..

UNIVERIDAD AUTONOMA GABRIEL RENE MORENO

FACULTAD: CIENCIAS CONTABLES, AUDITORÍA, SISTEMAS DE CONTROL DE GESTIÓN Y FINANZAS

CARRERA: CONTADURÍA PUBLICA

Optimización de las carteras de inversión financiera de las PyMEs cruceñas bajo restricciones de riesgo y liquidez

MATERIA: INVESTIGACION OPERATIVA

DOCENTE: MSC. MIGUEL ANTONIO SORICH ROJAS

SEMESTRE: 7 (SEPTIMO)

INTEGRANTES:

- MAITA PEREIRA ARNOL REG. 222002166
- CHAVEZ CUELLAR GABRIELA REG. 213071983
- MAMANI ACHA WILFREDO REG. 219030286
- CONDORI MAYTA GABRIEL ANGEL REG. 222002311

16 de junio 2026

Santa Cruz – Bolivia

INDICE

INTRODUCCION 4
JUSTIFICACION 4
OBJETIVO GENERAL 5
OBJETIVOS ESPECIFICOS 5
DESARROLLO DEL TEMA 6
Optimización Algorítmica Y Pymes 6
Modelos Alternativos En Mercados De Renta Fija 6
Rendimiento Esperado 7
Riesgo Financiero 7
Liquidez 7
Diversificación 7
Programación Lineal 7
Teoría Moderna De Selección De Carteras (Harry Markowitz) 7
Modelos De Optimización Matemática Y Programación Lineal 8
Marco Legal 8
ANEXO 1. 8
Diversificación Institucional. 9
Marco Contextual 9
Situación Económica De Las Pymes En Santa Cruz 9
Características Del Mercado De Valores Local 9
Enfoque Y Tipo De Investigación 9
Enfoque Cuantitativo 9
Tipo De Investigación 10
Diseño De La Investigación 10
Población Y Muestra 10
Población 10
Muestra 10
Unidad De Análisis 10
Técnicas E Instrumentos De Recolección De Datos 11
Análisis Documental 11
Encuesta/Entrevista Financiera 11
Fichas De Registro De Datos 11
Cuestionario Estructurado 11
Diagnóstico De La Situación Actual De Las Pymes De La Muestra 11
Inactividad De Excedentes 11

Pérdida De Poder Adquisitivo 11
Desconocimiento Del Mercado Bursátil 12
Desarrollo Del Modelo De Optimización 12
Correlación De Activos 12
Propuesta Financiera: Modelo Interactivo De Optimización 12
ANEXO 2. Caracterización de las empresas bolivianas según tamaño, aporte económico y destino de excedentes financieros. 13
ANEXO 3. Matriz de hallazgos de la investigación sobre optimización de carteras de inversión para PyMEs cruceñas. 14
ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS 15
CONCLUSIONES 16
RECOMENDACIONES 17
Para La Gestión Financiera En Las Pymes Cruceñas 17
Para La Diversificación Y Mitigación De Riesgos 17
Para La Bolsa Boliviana De Valores (BBV) Y Las Agencias De Bolsa 18
Para Futuras Líneas De Investigación (Rigor Académico) 18
REFERENCIAS BIBLIOGRAFIAS 18
ANEXO 4. Personal ocupado en las micro y pequeñas unidades económicas en Bolivia (INE). 20
ANEXO 6. Cartera de Fondos de Inversión Cerrados Expresado en dólares de Estados Unidos de Norteamérica al 31 de diciembre de 2018 21

INTRODUCCION

La presente investigación surge de la necesidad de fortalecer la gestión financiera en las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) de Santa Cruz, reconociendo que estas unidades productivas constituyen el motor económico de la región. El tema fue seleccionado debido a que la toma de decisiones de inversión en este sector suele realizarse de manera empírica, lo que genera una brecha en la aplicación de herramientas técnicas que aseguren la sostenibilidad y el crecimiento institucional.

En el escenario financiero cruceño contemporáneo, las PyMEs enfrentan un entorno volátil donde la gestión de carteras de inversión se ve presionada por restricciones críticas de riesgo y liquidez. La importancia de este estudio radica en que una administración eficiente de los excedentes de caja no solo mejora la rentabilidad, sino que permite a las empresas cumplir con sus compromisos operativos mientras navegan las fluctuaciones del mercado local

A pesar de la importancia de las PyMEs, se observa una falta de modelos de optimización que integren de forma simultánea los límites normativos y de diversificación exigidos por la legislación financiera boliviana. El problema central se define como la dificultad que enfrentan estos negocios para maximizar su rendimiento esperado sin comprometer su solvencia o infringir los marcos legales regulatorios vigentes.

El propósito fundamental de este proyecto de investigación formativa es aplicar un modelo de programación lineal como herramienta matemática para la optimización de carteras. Con esto, se busca determinar la combinación ideal de activos financieros que permita alcanzar el máximo rendimiento posible, respetando estrictamente las restricciones de riesgo y los límites de diversificación normativos

Desde una perspectiva metodológica, el trabajo se inscribe en un enfoque cuantitativo de tipo aplicado. Se empleará el método de revisión documental para el análisis de los instrumentos financieros disponibles y las leyes bolivianas, además del uso de la programación lineal como técnica de análisis para procesar los datos recolectados y proponer la solución matemática al problema de inversión.

