



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES

CARRERA DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

ANÁLISIS DE LA ALIMENTACIÓN DE UN ANIMAL EN BASE A  
REQUERIMIENTOS VITAMINICOS MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN  
LINEAL

RUIZ CRIOLLO KAREN ELIZABETH  
INGENIERA EN CONTABILIDAD Y AUDITORÍA CPA

MACHALA  
2019



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES  
CARRERA DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

ANÁLISIS DE LA ALIMENTACIÓN DE UN ANIMAL EN BASE A  
REQUERIMIENTOS VITAMINICOS MEDIANTE LA  
PROGRAMACIÓN LINEAL

RUIZ CRIOLLO KAREN ELIZABETH  
INGENIERA EN CONTABILIDAD Y AUDITORÍA CPA

MACHALA  
2019



# UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES  
CARRERA DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

EXAMEN COMPLEXIVO

ANÁLISIS DE LA ALIMENTACIÓN DE UN ANIMAL EN BASE A  
REQUERIMIENTOS VITAMINICOS MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN LINEAL

RUIZ CRIOLLO KAREN ELIZABETH  
INGENIERA EN CONTABILIDAD Y AUDITORÍA CPA

GONZALEZ SANCHEZ JORGE LUIS

MACHALA, 23 DE AGOSTO DE 2019

MACHALA  
23 de agosto de 2019

**Nota de aceptación:**

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado ANÁLISIS DE LA ALIMENTACIÓN DE UN ANIMAL EN BASE A REQUERIMIENTOS VITAMINICOS MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN LINEAL, 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.



---

GONZALEZ SANCHEZ JORGE LUIS  
0703333898  
TUTOR - ESPECIALISTA 1



---

ROGEL GUTIERREZ EDITH MARLENE  
1103537179  
ESPECIALISTA 2



---

BEJARANO COBO HOLGER FABRIZIO  
0703311373  
ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: viernes 23 de agosto de 2019 - 09:37

## Urkund Analysis Result

**Analysed Document:** KAREN ELIZABETH RUIZ CRIOLLO.docx (D54804785)  
**Submitted:** 8/13/2019 10:12:00 PM  
**Submitted By:** jgonzalez@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

La que suscribe, RUIZ CRIOLLO KAREN ELIZABETH, en calidad de autora del siguiente trabajo escrito titulado ANÁLISIS DE LA ALIMENTACIÓN DE UN ANIMAL EN BASE A REQUERIMIENTOS VITAMINICOS MEDIANTE LA PROGRAMACIÓN LINEAL, 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.

La autora 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.

La autora 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, 23 de agosto de 2019



RUIZ CRIOLLO KAREN ELIZABETH  
0705920940

## **RESUMEN**

En las ciencias administrativas surge la necesidad de gestionar recursos en base a funciones lineales (inecuaciones), cuyas limitantes obedecen a restricciones matemáticas expresadas en variables de capacidad productiva, abastecimiento, distancias, suministro de cantidades exactas e intereses monetarios para solventar la cadena de valor en forma eficiente, a través de las tecnologías y métodos al encontrar la solución más óptima basada obteniendo valores factibles en la situación modelada analíticamente. La documentación pertinente tiene por objeto solucionar un planteamiento cotidiano en la investigación de operaciones, relacionado a la dosificación de insumos nutricionales para alimentar animales; se aborda la problemática desde una perspectiva holística mediante una revisión conceptual de criterios tanto teóricos como practicas al calcular las cantidades solicitadas a partir de las restricciones en las variables analizadas.

**Palabras Clave:** Investigación de operaciones, programación lineal, dosificación, alimentación.

## **ABSTRACT**

In business administration, there is a need to manage resources based on linear functions (inequations), whose constraints are due to mathematical constraints expressed in variables of productive capacity, supply, distances, supply of exact amounts and monetary interests to solve the value chain efficiently, through the technologies and methods to find the most optimal solution based on obtaining feasible values in the situation analytically modeled. The pertinent documentation is intended to solve a daily approach in operations research, related to the dosage of nutritional inputs to feed animals; the problem is approached from a holistic perspective through a conceptual review of both theoretical and practical criteria when calculating the quantities requested from the restrictions on the variables analyzed.

