



# CTSCAFE PARA CIUDADANOS.....

<http://www.ctscafe.pe>

ISSN 2521-8093



Volumen VII- N° 19 Marzo 2023

<http://www.ctscafe.pe>

Lima - Perú

**REVISTA DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA**



<http://www.ctscafe.pe>

Volumen VII- N° 19 Marzo 2023

ISSN 2521-8093

1



# Aplicación de la programación lineal compacta para la mejora de producción en empresas de pastelería peruanas

Sr. Kendrick Palma Solorzano  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Correo Electrónico: [kendrick.palma@unmsm.edu.pe](mailto:kendrick.palma@unmsm.edu.pe)

Srta. Maribel Cristina Rojas Rúa  
Universidad Nacional Mayor de San Marcos  
Correo Electrónico: [maribel.rojas1@unmsm.edu.pe](mailto:maribel.rojas1@unmsm.edu.pe)

**Resumen:** El presente trabajo está enfocado en realizar la solución óptima con programación lineal de forma compacta acorde a buscar una solución ante las demandas de pasteles que pueda tener una empresa comercial, con el fin de maximizar el beneficio siguiendo un plan y orden adecuado de producción requerida para lograr abaratar costos y tener un mejor control de inventarios. Se basa en un modelo matemático enfocado en el inventario para controlar el producto final y sus existencias que permitan garantizar un flujo efectivo y disminución de costos. El modelo puede representar fielmente un sistema para mejorar la toma de decisiones en casos similares

**Palabras claves:** Programación lineal/ Investigación de operaciones/ Minimizar costos/ Toma de decisiones.

**Abstract:** This work is focused on realizing the optimal solution with linear programming in a compact way according to looking for a solution to the demands of cakes that a commercial company may have, in order to maximize the benefit following a plan and adequate order of production required for achieve lower costs and have better inventory control. It is based on analyzing the inventory to control the final product and its stocks to ensure effective flow and cost reduction. The model can faithfully represent a system to improve decision making in similar cases

**Keywords:** Linear Programming/ Operations Research/ Minimize Costs/ Decision Making.

**Résumé :** Le présent travail est axé sur la fabrication de la solution optimale avec la programmation linéaire de manière compacte en fonction de trouver une solution aux demandes de gâteaux qu'une entreprise commerciale peut avoir, afin de maximiser le bénéfice suivant un plan et un ordre de production adéquat requis pour réduire les coûts et avoir un meilleur contrôle des stocks. Il s'appuie sur un modèle mathématique axé sur les stocks pour contrôler le produit final et ses stocks afin d'assurer un flux efficace et une réduction des coûts. Le modèle peut représenter fidèlement un système pour améliorer la prise de décision dans des cas similaires

**Mots-clés:** Programmation linéaire / Recherche opérationnelle / Minimiser les coûts / Prise de décision.

## 1. Introducción

La pastelería como sector económico comercial se dedica a la producción y comercialización de pasteles, siendo este un producto de consumo masivo el mismo que se distribuye en zonas urbanas. En una empresa es importante que se pueda identificar sus procesos, para luego diseñar, medir y mejorar los mismos. Por lo general las pymes tienen conocimiento de sus tareas y actividades, pero se les dificulta identificar sus procesos e incluso no tener un control; entonces los problemas comienzan a la hora de gestionarlos. Una de las misiones de una empresa pequeña es llevar de manera constante los controles y el orden de cantidad de productos a ofrecer; así mismo un orden, disminución de costos innecesarios y calidad del producto. Todo lo mencionado impactará en el servicio ofrecido que luego se verá reflejado en el crecimiento y prestigio de la empresa.

Entonces el control y seguimiento del inventario es fundamental para los administradores de alimentos en empresas (Sherman, 2018).

Por ello Asencio Cristobal et al. (2017) manifestaron que *“en el mundo competitivo en que se desenvuelven los negocios, es necesario desarrollar mecanismos de control interno que permitan a las empresas reducir sus costos para obtener mayor utilidad”* (p.231)

14

En estas condiciones, se deben realizar esfuerzos desde diversos frentes para fortalecer las pymes.

Salazar & Mancera (2017) señalan que en la actualidad la administración de inventarios es primordial para las empresas, ya que en ellos se encuentra una de las mayores inversiones de la organización.

Se podría decir que luego de la producción lo que queda en el inventario es capital en forma de materiales, ya que éstos tienen un valor para las compañías sobre todo para aquellas que se dedican a la venta de productos; es por eso que un inventario gestionado es de suma importancia, ya que le permite a la empresa seguir un plan de producción para cumplir con la demanda, reducir costos y competir en el mercado.

