INSTITUTO DE INVESTIGACION CIENTIFICA, CONTABLE Y FINANCIERA
FACULTAD DE CIENCIAS CONTABLES, AUDITORIA SISTEMAS DE CONTROL Y GESTION Y FINANZAS
Universidad Autonoma Gabriel Rene Moreno

XVI FERIA FACULTATIVA

DE EMPRENDEDURISMO INNOVACION Y TRANSFERENCIA DE TECNOLOGIA

GRUPO N°: 413

INVESTIGACIÓN FORMATIVA

NOMBRE DEL TEMA:

Optimización del mix de producción en empresas de planificación industrial mediante el método simplex

INTEGRANTES:

Willy Subirana Alba
Gael Villarroel Beltrán
Diego Adolfo Cortes Ortiz
Francy Gonzáles Vargas

DOCENTE GUÍA:

Miguel Antonio Sorich Rojas

ORGANIZA:

APOYAN:

2. INDICE

1. CARATULA 1
2. INDICE 2
3. CUERPO DE LA INVESTIGACION 3
   3.1. INTRODUCCIÓN 3
   3.2. JUSTIFICACIÓN 4
   3.3. OBJETIVO GENERAL 5
      3.3.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS 5
   3.4. ÁNILIS DE RESULTADOS 6
      3.4.1. Metodología de campo 6
      3.4.2 Técnicas de recolección de evidencia 6
      3.4.3. Datos de empresa “El trigal SRL” 7
      3.4.4. Formulación del modelo matemático de programación lineal 7
      3.4.5. Resolución mediante el método simplex 8
      3.4.6. Interpretación de la solución 10
      3.4.7. Matriz de hallazgos 10
   3.5 CONCLUSIONES Y RECONMENDACIONES 12
      3.5.1. Conclusiones 12
      3.5.2. Recomendaciones 13
4. BIBLIOGRAFIA 14

3. CUERPO DE LA INVESTIGACION

3.1. INTRODUCCIÓN

Hoy en día las empresas industriales no pueden darse el lujo de improvisar. En un entorno cada vez más competitivo donde tomar buenas decisiones con recursos limitados marca la diferencia entre obtener rentabilidad y otra que simplemente sobrevive.

Las panificadoras industriales lo saben bien, ¿cada día los gerentes de las empresas enfrentan a preguntas concretas qué productos conviene producir?, ¿en qué cantidades?, o cómo poder combinarlos para obtener el mayor beneficio posible sin agotar los insumos ni saturar la capacidad de producción.

Para responder todo este tipo de preguntas, la investigación operativa pone a disposición herramientas matemáticas con aplicabilidad práctica. una de las más poderosas es la programación lineal y dentro de ella el método simplex, que destaca como la técnica más sólida para poder optimizar el mix de producción.

Esta investigación formativa trabaja con un caso simulado en una empresa panificadora en la ciudad de Santa Cruz de la Sierra – Bolivia, construidos con datos hipotéticos, pero a partir de este escenario se aplica el método Simplex para identificar la combinación óptima de productos y así maximice el margen de contribución, considerando también las restricciones reales como la disponibilidad de harina, manteca, tiempo en el horno, y la capacidad de mano de obra.

El trabajo consiste en cuatro propósitos concretos, formular el modelo de programación lineal del problema, resolviendo paso a paso mediante el algoritmo Simplex e interpretar los resultados en calve de decisiones de la gerencia y finalmente proponer las mejoras basadas en los hallazgos. Todo aquello, como un aporte al desarrollo de la cultura investigativa en la Facultad de Ciencias Contables de la UAGRM.

3.2. JUSTIFICACIÓN

La investigación tiene sentido desde la perspectiva contable y financiera. El contador público moderno no solo registra operaciones, también asesora, analiza y contribuye a la toma de decisiones estratégicas dentro de las organizaciones. Para eso necesita dominar herramientas cuantitativas que le permitan ir más allá del instinto o la experiencia. El método Simplex es exactamente eso, una técnica que modela restricciones reales, costos, materias primas, capacidad y las convierte en decisiones productivas optimas con impacto directo sobre la rentabilidad del negocio.