**Keywords:** Operations research, linear programming, dosing, feeding.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

Portada .....	<b>¡Error! Marcador no definido.</b>
Resumen .....	1
Abstract.....	1
Índice De Contenidos.....	2
Índice De Ilustraciones .....	3
Índice De Cuadros.....	3
1. Introducción.....	4
2. Desarrollo .....	6
2.1 Caso Práctico .....	6
2.1.2 Pregunta A Resolver .....	6
2.1.2 Restricciones.....	6
2.2 Resolución .....	6
2.2.1 Solución Del Sistema De Ecuaciones .....	7
2.2.2 Análisis Gráfico .....	8
2.3 Fundamentación Teórica .....	9
2.3.1 Investigación De Operaciones .....	9
2.3.2 Problema De La Dieta.....	10
2.3.3 Restricciones.....	10
2.3.4 Variables .....	10
2.3.5 Función Objetivo.....	10
2.3.6 Logística.....	11
2.3.7 Método Simplex .....	11
2.3.8 Solver .....	11
2.3.9 Análisis Cuantitativo .....	11
2.3.10 Programación Lineal .....	11
3. Conclusiones Y Recomendaciones .....	12
4. Referencias Bibliográficas .....	13



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

<b>Ilustración 1.</b> Representación gráfica para analizar el problema .....	9
<b>Ilustración 2.</b> Representación de un problema de programación lineal .....	10
<b>Ilustración 3.</b> Comparación de programación lineal con algoritmo de Ranking .....	12

## ÍNDICE DE CUADROS

<b>Cuadro 1.</b> Puntos críticos en los sistemas de ecuaciones .....	6
<b>Cuadro 2.</b> Planteamiento de las funciones lineales y requerimientos.....	7
<b>Cuadro 3.</b> Tabla de valores para las ecuaciones 1 y 2.....	8

## 1. INTRODUCCIÓN

En la sociedad contemporánea la administración de empresas se ha transformado en una disciplina dinámica, concatenando evolucionados sistemas de información e integrando exigencias pragmáticas como: conservación de recursos naturales, eficiencia, maximizar utilidades, reducir overhead, Constantes Benchmarking, auditoría Informática/contable e inclusive paradigmas humanos como crecimiento poblacional, cambio climático, contaminación, automatización, seguridad digital, entre otros; pese a ello todos los criterios convergen en la gestión adecuada de las necesidades en las operaciones industriales; recurriendo a soluciones óptimas mediante modelos matemáticos o procesos analíticos en sistemas informáticos.

El rol de la contabilidad y auditoría en la sociedad es gestionar en forma eficiente verificando el cumplimiento de la ley, realizando finanzas con transparencia e inducir un control constante por medio de auditorías sistemáticas paralelamente a la administración tanto pública como privada, sirviendo de base en la toma estratégica de decisiones; en el perfil del ingeniero local es impulsar la transformación de la matriz productiva acorde a los planteamientos del plan nacional del buen vivir a través de la innovación tanto gerencial como tecnológica en los procesos contables.

La investigación de operaciones se remonta a los grandes conflictos bélicos, donde las condiciones políticas y del entorno demandaban técnicas de logística avanzadas para coordinar operaciones militares e integrar datos experimentales, para tomar decisiones acertadas al probar tácticas, sin sacrificar recursos excesivos o provocar desbalances en la distribución de fuerzas; ante todo se aplica funciones matemáticas analizadas en favor de diseñar soluciones óptimas a problemas prácticos.

Con el objeto de obtener una ventaja competitiva gracias a una programación sistemática de sus actividades en tiempo real (Corrêa Bernardo, Corrêa Chaves , Gonçalves Sant'Ana, & Pagán Martínez, 2018).

El problema de la nutrición condiciona tanto el rendimiento del ganado, crecimiento de la población en animales e incluso en la salud humana, puesto que las calorías ingeridas determinan el grado de desempeño en el trabajo a efectuar; en las cadenas de suministro agroalimentarias las actividades denotadas desde cosechar, transportar, distribuir, compra-venta y coordinación holística en las labores de comercialización son propensas a incertidumbres.

Es necesaria su modelación matemática a través de variables para idealizar cadenas de valor viables a los problemas del mercado (Granillo Macías, Olivares Benitez, Martínez Flores, & Caballero Morales, 2017 ).

