Gestión del cambio para la Sostenibilidad Socioeconómica de las Naciones

Prieto, M. Ortega, Y. Lozano, D. y Barbosa, F. (2025). Modelo de programación lineal para la optimización de la rentabilidad aplicada a microempresas financieras mediante el método simplex. En Chirinos, Y., Rojas, D y Barbera, R. (2025). (Eds.), *Gestión del cambio para la sostenibilidad socioeconómica de las Naciones*. Fondo Editorial Servando Garcés. DOI: https://doi.org/10.47212/gestiondelcambiosostenibilidad2025

Capítulo IX

MODELO DE PROGRAMACIÓN LINEAL PARA LA OPTIMIZACIÓN DE LA RENTABILIDAD APLICADA A MICROEMPRESAS FINANCIERAS MEDIANTE EL MÉTODO SIMPLEX

LINEAR PROGRAMMING MODEL FOR PROFITABILITY OPTIMIZATION APPLIED TO FINANCIAL MICROENTERPRISES USING THE SIMPLEX METHOD.

María del Mar Prieto Manosalva
Magíster en Ingeniería Química, Universidad de Los Andes. Docente Asistente de la Universidad Popular del Cesar. Grupo de investigación Gestión en investigación, producción y transformación Agroindustrial GIPTA. mprieto@unicesar.edu.co ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1593-3834

Yina Paola Ortega Santiago
Magister en Diseño de Procesos y Productos, Universidad de los Andes. Docente Asociada de la Universidad Popular del Cesar. Grupo de investigación Gestión en investigación, producción y transformación Agroindustrial GIPTA yportega@unicesar.edu.co ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-2718-0374

Dagoberto Lozano Rivera
Magister en Gerencia Empresarial, Universidad Rafael Belloso Chacín. Docente Asistente de la Universidad Popular del Cesar. Grupo de investigación Gestión en investigación, producción y transformación Agroindustrial GIPTA. dlozanor@unicesar.edu.co ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-1294-196X

Fabian Armando Barbosa Páez
Magíster en Energías Renovables, Universidad de la Costa. Docente Asistente de la Universidad Popular del Cesar. Grupo de investigación Estudios Sanitarios y Ambientales E.S.A farmandobarbosa@unicesar.edu.co ORCID ID: https://orcid.org/0000-0003-3227-4236

Objetivo de la investigación

Desarrollar y aplicar un modelo de programación lineal basado en el método Simplex, con el fin de optimizar la rentabilidad en microempresas financieras, mediante la identificación de variables clave que permitan mejorar la toma de decisiones y el uso eficiente de recursos.

Descripción del contexto

La optimización de la rentabilidad es un desafío crítico para las microempresas financieras, que enfrentan restricciones significativas en términos de recursos y capacidades operativas. En este contexto, la programación lineal se presenta como una herramienta esencial para maximizar la eficiencia y la rentabilidad de estas organizaciones (Ramos, 2020). La programación lineal es una técnica matemática utilizada para optimizar un objetivo lineal sujeto a un conjunto de restricciones lineales, y ha sido

ampliamente aplicada en diversas áreas de la investigación operativa y la economía. Entre los métodos disponibles para resolver problemas de programación lineal, el método Simplex se destaca por su eficacia y versatilidad (Dantzig, 1951).

Por lo tanto, el método Simplex, desarrollado por George Dantzig en 1947, ha demostrado ser una solución robusta para problemas de programación lineal, permitiendo encontrar la mejor solución posible dentro de un conjunto de opciones viables (Dantzig, 1947). Su aplicación en microempresas financieras es particularmente relevante, dado que estas entidades suelen operar con limitaciones estrictas en términos de capital, personal y tecnología (Ruiz, 2013). La capacidad de maximizar la rentabilidad mediante la optimización de recursos puede significar una ventaja competitiva crucial para estas organizaciones.

Además, el estudio de la programación lineal en el contexto de las microempresas financieras también se ha visto enriquecido por investigaciones recientes que abordan la integración de técnicas avanzadas y adaptativas del método Simplex (Díaz, 2007). Estas investigaciones han demostrado que el método Simplex puede adaptarse a problemas complejos y dinámicos, lo cual es particularmente valioso en un entorno financiero en constante cambio.

Además, la literatura sugiere que la implementación efectiva de modelos de programación lineal en microempresas requiere una comprensión profunda de las particularidades del sector financiero, así como una capacidad para ajustar los modelos a las condiciones específicas de cada empresa (Boirivant, 2009). La investigación aplicada a microempresas muestra que la personalización de los modelos puede llevar a una mejora significativa en la rentabilidad y la sostenibilidad a largo plazo (Cordero, 2009).

