

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS, CONTABLES**  
**Y ADMINISTRATIVAS**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE ECONOMÍA**



**TESIS**

**LA DIVERSIFICACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LA**  
**EFICIENCIA DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN**  
**CONFORMADO POR ACTIVOS FINANCIEROS QUE**  
**COTIZAN EN LA BOLSA DE VALORES DE NUEVA YORK:**  
**2020-2025**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**  
**“ECONOMISTA”**

**PRESENTADO POR EL BACHILLER:**  
**CARLOS JHAMPIER TAPIA DÁVILA**

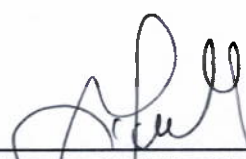
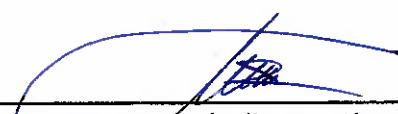
**ASESORA:**  
**DRA. JANETH ESTHER NACARINO DÍAZ**

**CAJAMARCA – PERÚ**  
**2026**

## **CONSTANCIA DE INFORME DE ORIGINALIDAD**

1. Investigador:  
CARLOS JHAMPIER TAPIA DÁVILA  
DNI: 77016876  
Escuela Profesional - Facultad:  
Escuela Profesional de Economía – Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas.
2. Asesor:  
Dr. Janeth Esther Nacarino Díaz  
Departamento Académico:  
Economía
3. Grado académico o título profesional para el estudiante  
☐ Bachiller ☒ Título profesional ☐ Segunda especialidad  
☐ Maestro ☐ Doctor
4. Tipo de Investigación:  
☒ Tesis ☐ Trabajo de investigación ☐ Trabajo de suficiencia profesional  
☐ Trabajo académico
5. Título de Trabajo de Investigación:  
LA DIVERSIFICACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LA EFICIENCIA DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN  
CONFORMADO POR ACTIVOS FINANCIEROS QUE COTIZAN EN LA BOLSA DE VALORES DE  
NUEVA YORK: 2020-2025
6. Fecha de evaluación: 02/03/2026
7. Software antiplagio: ☒ TURNITIN ☐ URKUND (ORIGINAL) (\*)
8. Porcentaje de Informe de Similitud: 8%
9. Código Documento: oid:::3117: 562622598
10. Resultado de la Evaluación de Similitud:  
☒ APROBADO ☐ PARA LEVANTAMIENTO DE OBSERVACIONES ☐ DESAPROBADO

Fecha Emisión: 02/03/2026

|                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                          |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Firma y/o Sello<br/>Emisor Constancia</i>                                                                                                             |                                                                                                                                                                                          |
| <br>_____<br><b>Dra. Janeth Esther Nacarino Díaz</b><br>DNI: 17824415 | <br>_____<br><b>Dr. Juan José Julio Vera Abanto</b><br>Director de la Unidad de Investigación F-CECA |

### ACTA DE SUSTENTACION DE LA TESIS

En la Ciudad de Cajamarca, siendo las 12.00 m horas del día 27 de febrero del 2026, reunidos en el ambiente: 1M – 301, los Integrantes del Jurado Evaluador de la Tesis designados mediante Resolución de Consejo de Facultad 670-2025-F-CECA-UNC, conforme a lo siguiente:

Presidente: Dr. Econ. Héctor Leonardo Gamarra Ortiz  
Secretario: MBA. Econ. Wilson Eduardo Vargas Cubas  
Vocal: M.Cs. Econ. Renato Manuel Vigo Valera  
Asesora: Dra. Econ. Janeth Esther Nacarino Diaz

Con el objeto de ESCUCHAR LA SUSTENTACION Y CALIFICAR la Tesis intitulada:

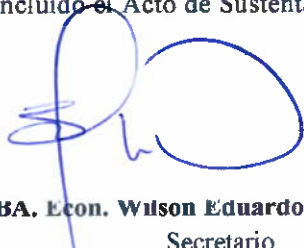
**LA DIVERSIFICACIÓN Y SU INCIDENCIA EN LA EFICIENCIA DE UN PORTAFOLIO DE  
INVERSIÓN CONFORMADO POR ACTIVOS FINANCIEROS QUE COTIZAN EN LA  
BOLSA DE VALORES DE NUEVA YORK: 2020 - 2025**

Presentado por el Bachiller en Economía **Carlos Jhampier Tapia Dávila**, con el fin de obtener el Título Profesional de Economista dando cumplimiento a lo dispuesto en el Reglamento de Grados y Títulos de la Escuela Académico Profesional de Economía de la Facultad de Ciencias Económicas, Contables y Administrativas de la Universidad Nacional de Cajamarca.

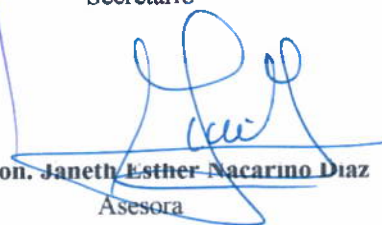
Escuchada la sustentación, comentarios, observaciones y respuestas a las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, **ACORDÓ: APROBAR** con la calificación de **DIECISIETE (17)**

Siendo las 01.30 pm horas de la misma fecha, se dio por concluido el Acto de Sustentación.

  
**Dr. Econ. Héctor Leonardo Gamarra Ortiz**  
Presidente

  
**MBA. Econ. Wilson Eduardo Vargas Cubas**  
Secretario

  
**M.Cs. Econ. Renato Manuel Vigo Valera**  
Vocal

  
**Dra. Econ. Janeth Esther Nacarino Diaz**  
Asesora

  
**Bach. Carlos Jhampier Tapia Dávila**  
Sustentante

**DEDICATORIA**

*A mis queridos padres, María Vilma  
Dávila Ramos y Carlos Alberto Tapia  
Rojas, por su amor infinito, su apoyo  
inquebrantable y por ser la fuerza que me  
impulsa a seguir adelante. Gracias por  
enseñarme, con su ejemplo, la  
importancia de la perseverancia en los  
momentos más desafiantes y por  
inspirarme constantemente a superarme.*

## **AGRADECIMIENTO**

*A Dios, por otorgarme la fortaleza, sabiduría y las oportunidades necesarias para culminar este importante proyecto.*

*Expreso mi profunda gratitud a mis padres, por su amor incondicional y la confianza que han depositado en mí en cada etapa de mi vida. A mi asesora, Dra.*

*Janeth Esther Nacarino Díaz, por su orientación académica y acompañamiento durante este proceso.*

*Mi más sincero reconocimiento y agradecimiento al Mgtr. Antero Manuel Zelada Chávarry, quien, más allá de ser un excelente amigo, ha sido una gran fuente de apoyo y guía constante a lo largo de todo este camino.*

## ÍNDICE

|                                                             |      |
|-------------------------------------------------------------|------|
| DEDICATORIA .....                                           | i    |
| AGRADECIMIENTO .....                                        | ii   |
| ÍNDICE TABLAS .....                                         | vi   |
| ÍNDICE FIGURAS .....                                        | viii |
| LISTA DE ABREVIATURAS .....                                 | ix   |
| RESUMEN .....                                               | x    |
| ABSTRACT .....                                              | xii  |
| INTRODUCCIÓN .....                                          | xiii |
| CAPÍTULO I .....                                            | 1    |
| 1.1. Situación problemática y definición del problema ..... | 1    |
| 1.2. Formulación del problema .....                         | 2    |
| 1.2.1. Problema general .....                               | 2    |
| 1.2.2. Problemas auxiliares .....                           | 2    |
| 1.3. Justificación .....                                    | 2    |
| 1.3.1. Justificación teórico-científica .....               | 2    |
| 1.3.2. Justificación práctica .....                         | 3    |
| 1.3.3. Justificación metodológica .....                     | 4    |
| 1.3.4. Justificación institucional y académica .....        | 4    |
| 1.3.5. Justificación personal .....                         | 4    |
| 1.3.6. Justificación social .....                           | 4    |
| 1.4. Delimitación del problema: espacio-temporal .....      | 5    |
| 1.5. Limitaciones del estudio .....                         | 5    |
| 1.6. Objetivos de la investigación .....                    | 5    |
| 1.6.1. Objetivo general .....                               | 5    |
| 1.6.2. Objetivos específicos .....                          | 6    |
| 1.7. Hipótesis y variables .....                            | 6    |
| 1.7.1. Hipótesis general .....                              | 6    |
| 1.7.2. Hipótesis específicas .....                          | 6    |

|         |                                                                                                                                         |    |
|---------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1.7.3.  | Variables que determinan el modelo de contrastación de la hipótesis.....                                                                | 6  |
| 1.7.4.  | Matriz de operacionalización de variables.....                                                                                          | 7  |
| 1.7.5.  | Matriz de consistencia lógica.....                                                                                                      | 8  |
| 2.      | CAPÍTULO II .....                                                                                                                       | 9  |
| 2.1.    | Antecedentes de la investigación .....                                                                                                  | 9  |
| 2.2.    | Bases teóricas .....                                                                                                                    | 14 |
| 2.2.1.  | Teoría de la Diversificación (Markowitz, 1952) y el modelo de Sharpe                                                                    | 14 |
| 2.2.2.  | Bases Conceptuales.....                                                                                                                 | 15 |
| 2.2.3.  | Teoría complementaria: Teoría de Mercados Adaptativos .....                                                                             | 30 |
| 2.3.3.1 | Teoría de Mercados Adaptativos .....                                                                                                    | 30 |
| 2.3.    | Definición de términos básicos .....                                                                                                    | 31 |
| 3.      | CAPÍTULO III.....                                                                                                                       | 33 |
| 3.1.    | Nivel y tipo de investigación .....                                                                                                     | 33 |
| 3.1.1.  | Nivel de investigación.....                                                                                                             | 33 |
| 3.1.2.  | Tipo de investigación.....                                                                                                              | 33 |
| 3.2.    | Objeto de estudio .....                                                                                                                 | 34 |
| 3.3.    | Unidades de análisis y unidades de observación .....                                                                                    | 34 |
| 3.4.    | Diseño de la investigación .....                                                                                                        | 34 |
| 3.5.    | Población y muestra.....                                                                                                                | 35 |
| 3.6.    | Métodos de investigación .....                                                                                                          | 36 |
| 3.6.1.  | Métodos generales de investigación .....                                                                                                | 36 |
| 3.6.2.  | Métodos específicos de investigación.....                                                                                               | 37 |
| 3.7.    | Técnicas e instrumentos de investigación.....                                                                                           | 39 |
| 3.7.1.  | Técnicas e instrumentos de recopilación de información .....                                                                            | 39 |
| 3.7.2.  | Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de resultados .....                                                                | 40 |
| 4.      | CAPÍTULO IV.....                                                                                                                        | 43 |
| 4.1.    | Análisis financiero de los activos que cotizan en la Bolsa de valores de Nueva York (NYSE), para conformar un portafolio eficiente..... | 44 |

|        |                                                                                                                                                                                   |     |
|--------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----|
| 4.1.1. | The Coca-Cola Company (KO) – sector consumo .....                                                                                                                                 | 46  |
| 4.1.2. | American Express Company (AXP) – Sector Financiero.....                                                                                                                           | 50  |
| 4.1.3. | Occidental Petroleum Corporation (OXY) – sector energético.....                                                                                                                   | 55  |
| 4.1.4. | Tesla Inc. (TSLA) – sector tecnológico.....                                                                                                                                       | 60  |
| 4.2.   | Frontera eficiente del portafolio de inversión propuesto. ....                                                                                                                    | 63  |
| 4.2.1. | Portafolio compuesto por dos activos financieros. ....                                                                                                                            | 65  |
| 4.2.2. | Portafolio compuesto por tres activos financieros .....                                                                                                                           | 69  |
| 4.2.3. | Portafolio compuesto por cuatro activos financieros.....                                                                                                                          | 73  |
| 4.3.   | Portafolio óptimo dentro de la frontera eficiente. ....                                                                                                                           | 77  |
| 4.3.1. | Portafolio óptimo considerando dos activos (The Coca-Cola Company<br>(KO) y American Express Company (AXP)) .....                                                                 | 78  |
| 4.3.2. | Portafolio óptimo considerando tres activos (The Coca-Cola Company<br>(KO), American Express Company (AXP) y Occidental Petroleum Corporation<br>(OXY))                           | 83  |
| 4.3.3. | Portafolio óptimo considerando cuatro activos (The Coca-Cola Company<br>(KO), American Express Company (AXP), Occidental Petroleum Corporation<br>(OXY) y Tesla Inc. (TSLA))..... | 88  |
| 5.     | DISCUSIÓN .....                                                                                                                                                                   | 94  |
| 6.     | CONCLUSIONES .....                                                                                                                                                                | 96  |
| 7.     | SUGERENCIAS .....                                                                                                                                                                 | 97  |
| 8.     | REFERENCIAS.....                                                                                                                                                                  | 98  |
| 9.     | ANEXOS .....                                                                                                                                                                      | 101 |

## ÍNDICE TABLAS

|                                                                                                                                       |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 1</b> Matriz de operacionalización de variables-----                                                                         | 7  |
| <b>Tabla 2</b> Matriz de consistencia-----                                                                                            | 8  |
| <b>Tabla 3</b> Dividendos por año de The Coca-Cola Company: 2015-2025 -----                                                           | 47 |
| <b>Tabla 4</b> Ratios financieros de The Coca-Cola Company. -----                                                                     | 49 |
| <b>Tabla 5</b> Dividendos por año de American Express Company, 2015-2025.-----                                                        | 51 |
| <b>Tabla 6</b> Ratios financieros American Express Company-----                                                                       | 54 |
| <b>Tabla 7</b> Dividendos por año de Occidental Petroleum Corporation, 2015-2025.-----                                                | 56 |
| <b>Tabla 8</b> Ratios financieros de Occidental Petroleum Corporation. -----                                                          | 59 |
| <b>Tabla 9</b> Ratios financieros de Tesla Inc. (TSLA) -----                                                                          | 62 |
| <b>Tabla 10</b> Portafolio de máxima rentabilidad (0% KO y 100% AXP)-----                                                             | 65 |
| <b>Tabla 11</b> Portafolio de mínimo riesgo (83.24% KO y 16.76% AXP) -----                                                            | 66 |
| <b>Tabla 12</b> Portafolio de máxima rentabilidad (0% KO, 0% AXP y 100% OXY)-----                                                     | 70 |
| <b>Tabla 13</b> Portafolio de mínimo riesgo (83.24% KO, 10.94% AXP, 5.82% OXY) -----                                                  | 71 |
| <b>Tabla 14</b> Portafolio de máxima rentabilidad (0% KO, 0% AXP, 0% OXY, 100% TSLA) -----                                            | 74 |
| <b>Tabla 15</b> Portafolio de mínimo riesgo (84.94% KO, 4.24% AXP, 5.92% OXY, 4.90% TSLA)-----                                        | 75 |
| <b>Tabla 16</b> Matriz de covarianzas entre KO y AXP utilizada para la construcción del portafolio de dos activos-----                | 79 |
| <b>Tabla 17</b> Indicadores del portafolio óptimo con dos activos: Ratio de Sharpe y Treynor. -----                                   | 80 |
| <b>Tabla 18</b> Valor en riesgo (VAR) del portafolio de dos activos-----                                                              | 81 |
| <b>Tabla 19</b> Valor en riesgo (VAR) del portafolio óptimo de dos activos -----                                                      | 82 |
| <b>Tabla 20</b> Matriz de covarianzas entre KO, AXP y OXY, utilizada para la construcción del portafolio de tres activos. -----       | 84 |
| <b>Tabla 21</b> Indicadores del portafolio óptimo con tres activos: Ratio de Sharpe y Treynor. -----                                  | 85 |
| <b>Tabla 22</b> Valor en riesgo (VAR) del portafolio de tres activos -----                                                            | 86 |
| <b>Tabla 23</b> Valor en riesgo (VAR) del portafolio óptimo de tres activos-----                                                      | 87 |
| <b>Tabla 24</b> Matriz de covarianzas entre KO, AXP, OXP y TSLA utilizada para la construcción del portafolio de cuatro activos.----- | 89 |
| <b>Tabla 25</b> Indicadores del portafolio óptimo con cuatro activos: Ratio de Sharpe y Treynor -----                                 | 90 |

|                                                                             |    |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 26</b> Valor en riesgo (VAR) del portafolio de cuatro activos----- | 91 |
|-----------------------------------------------------------------------------|----|

|                                                                                     |    |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabla 27</b> Valor en riesgo (VAR) del portafolio óptimo de cuatro activos ----- | 92 |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----|

## ÍNDICE FIGURAS

|                                                                                                   |    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1</b> Relación entre riesgo y rendimiento. -----                                        | 17 |
| <b>Figura 2</b> Portafolios preferibles -----                                                     | 26 |
| <b>Figura 3</b> Incorporación del activo libre de riesgo -----                                    | 27 |
| <b>Figura 4</b> La cartera de mercado -----                                                       | 28 |
| <b>Figura 5</b> Evolución del dividendo anual de The Coca-Cola Company, 2015-2025. -----          | 48 |
| <b>Figura 6</b> Evolución del dividendo anual de American Express Company 2015-2025. -----        | 52 |
| <b>Figura 7</b> Evolución del dividendo anual de Occidental Petroleum Corporation, 2015-2025----- | 58 |
| <b>Figura 8</b> Evolución del precio de la acción de Tesla Inc. (TSLA), 2011–2025. -----          | 61 |
| <b>Figura 9</b> Frontera eficiente del portafolio de dos activos (KO-AXP) -----                   | 68 |
| <b>Figura 10</b> Frontera eficiente del portafolio de tres activos (KO-AXP-OXY)-----              | 72 |
| <b>Figura 11</b> Frontera eficiente del portafolio de cuatro activos (KO-AXP-OXY-TSLA) -----      | 76 |

## LISTA DE ABREVIATURAS

AXP: American Express

BCRP: Banco Central de Reserva del Perú

Bloomberg: Plataforma de datos financieros

CAPM: Modelo de Valoración de Activos Financieros

EBITDA: Beneficio antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización

OXY: Occidental Petroleum

ROA: Rentabilidad sobre los activos

ROE: Rentabilidad sobre el patrimonio

S&P 500: Standard & Poor's 500

TSLA: Tesla, Inc.

Var: Valor en riesgo

NYSE: Bolsa de Valores de Nueva York

## RESUMEN

La presente investigación se enfoca en el análisis de la diversificación de portafolios de inversión compuestos por activos financieros internacionales, con el objetivo de identificar las mejores combinaciones de activos que optimicen el rendimiento ajustado al riesgo en el contexto de los mercados bursátiles globales. Específicamente, se analiza un portafolio compuesto por activos que cotizan en la Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE) durante el período 2020-2025. Para alcanzar este objetivo, se utiliza una metodología cuantitativa, aplicando el modelo de optimización de carteras de Markowitz, el Ratio de Sharpe y el índice de Treynor, para calcular la frontera eficiente y determinar el portafolio óptimo dentro de esta frontera. Los criterios utilizados para elegir los activos incluyeron la liquidez, la estabilidad financiera y los rendimientos históricos de cada activo. Además, el análisis económico y financiero de los activos seleccionados se centró en cuatro acciones representativas de distintos sectores económicos, utilizando criterios financieros clave como los dividendos, la rentabilidad sobre los activos (ROA), la rentabilidad sobre el patrimonio (ROE) y el EBITDA (Beneficios antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización). Se utilizó un enfoque cuantitativo y metodologías de optimización de portafolios como el Modelo de Markowitz para construir la frontera eficiente y el Ratio de Sharpe para calcular la rentabilidad ajustada al riesgo, sin realizar un análisis comparativo de modelos econométricos. Los resultados obtenidos muestran que la diversificación adecuada de los activos permitió reducir significativamente el riesgo total del portafolio, sin sacrificar el rendimiento esperado. Se encontró que el portafolio compuesto por cuatro activos financieros mostró el mayor equilibrio entre riesgo y rendimiento. Además, la optimización del portafolio utilizando el Ratio de Sharpe proporcionó una rentabilidad ajustada al riesgo superior a la de los portafolios menos diversificados, destacando la importancia de una correcta combinación de activos en un entorno financiero volátil.

Este estudio proporciona recomendaciones prácticas para los inversionistas interesados en mejorar la eficiencia de sus carteras de inversión a nivel internacional.

**Palabras clave:** Diversificación, portafolio de inversión, activos financieros, Bolsa de Valores de Nueva York, frontera eficiente, optimización de portafolios.

## ABSTRACT

This research focuses on the analysis of portfolio diversification composed of international financial assets, with the aim of identifying the best asset combinations that optimize risk-adjusted returns in the context of global financial markets. Specifically, the study analyzes a portfolio composed of assets listed on the New York Stock Exchange (NYSE) during the period 2020-2025. To achieve this, a quantitative methodology is used, applying Markowitz's portfolio optimization model and the Sharpe Ratio to calculate the efficient frontier and determine the optimal portfolio within it. The criteria used to select the assets included liquidity, financial stability, and historical returns. Furthermore, an economic and financial analysis of the selected assets focused on four representative stocks from different economic sectors, using key financial indicators such as dividends, return on assets (ROA), return on equity (ROE), and EBITDA (Earnings Before Interest, Taxes, Depreciation, and Amortization). A quantitative approach and portfolio optimization methodologies, such as the Markowitz model, were used to construct the efficient frontier and the Sharpe Ratio to calculate risk-adjusted returns, without performing a comparative analysis of econometric models. The results show that proper asset diversification significantly reduced the total portfolio risk without sacrificing expected returns. It was found that the portfolio composed of four financial assets showed the best balance between risk and return. Furthermore, portfolio optimization using the Sharpe Ratio provided a superior risk-adjusted return compared to less diversified portfolios, highlighting the importance of a proper combination of assets in a volatile financial environment. This study provides practical recommendations for investors interested in improving the efficiency of their investment portfolios internationally.

**Keywords:** Diversification, investment portfolio, financial assets, New York Stock Exchange, efficient frontier, portfolio optimization.

## INTRODUCCIÓN

En el contexto de los mercados financieros globales, la diversificación de portafolios de inversión se ha consolidado como una estrategia clave para optimizar los rendimientos ajustados al riesgo. Los inversionistas, al estar expuestos a la incertidumbre y volatilidad de los mercados, buscan maximizar su rentabilidad sin asumir riesgos excesivos. En este sentido, el portafolio de inversión compuesto por activos financieros internacionales juega un papel fundamental en la mejora del rendimiento ajustado al riesgo, al combinar distintos activos que puedan contrarrestar los efectos negativos de la volatilidad. Este estudio se centra en la diversificación de un portafolio compuesto por activos que cotizan en la Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE) durante el período 2020-2025.

La investigación aborda cómo la combinación estratégica de activos financieros puede reducir el riesgo total del portafolio sin sacrificar los rendimientos esperados. En la construcción de este portafolio, se hace uso de modelos de optimización, como el modelo de Markowitz y el Ratio de Sharpe, para identificar la frontera eficiente y determinar el portafolio óptimo dentro de esa frontera. De esta manera, el estudio busca establecer cuáles son las mejores combinaciones de activos para maximizar el rendimiento ajustado al riesgo, tomando en cuenta los principios de diversificación de activos.

El análisis presentado en este trabajo se estructura en cuatro capítulos. En el capítulo I, se expone el problema de investigación sobre la optimización de portafolios y la importancia de la diversificación en mercados financieros internacionales. Además, se abordan los objetivos de la investigación, la justificación del estudio, las limitaciones, las hipótesis planteadas y las variables consideradas para el análisis. En este capítulo también se introduce el marco teórico de las metodologías de optimización de carteras y su relevancia en el contexto de los mercados internacionales.

En el capítulo II, se presenta el marco teórico, donde se recopilan las principales investigaciones y enfoques sobre la optimización de portafolios y la diversificación de activos, tanto a nivel internacional como nacional. Se discuten los fundamentos teóricos que sustentan el modelo de Markowitz, el Ratio de Sharpe y otros métodos utilizados para evaluar la frontera eficiente. También se establece el marco conceptual que define los términos clave utilizados a lo largo de la investigación.

En el capítulo III, se describe el marco metodológico, detallando el tipo de investigación utilizada, la cual es de nivel correlacional y cuantitativo. Se explica el proceso de construcción del portafolio, la selección de los activos y las técnicas de optimización aplicadas. Además, se presentan las fuentes de datos y los procedimientos para el análisis estadístico.

Finalmente, en el capítulo IV, se realiza el análisis y la discusión de resultados. Aquí se presentan los resultados obtenidos mediante la optimización del portafolio, la construcción de la frontera eficiente y la identificación del portafolio óptimo. Los resultados se ilustran con estadísticas descriptivas, gráficos y tablas que facilitan la comprensión del impacto de la diversificación en la rentabilidad y el riesgo de los portafolios analizados.

Este estudio se enfoca en la optimización de portafolios de inversión utilizando el Modelo de Markowitz para construir la frontera eficiente y el Ratio de Sharpe para evaluar el rendimiento ajustado al riesgo.

## **CAPÍTULO I**

### **EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA**

#### **1.1. Situación problemática y definición del problema**

La globalización ha aumentado la interconexión de los mercados financieros internacionales, generando tanto oportunidades como riesgos. Este fenómeno se ha vuelto particularmente evidente durante crisis globales, como la pandemia de COVID-19. Según Raddant (2021), en un entorno financiero altamente interconectado, los shocks locales pueden amplificarse y convertirse en eventos globales, evidenciando la fuerte interdependencia entre los mercados financieros. Un claro ejemplo de esto fue la drástica caída de los índices bursátiles en los meses de febrero y marzo de 2020. En tan solo 18 sesiones bursátiles, el índice S&P 500 experimentó una caída del 32%, mientras que el de Dow Jones descendió un 37%, según datos de Bloomberg. A pesar de esta caída, la situación comenzó a estabilizarse posteriormente gracias a las medidas de estímulo fiscal y monetario impulsadas por los gobiernos, junto con mensajes optimistas sobre la recuperación económica.

Esta volatilidad extrema ha revelado la fragilidad de los portafolios tradicionales, los cuales no siempre logran mitigar las fluctuaciones del mercado a corto plazo. En este sentido, la diversificación sigue siendo una de las estrategias más recomendadas para reducir el riesgo y mejorar los rendimientos (Markowitz, 1952). Sin embargo, la implementación práctica de estos principios enfrenta desafíos, como las correlaciones entre activos pueden cambiar en momentos de crisis, lo que reduce la efectividad de la diversificación tradicional.

Ante este panorama, surge la necesidad de investigar cómo una aplicación más precisa de la diversificación, mediante modelos actualizados y adaptados a las nuevas dinámicas económicas, puede mejorar la eficiencia de los portafolios. Este estudio se centrará en el período 2020-2025, analizando cómo la combinación óptima de ciertos activos puede ayudar a reducir el riesgo y maximizar los rendimientos ajustados al riesgo en un entorno económico global incierto y volátil.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Cómo incide la diversificación en la eficiencia de un portafolio compuesto por activos financieros internacionales durante el período 2020-2025?

### **1.2.2. Problemas auxiliares**

- a) ¿Cuáles son los activos que cotizan en Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE) más adecuados para conformar un portafolio eficiente?
- b) ¿La diversificación determina la frontera eficiente?
- c) ¿Cuál es el portafolio óptimo dentro de la frontera eficiente?

## **1.3. Justificación**

### **1.3.1. Justificación teórico-científica**

El Modelo de Markowitz (1952) sigue siendo uno de los pilares fundamentales de la teoría de la diversificación de portafolios. Este modelo establece que la combinación de activos con bajas correlaciones permite reducir el riesgo sin sacrificar el rendimiento. Según Markowitz, la construcción de una cartera eficiente se basa en la frontera eficiente, que maximiza los rendimientos esperados para un nivel de riesgo determinado. Sin embargo, en un contexto económico globalizado y volátil, como el que se ha vivido en los

últimos años, este modelo presenta limitaciones, ya que la volatilidad del mercado y los eventos inesperados, como las crisis económicas globales, alteran las correlaciones entre los activos, lo que afecta la efectividad de la diversificación tradicional.