La metodología en resolución de planteamientos en operaciones interrelacionadas, se solventa por medio de programación lineal, analizando las funciones iterativamente hasta encontrar valores factibles a las condiciones del problema, frecuentemente se usa al optimizar labores para reducir costos, en este caso es de carácter descriptivo empleando el método de la esquina noroeste.

El objetivo del presente caso práctico es determinar la cantidad óptima de alimentos para nutrir a un animal, en base a los requerimientos solicitados en masa de pastillas para dosificar vitaminas A, B y C con la restricción de que la solución sea lo menos costosa posible.

## 2. DESARROLLO

La aplicación de los criterios de programación lineal, afines a la cátedra de investigación operacional para resolver el inciso se detallan en el presente apartado.

### 2.1 Caso Práctico

Se desea alimentar a un animal con los alimentos X1 y X2.

Los alimentos contienen las siguientes vitaminas:

1 Kg. X1 – 100 gr. De vitamina A, 100 gr. vitamina C, 200 gr. de vitamina D.

1 Kg. X2 - 100 gr. de vitamina B, 200 gr. vitamina C, 100 gr. vitamina D.

Los requerimientos mínimos de vitaminas para que el animal tenga una alimentación adecuada son:

400 gr. de vitamina A; 600 gr. vitamina B; 200 gr. vitamina C; 1700 gr. vitamina D.

Los costos de alimentos son:

1 kg. De X1 cuesta \$ 10

1 Kg. De X2 cuesta \$ 4

#### 2.1.2 Pregunta a Resolver

¿Qué cantidad de alimentos se deben comprar para alimentar al animal de acuerdo a los requerimientos solicitados y que dicha alimentación sea la menos costosa?

Función Objetivo

$$F.O \text{ (minimo)} Z = 10X_1 + 4X_2$$

#### 2.1.2 Restricciones

1.  $100X_1 \geq 400$  Para vitamina A

2.  $100X_2 \geq 600$  Para vitamina B

3.  $100X_1 + 200X_2 \geq 2000$  Vitamina C

4.  $200X_1 + 100X_2 \geq 1700$  Vitamina D

5.  $X_1; X_2 \geq 0$  No negatividad

### 2.2 Resolución

**Cuadro 1. Puntos críticos en los sistemas de ecuaciones**

Ecuación 1		Ecuación 2	
X1	X2	X1	X2

0	10	0	17
20	0	8.5	0

Fuente: Elaboración Propia

**Cuadro 2. Planteamiento de las funciones lineales y requerimientos**

Alin. \ Vit.	A	B	C	D
X1	100	-	100	200
X2	-	100	200	100
Req. Minimo	400	600	2000	1700

Alin. \ Vit.	A	B	C	D
4X1	400	-	400	800
9X2	-	900	1800	900
Sumatoria	400	900	2200	1700
Requerimiento	400	600	2000	1700
Diferencia	0	300	200	0

Fuente: Elaboración Propia

### 2.2.1 Solución del sistema de ecuaciones

$$Ec1. 100 X_1 + 200X_2 = 2000$$

$$Ec2. 100 X_1 = 400$$

$$X_1 = 4$$

Sustituyo X1 en Ec. 1 ( $100 X_1 + 200X_2 = 2000$ )

$$100 (4) + 200X_2 = 2000$$

$$200X_2 = 2000 - 400$$

$$X_2 = 1600/200$$

$$X_2 = \mathbf{800}$$

$$Ec1. 200 X_1 + 100X_2 = 1700$$

$$Ec2. 100 X_1 = 400$$

Sustituyo X1 en Ec. 1 ( $200 X_1 + 100X_2 = 1700$ )