Bajo esta premisa, la mayoría de pequeñas empresas, necesitan mejoras, soluciones y toma de decisiones eficientes de las posibles soluciones.

La dificultad de tomar decisiones ante situaciones ha hecho que el hombre busque una herramienta o método que le permita tomar la decisión adecuada de acuerdo a sus recursos disponibles y objetivos que persigue (Gómez et al., 2018)

Dichas soluciones pueden ser manejados mediante la programación lineal que planea actividades para lograr mejores resultados entre las alternativas de solución (Puente & Danilo, 2018). Esta herramienta les permitirá un crecimiento y un orden acorde a sus objetivos. Para el presente trabajo se decidió por la aplicación de la programación lineal de la investigación de operaciones.

La investigación de operaciones se ocupa de la resolución de problemas relacionados en actividades dentro de una empresa u organización teniendo como objetivo encontrar la solución óptima para un determinado problema mejorando la toma de decisiones.

### **Antecedentes**

Desde hace unas décadas el estudio de investigación de operaciones en el área de programación lineal desarrollada al comienzo de la segunda mitad del siglo XX ha tenido impacto desde 1950 y en la actualidad es una herramienta de uso habitual en los países industrializados del mundo.

Aboelmagd (2018) concluyó: *“La investigación de operaciones, especialmente los modelos de programación lineal, se considera una de las herramientas más importantes utilizadas en aplicaciones de optimización en muchos campos de la ingeniería de producción y la producción en masa.”* (p. 4177).

El desarrollo tecnológico y sus mejoras en procesamiento computacional y capacidad de almacenamiento también juegan un papel importante en el desarrollo (Romero-Conrado et al., 2017)

Por lo tanto, para estudiar tantos aspectos teóricos y prácticos de la investigación de operaciones, se puede obtener una versión clara y precisa de éstas a través de diversos textos. (Flores, 2020).

Por otro lado (Canseco-González et al., 2016) analizaron un modelo de programación matemática que fue resuelto mediante la técnica de ramificación y acotamiento disponible en un software comercial de optimización llamado Lingo

En cuanto a la investigación de operaciones (López et al., 2020) concluyeron. *“La investigación de operaciones constituye una poderosa herramienta para la planificación de los recursos en el combate de pandemias afloran como herramientas útiles para la utilización eficiente de los recursos a disposición del combate de la COVID-19”* (p.101).

La investigación permitió como herramienta útil para la utilización eficiente de los recursos a disposición del combate de la COVID-19 el cual permitió el mejoramiento de los problemas de transporte.

En cuanto a la programación lineal (Machuca de Pina et al., 2018) concluyeron: *“con la potencia computacional actual la resolución de problemas de programación lineal mixta con este tipo de formulación permite optimizar empleando tiempos razonables y alcanzar una solución con magnitud de millones o decenas de millones de iteraciones”*. (p.114)

Los autores confirman la viabilidad de encontrar soluciones óptimas razonable de optimización mediante la programación lineal.

## Objetivo

Mejorar la cantidad de producción del producto final de una empresa pastelera con la aplicación de programación lineal de forma compacta.

## Objetivos específicos

Mejorar el orden de planificación de las cantidades a almacenar del producto final de una empresa pastelera con la aplicación de programación lineal de forma compacta.

Reducir los costos de producción del producto final de una empresa pastelera con la aplicación de programación lineal de forma compacta.

## Justificación

Actualmente con la aparición de nuevos competidores las empresas se encuentran con nuevas exigencias del mercado, entonces se hace indispensable para las empresas buscar alternativas distintas a los métodos de producción tradicionales. En el Perú sobre todo en las pequeñas empresas se tiene identificado los obstáculos y oportunidades que carecen, entonces para mejorar la productividad de la empresa se propone la aplicación de programación lineal que es aplicable a empresas como también para el caso a detallar.

16

Este trabajo busca utilizar un modelo matemático que permita la toma de decisiones acerca de la cantidad de pasteles se deben mantener en el inventario, ya sea por razones económicas y pedidos. Este modelo permitirá reducir al riesgo de pérdidas monetarias dentro de la empresa. Se puede afirmar que el estudio contribuirá con información para que la empresa pueda garantizar los resultados óptimos y evitar pérdidas por no haber controlado de una forma efectiva sus elementos directamente relacionados con el costo.