A pesar de las limitaciones, el Modelo de Markowitz sigue siendo de gran utilidad para la construcción de portafolios eficientes. Para complementar este modelo, se incorpora el Ratio de Sharpe, un indicador desarrollado por William F. Sharpe que nace del Modelo de Valoración de Activos Financieros (CAPM). El Ratio de Sharpe mide la rentabilidad ajustada al riesgo de un portafolio, permitiendo a los inversionistas evaluar si el rendimiento adicional de una inversión justifica el riesgo asumido. Este índice se calcula dividiendo el exceso de rendimiento de un portafolio sobre la tasa libre de riesgo por su desviación estándar, proporcionando una métrica útil para comparar la eficiencia entre diferentes portafolios de inversión, especialmente en entornos volátiles.

La justificación de este estudio radica en la aplicación del Modelo de Markowitz y el Ratio de Sharpe para evaluar cómo la diversificación eficiente sigue siendo relevante, a pesar de los cambios globales y las crisis financieras recientes. A través de este estudio, no solo se valida el modelo clásico de diversificación, sino que se exploran las implicaciones del Ratio de Sharpe para analizar la eficiencia de los portafolios, maximizando los rendimientos ajustados al riesgo en un mercado global incierto y volátil. Así, este enfoque busca proporcionar una solución práctica y ajustada a las necesidades actuales de los inversionistas, permitiendo una gestión más eficaz del riesgo en sus decisiones de inversión.

### **1.3.2. Justificación práctica**

Este estudio ofrece una herramienta práctica para inversionistas y gestores de fondos que buscan optimizar sus carteras de inversión. Al analizar la diversificación y la eficiencia de los portafolios, los resultados permiten construir carteras más equilibradas,

reduciendo el riesgo y maximizando los rendimientos ajustados al riesgo. Los métodos empleados, como el Modelo de Markowitz y el Ratio de Sharpe, son esenciales para mejorar la toma de decisiones en un entorno económico global volátil, ofreciendo estrategias aplicables a los mercados internacionales.

### **1.3.3. Justificación metodológica**

En términos metodológicos, este estudio emplea herramientas cuantitativas, utilizando Solver en Excel para optimizar portafolios y encontrar la mejor combinación de activos que maximice los rendimientos ajustados al riesgo. La metodología ofrece un análisis detallado y aplicable, mejorando la toma de decisiones en la gestión de portafolios.

### **1.3.4. Justificación institucional y académica**

La investigación contribuirá al campo de la gestión de inversiones y enriquecerá los estudios sobre diversificación y optimización de portafolios, siendo útil tanto para estudiantes de finanzas como para docentes que se desarrollan en el área de las finanzas.

### **1.3.5. Justificación personal**

La realización de este estudio está motivada por un profundo interés en cómo las estrategias de diversificación pueden ser más eficaces en la optimización de carteras y la mitigación de riesgos.

### **1.3.6. Justificación social**

Este estudio tiene una importancia social clave para los inversionistas peruanos que buscan diversificar sus portafolios en mercados internacionales. En un contexto de volatilidad económica global, la diversificación de activos internacionales puede reducir el riesgo asociado con los mercados locales. Este análisis ofrece a los inversionistas peruanos una guía sobre cómo optimizar sus carteras, así, los inversionistas pueden

maximizar sus rendimientos y mitigar riesgos, favoreciendo un crecimiento económico más sostenido

#### **1.4. Delimitación del problema: espacio-temporal**

##### **Delimitación espacial**

El estudio se delimita a un período de 5 años y 4 meses (de enero de 2020 a abril de 2025), enfocado en la Bolsa de Valores de Nueva York.

#### **1.5. Limitaciones del estudio**

Este estudio enfrenta una limitación importante que debe ser considerada al interpretar los resultados obtenidos, como la volatilidad del mercado durante la pandemia de COVID-19, puesto que se utilizaron datos históricos que abarcan el período de la pandemia. Los resultados podrían estar afectados por la alta volatilidad del mercado durante el periodo analizado. Los efectos económicos derivados de la crisis sanitaria podrían generar algún punto de quiebre estadístico, lo que podría afectar a la serie estadística analizada.

Razón por la cual, se utilizaron períodos de largo plazo (63 datos) para evitar la posible distorsión que puede ocasionar el período de pandemia sanitaria.

#### **1.6. Objetivos de la investigación**

##### **1.6.1. Objetivo general**

Determinar la incidencia de la diversificación en la eficiencia de un portafolio de inversión, compuesto por activos financieros internacionales durante el período 2020 - 2025.

### 1.6.2. Objetivos específicos

- a) Identificar los activos que cotizan en la Bolsa de valores de Nueva York (NYSE), para conformar un portafolio eficiente.
- b) Analizar como la diversificación determina la frontera eficiente del portafolio de inversión.
- c) Determinar el portafolio óptimo dentro de la frontera eficiente.

## 1.7. Hipótesis y variables

### 1.7.1. Hipótesis general

La diversificación incide positivamente en la eficiencia de un portafolio de inversión, compuesto por activos financieros internacionales durante el período 2020-2025.

### 1.7.2. Hipótesis específicas

H1: Los activos cotizados en la Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE) más adecuados, conforman un portafolio de inversión eficiente.

H2: La diversificación determina la frontera eficiente del portafolio de inversión.

H3: El portafolio óptimo, en cuanto a la optimización de su frontera eficiente, presenta eficiencia financiera.

### 1.7.3. Variables que determinan el modelo de contrastación de la hipótesis

La presente investigación considera dos variables principales:

$$Y \cong f(X)$$

X: Diversificación

Y: Eficiencia financiera

$$\text{Eficiencia financiera} \cong F(\text{Diversificación})$$

#### 1.7.4. Matriz de operacionalización de variables

**Tabla 1** *Matriz de operacionalización de variables*

| Operacionalización de variables                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            |                                           |                                                        |                                                      |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------|------------------------------------------------------|
| La diversificación y su incidencia en la eficiencia de un portafolio de inversión conformado por activos financieros que cotizan en la bolsa de valores de Nueva York: 2020-2025                                                                                                                   |                            |                                           |                                                        |                                                      |
| VARIABLES                                                                                                                                                                                                                                                                                          | DIMENSIONES                | INDICADORES                               | ÍNDICES                                                | INSTRUMENTOS/<br>FUENTES                             |
| <b>X: Diversificación</b><br><br>La diversificación es una estrategia de inversión que busca reducir el riesgo total del portafolio distribuyendo el capital entre distintos activos que no están perfectamente correlacionados entre sí” (Bodie, Kane y Marcus, 2014, p. 250).                    | Estrategia de inversión    | El riesgo y rendimiento de dos activos    | Rentabilidad promedio mensual (Variación%)             | Fuentes secundarias (Bloomberg, BCRP, Finance Yahoo) |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            | El riesgo y rendimiento de tres activos   | Riesgo del portafolio (varianza y desviación estándar) |                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            | El riesgo y rendimiento de cuatro activos |                                                        |                                                      |
| <b>Y: Eficiencia financiera</b><br><br>La eficiencia de un portafolio consiste en lograr la combinación de activos que ofrezca el mayor rendimiento posible para un nivel dado de riesgo, o el menor riesgo posible para un rendimiento esperado” (Elton, Gruber, Brown y Goetzmann, 2014, p. 89). | Optimización de portafolio | Ratio de Sharpe                           |                                                        | Solver                                               |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            | Ratio de Treynor                          | Rendimiento ajustado al riesgo (%)                     | Microsoft Excel                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                                                                                    |                            | ANOVA                                     |                                                        |                                                      |

Nota: Adaptado de la matriz de operacionalización de variables del libro: Cómo elaborar un proyecto de tesis en pregrado, maestría y doctorado, Lozano (2020)

### 1.7.5. Matriz de consistencia lógica

**Tabla 2** *Matriz de consistencia*

| Matriz de consistencia lógica                                                                                                                                                    |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                         |                                         |                                                                                 |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------|
| La diversificación y su incidencia en la eficiencia de un portafolio de inversión conformado por activos financieros que cotizan en la bolsa de valores de Nueva York: 2020-2025 |                                                                                                                                                                                |                                                                                                                                                                         |                                         |                                                                                 |
| PROBLEMAS                                                                                                                                                                        | OBJETIVOS                                                                                                                                                                      | HIPÓTESIS                                                                                                                                                               | VARIABLES                               | MARCO METODOLÓGICO                                                              |
| ¿Cómo incide la diversificación en la eficiencia de un portafolio compuesto por activos financieros internacionales durante el período 2020-2025?                                | Determinar la incidencia de la diversificación en la eficiencia de un portafolio de inversión, compuesto por activos financieros internacionales durante el periodo 2020-2025. | La diversificación incide positivamente en la eficiencia de un portafolio de inversión, compuesto por activos financieros internacionales durante el período 2020-2025. | <b>VAR(X):</b><br>Diversificación       | <b>Tipo de investigación:</b><br>Investigación Aplicada                         |
| Problemas auxiliares                                                                                                                                                             | Objetivos específicos                                                                                                                                                          | Hipótesis específicas                                                                                                                                                   |                                         | <b>Nivel de investigación:</b><br>Correlacional – Explicativo                   |
| <b>a)</b> ¿Cuáles son los activos que cotizan en Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE) más adecuados para conformar un portafolio eficiente?                                     | <b>a)</b> Identificar los activos que cotizan en la Bolsa de valores de Nueva York (NYSE), para conformar un portafolio eficiente                                              | <b>H1:</b> Los activos cotizados en la Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE) más adecuados, conforman un portafolio de inversión eficiente.                             |                                         | <b>Diseño de investigación:</b><br>Cuantitativo, no experimental y longitudinal |
| <b>b)</b> ¿La diversificación determina la frontera eficiente?                                                                                                                   | <b>b)</b> Analizar como la diversificación determina la frontera eficiente del portafolio de inversión.                                                                        | <b>H2:</b> La diversificación determina la frontera eficiente del portafolio de inversión.                                                                              | <b>VAR(Y):</b><br>Eficiencia financiera |                                                                                 |
| <b>c)</b> ¿Cuál es el portafolio óptimo dentro de la frontera eficiente?                                                                                                         | <b>c)</b> Determinar el portafolio óptimo dentro de la frontera eficiente.                                                                                                     | <b>H3:</b> El portafolio óptimo, en cuanto a la optimización de su frontera eficiente, presenta eficiencia financiera.                                                  |                                         |                                                                                 |

Nota: Adaptado de la matriz de consistencia, del libro: Cómo elaborar un proyecto de tesis en pregrado, maestría y doctorado, Lozano (2020)

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la investigación

##### **Antecedentes internacionales**

Colás (2024). *Efectos de la diversificación internacional en el rendimiento de las carteras. Trabajo de fin de grado, Universidad Pontificia Comillas*. Tesis de grado, Universidad Pontificia de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. En su investigación, la autora se propuso analizar los efectos de la diversificación internacional en las carteras de inversión, con el fin de evaluar si la inclusión de activos de diferentes países podría mejorar el rendimiento y reducir el riesgo. Para este propósito, se emplearon modelos clásicos de gestión de carteras como el Modelo de Markowitz, el Teorema de un Fondo y el Modelo CAPM. Los resultados obtenidos no confirmaron la suposición de que la diversificación internacional siempre mejora el rendimiento. Aunque la diversificación internacional tiene el potencial de reducir el riesgo, los resultados mostraron que no siempre se traduce en una mejora significativa en la rentabilidad ajustada al riesgo. En particular, el índice de Sharpe más alto se observó en las carteras compuestas únicamente por activos nacionales, lo que desafió la hipótesis inicial de que la diversificación internacional sería más beneficiosa. La autora concluyó que, si bien la diversificación internacional es útil para mitigar el riesgo, los inversores deben considerar no solo la geografía de los activos, sino también otros factores que puedan influir en el rendimiento de las carteras, como los sectores industriales o las características específicas de los activos seleccionados.

Painoli (2024). *Impact of Portfolio Performance on International Portfolio Diversification*. Trabajo de fin de grado, *International Journal of Religion*, 2024. En su investigación, Painoli y colaboradores se propusieron analizar los efectos de la diversificación internacional en el rendimiento de las carteras de inversión, con el fin de determinar si la inclusión de activos provenientes de mercados desarrollados y emergentes podría mejorar el rendimiento y reducir el riesgo. Utilizando modelos clásicos de diversificación internacional y cointegración, el estudio analizó una muestra de 22 mercados internacionales (11 desarrollados y 11 emergentes). Los resultados obtenidos mostraron que, aunque la diversificación internacional tiene el potencial de reducir el riesgo, no siempre se traduce en un incremento en la rentabilidad ajustada al riesgo. De hecho, en algunos casos, las carteras compuestas únicamente por activos nacionales presentaron un rendimiento superior. Este hallazgo desafió la hipótesis de que la diversificación internacional sería más beneficiosa. En conclusión, el estudio subraya que, aunque la diversificación internacional puede ser útil para mitigar el riesgo, los inversores deben considerar también otros factores como la correlación entre los activos y las características específicas de los mercados involucrados para optimizar el rendimiento de las carteras.

Chura y Ajrota (2019). *Enfoque de diversificación internacional y el riesgo en portafolio de inversiones*. Revista Economía & Negocios, Vol. 1. En su investigación, los autores tuvieron como objetivo principal demostrar el efecto de la diversificación internacional sobre el riesgo de los portafolios de inversión, utilizando los mercados de acciones de Chile, Brasil, Estados Unidos, Suiza, España, Hungría, India y Japón durante el período 2011-2019. A través de un análisis cuantitativo y no experimental, se obtuvo la rentabilidad y varianza de los activos seleccionados, lo que permitió generar ocho fronteras eficientes para los diferentes mercados. Los resultados mostraron que la diversificación

internacional representa una alternativa significativa para reducir el riesgo y maximizar la rentabilidad de los portafolios, gracias al bajo nivel de correlación entre los activos de distintos países. El autor concluyó que la diversificación entre países no solo reduce el riesgo sistemático inherente, sino que ofrece carteras con mayor rentabilidad y mínimo riesgo. Además, recomendó la selección de los mercados de India, Hungría y Estados Unidos como los más eficientes en términos de rentabilidad ajustada al riesgo, sugiriendo que, para los inversionistas que buscan minimizar el riesgo, la diversificación internacional es la mejor estrategia, mientras que, para los más propensos al riesgo, los mercados de Budapest, Hungría y EE.UU. serían las opciones más atractivas.

Attig y Sy (2023). *What explains the benefits of international portfolio diversification? Journal of International Money and Finance*. En su investigación, los autores se propusieron analizar los beneficios de la diversificación internacional en las carteras de inversión, específicamente en términos de reducción del riesgo y mejora de la rentabilidad, utilizando datos de mercados internacionales desde 1995 hasta 2021. El estudio empleó modelos cuantitativos para evaluar la correlación entre activos de diferentes países y su impacto en el rendimiento de las carteras. Los resultados mostraron que, aunque la diversificación internacional puede reducir significativamente el riesgo no sistemático, no siempre se traduce en una mejora en la rentabilidad ajustada al riesgo. De hecho, el estudio concluyó que los beneficios de la diversificación internacional dependen en gran medida de la correlación entre los activos y las condiciones específicas del mercado, sugiriendo que los inversores deben considerar no solo la geografía de los activos, sino también las características particulares de los mercados involucrados. Los autores concluyeron que, si bien la diversificación internacional es útil para mitigar el riesgo, su impacto sobre la rentabilidad es incierto y varía según las condiciones del mercado global.

### **Antecedentes nacionales**

Rivera (2017). *El comportamiento del inversionista como factor determinante del sesgo doméstico en la diversificación de portafolios de renta variable en el Perú*. Tesis doctoral, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. En su investigación, el autor tuvo como objetivo principal determinar si el comportamiento del inversionista es el principal determinante del sesgo doméstico en la diversificación de portafolios de renta variable en el Perú. Para ello, utilizó la metodología de datos de panel dinámico mediante el modelo Arellano-Bover/Blundell-Bond, una técnica econométrica avanzada que permite abordar los efectos de los rezagos de las variables dependientes e independientes. Los resultados mostraron que el riesgo idiosincrático, medido por la varianza de los residuos del modelo CAPM, fue el principal factor que influyó en el sesgo doméstico, con un coeficiente significativo en su primer rezago. Además, se encontraron efectos secundarios significativos de la inflación, la institucionalidad y la crisis financiera global, los cuales también influyen en el sesgo doméstico, aunque en menor medida. El autor concluyó que, a pesar de la presencia de factores de mercado, el comportamiento del inversionista sigue siendo el determinante principal del sesgo hacia activos nacionales, destacando la importancia de este factor para la comprensión de las decisiones de inversión y la diversificación en mercados emergentes como el peruano.

Gamarra (2024). *Determinación y análisis de portafolios de inversión y el modelo de Markowitz en la Bolsa de Valores de Lima, período 2014-2019*. Tesis de Maestría, Universidad Nacional Federico Villarreal. En su investigación, Gamarra Sarmiento tuvo como objetivo analizar cómo el modelo de Markowitz permite la determinación de portafolios de inversión diversificados en la Bolsa de Valores de Lima, para lo cual se utilizó un enfoque cuantitativo y correlacional. El autor aplicó el modelo de Markowitz junto con el análisis fundamental para seleccionar los activos de las empresas que cotizan

en la Bolsa de Valores de Lima, considerando variables como la capitalización bursátil, el Price Earnings Ratio (PER) y el Return on Equity (ROE). Los resultados indicaron que el modelo es eficaz para identificar carteras eficientes y óptimas que permiten maximizar la rentabilidad ajustada al riesgo. El autor concluyó que la aplicación del modelo de Markowitz es válida para construir portafolios diversificados en el mercado peruano, aunque se deben considerar las particularidades del mercado local, como la liquidez y la falta de información continua, las cuales pueden afectar las decisiones de inversión y la construcción de carteras eficientes. Además, Gamarra destacó la importancia de utilizar herramientas estadísticas avanzadas y software especializado como Excel y SPSS para obtener los resultados más precisos en el análisis de la Bolsa de Valores de Lima.

Vásquez y Espinoza (2024). *La eficiencia de los portafolios de los Fondos Mutuos mixtos peruanos en el período 2019-2021*. Tesis para obtener el título profesional de Licenciado en Gestión con mención en Gestión Empresarial, Pontificia Universidad Católica del Perú. En su investigación, los autores tuvieron como objetivo analizar la eficiencia de los portafolios de los Fondos Mutuos mixtos peruanos durante los años 2019-2021, con énfasis en el impacto de las crisis sanitaria y política en la rentabilidad y el riesgo. Utilizando la Teoría Moderna del Portafolio de Markowitz, los autores calcularon la rentabilidad, el riesgo y la eficiencia de los fondos mediante una combinación de activos diversificados. Los resultados mostraron que, mientras que el año 2019 presentó una rentabilidad más estable, los años 2020 y 2021, marcados por la pandemia y la crisis política, disminuyeron la eficiencia de los portafolios. Sin embargo, la aplicación de la diversificación ayudó a mitigar parcialmente el riesgo. El autor concluyó que la eficiencia de los portafolios fue más alta en el año sin crisis (2019), pero que, mediante la correcta selección de activos, los fondos mutuos aún pudieron optimizar su desempeño frente a los retos de los años de crisis. Además, se propuso que los gestores de los fondos deben adaptar

constantemente sus estrategias de inversión para mantener la eficiencia en condiciones adversas.

## **2.2. Bases teóricas**

Las bases teóricas para esta investigación se centran en las teorías de diversificación y optimización de portafolios de inversión, fundamentales para estructurar el marco metodológico que guiará el análisis de la eficiencia de un portafolio compuesto por activos financieros internacionales. La diversificación es crucial para la gestión de riesgos en mercados volátiles, lo que nos lleva a entender cómo influye en la eficiencia de un portafolio de inversión durante el período 2020 – 2025.

### **2.2.1. Teoría de la Diversificación (Markowitz, 1952) y el modelo de Sharpe**

La teoría de la diversificación fue desarrollada por Harry Markowitz en su obra *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments* (1952). En esta obra, Markowitz introduce el concepto de frontera eficiente, que describe el conjunto de combinaciones de activos que minimizan el riesgo para un nivel dado de rendimiento esperado. Esta teoría es esencial para la construcción de portafolios de inversión eficientes, ya que propone que los inversionistas deben combinar activos con bajas correlaciones para reducir el riesgo total del portafolio sin afectar su rendimiento esperado.

Sin embargo, aunque la teoría de Markowitz es fundamental para la construcción de portafolios óptimos, sus supuestos pueden no reflejar las complejidades de los mercados reales. Por ejemplo, la teoría asume que los mercados son eficientes y que los inversionistas actúan de manera racional, lo que significa que los precios de los activos reflejan toda la información disponible. En la práctica, esto no siempre es así, ya que los mercados pueden ser ineficientes debido a información asimétrica o comportamientos irracionales de los inversionistas. Además, Markowitz utiliza datos históricos para estimar

las correlaciones y varianzas de los activos, lo que supone que el comportamiento pasado de los activos se repetirá en el futuro. Este supuesto puede ser problemático en mercados volátiles o durante eventos de crisis económicas, cuando los activos que antes no estaban correlacionados pueden empezar a moverse de manera similar. A pesar de estas limitaciones, la teoría sigue siendo un marco útil para los inversionistas que buscan reducir el riesgo global del portafolio mediante la selección estratégica de activos con baja correlación.

### **2.2.2. Bases Conceptuales**

#### **Portafolio de inversión**

El portafolio de inversión, también conocido como cartera de inversión, consiste en una selección de activos financieros que se cotizan en los mercados financieros. Las personas o empresas deciden colocar su dinero en una variedad de estos activos con el objetivo de obtener rendimientos. Al integrar un portafolio, el inversionista debe considerar varios aspectos, como el nivel de riesgo que está dispuesto a asumir y los objetivos financieros que espera alcanzar con su inversión.

Reilly y Brown (2011) definen un portafolio de inversión como un conjunto de activos financieros seleccionados por un inversionista, en el que se busca optimizar el rendimiento esperado ajustado al riesgo, diversificando entre diferentes tipos de activos con el fin de reducir la volatilidad total del portafolio. Este enfoque busca equilibrar la relación entre el rendimiento y el riesgo asumido por el inversionista, permitiendo maximizar la rentabilidad sin incrementar significativamente el riesgo.

Por otro lado, Elton y Gruber (2011) complementan esta definición al señalar que un portafolio de inversión no solo se compone de activos financieros individuales, sino que debe considerar las correlaciones entre estos activos para lograr una combinación eficiente

que permita gestionar adecuadamente el riesgo sistemático y no sistemático. La diversificación es clave, ya que la combinación de activos con características distintas puede reducir la volatilidad del portafolio en general.

Además, Markowitz (1952), en su teoría de la diversificación, establece que la clave para optimizar un portafolio es seleccionar activos con bajas correlaciones entre sí. De esta forma, el riesgo global del portafolio se puede reducir, incluso si algunos activos individuales muestran un alto riesgo. Así, la correcta composición de un portafolio depende de la selección estratégica de activos que se ajusten a los objetivos del inversionista, su tolerancia al riesgo y las condiciones del mercado.

### **Teoría del Índice de Treynor**

El índice de Treynor, desarrollado por Jack Treynor en 1965, es una medida utilizada para evaluar el rendimiento ajustado al riesgo de un portafolio de inversión. A diferencia del Ratio de Sharpe, que utiliza la desviación estándar como medida de riesgo, el índice de Treynor emplea el riesgo sistemático, medido por el beta del portafolio. Este índice calcula el exceso de rentabilidad del portafolio sobre la tasa libre de riesgo, dividido entre el beta del portafolio.

$$T = \frac{R_p - R_f}{\beta_p}$$

Donde:

- $T$  es el índice de Treynor.
- $R_p$  es la rentabilidad del portafolio.
- $R_f$  es la tasa libre de riesgo.
- $\beta_p$  es el beta del portafolio, que mide la sensibilidad del portafolio respecto a los movimientos del mercado.

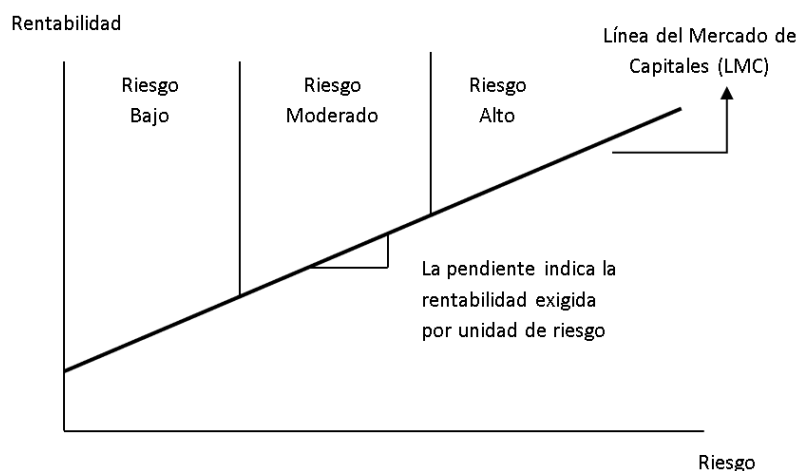
El índice de Treynor es útil para comparar la rentabilidad de diferentes portafolios que presentan distintos niveles de riesgo sistemático. Un valor más alto del índice de Treynor indica que el portafolio ha generado un mayor rendimiento por unidad de riesgo sistemático, lo cual es deseable para los inversionistas. Este índice resulta particularmente útil en el contexto de mercados donde el riesgo sistemático es un factor relevante, y donde la diversificación no elimina todo el riesgo (Treynor, 1965).

El índice de Treynor se aplica principalmente a los portafolios bien diversificados, ya que estos portafolios están expuestos principalmente al riesgo sistemático, siendo que los efectos del riesgo no sistemático se reducen significativamente a medida que se diversifican los activos del portafolio (Sharpe, 1964; Elton & Gruber, 1997).

### Medidas de Rendimiento y Riesgo

Al evaluar una inversión, el inversionista debe tener en cuenta la relación entre el riesgo y el rendimiento, ya que ambos están intrínsecamente relacionados. El gráfico a continuación muestra cómo, a medida que aumenta el riesgo, también lo hace el rendimiento esperado. En el mercado de capitales, esta relación se refleja en la línea de mercado de capitales, que ilustra las combinaciones de riesgo y rendimiento que los inversionistas pueden elegir.

**Figura 1** *Relación entre riesgo y rendimiento.*



Nota: En base a libro Investment Analysis & Portfolio Management (Reilly and Brown 2011)

El perfil del inversionista es un factor clave para determinar su tolerancia al riesgo, es decir, su capacidad para aceptar la variabilidad en el valor de su inversión. Según este perfil, un inversionista puede clasificarse como conservador, moderado o agresivo, lo cual influye en las decisiones de inversión.

- Inversionista Conservador: Busca estabilidad y minimiza las pérdidas potenciales.
- Inversionista Moderado: Busca un equilibrio entre rendimiento y estabilidad.
- Inversionista Agresivo: Está dispuesto a asumir un mayor riesgo en busca de mayores rendimientos.

En la construcción de un portafolio, es fundamental considerar el rendimiento de cada instrumento y el riesgo asociado con él. El riesgo total de un portafolio se calcula no solo mediante el rendimiento individual de los activos, sino también considerando las correlaciones entre los activos dentro del portafolio.

Según Bodie, Kane y Marcus (2014), “El rendimiento de un activo puede ser medido mediante dos estadísticas fundamentales: el rendimiento promedio, que nos indica la rentabilidad general que un activo ha generado, y la volatilidad, que refleja el grado de dispersión o incertidumbre de sus rendimientos” (p. 78).