$$200 (4) + 100X_2 = 1700$$

$$X_2 = \frac{1700 - 800}{100}$$

$$X_2 = \mathbf{9}$$

Reemplazo los valores en la función objetivo

$$Z = 10X_1 + 4X_2$$

$$Z = 10(4) + 4(9)$$

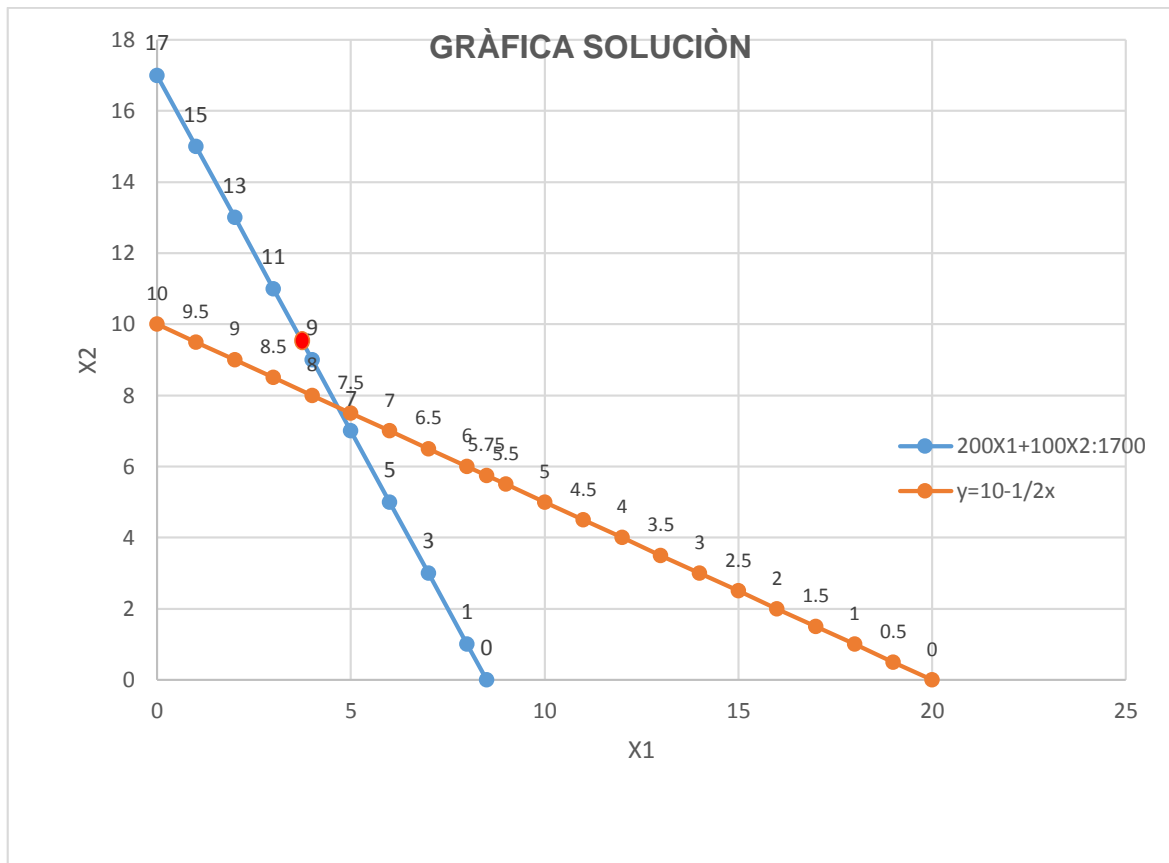
$Z = \$76$  Es el menor costo para alimentar al animal.

### **2.2.2 Análisis Gráfico**

**Cuadro 3. Tabla de valores para las ecuaciones 1 y 2**

<b>X</b>	<b>Y=17-2x</b>	<b>y=10-1/2x</b>
<b>X1</b>	<b>200X1+100X2:1700</b>	<b>100X1+200X2:2000</b>
0	17	10
1	15	9,5
2	13	9
3	11	8,5
4	9	8
5	7	7,5
6	5	7
7	3	6,5
8	1	6
8,5	0	5,75
9		5,5
10		5
11		4,5
12		4
13		3,5
14		3
15		2,5
16		2
17		1,5
18		1
19		0,5
20		0