## Limitaciones

La falta de tiempo para un desarrollo más completo del caso, por ejemplo, incluir variables de costo de insumos, productos y otros costos extra que influyen en el proceso de producción de las tortas. Carencia de antecedentes sobre investigaciones referente a cómo deben trabajar las pequeñas empresas involucrado especialmente a reducción de costos y mejoramiento de inventario en pastelerías.

## 2. Material y métodos

### Marco teórico

Una de las herramientas de la investigación operativa es la programación lineal entonces van Dooren (2018) concluyo que : “(...) *La programación lineal es una técnica matemática que permite la generación de soluciones óptimas que satisfacen varias restricciones a la vez*” (p. 2).

Además, la programación lineal (LP) tiene como objetivo optimizar una función objetivo lineal sujeta a restricciones de desigualdad lineal. (Oucheikh et al., 2018). Es

un método de planificación muy útil para tomar decisiones que requieren una elección entre un gran número de alternativas. Esta herramienta es de gran relevancia ya que se puede obtener una solución cuantitativa a problemas de diversos tipos o enfoques para tomar una buena decisión (Angeles, 2017).

La importancia de su aplicación radica en su fortaleza para modelar problemas complejos y la posibilidad que tienen los usuarios para resolver modelos de gran escala mediante programas como Lingo que es utilizada para resolver problemas de programación lineal.

## Metodología

El trabajo de investigación corresponde según el tipo de datos a un estudio de carácter cuantitativo basada en la suposición de que es factible obtener un modelo matemático teórico que se aproxime a un proceso de la realidad.

En ese sentido la investigación operativa son técnicas o métodos cuantitativos que nos ayudan a implantar modelos de procesos de la empresa para tomar la mejor decisión. (Córdova Alarcón et al., 2020). Este es un trabajo en que se puede plantear los modelos más cercanos a la realidad y analizar los resultados, por lo cual se basa en modelos matemáticos y técnicas para tomar la mejor decisión.

Además, el trabajo desarrollado es de tipo correlativo estableciéndose una relación de causa y efecto, donde la reducción de costos y mejora del área del inventario dependerá de la aplicación directa de las herramientas de la investigación operativa, esto es conocido como alcance de correlación entre las variables para el diseño experimental de la investigación.

(Hernandez, 2014) señala que *“este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular”* (p.93)

La correcta administración de producción e inventarios es uno de los principales retos en una Pyme, ya que involucra conocer la demanda, determinar el momento idóneo para realizar el abastecimiento, considerar el ciclo de pedido, gestionar el almacén entre otras actividades. Es por ello que se realizará una optimización.

Para el trabajo es necesario tener en cuenta los siguientes datos recolectados.

De la información ya procesada se obtuvo el costo de producir por unidad cada uno de los 5 pasteles como también se tiene la demanda tomando como referencia en 5 meses distintos **Tabla 1**. Durante el proceso se toma en cuenta que se puede hornear por lo mucho 200 pasteles en promedio por mes.

Los costos por pastel y la demanda de pasteles la cual se debe cumplir a tiempo, se proporcionan en la siguiente tabla.

**Tabla N°1:** Costo y demanda por pastel

Producto	Mes 1		Mes 2		Mes 3		Mes 4		Mes 5	
	Demanda	Costo (S/ pastel)								
Selva Negra	40	10.5	35	11.3	25	14.2	42	12.3	38	12.5
Tres Leches	20	14.5	45	12	28	15.1	36	14.8	46	14.5
Suspiro de lúcumas	35	11.5	46	14.5	45	11.8	21	13.5	25	13
Pastel de fresas	30	16	35	13	48	12.6	38	10.9	30	10.8
Deli Oreo	42	13.5	38	15.2	41	10.8	46	14.6	45	11.5