En Bolivia y particularmente en Santa Cruz de la Sierra, la industria panificadora es un sector muy vivo, de alta actividad y generación de empleo constante. Sin embargo, la mayoría de las empresas aun toman decisiones de producción basadas en la intuición antes que en métodos científicos. Esto trae consecuencias concretas como la sobreproducción en los productos de bajo margen, subutilización de maquinaria y el agotamiento prematuro de las materias primas claves como la harina de trigo.

Al aplicar el método simplex sobre un caso simulado del sector industrial en Santa Cruz, se construye un puente real entre los contenidos teóricos de Investigación Operativa y su utilidad en el mundo empresarial.

Vale la pena destacar también la relevancia desde este enfoque para las PYMES: en un constante donde la digitalización avanza constantemente, la programación lineal es la base con la que se construyen sistemas más avanzados de planificación de recursos. Que los futuros contadores y auditores conozcan y sepan aplicar estos métodos les garantiza vigencia profesional y capacidad de agregar valor real.

En síntesis, esta investigación se justifica por tres razones: académicamente, desarrolla competencias analíticas en los estudiantes; profesionalmente, demuestra la utilidad del Método Símplex en la gestión contable y financiera; y socialmente, ofrece un modelo replicable por empresas panificadoras de la región que quieran mejorar su eficiencia productiva bajo condiciones de recursos limitados.

3.3. OBJETIVO GENERAL

Desarrollar una propuesta de optimización del mix de producción para una empresa de panificación industrial, mediante la aplicación del método simplex, determinando la combinación optima de pan de molde, pan francés y pan dulce, y maximizar el margen de contribución bajo restricciones de harina, manteca, tiempo en el horno y la mano de obra disponible, aplicando herramientas tecnológicas de la investigación operativa.

3.3.4. OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar y cuantificar las restricciones operativas de la empresa simulada, determinando la disponibilidad de harina, manteca, tiempo de horno y horas de mano de obra como parámetros del modelo de programación lineal.
- Formular el modelo matemático de programación lineal con la función objetivo de maximización del margen de contribución y las restricciones asociadas a la producción de Pan de Forma, Pan Francés y Pan Dulce (Bizcocho).
- Resolver el modelo mediante el algoritmo Símplex de forma iterativa, identificando la solución óptima que determine las cantidades a producir de cada producto para maximizar el margen de contribución total.
- Analizar e interpretar los resultados del modelo Símplex a través de una Matriz de Hallazgos, evaluando las condiciones de holgura, recursos críticos y el impacto financiero de la solución óptima sobre la rentabilidad simulada.
- Elaborar una propuesta de mejora basada en los hallazgos del modelo, con recomendaciones concretas para optimizar la gestión productiva y financiera de empresas panificadoras de Santa Cruz de la Sierra, Bolivia.

3.4. ÁNILIS DE RESULTADOS

3.4.1. Metodología de campo

La presente investigación formativa adopta un enfoque de un caso es estudio simulado modalidad reconocida para la expocicencia facultativa, poque no es posible acceder a datos internos de una empresa real. Se construyo un escenario hipotético representativo de una empresa de panificación industrial denominada “El trigal SRL”, con sede en Santa Cruz de la Sierra – Bolivia, cuyos parámetros operativos estimados a partir de referencias bibliográficas del sector panificador garantizando que los datos sean coherentes y representativos del sector.