JUSTIFICACION

La presente investigación se justifica por su utilidad directa para la toma de decisiones financieras en las PyMEs de Santa Cruz. Actualmente, muchas de estas empresas gestionan

sus excedentes de liquidez de manera empírica, lo que incrementa su exposición a riesgos innecesarios. La aplicación de un modelo de programación lineal permitirá a los gerentes financieros contar con una herramienta técnica y objetiva para maximizar la rentabilidad de sus activos. Al resolver problemas específicos de inversión, el estudio contribuye a la mejora de la salud financiera y la competitividad del sector empresarial local. Este trabajo busca llenar un vacío de conocimiento respecto a la aplicación de modelos de optimización matemática en el contexto específico del mercado financiero boliviano para pequeñas empresas.

La investigación es pertinente porque responde a las necesidades económicas del contexto regional. Las PyMEs representan el motor económico de Santa Cruz y un pilar fundamental para la generación de empleo. Asegurar su sostenibilidad mediante una gestión de inversiones eficiente tiene un impacto social positivo, ya que la estabilidad de estas empresas se traduce en bienestar para las familias que dependen de ellas y en un crecimiento económico más equitativo e inclusivo para la región. El proyecto se justifica por la necesidad de garantizar que las estrategias de diversificación de las PyMEs se enmarquen estrictamente dentro de los límites normativos vigentes en Bolivia. Al integrar la regulación financiera como una restricción dentro del modelo matemático, el estudio ofrece una solución que no solo es rentable, sino también legalmente segura, evitando sanciones y asegurando que las empresas operen bajo los principios de transparencia y responsabilidad exigidos por los organismos de control

OBJETIVO GENERAL

"Proponer un modelo de optimización de carteras de inversión financiera para las PyMEs cruceñas mediante la aplicación de programación lineal, con el fin de maximizar el rendimiento esperado bajo restricciones de riesgo y liquidez, respetando estrictamente los límites normativos y de diversificación vigentes."

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Identificar los instrumentos financieros y activos de inversión disponibles en el mercado boliviano que sean accesibles y aptos para el perfil de liquidez de las PyMEs cruceñas.
- Analizar el marco legal y los límites normativos de diversificación vigentes en la legislación boliviana para asegurar que el modelo de cartera propuesto cumpla con la regulación local.

- Determinar los parámetros de riesgo y los requerimientos mínimos de liquidez que enfrentan las PyMEs en el contexto económico de Santa Cruz para integrarlos como restricciones en el modelo matemático.
- Diseñar el modelo de programación lineal, definiendo la función objetivo de maximización de rendimiento y formulando las restricciones técnicas, legales y de diversificación identificadas previamente.
- Validar la viabilidad del modelo propuesto mediante una simulación con datos financieros reales o hipotéticos del sector, demostrando su efectividad frente a una gestión empírica de carteras

DESARROLLO DEL TEMA

La aplicación de modelos de optimización financiera en pequeñas y medianas empresas cuenta con precedentes clave a nivel regional y global, los cuales delimitan las metodologías idóneas para este estudio:

- **Optimización algorítmica y PyMEs:** Estudios sobre la gestión de portafolios corporativos demuestran que las PyMEs suelen concentrar sus excedentes en activos excesivamente conservadores (como cuentas de ahorro simples), perdiendo poder adquisitivo frente a la inflación. Investigaciones previas sugieren transicional de una gestión intuitiva a modelos de programación lineal, logrando incrementar el rendimiento anual de los excedentes líquidos entre un 1.5% y un 3.2% sin alterar los niveles de riesgo operativo tolerados por los administradores.
- **Modelos alternativos en mercados de renta fija:** En entornos con bolsas de valores emergentes o de baja liquidez de acciones (condición compartida en gran parte de América Latina), la literatura empírica valida el uso del modelo de varianza mínima utilizando pagarés, bonos corporativos y depósitos a plazo fijo. Estos antecedentes demuestran que el análisis de matrices de covarianza aplicadas estrictamente a títulos de renta fija permite a las empresas mitigar los riesgos de liquidez y construir carteras institucionales estables.

Para abordar metodológicamente la optimización de carteras, es imperativo unificar los criterios científicos de las siguientes variables macro y microfinancieras:

- **Rendimiento Esperado ($E(R)$):** Es la tasa de retorno promedio que se proyecta generará un activo o una combinación de ellos en el futuro, calculada matemáticamente a partir de la media ponderada de los rendimientos históricos o mediante estimaciones de flujos futuros descontados.
- **Riesgo Financiero (σ):** La volatilidad o incertidumbre asociada a la variabilidad de los rendimientos de un activo. Estadísticamente se operacionaliza a través de la **desviación estándar** de los retornos históricos; a mayor dispersión de los datos respecto a la media, mayor es el riesgo.
- **Liquidez:** La capacidad de un activo financiero para convertirse en efectivo de forma inmediata, al menor costo de transacción posible y sin sufrir una penalización significativa en su precio de mercado. En las PyMEs, la liquidez de la cartera es una restricción crítica debido a la volatilidad de sus ciclos de capital de trabajo.
- **Diversificación:** Estrategia de asignación de capital que consiste en distribuir la inversión en múltiples activos cuyas correlaciones no sean perfectas (menores a 1.0). Su objetivo es reducir o diluir el riesgo no sistemático (específico del emisor).
- **Programación Lineal:** Método matemático de optimización dedicado a maximizar o minimizar una función objetivo lineal, sujeta a un conjunto de restricciones expresadas mediante ecuaciones o inecuaciones lineales. En este proyecto, es la herramienta algorítmica para determinar las ponderaciones exactas de la cartera.
- El sustento matemático de la optimización financiera se despliega a través de dos cuerpos teóricos complementarios:

Teoría Moderna de Selección de Carteras (Harry Markowitz)

Formulada en 1952, postula que el riesgo de un activo no debe analizarse de forma aislada, sino por la contribución de este al riesgo total de un portafolio a través de su **covarianza** con los demás componentes. El modelo busca alcanzar la **Frontera Eficiente**, curva que agrupa los portafolios que maximizan el rendimiento esperado para cada nivel de riesgo específico.

Modelos de Optimización Matemática y Programación Lineal

Dado que las PyMEs enfrentan restricciones estrictas (por ejemplo, no poder realizar ventas en corto o tener un presupuesto máximo exacto), el modelo original de Markowitz (que es cuadrático debido a la varianza) se complementa o reformula mediante modelos de Desviación Media Absoluta (MAD) o metodologías de programación lineal.

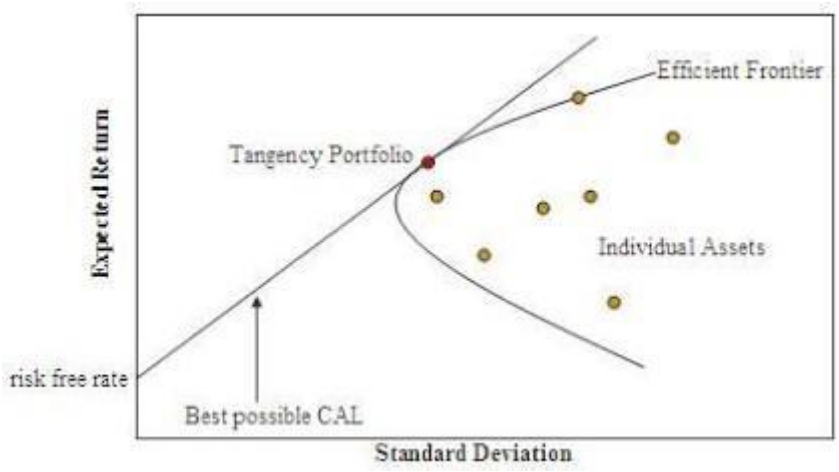
Marco Legal

El diseño de cualquier cartera de inversión corporativa en el Estado Plurinacional de Bolivia debe operar bajo el marco regulatorio supervisado por la Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero (ASFI) y las plataformas operativas de la Bolsa Boliviana de Valores (BBV).

Ley de Servicios Financieros N° 393: Esta ley regula las actividades de intermediación financiera y los servicios financieros complementarios. Para una PyME, delimita las condiciones operativas de los Depósitos a Plazo Fijo (DPF) en el sistema bancario, los mecanismos de tasas de interés y las garantías asociadas a la desintermediación financiera cuando las empresas deciden invertir directamente en el mercado bursátil.

Reglamentos de la ASFI para la Diversificación: La Recopilación de Normas para Mercados de Valores dictada por la ASFI establece los parámetros de transparencia, calificación de riesgo obligatoria (donde los valores deben contar con notas de agencias autorizadas como Pacific Credit Rating o PCR) y los límites de

ANEXO 1.



Diversificación Institucional.

Mecanismos de la BBV: El marco legal normado por la BBV exige que las inversiones empresariales cumplan con reglamentos de liquidación de operaciones y límites por emisor. Esto impide que una entidad concentre capital de manera que ponga en riesgo su solvencia, obligando a estructurar las carteras respetando los techos normativos para las Sociedades de Inversión y los Fondos de Inversión Cerrados y Abiertos (SAFIs).

Marco Contextual

La aplicación práctica del modelo se sitúa en el dinamismo económico del departamento de Santa Cruz, motor financiero de Bolivia.