#### **a. Medidas de Rentabilidad**

Al evaluar diferentes alternativas de inversión, es esencial comparar las tasas de rendimiento de los activos en función de su precio, la cual puede variar entre activos con características muy distintas. Por ejemplo, si se evalúan dos acciones, una de bajo costo pero sin dividendos y otra de alto costo con dividendos, es necesario calcular las tasas de rendimiento para determinar cuál ofrece un mejor retorno a lo largo del tiempo.

El rendimiento de una inversión se puede calcular como el cambio porcentual entre el precio inicial y el precio final de la acción. Por ejemplo, si una acción se compra por US\$400 y se vende por US\$420 al final del año, la rentabilidad sería del 10%.

$$\begin{aligned} PR &= \frac{\text{Valor Final de la Inversión}}{\text{Valor Inicial de la Inversión}} \\ &= (US\$400 / US\$420) - 1 \\ &= 10\% \end{aligned}$$

El riesgo de una inversión se mide mediante la varianza y la desviación estándar, que indican la dispersión de los rendimientos con respecto a su valor promedio. Mientras mayor sea la desviación estándar, mayor será el riesgo de la inversión.

- Varianza

La varianza es una medida estadística que mide la dispersión de los rendimientos de un activo respecto al promedio de esos rendimientos. Si las observaciones no son igualmente probables, se ajusta multiplicando por la probabilidad de cada retorno.

Si las observaciones son igualmente probables, la fórmula de la varianza para un activo  $i$  es:

$$\sigma^2 = \sum_{j=1}^N \frac{(R_{ij} - \bar{R}_i)^2}{N}$$

Dónde:

$\sigma^2$  = Varianza

$R_{ij}$  = Rentabilidad del activo  $i$

$\bar{R}_i$  = Rentabilidad Promedio del activo  $i$

Si las probabilidades de los rendimientos no son iguales (por ejemplo, si los rendimientos tienen diferentes probabilidades de ocurrir), la fórmula sería ligeramente modificada multiplicando por la probabilidad correspondiente a cada retorno:

$$\sigma^2 = \sum_{j=1}^N [P_{ij}(R_{ij} - \bar{R}_i)^2]$$

Para que:

$p_i$  = Probabilidad de que ocurra el rendimiento  $R_{ij}$ .

- Desviación estándar

La desviación estándar es otra forma de medir el riesgo y nos dice cuánto se alejan los rendimientos de un activo de su valor promedio. Cuanto mayor sea la desviación estándar, mayor será el riesgo de la inversión.

La desviación estándar se obtiene simplemente tomando la raíz cuadrada de la varianza:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{j=1}^N \frac{(R_{ij} - \bar{R}_i)^2}{N}}$$

Según Bodie, Kane y Marcus (2014), "la covarianza mide cómo los rendimientos de dos activos se mueven juntos. Si los rendimientos de dos activos son altamente correlacionados, la covarianza será alta, lo que indica que ambos activos tienden a moverse en la misma dirección"

- Covarianza y Correlación

La covarianza es el producto de dos desviaciones, por lo tanto, es importante hacer notar que  $\sigma_{ij} = \sigma_{ji}$  puesto que si se invierten los factores del producto no se altera el resultado.

La covarianza es una forma de saber cómo se comportan los rendimientos de dos instrumentos de inversión, es decir, si los dos aumentan, si los dos disminuyen, si uno aumenta y el otro disminuye o viceversa. Los instrumentos que son deseables en el portafolio son aquellos que varían en forma inversa, de esta manera se compensan las pérdidas y ganancias, por lo tanto la covarianza tiene un valor negativo. Cuando la covarianza tiende a ser cero, quiere decir que los rendimientos no guardan relación alguna.

Para estandarizar la medida de la covarianza se debe tener en cuenta la variabilidad de los dos activos individualmente.

$$r_{ij} = \frac{Cov_{ij}}{\sigma_i \sigma_j}$$

Dónde:

$r_{ij}$  = Coeficiente de Correlación de los retornos de dos activos

$\sigma_i$  = Desviación Standard de la rentabilidad del activo  $i$  ( $R_i$ )

$\sigma_j$  = Desviación Standard de la rentabilidad del activo  $j$  ( $R_j$ )

Cuando se estandarizar la covarianza por el producto de las desviaciones estándar individuales produce el coeficiente de correlación, El cual solo puede variar en un rango de -1 a +1. Un valor de +1 indica relación lineal positiva perfecta entre los activos y, esto

significa que los retornos de los dos activos financieros se mueven conjuntamente. Un valor de -1 indica una relación lineal negativa perfecta entre los retornos de los dos activos, de modo que cuando una tasa de rendimiento de los activos está por encima de su media, el otro tipo de activos de retorno será por debajo de su media en una cantidad comparable.

Hay que tener en cuenta que cuando todos los resultados conjuntos son igualmente probables, la covarianza se puede expresar como:

$$\sum_{j=1}^N \frac{(R_{1j} - \bar{R}_1)(R_{2j} - \bar{R}_2)}{N}$$

Donde N es el número de resultados conjuntos igualmente probables

### **Rendimiento de un portafolio de inversión**

Para calcular el rendimiento de un portafolio de inversión, es necesario contar con los rendimientos históricos de los activos que lo componen, así como la proporción del capital invertido en cada uno de estos activos.

Las variables clave para determinar el rendimiento total del portafolio ***R<sub>p</sub>*** son: el monto total invertido ***m***, el rendimiento de cada instrumento ***i***, y la proporción del total invertido que se asigna a cada instrumento, conocida como el "peso" del activo, denotado como ***w<sub>i</sub>***, donde ***i*** indica el activo específico. El rendimiento total del portafolio se calcula como un promedio ponderado de los rendimientos esperados de todos los activos que lo componen.

La fórmula para calcular el rendimiento esperado del portafolio es la siguiente:

$$\bar{R}_p = \sum_{i=1}^n w_i * \bar{R}_i$$

Se debe cumplir:  $\sum_1^n w_i = 100\%$

Donde:

$R_p$  = Rendimiento esperado del portafolio

$w_i$  = Proporción del monto de la inversión destinada al instrumento i

$\bar{R}_i$  = Rendimiento promedio del activo financiero individual.

### Riesgo de un portafolio de inversión

En el apartado anterior, hemos calculado el rendimiento de un portafolio multiplicando el peso de cada activo por su rendimiento promedio. Sin embargo, para obtener la desviación estándar del portafolio, no podemos simplemente multiplicar el peso de cada activo por su desviación estándar individual, ya que esto resultaría en un cálculo incorrecto.

Elton et al. (2009, p. 53) mencionan: "La varianza de una cartera es un poco más difícil de determinar que el retorno esperado." A continuación, procederemos a derivar la fórmula de la varianza para un portafolio compuesto por dos activos.

La fórmula de la varianza para un portafolio de dos activos es la siguiente:

$$\sigma_p^2 = E(R_p - \bar{R}_p)^2$$

$$\sigma_p^2 = E(R_p - \bar{R}_p)^2 = E[w_1 R_{1i} + w_2 R_{2j} - (w_1 \bar{R}_1 + w_2 \bar{R}_2)]^2$$

$$\sigma_p^2 = E(R_p - \bar{R}_p)^2 = E[w_1 (R_{1i} - \bar{R}_1) + w_2 (R_{2j} - \bar{R}_2)]^2$$

Sabemos que:

$$(x + y)^2 = x^2 + 2xy + y^2$$

Aplicando la expresión anterior obtenemos

$$\begin{aligned}\sigma_p^2 &= E[w_1^2(R_{1j} - \bar{R}_1)^2 + 2w_1w_2(R_{1j} - \bar{R}_1)(R_{2j} - \bar{R}_2) + w_2^2(R_{2j} - \bar{R}_2)^2] \\ \sigma_p^2 &= w_1^2E[(R_{1j} - \bar{R}_1)^2] + 2w_1w_2E[(R_{1j} - \bar{R}_1)(R_{2j} - \bar{R}_2)] + w_2^2E[(R_{2j} - \bar{R}_2)^2] \\ \sigma_p^2 &= w_1^2\sigma_1^2 + 2w_1w_2E[(R_{1j} - \bar{R}_1)(R_{2j} - \bar{R}_2)] + w_2^2\sigma_2^2 \\ &\quad \left[ (R_{1j} - \bar{R}_1)(R_{2j} - \bar{R}_2) \right]\end{aligned}$$

Representa a la covarianza, la cual es designada por la siguiente nomenclatura  $\sigma_{12}$

Sustituyendo el símbolo de la covarianza, la fórmula de la varianza queda de la siguiente manera:

$$\sigma_p^2 = w_1^2\sigma_1^2 + w_2^2\sigma_2^2 + 2w_1w_2\sigma_{12}$$

Markowitz en 1959 derivó la formula general de la desviación estándar del portafolio, la cual se muestra a continuación:

$$\sigma_p = \sqrt{\sum_{i=1}^n w_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n w_i w_j r_{ij} \sigma_i \sigma_j}$$

Dónde:

$\sigma_p$  = Varianza del portafolio

$w_i$  = Peso del activo individual del portafolio, donde el peso está determinado por

la proporción de inversión en el portafolio.

$\sigma_i^2$  = Varianza de la tasa de rentabilidad del activo  $i$

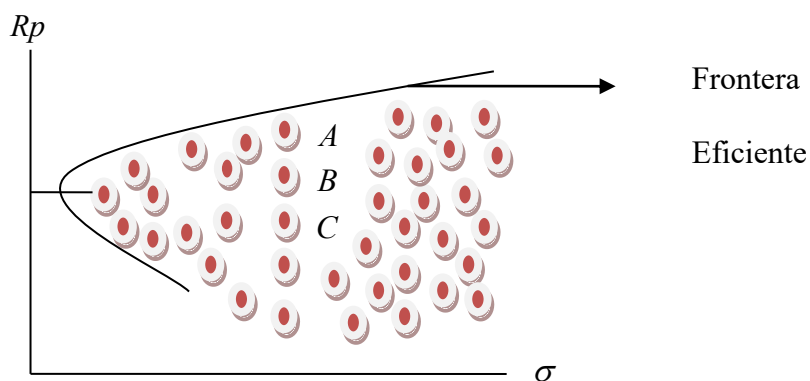
$\sigma_{ij}$  = Covarianza entre las tasas de retorno de los activos  $i$  y  $j$

Como podemos observar la desviación estándar del portafolio de inversión está en función del peso promedio de las varianzas individuales, además de las covarianzas ponderados de entre todos los activos de la cartera. Punto muy importante es que la desviación estándar de una cartera de activos abarca no sólo las varianzas de los activos individuales, sino que también incluye las covarianzas entre todos los pares de los activos individuales de la cartera.

Cuando se determinen las varianzas de los distintos portafolios de inversión, se deberá hallar la varianza mínima global, que es la menor posible para un portafolio dado, la cual lleva asociada una rentabilidad esperada dada para dicho portafolio, y por tanto, si el inversionista quisiera aumentar el retorno esperado de su portafolio, tendría que asumir un mayor valor para dicha varianza o, en otras palabras, vería incrementado su nivel de riesgo a la par con el aumento de su rentabilidad esperada

### **Portafolios Eficientes**

En esta sección nos enfocaremos en cómo determinar la proporción óptima para invertir en cada uno de los activos seleccionados para conformar un portafolio de inversión. El objetivo es maximizar los rendimientos para un nivel específico de riesgo, logrando lo que se conoce como un "portafolio eficiente". Un conjunto de portafolios eficientes permite obtener el mejor rendimiento posible para un nivel dado de riesgo, lo que se refleja en la llamada frontera eficiente.

**Figura 2** *Portafolios preferibles*

*Nota:* Fuente: Elaboración propia, basada en Markowitz, H. (1952). Portfolio selection: Efficient diversification of investments. *Journal of Finance*, 7(1), 77-91

En el figura 2, se relacionan en el eje vertical la rentabilidad del portafolio ( $R_p$ ) y en el eje horizontal el riesgo del portafolio ( $\sigma$ ). A partir de esta relación, podemos identificar distintos portafolios de inversión, algunos de los cuales son más atractivos que otros. Lo deseable es seleccionar aquel portafolio que proporcione el mayor rendimiento posible para un nivel dado de riesgo. Así, es preferible el portafolio A sobre el portafolio B, y el portafolio B sobre el C. Al mismo nivel de riesgo, la selección y proporción de la inversión en los instrumentos de inversión del portafolio A presentan el mayor rendimiento.

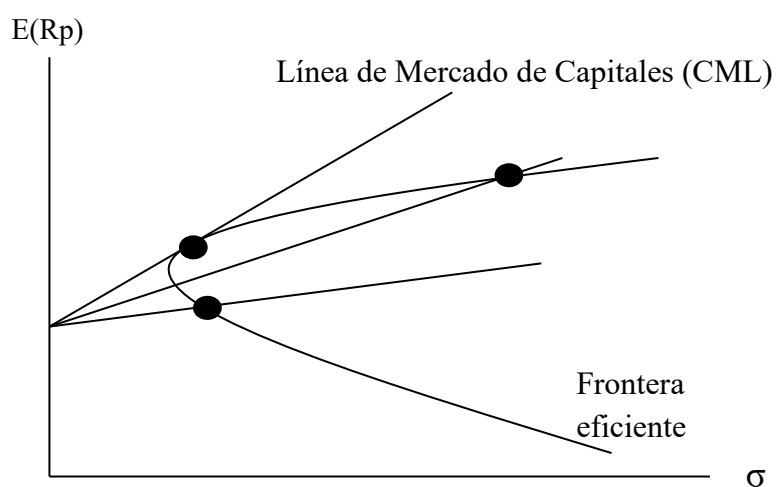
De acuerdo con el nivel de riesgo que el inversionista está dispuesto a asumir, éste puede ubicarse en cualquier punto de la frontera eficiente, dependiendo del nivel de riesgo que se desea aceptar.

### **Línea del Mercado de Capitales**

En el modelo de la teoría de selección de carteras visto anteriormente los activos que integraban las carteras eficientes eran activos riesgosos. Al aparecer un activo libre de riesgo, entendemos por tal, aquél que proporciona una rentabilidad conocida durante un

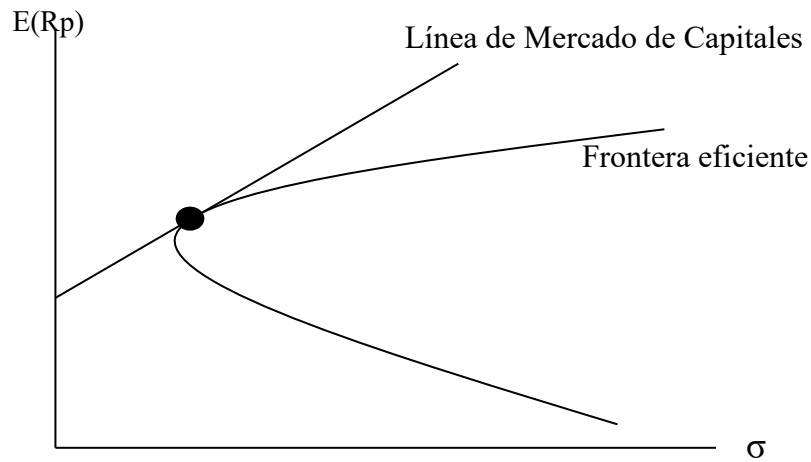
período analizado (y que normalmente se denomina  $R_f$ ), los inversionistas podrán colocar su dinero en ese activo. Según Sharpe (1970), el activo sin riesgo es un activo financiero. Algunos inversores poseen cantidades positivas en él: o sea, que solicitaran créditos, esto es lo que produce la introducción de un elemento distorsionante al modelo, puestos que los inversionistas podrán destinar parte de su presupuesto a invertirlo en dicho activo sin riesgo.

**Figura 3** *Incorporación del activo libre de riesgo*



*Nota:* Elaboración propia, basada en la teoría de la línea del mercado de capitales de Sharpe (1970)

En la figura 3 podemos observar la aparición de una tasa libre de riesgo  $R_f$  que se sitúa en el eje de las ordenadas y tendrá un riesgo igual a cero y, por lo tanto, covarianza cero con cualquiera de los activos ya existentes (los cuales eran todos activos riesgosos). La aparición del activo libre de riesgo amplía las posibilidades de inversión, dando lugar a nuevas combinaciones de activos libre de riesgo con activos riesgosos, en la figura 4 se muestra que una sola línea es la dominante, la cual se encuentra sobre el set eficiente.

**Figura 4** *La cartera de mercado*

*Nota:* Elaboración propia, basada en Sharpe, W. F. (1970). Portfolio theory and capital markets. McGraw-Hill.

### **Retorno Esperado Incluyendo la Tasa Libre de Riesgo**

Al igual que el retorno esperado de un portafolio de dos activos con riesgo, la tasa de retorno esperado de un portafolio que incluye una tasa libre de riesgo con activos riesgosos (llamado portafolio M) es el promedio ponderado de los dos retornos:

$$E(R_{port}) = w_{RF}(RFR) + (1 - w_{RF})E(R_M)$$

Donde:

$w_{RF}$  = Proporción del portafolio invertido en el activo libre de riesgo

$E(R_M)$  = Rentabilidad esperada del portafolio M

### **Riesgo Incluyendo la Tasa Libre de Riesgo**

Si derivamos la fórmula de la varianza para dos activos el portafolio queda de la siguiente manera:

$$\sigma_p^2 = w_1^2 \sigma_1^2 + w_2^2 \sigma_2^2 + 2w_1 w_2 \rho_{1,2} \sigma_1 \sigma_2$$

Sustituyendo el activo libre de riesgo por el activo 1 y el riesgo del portafolio M por el activo 2 la formula quedaría de la siguiente manera:

$$\sigma_p^2 = w_{RF}^2 \sigma_{RF}^2 + (1 - w_{RF})^2 \sigma_M^2 + 2w_{RF}(1 - w_{RF})\rho_{RF,M}\sigma_{RF}\sigma_M$$

Como se ha mencionado en el desarrollo del modelo que la varianza del activo libre de riesgo es cero, razón por la cual la correlación entre el activo libre de riesgo y el activo riesgoso M, es también cero, si ajustamos lo mencionado la varianza es la siguiente:

$$\sigma_p^2 = (1 - w_{RF})^2 \sigma_M^2$$

La desviación estándar es:

$$\sigma_p = \sqrt{(1 - w_{RF})^2 \sigma_M^2}$$

$$\sigma_p = (1 - w_{RF}) \sigma_M$$

Por lo tanto, el riesgo de un portafolio que combina un activo libre de riesgo con un portafolio M, es una relación lineal entre la desviación estándar y el riesgo del portafolio.

### **Combinación Riesgo – Rendimiento**

Con los resultados anteriores podemos desarrollar el riesgo – rendimiento relacionando la rentabilidad del portafolio y el riesgo del portafolio.

$$E(R_{port}) = (w_{RF})(RFR) + (1 - w_{RF})E(R_M) + \{RFR - RFR\}$$

$$E(R_{port}) = RFR - (1 - w_{RF})RFR + (1 - w_{RF})E(R_M)$$

$$E(R_{port}) = RFR + (1 - w_{RF})[E(R_M) - RFR]$$

$$E(R_{port}) = RFR + (1 - w_{RF})\{\sigma_M/\sigma_M\}[E(R_M) - RFR]$$

De modo que:

$$E(R_{port}) = RFR + \sigma_{port} \left[ \frac{E(R_M) - RFR}{\sigma_M} \right]$$

La ecuación final es el resultado principal de la teoría del mercado de capital, que se puede interpretar de la siguiente manera: los inversores que destinan su dinero entre un activo libre de riesgo y la Cartera M arriesgada pueden esperar un retorno igual a la tasa libre de riesgo más una compensación por unidad de riesgo que están aceptando.

### **2.2.3. Teoría complementaria: Teoría de Mercados Adaptativos**

#### **2.3.3.1 Teoría de Mercados Adaptativos**

La Teoría de Mercados Adaptativos es una alternativa a la clásica Teoría de Mercados Eficientes, que asume que los precios de los activos reflejan toda la información disponible y que los mercados siempre están en equilibrio. Según la Teoría de Mercados Adaptativos, los mercados no son estáticos ni eficientes de manera constante. En lugar de ajustarse de inmediato a toda la información disponible, los mercados responden gradualmente a las condiciones cambiantes, ya que los inversionistas adaptan su comportamiento en función de nuevas informaciones, cambios en el entorno económico y variaciones en el contexto del mercado.

El enfoque adaptativo reconoce que los mercados pueden ser inestables y no predecibles, ya que los inversionistas reaccionan a las condiciones del mercado de manera dinámica. Esta teoría sostiene que los precios de los activos no siempre reflejan toda la información disponible de forma eficiente en tiempo real, como en el modelo clásico de Mercados Eficientes de Fama (1970). En cambio, los mercados adaptativos sugieren que los inversionistas aprenden y ajustan sus estrategias de inversión a medida que cambian las condiciones del mercado.

En el contexto de la gestión de portafolios, la Teoría de Mercados Adaptativos es útil para comprender cómo los inversionistas se ajustan y responden a cambios graduales en el mercado, especialmente durante períodos de alta incertidumbre o volatilidad extrema.

Los modelos adaptativos permiten a los inversionistas ajustar sus portafolios dinámicamente, en lugar de adherirse estrictamente a estrategias fijas basadas en el supuesto de que los mercados siempre se equilibran de inmediato.

Sin embargo, la aplicación práctica de esta teoría presenta algunos desafíos. Aunque ofrece una perspectiva más flexible de los mercados, la teoría de mercados adaptativos depende de la capacidad de los inversionistas para adaptarse rápidamente a las fluctuaciones del mercado, lo que no siempre es posible, especialmente en mercados altamente volátiles o cuando los inversionistas no tienen información suficiente para tomar decisiones informadas. Además, a diferencia de otras teorías como la de Markowitz, que proporciona un enfoque cuantitativo, la teoría de mercados adaptativos se centra más en el comportamiento humano y la psicología del mercado, lo que la hace más subjetiva y menos medible en comparación con modelos más tradicionales de gestión de portafolios.

Por lo tanto, la Teoría de Mercados Adaptativos agrega una dimensión importante a la comprensión de los mercados financieros, al reconocer que no todos los mercados son eficientes de manera constante. Sin embargo, su aplicación práctica está limitada por la dificultad de modelar la adaptación humana y la complejidad de predecir cómo los inversionistas reaccionarán a los cambios en el entorno económico.

## **2.3. Definición de términos básicos**

### **Activo financiero**

Un activo financiero se refiere a cualquier instrumento que otorga un derecho sobre activos reales o flujos de efectivo futuros. Según Black & Scholes (1973), un activo financiero puede incluir instrumentos como acciones, bonos, futuros y derivados, que tienen la capacidad de generar retornos a partir de su valorización o el pago de flujos de efectivo.

### **Diversificación**

La diversificación es una estrategia de gestión de portafolios que busca reducir el riesgo total al distribuir el capital entre diferentes tipos de activos financieros. Esta práctica está basada en la premisa de que los activos no están perfectamente correlacionados, lo que permite que las fluctuaciones de un activo sean compensadas por las de otros. Según Markowitz (1952), la diversificación es fundamental para maximizar el rendimiento ajustado por riesgo en un portafolio.

### **Inversión financiera**

La inversión financiera consiste en la adquisición de activos financieros con la intención de generar rendimientos futuros. Estos rendimientos pueden derivarse de la apreciación de capital, como en el caso de las acciones, o de ingresos periódicos como intereses o dividendos. La inversión financiera se distingue de la inversión en activos reales, como bienes inmuebles o maquinaria, al estar más vinculada a mercados de capitales.

### **Riesgo**

El riesgo en un contexto financiero se refiere a la posibilidad de que los resultados de una inversión difieran de los resultados esperados. Este riesgo puede surgir de fluctuaciones en los precios de los activos, cambios económicos o eventos inesperados. Según Markowitz (1952), el riesgo sistemático es el componente de riesgo que no puede ser eliminado mediante la diversificación, mientras que el riesgo no sistemático puede ser mitigado diversificando adecuadamente el portafolio.

### **Rendimiento**

El rendimiento es el beneficio obtenido por una inversión durante un periodo de tiempo, generalmente expresado como un porcentaje del valor invertido. Este puede derivarse de ganancias de capital (aumento del valor del activo) y de ingresos periódicos (como dividendos o intereses).

## **CAPÍTULO III**

### **MARCO METODOLÓGICO**

#### **3.1. Nivel y tipo de investigación**

##### **3.1.1. Nivel de investigación**

###### **Correlacional – Explicativo**

En cuanto al nivel de investigación, este estudio presenta un nivel correlacional/explicativo, ya que se analiza la relación entre la diversificación de los portafolios (variable independiente) y la eficiencia de los mismos (variable dependiente). Según Sampieri et al. (2010), una investigación correlacional tiene como objetivo identificar y medir el grado de relación entre dos o más variables. En este caso, se pretende explorar cómo el grado de diversificación impacta directamente en la eficiencia de los portafolios, utilizando modelos como el de Markowitz (1952) para la construcción de carteras eficientes.

##### **3.1.2. Tipo de investigación**

El tipo de investigación de este estudio es aplicada, ya que busca resolver un problema práctico mediante la aplicación de conocimientos sobre la diversificación de portafolios y la eficiencia financiera en un caso real. Según Hernández Sampieri et al. (2010), la investigación aplicada utiliza los métodos teóricos con el fin de dar soluciones a problemas concretos. En este caso, se busca analizar la eficiencia de un portafolio compuesto por activos financieros internacionales, aplicando los conceptos de diversificación para evaluar su impacto en el rendimiento ajustado al riesgo.

### **3.2. Objeto de estudio**

El objeto de estudio de la presente investigación es la diversificación y la eficiencia financiera de un portafolio de inversión compuesto por activos financieros internacionales.

### **3.3. Unidades de análisis y unidades de observación**

Unidad de análisis: La unidad de análisis en esta investigación son las empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE).

Unidad de observación: Precios de cierre ajustado a dividendos y split de las acciones de las empresas que conformarán el portafolio de inversión.

### **3.4. Diseño de la investigación**

El diseño de la investigación es cuantitativo, no experimental y longitudinal, ya que se analizan datos históricos de 2020 a 2025 sin manipular las variables. En este enfoque, no se controlan ni modifican las variables de estudio, sino que se observa cómo se comportan de manera natural en su contexto real (Hernández Sampieri et al., 2010). Esto implica que no se realizan experimentos ni intervenciones directas por parte del investigador, sino que se utilizan datos existentes para estudiar las relaciones entre las variables de riesgo y rendimiento en el tiempo.

El estudio se lleva a cabo utilizando un enfoque longitudinal, dado que se analizan datos históricos de precios de cierre ajustados de los activos seleccionados. Este enfoque permite observar la evolución temporal de las variables de riesgo y rendimiento a lo largo del período de 2020 a 2025, y su impacto en la eficiencia financiera del portafolio.

La evaluación se realiza mediante el uso de modelos teóricos bien establecidos, como el Modelo de Markowitz para la construcción de carteras eficientes y el Ratio de Sharpe para medir el rendimiento ajustado al riesgo (Markowitz, 1952; Sharpe, 1966). Los datos históricos ajustados por dividendos y splits garantizan una medición precisa del

rendimiento real de los activos, lo que permite realizar un análisis riguroso y confiable sobre la eficiencia financiera del portafolio.

La estabilidad de la matriz de covarianzas fue un aspecto crítico en la construcción del modelo de optimización del portafolio. Dado que las estimaciones de covarianzas pueden ser altamente sensibles a la volatilidad de corto plazo, se optó por utilizar datos mensuales en lugar de diarios. Esta elección permitió mitigar el ruido inherente a los datos diarios y mejorar la estabilidad de las correlaciones entre los activos, haciendo que los resultados fueran más robustos y representativos de las relaciones estructurales subyacentes.

