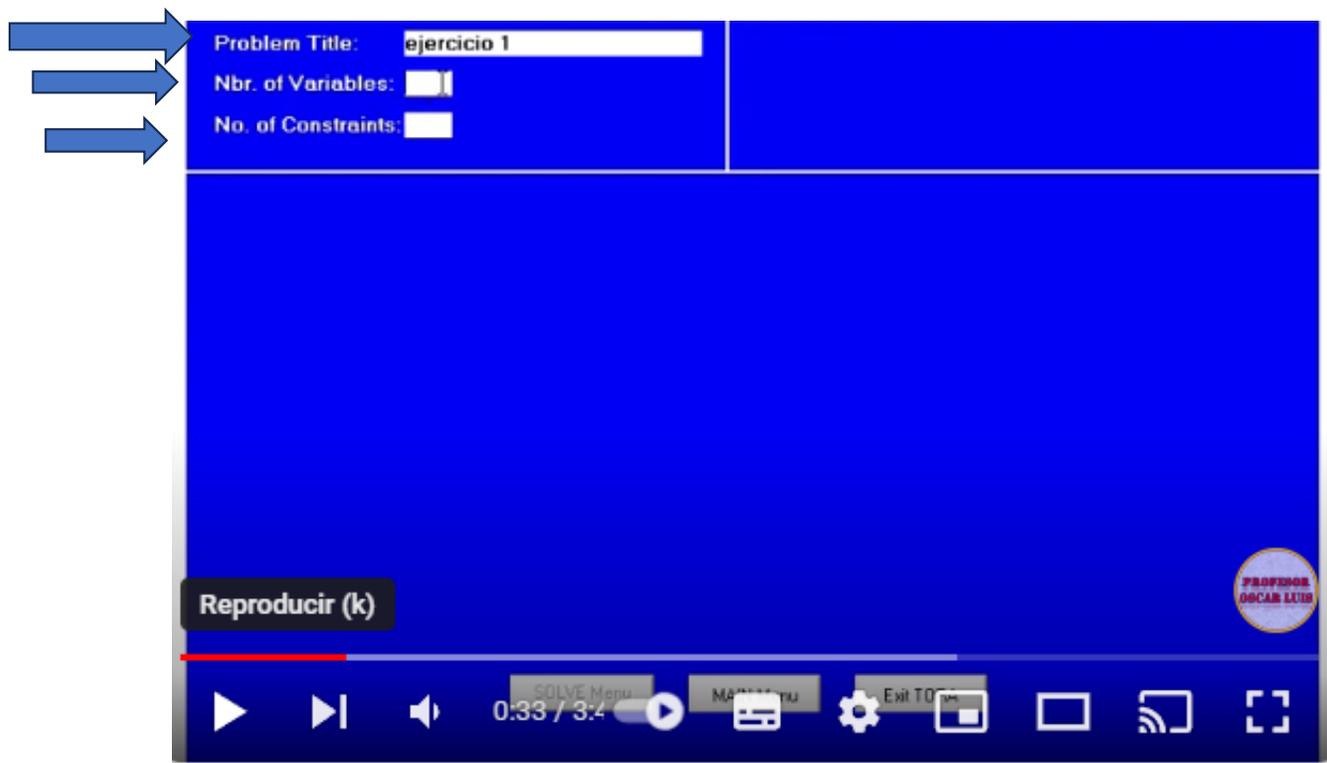
Selección de opción del menú principal



Aparece la siguiente pantalla, Seleccionar aquí

Figura 4

Asignación del nombre



En este paso se identifica el nombre del ejercicio

Numero de variables

Numero de restricciones

Figura 5

Captura de función objetivo y restricciones

Se capturan los valores de la función objetivo, ya sea maximizar o minimizar.

También se capturan las restricciones y los valores NO negatividad de las variables.