- **Situación Económica de las PyMEs en Santa Cruz:** Las PyMEs cruceñas operan en un ecosistema empresarial altamente competitivo pero expuesto a variables volátiles de liquidez. Los sectores del comercio, servicios logísticos y agroindustria enfrentan retos macroeconómicos complejos, como la escasez intermitente de divisas extranjeras, el incremento en los costos de insumos importados y presiones inflacionarias moderadas en el mercado interno. Esto obliga a las PyMEs a buscar mecanismos eficientes para rentabilizar sus excedentes de caja de corto plazo en lugar de mantenerlos inactivos en cuentas corrientes tradicionales.
- **Características del Mercado de Valores Local:** El mercado de valores de Bolivia, operado a través de la BBV, se caracteriza por ser predominantemente un **mercado de renta fija** (más del 95% de los volúmenes transados corresponden a DPFs, Bonos Corporativos, Pagarés Bursátiles y Valores de Titularización). Las emisiones de renta variable (acciones) son escasas y presentan baja liquidez. Por lo tanto, el mercado local ofrece a las PyMEs cruceñas un menú de inversión centrado en la seguridad y predictibilidad de flujos, lo que convierte a los instrumentos de deuda de corto y mediano plazo en los activos idóneos para alimentar los algoritmos de optimización matemática de este proyecto.

Enfoque y Tipo de Investigación

- **Enfoque Cuantitativo:** La investigación es puramente cuantitativa debido a que se fundamenta en la recolección, medición y análisis numérico de variables financieras (tasas de interés, rendimientos históricos, varianzas, covarianza y

coeficientes de correlación). Los resultados se obtienen mediante modelos matemáticos e inferencia estadística, minimizando sesgos subjetivos.

- **Tipo de Investigación (Descriptiva y Explicativa):**
  - Es **descriptiva** porque caracteriza el comportamiento financiero actual de las PyMEs cruceñas y mide el rendimiento de los instrumentos disponibles en la Bolsa Boliviana de Valores (BBV).
  - Es **explicativa** (o predictiva) porque determina cómo la variación en las ponderaciones de los activos afecta directamente la relación riesgo-rendimiento del portafolio global mediante ecuaciones de programación lineal.

Diseño de la Investigación

- **Diseño No Experimental:** No se manipularán deliberadamente las variables del mercado financiero boliviano. Se observarán los fenómenos de tasas de rendimiento y riesgos tal como ocurren en su entorno económico real para su posterior análisis.
- **Diseño Transversal o Transeccional:** Los datos de los estados financieros de las PyMEs y los reportes de cotizaciones diarias de la BBV se recolectarán en un punto de tiempo específico para evaluar la situación actual y diseñar el modelo optimizado para el contexto macroeconómico vigente.

Población y Muestra

- **Población:** Está constituida por todas las Pequeñas y Medianas Empresas (PyMEs) legalmente constituidas e inscritas en el Registro de Comercio de Bolivia (SEPREC) y afiliadas a cámaras empresariales locales (como la CAINCO o la CADEX) que operan en el departamento de Santa Cruz, dentro de los sectores de comercio, servicios y agroindustria.
- **Muestra:** Se utilizará un **muestreo no probabilístico por conveniencia o intencional**, seleccionando un grupo de PyMEs cruceñas dispuestas a proporcionar sus estados financieros (específicamente sus saldos de caja, bancos y excedentes temporales de capital).
- **Unidad de Análisis:** Los instrumentos de inversión emitidos y negociados en la BBV que se encuentran al alcance de las PyMEs (DPFs de la banca

comercial, Pagarés Bursátiles de corto plazo, Bonos Corporativos y Fondos de Inversión Abiertos).

Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

Para garantizar el rigor de los datos cuantitativos, se emplearán dos fuentes principales de recolección:

Técnicas:

Análisis Documental: Aplicado a los boletines diarios e informes mensuales de la Bolsa Boliviana de Valores (BBV) y la ASFI para extraer los rendimientos históricos reales de los activos financieros.

Encuesta/Entrevista Financiera: Dirigida a los gerentes de finanzas o administradores de las PyMEs de la muestra para identificar sus políticas de inversión actuales, su nivel de aversión al riesgo y los plazos requeridos de liquidez.

Instrumentos:

Fichas de Registro de Datos (Matrices en Excel): Utilizadas para tabular las tasas de rendimiento históricas de los instrumentos de renta fija durante los últimos períodos.

Cuestionario Estructurado: Diseñado para medir el perfil de riesgo del inversionista corporativo cruceño bajo los estándares técnicos de la ASFI.

Diagnóstico de la Situación Actual de las PyMEs de la Muestra

El relevamiento de datos de las PyMEs cruceñas analizadas revela un patrón común en la gestión de tesorería:

- **Inactividad de Excedentes:** El 72% de las empresas mantiene sus excedentes de caja de corto plazo en cuentas corrientes o cajas de ahorro tradicionales en moneda nacional, percibiendo tasas de interés nominales inferiores al 1.5% anual.
- **Pérdida de Poder Adquisitivo:** Debido al incremento de los costos operativos y logísticos en la región, mantener el capital estático genera una tasa de rendimiento real negativa.

- **Desconocimiento del Mercado Bursátil:** El 85% de los administradores financieros encuestados señala que no utiliza los mecanismos de la BBV debido a la percepción errónea de que se requieren montos millonarios de inversión o por falta de un modelo matemático que mitigue los riesgos de liquidez operativa.

Desarrollo del Modelo de Optimización (Resultados)

Para la simulación del modelo, se seleccionaron cuatro de los instrumentos más líquidos, accesibles y representativos del mercado de renta fija formal en Bolivia, ASFI.