Fuente: Elaboración propia

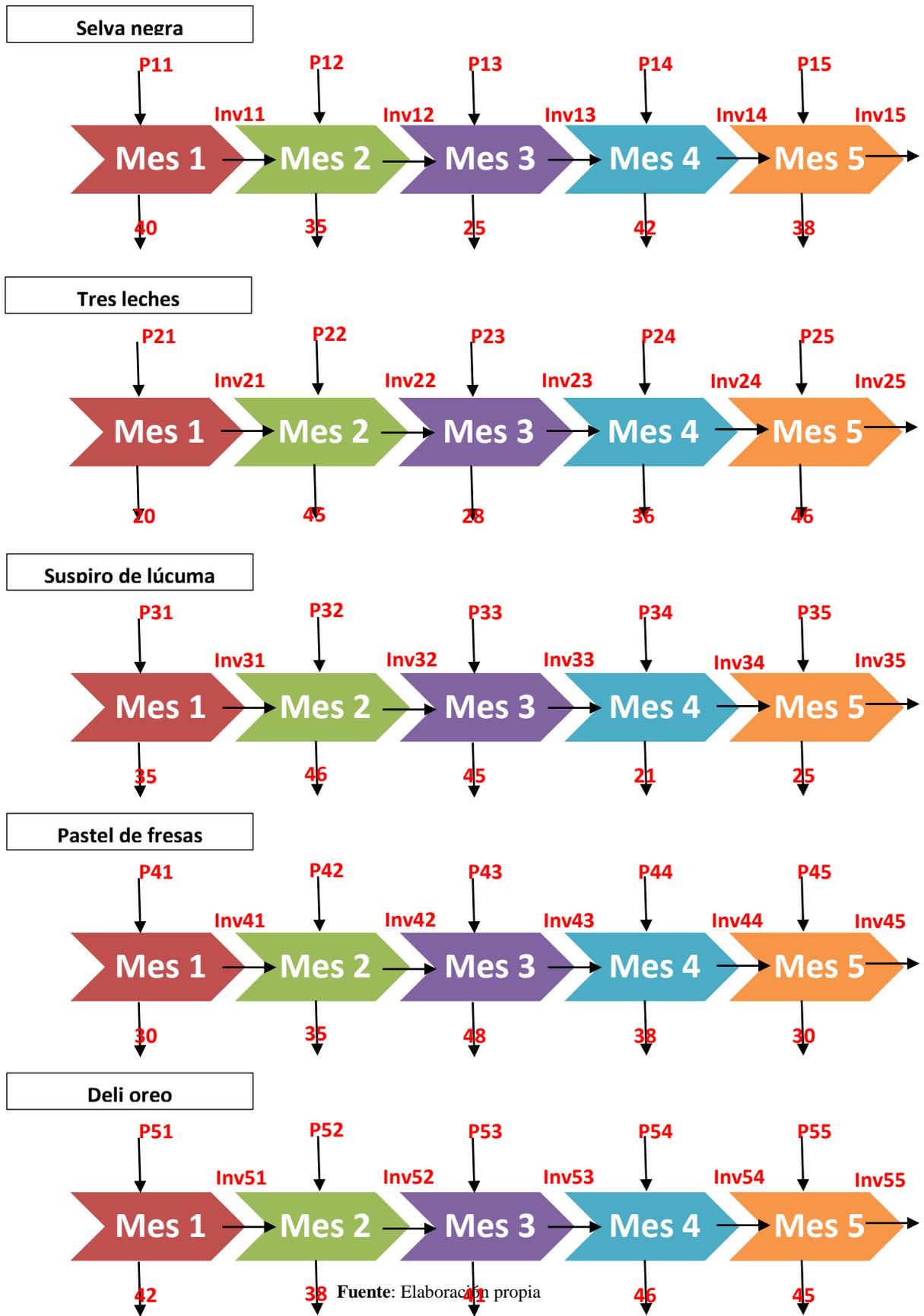
Como referencia se determinó que cuesta en el inventario por cada mes S/. 1.9 conservar un pastel de Selva negra, S/. 1.8 conservar un pastel Tres leches, S/. 2 conservar un pastel de Suspiro de lúcumas, S/. 1.7 conservar un pastel de fresas y S/. 2 conservar un pastel de Deli oreo.

18

En caso de no seguir un modelo de optimización y no utilizar el inventario, es decir se prepare la cantidad de pasteles que demanda los clientes y al precio que indica la **Tabla 1** el costo total es de S/. 11 878.20.

Entonces una vez recopilado los datos lo siguiente es reunir un modelo pedido e inventario de los pasteles a realizar tomando de referencia 5 meses distintos seguidos.

**Figura N°1:** Modelo demanda e inventario por pastel y me



Fuente: Elaboración propia

Por último, es definir la técnica de procesamiento de datos a realizar en este trabajo, el cual será mediante el uso de un modelo de programación lineal de forma compacta “*es la mejor forma de lograr el manejo eficiente de un modelo que puede considerarse complejo tanto por el número de variables como por el número de restricciones que comprende*” (Cabrera, 2017, p. 51) . Todo con la finalidad de mejorar producción, mejorar la cantidad de pasteles que deben guardarse en el inventario y reducir el costo de la empresa.

Cabrera (2017) también nos dice que “*En un modelo compacto tanto la función objetivo como las restricciones se definen en función de los índices que identifican los conjuntos de objetos que existen en el caso que se modela.*”(p. 51). La forma compacta en comparación de una forma extendida permite un mejor manejo y orden al momento de llevar la programación al programa Lingo.