Considerando lo anterior, esta investigación pretende desarrollar un modelo de programación lineal adaptado a las necesidades de microempresas financieras, utilizando el método Simplex para optimizar la rentabilidad. El objetivo principal es demostrar cómo la aplicación de este modelo puede proporcionar soluciones prácticas y efectivas para la gestión de recursos y la maximización de beneficios en un entorno financiero desafiante (Merino, 2020; Satama, et al, 2022).

Revisión de la literatura

La programación lineal es una técnica matemática utilizada para la optimización de recursos, donde se busca maximizar o minimizar una función objetivo sujeta a un conjunto de restricciones lineales. Esta metodología se basa en la formulación de un problema en términos de ecuaciones lineales que representan

los recursos disponibles y los objetivos a alcanzar. El modelo de programación lineal tiene aplicaciones extensas en diversos campos, incluyendo la industria, la logística y la gestión empresarial (Arsham, 2002).

En la práctica, los problemas de optimización rara vez se presentan en un entorno completamente predecible. Para esto existe la optimización lineal con incertidumbre, donde los parámetros del modelo pueden variar debido a factores externos o internos imprevistos. Este tipo de modelos incorpora técnicas como la programación estocástica y la optimización robusta para manejar la variabilidad en los datos y proporcionar soluciones que sean viables bajo diferentes escenarios (Arroyo, et al., 2015).

Los modelos matemáticos se utilizan para representar situaciones reales de manera estructurada, facilitando el análisis y la toma de decisiones basadas en datos cuantitativos. Estos modelos pueden ser aplicados en contextos como la producción, el transporte, y la asignación de recursos (Linares, et al., 2001). Los modelos de programación lineal permiten a las empresas mejorar su eficiencia operativa y tomar decisiones estratégicas basadas en análisis matemáticos (Colina, 2011). La programación lineal proporciona a las pequeñas y medianas empresas, herramientas para gestionar de manera más efectiva sus recursos limitados y tomar decisiones informadas sobre la asignación de recursos y la planificación de operaciones (Boirivant, 2009).

Además, los modelos deterministas en programación lineal se centran en la optimización de una función lineal bajo restricciones también lineales, donde todos los coeficientes son constantes y conocidas. Estos modelos asumen que los parámetros y las condiciones del problema son fijos, lo que simplifica la resolución, pero limita la capacidad de manejar incertidumbres y variaciones en el entorno. El método Simplex es uno de los algoritmos más comunes para resolver estos modelos deterministas, permitiendo encontrar la solución óptima al evaluar las esquinas del poliedro definido por las restricciones (Arsham, 2002).

Método de solución Simplex

El método Simplex es una técnica algorítmica fundamental en la programación lineal, utilizada para encontrar la solución óptima a problemas de maximización o minimización de una función lineal, sujeta a restricciones lineales. Este método, permite maximizar el rendimiento de los recursos limitados, ayudando a las diferentes empresas a alcanzar sus objetivos económicos de manera más eficiente (Sánchez et al., 2022). El método ofrece una solución precisa para problemas complejos, facilitando la toma de decisiones

informadas que pueden mejorar significativamente la rentabilidad y eficiencia operativa de las empresas (Satama et al., 2021). Así mismo, el método Simplex aborda problemas de optimización de manera estructurada, moviéndose entre las posibles soluciones en el espacio de las restricciones para encontrar la solución óptima (Sañudo, 2023).

Metodología

La metodología utilizada para la realización del modelo de optimización es de tipo exploratorio con enfoque cuantitativo, en este sentido desde la perspectiva cuantitativa, el objetivo es analizar y medir distintos elementos de un conjunto para detectar atributos relevantes que contribuyan a comprender el fenómeno investigado (García et al., 2020) y se utiliza un diseño descriptivo simple pretende identificar y detallar los atributos, rasgos distintivos y perfiles de individuos, colectivos, comunidades, dinámicas, elementos u otros fenómenos que sean objeto de estudio y evaluación (Nieves et al., 2024), con el fin de definir correctamente el modelo matemático propuesto (Zúñiga et al., 2023).