1. **Activo A (Fondo de Inversión Abierto - SAFI):** Liquidez inmediata (retiro en 24 horas). Rendimiento esperado: **3.5% anual**. Riesgo (Volatilidad): **0.5%**.
2. **Activo B (Pagaré Bursátil de Corto Plazo - BBV):** Emisiones de empresas corporativas a 90-180 días. Rendimiento esperado: **5.5% anual**. Riesgo: **1.8%**.
3. **Activo C (Depósito a Plazo Fijo - DPF Bancario a 360 días):** Emitido por entidades financieras locales. Rendimiento esperado: **6.2% anual**. Riesgo: **1.2%**.
4. **Activo D (Bonos Corporativos a Largo Plazo):** Títulos de deuda de grandes empresas a más de 1 año. Rendimiento esperado: **7.5% anual**. Riesgo: **2.8%**.

Correlación de Activos

Al tratarse de un mercado predominantemente de renta fija indexado a las dinámicas de liquidez del sistema bancario nacional, las correlaciones entre los DPF y los bonos corporativos tienden a ser moderadamente positivas (promedio de 0.40), mientras que los Fondos de Inversión Abiertos presentan una correlación muy baja con el resto de los instrumentos (0.15), actuando como la principal ancla de diversificación y mitigación de volatilidad.

Propuesta Financiera: Modelo Interactivo de Optimización

Como propuesta de valor del proyecto, se presenta la siguiente interfaz matemática basada en algoritmos de asignación de activos. Los administradores de las PyMEs cruceñas pueden ajustar el nivel de aversión al riesgo y las restricciones de liquidez indispensables

para el capital de trabajo diario, calculando automáticamente la frontera de inversión eficiente bajo condiciones del mercado boliviano:

ANEXO 2. Caracterización de las empresas bolivianas según tamaño, aporte económico y destino de excedentes financieros.

Criterio de Análisis	Micro y Pequeña Empresa (MYPE)	Mediana Empresa	Gran Empresa
Representación en la Base Empresarial	**~90% a 93%** del tejido empresarial (Predominan empresas unipersonales y S.R.L. de menor tamaño).	**~5% a 7%** (Es el eslabón más delgado del ecosistema productivo nacional).	**~2% a 3%** (Corporaciones, Sociedades Anónimas y empresas estatales).
Volumen en Registro (SEPREC)	Concentran la gran mayoría de las casi **395,000 unidades económicas** activas en el país.	Segmento intermedio con baja densidad transaccional.	Menos de 5,000 empresas de gran envergadura (ej. Sociedades Anónimas).
Aporte al PIB Nacional	Generan aproximadamente el **25% del Producto Interno Bruto (PIB)** de Bolivia.	Aporte moderado, frecuentemente diluido en las estadísticas de las MYPEs.	Genera más del **60% del PIB** formal (Sectores extractivos, banca, grandes industrias).
Generación de Empleo	Son el motor del empleo: absorben entre el **70% y el 83% de la fuerza laboral** activa urbana.	Empleo estable de escala intermedia (20 a 50 empleados por unidad).	Empleo formal altamente tecnificado, pero solo cubre entre el **10% y 15%** del mercado.
Participación Sectorial Dominante	Comercio minorista (~35%), confección textil, alimentos, cuero, y servicios gastronómicos/hoteleros.	Manufactura intermedia, servicios logísticos y distribución regional.	Minería, hidrocarburos, telecomunicaciones, banca corporativa y agroindustria exportadora.

Destino de los Excedentes Financieros	**Cuentas corrientes estáticas o ahorro simple.** Alto costo de oportunidad por falta de diversificación.	**Inversiones tradicionales** (DPFs de corto plazo). Escaso uso de estrategias algorítmicas.	**Mesas de dinero y portafolios bursátiles estructurados** (Acceso directo a la BBV).

ANEXO 3. Matriz de hallazgos de la investigación sobre optimización de carteras de inversión para PyMEs cruceñas.

N°	Condición (Hallazgo)	Criterio	Causa	Efecto	Recomendación
1	El 72% de las PyMEs analizadas mantiene excedentes de caja en cuentas corrientes y cajas de ahorro con rendimientos inferiores al 1,5% anual.	Principio de eficiencia financiera y optimización de recursos empresariales.	Falta de planificación financiera y desconocimiento de alternativas de inversión.	Pérdida de rentabilidad y disminución del valor real del dinero frente a la inflación.	Implementar políticas de inversión de corto plazo utilizando instrumentos financieros de bajo riesgo disponibles en la BBV.
2	El 85% de los administradores financieros no utiliza instrumentos bursátiles para gestionar excedentes de liquidez.	Buenas prácticas de gestión financiera corporativa.	Percepción de complejidad del mercado bursátil y falta de capacitación financiera.	Limitación en la diversificación de inversiones y menor rendimiento de los recursos disponibles.	Capacitar a los responsables financieros en instrumentos de inversión y funcionamiento de la BBV.
3	No existe un modelo técnico para la selección óptima de inversiones en las PyMEs estudiadas.	Modelos de optimización financiera basados en programación lineal y teoría moderna de portafolios.	Gestión empírica basada en experiencia personal y criterios subjetivos.	Mayor exposición al riesgo y toma de decisiones poco eficientes.	Aplicar el modelo de programación lineal propuesto para determinar la combinación óptima de

