



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
CARRERA DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

DETERMINAR LA SOLUCIÓN ÓPTIMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE
SEMILLAS A TRAVÉS DEL MÉTODO DEL TRANSPORTE.

CABANILLA MITE ORLANDO DANIEL
INGENIERO EN CONTABILIDAD Y AUDITORÍA CPA

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
CARRERA DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

DETERMINAR LA SOLUCIÓN ÓPTIMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE
SEMILLAS A TRAVÉS DEL MÉTODO DEL TRANSPORTE.

CABANILLA MITE ORLANDO DANIEL
INGENIERO EN CONTABILIDAD Y AUDITORÍA CPA

MACHALA
2020



UTMACH

FACULTAD DE CIENCIAS EMPRESARIALES
CARRERA DE CONTABILIDAD Y AUDITORÍA

EXAMEN COMPLEXIVO

DETERMINAR LA SOLUCIÓN ÓPTIMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE SEMILLAS A
TRAVÉS DEL MÉTODO DEL TRANSPORTE.

CABANILLA MITE ORLANDO DANIEL
INGENIERO EN CONTABILIDAD Y AUDITORÍA CPA

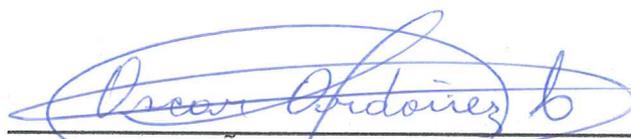
ORDOÑEZ CONTRERAS OSCAR STUARDO

MACHALA, 20 DE FEBRERO DE 2020

MACHALA
20 de febrero de 2020

Nota de aceptación:

Quienes suscriben, en nuestra condición de evaluadores del trabajo de titulación denominado Determinar la solución óptima de la distribución de semillas a través del método del transporte., 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.



ORDOÑEZ CONTRERAS OSCAR STUARDO

0702954629

TUTOR - ESPECIALISTA 1



BEJARANO COPO HOLGER FABRIZIO

0703311373

ESPECIALISTA 2



GONZALEZ SANCHEZ JORGE LUIS

0703333898

ESPECIALISTA 3

Fecha de impresión: jueves 20 de febrero de 2020 - 07:14

DETERMINAR LA SOLUCIÓN ÓPTIMA DE LA DISTRIBUCIÓN DE SEMILLAS A TRAVÉS DEL MÉTODO DE TRANSPORTE

por Orlando Daniel Cabanilla Mite

Fecha de entrega: 11-feb-2020 09:54p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 1255871375

Nombre del archivo: A_DISTRIBUCI_N_DE_SEMILLAS_A_TRAV_S_DEL_M_TODO_DE_TRANSPORTE.pdf
(233.72K)

Total de palabras: 2985

Total de caracteres: 14776

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

El que suscribe, CABANILLA MITE ORLANDO DANIEL, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Determinar la solución óptima de la distribución de semillas a través del método del transporte., 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, 20 de febrero de 2020

CABANILLA MITE ORLANDO DANIEL
0706430535

RESUMEN:

Comprender cuáles son las mejores rutas para la distribución de sus productos es uno de los aspectos más estudiados en una empresa, es por dicha premisa, que el presente trabajo se enfoca en encontrar el mejor método de transporte aplicado a un caso de estudio, haciendo uso de las técnicas de programación lineal, que se estudian en la disciplina de investigación de operaciones, las cuales brindan las herramientas necesarias para determinar el mejor modelo a seguir. Teniendo en cuenta un enfoque metodológico de tipo descriptivo orientado hacia el que debemos de hacer, partiendo a su vez de las bases teóricas encontradas a través de la revisión bibliográfica de artículos científicos, libros y páginas de internet, que guarden relación con el tema a tratar y sirvan de sustento para el presente trabajo. De esta manera se espera obtener un resultado óptimo y a su vez adquirir los conocimientos pertinentes que permitan un excelente desempeño en un ámbito profesional, frente a situaciones de similar complejidad.

PALABRAS CLAVES: programación lineal, método del transporte, distribución, investigación de operaciones, logística.