Figura 6

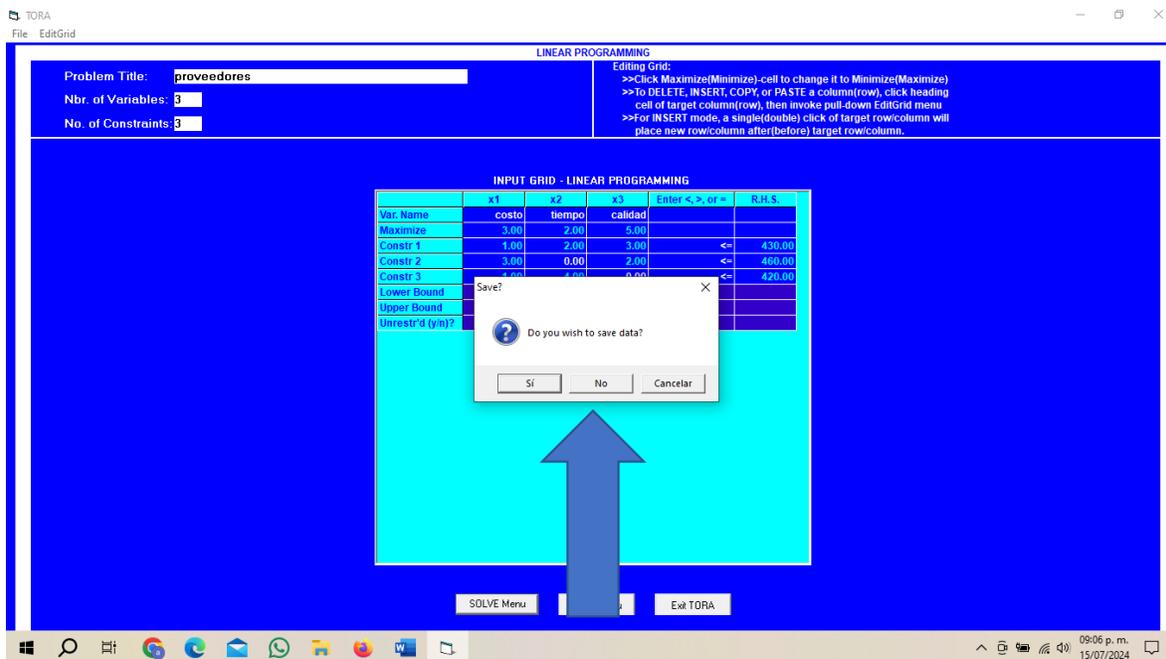
Se elige la opción de solución



Se pulsa la opción solución de problema SOLVER

Figura 7

Se elige la opción de salvar o no el ejercicio



Aparece si se desea salvar el ejercicio normalmente se elige NO

Figura 8

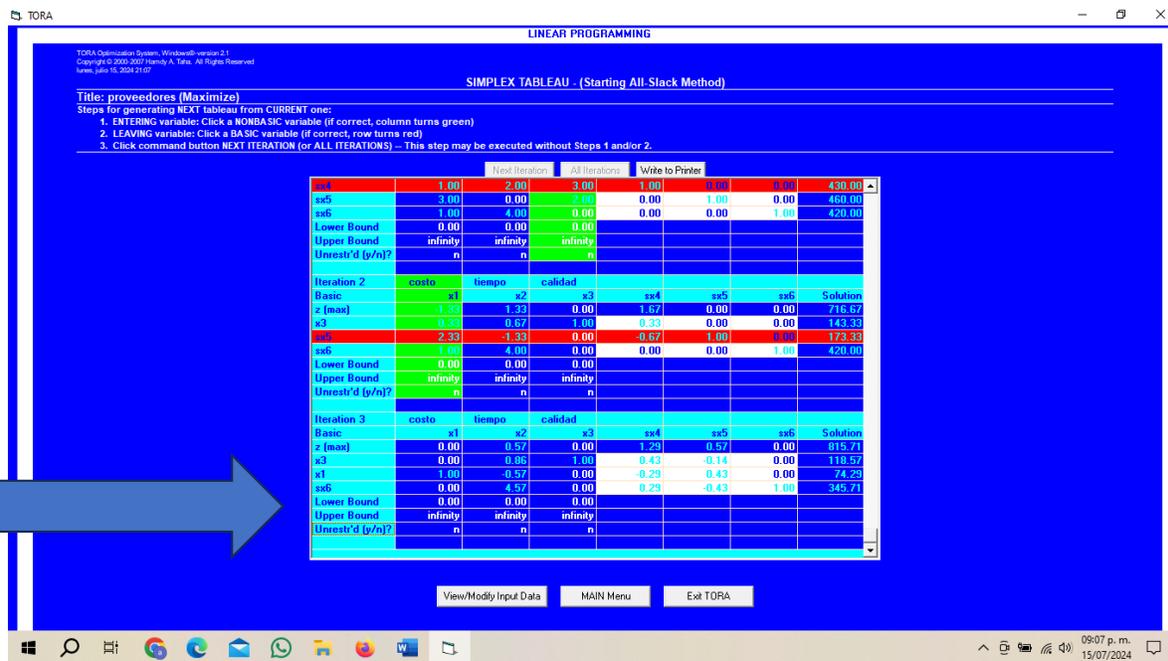
Aparece el número de la interacción que tiene la solución



Aparece un recuadro que indica que en la 3era interacción aparece la solución.