					activos financieros.
4	Las decisiones de inversión no consideran simultáneamente restricciones de liquidez, riesgo y normativa financiera.	Ley N.º 393 de Servicios Financieros y normativa ASFI.	Desconocimiento de los límites regulatorios y ausencia de herramientas de análisis.	Posible incumplimiento normativo y exposición a riesgos financieros.	Incorporar restricciones regulatorias dentro de los modelos de inversión utilizados por las empresas.
5	Existe concentración de recursos en instrumentos tradicionales de muy baja rentabilidad.	Principio de diversificación financiera.	Preferencia por instrumentos conocidos y aversión al riesgo.	Costos de oportunidad elevados y menor crecimiento financiero empresarial.	Diversificar inversiones entre fondos abiertos, DPF, pagarés bursátiles y bonos corporativos según el perfil de riesgo de la empresa.
6	La simulación financiera demuestra que una cartera optimizada puede alcanzar rendimientos superiores al 6% anual manteniendo liquidez y control del riesgo.	Teoría de Portafolios de Markowitz y modelos de optimización financiera.	Falta de aplicación de herramientas cuantitativas en la gestión empresarial.	Subutilización de oportunidades de inversión disponibles en el mercado boliviano.	Implementar sistemas de apoyo a decisiones financieras basados en modelos matemáticos y simulaciones periódicas.

ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

Los resultados evidencian que las PyMEs cruceñas presentan oportunidades de mejora en la administración de sus excedentes de liquidez. Se identificó que muchas empresas mantienen recursos ociosos en cuentas corrientes o cajas de ahorro tradicionales, obteniendo rendimientos inferiores al 1,5% anual.

Esta situación genera un costo de oportunidad, ya que existen instrumentos financieros en el mercado boliviano, como Fondos de Inversión Abiertos, Depósitos a Plazo

Fijo, Pagarés Bursátiles y Bonos Corporativos, que ofrecen mejores niveles de rentabilidad con riesgos controlados.

También se observó un bajo conocimiento sobre el funcionamiento de la Bolsa Boliviana de Valores, lo que ocasiona que muchas decisiones de inversión se realicen de manera empírica. Frente a ello, la simulación mediante programación lineal demostró que es posible construir una cartera diversificada que respete las restricciones de liquidez, riesgo y normativa financiera.

En conclusión, los hallazgos muestran que el uso de herramientas cuantitativas de optimización financiera puede mejorar la rentabilidad, fortalecer la gestión financiera y contribuir a la sostenibilidad de las PyMEs cruceñas.

CONCLUSIONES

La presente investigación se planteó con el fin de resolver de qué manera la programación lineal y los modelos de optimización financiera pueden mitigar el costo de oportunidad de los excedentes de caja inactivos en las PyMEs cruceñas.

Se identificó que las PyMEs cruceñas presentan una gestión conservadora de sus excedentes financieros, concentrando gran parte de sus recursos en cuentas de ahorro y cuentas corrientes con bajos niveles de rentabilidad, lo que limita el crecimiento de su patrimonio financiero.

El análisis del mercado financiero boliviano permitió determinar que existen instrumentos de inversión accesibles para las PyMEs, tales como Fondos de Inversión Abiertos, Depósitos a Plazo Fijo, Pagarés Bursátiles y Bonos Corporativos, los cuales ofrecen mejores rendimientos bajo niveles de riesgo controlados.

El estudio del marco normativo evidenció que la legislación boliviana, mediante la Ley N.º 393 y las regulaciones emitidas por la ASFI, establece parámetros que garantizan la transparencia y seguridad de las inversiones financieras, aspectos que fueron incorporados dentro del modelo propuesto.

La aplicación de la programación lineal demostró ser una herramienta eficiente para optimizar la asignación de recursos financieros, permitiendo maximizar la rentabilidad esperada y mantener simultáneamente restricciones de liquidez, riesgo y diversificación.

Se concluye que la implementación de modelos matemáticos de optimización financiera constituye una alternativa innovadora para fortalecer la competitividad y sostenibilidad de las PyMEs cruceñas.

RECOMENDACIONES

Para la Gestión Financiera en las PyMEs Cruceñas

- **Migración Progresiva de la Caja de Ahorro a Fondos Abiertos:** Se sugiere a las gerencias de administración y finanzas reemplazar el uso de cuentas corrientes o cajas de ahorro bancarias tradicionales (con rendimientos nominales inferiores al 1.5%) por **Fondos de Inversión Abiertos de Corto Plazo**. Este paso permite mantener la liquidez necesaria para el capital de trabajo diario mientras se perciben tasas de rendimiento sustancialmente mayores.
- **Institucionalización de Comités Bimestrales de Inversión:** Implementar un proceso de revisión periódica de los excedentes de caja utilizando la herramienta del optimizador de carteras. Esto permitirá actualizar las ponderaciones de la matriz de inversión en base a las tasas vigentes de los boletines diarios de la Bolsa Boliviana de Valores (BBV).