ABSTRACT:

Understanding what are the best routes for the distribution of its products is one of the most studied aspects in a company, it is because of this premise that the present work focuses on finding the best transport method applied to a case study, making use of linear programming techniques, which are studied in the discipline of operations research, which provide the necessary tools to determine the best model to follow. Taking into account a methodological approach of a descriptive type oriented towards what we should do, starting at the same time from the theoretical bases found through the bibliographic review of scientific articles, books and internet pages, which are related to the topic to be treated and serve as sustenance for the present work. In this way it is expected to obtain an optimal result and in turn acquire the relevant knowledge that allows excellent performance in a professional field, in situations of similar complexity.

KEYWORDS: linear programming, transport method, distribution, operations research, logistics.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN:	7
ABSTRACT:	8
1. INTRODUCCIÓN.	11
2. DESARROLLO	12
2.1 Marco teórico.	12
2.1.1. Actividad agrícola en el Ecuador	12
2.1.2. Investigación de Operaciones	12
2.1.3. Logística.	13
2.1.4. Programación lineal	13
2.1.5. Optimización.	14
2.1.6. Modelo de transporte	14
2.1. Desarrollo del caso.	16
2.1.1 Pregunta a resolver.	17
2.2. Resolución del Caso Practico	17
3. CONCLUSIÓN	20
Bibliografía	21

Índice de Ilustraciones

Ilustración 1: Representación del modelo de transporte con nodos y arcos.....	15
--	----

Índice de Tablas

Tabla 1: Disponibilidad de semillas en cada silo.....	16
Tabla 2: Requerimiento de semillas	16
Tabla 3: Costos de transporte a las distintas ciudades.....	17
Tabla 4: Cantidad requerida y disponibilidad de semillas	17
Tabla 5: Oferta y Demanda Equilibrada.....	18
Tabla 6: Primera asignación.....	18
Tabla 7: Segunda asignación	19
Tabla 8: Tercera asignación y costo optimo	19

1. INTRODUCCIÓN.

Los beneficios monetarios obtenidos por una empresa, son una de las fuentes de vital importancia dentro de la economía global, por lo cual las organizaciones siempre se encuentran en la constante búsqueda de innovar con nuevos productos o servicios o de métodos que ayuden en la optimización de los costos y la generación de ingresos, utilizando para ello herramientas que concluyan en la toma de las mejores decisiones para la organización, buscando siempre la manera de cumplir con las metas y objetivos propuestos.

Dentro la economía ecuatoriana, la actividad agrícola es una de las más importante, no solo en el ámbito de las exportaciones, sino también en las transacciones a nivel local, ya que los beneficios monetarios resultante de esta son bastantes considerables, los agricultores y empresarios agrícolas continuamente buscan maneras en las cuales los cultivos, las frutas o semillas que cosechan puedan ser comercializadas de forma que se optimice tanto recursos como costos. Tal como comentan (Sánchez, Garay, Mora, Gibaja, & Bautista, 2017) los crecientes costos de transporte hacen que sea necesario buscar una solución en la que todos los agentes afectados logren minimizar sus pérdidas”. Uno de los métodos que las empresas implementan para poder lograrlo, es el uso de la investigación de operaciones, ya que es una disciplina que, a través de sus distintos métodos de análisis matemáticos y lógicos, asiste a las empresas para proveerles de la decisión más óptima, haciendo para esto uso de técnicas de programación lineal.

Este trabajo de investigación pretende dar solución al problema de la distribución de semillas, utilizando el modelo de transporte, el mismo que dentro de la programación lineal facilita encontrar la mejor ruta y con el costo más óptimo, que satisface la demanda de los compradores. Para ello la metodología a emplearse en la investigación es de tipo descriptiva, con la cual se obtendrá una visión clara de los sucesos presentes en el problema a investigar, además se complementará con la respectiva revisión bibliográfica actual, que complementará los saberes obtenidos en materia de investigación de operaciones. Con la implementación del método, también se espera obtener que las empresas que distribuyen semillas desde los silos a distintas ciudades dentro del país, puedan transportarlas de manera que sus costos sean los menos posibles y satisfagan la demanda de sus clientes, asimismo brindando una herramienta que permite solucionar inconvenientes similares dentro del ejercicio de la profesión, además de afianzar una mejor relación con los clientes y que a futuro la imagen de la empresa se abra camino hacia nuevas rutas y lograr un crecimiento empresarial.