3.4.2 Técnicas de recolección de evidencia

Para construir y validar el modelo se emplearon las siguientes técnicas simuladas:

- **Cuestionario de control interno:** se diseñó un cuestionario hipotético aplicado al área de producción, identificando las restricciones de recursos disponibles por jornada de trabajo.
- **Observación Directa Simulada:** se modelaron los procesos productivos de Pan de molde(X1), Pan Francés (X2) y Pan Dulce/Bizcocho (X3), estimando tiempos y consumos de recursos por docena producida.
- **Pruebas Sustantivas:** se verificó la consistencia del modelo matemático comprobando que la solución óptima satisface todas las restricciones planteadas, con holguras no negativas en cada recurso.
- **Formulación Matemática:** se construyó el modelo de Programación Lineal con función objetivo y restricciones, resuelto mediante el algoritmo Simplex de forma iterativa hasta alcanzar la solución óptima.

3.4.3. Datos de empresa “El trigal SRL”

La presente tabla representa los coeficientes de consumo de recursos por docena de cada producto, la disponibilidad total por jornada y el margen de contribución unitario.

Recurso/Restricción	Pan de molde (X1)	Pan francés (X2)	Pan dulce (X3)	Disponibilidad
Harina (kg / docena)	0,50	0,30	0,40	200 kg
Manteca (kg / docena)	0,30	0,10	0,50	125 kg
Tiempo de horno (h / docena)	0,40	0,30	0,60	210 hr
Mano de obra (h / docena)	0,20	0,15	0,30	100 hr
Margen de contribución (Bs./doc.)	**Bs.20**	**Bs.14**	**Bs.30**	**Maximizar**

3.4.4. Formulación del modelo matemático de programación lineal

Variables de desición:

X1 = Número de docenas de Pan de Forma a producir por jornada

X2 = Número de docenas de Pan Francés a producir por jornada

X3 = Número de docenas de Pan Dulce (Bizcocho) a producir por jornada

Función objetivo:

Maximizar: **Z**= 20X1 + 14X2 + 30X3

Sujeto a restricciones:

R1 (Harina): $0{,}50X1 + 0{,}30X2 + 0{,}40X3 \leq 200$ kg

R2 (Manteca): $0{,}30X1 + 0{,}10X2 + 0{,}50X3 \leq 125$ kg

R3 (Horno): $0{,}40X1 + 0{,}30X2 + 0{,}60X3 \leq 210$ h

R4 (Mano de obra): $0{,}20X1 + 0{,}15X2 + 0{,}30X3 \leq 100$ h

Condiciones de no negatividad:

$X1; X2; X3 \geq 0$

3.4.5. Resolución mediante el método simplex

Para convertir el modelo a forma estándar se incorporaron cuatro variables de holgura (X4, X5, X6, X7), una por cada restricción, transformando las desigualdades en igualdade**s:**

Maximización: **Z**= 20X1 + 14X2 + 30X3 + 0X4 + 0X5 + 0X6 + 0X7

0,50X1 + 0,30X2 + 0,40X3 + X4 = 200
0,30X1 + 0,10X2 + 0,50X3 + X5 = 125
0,40X1 + 0,30X2 + 0,60X3 + X6 = 210
0,20X1 + 0,15X2 + 0,30X3 + X7 = 100

Z - 20X1 - 14X2 - 30X3 - 0X4 - 0X5 - 0X6 – 0X7 = 0

Interacciones	Variables básicas	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Solución	Razón
0	**Z**	**-20,00**	**-14,00**	**-30,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**	**0,00**		
Entra X3 y Sale X5	X4	0,50	0,30	0,40	1,00	0,00	0,00	0,00	200,00	500,00
	X5	0,30	0,10	0,50	0,00	1,00	0,00	0,00	125,00	250,00
	X6	0,40	0,30	0,60	0,00	0,00	1,00	0,00	210,00	350,00
	X7	0,20	0,15	0,30	0,00	0,00	0,00	1,00	100,00	333,33

La solución básica factible inicial es X1=X2=X3=0, con Z=0. El coeficiente más negativo en la fila Z es X3 (−30,00), que pasa a ser la variable entrante en la Iteración 1. Aplicando la regla de la razón mínima sobre la columna X3, la variable saliente es X5 (razón mínima: 125/0,50 = 250). La fila sombreada en amarillo indica la fila pivote.