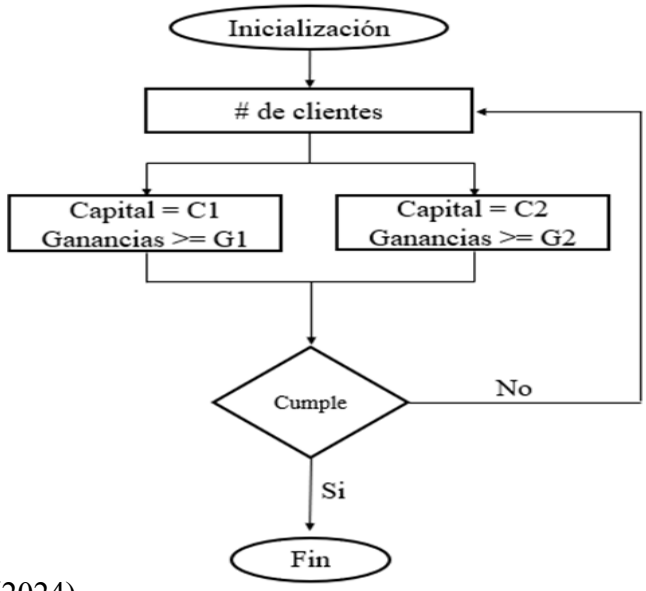
Para la definición del modelo matemático, se clasificaron los aspectos generales y las metas de cada una de las etapas del proceso. Para la primera parte del modelo, es necesario definir e identificar la cantidad de líneas de créditos con las que cuenta la empresa, establecer un monto específico promedio para cada línea de crédito que se utilizará, estipular un número promedio de clientes que pueden pedir los servicios para realizar la comparación y saber cómo distribuir el dinero para obtener la mayor ganancia; número promedio y establecer otro monto de capital y ganancias; en caso de que la empresa aumentara su capital y quisiera generar una mayor ganancia.

Posteriormente, se define el modelo de restricciones básico y para cada una de las metas trazadas por la microempresa, las cuales son: i) Obtener una ganancia igual o mayor los próximos meses; ii) Número de préstamos es igual o mayor al número de clientes; iii) Si se aumenta el capital total buscando obtener una ganancia de mínima, de acuerdo con el capital disponible, en los próximos meses.

En la figura 1, se muestra el diagrama de flujo del proceso, considerando cada una de las variables, sus tipos y las restricciones que se presentan.

Figura 1

Diagrama del proceso de flujo del modelo matemático



Fuente: elaboración propia (2024).

Definición de variables

	Variables de decisión	
X	Número de créditos de monto bajo	**A**
Y	Número de créditos de monto medio	**B**

Para la determinación de las variables de decisión debe definir de cuanto serán las ganancias de acuerdo a la línea de crédito.

Definición de restricciones básicas y de cada meta

Una vez establecidas las variables, se definen las restricciones básicas para la primera meta: la empresa quiere realizar préstamos de las dos líneas y que, a su vez, se utilice exactamente todo el capital. En la ecuación (1) se deEscribe la restricción básica.

$$P_1A + P_2B = C_1 \quad \text{.....(1)}$$

En donde P_1, P_2 equivalen a la cantidad de dinero prestada en cada una de las líneas.

Se prosigue a establecer la primera restricción meta (Ecuación 2) para cumplir la primera meta, la cual consiste en obtener una ganancia igual o mayor en los próximos meses.

$$0.2\%\ P_1A + 0.15\ P_2B + \ D_1 \geq G_1 \quad \text{.....(2)}$$

En donde D_1 corresponde a la desviación.

Seguidamente, se estipula la siguiente restricción meta teniendo en cuenta que también se debe cumplir la meta anterior, la segunda meta como tal, consiste en realizar un total créditos igual o mayor al número de cliente, la cual se describe en la Ecuación (3).

$$A + B + \ D_2 \geq NC \quad \text{.....(3)}$$

En donde D_2, NC corresponden a la desviación y número de créditos, respetivamente.

Para las restricciones de la meta tres, se plantean considerando que se deben cumplir las dos anteriores, y se muestra en la Ecuación (4).

$$P_1A + P_2B \ + \ D_3 = G_2 \quad \text{.....(4)}$$

En donde D_3, G_2 corresponden a la desviación y a la segunda ganancia, respetivamente.

La solución del problema de optimización se aborda mediante el uso de la herramienta de Excel, empleando el método de resolución Simplex LP. Este método, especializado en la programación lineal, permite encontrar la mejor solución posible dentro de un conjunto de restricciones lineales (Dantzig, 1963). En Excel, el complemento Solver se configura para aplicar el algoritmo Simplex, facilitando la identificación del valor óptimo de la función objetivo.