**Fuente: Elaboración Propia**



**Il·lustració 1. Representació gràfica per analitzar el problema**

Fuente: Elaboración Propia

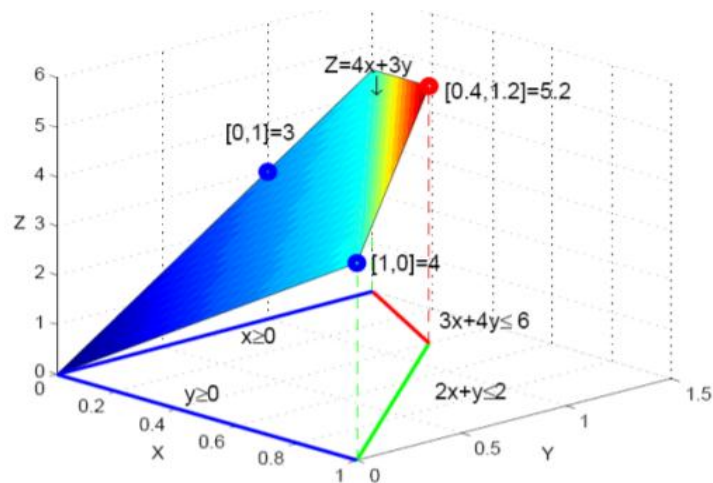
El punto óptimo es (4,9).

### 2.3 Fundamentación teórica

En esta sección se destaca las terminologías y conceptos que intervienen en el desarrollo del caso práctico, argumentado desde la apreciación de autores entendidos en las cátedras afines a la resolución de problemas en gestión de operaciones/optimización de recursos.

#### 2.3.1 Investigación de operaciones

Es una ciencia multidisciplinaria encaminada a solucionar problemas de ingeniería y gerencia de empresas, al gestionar series de actividades mediante variables, limitaciones e integrar modelaciones analíticas o algoritmos para exponer una estrategia que proponga la mejor disyuntiva posible conforme a las condiciones del problema (reducir costos, cantidades, producción, entre otros); actualmente se relaciona con software de análisis en la tarea de hallar soluciones numéricas para la toma de decisiones (Kowalski, Enríquez, Santelices, & Erck, Enseñanza de algoritmos en Investigación Operativa: un enfoque desde la formación por competencias, 2015).



**Ilustración 2. Representación de un problema de programación lineal**

Fuente: (Molina Pérez & Cabrera Estupiñan, 2014)

### **2.3.2 Problema de la dieta**

Comprende la asignación óptima de recursos, considerando que su distribución y dosificación se la adecuada nutricionalmente e infiera en el menor costo (Bermúdez Colina, 2011).

### **2.3.3 Restricciones**

Son las limitaciones propias del problema, como los valores permitidos de las variables, las cantidades de oferta y demanda, la no negatividad e incluso actividades que no dependen de apreciaciones virtuales (HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, BLUHM-GUTIÉRREZ, & VALLE-RODRÍGUEZ, 2016).

### **2.3.4 Variables**

Son todos los parámetros cuyos valores pueden ser controlados y conocidos dentro del problema, las de decisión son las incógnitas encontradas al resolver el modelo matemático, integrando la función objetivo.

### **2.3.5 Función Objetivo**

Es la ecuación modelo del problema, permite establecer la situación a resolver en base a maximizar una condición o minimizar otra, en base a los requerimientos restringidos del caso estudiado.



### **2.3.6 Logística**

Es el desarrollo de todos los procesos involucrados en el proceso de producción, o prestación de un servicio; en ciencias empresariales comprende una variedad de técnicas, métodos, modelos y tecnologías para organizar/administrar una institución (De la Hoz, Vélez , & López , 2017); en este caso hace énfasis en las tareas designadas en la alimentación de un animal, desde costo del insumo hasta su dosificación exacta.

### **2.3.7 Método Simplex**

Es una técnica matricial que consiste en iterar desde un vértice del poliedro formado por las funciones hacia los demás, de tal modo que cada iteración cambia de base sistemáticamente para llegar a la solución óptima, dependiendo de si se debe maximizar o minimizar alguna restricción; se suele implementar a través de medios computacionales en software de cálculo (Moncayo Martínez & Fernando Muñoz, 2018).

### **2.3.8 Solver**

Es una función de Microsoft Excel, un algoritmo de calculo que facilita resolver problemas de optimización, desde un objetivo y condicionar restricciones entre las variables (Vega Vega , 2019); se puede aplicar en cualquier rama de la ingeniería como programación lineal, redes de agua potable e investigación de operaciones.