2. DESARROLLO

2.1 Marco teórico.

Para mayor comprensión sobre la presente investigación, a continuación, se detallarán, algunas definiciones propias, otras tomadas de sitios web y artículos científicos, de esta manera se asegura una mayor perspectiva sobre los temas mencionados.

2.1.1. Actividad agrícola en el Ecuador

A pesar de que la actividad agrícola es una de las más antiguas de la especie humana, sólo en las décadas recientes se usan sistemas de información y control automático para mejorar la calidad y productividad de las cosechas (Moreno, Morales, Juárez, de Alba, & Benavides, 2017).

Por su parte Ecuador desde su fundación basó su producción a través de los recursos primarios: cacao, banano, café, atún, flores, camarón, otros que se obtienen directamente de la naturaleza y cuya comercialización no involucra mayor transformación o valor agregado (Viteri & Tapia, 2018).

Al ser uno de los países en vías de desarrollo gran parte de nuestra economía se basa más en comercializar aquellos productos que se cultivan de la tierra, dicho sea, el caso de las semillas, que también son una fuente de ingresos a nivel local. En el país, especialmente en la Sierra Ecuatoriana, existe un escaso interés en el uso de semilla certificada; los cultivos de arroz y maíz duro, por estar relacionados con intereses de la empresa privada, usan los mayores porcentajes de semilla certificada (en promedio el 33% de la superficie cultivada), no así, cultivos como el fréjol, papa, maíz suave, trigo y cebada cuyo promedio de uso de semilla certificada está alrededor del 4% de la superficie cultivada (cifra promedio); por lo anterior y otros factores tecnológicos, los niveles de productividad de pequeños y medianos agricultores no son óptimos. (INIAP, 2015)

2.1.2. Investigación de Operaciones

Se originó a partir de la segunda guerra mundial fundada por las fuerzas militares de Estados Unidos y Gran Bretaña, en ese entonces el uso de la estadística era determinante para saber qué tácticas estaban funcionando. La importancia del método era de tal relevancia, puesto que se debía de encontrar soluciones en un tiempo corto, a causa que las condiciones de aquel tiempo así lo requerían (Bernardo, Chaves, Sant'Ana, & Martínez, 2018).

En la actualidad el uso de la investigación operacional está mayormente vinculado al campo de la investigación, al diseño de estrategias matemáticas y algoritmos por las cuales la toma de decisiones se facilita en gran medida, brindan una amplia visión de las posibles consecuencias que tendría el seguir un determinado camino, de esta manera, también se ayuda al sector empresarial, a las organizaciones que están dentro de un ambiente competitivo, y que buscan la manera de sobresalir, ellas tienen en esta rama una herramienta poderosa que otorga ventajas frente a otras empresas.

La Investigación de Operaciones opera en la práctica de la siguiente manera: a partir del reconocimiento de una situación problemática a resolver, se plantea el modelo matemático adecuado (el cual también puede ser una combinación de modelos de acuerdo a la complejidad) y se recogen los datos necesarios. Luego se resuelve el modelo matemático a través de la técnica o algoritmo adecuado. (Kowalski, Enríquez, Santelices, & Erck, 2015)

2.1.3. Logística.

El concepto de logística como negocio es simple: los suministradores deben tener productos que ofrecer a los clientes. Esta necesidad debe ser satisfecha en el tiempo apropiado, a un coste aceptable y sin daños. Si fuese posible crear esos productos ágilmente en el lugar donde se encuentran los clientes cuando los necesitan, satisfaciendo los imperativos del coste, la vida sería relativamente simple. Para la mayoría de las organizaciones tal simplicidad no es más que un sueño. En general, operan en un mercado donde el suministro y la demanda van por separado, tanto en términos de geografía física como de tiempo. (González, 2016)

La logística en el plano empresarial busca técnicas que admitan el almacenaje, transporte y correcto tratamiento de las unidades producidas, para que dichos suministros de inventarios tengan un uso adecuado y mantener cualquier inconveniente que pueda surgir con ellos debidamente controlados, de esta forma se garantiza el buen tratamiento de los mismos a fin de que tengan la mejor calidad para sus futuros destinatarios.