Hallazgos

En la aplicación del modelo matemático, se utiliza un caso de estudio relacionado con la empresa ABC, cuya información se encuentra registrada en la tabla 1

Tabla 1

Información de la Empresa ABC

Nombre variable	Valor
Número de clientes en promedio	8
Capital 1 disponible	$ 4.000.000
Ganancias 1 estipulada	≥ $ 600.000
Capital 2 disponible	$ 6.000.000
Ganancias 2 estipulada	$ 1.000.000
Tasa de interés línea de créditos bajos	20%
Tasa de interés línea de créditos medios	15%

Fuente: elaboración propia (2024).

Para desarrollar el modelo, el primer paso es definir las desviaciones que se considerarán para cada una de las restricciones, tanto básicas como de metas. Es crucial identificar el tipo de desviación de cada restricción de meta, ya que esto influye directamente en los resultados finales. En el modelo propuesto, todas las restricciones de meta utilizan el formato "mayor o igual que", por lo que todas presentan el mismo tipo de desviación, es decir, +D-. A continuación, en la tabla 2, se plantean estas desviaciones, teniendo en cuenta la restricción específica de cada meta.

Tabla 2

Desviaciones de cada meta considerando las restricciones

Restricciones de la meta	A	B	D_1 -	D_1 +	D_2 -	D_2 +	D_3 -	D_3 +	Alcance	Desigualdad	Objetivo
M1	80.000	120.000	1	0	0	0	0	0	600.000	≥	600.000
M2	80.000	120.000	1	0	0	0	0	0	720.000	≥	600.000
M2	1	1	0	0	1	0	0	0	8	≥	8
M3	80.000	120.000	1	0	0	0	0	0	1.000.000	≥	600.000
M3	1	1	0	0	1	0	0	0	10	≥	8
M3	80.000	120.000	0	0	0	0	1	0	1.000.000	≥	1.000.000

Fuente: elaboración propia (2024).

Para hallar la solución, primero se deben bajar las desviaciones según el número de metas a cumplir, obteniendo los resultados que se muestran en la tabla 3, de acuerdo con las variables de respuesta que son el número de créditos de línea baja y el número de créditos de línea media.

Tabla 3

Solución del modelo de optimización de acuerdo a las líneas de crédito

Solución	# Créditos de línea baja	# Créditos de línea media
M1	0	5
M2 (M1+M2)	6	2
M3 (M1+M2+M3)	5	5

Fuente: elaboración propia (2024).

Como solución número 1, centrada únicamente en la primera meta, se observa que es posible obtener una ganancia de $600,000 al realizar solo 5 créditos de línea media. La solución número 2, que abarca tanto la

primera como la segunda meta, muestra que se puede alcanzar una ganancia de $720,000, pero requiere la emisión de 6 créditos de línea baja y 2 créditos de línea media, cumpliendo así con la solicitud de la empresa de invertir completamente el capital. En la solución número 3, que incluye las tres metas, se evidencia que es factible obtener una ganancia de $1,000,000, mediante la realización de 5 créditos de cada tipo. Esto implicaría que la empresa necesitaría captar un total de 10 clientes, distribuidos en 5 para créditos de monto bajo y 5 para créditos de monto medio.

Teniendo en cuenta que la empresa "ABC" actualmente otorga créditos con plazos de un mes, esta podría considerar la opción de extender los plazos para los créditos de monto medio como una nueva meta. Esto se alinea con la tendencia actual en la industria financiera, donde muchas empresas ofrecen créditos con plazos superiores a 30 días (Saurina & Trucharte, 2005). Además, a medida que la empresa "ABC" aumente su capital, tendría la posibilidad de introducir una nueva línea de créditos. Según los resultados obtenidos, un mayor capital se traduce en mayores ganancias, siempre que se disponga de la cantidad adecuada de clientes.

Las diversas soluciones indican que la empresa necesita ampliar su base de clientes. Es recomendable que "ABC" diversifique su portafolio de clientes para maximizar sus oportunidades de préstamo, implementando estrategias de marketing efectivas y considerando la expansión del negocio, ya sea mediante la contratación de nuevos miembros o la modificación de los criterios para la legalización de créditos (Martínez & González, 2021). Además, es crucial que la empresa no descuide a sus clientes actuales; en cambio, debe mantenerlos en consideración, ya que podrían necesitar los servicios de la empresa en el futuro (Baxter & Ahearne, 2023).

Conclusiones

La aplicación del modelo de programación lineal para la optimización de la rentabilidad en microempresas financieras mediante el método Simplex demuestra ser una herramienta útil para mejorar la eficiencia y maximizar los beneficios. A través del análisis realizado, se evidencia que este modelo permite identificar las combinaciones óptimas de productos y servicios financieros que pueden generar mayores ingresos, al mismo tiempo que se ajusta a las restricciones y recursos disponibles.