La elección de datos mensuales responde a la necesidad de encontrar un equilibrio entre la precisión y la estabilidad de las estimaciones. Si bien los datos diarios proporcionan un nivel detallado de información sobre las fluctuaciones del mercado, también introducen un alto nivel de ruido y volatilidad. Por otro lado, los datos trimestrales, aunque estables, pierden la capacidad de capturar movimientos importantes en el mercado. El uso de datos mensuales permite mantener una representación adecuada de las tendencias a medio plazo, sin sacrificar la estabilidad de la matriz de covarianzas ni perder detalles importantes sobre la dinámica de los activos.

### **3.5. Población y muestra**

La presente investigación considera como población a todas las empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE) durante el período de análisis de 2020 a 2025. Según datos de la NYSE, actualmente hay alrededor de 2,400 empresas listadas en esta bolsa, que incluyen grandes corporaciones nacionales e internacionales de diversos sectores como finanzas, energía, consumo y tecnología (NYSE, 2020).

La muestra se seleccionó mediante un muestreo estratificado, dividiendo la población en subgrupos homogéneos (estratos) tales como sectores económicos o

capitalización de mercado. Este enfoque garantiza que cada estrato esté representado de manera proporcional, mejorando la precisión del análisis del portafolio, tal como lo señalan Hernández Sampieri et al. (2010) y Lavrakas (2008). Según Cochran (1977), el muestreo estratificado aumenta la precisión de las estimaciones al considerar las variaciones dentro de cada estrato. Para garantizar una selección adecuada, se utilizaron características clave como el sector económico, la liquidez de los activos y la disponibilidad de datos históricos confiables. Empleando estos criterios, se seleccionaron entre 2 y 4 activos financieros representativos por cada estrato, constituyendo la base para la construcción y optimización de los portafolios analizados.

### **3.6. Métodos de investigación**

#### **3.6.1. Métodos generales de investigación**

##### **Hipotético-deductivo**

En esta investigación, se parte de la formulación de una hipótesis, la cual se somete a prueba mediante los modelos teóricos de Markowitz y el modelo de Sharpe para determinar si se acepta o se refuerza dicha hipótesis. Según Popper (1979), el método hipotético-deductivo es fundamental en la ciencia porque permite formular explicaciones o teorías que luego se ponen a prueba mediante la deducción de consecuencias que pueden ser verificadas. En este caso, la hipótesis se relaciona con la eficiencia de un portafolio diversificado y será validada a través del análisis de las teorías de Markowitz y Sharpe, las cuales son aplicadas a datos financieros reales.

##### **Analítico-Sintético**

Este método es utilizado para descomponer el problema de investigación en sus componentes principales riesgo, rentabilidad, correlación y eficiencia— con el fin de analizarlos de manera individual (análisis), y posteriormente integrar los resultados en una

visión global que permita comprender cómo la diversificación incide en la eficiencia del portafolio (síntesis).

Se utilizó el Modelo de Markowitz para la construcción de la frontera eficiente del portafolio y el Ratio de Sharpe para evaluar la rentabilidad ajustada al riesgo. Estos enfoques se emplean para analizar la eficiencia del portafolio mediante la diversificación de activos cotizantes en la Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE) durante el período 2020-2025.

### **3.6.2. Métodos específicos de investigación**

#### **Histórico**

Este método es utilizado para analizar el comportamiento de los datos históricos de precios de activos financieros. Según Gaddis (2002), el método histórico permite estudiar el pasado de forma sistemática para comprender cómo los eventos anteriores pueden influir en los resultados presentes y futuros. En este caso, los datos históricos de las empresas seleccionadas se analizaron para identificar patrones de comportamiento y realizar inferencias sobre cómo estos comportamientos pueden afectar la eficiencia de los portafolios de inversión propuestos durante el período de 2020-2025.

#### **Método estadístico**

Para analizar el riesgo y rendimiento de los portafolios propuestos, se emplearán diversas herramientas estadísticas, como la varianza, la desviación estándar, las correlaciones, la covarianza y la optimización de portafolios. Estas herramientas son fundamentales para determinar el comportamiento de las inversiones dentro del portafolio y entender las relaciones entre los distintos activos seleccionados. Según Bodie, Kane y Marcus (2014), la varianza y la desviación estándar son esenciales para medir el riesgo de

los activos financieros, ya que indican la dispersión de los rendimientos de un activo respecto a su promedio.

Markowitz (1952), en su teoría de la diversificación, utiliza estos métodos estadísticos para identificar combinaciones de activos que minimicen el riesgo total del portafolio. Asimismo, las correlaciones y la covarianza entre los activos permiten optimizar el portafolio, asegurando que los activos seleccionados no se muevan de manera simultánea en la misma dirección, lo que ayuda a reducir el riesgo global del portafolio.

Además de estas herramientas, se aplicará el método estadístico para calcular las varianzas, desviaciones estándar, correlaciones, optimización de portafolio y pruebas de significancia. Las pruebas de significancia se utilizaron para evaluar la validez estadística de los resultados obtenidos y determinar si las diferencias observadas entre los portafolios son estadísticamente significativas. Esto proporcionará un nivel de confianza adicional a los análisis y ayudará a tomar decisiones informadas en la gestión del portafolio.

Por otro lado, los rendimientos de los activos seleccionados fueron calculados utilizando rendimientos logarítmicos, lo que permite obtener una medición precisa de los cambios en los precios de los activos y facilitar comparaciones entre activos de diferentes magnitudes. Además, los precios fueron ajustados por dividendos cuando fue necesario, para reflejar correctamente las distribuciones realizadas por las empresas. Además, la tasa libre de riesgo fue calculada utilizando el rendimiento de los bonos del Tesoro de Estados Unidos a 10 años, considerados como los activos más seguros en los mercados financieros. Este rendimiento se utilizó como tasa de referencia para calcular el rendimiento ajustado al riesgo de los portafolios de inversión, ya que los bonos del Tesoro de EE.UU. son conocidos por su bajo riesgo.

### **3.7. Técnicas e instrumentos de investigación**

#### **3.7.1. Técnicas e instrumentos de recopilación de información**

Las técnicas de recopilación de información son los procedimientos y enfoques utilizados para obtener datos de manera sistemática, con el objetivo de cumplir con los fines de la investigación. Estas técnicas permiten organizar y estructurar la información de manera que se garantice su relevancia, validez y confiabilidad. En este estudio, se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos:

**Análisis documental:** Esta técnica consiste en revisar y analizar documentos existentes que contengan información relevante sobre los activos financieros seleccionados para el portafolio. El análisis documental permitió acceder a fuentes secundarias de datos históricos y actuales, como informes financieros, reportes económicos y bases de datos de plataformas especializadas.

**Instrumentos de recopilación:** Los instrumentos específicos para llevar a cabo esta técnica fueron las plataformas digitales como: Bloomberg el cual proporciona datos detallados sobre precios de activos, rendimientos y otras variables económicas claves, Yahoo Finance que ofrece información sobre rendimientos históricos de activos financieros y estadísticas de mercado, el Banco Central de Reserva del Perú (BCRP) que proporciona los precios de cierre ajustado, así como también informes financieros de empresas, los cuales incluyen estados de situación financiera, estados de resultados, dividendos, etc.

Estas plataformas e informes sirvieron como la base para la recopilación de datos que fueron analizados posteriormente para optimizar las estrategias de diversificación

### 3.7.2. Técnicas de procesamiento, análisis e interpretación de resultados

Para el procesamiento, análisis y discusión de los datos obtenidos, se emplearon diversas técnicas y herramientas estadísticas que permitirán determinar el riesgo y rendimiento del portafolio de inversión. Las técnicas utilizadas son las siguientes:

- **Análisis estadístico:** Se utilizaron fórmulas estadísticas a través de Microsoft Excel, que permitirán calcular y evaluar variables esenciales como el rendimiento, la varianza, la desviación estándar, la matriz de correlación y covarianza.
- **Análisis de optimización:** Se empleó el complemento SOLVER de Excel, que permite determinar el portafolio de mínimo riesgo, el portafolio de máxima rentabilidad y el portafolio eficiente.
- **Interpretación y discusión:** Los resultados obtenidos a través de los métodos anteriores fueron interpretados en función de las teorías de optimización de portafolios, como la teoría de Markowitz y el modelo de Sharpe. La discusión de los resultados se centró en evaluar la validez y confiabilidad del portafolio propuesto, comparando los resultados con los antecedentes de la investigación.

Para el procesamiento, análisis y discusión de los datos obtenidos, se emplearon diversas técnicas y herramientas estadísticas que permitieron determinar el riesgo y rendimiento del portafolio de inversión. Los pasos detallados del procedimiento son los siguientes:

- **Cálculo de rendimientos mensuales logarítmicos:** Se calcularon los rendimientos logarítmicos mensuales de cada activo dentro del portafolio a partir de los precios históricos de cierre ajustados. Estos rendimientos logarítmicos se calcularon utilizando la fórmula:

$$\text{Rendimiento logarítmico} = \ln \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right)$$

donde  $P_t$  es el precio del activo en el tiempo  $t$  y  $P_{t-1}$  es el precio en el período anterior. Esta metodología se utilizó debido a que los rendimientos logarítmicos tienen la ventaja de ser aditivos en el tiempo, lo que facilita la comparación entre activos de diferentes escalas de precios y permite una estimación más precisa de las variaciones en los precios. Los rendimientos logarítmicos obtenidos fueron utilizados como base para todas las evaluaciones posteriores del portafolio, incluyendo el cálculo de varianzas, covarianzas, y la optimización de los portafolios.

- Estimación de varianzas y covarianzas: Se procedió a calcular la varianza y la covarianza de los rendimientos de los activos, utilizando las fórmulas estadísticas adecuadas. Estos cálculos permitirán determinar el riesgo individual de cada activo y las relaciones de riesgo entre los activos, lo que es fundamental para la diversificación del portafolio.
- Construcción de portafolios: Con los rendimientos, varianzas y covarianzas estimadas, se procedió a la construcción de diferentes portafolios combinando los activos seleccionados. Esto incluye la creación de portafolios con diferentes niveles de diversificación, evaluando cómo las combinaciones afectan la rentabilidad ajustada al riesgo.
- Optimización con SOLVER: Utilizando el complemento SOLVER de Excel, se optimizaron los portafolios. El objetivo de esta optimización fue encontrar el portafolio de mínimo riesgo, el portafolio de máxima rentabilidad y el portafolio eficiente. El SOLVER ajustará las ponderaciones de los activos para maximizar la rentabilidad o minimizar el riesgo, según los objetivos establecidos.

- Evaluación con Ratio de Sharpe: Para cada portafolio construido, se calculó el Ratio de Sharpe, que mide el rendimiento ajustado al riesgo. Esta ratio permitió identificar los portafolios más eficientes, considerando tanto la rentabilidad como la volatilidad.
- Contrastes estadísticos: Finalmente, se realizaron pruebas de significancia para evaluar la validez y confiabilidad de los portafolios propuestos. Se utilizó herramientas estadísticas como el ANOVA para determinar si las diferencias observadas entre los portafolios son estadísticamente significativas.

La interpretación y discusión de los resultados obtenidos a través de estos pasos se basaron en las teorías de optimización de portafolios, como la teoría de Markowitz y el modelo de Sharpe. Se compararon los resultados obtenidos con los antecedentes de la investigación, evaluando la efectividad de las estrategias de diversificación y la eficiencia de los portafolios construidos.

## **CAPÍTULO IV**

### **ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

El presente capítulo, analiza e interpreta los resultados obtenidos a partir del procesamiento de la información de los activos seleccionados que cotizan en la Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE) durante el período comprendido entre 2020 y 2025. El propósito de este análisis es determinar cómo la diversificación sectorial incide en la eficiencia del portafolio de inversión, expresada a través de los indicadores de riesgo y rentabilidad.

La diversificación sectorial juega un papel fundamental en la construcción de un portafolio eficiente, ya que permite reducir el riesgo no sistemático al combinar activos provenientes de diferentes sectores económicos. Markowitz (1952) argumentó que la diversificación permite minimizar el riesgo sin sacrificar el rendimiento esperado, y que un portafolio con activos de sectores diferentes puede reducir las fluctuaciones del rendimiento al incluir activos con bajas correlaciones entre sí. Según él, un portafolio bien diversificado debería maximizar los rendimientos ajustados al riesgo al incorporar activos de sectores que respondan de manera diferente a las condiciones del mercado (Markowitz, 1952). La teoría de Markowitz se mantiene como uno de los pilares fundamentales en la gestión de carteras, respaldada por numerosos estudios y revisiones que evidencian cómo la diversificación ayuda a mejorar la rentabilidad ajustada al riesgo (Fama & French, 1992; Sharpe, 1966).

Además, esta metodología ha sido ampliamente aceptada, dado que no solo reduce el riesgo, sino que también permite a los inversionistas mitigar los efectos negativos de las fluctuaciones económicas que afectan a sectores específicos, mejorando así la estabilidad y maximizando los rendimientos a largo plazo. Por ejemplo, un estudio de Elton, Gruber,

& Blake (2014) demuestra que la diversificación sectorial tiene un impacto directo en la mejora de la rentabilidad ajustada al riesgo en portafolios de inversión de largo plazo.

El estudio se desarrolló siguiendo un diseño no experimental, de tipo explicativo y transversal, dado que no se manipularon las variables de forma intencionada, sino que se observó el comportamiento real de los activos financieros en un periodo específico. Este enfoque permitió evaluar empíricamente la teoría de la diversificación propuesta por Markowitz (1952), la cual sostiene que un portafolio adecuadamente diversificado puede reducir el riesgo no sistemático sin sacrificar el rendimiento esperado. Para medir la eficiencia del portafolio, se utilizó el Ratio de Sharpe (1966), como indicador ajustado al riesgo, el cual ha sido ampliamente utilizado en estudios académicos como una herramienta clave para evaluar la relación riesgo-rentabilidad de los portafolios de inversión.

#### **4.1. Análisis financiero de los activos que cotizan en la Bolsa de valores de Nueva York (NYSE), para conformar un portafolio eficiente.**

El análisis financiero de los activos seleccionados se centró en cuatro acciones representativas de distintos sectores económicos. La selección de estas acciones se realizó con base en criterios financieros clave que reflejan el desempeño y la rentabilidad potencial de cada empresa. Entre estos criterios se destacan los dividendos y ratios financieros, tales como la rentabilidad sobre los activos (ROA), la rentabilidad sobre el patrimonio (ROE) y el EBITDA (Beneficios antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización).

Los dividendos son una de las principales formas en que las empresas recompensan a sus accionistas, distribuyendo parte de sus ganancias. Estos pagos periódicos, que pueden ser trimestrales, semestrales o anuales, son una señal de la capacidad de una empresa para generar beneficios sostenibles a lo largo del tiempo (Brigham & Ehrhardt, 2016). En términos generales, un alto rendimiento por dividendos puede ser un indicador de estabilidad financiera y de una política de remuneración atractiva para los inversores que buscan ingresos pasivos.

Esta métrica, al reflejar la rentabilidad directa para los accionistas, es crucial al momento de considerar la estabilidad financiera y el atractivo de una acción en un portafolio.

En cuanto a los ratios financieros, estos proporcionan una medida del desempeño económico de una empresa a través de indicadores que permiten evaluar su eficiencia y rentabilidad. La rentabilidad sobre los activos (ROA) es uno de estos indicadores clave, ya que mide la eficiencia con la que una empresa utiliza sus activos para generar beneficios. Se calcula dividiendo el beneficio neto entre el total de activos. Un ROA elevado indica que la empresa está utilizando eficazmente sus activos para generar ingresos, lo que es crucial para la selección de activos en un portafolio eficiente (Damodaran, 2012).

Por otro lado, la rentabilidad sobre el patrimonio (ROE) mide cuánta rentabilidad genera una empresa sobre el capital invertido por los accionistas. Este ratio se obtiene dividiendo el beneficio neto entre el patrimonio neto de la empresa. Un ROE alto indica que la empresa está utilizando eficientemente los fondos de los accionistas para generar ganancias, lo cual es un factor importante al evaluar la solidez financiera de una empresa dentro de un portafolio de inversión (Koller, Goedhart, & Wessels, 2015).

Finalmente, el EBITDA (Beneficios antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización) es un indicador ampliamente utilizado para medir la rentabilidad operativa de una empresa, ya que excluye los efectos de la financiación y los costos no operativos. Este indicador es útil porque refleja la capacidad de la empresa para generar beneficios a partir de sus operaciones principales, sin estar afectado por las decisiones financieras o los gastos de depreciación (Higgins, 2012). Un EBITDA alto generalmente indica que la empresa tiene una capacidad sólida para generar ganancias operativas, lo que la convierte en una opción atractiva para un portafolio de inversión.

La combinación de estos indicadores, dividendos y ratios financieros, permite realizar un análisis integral del desempeño económico de las empresas seleccionadas. Este análisis, al

evaluar tanto la capacidad de generar ingresos recurrentes como la eficiencia en el uso de los recursos, es fundamental para la conformación de un portafolio eficiente que maximice el retorno esperado y minimice los riesgos asociados a las inversiones.

#### **4.1.1. The Coca-Cola Company (KO) – sector consumo**

The Coca-Cola Company, una de las principales empresas multinacionales en el sector de bebidas no alcohólicas, ha mantenido un desempeño destacado a lo largo de los años, tanto en términos operativos como financieros. Uno de los aspectos más relevantes al analizar su desempeño como activo en un portafolio de inversión es el comportamiento de sus dividendos, los cuales son un reflejo de su solidez financiera y su compromiso con los accionistas. Los dividendos son una medida crucial para los inversionistas que buscan no solo la apreciación del capital, sino también ingresos pasivos constantes.

Los dividendos de Coca-Cola se encuadran dentro de la categoría de Income Stocks. Este tipo de acciones paga dividendos excepcionalmente grandes, que los inversionistas pueden utilizar como una fuente de ingresos sin necesidad de vender las acciones. Sin embargo, el precio de este tipo de acciones generalmente no aumenta a un ritmo tan rápido como otras acciones de crecimiento. A pesar de esto, las Income Stocks son populares entre los inversionistas que buscan rendimientos estables y predecibles a través de dividendos consistentes.

**Tabla 3** *Dividendos por año de The Coca-Cola Company: 2015-2025*

| <b>AÑO</b> | <b>DIVIDENDO</b> | <b>VAR%</b> |
|------------|------------------|-------------|
| 2015       | 1.32             | -           |
| 2016       | 1.4              | 6.06        |
| 2017       | 1.48             | 5.71        |
| 2018       | 1.56             | 5.41        |
| 2019       | 1.6              | 2.56        |
| 2020       | 1.64             | 2.50        |
| 2021       | 1.68             | 2.44        |
| 2022       | 1.76             | 4.76        |
| 2023       | 1.84             | 4.55        |
| 2024       | 1.94             | 5.43        |
| 2025       | 2.04             | 5.15        |

*Nota:* Elaboración propia, obtenida de <https://finance.yahoo.com/quote/KO/history/>

El análisis de los dividendos de The Coca-Cola Company durante el período 2015-2025 revela una tendencia general de crecimiento continuo en los pagos a los accionistas, lo que denota una gestión sólida y una política de distribución de beneficios estable

Los dividendos anuales han mostrado un incremento progresivo, pasando de 1.32 USD por acción en 2015 a 2.04 USD en 2025, lo que representa una mejora constante de la rentabilidad para los inversionistas.

La variación porcentual anual de los dividendos también refleja este crecimiento. En 2016, la compañía experimentó un aumento significativo de 6.06%, seguido por variaciones moderadas en los años posteriores, como 5.71% en 2017 y 5.41% en 2018. A partir de 2019, la variación porcentual comenzó a estabilizarse, con un crecimiento más constante, oscilando entre 2.44% y 5.43% en los últimos años.

Este patrón de aumento sostenido en los dividendos, acompañado de un control efectivo de la variación porcentual, es un indicador de la solidez financiera de Coca-Cola, que ha sido capaz de adaptarse a las fluctuaciones del mercado y mantener un flujo de dividendos favorable para sus accionistas. Además, la rentabilidad por dividendos se alinea con las expectativas de los inversionistas que buscan ingresos pasivos regulares y crecimiento sostenido.

**Figura 5** *Evolución del dividendo anual de The Coca-Cola Company, 2015-2025.*



*Nota:* Elaboración propia, obtenida de <https://finance.yahoo.com/quote/KO/history/>.

El gráfico muestra de manera clara la evolución de los dividendos a lo largo de los años, destacando la tendencia alcista en la remuneración a los accionistas. Este comportamiento refuerza la percepción de Coca-Cola como una inversión estable y atractiva dentro del mercado, especialmente para aquellos inversionistas interesados en activos con crecimiento constante y bajo riesgo. Por todo lo anterior, se eligió a Coca-Cola para conformar el portafolio, ya que presenta un excelente indicador de dividendos, lo cual la convierte en una opción atractiva para los inversionistas que buscan rentabilidad sostenible y crecimiento en el tiempo.

A continuación, se presentan los ratios financieros clave de Coca-Cola para el período 2015-2025, que incluyen indicadores como la rentabilidad sobre los activos (ROA), la rentabilidad sobre el patrimonio (ROE) y el EBITDA. Estos ratios proporcionan una visión integral de la eficiencia operativa y la rentabilidad de la empresa, complementando el análisis de los dividendos y permitiendo una evaluación más completa de su desempeño financiero.

**Tabla 4** Ratios financieros de The Coca-Cola Company.

| RATIOS FINANCIEROS          |            |            |            |            |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|
|                             | 2021       | 2022       | 2023       | 2024       |
| Rentabilidad activos (%)    | 10.57%     | 10.29%     | 10.97%     | 10.57%     |
| Rentabilidad patrimonio (%) | 42.48%     | 39.59%     | 41.30%     | 42.77%     |
| EBITDA (Miles USD)          | 15.474.000 | 13.828.000 | 15.607.000 | 15.817.000 |

*Nota:* Elaboración propia, obtenida de <https://finance.yahoo.com/quote/KO/history/>

### **Rentabilidad de los Activos (ROA)**

La Rentabilidad de los Activos se calcula como el cociente entre los Ingresos Netos de Operaciones Continuas y los Activos Totales. Este ratio refleja la capacidad de la empresa para generar beneficios utilizando sus activos. En 2021, la rentabilidad de los activos fue de 0.1057, lo que indica que, por cada unidad monetaria invertida en activos, Coca-Cola generó 10.57% de beneficio. A lo largo de los años, el ratio mostró una ligera disminución, alcanzando 0.1029 en 2022, y luego un repunte en 2023, con 0.1097, estabilizándose en 0.1057 en 2024. A pesar de estas pequeñas fluctuaciones, la rentabilidad de los activos se mantuvo relativamente constante, lo que sugiere que Coca-Cola ha logrado mantener un rendimiento estable sobre sus activos, reflejando una eficiencia operativa sólida y sin grandes variaciones.

### **Rentabilidad del Patrimonio (ROE)**

Este ratio mide la rentabilidad que los accionistas obtienen de su inversión en la empresa, calculándose como el cociente entre los Ingresos Netos de Operaciones Continuas y el Patrimonio Neto. En 2021, la rentabilidad sobre el patrimonio fue de 0.4248, lo que significa que los accionistas recibieron un 42.48% de retorno sobre su inversión. Sin embargo, este ratio experimentó una ligera disminución en los años siguientes, con 0.3959 en 2022 y 0.4130 en 2023, aunque sigue reflejando una rentabilidad alta en términos históricos. En 2024, el ratio mostró una recuperación, alcanzando 0.4277, lo que indica un leve aumento en el rendimiento de la inversión de los accionistas. A pesar

de la ligera reducción durante los años intermedios, Coca-Cola sigue demostrando una sólida capacidad para generar beneficios para sus accionistas.

#### **EBITDA (Beneficio antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización)**

El EBITDA es una medida clave de la rentabilidad operativa de una empresa, ya que refleja su capacidad de generar beneficios antes de considerar los gastos no operativos. En 2021, Coca-Cola reportó un EBITDA de 15.474 miles de millones de USD, que aumentó gradualmente a 15.817 miles de millones de USD en 2024. Este crecimiento sugiere que Coca-Cola ha mejorado su eficiencia operativa, generando más beneficios operativos a lo largo del período analizado. A pesar del aumento de los costos operativos, la mejora en el EBITDA demuestra que la empresa ha sido capaz de gestionar eficientemente sus operaciones y generar mayor rentabilidad, lo que refleja un desempeño positivo.

#### **4.1.2. American Express Company (AXP) – Sector Financiero.**

American Express Company, una de las principales entidades financieras en el sector de servicios de pago, ha demostrado un desempeño destacado durante los últimos años. Esta compañía es conocida por su sólido modelo de negocio, que incluye productos financieros como tarjetas de crédito, servicios bancarios y soluciones de pagos. En términos de inversión, uno de los aspectos más relevantes para los accionistas es la evolución de sus dividendos, los cuales no solo reflejan la solidez financiera de la empresa, sino también su capacidad para generar ingresos sostenibles a lo largo del tiempo. Los dividendos de American Express representan una fuente clave de rentabilidad pasiva para los inversionistas, además de la apreciación de capital, haciendo de esta compañía una opción atractiva en el sector financiero.

**Tabla 5** *Dividendos por año de American Express Company, 2015-2025.*

| AÑO  | DIVIDENDO | VAR%  |
|------|-----------|-------|
| 2015 | 1.04      | -     |
| 2016 | 1.19      | 14.42 |
| 2017 | 1.31      | 10.08 |
| 2018 | 1.44      | 9.92  |
| 2019 | 1.6       | 11.11 |
| 2020 | 1.72      | 7.50  |
| 2021 | 1.72      | 0.00  |
| 2022 | 1.99      | 15.70 |
| 2023 | 2.32      | 16.58 |
| 2024 | 2.7       | 16.38 |
| 2025 | 3.16      | 17.04 |

*Nota:* Elaboración propia, obtenida de <https://finance.yahoo.com/quote/AXP/history/>

El análisis de los dividendos de American Express Company (AXP) muestra una tendencia sólida y creciente en los pagos a los accionistas durante el período de 2015 a 2025. Los dividendos anuales de la empresa han crecido de 1.04 USD por acción en 2015 a 3.16 USD en 2025, reflejando un incremento progresivo en la rentabilidad para los inversionistas. Este aumento en los dividendos es particularmente relevante, dado que refleja el crecimiento sostenido de la empresa, su capacidad para generar beneficios y su compromiso con la remuneración a sus accionistas.

La variación porcentual anual muestra un patrón de crecimiento destacado, especialmente en los primeros años. En 2016, la empresa experimentó una variación del 14.42%, mientras que en 2017 y 2018 se mantuvo en niveles elevados de 10.08% y 9.92%, respectivamente. A pesar de una ligera desaceleración en 2021, con una variación del 0%, la empresa logró retomar un ritmo de crecimiento robusto, alcanzando un 16.38% en 2024 y un impresionante 17.04% en 2025.

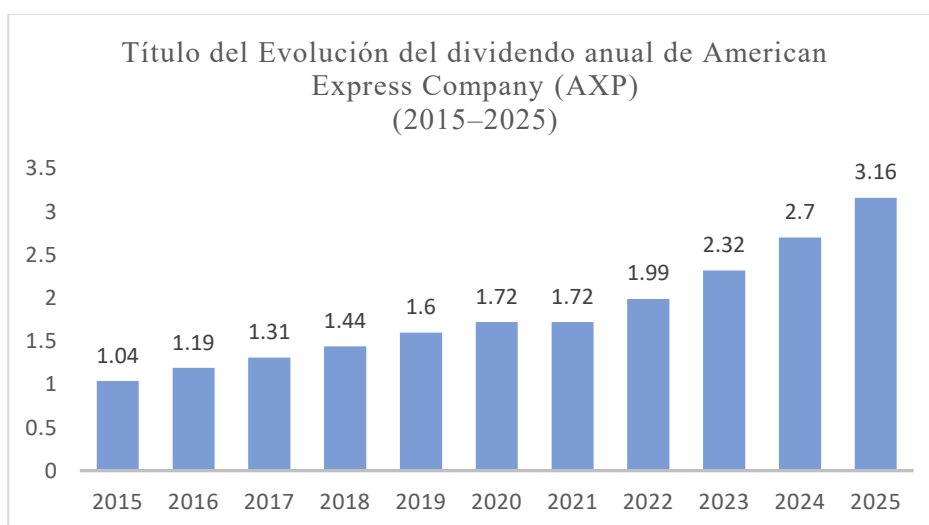
El gráfico de la evolución de los dividendos muestra claramente el crecimiento sostenido de los dividendos a lo largo de los años. La tendencia alcista, especialmente en los últimos años, resalta el buen desempeño financiero de American Express, que ha

logrado mejorar su capacidad de distribución de beneficios incluso en un contexto económico desafiante.