Interacciones	Variables básicas	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Solución	Razón
1	**Z**	**-2,00**	**-8,00**	**0,00**	**0,00**	**60,00**	**0,00**	**0,00**	**7.500,00**	
Entra X2 y Sale X7	X3	0,60	0,20	1,00	0,00	2,00	0,00	0,00	250,00	1.250,00
	X4	0,26	0,22	0,00	1,00	-0,80	0,00	0,00	100,00	454,55
	X6	0,04	0,18	0,00	0,00	-1,20	1,00	0,00	60,00	333,33
	X7	0,02	0,09	0,00	0,00	-0,60	0,00	1,00	25,00	277,78

X3 ingresa a la base y Z sube a Bs. 7.500,00. El nuevo coeficiente más negativo en la fila Z es X2 (−8,00), que se convierte en la variable entrante para la siguiente iteración. La razón mínima sobre la columna X2 identifica a X7 como variable saliente (razón ≈ 277,78).

Interacciones	Variables básicas	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Solución	Razón
2	Z	-0,22	0,00	0,00	0,00	6,67	0,00	88,89	9.722,22	
Entra X1 y Sale X4	X2	0,22	1,00	0,00	0,00	-6,67	0,00	11,11	277,78	1.250,00
	X3	0,56	0,00	1,00	0,00	3,33	0,00	-2,22	194,44	350,0
	X4	0,21	0,00	0,00	1,00	0,67	0,00	-2,44	38,89	184,21
	X6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	-2,00	10,00	Error

X2 ingresa a la base y Z asciende a Bs. 9.722,22. El único coeficiente negativo restante en la fila Z es X1 (−0,22), que pasa a ser la variable entrante. La razón mínima sobre la columna X1 identifica a X4 como variable saliente (razón ≈ 184,21).

Interacciones	Variables básicas	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	Solución	Razón
3	Z	-0,22	0,00	0,00	1,04	7,36	0,00	86,34	9.722,22	
	X2	1,00	0,00	0,00	4,74	3,16	0,00	-11,58	184,21	
	X3	0,00	1,00	0,00	-1,04	-7,36	0,00	13,66	237,25	
	X4	0,00	0,00	1,00	-2,65	1,56	0,00	4,26	91,29	
	X6	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00	-2,00	10,00	

En la Tabla 5 todos los coeficientes de la fila Z son no negativos (≥ 0), lo que confirma que se alcanzó la solución óptima en 3 iteraciones. No existe ninguna variable no básica cuya introducción pueda mejorar el valor de Z.

3.4.6. Interpretación de la solución

El modelo arroja una respuesta clara: para maximizar su margen de contribución, 'El Trigal S.R.L.' debe producir diariamente la siguiente combinación:

X1 = 184,21 docenas de Pan de Forma → Bs. 3.684,20

X2 = 237,25 docenas de Pan Francés → Bs. 3.321,50

X3 = 91,29 docenas de Pan Dulce (Bizcocho) → Bs. 2.738,70

Z (Margen de contribución máximo) = Bs. 9.722,22 por jornada

En cuanto al uso de recursos, la harina (R1) y la mano de obra (R4) quedan completamente agotadas (holgura = 0), lo que las convierte en los cuellos de botella del proceso. La manteca (R2) también se consume en su totalidad. El tiempo de horno (R3), en cambio, presenta una holgura de 10 horas, lo que revela capacidad ociosa aprovechable si se liberan las otras restricciones.