2.1.4. Programación lineal

La programación lineal es una herramienta metodológica básica que facilita el trabajo interdisciplinario, su campo de acción es amplio, variado y complejo. Su poder de análisis es de consideración, no solo en industrias y empresas, también lo es para la toma de decisiones en el uso, conservación y manejo de los recursos naturales. (Hernandez & Valle, 2016)

También se considera como una herramienta para la optimización de operaciones, ya que es de gran ayuda para la toma de decisiones, puesto que se ajustan a la realidad del problema y brindan soluciones óptimas de acuerdo al objetivo planteado, permitiendo minimizar o maximizar el mismo. (Caicedo & Ortiz, 2014) citado por (Aldás, Reyes, Morales, & Santiago, 2018)

En pocas palabras la programación lineal busca el máximo rendimiento posible, utilizando para ello unos recursos que son limitados, es decir que, en cuanto al rendimiento esperado, los ingresos se maximicen y los costos se minimicen dando de esta manera origen a un resultado óptimo para las empresas, industrias o cualquiera que sea la entidad que la esté aplicando. (Salas, 2017)

2.1.5. Optimización.

La optimización es aquel recurso que permite conocer cuáles son las condiciones que deben de cumplirse, si se quiere obtener el mejor resultado posible, teniendo en cuenta aquellas variables que han de maximizarse y aquellas que han de minimizarse para dicha por finalidad.

La maximización busca por lo general lograr obtener mayores ganancias, por lo tanto, se hace necesaria la creación de una herramienta que permita describir acertadamente las relaciones entre los componentes de un sistema y los procesos en los cuales se involucran para sacar de ellas el máximo beneficio. (Salazar S. E., 2015)

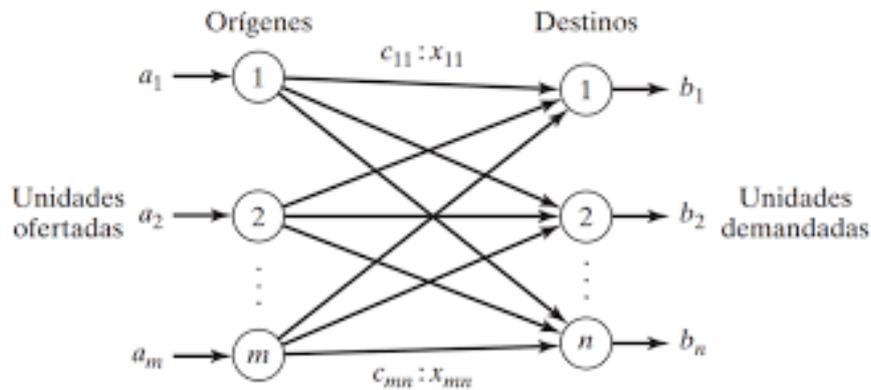
Por otra parte, la minimización busca que se utilicen solo los recursos necesarios, para de esta forma disminuir los costos de la empresa, en entornos cada vez más competitivos se hace necesario disponer de métodos a fin de cumplir con las demandas de los clientes (Salazar & Sarzuri, 2015)

2.1.6. Modelo de transporte

Un programa de transporte es aquel que busca el camino más adecuado para la distribución de los productos de una empresa, mantener los costos lo más bajos posible, aumentando de esta manera los ingresos y generando confianza en los clientes que reciben los productos a tiempo.

“El problema de localización tiene su principio en ubicar uno o varios servicios para cubrir la demanda de una serie de puntos conocidos, usualmente denominados puntos de demanda, optimizando alguna medida de efectividad” (Klose y Drexl 2004) citado por (Peña, Ordoñez, & Arana, 2017)

Ilustración 1: Representación del modelo de transporte con nodos y arcos.



Fuente: (Taha, 2012) tomado de (Villamarín, Aguilar, Llamuca, & Villacrés, 2019)

Tal como se observa en la figura número 1, esos son los componentes dentro de un programa de transporte, donde se puede determinar que, si bien cada uno de los orígenes puede ser distribuido en cada uno de los destinos, esta no es una manera eficiente de hacerlo, es por esto que se hace uso de la programación lineal, para esclarecer cual es la mejor ruta a seguir y las cantidades que se deben trasladar a un determinado punto, de manera que tanto ofertantes, como demandantes queden satisfechos.