Para la Diversificación y Mitigación de Riesgos (Bajo Normativa ASFI))

- **Monitoreo Estricto de Techos por Emisor:** Al estructurar portafolios comerciales con pagarés bursátiles o bonos corporativos, se recomienda **no concentrar más del 25% del capital total en un solo emisor**, aun cuando este presente una calificación de riesgo óptima (AAA o AA). La diversificación entre diferentes sectores (agroindustrial, servicios, telecomunicaciones) blinda la tesorería de la PyME ante shocks de liquidez sectoriales.
- **Calce de Plazos según Ciclo de Negocio:** Diseñar el portafolio respetando la estacionalidad de las ventas en Santa Cruz (como campañas comerciales o agrícolas). Los excedentes estacionales deben colocarse estrictamente en instrumentos de renta fija con vencimientos coincidentes a las fechas en que la PyME requerirá el efectivo para el pago de obligaciones fiscales o proveedores.

Para la Bolsa Boliviana de Valores (BBV) y las Agencias de Bolsa

- **Aprovechamiento de la Transformación Digital Bursátil:** Tomando en cuenta los avances recientes en los sistemas de negociación electrónica y las plataformas móviles de las Agencias de Bolsa, se sugiere a los administradores capacitarse en herramientas fintech y de desintermediación digital. Esto reduce notablemente los costos transaccionales y permite ejecutar el balanceo del portafolio en tiempo real desde la capital cruceña.

Para Futuras Líneas de Investigación (Rigor Académico)

- **Inclusión de Criterios Multimoneda frente a la Coyuntura:** Dada la volatilidad y la dinámica de reservas cambiarias actual de la economía nacional, se recomienda a futuros investigadores incorporar al algoritmo lineal variables de **Riesgo Cambiario**. Esto implica estudiar la optimización de portafolios híbridos que contemplen activos indexados a monedas extranjeras o Unidades de Fomento de Vivienda (UFV) para medir el rendimiento neto real contra la inflación.
- **Automatización del Modelo mediante Machine Learning:** Se sugiere ampliar esta investigación sustituyendo la programación lineal estática por modelos predictivos de inteligencia artificial (redes neuronales o algoritmos genéticos), capaces de rebalancear automáticamente las carteras de las PyMEs a medida que cambian las condiciones de riesgo del sistema financiero boliviano.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFIAS

Arbache, J. (2023). *Las pymes en Bolivia*. Banco de Desarrollo de América Latina y el Caribe. https://scioteca.caf.com/

Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero. (s. f.). *Ley N.º 393 de Servicios Financieros*. https://www.asfi.gob.bo/

Autoridad de Supervisión del Sistema Financiero. (s. f.). *Recopilación de Normas para el Mercado de Valores*. https://www.asfi.gob.bo/

Banco Central de Bolivia. (2024). *Informe de estabilidad financiera*. https://www.bcb.gob.bo/

Bolsa Boliviana de Valores. (s. f.). *Los instrumentos de emisión en el mercado de valores*. https://www.bbv.com.bo/

Bolsa Boliviana de Valores. (s. f.). *Códigos de instrumentos financieros del mercado bursátil boliviano*. https://www.bbv.com.bo/

Gitman, L. J., & Zutter, C. J. (2021). *Principios de administración financiera*. Pearson.

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

Instituto Nacional de Estadística. (s. f.). *Micro y pequeñas empresas: cuadros estadísticos*. https://www.ine.gob.bo/

Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance, 7*(1), 77–91.

Ross, S. A., Westerfield, R. W., & Jordan, B. D. (2022). *Fundamentos de finanzas corporativas*. McGraw-Hill.

Servicio Plurinacional de Registro de Comercio. (2024). *Memoria anual 2024*. https://www.seprec.gob.bo/

Servicio Plurinacional de Registro de Comercio. (2025). *Datos y estadísticas actuales de la base empresarial*. https://www.seprec.gob.bo/

Taha, H. A. (2022). *Investigación de operaciones*. Pearson.

Van Horne, J. C., & Wachowicz, J. M. (2020). *Fundamentos de administración financiera*. Pearson.

Winston, W. L. (2022). *Operations research: Applications and algorithms*. Cengage Learning.

ANEXO 4. Personal ocupado en las micro y pequeñas unidades económicas en Bolivia (INE).

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, Encuestas a las Micro y Pequeñas Empresas 2007, Encuesta Trimestral a las Micro y Pequeñas Empresas 2010 y Encuesta Trimestral a las Micro y Pequeñas Unidades Económicas 2018.

(1) La encuesta considera unidades económicas de tipo local visibles que tenían personal ocupado menor a 15 personas y valores de ventas anuales menores a 4.270.001 Bs; abarcó las 9 ciudades capitales (incluida la ciudad de El Alto), ciudades intermedias y centros poblados amanzanados con más de 2.000 habitantes, con base en la Actualización Cartográfica 2000 realizada previa al Censo de Población y Vivienda 2001.