Entonces se empieza por reconocer los índices, variables de decisión para luego definir la expresión matemática que se llama función objetivo y la meta debe ser minimizar esa expresión. Finalmente se toma como referencia lo planteado en la **Figura 1** y plasmar en un sistema.

### Índices:

i = Paste (SNegra, TLeches, SLucuma, PFresas, DOreo)  
 j = Mes (1 2 3 4 5)

20

### Variables de decisión:

$P_{ij}$  = Producción del pastel i en el mes j (unidades)  
 $Inv_{ij}$  = Inventario de pastel i al final del mes j (unidades)

### Datos:

$CostoInv_i$  ,  $Demanda_{ij}$  ,  $CostoProd_{ij}$

### Modelo Compacto:

$$\text{Min } Z = \sum_{i=1}^5 \sum_{j=1}^5 (CostoProd_{ij} * P_{ij} + CostoInv_i * Inv_{ij} )$$

Sujeto a:

$$\sum_{i=1}^5 P_{ij} \leq 200 \quad \forall j = 1,2,3,4,5 \quad \rightarrow \text{Restricción de}$$

Capacidad de producción de cada mes

$$0 + P_{ij} = \text{Demanda}_{i1} + \text{Inv}_{i1} \quad \forall i = 1, \dots, 5 \quad \rightarrow \text{Balance por Pastel en el Mes 1}$$

$$\text{Inv}_{ij-1} + P_{ij} = \text{Demanda}_{ij} + \text{Inv}_{ij} \quad \forall i = 1, \dots, 5 \quad \forall j = 2, \dots, 5 \rightarrow \text{Balance por Pastel y por mes}$$

$$P_{ij}, \text{Inv}_{ij} \geq 0 \quad \forall i = 1, \dots, 5 \quad \forall j = 1, \dots, 5 \quad \rightarrow \text{No Negatividad}$$

Para facilitar la formulación y solución del modelo de la forma compacta planteado se utilizó el programa Lingo el cual es un lenguaje de programación que permite solucionar los problemas incorporados

### Llevado al programa Lingo

**Figura N°2:** Modelo costo e inventario implementado en Lingo forma compacta.

```

Sets:
Pastel / SNegra TLeches SLucuma PFresas DOreo / : CostoInv;
Mes / 1 2 3 4 5 / : ;
PxM(Pastel,Mes) : Demanda, CostoProd, P, Inv;
End sets

Data:
    Demanda = 40 35 25 42 38
              20 45 28 36 46
              35 46 45 21 25
              30 35 48 38 30
              42 38 41 46 45;

    CostoProd = 10.5 11.3 14.2 12.3 12.5
                14.5 12 15.1 14.8 14.5
                11.5 14.5 11.8 13.5 13
                16 13 12.6 10.9 10.8
                13.5 15.2 10.8 14.6 11.5;
    
```

```

    CostoInv = 1.9 1.8 2 1.7 2;
End Data

!Funcion Objetivo;
    Min = @SUM(PxM(i,j): CostoProd(i,j) * p(i,j) + CostoInv(i)* Inv(i,j));
!Capacidad de Produccion de cada mes;
    @for(Mes(j) : @SUM(Pastel (i) : p( i,j)) <= 200);
!Balance por pastel y por mes;
    @for(Pastel (i) : 0 + p(i,1) = Demanda (i,1) + Inv(i,1));
    @for(PxM(i,j) | j #GE# 2 : Inv(i, j-1)+p(i,j)= Demanda (i,j) + Inv(i,j));
End
    
```

Fuente: Elaboración propia

El programa Lingo a partir de la forma compacta programada también permite ver la forma extendida.