Tal como comenta (Gil, 2016) “el transporte es uno de los componentes más relevantes de la cadena de suministro, representa una de las áreas que permite lograr mayor competitividad en el mercado al desarrollar ventajas estratégicas a través de una gestión integrada de transporte”

Para optimizar las rutas de traslado de mercadería teniendo en cuenta los costos de envío, existen tres modelos fundamentales que contribuyen a encontrar el recorrido más eficiente, dichos modelos se detallan a continuación:

1. Método de la esquina noroeste: este es un método por el cual tal como su nombre lo indica las asignaciones se iniciaran desde la esquina superior izquierda, sin tener en cuenta los costos mínimos, luego de esto se sigue hacia la derecha hasta que todas las asignaciones fueren realizadas, este modelo de transporte es muy útil cuando trabajamos con un mayor número de ofertas o demandas, aunque también hay que decir que este método acerca al costo óptimo en una primera instancia. (Flores, Flores, & Romero, 2019)

2. Método de los costos mínimos: este programa de transporte por el contrario realiza la asignación según el costo mínimo de la unidad a distribuir; en este caso es necesario identificar el menor costo y asignarle a él la mayor cantidad de unidades, así de esta

manera se quedará mucho más cerca del valor óptimo de distribución (Flores, Flores, & Romero, 2019)

3. Método de Aproximación de Vogel: se fundamenta en el cálculo de la diferencia aritmética entre el costo por unidad más bajo y el costo menor que le procede en el renglón o columna. De esta manera se establecen las penalizaciones y en base a la mayor de esta se irán realizando las asignaciones hasta que todos los valores de la tabla se encuentren distribuidos, este método requiere un número mayor de interacciones, pero se acerca mucho más al resultado óptimo (Flores, Flores, & Romero, 2019)

2.1. Desarrollo del caso.

La empresa nacional de semillas certificadas dispone de 3 silos de almacenamiento de semillas en varios lugares del país, las cantidades disponibles en cada silo en Tm. Son las siguientes:

Tabla 1: Disponibilidad de semillas en cada silo

N°	Cantidad
Silo # 1	125 Tm
Silo # 2	50 Tm
Silo # 3	100 Tm

Fuente: Elaboración propia

Estas semillas se requieren en QUEVEDO, MACHALA, ESMERALDAS, en las siguientes cantidades:

Tabla 2: Requerimiento de semillas

N°	Demanda
Quevedo	50 Tm
Machala	100 Tm
Esmeraldas	75 Tm

Fuente: Elaboración propia

Los costos en dólares por Tm son los siguientes:

Tabla 3: Costos de transporte a las distintas ciudades

Silos	Quevedo	Machala	Esmeraldas
1	20	40	80
2	100	60	60
3	60	80	20

Fuente: Elaboración propia

2.1.1 Pregunta a resolver.

Diga cuál es el programa óptimo de transporte.

2.2. Resolución del Caso Práctico

A continuación, se detalla la consecución de pasos a seguir para encontrar la ruta óptima para el transporte de semillas.

1.- Se determina la disponibilidad de semillas y que la cantidad requerida se encuentre balanceada.

Tabla 4: Cantidad requerida y disponibilidad de semillas

Oferta		Demanda	
Silo # 1	125 Tm	Quevedo	50 Tm
Silo # 2	50 Tm	Machala	100 Tm
Silo # 3	100 Tm	Esmeraldas	75 Tm
Total	275 Tm	Total	225 Tm

Fuente: Elaboración propia

2.- Como se observa existe una diferencia de 50 Tm entre la oferta y la demanda por lo que esta no se encuentra balanceada.

3.- Se añade un lugar ficticio para equilibrar la cantidad ofertada con la cantidad demanda.

4.- Este lugar ficticio tendrá un costo de cero en cada celda que ocupe.

5.- En el valor total de la fila o columna que se ha aumentado ira la cantidad que haga falta para tener una tabla balanceada, que permita trabajar por algún programa de transporte.