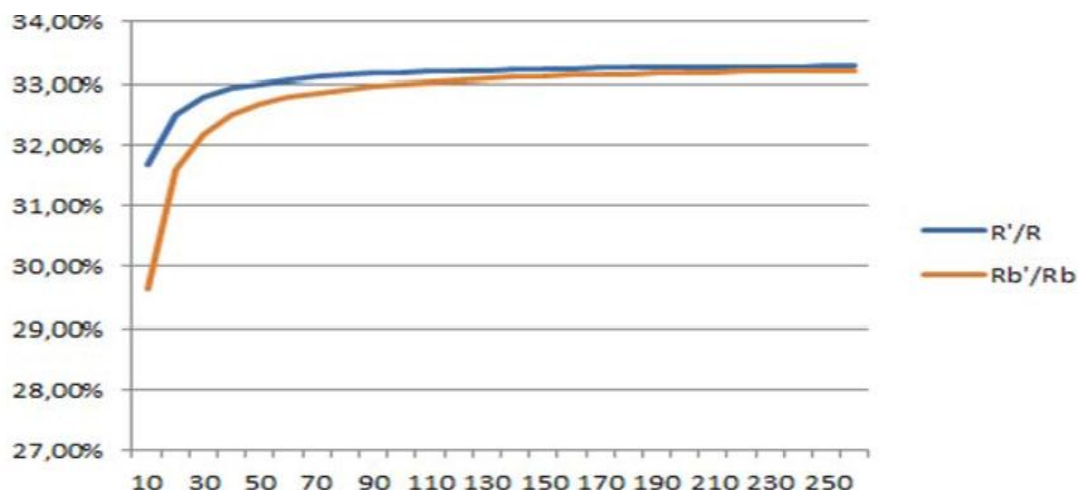
### **2.3.9 Análisis Cuantitativo**

Los datos numéricos permiten explicar las relaciones entre variables objetivamente, realizar tratamiento estadístico e inferir el comportamiento de una población en forma holística; su complejidad resulta en abstraer valores factibles para las condiciones del problema y realizar las operaciones indicadas, gracias a funciones o restricciones lineales que dependen de la flexibilidad y precisión tanto del autor como del método utilizado; con los resultados se efectúan comparaciones para expresar lo indicado por los valores, logrando entender el problema modelado analíticamente (Cadena-Iñiguez, y otros, 2017).

### **2.3.10 Programación Lineal**

Es un proceso ampliamente utilizado para resolver problemas de restricciones en el ámbito empresarial, por causa de su capacidad al analizar interacciones entre variables a través de funciones lineales, que convergen en una solución optimizada para valores satisfactorios en las condicionantes del inciso estudiado; en la actualidad se ejecutan en medios computacionales con la esquematización de gráficos o modelos matemáticos de la realidad objetada (Machuca de Pina, Dorin, & García Yi, 2018), en la *Ilustración 2* se

aprecia un algoritmo empleado en determinar cumplimiento de prioridades bajo criterios específicos a un proceso.



**Ilustración 3. Comparación de programación lineal con algoritmo de Ranking**

Fuente: (Rosete-Suárez, 2018)

### 3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

En base a la función objetivo e interpretación gráfica se determina el menor costo para alimentar al animal es \$76, analizando las restricciones y condicionantes necesarias en su nutrición.

Respondiendo al caso se expresa que el punto óptimo es (4, 9), las cantidades de vitaminas son 400 g de la A, 600 gr de la E, 2000 gr de C y 1700 de D; al considerar el costo de los Kg de vitaminas luego de cuatro iteraciones se aprecia que la zona factible se halla limitada por 0 a 4 en X, de 10 a 16 para y en la intercepción de las inecuaciones.

La programación lineal es un método de carácter analítico, parte de los valores de corte en las funciones y prueba valores acercándose progresivamente a la solución, la cual será que maximice una variable al reducir otra; en este caso fue encontrar menor costos para cumplir con una estricta dosificación de vitaminas.