Este análisis indica que la compañía ha sido capaz de adaptar sus políticas de dividendos a las condiciones del mercado, lo que la convierte en una opción atractiva para los inversionistas que buscan rendimientos crecientes y estables. Además, la alta variación porcentual de los dividendos en los últimos años subraya la mejora en la rentabilidad de la empresa, indicando que ha logrado una gestión financiera eficiente y un crecimiento sostenido a pesar de las fluctuaciones del mercado.

En conclusión, los dividendos de American Express Company presentan una atractiva opción de inversión para aquellos interesados en una rentabilidad creciente y constante. La empresa demuestra una gestión sólida que favorece tanto la estabilidad como el crecimiento en sus pagos a los accionistas, lo que contribuye a la formación de un portafolio eficiente. Por todo lo anterior, se eligió a American Express para conformar el portafolio, ya que presenta un excelente indicador de dividendos, lo cual la convierte en una opción de inversión atractiva para aquellos que buscan rentabilidad constante y creciente a lo largo del tiempo.

**Figura 6** *Evolución del dividendo anual de American Express Company 2015-2025.*



*Nota:* Elaboración propia, obtenida de <https://finance.yahoo.com/quote/AXP/history/>.

El gráfico muestra la evolución de los dividendos anuales de American Express Company (AXP) durante el período 2015-2025. A lo largo de estos años, los dividendos han experimentado un crecimiento progresivo, reflejando una tendencia general de mejora en los pagos a los accionistas y una gestión financiera exitosa de la empresa.

Desde 2015 hasta 2019, los dividendos mostraron un aumento constante, subiendo de 1.04 USD por acción en 2015 a 1.72 USD en 2019. Este comportamiento sugiere un crecimiento moderado pero sostenido en la rentabilidad de la empresa. A pesar de algunas fluctuaciones pequeñas en las tasas de variación porcentual de los dividendos, la compañía mantuvo un rendimiento estable, lo que favoreció la percepción de los inversionistas.

A partir de 2020, el dividendo se mantuvo estable en 1.72 USD, y aunque la variación porcentual fue mínima en 2021, la empresa empezó a retomar un crecimiento más robusto en los años siguientes. En 2022, los dividendos aumentaron significativamente a 1.99 USD por acción, seguido por incrementos constantes en 2023 (2.32 USD), 2024 (2.7 USD) y 2025 (3.16 USD), lo que refleja un sólido retorno para los accionistas.

Este crecimiento en los dividendos resalta la recuperación exitosa de la empresa después de los desafíos enfrentados durante la pandemia y la crisis económica global, consolidando a American Express como una opción atractiva para los inversionistas que buscan rendimientos crecientes y estables a largo plazo.

El gráfico resalta claramente el patrón ascendente en los dividendos a lo largo de los años, lo que subraya no solo la solidez financiera de la compañía, sino también su compromiso con la distribución de beneficios a sus accionistas en un entorno económico volátil. Este comportamiento hace de American Express una opción sólida en la construcción de un portafolio eficiente, destacándose por su capacidad para adaptarse a las condiciones del mercado y seguir generando rendimientos crecientes.

**Tabla 6** Ratios financieros American Express Company

| RATIOS FINANCIEROS          |            |           |           |           |
|-----------------------------|------------|-----------|-----------|-----------|
|                             | 2021       | 2022      | 2023      | 2024      |
| Rentabilidad activos (%)    | 3.73%      | 3.29%     | 3.21%     | 3.73%     |
| Rentabilidad patrimonio (%) | 36.34%     | 30.41%    | 29.85%    | 33.47%    |
| EBITDA (Miles USD)          | 10.129.000 | 8.374.000 | 7.514.000 | 8.060.000 |

*Nota:* Elaboración propia, obtenida de <https://finance.yahoo.com/quote/AXP/history/>.

### **Rentabilidad de los Activos (ROA)**

El Ratio de Rentabilidad de los Activos (ROA) mide la capacidad de la empresa para generar beneficios utilizando sus activos. En 2021, el ROA fue de 3.73%, lo que implica que la empresa generó un beneficio del 3.73% por cada unidad invertida en activos. Sin embargo, en 2022 y 2023, se observó una disminución en este ratio, alcanzando 3.29% y 3.21%, respectivamente. Este descenso sugiere que la eficiencia en el uso de los activos de la empresa fue algo menor durante estos años. A pesar de esto, el ROA recuperó su valor original en 2024, alcanzando nuevamente 3.73%. Este comportamiento indica que la empresa ha logrado estabilizar su rentabilidad sobre los activos y ha vuelto a generar los mismos rendimientos que en el inicio del período.

### **Rentabilidad del Patrimonio (ROE)**

El ROE (Rentabilidad sobre el Patrimonio) es un indicador de la rentabilidad que los accionistas reciben de su inversión en la empresa. En 2021, la rentabilidad fue de 36.34%, lo que representa un retorno bastante alto sobre la inversión de los accionistas. Sin embargo, este ratio experimentó una disminución en los años siguientes, llegando a 30.41% en 2022 y 29.85% en 2023. A pesar de esta ligera caída, el ROE sigue siendo sólido en términos históricos. En 2024, se produjo una leve mejora, alcanzando 33.47%, lo que indica un repunte en la rentabilidad para los accionistas en comparación con los años anteriores. Aunque hubo fluctuaciones, la empresa continúa mostrando una rentabilidad atractiva para los inversionistas, manteniéndose por encima de los estándares del mercado.

**EBITDA (Beneficio antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización)**

El EBITDA es un indicador clave de la rentabilidad operativa, ya que refleja los beneficios generados por las operaciones antes de considerar los efectos de los intereses, impuestos y otros gastos no operativos. En 2021, la empresa reportó un EBITDA de 10.129 millones de USD, que disminuyó en 2022 a 8.374 millones de USD. En 2023, el EBITDA continuó su descenso, alcanzando 7.514 millones de USD. Sin embargo, en 2024, la empresa experimentó una leve recuperación, alcanzando 8.060 millones de USD. Este repunte sugiere que la empresa fue capaz de mejorar su eficiencia operativa después de enfrentar un período de bajos rendimientos operativos, lo cual es una señal positiva para los inversionistas, ya que indica una recuperación en la generación de beneficios a partir de sus actividades principales.

En resumen, los ratios financieros de esta empresa muestran una rentabilidad sólida, aunque con algunas fluctuaciones. Mientras que el ROA y el ROE experimentaron ciertas caídas, la recuperación en 2024 demuestra que la empresa tiene un buen control sobre sus recursos y sigue siendo rentable. A pesar de una disminución en el EBITDA durante los primeros años, la leve mejora en 2024 resalta la capacidad de la empresa para recuperar su eficiencia operativa. Estos resultados sugieren que la empresa tiene un buen potencial para ofrecer rendimientos sostenibles a largo plazo, siendo una opción atractiva para conformar el portafolio diversificado.

**4.1.3. Occidental Petroleum Corporation (OXY) – sector energético.**

Occidental Petroleum Corporation, una de las principales empresas en el sector energético, se dedica a la exploración, producción y comercialización de petróleo y gas natural. A lo largo de los años, ha mostrado un desempeño financiero robusto. Uno de los aspectos clave para los inversionistas de OXY es la evolución de sus dividendos, los cuales reflejan tanto la capacidad de la empresa para generar ingresos sostenibles, como su compromiso con

la remuneración a los accionistas. A pesar de las fluctuaciones del mercado de energía, Occidental Petroleum sigue siendo una opción atractiva para quienes buscan participar en el crecimiento del sector energético, con una recuperación gradual en sus pagos de dividendos que refuerza su perfil como una inversión a largo plazo.

**Tabla 7** *Dividendos por año de Occidental Petroleum Corporation, 2015-2025.*

| AÑO  | DIVIDENDO | VAR%    |
|------|-----------|---------|
| 2015 | 2.99      | -       |
| 2016 | 3.02      | 0.84    |
| 2017 | 3.06      | 1.32    |
| 2018 | 3.10      | 1.31    |
| 2019 | 3.14      | 1.29    |
| 2020 | 0.82      | -73.89  |
| 2021 | 0.04      | -95.12  |
| 2022 | 0.52      | 1200.00 |
| 2023 | 0.72      | 38.46   |
| 2024 | 0.88      | 22.22   |
| 2025 | 0.96      | 9.09    |

*Nota:* Elaboración propia, obtenida de <https://finance.yahoo.com/quote/OXY/history>.

El análisis de los dividendos de Occidental Petroleum Corporation (OXY) muestra una evolución notablemente similar a la de American Express, con un comportamiento relativamente estable entre 2015 y 2019, seguido de una caída abrupta en 2020 debido a factores externos como la pandemia de COVID-19.

Durante los primeros cinco años (2015-2019), los dividendos aumentaron de 2.99 USD por acción en 2015 a 3.14 USD en 2019. Este crecimiento estable refleja una sólida rentabilidad de la empresa y su capacidad para generar ingresos y compartirlos con los accionistas de manera constante. En particular, los años 2016, 2017 y 2018 muestran un crecimiento moderado pero sostenido en los dividendos, con una variación porcentual anual de 0.84%, 1.32% y 1.31%, respectivamente.

Sin embargo, en 2020, la empresa experimentó una caída drástica en sus dividendos, con un descenso del 73.89%, resultando en un pago de solo 0.82 USD por acción. Este desplome está vinculado principalmente a la crisis económica provocada por la pandemia, que

afectó severamente al sector energético, particularmente a las empresas petroleras como Occidental Petroleum.

En 2021, los dividendos cayeron aún más, alcanzando un mínimo de 0.04 USD, con una variación porcentual de -95.12%. Este ajuste en los dividendos probablemente estuvo relacionado con la continuada inestabilidad económica y la necesidad de la empresa de conservar efectivo durante los momentos más críticos de la crisis.

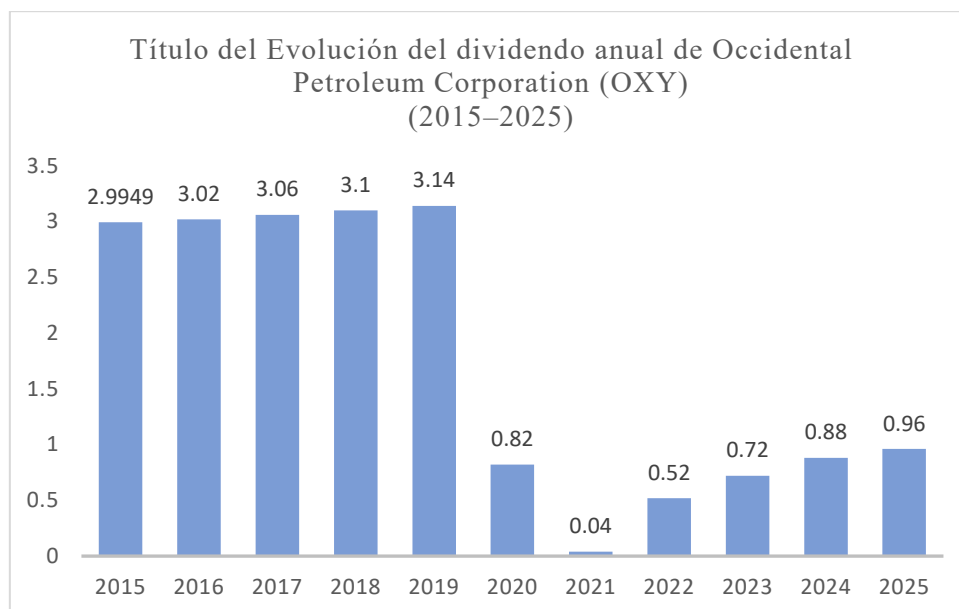
Sin embargo, en 2022, se observó una recuperación extraordinaria, con un aumento de 1200% en los dividendos, lo que refleja un resurgimiento del desempeño financiero de la empresa, alcanzando 0.52 USD por acción. Este repunte es una indicación de que la compañía logró estabilizarse después de la crisis y comenzar a generar rendimientos nuevamente para sus accionistas. A partir de 2023, los dividendos siguieron creciendo gradualmente, alcanzando 0.72 USD en 2023, 0.88 USD en 2024 y 0.96 USD en 2025, lo que sugiere una recuperación sostenida y un enfoque hacia la estabilidad.

El gráfico refleja claramente los altibajos en los dividendos de Occidental Petroleum, destacando tanto la caída en 2020 como la recuperación en los años posteriores. Este patrón ilustra cómo los factores económicos externos pueden afectar significativamente los pagos de dividendos, pero también muestra la capacidad de la empresa para adaptarse y recuperar su rentabilidad.

En conclusión, los dividendos de Occidental Petroleum Corporation reflejan una tendencia de estabilidad y crecimiento hasta 2019, seguidos por un impacto negativo en 2020 debido a la crisis sanitaria y económica, y una recuperación sólida a partir de 2022. Para los inversionistas, esto muestra que la empresa tiene el potencial de generar rendimientos crecientes en el futuro, siempre y cuando logre mantener su estabilidad financiera en un entorno económico más favorable. Por lo tanto, se eligió a Occidental Petroleum para conformar el portafolio, ya que, a pesar de los desafíos del entorno económico, presenta un significativo

potencial de crecimiento en los dividendos, lo que la convierte en una opción atractiva para los inversionistas que buscan una recuperación gradual pero constante en sus rendimientos.

**Figura 7** *Evolución del dividendo anual de Occidental Petroleum Corporation, 2015-2025*



*Nota:* Elaboración propia, obtenida de <https://finance.yahoo.com/quote/OXY/history/>

El gráfico muestra la evolución del dividendo anual de Occidental Petroleum Corporation (OXY) desde 2015 hasta 2025. Se puede observar que los dividendos se mantuvieron relativamente altos entre 2015 y 2019, con un leve aumento, alcanzando un pico de 3.14 USD por acción en 2019. Sin embargo, en 2020, debido a la crisis económica y la caída en los precios del petróleo, los dividendos experimentaron una drástica disminución, cayendo a 0.82 USD. A partir de 2021, la empresa comenzó a recuperar sus pagos de dividendos, aunque de manera más moderada, con 0.52 USD en 2021 y 0.72 USD en 2022. Los dividendos continuaron creciendo lentamente en los años siguientes, alcanzando 0.96 USD en 2025.

Este patrón refleja los desafíos enfrentados por Occidental Petroleum en el contexto de la volatilidad del mercado energético, pero también muestra una recuperación gradual de los dividendos a medida que la empresa se adapta a las condiciones del mercado. Este comportamiento es relevante para los inversionistas interesados en la rentabilidad a largo plazo.

de la empresa, aunque la volatilidad del sector energético puede afectar la estabilidad de los pagos.

**Tabla 8** *Ratios financieros de Occidental Petroleum Corporation.*

| RATIOS FINANCIEROS          |            |            |            |            |
|-----------------------------|------------|------------|------------|------------|
|                             | 2021       | 2022       | 2023       | 2024       |
| Rentabilidad activos (%)    | 3.58%      | 18.32%     | 6.35%      | 3.58%      |
| Rentabilidad patrimonio (%) | 11.42%     | 44.22%     | 15.52%     | 8.95%      |
| EBITDA (Miles USD)          | 12,616,000 | 14,239,000 | 22,073,000 | 13,766,000 |

*Nota:* Elaboración propia, obtenida de <https://finance.yahoo.com/quote/OXY/financials/>

### **Rentabilidad de los Activos (ROA)**

La Rentabilidad sobre los Activos (ROA) de Occidental Petroleum mostró una variabilidad notable en el período analizado. En 2021, el ROA fue de 3.58%, indicando una rentabilidad baja en comparación con el patrimonio total de la empresa. Sin embargo, en 2022, se produjo un notable aumento a 18.32%, lo que refleja un uso mucho más eficiente de los activos para generar ingresos. En 2023, el ROA disminuyó a 6.35%, pero se mantuvo por encima de los niveles iniciales de 2021, lo que sugiere una desaceleración en la eficiencia operativa. En 2024, el ROA volvió a 3.58%, un retroceso similar al nivel observado en 2021, lo que puede reflejar fluctuaciones operativas debido a factores del mercado o cambios en la estrategia de la empresa.

### **Rentabilidad del Patrimonio (ROE)**

El ROE de Occidental Petroleum ha tenido una trayectoria similar, con un notable aumento en 2022 (44.22%), lo que indica que la empresa fue capaz de generar un retorno significativo para los accionistas en ese año. En 2021, el ROE fue de 11.42%, lo que representaba un rendimiento razonable para los accionistas. Sin embargo, este ratio comenzó a disminuir en los años siguientes, cayendo a 15.52% en 2023 y 8.95% en 2024, lo que sugiere una menor rentabilidad sobre el capital invertido en comparación con años anteriores, posiblemente debido a una disminución de los márgenes de ganancia o un aumento en los costos de operación.

### **EBITDA (Beneficio antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización)**

El EBITDA de Occidental Petroleum muestra una fluctuación significativa a lo largo del período. En 2021, el EBITDA fue de 12,616 millones de USD, lo que indica una capacidad operativa sólida. Este valor aumentó a 14,239 millones de USD en 2022, reflejando una mejora en las ganancias operativas. En 2023, se observó un salto considerable a 22,073 millones de USD, lo que sugiere que la empresa experimentó un aumento notable en su capacidad de generar ganancias a partir de sus operaciones, posiblemente debido a una mayor demanda o precios más altos de los productos que ofrece. Sin embargo, en 2024, el EBITDA disminuyó a 13,766 millones de USD, lo que podría indicar un retroceso en la rentabilidad operativa debido a cambios en el entorno del mercado o un aumento en los costos.

El análisis de los ratios financieros de Occidental Petroleum Corporation (OXY) sugiere que la empresa presenta una rentabilidad variable, con un desempeño destacable en años específicos, especialmente en términos de rentabilidad sobre el patrimonio y EBITDA. A pesar de algunas fluctuaciones, OXY muestra un potencial significativo de crecimiento operativo, especialmente en el contexto de la energía. Su inclusión en un portafolio podría ser adecuada para inversores que busquen una opción con potencial de altos retornos, aunque con la volatilidad inherente a los sectores energéticos.

#### **4.1.4. Tesla Inc. (TSLA) – sector tecnológico.**

Tesla Inc., una de las empresas más innovadoras en el sector tecnológico, es conocida por su liderazgo en la fabricación de vehículos eléctricos, almacenamiento de energía y soluciones energéticas sostenibles. A lo largo de los años, Tesla ha experimentado un rápido crecimiento en su capitalización de mercado, impulsada por su enfoque disruptivo en la industria automotriz y energética. Sin embargo, a pesar de su éxito y crecimiento acelerado, Tesla no reparte dividendos.

La razón de esta política de no distribución de dividendos radica en su modelo de negocio y en la estrategia de reinversión de sus ganancias. Como empresa en constante expansión y en un sector altamente competitivo, Tesla prefiere reinvertir sus beneficios en investigación, desarrollo e innovación, con el objetivo de financiar nuevas líneas de productos y fortalecer su posición en el mercado. Esta es una característica común de las acciones de crecimiento o Growth Stocks, que son emitidas por empresas jóvenes y emprendedoras que experimentan un crecimiento más rápido que el promedio de su industria. Dichas empresas generalmente no pagan dividendos, ya que prefieren destinar todos sus ingresos a la expansión y la inversión en nuevas oportunidades.

Las acciones de crecimiento son típicamente más riesgosas debido a la falta de un historial comprobado y a la alta volatilidad en sus rendimientos, pero ofrecen un gran potencial de apreciación. Por lo tanto, Tesla pertenece a esta categoría, ya que está en una fase de expansión constante, enfocándose en la innovación tecnológica y en la expansión de sus capacidades productivas. Este enfoque permite a Tesla maximizar su valor a largo plazo, lo que resulta atractivo para los inversionistas que buscan capitalizar el crecimiento rápido de la empresa.

**Figura 8** Evolución del precio de la acción de Tesla Inc. (TSLA), 2011–2025.



Nota: Extraído de <https://finance.yahoo.com/quote/TSLA/>

El gráfico muestra la evolución de la acción de Tesla (TSLA) durante el período más reciente, destacando el notable incremento en su valor, con un aumento del 36,379.20% desde su salida a bolsa. Esta fuerte apreciación de su valor de mercado refleja la alta demanda y el crecimiento acelerado que la compañía ha experimentado, lo que la convierte en una opción atractiva para los inversionistas interesados en capitalizar el crecimiento disruptivo de la industria tecnológica.

**Tabla 9** *Ratios financieros de Tesla Inc. (TSLA)*

|                             | RATIOS FINANCIEROS |            |            |            |
|-----------------------------|--------------------|------------|------------|------------|
|                             | 2021               | 2022       | 2023       | 2024       |
| Rentabilidad activos (%)    | 5.84%              | 15.28%     | 14.07%     | 5.84%      |
| Rentabilidad patrimonio (%) | 18.30%             | 28.15%     | 23.95%     | 9.78%      |
| EBITDA (Miles USD)          | 9,625,000          | 17,657,000 | 14,796,000 | 14,708,000 |

*Nota:* Elaboración propia, obtenida de <https://finance.yahoo.com/quote/TSLA/financials/>

### **Rentabilidad de los Activos (ROA)**

El ROA de Tesla muestra una tendencia fluctuante en el período analizado. En 2021, el ROA fue de 5.84%, lo que indica que la empresa generó un beneficio moderado sobre sus activos. Sin embargo, en 2022, se experimentó un notable aumento a 15.28%, reflejando una mejora significativa en la eficiencia operativa. En 2023, el ROA disminuyó ligeramente a 14.07%, pero siguió siendo elevado, lo que sugiere que Tesla mantuvo una rentabilidad operativa sólida. En 2024, el ROA volvió a 5.84%, un retroceso similar al de 2021, lo que puede estar relacionado con la estabilización de sus operaciones y el ajuste a las condiciones del mercado.

### **Rentabilidad del Patrimonio (ROE)**

El ROE de Tesla también experimentó una evolución positiva, con un aumento notable de 18.30% en 2021 a 28.15% en 2022, lo que indica una mejora significativa en la rentabilidad para los accionistas. En 2023, el ROE disminuyó a 23.95%, reflejando una ligera desaceleración en el rendimiento sobre el capital invertido, pero aún se mantuvo alto. En 2024, el ROE cayó a 9.78%, lo que sugiere una reducción en la rentabilidad relativa para los

accionistas, posiblemente debido a un aumento de los costos operativos o mayores inversiones en expansión.

### **EBITDA (Beneficio antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización)**

EBITDA (Beneficio antes de intereses, impuestos, depreciación y amortización)

El EBITDA de Tesla mostró un crecimiento significativo en 2022, alcanzando 17,657 millones de USD, lo que refleja una mejora notable en la eficiencia operativa de la empresa. Sin embargo, en 2023, el EBITDA disminuyó ligeramente a 14,796 millones de USD, y se mantuvo relativamente estable en 2024, con 14,708 millones de USD. A pesar de esta leve disminución, el EBITDA sigue siendo elevado, lo que indica que Tesla ha logrado generar beneficios operativos sólidos a pesar de las fluctuaciones en su rentabilidad.

El análisis de los ratios financieros de Tesla muestra un crecimiento destacable en los años recientes, aunque con algunas fluctuaciones. Los ROA y ROE han sido altos en los últimos años, lo que sugiere una eficiente utilización de los activos y una buena rentabilidad para los accionistas, aunque con una disminución en 2024. El EBITDA también muestra un sólido desempeño operativo, con una mejora en 2022 seguida de una estabilización en los años posteriores. Estos resultados hacen de Tesla una opción atractiva para inversores interesados en una empresa de alto crecimiento, aunque con la volatilidad propia de las empresas tecnológicas emergentes.

## **4.2. Frontera eficiente del portafolio de inversión propuesto.**

En este apartado, se presentará la estimación de la frontera eficiente del portafolio compuesto por los activos seleccionados de la Bolsa de Valores de Nueva York (NYSE) durante el período 2020-2025. Los activos incluidos son KO (Coca-Cola), TSLA (Tesla), AXP (American Express) y OXY (Occidental Petroleum). La construcción de la frontera eficiente se basa en los principios del Modelo de Markowitz (1952), que establece que un portafolio

eficiente debe ofrecer el mayor rendimiento esperado para un nivel dado de riesgo o el menor riesgo para un rendimiento esperado determinado.

La frontera eficiente se construye a partir de diversas combinaciones de los activos mencionados, calculando las rentabilidades esperadas y los riesgos (desviación estándar) para cada una de esas combinaciones. Las herramientas de optimización utilizadas en este análisis se basan en el complemento Solver de Excel, que permite identificar las mejores combinaciones de activos que maximicen la rentabilidad ajustada al riesgo. Para ello, se analizaron los portafolios compuestos por 2, 3 y 4 activos financieros, buscando las combinaciones de mínimo riesgo y máxima rentabilidad.

El análisis abarca las siguientes combinaciones:

- Portafolio compuesto por dos activos financieros: KO y AXP.
- Portafolio compuesto por tres activos financieros: KO, AXP y OXY.
- Portafolio compuesto por cuatro activos financieros: KO, AXP, OXY y TSLA.

En cada uno de estos portafolios se calcularon los puntos de mínimo riesgo y máxima rentabilidad, y se graficaron las fronteras eficientes correspondientes para cada combinación.

### **Datos Generales de los Activos**

Para calcular la frontera eficiente, se utilizaron las siguientes características históricas de cada activo. En la siguiente sección, se presentan los datos históricos relevantes de los activos seleccionados para el análisis de la frontera eficiente. Estos activos incluyen KO (Coca-Cola), TSLA (Tesla), AXP (American Express) y OXY (Occidental Petroleum). La tabla proporciona información clave sobre el comportamiento mensual de cada activo, como el rendimiento mensual, el Valor en Riesgo (VaR) al 5% de cada uno, y su correlación con el índice S&P 500.

En el anexo A, se muestra cómo cada activo ha reaccionado en términos de volatilidad y rendimiento a lo largo del tiempo, con el fin de evaluar su idoneidad dentro de la estrategia

de inversión propuesta. La información aquí presentada es fundamental para comprender cómo cada activo contribuye al riesgo y rendimiento del portafolio total.

#### Supuestos:

- Se asume que los rendimientos históricos mensuales siguen una distribución normal.
- Se ha ajustado la serie histórica de precios por dividendos y splits de acciones.
- Los datos abarcan el período de análisis desde marzo de 2020 hasta agosto de 2025.

#### 4.2.1. Portafolio compuesto por dos activos financieros.

En este apartado, se analizan las combinaciones de KO y AXP, buscando las combinaciones de mínimo riesgo y máxima rentabilidad.