**Figura N°3:** Modelo costo e inventario implementando en Lingo forma extendida.

MODELO:

```

[_1] MIN= 10.5 * P_SNEGRA_1 + 1.9 * INV_SNEGRA_1 + 11.3 * P_SNEGRA_2 + 1.9 *
INV_SNEGRA_2 + 14.2 * P_SNEGRA_3 + 1.9 * INV_SNEGRA_3 + 12.3 * P_SNEGRA_4 + 1.9 *
INV_SNEGRA_4 + 12.5 * P_SNEGRA_5 + 1.9 * INV_SNEGRA_5 + 14.5 * P_TLECHES_1 + 1.8 *
INV_TLECHES_1 + 12 * P_TLECHES_2 + 1.8 * INV_TLECHES_2 + 15.1 * P_TLECHES_3 + 1.8
* INV_TLECHES_3 + 14.8 * P_TLECHES_4 + 1.8 * INV_TLECHES_4 + 14.5 * P_TLECHES_5 +
1.8 * INV_TLECHES_5 + 11.5 * P_SLUCUMA_1 + 2 * INV_SLUCUMA_1 + 14.5 *
P_SLUCUMA_2
+ 2 * INV_SLUCUMA_2 + 11.8 * P_SLUCUMA_3 + 2 * INV_SLUCUMA_3 + 13.5 *
P_SLUCUMA_4
+ 2 * INV_SLUCUMA_4 + 13 * P_SLUCUMA_5 + 2 * INV_SLUCUMA_5 + 16 * P_PFRESAS_1 +
1.7 * INV_PFRESAS_1 + 13 * P_PFRESAS_2 + 1.7 * INV_PFRESAS_2 + 12.6 * P_PFRESAS_3
+ 1.7 * INV_PFRESAS_3 + 10.9 * P_PFRESAS_4 + 1.7 * INV_PFRESAS_4 + 10.8 *
P_PFRESAS_5 + 1.7 * INV_PFRESAS_5 + 13.5 * P_DOREO_1 + 2 * INV_DOREO_1 + 15.2 *
P_DOREO_2 + 2 * INV_DOREO_2 + 10.8 * P_DOREO_3 + 2 * INV_DOREO_3 + 14.6 *
P_DOREO_4 + 2 * INV_DOREO_4 + 11.5 * P_DOREO_5 + 2 * INV_DOREO_5;
[_2] P_SNEGRA_1 + P_TLECHES_1 + P_SLUCUMA_1 + P_PFRESAS_1 + P_DOREO_1 <= 200;
[_3] P_SNEGRA_2 + P_TLECHES_2 + P_SLUCUMA_2 + P_PFRESAS_2 + P_DOREO_2 <= 200;
[_4] P_SNEGRA_3 + P_TLECHES_3 + P_SLUCUMA_3 + P_PFRESAS_3 + P_DOREO_3 <= 200;
[_5] P_SNEGRA_4 + P_TLECHES_4 + P_SLUCUMA_4 + P_PFRESAS_4 + P_DOREO_4 <= 200;
[_6] P_SNEGRA_5 + P_TLECHES_5 + P_SLUCUMA_5 + P_PFRESAS_5 + P_DOREO_5 <= 200;
[_7] P_SNEGRA_1 - INV_SNEGRA_1 = 40;
[_8] P_TLECHES_1 - INV_TLECHES_1 = 20;
[_9] P_SLUCUMA_1 - INV_SLUCUMA_1 = 35;
[_10] P_PFRESAS_1 - INV_PFRESAS_1 = 30;
[_11] P_DOREO_1 - INV_DOREO_1 = 42;
[_12] INV_SNEGRA_1 + P_SNEGRA_2 - INV_SNEGRA_2 = 35;
[_13] INV_SNEGRA_2 + P_SNEGRA_3 - INV_SNEGRA_3 = 25;
[_14] INV_SNEGRA_3 + P_SNEGRA_4 - INV_SNEGRA_4 = 42;
[_15] INV_SNEGRA_4 + P_SNEGRA_5 - INV_SNEGRA_5 = 38;
[_16] INV_TLECHES_1 + P_TLECHES_2 - INV_TLECHES_2 = 45;
[_17] INV_TLECHES_2 + P_TLECHES_3 - INV_TLECHES_3 = 28;
[_18] INV_TLECHES_3 + P_TLECHES_4 - INV_TLECHES_4 = 36;
[_19] INV_TLECHES_4 + P_TLECHES_5 - INV_TLECHES_5 = 46;
[_20] INV_SLUCUMA_1 + P_SLUCUMA_2 - INV_SLUCUMA_2 = 46;
[_21] INV_SLUCUMA_2 + P_SLUCUMA_3 - INV_SLUCUMA_3 = 45;
[_22] INV_SLUCUMA_3 + P_SLUCUMA_4 - INV_SLUCUMA_4 = 21;
[_23] INV_SLUCUMA_4 + P_SLUCUMA_5 - INV_SLUCUMA_5 = 25;
[_24] INV_PFRESAS_1 + P_PFRESAS_2 - INV_PFRESAS_2 = 35;
[_25] INV_PFRESAS_2 + P_PFRESAS_3 - INV_PFRESAS_3 = 48;
[_26] INV_PFRESAS_3 + P_PFRESAS_4 - INV_PFRESAS_4 = 38;
[_27] INV_PFRESAS_4 + P_PFRESAS_5 - INV_PFRESAS_5 = 30;
[_28] INV_DOREO_1 + P_DOREO_2 - INV_DOREO_2 = 38;
[_29] INV_DOREO_2 + P_DOREO_3 - INV_DOREO_3 = 41;
[_30] INV_DOREO_3 + P_DOREO_4 - INV_DOREO_4 = 46;
[_31] INV_DOREO_4 + P_DOREO_5 - INV_DOREO_5 = 45;
END
    
```