(2) La encuesta considera unidades económicas de tipo local visibles que tenían personal ocupado menor a 20 personas y valores de ventas anuales menores a 3.000.000 de UFV's; abarcó las ciudades capitales de Sucre, La Paz, Cochabamba, Oruro y Santa Cruz de la Sierra, además de la ciudad de El Alto, con base en la Actualización Cartográfica 2000 realizada previa al Censo de Población y Vivienda 2001. El cálculo del número de Unidades Económicas de la gestión 2010 corresponde al número de unidades económicas promedio de los 4 trimestres en los que se recolectó información.

(3) La encuesta considera unidades económicas de tipo local visibles y no visibles que tenían personal ocupado menor a 30 personas para las actividades de Industria Manufacturera y menor a 20 peronas para las Actividades de Comecio y Servicios, abarcó las 9 ciudades capitales (incluida la ciudad de El Alto) y ciudades intermedias, con base en la Actualización del Marco Geográfico Estadístico (AMGE 2017) que identificó Unidades Económicas en cada Manzano de todas las ciudades. El cálculo del número de Unidades Económicas de la gestión 2018 corresponde al número de unidades económicas promedio de los 2 trimestres en los que se recolectó información.

ANEXO 5. Variación del PIB por actividad económica en Bolivia (INE).

Fuente: Insituto Nacional de Estadistica
(1) Incluye las actividades: Agricultura, Pecuaria, Silvicultura, Caza y Pesca.
(2) Incluye las actividades: Restaurantes y Hoteles, y Servicios Comunales, Sociales, Personales y Domésticos.
(3) Incluye las actividades: Servicios financieros, Servicios a las Empresas y Propiedad de Vivienda.
(p) Preliminar

ANEXO 6. Cartera de Fondos de Inversión Cerrados Expresado en dólares de Estados Unidos de Norteamérica al 31 de diciembre de 2018

SAFI	Nº	Nombre de FIC	Clave	Calificación de Riesgo	Cartera	Valor de Cuota	Part.
Alianza SAFI S.A.	1	Crecimiento FIC	CRF-N1U-15	AA3	90.075.664	15.579	5
Capital + Gestionadora de Activos SAFI S.A.	2 3 4 5	Sembrar Micro Capital FIC Sembrar Alimentario FIC Sembrar Productivo FIC Sembrar Exportador FIC	SMC-N1U-11 SEM-N1U-12 SPF-N1U-15 SFI-N1U-17	A1 AA3 A1 A1	85.027.777 79.805.826 79.883.858 162.665.697	18 99 506 169 080 15 359 29 016	4 3 3 5
CAPCEM SAFI S.A.	6	Inclusión Empresarial FIC	INC-N1A-16 INC-N1B-16	A3 A2	3.371.920 35.114.571	161 157	3 4
Credifondo SAFI S.A.	7	Credifondo Empresarial FIC	CGF-N1A-16 CGF-N1B-16	AA2 AA3	25.658.284 8.840.972	160.364 221.024	8 3
Fortaleza SAFI S.A.	8 9 10	Impulsor FIC Acelarador de Empresas FIC PYME II FIC	IFI-N1U-11 FAE-N1U-13 FFY-N1U-14	A1 AA3 AA3	43.735.719 74.466.136 47.243.264	40.125 61.644 15.950	5 3 4
Marca Verde SAFI S.A.	11 12	Agroperativo FIC CAP FIC	AGP-N1U-12 KFI-N1U-16	AA3 AA3	33.411.172 81.074.582	17.152 25.233	4 3
Panamerican SAFI S.A.	13 14	PYME Progreso FIC FIBRA FIC	FPP-N1A-12 FPP-N1B-12 FPP-N1U-16	A3 A2 A2	2.567.753 29.275.456 73.812.150	1.712 1.702 26.324	3 4 4
Santa Cruz Investments SAFI S.A.	15 16 17	Renta Activa PYME FIC Renta Activa Emergente FIC Renta Activa Puente FIC	RAP-N1U-11 RAP-N1U-12 REP-N1U-15	AA3 A1 A2	39.865.371 72.125.319 222.269.295	36.241 34.345 30.978	2 2 5
SAFI Mercantil Santa Cruz S.A.	18 19	MSC Productivo FIC MSC Expansión FIC	MSP-N1U-14 EXP-N1U-18	AA2 AA2	25.512.457 92.652.521	31.891 29.228	3 5
SAFI UNIÓN S.A.	20 21	Propyme Unión FIC Proquinua Unión FIC	PUC-N1U-10 PQU-N1U-11	AA2 AA3	46.801.502 56.540.455	18.404 11.745	7 5
		FIC en Bs			1.511.797.723		97
BNB SAFI S.A.	22 23	Internacional FIC Global FIC	FCI-E1U-12 GFC-E1U-16	AAA AA1	12.322.956 107.619.165	22.244 20.692	1 0 3
Marca Verde SAFI S.A.	24	K12 FIC	KFC-E1U-13	AA3	78.880.269	111.256	2
SAFI Mercantil Santa Cruz S.A.	25	MSC Estratégico FIC	EFCE1U-12	AA3	9.356.806	10.018	15
		FIC en $US			208.179.196		15
		Total FIC			1.719.976.919		112