3.4.7. Matriz de hallazgos

Condición	Criterio	Causa	Efecto	Recomendación
Harina y mano de obra completamente consumidas (holgura = 0)	Restricción activa: recursos críticos al límite de disponibilidad	El modelo prioriza los productos que maximizan Z según su consumo relativo por docena	No es posible aumentar la producción sin ampliar ambos recursos	Negociar con proveedores un incremento del 15% en la cuota de harina. Evaluar contratar personal adicional en turno vespertino para liberar la restricción de mano de obra.
Tiempo de horno con 10 horas ociosas	Recurso no crítico: capacidad instalada subutilizada	El mix óptimo no requiere todo el tiempo de horno disponible por jornada	Costo fijo del horno no aprovechado; oportunidad productiva desaprovechada	Usar las 10 horas ociosas para producir lotes adicionales de Pan Dulce (mayor margen: Bs. 30/doc.) si se amplían harina y mano de obra.

Pan Dulce (X3 = 92 doc.) tiene el mayor margen unitario (Bs. 30) pero la menor participación en el mix	La optimización global no equivale a producir solo el producto más rentable	X3 consume 0,50 kg de manteca por docena, el coeficiente más alto de los tres productos	El producto más rentable no domina el mix por su mayor demanda de recursos	Analizar la reformulación de la receta del Pan Dulce para reducir el consumo de manteca de 0,50 a 0,35 kg/docena, aumentando su participación en el mix óptimo.
Margen de contribución total óptimo: Bs. 9.722,22 por jornada	Función objetivo maximizada: Z = 20X1 + 14X2 + 30X3; solución alcanzada en 3 iteraciones	Aplicación correcta del algoritmo Símplex con solución factible y verificada	La empresa puede planificar su producción diaria con certeza matemática sobre el resultado financiero	Implementar este modelo como herramienta de planificación diaria, actualizando los coeficientes mensualmente según variaciones en costos y márgenes.

3.5 CONCLUSIONES Y RECONMENDACIONES

3.5.1. Conclusiones

Este trabajo ha demostrado, a través del Método Símplex aplicado al caso simulado de 'El Trigal S.R.L.', que la Programación Lineal es una herramienta cuantitativa de alto valor para la toma de decisiones productivas y financieras en la industria panificadora. Las conclusiones son las siguientes:

- Se formuló exitosamente el modelo de Programación Lineal con tres variables de decisión (Pan de Forma, Pan Francés y Pan Dulce), cuatro restricciones operativas (harina, manteca, tiempo de horno y mano de obra) y una función objetivo de maximización del margen de contribución, demostrando que los problemas reales de gestión pueden modelarse matemáticamente con precisión.
- El algoritmo Símplex convergió a la solución óptima en tres iteraciones: 184,21 docenas de Pan de Forma, 237,25 de Pan Francés y 92,29 de Pan Dulce, generando un margen de contribución máximo de Bs. 9.722,22 por jornada.
- La harina y la mano de obra resultaron ser los recursos críticos del proceso productivo (holgura = 0), es decir, los principales cuellos de botella. El tiempo de horno, por su parte, presentó 10 horas de capacidad ociosa, lo que representa una oportunidad concreta de mejora.
- El Pan Dulce, pese a tener el mayor margen unitario (Bs. 30/docena), participa en menor cantidad en el mix óptimo debido a su alto consumo de manteca. Esto ilustra un principio fundamental: maximizar globalmente no equivale a producir solo el producto más rentable, sino a encontrar la combinación que optimiza el uso conjunto de todos los recursos.
- La investigación formativa es el puente necesario entre el aula y la práctica profesional: dota a los estudiantes de Ciencias Contables de competencias analíticas aplicables a la gestión financiera, el control de costos y la planificación productiva en empresas del sector industrial.