Tabla 5: Oferta y Demanda Equilibrada

	Quevedo	Machala	Esmeraldas	Lugar Ficticio	Oferta
Silo 1	20	40	80	0	125
Silo 2	100	60	60	0	50
Silo 3	60	80	20	0	100
Demanda	50	100	75	50	275

Fuente: Elaboración propia

- 4.- Se realiza una primera asignación bajo el método del costo mínimo.
5. Se verifica que el número de filas y columnas menos 1 es menor o igual al número de celdas llenas con la ruta de la primera asignación.
6. Se calcula los costos de traslado de la ruta que quedó.
7. Se determina las variables básicas con la fórmula $U_i + V_j = C_{ji}$ para las casillas ocupadas y luego las variables no básicas restando $C_{ij} - U_i - U_j$ en las celdas que se encuentren vacías.
8. Si en alguna de las celdas vacías quedara algún valor negativo significa que aún no se encuentra el costo óptimo de distribución, para lo cual se procede a realizar una nueva asignación agregando y quitando unidades, empezando por la celda con número mayor negativo, respetando siempre la oferta y demanda solicitada.
9. Se repite los pasos 6,7 y 8 hasta que todos los valores de la tabla sean positivos.

Tabla 6: Primera asignación

		V1=20	V2=40	V3=-20	V4=0	
		Quevedo	Machala	Esmeralda	Lugar Ficticio	Oferta
U1=0	Silo 1	20 50	40 25 + ←	80 100	0 50 ↑ -	125
U2=20	Silo 2	100 60	60 50 ↓	60 60	0 -20	50
U3=40	Silo 3	60 0	80 25 -	20 75 →	0 -40 +	100
	Demanda	50	100	75	50	275

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Costo de traslado} = (50 \cdot 20) + (25 \cdot 40) + (50 \cdot 0) + (50 \cdot 60) + (25 \cdot 80) + (75 \cdot 20) = 8500$$

Tabla 7: Segunda asignación

		V1=20	V2=40	V3=-20	V4=0	
		Quevedo	Machala	Esmeralda	Lugar Ficticio	Oferta
U1=0	Silo 1	20 50	40 50 + ←	80 60	0 25 -	125
U2=20	Silo 2	100 60	60 50 -	60 20 →	0 -20 +	50
U3=0	Silo 3	60 40	80 40	20 75	0 25	100
Demanda		50	100	75	50	275

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Costo de traslado} = (50 \cdot 20) + (50 \cdot 40) + (25 \cdot 0) + (50 \cdot 60) + (75 \cdot 20) + (25 \cdot 0) = 7500$$

Tabla 8: Tercera asignación y costo óptimo

		V1=20	V2=40	V3=0	V4=-20	
		Quevedo	Machala	Esmeralda	Lugar Ficticio	Oferta
U1=0	Silo 1	20 50	40 75 +	80 80	0 20	125
U2=20	Silo 2	100 60	60 25	60 40	0 25	50
U3=20	Silo 3	60 20	80 20	20 75	0 25 +	100
Demanda		50	100	75	50	275

Fuente: Elaboración propia

$$\text{Costo de traslado} = (50 \cdot 20) + (75 \cdot 40) + (25 \cdot 60) + (25 \cdot 0) + (75 \cdot 20) + (25 \cdot 0) = 7000$$

3. CONCLUSIÓN

La elaboración del presente caso práctico permitió elaborar un programa óptimo de transporte que facilita satisfacer las demandas de semillas en las ciudades de Machala, Quevedo y Esmeraldas respectivamente, con el mejor costo de traslado lo que conlleva a reducir las pérdidas.

A su vez deja establecidas las alternativas de distribución que son más convenientes, permitiendo mejorar el programa de logística posibilitando nuevas maneras de invertir el dinero que se ahorrara.

El costo de traslado paso de ser \$8500 USD en un inicio a \$7000 USD, siendo este el valor mínimo que se obtiene, siguiendo el programa de transporte que consiste en enviar hacia Quevedo del primer silo 50 tm a un costo de \$20 USD por tonelada, del segundo silo a Machala 75 tm a un costo de \$40 USD y 25 tm a un costo de \$60 USD y por último del tercer silo a Esmeraldas 75 tm a un costo de \$20 USD.

La aplicación del método del costo mínimo a su vez consiente hacer una primera asignación cercana a lo óptimo es decir una mejor asignación del volumen de semillas requeridas que se reparte a cada localidad, esto también controla que no existan pérdidas en torno al inventario físico, es decir que la cantidad de semillas que lleguen a su destino, sean las mismas que salen desde los distintos silos.

Por lo tanto, se puede decir que el uso del método simplex de investigación de operaciones daría resultados eficientes a la hora de minimizar los costos en los que se incurren al momento de transferir las semillas, mejora la perspectiva en cuanto a productividad y hace de la toma de decisiones una tarea menos compleja de realizar.