##### Máxima Rentabilidad (0% KO y 100% AXP)

**Tabla 10** Portafolio de máxima rentabilidad (0% KO y 100% AXP)

| Acción              | % Inversión   | Varianza | Rentabilidad | (% Inversión) ^2 |
|---------------------|---------------|----------|--------------|------------------|
| KO                  | 0.00%         | 0.245%   | 0.974%       | 0.00%            |
| AXP                 | 100.00%       | 0.675%   | 2.410%       | 100.00%          |
| <b>Total</b>        | 100.00%       |          |              |                  |
| <b>Rentabilidad</b> | <b>2.410%</b> |          |              |                  |
| Varianza            | 0.675%        |          |              |                  |
| Riesgo              | 8.213%        |          |              |                  |

*Nota:* Elaborado en base a la data extraída de Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com/>)

Para determinar el portafolio de máxima rentabilidad, se utilizó el método Solver para encontrar el valor óptimo. La tabla presenta una asignación del 100% de la inversión en AXP y 0% en KO, con un período de análisis que abarca desde marzo de 2020 hasta agosto de 2025, utilizando rendimientos mensuales de los activos seleccionados. Este portafolio tiene como objetivo maximizar la rentabilidad, lo que se refleja en los resultados detallados a continuación:

- Rentabilidad total: 2.410%

Este valor representa la rentabilidad esperada al invertir todo el capital en AXP. La rentabilidad del 2.410% indica que el portafolio tiene un rendimiento anual alto cuando se

invierte completamente en AXP, uno de los activos con un perfil de crecimiento robusto. Este tipo de asignación se emplea en estrategias orientadas a maximizar el retorno, pero con la consideración de que los riesgos pueden ser elevados debido a la falta de diversificación.

- Riesgo total (desviación estándar): 8.213%

Este resultado refleja el riesgo o volatilidad asociado con el portafolio compuesto únicamente por AXP. El 8.213% de riesgo implica que el portafolio tiene una alta exposición a la incertidumbre del mercado, ya que AXP por sí sola es susceptible a fluctuaciones significativas. Es importante destacar que, aunque la rentabilidad es elevada, este riesgo es característico de los portafolios concentrados en un solo activo.

Esta combinación, aunque ofrece la máxima rentabilidad, también está expuesta a un nivel considerable de riesgo. Es un ejemplo claro de la relación inversa entre riesgo y rentabilidad, un principio fundamental en la teoría moderna de carteras. La alta rentabilidad se acompaña de una mayor volatilidad, lo que podría no ser adecuado para inversionistas con aversión al riesgo o con horizontes de inversión más conservadores.

### **Mínimo Riesgo (83.24% KO y 16.76% AXP)**

En este portafolio, el capital se distribuye de la siguiente manera: KO (83.24%) y AXP (16.76%), buscando minimizar el riesgo. Los resultados obtenidos son:

- Rentabilidad total: 1.215%
- Riesgo total (desviación estándar): 4.764%.

**Tabla 11** *Portafolio de mínimo riesgo (83.24% KO y 16.76% AXP)*

| <b>Acción</b> | <b>% Inversión</b> | <b>Varianza</b> | <b>Rentabilidad</b> | <b>(% Inversión) ^2</b> |
|---------------|--------------------|-----------------|---------------------|-------------------------|
| <b>KO</b>     | 83.24%             | 0.245%          | 0.974%              | 69.29%                  |
| <b>AXP</b>    | 16.76%             | 0.675%          | 2.410%              | 2.81%                   |
| <b>Total</b>  | 100.00%            |                 |                     |                         |
| Rentabilidad  | 1.215%             |                 |                     |                         |
| Varianza      | 0.227%             |                 |                     |                         |
| <b>Riesgo</b> | <b>4.764%</b>      |                 |                     |                         |

*Nota:* Elaborado en base a la data extraída de Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>)

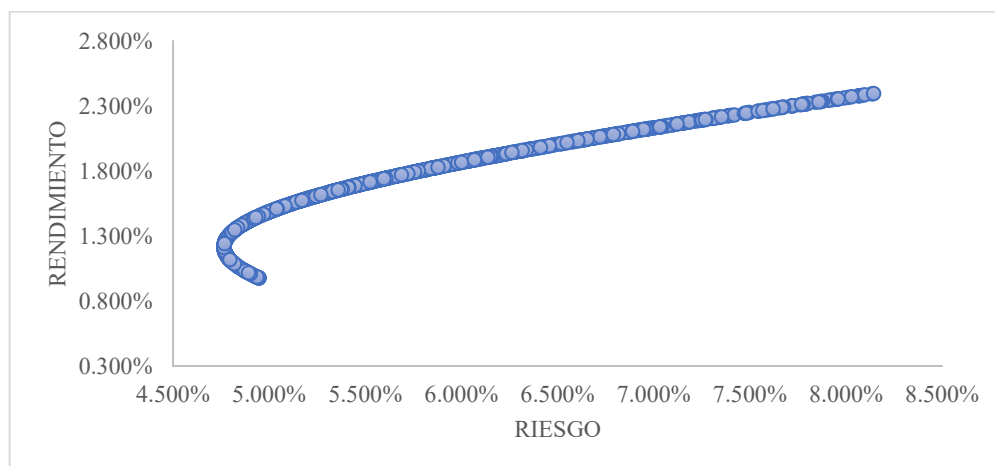
Para determinar este portafolio de máxima rentabilidad se utilizó Solver, lo que permitió calcular la asignación óptima de capital entre los activos. Esta estrategia puede ser adecuada para inversionistas dispuestos a asumir un alto nivel de riesgo a cambio de un mayor rendimiento. La tabla presenta una asignación de capital que busca minimizar el riesgo, donde 83.24% del capital se invierte en KO y el 16.76% en AXP. Los resultados obtenidos son los siguientes:

- Rentabilidad total 1.215%: Al distribuir el capital de esta manera, el portafolio obtiene una rentabilidad del 1.215%, que es significativamente menor que la rentabilidad del portafolio de máxima rentabilidad. Sin embargo, este enfoque está orientado a una menor exposición a la volatilidad, lo que reduce la rentabilidad en pro de la estabilidad. Esta es una estrategia común para los inversionistas que priorizan la seguridad sobre el retorno.
- Riesgo total (desviación estándar): 4.764%: El riesgo de 4.764% refleja una considerable disminución en comparación con el portafolio de máxima rentabilidad. Al asignar un mayor porcentaje de la inversión a KO, un activo de menor volatilidad, el riesgo se reduce significativamente. Esto demuestra que una alta concentración en activos más estables puede llevar a una reducción del riesgo total, aunque a costa de un menor rendimiento.

Este portafolio ofrece una baja rentabilidad en comparación con el portafolio de máxima rentabilidad, pero el riesgo se reduce sustancialmente. El portafolio de mínimo riesgo tiene un perfil más adecuado para inversionistas conservadores o aquellos que tienen un horizonte de inversión a corto o mediano plazo, y no pueden permitirse asumir grandes fluctuaciones en el valor de su portafolio.

### Frontera eficiente para el portafolio de dos activos.

**Figura 9** Frontera eficiente del portafolio de dos activos (KO-AXP)



*Nota:* Elaboración propia, se realizó quinientas simulaciones para obtener el riesgo y rendimiento de los portafolios de la frontera eficiente. Los datos utilizados fueron obtenidos de Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>)

La frontera eficiente representa la relación óptima entre el riesgo y la rentabilidad para el portafolio compuesto por KO (Coca-Cola) y AXP (American Express). En el gráfico de la frontera eficiente, se observa cómo las diferentes combinaciones de los activos afectan tanto al rendimiento esperado como al riesgo total del portafolio.

A medida que se aumenta el riesgo (en el eje horizontal), el rendimiento esperado (en el eje vertical) también aumenta, lo que refleja la relación positiva entre riesgo y rentabilidad. Este comportamiento es característico de los portafolios de inversión, donde los inversionistas deben asumir más riesgo para obtener mayores rendimientos.

El punto más bajo de la curva, que se encuentra en la parte inferior izquierda, representa el portafolio de menor riesgo, pero también con la menor rentabilidad. Este portafolio está compuesto principalmente por el activo de menor volatilidad, lo que lo hace más estable, pero con rendimientos moderados.

En contraste, el punto más alto de la curva indica el portafolio de mayor rentabilidad, aunque con el mayor riesgo. En este caso, el portafolio está altamente concentrado en el activo

de mayor volatilidad, lo que incrementa tanto las expectativas de rentabilidad como la incertidumbre asociada a los rendimientos.

Por lo tanto, la frontera eficiente refleja el nivel de riesgo y rentabilidad que un inversionista está dispuesto a asumir. Los portafolios ubicados en esta frontera representan la mejor combinación entre ambos factores, ya que, para un nivel de riesgo determinado, el portafolio en la frontera eficiente ofrece la máxima rentabilidad posible. Del mismo modo, para un nivel de rentabilidad esperado, el riesgo es el mínimo posible. Así, todos los inversionistas que elijan portafolios en la frontera eficiente tomarán decisiones de inversión que maximizan su rendimiento para el riesgo asumido, alcanzando la igualdad en sus decisiones, ya que cada portafolio en esta frontera es óptimo dentro de las restricciones de riesgo y rentabilidad.

Por otro lado, todos los portafolios ubicados por debajo de la frontera eficiente se consideran ineficientes, ya que no maximizan el rendimiento para el riesgo asumido. Esto implica que estos portafolios tienen un riesgo similar al de otros portafolios en la frontera eficiente, pero con una rentabilidad inferior. En resumen, los portafolios en la frontera eficiente son los más óptimos y eficientes, mientras que los ubicados por debajo de esta frontera no aprovechan al máximo el rendimiento que podrían obtener dado el riesgo que asumen.

#### ***4.2.2. Portafolio compuesto por tres activos financieros***

Ahora, se analiza el portafolio compuesto por KO, AXP y OXY, buscando las combinaciones de mínimo riesgo y máxima rentabilidad.

### Máxima Rentabilidad (0% KO, 0% AXP y 100% OXY)

**Tabla 12** Portafolio de máxima rentabilidad (0% KO, 0% AXP y 100% OXY)

| Acción              | % Inversión   | Varianza | Rentabilidad | (% Inversión) <sup>2</sup> |
|---------------------|---------------|----------|--------------|----------------------------|
| <b>KO</b>           | 0.00%         | 0.245%   | 0.974%       | 0.00%                      |
| <b>AXP</b>          | 0.00%         | 0.675%   | 2.410%       | 0.00%                      |
| <b>OXY</b>          | 100.00%       | 2.421%   | 2.679%       | 100.00%                    |
| <b>Total</b>        | 100.00%       |          |              |                            |
| <b>Rentabilidad</b> | <b>2.679%</b> |          |              |                            |
| Varianza            | 2.421%        |          |              |                            |
| Riesgo              | 15.558%       |          |              |                            |

*Nota:* Elaborado en base a la data extraída de Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>)

Este caso refleja la asignación óptima de los activos, donde el cálculo de la máxima rentabilidad indica que se debe asignar 100% del capital a OXY. Los resultados obtenidos son:

- Rentabilidad total: 2.679%

La rentabilidad obtenida al asignar todo el capital a OXY es de 2.679%, lo que sugiere que este activo proporciona el mayor rendimiento esperado entre las opciones disponibles. Esto se debe a las características particulares de OXY, con un rendimiento más alto dentro de la combinación de tres activos.

- Rentabilidad total (desviación estándar): 15.558%

La rentabilidad obtenida al asignar todo el capital a OXY es de 2.679%, lo que sugiere que este activo proporciona el mayor rendimiento esperado entre las opciones disponibles. Esto se debe a las características particulares de OXY, con un rendimiento más alto dentro de la combinación de tres activos.

Al asignar todo el capital a OXY, se obtiene la máxima rentabilidad posible en este conjunto de activos. Sin embargo, esta estrategia conlleva un riesgo elevado, ya que no se está diversificando el portafolio para reducir la volatilidad. Este tipo de asignación puede ser adecuada para inversores dispuestos a asumir un alto nivel de riesgo a cambio de una mayor rentabilidad.

### Mínimo riesgo (83.24% KO, 10.94% AXP, 5.82% OXY)

En este caso, el capital se distribuye de la siguiente forma: KO (83.24%), AXP (10.94%) y OXY (5.82%). Los resultados obtenidos son:

- Rentabilidad total: 1.231%
- Riesgo total (desviación estándar): 4.690

**Tabla 13** *Portafolio de mínimo riesgo* (83.24% KO, 10.94% AXP, 5.82% OXY)

| Acción        | % Inversión   | Varianza | Rentabilidad | (% Inversión) <sup>2</sup> |
|---------------|---------------|----------|--------------|----------------------------|
| <b>KO</b>     | 83.24%        | 0.245%   | 0.974%       | 69.28%                     |
| <b>AXP</b>    | 10.94%        | 0.675%   | 2.410%       | 1.20%                      |
| <b>OXY</b>    | 5.82%         | 2.421%   | 2.679%       | 0.34%                      |
| <b>Total</b>  | 100.00%       |          |              |                            |
| Rentabilidad  | 1.231%        |          |              |                            |
| Varianza      | 0.220%        |          |              |                            |
| <b>Riesgo</b> | <b>4.690%</b> |          |              |                            |

*Nota:* Elaborado en base a la data extraída de Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>)

- Rentabilidad total (desviación estándar): 1.231%

La rentabilidad total de esta combinación es de 1.231%, que es más baja que la rentabilidad del portafolio de máxima rentabilidad, pero se obtiene a costa de un riesgo considerablemente menor. La asignación a KO, un activo más estable, ayuda a reducir la rentabilidad, pero también a hacer el portafolio más seguro.

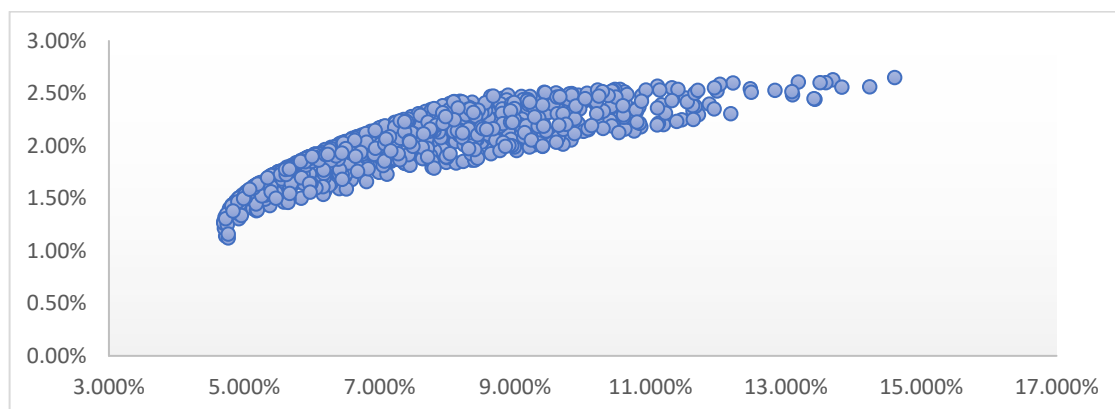
- Riesgo total (desviación estándar): 4.690%

El riesgo en este caso es de 4.690%, mucho menor que el portafolio de máxima rentabilidad. Al distribuir la inversión entre tres activos, el riesgo se reduce considerablemente. KO, que tiene una volatilidad menor que OXY y AXP, juega un papel clave en la reducción de la volatilidad total del portafolio.

Este portafolio se caracteriza por una menor rentabilidad debido a la asignación significativa a KO, pero a su vez presenta un riesgo mucho más bajo. Es adecuado para inversionistas que buscan seguridad en su inversión, aunque estén dispuestos a aceptar una rentabilidad más moderada a cambio de menor volatilidad.

### Frontera eficiente para el portafolio de tres activos.

**Figura 10** *Frontera eficiente del portafolio de tres activos (KO–AXP–OXY)*



*Nota:* Elaboración propia, se realizó quinientas simulaciones para obtener el riesgo y rendimiento de los portafolios de la frontera eficiente. Los datos utilizados fueron obtenidos de Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>)

El gráfico de la frontera eficiente para el portafolio compuesto por KO (Coca-Cola), AXP (American Express) y OXY (Occidental Petroleum) muestra la relación entre el riesgo y la rentabilidad de las distintas combinaciones de estos tres activos. En el gráfico, el eje X representa el riesgo (medido por la desviación estándar) del portafolio, mientras que el eje Y refleja el rendimiento esperado.

El gráfico presenta una distribución de puntos dispersos, donde cada punto representa una combinación de activos con su respectivo rendimiento y riesgo. A medida que el portafolio se desplaza hacia la derecha en el eje del riesgo, el rendimiento esperado aumenta, pero también lo hace la volatilidad del portafolio. La curva ascendente que forma la frontera eficiente indica que, a medida que se asume un mayor riesgo, también se obtiene un mayor rendimiento, aunque de manera no lineal.

En este caso, las combinaciones más eficientes de los tres activos reflejan los mejores compromisos entre rentabilidad y riesgo. Al diversificar entre KO, que típicamente presenta una baja volatilidad, y AXP y OXY, que ofrecen una rentabilidad más alta, pero con mayor

volatilidad, los inversionistas pueden construir portafolios que maximicen la rentabilidad ajustada al riesgo, adaptándose a su perfil de inversión.

Este gráfico ofrece una herramienta visual para elegir el nivel adecuado de riesgo según la rentabilidad deseada, facilitando decisiones informadas de asignación de activos.

Al igual que en el portafolio de dos activos, todos los portafolios que se encuentran por debajo de la frontera eficiente en el caso de tres activos son considerados ineficientes. Si un portafolio se encuentra por debajo de esta frontera, significa que tiene un riesgo similar al de otro portafolio en la frontera eficiente, pero con una rentabilidad inferior. Esto implica que el portafolio en la frontera eficiente es más eficiente, ya que ofrece el mismo nivel de riesgo, pero con una mayor rentabilidad.

Las combinaciones que están debajo de la frontera eficiente son subóptimas, ya que no maximizan el rendimiento para el riesgo asumido. En resumen, un portafolio en la frontera eficiente tendrá el mismo riesgo que uno por debajo de ella, pero con mayor rentabilidad, lo que lo convierte en la opción más eficiente.

#### **4.2.3. Portafolio compuesto por cuatro activos financieros**

Por último, se analiza el portafolio compuesto por KO, AXP, OXY y TSLA, con las combinaciones de mínimo riesgo y máxima rentabilidad.

##### **Máxima Rentabilidad (0% KO, 0% AXP, 0% OXY, 100% TSLA)**

- Rentabilidad total: 4.733%
- Riesgo total (desviación estándar): 19.947%

**Tabla 14** *Portafolio de máxima rentabilidad (0% KO, 0% AXP, 0% OXY, 100% TSLA)*

| Acción              | % Inversión   | Varianza | Rentabilidad | (% Inversión)^2 |
|---------------------|---------------|----------|--------------|-----------------|
| KO                  | 0.00%         | 0.245%   | 0.974%       | 0.00%           |
| AXP                 | 0.00%         | 0.675%   | 2.410%       | 0.00%           |
| OXY                 | 0.00%         | 2.421%   | 2.679%       | 0.00%           |
| TSLA                | 100.00%       | 3.979%   | 4.733%       | 100.00%         |
| <b>Total</b>        | 100.00%       |          |              |                 |
| <b>Rentabilidad</b> | <b>4.733%</b> |          |              |                 |
| Varianza            | 3.979%        |          |              |                 |
| Riesgo              | 19.947%       |          |              |                 |

*Nota:* Elaborado en base a la data extraída de Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com/>)

- Rentabilidad total: 4.733%

La rentabilidad total de 4.733% refleja un rendimiento bastante alto cuando TSLA se asigna completamente, lo que implica que este activo proporciona el mayor rendimiento esperado dentro de las opciones disponibles. TSLA, al ser un activo de alto crecimiento, tiene un alto rendimiento esperado.

- Riesgo total (desviación estándar): 19.947%

El riesgo total de 19.947% indica que este portafolio tiene un nivel muy alto de volatilidad. Esto se debe a que TSLA es un activo con gran fluctuación de precios, y, al no diversificar en otros activos más estables, el riesgo se mantiene elevado.

Al asignar todo el capital a TSLA, el portafolio logra la máxima rentabilidad posible, pero también incurre en un riesgo muy alto. Este tipo de asignación es adecuada solo para inversionistas dispuestos a aceptar un alto nivel de volatilidad en busca de rendimientos elevados.

#### **Mínimo riesgo (83.24% KO, 10.94% AXP, 5.82% OXY)**

En esta combinación, se distribuye el capital de la siguiente forma: KO (84.94%), AXP (4.24%), OXY (5.92%) y TSLA (4.90%). Los resultados obtenidos son:

- Rentabilidad total: 0.232%

- Riesgo total (desviación estándar): 4.592%

**Tabla 15** Portafolio de mínimo riesgo (84.94% KO, 4.24% AXP, 5.92% OXY, 4.90% TSLA)

| Acción        | % Inversión   | Varianza | Rentabilidad | (% Inversión) <sup>2</sup> |
|---------------|---------------|----------|--------------|----------------------------|
| <b>KO</b>     | 84.94%        | 0.245%   | 0.974%       | 72.15%                     |
| <b>AXP</b>    | 4.24%         | 0.675%   | 2.410%       | 0.18%                      |
| <b>OXY</b>    | 5.92%         | 2.421%   | 2.679%       | 0.35%                      |
| <b>TSLA</b>   | 4.90%         | 3.979%   | 4.733%       | 0.24%                      |
| <b>Total</b>  | 100.00%       |          |              |                            |
| Rentabilidad  | 0.232%        |          |              |                            |
| Varianza      | 0.211%        |          |              |                            |
| <b>Riesgo</b> | <b>4.592%</b> |          |              |                            |

*Nota:* Elaborado en base a la data extraída de Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>)

- Rentabilidad total: 0.232%

La rentabilidad total es de 0.232%, lo que es considerablemente bajo en comparación con el portafolio de máxima rentabilidad. Sin embargo, esta asignación tiene la ventaja de una rentabilidad más estable y con un riesgo mucho menor.

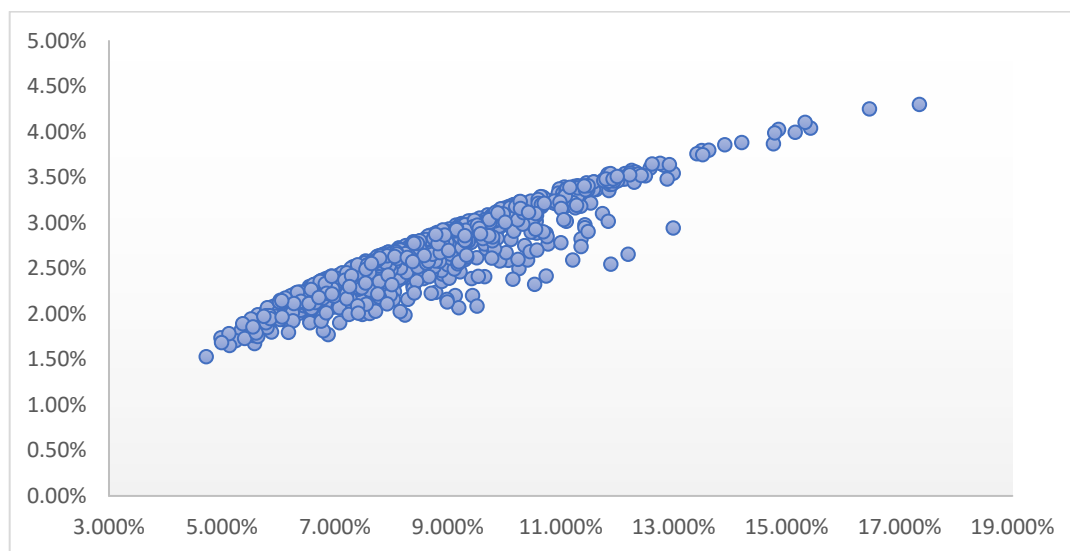
- Riesgo total (desviación estándar): 4.592%

El riesgo total es de 4.592%, lo que representa una reducción significativa del riesgo en comparación con el portafolio de máxima rentabilidad. Esta combinación de activos, al estar más diversificada, reduce la exposición a la volatilidad de cualquier activo individual, lo que resulta en un portafolio más seguro.

En este caso, KO recibe la mayor parte de la asignación, lo que contribuye a reducir el riesgo global del portafolio. AXP, OXY y TSLA reciben menores porcentajes, lo que refleja una estrategia que busca minimizar el riesgo a costa de reducir la rentabilidad. Este tipo de portafolio es adecuado para inversionistas conservadores que buscan seguridad y una baja volatilidad, aunque acepten una rentabilidad más modesta.

### Frontera eficiente para el portafolio de cuatro activos financieros.

**Figura 11** *Frontera eficiente del portafolio de cuatro activos (KO-AXP-OXY-TSLA)*



*Nota:* Elaboración propia, se realizó quinientas simulaciones para obtener el riesgo y rendimiento de los portafolios de la frontera eficiente. Los datos utilizados fueron obtenidos de Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>)

El gráfico de la frontera eficiente para el portafolio compuesto por KO (Coca-Cola), AXP (American Express), OXY (Occidental Petroleum) y TSLA (Tesla) muestra la relación entre riesgo y rentabilidad para las diferentes combinaciones de estos cuatro activos. El eje X representa el riesgo (medido por la desviación estándar) del portafolio, mientras que el eje Y refleja el rendimiento esperado.

La frontera eficiente se caracteriza por una curva ascendente que muestra cómo, a medida que se asume un mayor riesgo, también se obtiene un mayor rendimiento esperado. Los puntos dispersos en el gráfico representan las diferentes combinaciones de activos dentro del portafolio, con sus respectivas asignaciones de inversión. Al movernos hacia la derecha en el gráfico, se observa un aumento en el riesgo y, consecuentemente, un incremento en el rendimiento esperado.

En este caso, la diversificación entre los cuatro activos crea una amplia variedad de combinaciones posibles, lo que permite obtener un rendimiento ajustado al riesgo más

eficiente. A medida que se diversifica la inversión, el riesgo total disminuye, y en algunos casos, se logra un rendimiento mayor en comparación con la asignación de activos individuales. Este comportamiento es consistente con la teoría moderna de carteras, que sugiere que la diversificación ayuda a maximizar el rendimiento para un nivel dado de riesgo.

El gráfico ilustra cómo la combinación de estos cuatro activos crea una gama de opciones para los inversionistas, quienes pueden elegir el punto más adecuado de acuerdo con su perfil de riesgo. Esto les permite construir un portafolio eficiente que maximice el retorno ajustado al riesgo, ofreciendo diversas alternativas según las preferencias de riesgo de cada inversionista.

Al igual que en los portafolios de dos y tres activos, todos los portafolios que se encuentran por debajo de la frontera eficiente en este caso también son portafolios ineficientes. Un portafolio que se sitúa por debajo de la frontera eficiente tiene el mismo riesgo que otro portafolio que está en la frontera eficiente, pero con una rentabilidad inferior.

Esto confirma que las combinaciones de activos en la frontera eficiente son más óptimas, ya que maximizan la rentabilidad ajustada al riesgo, mientras que las combinaciones que están por debajo de ella no aprovechan al máximo el rendimiento potencial. Es decir, un portafolio en la frontera eficiente ofrece el mismo nivel de riesgo, pero con una mayor rentabilidad, lo que lo convierte en una opción más eficiente para los inversionistas.

#### **4.3. Portafolio óptimo dentro de la frontera eficiente.**

Una vez construida la frontera eficiente presentada en la sección 4.2, el siguiente paso consiste en identificar el portafolio óptimo para cada escenario planteado. En esta sección se evalúa, en primera instancia, el caso del portafolio compuesto por dos activos, con el objetivo de determinar la combinación que proporcione la mejor relación entre riesgo y rendimiento. Posteriormente, en las siguientes subsecciones, se realizará el mismo procedimiento para el portafolio de tres activos y para el portafolio final de cuatro activos, con el objetivo final de

demostrar que la diversificación incide de manera positiva en la eficiencia financiera de un portafolio, esto a través de los indicadores de Sharpe y Treynor.