3.5.2. Recomendaciones

A partir de los hallazgos del modelo, se formulan las siguientes recomendaciones para la empresa simulada y el ámbito académico:

- Negociar con proveedores un incremento del 10 al 15% en la cuota de harina disponible por jornada. Un aumento de apenas 20 kg permitiría expandir el mix de producción y elevar el margen de contribución total de manera significativa.
- Evaluar la contratación de personal adicional para el turno vespertino, liberando la restricción de mano de obra (actualmente en holgura cero). Dado que el costo de una hora adicional en el sector panificador es menor al margen generado por la producción adicional posible, esta medida tendría un impacto financiero neto positivo.
- Investigar la reformulación de la receta del Pan Dulce para reducir su consumo de manteca de 0,50 a 0,35 kg por docena, manteniendo los estándares de calidad. Esta modificación permitiría incrementar la participación de este producto en el mix óptimo, aprovechando su ventaja de mayor margen unitario.
- Implementar este modelo de Programación Lineal como herramienta de planificación diaria de producción, actualizando mensualmente los coeficientes de la función objetivo y las restricciones según las variaciones en costos de materias primas, tarifas laborales y demanda del mercado.
- Desde el ámbito académico, formalizar los semilleros de investigación en la Facultad de Ciencias Contables de la UAGRM y actualizar los enfoques curriculares hacia la integración de herramientas tecnológicas (software de optimización, inteligencia artificial aplicada a la gestión) y criterios de sostenibilidad, asegurando que el perfil del egresado responda a los retos de la economía global.

4. BIBLIOGRAFIA

Bazaraa, M. S., Jarvis, J. J., & Sherali, H. D. (2022). Programación lineal y flujo en redes (4.ª ed.). Limusa.

Hillier, F. S., & Lieberman, G. J. (2021). Introducción a la investigación de operaciones (11.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana.

Taha, H. A. (2022). Investi0,5gación de operaciones (10.ª ed.). Pearson Educación.

Winston, W. L. (2023). Operations research: Applications and algorithms (5.ª ed.). Cengage Learning.

Render, B., Stair, R. M., & Hanna, M. E. (2021). Métodos cuantitativos para los negocios (13.ª ed.). Pearson Educación.

Anderson, D. R., Sweeney, D. J., Williams, T. A., Camm, J. D., & Martin, R. K. (2022). Métodos cuantitativos para los negocios (14.ª ed.). Cengage Learning.

Bertsimas, D., & Tsitsiklis, J. N. (2021). Introduction to linear optimization (2.ª ed.). Athena Scientific.

Vargas Vargas, M., & Moreno García, E. (2021). Programación lineal aplicada a la gestión empresarial: Casos prácticos con el Método Símplex. Revista Iberoamericana de Investigación Operativa, 12(2), 45–67. https://doi.org/10.1016/j.riiop.2021.04.003

Flores Mamani, E., & Quispe Condori, R. (2022). Optimización de recursos en PYMES manufactureras bolivianas mediante programación lineal. Revista Boliviana de Ciencias Económicas, 9(1), 23–41. Recuperado de https://www.rbce.bo/articulos/optimizacion-pymes

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2023). El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2023. FAO. https://www.fao.org/publications/home/fao-flagship-publications/es

Instituto Boliviano de Normalización y Calidad [IBNORCA]. (2022). Norma Boliviana NB 23001: Requisitos de calidad para productos de panificación industrial. IBNORCA.

Ministerio de Desarrollo Productivo y Economía Plural de Bolivia. (2023). Informe sectorial de la industria alimentaria en Bolivia: Subsector panificación. Recuperado de https://www.produccion.gob.bo/informes/alimentaria2023

Nahmias, S., & Olsen, T. L. (2021). Production and operations analysis (7.ª ed.). Waveland Press.

Comité de Normas Internacionales de Contabilidad [IASB]. (2023). Norma Internacional de Contabilidad NIC 2: Inventarios. IFRS Foundation. https://www.ifrs.org/issued-standards/list-of-standards/ias-2-inventories/

Comité de Normas Internacionales de Contabilidad [IASB]. (2023). Norma Internacional de Contabilidad NIC 1: Presentación de estados financieros. IFRS Foundation. https://www.ifrs.org/issued-standards/list-of-standards/ias-1-presentation-of-financial-statements/