Fuente: Elaboración propia

### 3. Resultados

Como resultado se determinó el plan óptimo de producción e inventarios acorde a la demanda requerida

**Tabla N°2:** Producción, inventario y demanda de pastel de Selva negra

Selva Negra	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
<b>Producción</b>	40	41	19	42	38
<b>Inventario</b>	0	6	0	0	0
<b>Demanda</b>	40	35	25	42	38

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°3:** Producción, inventario y demanda de pastel de Tres leches

Tres Leches	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
<b>Producción</b>	20	73	0	36	46
<b>Inventario</b>	0	28	0	0	0
<b>Demanda</b>	20	45	28	36	46

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°4:** Producción, inventario y demanda de pastel de Suspiro de lúcuma

Suspiro de lúcuma	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
<b>Producción</b>	68	13	45	21	25
<b>Inventario</b>	33	0	0	0	0
<b>Demanda</b>	35	46	45	21	25

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°5.** Producción, inventario y demanda de pastel de Tres leches

Pastel de Fresas	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
<b>Producción</b>	30	35	48	38	30
<b>Inventario</b>	0	0	0	0	0
<b>Demanda</b>	30	35	48	38	30

Fuente: Elaboración propia

**Tabla N°6.** Producción, inventario y demanda de pastel de Deli oreo

Deli Oreo	Mes 1	Mes 2	Mes 3	Mes 4	Mes 5
<b>Producción</b>	42	38	87	0	45
<b>Inventario</b>	0	0	46	0	0
<b>Demanda</b>	42	38	41	46	45

Fuente: Elaboración propia

Costo total óptimo aplicado a las restricciones

<b>Costo total óptimo</b>	S/. 11 720.00
---------------------------	---------------

Fuente: Elaboración propia

#### 4. Discusión

En el mes 1 se debe de producir 33 unidades más de la demanda del pastel de Suspiro de lúcuma para tener un inventario para el siguiente mes ya que es más barato el costo de inventario el mes 1 que producir el mes 2.

En el mes 2 se debe producir 73 unidades de pastel de Tres leches para cumplir la demanda de ese mes de 45 unidades y la demanda de siguiente mes de 28 unidades ya que es más barato el costo por inventario que el costo de producción del siguiente mes.

El pastel de fresas solo debe de producir lo que requiera la demanda ya que no es recomendable tener guardado en inventarios.

Para el pastel de Deli oreo en el mes 3 se debe de producir la demanda de ese mes y del mes siguiente, ya que el costo de producción en el mes 4 es elevado.

El costo total de producir los 5 pasteles en los 5 meses respectivos sin seguir un plan de inventarios nos daría un costo total de S/ 11 878.20 a comparación de seguir un plan de costo total óptimo que es S/ 11 720.00 el cual comparando con el resultado anterior permite ahorrar costos a la empresa.

#### 5. Conclusiones

24

El estudio concluye que la implementación de los modelos de optimización como la programación lineal de forma compacta puede ser utilizada por las Pymes como apoyo para la toma de decisiones y contribución hacia sus objetivos.

La programación lineal permite mejorar la cantidad de producción, tener un plan de distribución de pasteles al momento de utilizar la capacidad del inventario y reducción de costos del producto final de la empresa.

El resultado permite saber que trabajar de manera eficiente con un gran número de variables de decisión se adaptaron muy bien al tratamiento algorítmico.

Este caso da al modelo una característica dinámica que permite estudiar el comportamiento de la solución y el valor óptimo de mejora.

La empresa deberá evaluar el modelo a largo plazo por si quiere implementar más variedad de pasteles, cantidad de inventario disponible u otras restricciones.