Figura 9

Presenta la solución de maximizar con valores a las variables



En la tercera interacción aparece la solución a la función de maximizar y el resultado esperado para cada variable.

Con estos valores se obtiene el máximo rendimiento de la propuesta de maximizar en la función objetivo.

## CONCLUSIÓN

El presente proyecto de selección de proveedores utilizando programación lineal y aplicación del software específico “Tora” se presenta como una opción en el área de compras como una obtención rápida y sencilla de elegir un viable candidato a proveedor cumpliendo con las características elementales en el fenómeno de la adquisición de bienes y servicios, como son: la cantidad, el costo el tiempo de entrega, el nivel de calidad entre otros, que la misma empresa pondera en su importancia en la elaboración de su producto terminado. La programación lineal (PL) es una herramienta poderosa para optimizar el proceso de selección de proveedores y mejorar el desempeño de la cadena de suministro, pero la aplicación requiere de una capacitación básica para interpretar los parámetros elementales a utilizar para comprar.

Se busca que al utilizar la programación lineal las empresas puedan:

**A.- Seleccionar a los proveedores más adecuados:** La PL permite a las empresas evaluar a los proveedores de manera objetiva en función de múltiples criterios, como el costo, la calidad, el servicio, la capacidad de producción y la confiabilidad. Esto ayuda a seleccionar a los proveedores que mejor se ajustan a las necesidades de la empresa y maximizar el valor que se obtiene por cada peso invertido.

**B.- Asignar pedidos de manera eficiente:** La PL permite asignar los pedidos a los proveedores de manera eficiente, teniendo en cuenta sus capacidades de producción y los plazos de entrega requeridos. Esto ayuda a maximizar la utilización de los recursos de la empresa y minimizar los tiempos de espera.

**C.- Reducir costos:** Al seleccionar a los proveedores más eficientes y confiables, las empresas pueden reducir significativamente sus costos de adquisición y producción.

**D.- Mejorar la calidad:** La PL permite seleccionar a proveedores que cumplan con los estándares de calidad más altos, lo que se traduce en productos y servicios de mayor calidad para los clientes.

**E.- Mejorar la eficiencia de la cadena de suministro:** La PL puede ayudar a las empresas a optimizar su cadena de suministro mediante la selección de los proveedores adecuados, la asignación eficiente de pedidos y la reducción de costos.

**F.- Reducir el riesgo:** La PL puede ayudar a las empresas a identificar y mitigar los riesgos asociados con la cadena de suministro, como los cambios en la demanda, los desastres naturales y las interrupciones en el transporte.

**G.- Aumentar la flexibilidad:** La PL permite a las empresas adaptarse rápidamente a los cambios en el mercado y a las necesidades de los clientes, lo que les da una ventaja competitiva.

Las empresas deben considerar cuidadosamente sus necesidades específicas y elegir la herramienta o las herramientas que sean más adecuadas para alcanzar sus objetivos.

El proyecto facilita la complicada evaluación a un proveedor mediante variables conocidas en el sector de compras, pero con una capacitación sencilla se aprenda a ponderar y personalizar las variables que convengan a cada empresa para obtener un resultado de Maximización de resultados.

## BIBLIOGRAFÍA.

Hamdy A. Taha (2012) “Investigación de operaciones” Alfa-omega

**ISBN 970-15-0115-2**

Russell Ackoff, Maurice W.Sasieni (1994) “Fundamentos de Investigación de Operaciones” LIMUSA

**ISBN 968-18-0572-0**

FrederickS. Hillier, Gerald J. Lieberman (1994) “Investigación de operaciones” 7a edición Mac Graw Hill

ISBN 970-10-3486-4

Rodolfo Valentin Muñoz Castorena, Maria Bernadett Ochoa Hernandez(Mc Graw Hill)2011 “investigación de Operaciones” 1ra Edición

ISBN 978-607-15-0598-9

Kamlesh Mathur, Daniel Solow “Investigación de operaciones El arte de la toma de decisiones” (1996) Prentice-Hall Hispanoamericana S.A.

ISBN 968-880-698-6

Johnson,Leenders, Flynn (2012) “Administración de Compras y abastecimiento” Mc Graw Hill 14ª Edición

ISBN 978-607-15-0758-7

Cristobal Del Río Gonzalez (2002) “Adquisiciones y Abastecimiento”ECAFSA-THOMSON-LEARNING

ISBN 970-686-171-8