#### 4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bermúdez Colina, Y. (2011). Aplicaciones de programación lineal, entera y mixta. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias; Vol 2, No7, Año 4*, 85-104.
- Cadena-Iñiguez, P., Rendón-Medel, R., Aguilar-Ávila, J., Salinas-Cruz, E., de la Cruz-Morales, F. d., & Sangerman-Jarquín, D. M. (2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, vol. 8, núm. 7*, 1603-1617.
- Corrêa Bernardo, C. H., Corrêa Chaves, V. H., Gonçalves Sant'Ana, R. C., & Pagán Martínez, M. (2018). Perspectivas históricas de la Investigación Operacional. *Bolema, Rio Claro (SP), v. 32, n. 61*, 354-374.
- De la Hoz, E., Vélez, J., & López, L. (2017). Modelo de Programación Lineal Multiobjetivo para la Logística Inversa en el Sector Plástico de Polipropileno. *Información Tecnológica; Vol 28, No 5.*, 31-36.
- Granillo Macías, R., Olivares Benitez, E., Martínez Flores, J. L., & Caballero Morales, S. O. (2017). *Gestión de operaciones en una cadena de suministro agroalimentaria*. 1-17: Ciencias Holguín, vol. 23, núm. 4.
- GUEVARA PATIÑO, R. (2016). El estado del arte en la investigación: ¿análisis de los conocimientos acumulados o indagación por nuevos sentidos? *Revista Folios, núm. 44*, 165-179.
- HERNÁNDEZ-RAMÍREZ, D., BLUHM-GUTIÉRREZ, J., & VALLE-RODRÍGUEZ, S. (2016). CONCEPTOS BÁSICOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL Y APLICACIÓN EN EL MANEJO DE RECURSOS NATURALES. *Revista del Doctorado Interinstitucional en Ciencias Ambientales: Ambiente y Sostenibilidad*, 97-104.
- Jácome-Lara, I. M., Tinajero-Jiménez, M. R., & Suárez-Guevara, I. M. (2018). La nueva administración del siglo XXI. *Polo del Conocimiento (Edición núm. 21) Vol. 3, No 7*, 612-625.
- Kowalski, V., Enríquez, H., Santelices, I., & Erck, M. (2015). Enseñanza de algoritmos en Investigación Operativa: un enfoque desde la formación por competencias. *Ingeniería Industrial: Actualidad y Nuevas Tendencias; Año 8, Vol. IV, N° 15*, 67-80.

- Kowalski, V., Enríquez, H., Santelices, I., & Erck, M. (2015). Enseñanza de algoritmos en Investigación Operativa: un enfoque desde la formación por competencias. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, 67-80.
- Machuca de Pina, J. M., Dorin, M., & García Yi, A. I. (2018). Evaluación experimental de un modelo de programación lineal para el problema de ruteo de vehículos (VRP). *INTERFASES*, 103-117.
- Molina Pérez , D., & Cabrera Estupiñan, E. (2014). Programación entera para modelos lineales. *INGENIERÍA HIDRÁULICA Y AMBIENTAL, VOL. XXXV, No. 1*, 62-76.
- Moncayo Martínez, L., & Fernando Muñoz, D. (2018). Un Sistema de Apoyo para la Enseñanza del Método Simplex y su Implementación en Computadora. *Formación Universitaria, Vol. 11(6)*, 29-40.
- Pina, J. M., Dorin, M., & Yi, A. I. (2018). Evaluación experimental de un modelo de programación lineal para el problema de ruteo de vehículos (VRP). *INTERFASES, No 11*, 103-117.
- Pomerio Medardo Bárcenas Mendoza, B. A. (2018). La contabilidad y auditoría: sistemas clave para la gestión eficiente en el sector público y privado. *Revista Contribuciones a la Economía* , On line.
- Rosete-Suárez, A. (2018). Reformulación eficiente del problema de programación lineal de agregación de rankings. *Ingeniería Industrial*, 250-260.
- Skocdopolova, J. J. (2017). Análisis y Optimización del Proceso de Producción en una Empresa Procesadora de Leche. *Información Tecnológica, Vol 28 (4)*, 39-46.
- UTMACH. (2015). *Facultad De Ciencias Empresariales*. Obtenido de Contabilidad y Auditoría: <https://www.utmachala.edu.ec/portalwp/index.php/uace/>
- Vega Vega , M. A. (2019). Herramienta Solver para la toma de decisiones. *TINO: Revista Informàtica-Tecnològica de la familia*.