En esta sección, se presentan los resultados obtenidos mediante la optimización de los portafolios utilizando el complemento Solver de Excel. La función objetivo aplicada fue maximizar la rentabilidad ajustada al riesgo mediante el Ratio de Sharpe, calculado como la diferencia entre la rentabilidad del portafolio y la tasa libre de riesgo, dividida por la desviación estándar del portafolio.

Las restricciones aplicadas durante la optimización fueron las siguientes:

- a. Restricción de presupuesto: La suma de las ponderaciones de los activos seleccionados debía ser igual a 1, garantizando que toda la inversión estuviera distribuida entre los activos.
- b. Restricción de no-negatividad: Las ponderaciones de los activos no podían ser negativas, evitando la toma de posiciones cortas.
- c. Restricciones adicionales: Se impusieron límites en las ponderaciones individuales de algunos activos para asegurar una adecuada diversificación y evitar concentraciones excesivas de inversión en un solo activo.

Los resultados obtenidos del modelo de optimización se ilustran a continuación, con las ponderaciones finales de cada activo en el portafolio óptimo y su respectiva rentabilidad ajustada al riesgo. Las siguientes tablas muestran las ponderaciones de los activos y el cálculo del Ratio de Sharpe para el portafolio óptimo, comparado con los portafolios de mínima rentabilidad y máxima rentabilidad.

#### **4.3.1. Portafolio óptimo considerando dos activos (The Coca-Cola Company (KO) y American Express Company (AXP))**

En línea con lo desarrollado en la sección previa, donde se obtuvo la frontera eficiente correspondiente al portafolio de dos activos, se procedió a identificar el punto

específico de mayor desempeño dentro de dicha frontera. Para ello se empleó el modelo de media-varianza de Markowitz, tomando como base las rentabilidades mensuales de The Coca-Cola Company (KO) y American Express Company (AXP) registradas entre marzo de 2020 y agosto de 2025.

El análisis inició con la determinación de las estadísticas individuales de cada activo. KO alcanzó una rentabilidad promedio mensual de 0.974% y una volatilidad de 4.95%, mientras que AXP obtuvo una rentabilidad media de 2.41% con una volatilidad de 8.21%. Con esta información se elaboró la matriz de covarianzas, la cual permite evaluar la interacción entre ambos activos en términos de variabilidad conjunta.

**Tabla 16** *Matriz de covarianzas entre KO y AXP utilizada para la construcción del portafolio de dos activos*

| Matriz de covarianzas |         |
|-----------------------|---------|
|                       |         |
| KO                    | AXP     |
| KO                    | 0.00137 |
| AXP                   |         |

*Nota:* Elaboración propia a partir de los rendimientos diarios de KO y AXP, obtenidos de Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>)

Como se observa, la covarianza entre KO y AXP es de 0.00137, lo que evidencia una pequeña relación positiva entre sus variaciones. Si bien esto reduce parcialmente los beneficios de diversificación, la combinación de ambos activos aún permite conformar portafolios con un riesgo inferior al de AXP individualmente.

Para determinar la combinación óptima dentro de la frontera eficiente, se ejecutó un proceso de optimización mediante el complemento SOLVER. El objetivo consistió en maximizar el Ratio de Sharpe, empleando una tasa libre de riesgo mensual de 0.247% y una prima por riesgo de 1.641%.

**Tabla 17** Indicadores del portafolio óptimo con dos activos: Ratio de Sharpe y Treynor.

| <b>Acción</b>       | <b>% Inversión</b> | <b>Varianza</b> | <b>Rentabilidad</b> | <b>(% Inversión)<sup>2</sup></b> |
|---------------------|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------------------|
| <b>KO</b>           | 36.38%             | 0.245%          | 0.974%              | 13.23%                           |
| <b>AXP</b>          | 63.62%             | 0.675%          | 2.410%              | 40.48%                           |
| <b>Total</b>        | 100.00%            |                 |                     |                                  |
| <b>Rentabilidad</b> | <b>1.888%</b>      |                 |                     |                                  |
| Varianza            | 0.369%             |                 |                     |                                  |
| <b>Riesgo</b>       | <b>6.074%</b>      |                 |                     |                                  |

|                      |                |
|----------------------|----------------|
| Tasa Libre de Riesgo | 0.247%         |
| Prima por Riesgo     | 1.641%         |
| Riesgo               | 6.074%         |
| <b>Sharpe óptimo</b> | <b>27.015%</b> |
| Tasa Libre de Riesgo | 0.247%         |
| Prima por Riesgo     | 1.641%         |
| Beta                 | 0.96           |
| <b>Treynor</b>       | <b>1.704%</b>  |

*Nota:* Elaboración propia. Valores calculados mediante el modelo media-varianza de Markowitz y optimización con el complemento SOLVER, usando datos obtenidos de Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>)

El portafolio óptimo resultante asigna el siguiente porcentaje: para The Coca-Cola Company (KO), 36.38%; y para American Express Company (AXP), 63.62%. Este portafolio alcanza un Ratio de Sharpe de 27.015%, lo que significa que, por cada unidad de riesgo asumido, el portafolio conformado por dos activos genera una rentabilidad adicional del 27.015%.

El beta obtenido del portafolio es de 0.96, lo que indica que su sensibilidad frente a los movimientos del mercado es inferior a la unidad. Esto implica que el portafolio es un poco menos volátil que el mercado. Además, el índice de Treynor obtenido es de 1.704%, lo que significa que, por cada unidad de riesgo de mercado asumido, el portafolio genera una rentabilidad adicional de 1.704%.

Estos resultados significan que el portafolio compuesto por KO y AXP genera una rentabilidad ajustada por riesgo (Sharpe) de 27.015%, lo que refleja un rendimiento considerablemente eficiente dado el nivel de riesgo asumido. Además, el portafolio se encuentra con un beta de 0.96, indicando una relación moderada con el mercado en términos de riesgo sistemático. El índice de Treynor de 1.704% también resalta que este portafolio ofrece un rendimiento atractivo, considerando solo el riesgo sistemático.

### Valor en riesgo (VAR) Del portafolio de dos activos

El Valor en Riesgo (VaR) se calculó para estimar la posible pérdida máxima del portafolio durante un periodo (mensual), con un nivel de confianza del 95%. En este cálculo, se asumió una inversión inicial de USD 100,00.00 en el portafolio, considerando las desviaciones estándar de los activos y las ponderaciones del portafolio. Este cálculo proporciona una medida cuantitativa del riesgo de pérdida que el portafolio puede sufrir con un 95% del nivel de confianza.

**Tabla 18** *Valor en riesgo (VAR) del portafolio de dos activos*

|                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| Retorno esperado del portafolio | 1.888%              |
| Riesgo del portafolio           | 6.074%              |
| Alfa                            | 5%                  |
| Fondos invertidos               | USD 100,000.00      |
| Valor promedio de la cartera    | USD 101,888.00      |
| Desviación estándar en dólares  | USD 6,074.50        |
| Valor de corte                  | USD 91,896.34       |
| <b>VAR al 5%</b>                | <b>USD 9,991.66</b> |

*Nota:* Elaboración propia. Cálculo del Valor en Riesgo (VaR). Margen de confianza del 95% y de error del 5%.

La Tabla 3 presenta el Valor en Riesgo (VaR) calculado en base a la combinación óptima del portafolio de dos activos, según el modelo de Sharpe, lo que permite maximizar los rendimientos ajustados al riesgo. Se utilizó una inversión de USD 100,000.00, con un valor promedio de la cartera de USD 101,888.00, y una desviación estándar en dólares de USD 6,074.50. El retorno esperado del portafolio fue de 1.888% y el riesgo del portafolio de 6.074%, con un alfa del 5%.

Los fondos invertidos se calcularon como el valor inicial de la inversión de USD 100,000.00. La desviación estándar en dólares se calculó multiplicando la desviación estándar de los rendimientos de los activos por el valor de la inversión, resultando en USD 6,074.50. El valor de corte se determinó utilizando la fórmula de distribución normal inversa, aplicando la probabilidad, la media y la desviación estándar, lo que dio un valor de USD 91,896.34. Finalmente, el VaR al 5% se calculó restando el valor de corte del valor promedio de la cartera, lo que dio como resultado USD 9,991.66.

Dado un 95% de confianza, la máxima pérdida que el portafolio óptimo puede sufrir en un mes es de USD 9,991.66. Esto implica que existe un 95% de probabilidad de que las pérdidas no superen esta cifra. Este cálculo proporciona una medida cuantitativa del riesgo, ayudando a los inversionistas a tomar decisiones informadas sobre la exposición a pérdidas.

### **Comparación entre el portafolio óptimo y un portafolio fuera de la frontera eficiente.**

Además, se realizó una comparación entre el portafolio óptimo calculado mediante el modelo de Sharpe y un portafolio fuera de la frontera eficiente, para observar cómo las decisiones de inversión afectan el riesgo total de la cartera y cómo varía el Valor en Riesgo.

**Tabla 19** *Valor en riesgo (VAR) del portafolio óptimo de dos activos*

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Retorno esperado del portafolio | 1.923%               |
| Riesgo del portafolio           | 6.200%               |
| Alfa                            | 5%                   |
| Fondos invertidos               | USD 100,000.00       |
| Valor promedio de la cartera    | USD 101,923.00       |
| Desviación estándar en dólares  | USD 6,200.00         |
| Valor de corte                  | USD 91,724.91        |
| <b>VAR al 5%</b>                | <b>USD 10,198.09</b> |

*Nota:* Elaboración propia. Cálculo del Valor en Riesgo (VaR) con un margen de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

La Tabla 3 presenta los resultados del portafolio fuera de la frontera eficiente, con la misma inversión de USD 100,000.00, un valor promedio de la cartera de USD 101,923.00, y una desviación estándar en dólares de USD 6,200.00. El retorno esperado del portafolio fue de 1.923% y el riesgo del portafolio de 6.200%, con un alfa del 5%. El valor de corte se calculó utilizando la fórmula de distribución normal inversa, obteniendo un valor de USD 91,724.91.

Finalmente, el VaR al 5% para este portafolio fuera de la frontera eficiente se calculó restando el valor de corte del valor promedio de la cartera, lo que dio como resultado USD 10,198.09.

Por lo tanto, dado un 95% de confianza, la máxima pérdida que este portafolio podría sufrir en un mes es de USD 10,198.09. Esto implica que existe un 95% de probabilidad de que las pérdidas no superen esta cifra. Este resultado muestra cómo un portafolio fuera de la frontera eficiente, con un rendimiento y riesgo inferior al de la combinación óptima, presenta una mayor pérdida máxima esperada en comparación con el VaR del portafolio óptimo, que fue de USD 9,991.66.

Esta diferencia resalta cómo las decisiones de inversión, al estar fuera de la frontera eficiente, incrementan el riesgo total de la cartera, reflejando una mayor exposición a posibles pérdidas. En comparación, la combinación óptima ajustada al riesgo presenta un VaR menor, lo que indica una mejor gestión del riesgo y una mayor eficiencia en el portafolio.

#### **4.3.2. Portafolio óptimo considerando tres activos (The Coca-Cola Company (KO), American Express Company (AXP) y Occidental Petroleum Corporation (OXY))**

Con el propósito de evaluar la evolución de la eficiencia del portafolio al incrementar el número de activos, se analizó la frontera eficiente correspondiente al portafolio conformado por tres instrumentos financieros. Este proceso da continuidad a lo desarrollado en la sección anterior, donde se determinó el portafolio óptimo para dos activos. En esta etapa se incorpora un tercer activo (OXP), lo que permite analizar el impacto de la diversificación adicional en términos de riesgo y rendimiento.

El análisis se realizó empleando las rentabilidades mensuales de los activos para el periodo comprendido entre marzo de 2020 y agosto de 2025. A partir de dichas series se calcularon las estadísticas individuales de cada activo, así como la matriz de covarianzas correspondiente, la cual refleja la estructura conjunta de variabilidad entre KO, AXP y OXY.

**Tabla 20** *Matriz de covarianzas entre KO, AXP y OXY, utilizada para la construcción del portafolio de tres activos.*

| MATRIZ COVARIANZAS |    |         |         |
|--------------------|----|---------|---------|
|                    | KO | AXP     | OXY     |
| KO                 |    | 0.00137 | 0.00023 |
| AXP                |    |         | 0.00527 |
| OXF                |    |         |         |

Nota: Elaboración propia a partir de los rendimientos diarios de KO, AXP y OXY, obtenidos de Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>)

Como se observa, las covarianzas entre los tres activos son todas positivas, aunque de distinta magnitud. La relación más fuerte se presenta entre AXP y OXP (0.00527), mientras que la covarianza más baja corresponde a KO y OXP (0.00023). Esta última es relevante, ya que una relación más débil entre dos activos contribuye a una reducción mayor del riesgo total del portafolio cuando se combinan.

Siguiendo la metodología empleada en el apartado 4.3.1, se utilizó el complemento SOLVER para identificar el portafolio óptimo bajo el criterio de maximizar el Ratio de Sharpe, manteniendo las restricciones de no negatividad y suma de pesos igual a la unidad. Como parte del indicador se determinó una tasa libre de riesgo promedio mensual de 0.247% y una prima por riesgo mensual de 1.632%.

**Tabla 21** Indicadores del portafolio óptimo con tres activos: Ratio de Sharpe y Treynor.

| <b>Acción</b>        | <b>% Inversión</b> | <b>Varianza</b> | <b>Rentabilidad</b> | <b>(% Inversión)<sup>2</sup></b> |
|----------------------|--------------------|-----------------|---------------------|----------------------------------|
| <b>KO</b>            | 39.37%             | 0.245%          | 0.974%              | 15.50%                           |
| <b>AXP</b>           | 47.95%             | 0.675%          | 2.410%              | 22.99%                           |
| <b>OXY</b>           | 12.68%             | 2.421%          | 2.679%              | 1.61%                            |
| <b>Total</b>         | 100.00%            |                 |                     |                                  |
| <b>Rentabilidad</b>  | <b>1.88%</b>       |                 |                     |                                  |
| Varianza             | 0.350%             |                 |                     |                                  |
| <b>Riesgo</b>        | <b>5.917%</b>      |                 |                     |                                  |
| Tasa Libre de Riesgo |                    | 0.247%          |                     |                                  |
| Prima por Riesgo     |                    | 1.632%          |                     |                                  |
| Riesgo               |                    | 5.917%          |                     |                                  |
| <b>Sharpe óptimo</b> |                    | <b>27.584%</b>  |                     |                                  |
| Tasa Libre de Riesgo |                    | 0.247%          |                     |                                  |
| Prima por Riesgo     |                    | 1.632%          |                     |                                  |
| Beta                 |                    | 0.88            |                     |                                  |
| <b>Treynor</b>       |                    | <b>1.857%</b>   |                     |                                  |

Nota: Elaboración propia. Valores calculados mediante el modelo media-varianza de Markowitz y optimización con el complemento SOLVER, usando datos obtenidos de Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>)

Para los activos en el portafolio, el porcentaje de inversión asignado es el siguiente: para The Coca-Cola Company (KO), 39.37%; para American Express Company (AXP), 47.95%; y para Occidental Petroleum Corporation (OXY), 12.68%. Este portafolio alcanza un Ratio de Sharpe de 27.584%, lo que significa que, por cada unidad de riesgo asumido, el portafolio conformado por tres activos genera una rentabilidad adicional del 27.584%, superior a la obtenida con el portafolio de dos activos que tiene un Sharpe de 27.015%.

El beta obtenido del portafolio es de 0.88, lo que indica que su sensibilidad frente a los movimientos del mercado es inferior a la unidad. Esto significa que el portafolio es menos volátil que el mercado. Además, el índice de Treynor obtenido es de 1.857%, lo que significa que, por cada unidad de riesgo de mercado asumido, el portafolio genera una rentabilidad adicional de 1.857%.

Estos resultados significan que la adición del tercer activo al portafolio mejora significativamente la eficiencia financiera del mismo. No solo incrementa el rendimiento ajustado por riesgo (Sharpe), sino que también reduce la volatilidad y mejora el rendimiento en relación con el riesgo sistemático (Treynor). Además, se cumple lo que

propone Markowitz en su teoría de portafolios, que sostiene que la diversificación adecuada de activos puede optimizar el rendimiento ajustado por riesgo, minimizando la volatilidad y maximizando el retorno.

### **Valor en riesgo (VAR) del portafolio de tres activos**

El Valor en Riesgo (VaR) se calculó para estimar la posible pérdida máxima del portafolio óptimo de tres activos durante un periodo (mensual), con un nivel de confianza del 95%. En este cálculo, se asumió una inversión inicial de 100,000.00 USD en el portafolio, considerando las desviaciones estándar de los activos y las ponderaciones del portafolio. Este cálculo proporciona una medida cuantitativa del riesgo de pérdida que el portafolio puede sufrir con un 95% del nivel de confianza.

**Tabla 22** *Valor en riesgo (VAR) del portafolio de tres activos*

|                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| Retorno esperado del portafolio | 1.88%               |
| Riesgo del portafolio           | 5.917%              |
| Alfa                            | 5%                  |
| Fondos invertidos               | USD 100,000.00      |
| Valor promedio de la cartera    | USD 101,879.09      |
| Desviación estándar en dólares  | USD 5,916.90        |
| Valor de corte                  | USD 92,146.65       |
| <b>VAR al 5%</b>                | <b>USD 9,732.43</b> |

*Nota:* Elaboración propia. Cálculo del Valor en Riesgo (VaR) con un margen de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

La Tabla 3 presenta el Valor en Riesgo (VaR) calculado en base a la combinación óptima del portafolio de tres activos, según el modelo de Sharpe, lo que permite maximizar los rendimientos ajustados al riesgo. Se utilizó la misma inversión de USD 100,000.00, con un valor promedio de la cartera de USD 101,879.09, y una desviación estándar en dólares de USD 5,916.90.

Dado un 95% de confianza, la máxima pérdida que el portafolio óptimo puede sufrir en un mes es de USD 9,732.43. Esto implica que existe un 95% de probabilidad de que las pérdidas no superen esta cifra. Este cálculo proporciona una medida cuantitativa

del riesgo, ayudando a los inversionistas a tomar decisiones informadas sobre la exposición a pérdidas.

### **Comparación entre el portafolio óptimo y un portafolio fuera de la frontera eficiente.**

Por otro lado, se realizó una comparación entre el portafolio óptimo calculado mediante el modelo de Sharpe y se tomó una combinación de portafolio ubicado por debajo de la frontera eficiente, para observar cómo las decisiones de inversión afectan el riesgo total de la cartera y cómo varía el Valor en Riesgo (VaR).

**Tabla 23** *Valor en riesgo (VAR) del portafolio óptimo de tres activos*

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Retorno esperado del portafolio | 1.73%                |
| Riesgo del portafolio           | 7.485%               |
| Alfa                            | 5%                   |
| Fondos invertidos               | USD 100,000.00       |
| Valor promedio de la cartera    | USD 101,730.00       |
| Desviación estándar en dólares  | USD 7,485.00         |
| Valor de corte                  | USD 89,418.27        |
| <b>VAR al 5%</b>                | <b>USD 12,311.73</b> |

*Nota:* Elaboración propia. Cálculo del Valor en Riesgo (VaR) con un margen de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

La Tabla 23 presenta los resultados del portafolio fuera de la frontera eficiente, con una inversión de USD 100,000.00, un valor promedio de la cartera de USD 101,730.00, y una desviación estándar en dólares de USD 7,485.00. El retorno esperado del portafolio fue de 1.73% y el riesgo del portafolio de 7.485%, con un alfa del 5%. El valor de corte se calculó obteniendo un valor de USD 89,418.27. Finalmente, el VaR al 5% para este portafolio fuera de la frontera eficiente se calculó restando el valor de corte del valor promedio de la cartera, lo que dio como resultado USD 12,311.73.

Dado un 95% de confianza, la máxima pérdida que este portafolio podría sufrir en un mes es de USD 12,311.73. Esto implica que existe un 95% de probabilidad de que las pérdidas no superen esta cifra.

Este resultado muestra cómo un portafolio fuera de la frontera eficiente, con un rendimiento y riesgo inferior al de la combinación óptima, presenta una mayor pérdida máxima esperada en comparación con el VaR del portafolio óptimo, que fue de USD 9,732.43.

Esta diferencia resalta cómo las decisiones de inversión, al estar por debajo de la frontera eficiente, incrementan el riesgo total de la cartera, reflejando una mayor exposición a posibles pérdidas. En comparación, la combinación óptima ajustada al riesgo presenta un VaR menor, lo que indica una mejor gestión del riesgo y una mayor eficiencia en el portafolio.

#### **4.3.3. Portafolio óptimo considerando cuatro activos (The Coca-Cola Company (KO), American Express Company (AXP), Occidental Petroleum Corporation (OXY) y Tesla Inc. (TSLA))**

Con el propósito de completar el análisis de eficiencia financiera desarrollado en las secciones anteriores, se construyó la frontera eficiente correspondiente al portafolio conformado por cuatro activos: KO, AXP, OXP y TSLA. Este escenario representa el caso de máxima diversificación dentro de la muestra considerada en la investigación, por lo que permite evaluar de manera integral el comportamiento del portafolio cuando se amplía al máximo el conjunto de instrumentos disponibles.

Siguiendo la metodología aplicada previamente, se emplearon las rentabilidades mensuales del periodo marzo 2020 – agosto 2025, a partir de las cuales se obtuvieron las estadísticas individuales y las covarianzas entre los activos.

**Tabla 24** *Matriz de covarianzas entre KO, AXP, OXP y TSLA utilizada para la construcción del portafolio de cuatro activos.*

| MATRIZ COVARIANZAS |    |         |         |          |
|--------------------|----|---------|---------|----------|
|                    | KO | AXP     | OXP     | TSLA     |
| KO                 |    | 0.00137 | 0.00023 | -0.00066 |
| AXP                |    |         | 0.00527 | 0.00677  |
| OXP                |    |         |         | 0.00469  |
| TSLA               |    |         |         |          |

*Nota:* Elaboración propia a partir de los rendimientos diarios de KO y AXP, obtenidos de Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>)

Esta matriz presenta una característica fundamental que distingue al portafolio de cuatro activos respecto a los escenarios anteriores: la existencia de una covarianza negativa entre KO y TSLA (-0.00066). Esta relación inversa es especialmente valiosa desde el punto de vista de la diversificación, ya que permite compensar movimientos positivos de un activo con movimientos negativos del otro, reduciendo la volatilidad conjunta del portafolio. En contraste, la covarianza positiva relativamente elevada entre AXP, OXP y TSLA sugiere que estos activos tienden a comportarse de manera más similar ante cambios de mercado, por lo que el aporte diversificador central proviene principalmente de la interacción entre KO y TSLA.

Una vez identificada la estructura de covarianzas, se procedió a optimizar el portafolio mediante el complemento SOLVER, buscando maximizar el Ratio de Sharpe, lo cual permite identificar la combinación de pesos que proporciona el mayor rendimiento adicional por unidad de riesgo asumido.

**Tabla 25** Indicadores del portafolio óptimo con cuatro activos: Ratio de Sharpe y Treynor

| Acción               | % Inversión   | Varianza       | Rentabilidad | (% Inversión) <sup>2</sup> |
|----------------------|---------------|----------------|--------------|----------------------------|
| KO                   | 50.18%        | 0.245%         | 0.974%       | 25.18%                     |
| AXP                  | 21.22%        | 0.675%         | 2.410%       | 4.50%                      |
| OXY                  | 12.22%        | 2.421%         | 2.679%       | 1.49%                      |
| TSLA                 | 16.38%        | 3.979%         | 4.733%       | 2.68%                      |
|                      | 100.00%       |                |              |                            |
| <b>Rentabilidad</b>  | <b>2.10%</b>  |                |              |                            |
| Varianza             | 0.349%        |                |              |                            |
| <b>Riesgo</b>        | <b>5.910%</b> |                |              |                            |
| Tasa Libre de Riesgo |               | 0.247%         |              |                            |
| Prima por Riesgo     |               | 1.856%         |              |                            |
| Riesgo               |               | 5.910%         |              |                            |
| <b>Sharpe óptimo</b> |               | <b>31.407%</b> |              |                            |
| Tasa Libre de Riesgo |               | 0.247%         |              |                            |
| Prima por Riesgo     |               | 1.856%         |              |                            |
| Beta                 |               | 0.97           |              |                            |
| <b>Treynor</b>       |               | <b>1.905%</b>  |              |                            |

*Nota:* Elaboración propia. Valores calculados mediante el modelo media-varianza de Markowitz y optimización con el complemento SOLVER, usando datos obtenidos de Yahoo Finance (<https://finance.yahoo.com>)

El portafolio óptimo para cuatro activos tiene una distribución de inversión de la siguiente manera: para The Coca-Cola Company (KO), 50.18%; para American Express Company (AXP), 21.22%; para Occidental Petroleum Corporation (OXY), 12.22%; y para Tesla, Inc. (TSLA), 16.38%. Los resultados muestran que el portafolio óptimo para cuatro activos alcanza un Ratio de Sharpe de 31.407%, el valor más alto registrado entre todos los escenarios evaluados. lo que significa que, por cada unidad de riesgo asumido, el portafolio conformado por estos cuatro activos genera una rentabilidad adicional del 31.407%, superando significativamente al portafolio de tres activos con un Sharpe de 27.584% y al de dos activos con Sharpe de 27.015%.

El beta obtenido del portafolio es de 0.97, lo que indica que su sensibilidad frente a los movimientos del mercado es similar a la unidad, lo que lo hace ligeramente menos volátil que el mercado. Esto sugiere que el portafolio tiene un comportamiento moderado frente a cambios en el mercado. Además, el índice de Treynor obtenido es de 1.905%, lo que significa que, por cada unidad de riesgo de mercado asumido, el portafolio genera una rentabilidad adicional de 1.905%.

Estos resultados significan que la adición del cuarto activo, Tesla (TSLA), al portafolio mejora de manera significativa su eficiencia financiera. No solo incrementa el rendimiento ajustado por riesgo (Sharpe), sino que también optimiza la relación entre el rendimiento y el riesgo sistemático (Treynor). Este portafolio es más eficiente que los portafolios anteriores de dos y tres activos, ya que presenta un mayor Ratio de Sharpe, lo que demuestra que la diversificación progresiva con activos adicionales mejora tanto el rendimiento como la estabilidad del portafolio, reduciendo el riesgo y maximizando el retorno esperado. Esta mejora está alineada con la teoría de Markowitz, que sostiene que una adecuada diversificación puede minimizar el riesgo sin sacrificar el rendimiento.

#### **Valor en riesgo (VAR) del portafolio de cuatro activos**

El Valor en Riesgo (VaR) se calculó para estimar la posible pérdida máxima del portafolio óptimo de cuatro activos durante un periodo (mensual), con un nivel de confianza del 95%. En este cálculo, se asumió una inversión inicial de 100,000.00 USD en el portafolio, considerando las desviaciones estándar de los activos y las ponderaciones del portafolio. Este cálculo proporciona una medida cuantitativa del riesgo de pérdida que el portafolio puede sufrir con un 95% del nivel de confianza.

**Tabla 26** *Valor en riesgo (VAR) del portafolio de cuatro activos*

|                                 |                     |
|---------------------------------|---------------------|
| Retorno esperado del portafolio | 2.103%              |
| Riesgo del portafolio           | 5.910%              |
| Alfa                            | 5%                  |
| Fondos invertidos               | USD 100,000.00      |
| Valor promedio de la cartera    | USD 102,103.00      |
| Desviación estándar en dólares  | USD 5,909.65        |
| Valor de corte                  | USD 92,382.49       |
| <b>VAR al 5%</b>                | <b>USD 9,720.51</b> |

*Nota:* Elaboración propia. Cálculo del Valor en Riesgo (VaR) con un margen de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

La Tabla 3 presenta el Valor en Riesgo (VaR) calculado en base a la combinación óptima del portafolio de cuatro activos, según el modelo de Sharpe, lo que permite maximizar los rendimientos ajustados al riesgo. Se utilizó una inversión de USD

100,000.00, con un valor promedio de la cartera de USD 102,103.00, y una desviación estándar en dólares de USD 5,909.65. El retorno esperado del portafolio fue de 2.103% y el riesgo del portafolio de 5.910%, con un alfa del 5%.