Bibliografía

- Aldás, S. D., Reyes, V. J., Morales, P. L., & Santiago, S. S. (2018). Optimización de costos de inventarios con algoritmo de programación lineal. Caso aplicado industria de producción de suelas. *INNOVa*, 3(2.1), 77-83.
- Bernardo, C. H., Chaves, V. H., Sant'Ana, R. C., & Martínez, M. P. (2018). Perspectivas históricas de la Investigación Operacional. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 32(61), 354-374. doi:<https://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v32n61a03>
- Flores, T. G., Flores, T. D., & Romero, F. A. (2019). Contribución al mejoramiento de la eficiencia en el transporte de mercancías. *Uniandes Episteme*, 6(1), 49-61.
- Gil, G. O. (2016). La logística: clave para la competitividad global de las pequeñas y medianas empresas del estado de Jalisco en México. *Paakat: Revista de Tecnología y Sociedad*, 6(11).
- González, C. N. (2016). Presentación: transporte y logística. *Revista Transporte y Territorio*(14), 1-4.
- Hernandez, R. D., & Valle, R. S. (2016). CONCEPTOS BÁSICOS DE PROGRAMACIÓN LINEAL Y APLICACIÓN EN EL MANEJO DE RECURSOS NATURALES. *Revista del Doctorado Interinstitucional en Ciencias Ambientales*(6), 97-104. Recuperado el 31 de Enero de 2020
- INIAP. (Julio de 2015). *Instituto Nacional de Investigaciones Agropecuarias (INIAP)*. Obtenido de www.iniap.gob.ec: <http://www.iniap.gob.ec/pruebav3/wp-content/uploads/2019/02/Proyecto%20Produccion%20de%20Semillas.pdf>
- Kowalski, V., Enríquez, H., Santelices, I., & Erck, M. (2015). Enseñanza de algoritmos en Investigación Operativa: un enfoque desde la formación por competencia. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, IV(15), 67-80.
- Moreno, R. E., Morales, D. A., Juárez, M. A., de Alba, R. K., & Benavides, M. A. (2017). OBTENCIÓN DE TRAYECTORIAS SUBÓPTIMAS DE TEMPERATURA CON EL MÉTODO DE MONTE CARLO PARA LA MAXIMIZACIÓN DE LA PRODUCCIÓN DE TOMATE (*Solanum lycopersicum* L.) EN INVERNADERO. *Agrociencia*, 51(8), 849-866.
- Peña, O. D., Ordoñez, R. C., & Arana, A. C. (2017). Modelo para la evaluación de alternativas de localización de una PTAR para una ciudad en el Valle del Cauca Colombia. *Scientia Et Technica*, 22(2), 167-174.
- Salas, H. G. (2017). *Programacion Lineal Aplicada*. Bogota: Ecoe Ediciones Ltda.
- Salazar, H. E., & Sarzuri, G. R. (2015). Algoritmo genético mejorado para la minimización de la tardanza total en un flowshop flexible con tiempos de preparación dependientes de la secuencia. *Ingeniare. Revista Chilena de Ingeniería*, 23(1), 118-127.
- Salazar, S. E. (2015). Modelos de optimización para la mejora de la eficiencia en la alimentación de cerdos en la empresa "El Cerillo". *UCV-HACER. Revista de Investigación y Cultura*, 4(1), 33-37.
- Sánchez, G. F., Garay, R. C., Mora, C. C., Gibaja, R. D., & Bautista, S. H. (2017). Optimización de costos de transporte bajo el enfoque de teoría de juegos. Estudio de caso. *Nova Scientia*, 9(19), 185-210. doi:<http://dx.doi.org/10.21640/ns.v9i19.1051>

- Villamarín, P. J., Aguilar, M. G., Llamuca, L. J., & Villacrés, S. W. (2019). Modelo matemático de transporte para una empresa comercializadora de combustibles, usando programación lineal. *Visionario Digital*, 3(2), 64-81.
- Viteri, V. M., & Tapia, T. M. (2018). Economía Ecuatorina; de la producción agrícola al servicio. *Revista Espacios*, 39(32), 30-35. Recuperado el 30 de Enero de 2020, de <https://www.revistaespacios.com/a18v39n32/a18v39n32p30.pdf>