El uso del método Simplex facilita la toma de decisiones informadas al proporcionar soluciones precisas y prácticas que optimizan el rendimiento financiero de la empresa. Además, el modelo destaca la

importancia de adaptar estrategias de negocio, como la expansión de plazos para créditos o la diversificación del portafolio de clientes, para lograr una mayor rentabilidad.

Fuentes Bibliográficas

Arroyo, E. M., Moreno, E. V., Gutiérrez, F., y Asmat, R. (2015). Modelos y métodos de optimización lineal con incertidumbre: una breve revisión del estado del arte. *Selecciones Matemáticas*, *2*(2), 76-82.

Arsham, H. (2002). Modelos deterministas: Optimización lineal. *Book Selección: Universidad Estatal De Bolivar*, *6*.

Baxter, R., & Ahearne, M. (2023). Customer retention strategies and their impact on business growth: Balancing acquisition and retention. *Journal of Strategic Marketing*, 31(2), 115-130.

Boirivant, J. A. (2009). La programación lineal aplicación de la pequeñas y medianas empresas. *Reflexiones*, *88*(1), 4.

Colina, Y. B. (2011). Aplicaciones de programación lineal, entera y mixta. *Ingeniería Industrial. Actualidad y Nuevas Tendencias*, *2*(7), 85-104.

Cordero, Z. R. V. (2009). La investigación aplicada: una forma de conocer las realidades con evidencia científica. *Revista educación*, *33*(1), 155-165.

Dantzig, G. B. (1951). Maximization of a linear function of variables subject to linear inequalities. *Activity analysis of production and allocation*, *13*, 339-347.

Dantzig, G. B. (1963). *Linear Programming and Extensions*. Princeton University Press.

íaz, G. M. (2007). Programación lineal como herramienta para la toma de decisiones financieras. *Sotavento M.B.A., 10*, 60–67

García, D., Chirinos, Y., y Rojas, D. (2020). Comportamiento de la gestión de ventas en empresas emprendedoras del municipio Sancti Spiritus, Cuba. En: Chirinos, Y., Ramírez, A., Godínez, R. Barbera, N. y Rojas, D. (2020). (Eds.), *Tendencias en la Investigación Universitaria. Una visión desde Latinoamérica.* Vol. XII. Fondo Editorial Universitario Servando Garcés. https://doi.org/10.47212/tendencias2020vol.xii.15

Linares, P., Ramos, A., Sánchez, P., Sarabia, A., y Vitoriano, B. (2001). *Modelos matemáticos de optimización*. Editorial XYZ. Madrid, España.

Martínez, L., & González, M. (2021). Marketing strategies and business expansion in financial services: The role of organizational changes and credit policies. *Journal of Business Research*, 130, 231-240. https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2021.01.016

Merino Galarza, B. A. (2020). *Programación lineal: resolución de un problema de maximización de beneficios por el método simplex* [Tesis de maestría, Universidad Técnica de Machala]. Repositorio Digital de la UTMACH. https://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/15289

Nieves, M., Bracho, O. y Acurero, T. (2024). Gestión del talento humano como factor clave para el emprendimiento sostenible. *Revista Temario Científico*, 4(2). e24415. DOI: https://doi.org/10.47212/rtcAlinin.2.224.

Ramos Mio, M. K. (2020). Gestión administrativa para optimizar la rentabilidad de una empresa comercial, Lima 2019.

Sánchez, V. R., Alamilla, M. Á. V., y Reynoso, A. M. R. (2022). El método simplex como herramienta en la optimización de recursos de una empresa agroindustrial. *Religación: Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, *7*(34), 14.

Sañudo Horts, M. (2023). Métodos matemáticos de optimización: el método Simplex.

Satama, F. L. V., Gálvez, D. I. M., y Ribadeneira, J. E. N. (2021). Optimización Matemática como Herramienta para la Toma de Decisiones en la Empresa. *INGENIO*, *4*(1), 40-60.

Satama, F. L. V., Ribadeneira, J. E. N., Gálvez, D. I. M., Betancourt, S. A. U., y Braganza, G. J. C. (2022). Análisis de decisiones financieras mediante la programación matemática. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, *3*(1), 67-85.

Saurina, J., & Trucharte, C. (2005). *Credit Risk Management in Financial Institutions*. European Central Bank Working Paper Series. Recuperado de https://www.ecb.europa.eu/pub/pdf/scpwps/ecbwp539.pdf

Zúñiga, P. I. V., Cedeño, R. J. C., y Palacios, I. A. M. (2023). Metodología de la investigación científica: guía práctica. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, *7*(4), 9723-9762.