## 6. Literatura citada

- Aboelmagd, Y. M. R.** (2018). Linear programming applications in construction sites. *Alexandria Engineering Journal*, 57(4), 4177–4187. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2018.11.006>
- Angeles, A. de J.** (2017). Aplicación de la investigación de operaciones. *Boletín Científico De Las Ciencias Económico Administrativas Del ICEA*, 6(11). <https://doi.org/10.29057/icea.v6i11.2709>
- Asencio Cristobal, L. R.,** González Ascencio, E., & Lozano Robles, M. (2017). El inventario como determinante en la rentabilidad de las distribuidoras farmacéuticas. *Retos*, 7(13), 123. <https://doi.org/10.17163/ret.n13.2017.08>
- Cabrera, E.** (2017). *Modelos de programación lineal, Guía para su formulación y solución* (1era ed.) .Fondo Editorial. Universidad de Lima. Perú.
- Canseco-González, A., Sánchez Partida, D., Zuñiga Alcaraz, C., & Olivares-Benitez Benitez, E.** (2016). Aplicación de programación lineal para la asignación de horarios en una institución educativa mexicana. *Revista Ingeniería Industrial*, 15(2), 135–146.
- Córdova Alarcón, M. A., Gómez Bastidas, E. R., & Merino Castillo, V. M.** (2020). *Investigación Operativa I* (1era ed.) . Universidad Central de Ecuador . Ecuador.
- Flores, M.** (2020). Fundamentos de la Investigación Operativa en las Ciencias Económicas. *Dominio de Las Ciencias*, 6(4), 1560–1573. <https://doi.org/10.23857/dc.v6i4.1568>
- Gómez, O., Aguilar, R. del P., Quizhpe, L., & Qhizhpe, Á.** (2018). *Investigación de Operaciones I : para la administración* (1era ed.). Cidepro. Ecuador.
- Hernandez, R.** (2014). *Metodología de la Investigación* (6 ta ed.). McGraw-Hill. Mexico.
- López, Y., Ferrer, Hilda, Caballero, Y., Guerra, L., Junco, R., Benítez, I., Rodríguez, A., & Madera, J.** (2020). Aplicación de la investigación de operaciones a la distribución de recursos relacionados con la COVID-19. *Retos de La Dirección*, 14(2), 86–105. [http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2306-91552020000200086&script=sci\\_arttext&tlng=pt](http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S2306-91552020000200086&script=sci_arttext&tlng=pt)
- Machuca de Pina, J., Dorin, M., & García Yi, A. I.** (2018). Evaluación experimental de un modelo de programación lineal para el problema de ruteo de vehículos (VRP). *Interfases*, 1(11), 103–117. <https://doi.org/10.26439/interfases2018.n011.2956>

**Oucheikh, R., Berrada, I., & Omari, L.** (2018). Minimizing Cost Travel in Multimodal Transport Using Advanced Relation Transitive Closure. *Advances in Operations Research.Hindawi*, 2018,1-7. <https://doi.org/10.1155/2018/9579343>

**Puente, M., & Danilo, O.** (2018). *Programación lineal para toma de decisiones* (1 era ed.). (Escuela Superior Politécnica de Chimborazo. Ecuador.

**Romero-Conrado, A. R., Castro-Bolaño, L. J., Montoya-Torres, J. R., & Jiménez-Barros, M.** (2017). La utilización de la investigación de operaciones como soporte a la toma de decisiones en el sector salud: Un estado del arte. *DYNA (Colombia)*, 84(201), 129–137. <https://doi.org/10.15446/dyna.v84n201.57504>

**Salazar, M., & Mancera, P.** (2017). Administración de inventarios, un desafío para las Pymes. *Inventio, La Génesis de La Cultura Universitaria En Morelos*, 13(29), 31–38. <http://inventio.uaem.mx/index.php/inventio/article/view/262/815>

**Sherman, F.** (2018). *La voz de Houston*. ¿Cómo Los Restaurantes Realizan Un Inventario Permanente? <https://pyme.lavoztx.com/cmo-los-restaurantes-realizan-un-inventario-permanente-8794.html> (Consultado el 2021-15-6)

26

**van Dooren, C.** (2018). A Review of the Use of Linear Programming to Optimize Diets, Nutritiously, Economically and Environmentally. *Frontiers in Nutrition*, 5(6).1-48. <https://doi.org/10.3389/fnut.2018.00048>

REVISTA DE INVESTIGACIÓN MULTIDISCIPLINARIA



<http://www.ctscafe.pe>

Volumen VII- N° 19 Marzo 2023

138

*Contáctenos en nuestro correo electrónico  
[revistactscafe@ctscafe.pe](mailto:revistactscafe@ctscafe.pe)*

Página Web:

<http://ctscafe.pe>

Blog:

<https://ctscafeparaciudadanos.blogspot.com/>

Facebook

<https://www.facebook.com/Revista-CTSCafe-1822923591364746/>