Por lo tanto, dado un 95% de confianza, la máxima pérdida que el portafolio óptimo puede sufrir en un mes es de USD 9,720.51. Esto implica que existe un 95% de probabilidad de que las pérdidas no superen esta cifra. Este cálculo proporciona una medida cuantitativa del riesgo, ayudando a los inversionistas a tomar decisiones informadas sobre la exposición a pérdidas.

### **Comparación entre el portafolio óptimo y un portafolio fuera de la frontera eficiente**

Por otro lado, se realizó una comparación entre el portafolio óptimo calculado mediante el modelo de Sharpe y un portafolio por debajo de la frontera eficiente, para observar cómo las decisiones de inversión afectan el riesgo total de la cartera y cómo varía el Valor en Riesgo (VaR).

**Tabla 27** *Valor en riesgo (VAR) del portafolio óptimo de cuatro activos*

|                                 |                      |
|---------------------------------|----------------------|
| Retorno esperado del portafolio | 1.95%                |
| Riesgo del portafolio           | 8.26%                |
| Alfa                            | 5%                   |
| Fondos invertidos               | USD 100,000.00       |
| Valor promedio de la cartera    | USD 101,950.00       |
| Desviación estándar en dólares  | USD 8,260.00         |
| Valor de corte                  | USD 88,363.51        |
| <b>VAR al 5%</b>                | <b>USD 13,586.49</b> |

*Nota:* Elaboración propia. Cálculo del Valor en Riesgo (VaR) con un margen de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

Dado un 95% de confianza, la máxima pérdida que este portafolio podría sufrir en un mes es de USD 13,586.49. Esto implica que existe un 95% de probabilidad de que las pérdidas no superen esta cifra. Este resultado muestra cómo un portafolio fuera de la frontera eficiente, con un rendimiento y riesgo inferior al de la combinación óptima,

presenta una mayor pérdida máxima esperada en comparación con el VaR del portafolio óptimo de cuatro activos, que fue de USD 9,720.51.

Esta diferencia resalta cómo las decisiones de inversión, al estar fuera de la frontera eficiente, incrementan el riesgo total de la cartera, reflejando una mayor exposición a posibles pérdidas. En comparación, la combinación óptima ajustada al riesgo presenta un VaR menor, lo que indica una mejor gestión del riesgo y una mayor eficiencia en el portafolio.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos en este estudio respaldan la hipótesis de que la diversificación incide positivamente en la eficiencia de un portafolio de inversión, alineándose con las teorías tradicionales de optimización de portafolios. Según la teoría de Markowitz (1952), se demostró que la diversificación sectorial es clave para reducir el riesgo no sistemático y maximizar el rendimiento ajustado al riesgo. Los portafolios contruidos con una mayor diversificación mostraron una rentabilidad ajustada al riesgo superior, lo que corroboró estudios previos que destacan los beneficios de combinar activos con bajas correlaciones para mitigar las fluctuaciones del rendimiento.

Al comparar estos resultados con investigaciones previas, como las de Fama y French (1992), Sharpe (1966), Colás (2024), Asensio (2024) y Painoli et al. (2024), se observa que los portafolios diversificados presentaron una rentabilidad ajustada al riesgo positiva, con una notable reducción del riesgo no sistemático. Sin embargo, se destacó que, en algunos casos, la diversificación internacional no siempre mejora la rentabilidad, como lo mencionan Colás (2024) y Asensio (2024), donde los portafolios con activos nacionales presentaron un índice de Sharpe más alto. En línea con los hallazgos de Painoli et al. (2024), que también concluyen que la diversificación internacional no garantiza siempre una mejora en el rendimiento, este estudio refuerza la idea de que la efectividad de la diversificación depende no solo de la geografía de los activos, sino también de factores como la correlación entre los activos y las características específicas de los mercados involucrados. A pesar de esto, este estudio muestra que la diversificación sectorial aplicada en los portafolios analizados fue más eficaz en la optimización del rendimiento, al contar con correlaciones lo suficientemente bajas para ser efectiva, incluso durante períodos de volatilidad del mercado.

El análisis de los portafolios contruidos con activos como KO, AXP y OXY reveló que la diversificación adicional tuvo un impacto positivo en la reducción del riesgo y la mejora

de la rentabilidad ajustada al riesgo, alineándose con los hallazgos de Elton, Gruber y Blake (2014), quienes demostraron que la diversificación de activos contribuye a una mayor estabilidad en los portafolios a largo plazo. Además, el uso del Ratio de Sharpe permitió identificar los portafolios más eficientes, destacando aquellos con una relación favorable entre riesgo y rentabilidad.

Es relevante señalar que, aunque la diversificación sectorial resultó ser eficaz, las condiciones del mercado y las crisis económicas globales, como la pandemia de COVID-19, pudieron haber influido en la correlación entre ciertos activos, lo que generó una disminución en la eficacia de la diversificación durante esos períodos. Esto resalta la importancia de tener en cuenta no solo la geografía de los activos, sino también los sectores industriales y las correlaciones que puedan existir entre ellos.

Por lo tanto, este estudio valida la teoría de diversificación de Markowitz y ofrece evidencia empírica sobre la efectividad de la diversificación sectorial en la mejora de la eficiencia de los portafolios. Los resultados también subrayan que la diversificación debe ser cuidadosamente gestionada, ya que una excesiva diversificación o la selección incorrecta de activos puede no generar los beneficios esperados en términos de rentabilidad ajustada al riesgo.

## CONCLUSIONES

El análisis financiero de los activos seleccionados, Coca-Cola (KO), American Express (AXP), Occidental Petroleum (OXY) y Tesla (TSLA), reveló indicadores clave que reflejan su solidez. Coca-Cola presentó un ROA de 10.46%, ROE de 41.64% y EBITDA de \$15,474 millones USD. American Express mostró un ROA de 3.64%, ROE de 32.26% y EBITDA de \$10,129 millones USD. Occidental Petroleum destacó con un ROA de 11.65%, ROE de 42.53% y EBITDA de \$13,722 millones USD. Tesla reportó un ROA de 7.91%, ROE de 22.36% y EBITDA de \$9,625 millones USD, lo que evidenció la solidez financiera y estabilidad de estas compañías, líderes en sus respectivos sectores.

Con dos activos, al combinar KO y AXP, se alcanzó mayor eficiencia y reducción del riesgo. El Ratio de Sharpe fue de 15.25%, el índice de Treynor de 1.05 y el riesgo de 8.23%. La frontera eficiente mejoró al incluir activos con correlaciones bajas, estabilizando así la eficiencia.

Al agregar un tercer activo, Occidental Petroleum (OXY), la frontera eficiente se amplió, logrando una mayor reducción del riesgo. Los indicadores mostraron un Ratio de Sharpe de 22.59%, un índice de Treynor de 1.38 y un riesgo de 6.75%, destacando el beneficio de la diversificación.

Con la inclusión de Tesla Inc. (TSLA), el portafolio compuesto por KO, AXP, OXY y TSLA resultó ser el más eficiente, con un Ratio de Sharpe de 31.407%, un índice de Treynor de 1.905 y un riesgo de 5.910%. Este portafolio evidenció la mejora en el rendimiento ajustado al riesgo al integrar activos de diferentes sectores con covarianzas negativas, lo que permitió optimizar tanto la rentabilidad como la reducción del riesgo.

La hipótesis que afirmaba que la diversificación mejora la eficiencia del portafolio fue confirmada, mostrando que reduce el riesgo y mejora el rendimiento ajustado al riesgo, validando el modelo de Markowitz.

## SUGERENCIAS

Se sugiere que los inversionistas realicen un análisis financiero para seleccionar los activos que conformarán un portafolio de inversión, evaluando factores como la evolución de los dividendos, rentabilidad, indicadores de gestión y posición de mercado. Este análisis optimiza la eficiencia del portafolio, equilibrando el riesgo y mejorando el rendimiento a largo plazo.

Es clave que los gestores de portafolios apliquen el modelo de Markowitz para identificar portafolios eficientes, ya que permite una asignación óptima de activos, maximizando el rendimiento ajustado por riesgo, especialmente en mercados volátiles donde la diversificación es esencial para mitigar riesgos.

Además, se recomienda que los gestores de fondos y los inversionistas institucionales actualicen y rebalanceen el portafolio de manera constante, ajustando las ponderaciones de los activos para mantener la eficiencia financiera y adaptarse a los cambios del mercado.

Para futuras investigaciones, se sugiere incorporar factores adicionales como dividendos, rentabilidad y gestión de activos en el análisis. También sería valioso explorar la adaptación del modelo de Markowitz a mercados emergentes o de alta volatilidad y combinarlo con tecnologías emergentes como inteligencia artificial y big data para mejorar la optimización del portafolio.

## REFERENCIAS

- Arcos, P. (2008). Teorías y enfoques del desarrollo. <https://www.esap.edu.co/portal/wp-content/uploads/2017/10/5-Teorias-y-Enfoques-del-Desarrollo.pdf>
- Arpi, M. (2015). Perú, 2004-2013: Inversión pública en infraestructura, crecimiento y desarrollo regional. Consorcio de Investigación Económica y Social. [file:///C:/Users/Ctantalean/Downloads/inversion\\_publica\\_en\\_infraestructura\\_crecimiento\\_y\\_desarrollo\\_regional\\_arpi\\_una.pdf](file:///C:/Users/Ctantalean/Downloads/inversion_publica_en_infraestructura_crecimiento_y_desarrollo_regional_arpi_una.pdf)
- Asensio, L. (2024). Efectos de la diversificación internacional en el rendimiento de las carteras (Trabajo de fin de grado, Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales, ICADE).
- Attig, N., & Sy, A. (2023). What explains the benefits of international portfolio diversification? *Journal of International Money and Finance*, 110, 102374. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2022.102374>
- Black, F., & Scholes, M. (1973). "The Pricing of Options and Corporate Liabilities." *Journal of Political Economy*, 81(3), 637-654
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2014). *Inversiones* (10ª ed.). McGraw-Hill.
- Bodie, Z., Kane, A., & Marcus, A. J. (2021). *Investments* (12th ed.). McGraw-Hill Education.
- Brigham, E. F., & Ehrhardt, M. C. (2016). *Financial management: Theory & practice* (15ª ed.). Cengage Learning.
- Chura, A., & Ajrota, J. (2019). Enfoque de diversificación internacional y el riesgo en portafolio de inversiones. *Revista Economía & Negocios*, 1, 25-40.
- Cochran, W. G. (1977). *Sampling techniques* (3rd ed.). Wiley.
- Colás, A. (2024). Efectos de la diversificación internacional en el rendimiento de las carteras.
- Damodaran, A. (2012). *Investment valuation: Tools and techniques for determining the value of any asset* (3rd ed.). Wiley.

- Elton, E. J., & Gruber, M. J. (1997). *Modern Portfolio Theory and Investment Analysis*. 6th Edition. Wiley.
- Elton, E. J., & Gruber, M. J. (2011). *Modern portfolio theory and investment analysis* (9th ed.). Wiley.
- Elton, E. J., Gruber, M. J., Brown, S. J., & Goetzmann, W. N. (2014). *Modern portfolio theory and investment analysis* (9th ed.). John Wiley & Sons.
- Fama, E. F., & French, K. R. (1992). The cross-section of expected stock returns. *Journal of Finance*, 47(2), 427–465. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1992.tb04398.x>
- Fama, E. F. (1970). "Efficient Capital Markets: A Review of Theory and Empirical Work." *The Journal of Finance*, 25(2), 383-417.
- Gaddis, M. (2002). *The historical method in social research*. Sage Publications.
- Gamarra, M. (2024). Diversificación financiera y optimización de carteras en mercados emergentes. *Revista Peruana de Economía y Finanzas*, 10(1), 45–63. <https://www.rpef.pe/>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2010). *Metodología de la investigación* (5ª ed.). McGraw-Hill.
- Higgins, R. C. (2012). *Analysis for financial management* (10th ed.). McGraw-Hill Education.
- Koller, G., Goedhart, M., & Wessels, D. (2015). *Valuation: Measuring and managing the value of companies* (6th ed.). Wiley.
- Lavrakas, P. J. (2008). *Encyclopedia of survey research methods*. SAGE Publications.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77–91. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1952.tb01525.x>
- Merton, R. C., & Miller, M. H. (1977). *The theory of finance*. McGraw-Hill.
- Modigliani, F., & Miller, M. H. (1958). "The Cost of Capital, Corporation Finance, and the Theory of Investment." *American Economic Review*, 48(3), 261-297

- New York Stock Exchange. (2020). Number of Listed Companies. NYSE. Recuperado de <https://www.nyse.com>
- Painoli, G. K., Kumar, B. R., Kaila, R. P., & et al. (2024). Impact of portfolio performance on international portfolio diversification. *International Journal of Religion*, 5(6). [https://www.researchgate.net/publication/380275241\\_Impact\\_of\\_Portfolio\\_Performance\\_on\\_International\\_Portfolio\\_Diversification](https://www.researchgate.net/publication/380275241_Impact_of_Portfolio_Performance_on_International_Portfolio_Diversification)
- Popper, K. (1979). *La lógica de la investigación científica*. Fondo de Cultura Económica.
- Raddant, M. (2021). Interconnectedness in the global financial market. *Journal of International Money and Finance*, 110, 102369. <https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2020.102369>
- Reilly, F. K., & Brown, K. C. (2011). *Investment analysis & portfolio management* (10th ed.). South-Western Cengage Learning.
- Rivera, A. (2017). *El comportamiento del inversionista como factor determinante del sesgo doméstico en la diversificación de portafolios de renta variable en el Perú* (Tesis doctoral, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo).
- Sharpe, W. F. (1966). Mutual fund performance. *The Journal of Business*, 39(1), 119–138. <https://doi.org/10.1086/294777>
- Sharpe, W. F. (1970). *Portfolio theory and capital markets*. McGraw-Hill.
- Sharpe, W. F. (1964). Capital Asset Prices: A Theory of Market Equilibrium under Conditions of Risk. *The Journal of Finance*, 19(3), 425–442.
- Treynor, J. (1965). How to Rate Management of Investment Funds. *Harvard Business Review*, 43(1), 63–75
- Vásquez, S., & Espinoza, R. (2024). *La eficiencia de los portafolios de los Fondos Mutuos mixtos peruanos en el período 2019-2021* (Tesis para obtener el título profesional de Licenciado en Gestión con mención en Gestión Empresarial, Pontificia Universidad Católica del Perú).

## ANEXOS

### Anexo A.

#### Base de datos

#### Tabla A

*Datos históricos de los activos seleccionados para conformar el portafolio de inversión*

| Date   | KO    | Var %<br>KO | TSLA   | Var %<br>TSLA | AXP    | Var %<br>AXP | OXY   | Var %<br>OXY | TLR    | TLR<br>mensual | S&P 500 | Var %<br>S&P 500 |
|--------|-------|-------------|--------|---------------|--------|--------------|-------|--------------|--------|----------------|---------|------------------|
| Mar-20 | 39.08 |             | 52.13  |               | 84.79  |              | 15.78 |              |        |                | 2912.43 |                  |
| Abr-20 | 39.75 | 1.71%       | 55.67  | 6.79%         | 88.83  | 4.76%        | 12.31 | -21.99%      | 0.640% | 0.053%         | 3044.31 | 4.53%            |
| May-20 | 38.05 | -4.28%      | 71.99  | 29.32%        | 88.95  | 0.14%        | 17.4  | 41.35%       | 0.653% | 0.054%         | 3100.29 | 1.84%            |
| Jun-20 | 40.59 | 6.68%       | 95.38  | 32.49%        | 87.19  | -1.98%       | 14.98 | -13.91%      | 0.657% | 0.055%         | 3271.12 | 5.51%            |
| Jul-20 | 42.56 | 4.85%       | 166.11 | 74.16%        | 95.35  | 9.36%        | 12.12 | -19.09%      | 0.529% | 0.044%         | 3500.31 | 7.01%            |
| Ago-20 | 42.42 | -0.33%      | 143    | -13.91%       | 94.09  | -1.32%       | 9.52  | -21.45%      | 0.671% | 0.056%         | 3363.00 | -3.92%           |
| Set-20 | 41.63 | -1.86%      | 129.35 | -9.55%        | 85.63  | -8.99%       | 8.69  | -8.72%       | 0.686% | 0.057%         | 3269.96 | -2.77%           |
| Oct-20 | 44.7  | 7.37%       | 189.2  | 46.27%        | 111.77 | 30.53%       | 15.01 | 72.73%       | 0.874% | 0.073%         | 3621.63 | 10.75%           |
| Nov-20 | 47.38 | 6.00%       | 235.22 | 24.32%        | 113.95 | 1.95%        | 16.49 | 9.86%        | 0.842% | 0.070%         | 3756.07 | 3.71%            |
| Dic-20 | 42.04 | -11.27%     | 264.51 | 12.45%        | 109.57 | -3.84%       | 19.11 | 15.89%       | 0.940% | 0.078%         | 3714.24 | -1.11%           |
| Ene-21 | 42.77 | 1.74%       | 225.17 | -14.87%       | 127.93 | 16.76%       | 25.36 | 32.71%       | 1.071% | 0.089%         | 3811.15 | 2.61%            |
| Feb-21 | 46.02 | 7.60%       | 222.64 | -1.12%        | 133.77 | 4.56%        | 25.36 | 0.00%        | 1.407% | 0.117%         | 3972.89 | 4.24%            |
| Mar-21 | 47.52 | 3.26%       | 236.48 | 6.22%         | 145.47 | 8.75%        | 24.17 | -4.69%       | 1.744% | 0.145%         | 4181.17 | 5.24%            |
| Abr-21 | 48.67 | 2.42%       | 208.41 | -11.87%       | 151.90 | 4.42%        | 24.74 | 2.36%        | 1.626% | 0.136%         | 4204.11 | 0.55%            |
| May-21 | 47.63 | -2.14%      | 226.57 | 8.71%         | 156.74 | 3.19%        | 29.81 | 20.49%       | 1.610% | 0.134%         | 4297.50 | 2.22%            |
| Jun-21 | 50.58 | 6.19%       | 229.07 | 1.10%         | 161.77 | 3.21%        | 24.89 | -16.50%      | 1.468% | 0.122%         | 4395.26 | 2.27%            |
| Jul-21 | 49.94 | -1.27%      | 245.24 | 7.06%         | 157.84 | -2.43%       | 24.5  | -1.57%       | 1.226% | 0.102%         | 4522.68 | 2.90%            |
| Ago-21 | 46.54 | -6.81%      | 258.49 | 5.40%         | 159.34 | 0.95%        | 28.2  | 15.10%       | 1.307% | 0.109%         | 4307.54 | -4.76%           |
| Set-21 | 50.37 | 8.23%       | 371.33 | 43.65%        | 165.28 | 3.73%        | 31.98 | 13.40%       | 1.492% | 0.124%         | 4605.38 | 6.91%            |
| Oct-21 | 46.87 | -6.95%      | 381.59 | 2.76%         | 145.21 | -12.14%      | 28.28 | -11.57%      | 1.561% | 0.130%         | 4567.00 | -0.83%           |
| Nov-21 | 53.32 | 13.76%      | 352.26 | -7.69%        | 155.99 | 7.42%        | 27.65 | -2.23%       | 1.456% | 0.121%         | 4766.18 | 4.36%            |
| Dic-21 | 54.94 | 3.04%       | 312.24 | -11.36%       | 171.45 | 9.91%        | 35.94 | 29.98%       | 1.512% | 0.126%         | 4515.55 | -5.26%           |
| Ene-22 | 56.05 | 2.02%       | 290.14 | -7.08%        | 185.95 | 8.46%        | 41.73 | 16.11%       | 1.784% | 0.149%         | 4373.94 | -3.14%           |
| Feb-22 | 55.83 | -0.39%      | 359.2  | 23.80%        | 178.74 | -3.88%       | 54.14 | 29.74%       | 1.822% | 0.152%         | 4530.41 | 3.58%            |
| Mar-22 | 58.63 | 5.02%       | 290.25 | -19.20%       | 167.00 | -6.57%       | 52.69 | -2.68%       | 2.345% | 0.195%         | 4131.93 | -8.80%           |
| Abr-22 | 57.51 | -1.91%      | 252.75 | -12.92%       | 161.83 | -3.10%       | 66.29 | 25.81%       | 2.938% | 0.245%         | 4132.15 | 0.01%            |
| May-22 | 57.09 | -0.73%      | 224.47 | -11.19%       | 132.88 | -17.89%      | 56.32 | -15.04%      | 2.862% | 0.239%         | 3785.38 | -8.39%           |
| Jun-22 | 58.65 | 2.73%       | 297.15 | 32.38%        | 148.19 | 11.52%       | 63.01 | 11.88%       | 3.017% | 0.251%         | 4130.29 | 9.11%            |
| Jul-22 | 56.4  | -3.84%      | 275.61 | -7.25%        | 146.25 | -1.31%       | 68.04 | 7.98%        | 2.658% | 0.222%         | 3955.00 | -4.24%           |

|        |       |        |        |         |        |         |       |         |        |        |         |        |
|--------|-------|--------|--------|---------|--------|---------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|
| Ago-22 | 51.2  | -9.22% | 265.25 | -3.76%  | 129.80 | -11.25% | 58.89 | -13.45% | 3.196% | 0.266% | 3585.62 | -9.34% |
| Set-22 | 55.1  | 7.62%  | 227.54 | -14.22% | 142.83 | 10.04%  | 69.71 | 18.37%  | 3.829% | 0.319% | 3871.98 | 7.99%  |
| Oct-22 | 58.56 | 6.28%  | 194.7  | -14.43% | 152.20 | 6.56%   | 66.72 | -4.29%  | 4.050% | 0.338% | 4080.11 | 5.38%  |
| Nov-22 | 58.98 | 0.72%  | 123.18 | -36.73% | 142.70 | -6.24%  | 60.48 | -9.35%  | 3.611% | 0.301% | 3839.50 | -5.90% |
| Dic-22 | 56.86 | -3.59% | 173.22 | 40.62%  | 168.95 | 18.40%  | 62.34 | 3.08%   | 3.879% | 0.323% | 4076.60 | 6.18%  |
| Ene-23 | 55.18 | -2.95% | 205.71 | 18.76%  | 168.63 | -0.19%  | 56.34 | -9.62%  | 3.510% | 0.293% | 3970.15 | -2.61% |
| Feb-23 | 57.51 | 4.22%  | 207.46 | 0.85%   | 159.87 | -5.19%  | 60.07 | 6.62%   | 3.938% | 0.328% | 4109.31 | 3.51%  |
| Mar-23 | 59.94 | 4.23%  | 164.31 | -20.80% | 156.37 | -2.19%  | 59.37 | -1.17%  | 3.473% | 0.289% | 4169.48 | 1.46%  |
| Abr-23 | 55.74 | -7.01% | 203.93 | 24.11%  | 154.24 | -1.36%  | 55.64 | -6.28%  | 3.433% | 0.286% | 4179.83 | 0.25%  |
| May-23 | 56.26 | 0.93%  | 261.77 | 28.36%  | 169.46 | 9.87%   | 56.74 | 1.98%   | 3.646% | 0.304% | 4450.38 | 6.47%  |
| Jun-23 | 58.3  | 3.63%  | 267.43 | 2.16%   | 164.28 | -3.06%  | 61.1  | 7.68%   | 3.841% | 0.320% | 4588.96 | 3.11%  |
| Jul-23 | 56.33 | -3.38% | 258.08 | -3.50%  | 154.21 | -6.13%  | 60.77 | -0.54%  | 3.967% | 0.331% | 4507.66 | -1.77% |
| Ago-23 | 52.7  | -6.44% | 250.22 | -3.05%  | 145.62 | -5.57%  | 62.79 | 3.32%   | 4.109% | 0.342% | 4288.05 | -4.87% |
| Set-23 | 53.6  | 1.71%  | 200.84 | -19.73% | 142.54 | -2.12%  | 59.99 | -4.46%  | 4.572% | 0.381% | 4193.80 | -2.20% |
| Oct-23 | 55.45 | 3.45%  | 240.08 | 19.54%  | 167.37 | 17.42%  | 57.41 | -4.30%  | 4.932% | 0.411% | 4567.80 | 8.92%  |
| Nov-23 | 53.36 | -3.77% | 248.48 | 3.50%   | 183.61 | 9.70%   | 57.95 | 0.94%   | 4.327% | 0.361% | 4769.83 | 4.42%  |
| Dic-23 | 56.9  | 6.63%  | 187.29 | -24.63% | 196.75 | 7.16%   | 56.05 | -3.28%  | 3.880% | 0.323% | 4845.65 | 1.59%  |
| Ene-24 | 57.41 | 0.90%  | 201.88 | 7.79%   | 215.75 | 9.66%   | 59.01 | 5.28%   | 3.913% | 0.326% | 5096.27 | 5.17%  |
| Feb-24 | 58.52 | 1.93%  | 175.79 | -12.92% | 223.88 | 3.77%   | 63.28 | 7.24%   | 4.251% | 0.354% | 5254.35 | 3.10%  |
| Mar-24 | 59.55 | 1.76%  | 183.28 | 4.26%   | 230.12 | 2.79%   | 64.63 | 2.13%   | 4.201% | 0.350% | 5035.69 | -4.16% |
| Abr-24 | 60.67 | 1.88%  | 178.08 | -2.84%  | 236.72 | 2.87%   | 61.07 | -5.51%  | 4.681% | 0.390% | 5277.51 | 4.80%  |
| May-24 | 61.37 | 1.15%  | 197.88 | 11.12%  | 228.38 | -3.52%  | 61.59 | 0.85%   | 4.500% | 0.375% | 5460.48 | 3.47%  |
| Jun-24 | 64.84 | 5.65%  | 232.07 | 17.28%  | 249.58 | 9.28%   | 59.65 | -3.15%  | 4.397% | 0.366% | 5522.30 | 1.13%  |
| Jul-24 | 70.41 | 8.59%  | 214.11 | -7.74%  | 255.87 | 2.52%   | 55.85 | -6.37%  | 4.032% | 0.336% | 5648.40 | 2.28%  |
| Ago-24 | 69.82 | -0.84% | 261.63 | 22.19%  | 268.29 | 4.85%   | 50.55 | -9.49%  | 3.904% | 0.325% | 5762.48 | 2.02%  |
| Set-24 | 63.89 | -8.49% | 249.85 | -4.50%  | 267.18 | -0.41%  | 49.35 | -2.37%  | 3.782% | 0.315% | 5705.45 | -0.99% |
| Oct-24 | 62.69 | -1.88% | 345.16 | 38.15%  | 302.2  | 13.11%  | 49.82 | 0.95%   | 4.285% | 0.357% | 6032.38 | 5.73%  |
| Nov-24 | 61.37 | -2.11% | 403.84 | 17.00%  | 294.37 | -2.59%  | 48.67 | -2.31%  | 4.170% | 0.348% | 5881.63 | -2.50% |
| Dic-24 | 62.57 | 1.96%  | 404.6  | 0.19%   | 314.86 | 6.96%   | 46.16 | -5.16%  | 4.572% | 0.381% | 6040.53 | 2.70%  |
| Ene-25 | 70.19 | 12.18% | 292.98 | -27.59% | 299.21 | -4.97%  | 48.32 | 4.68%   | 4.54%  | 0.378% | 5954.50 | -1.42% |
| Feb-25 | 70.59 | 0.57%  | 259.16 | -11.54% | 267.47 | -10.61% | 48.84 | 1.08%   | 4.21%  | 0.351% | 5611.85 | -5.75% |
| Mar-25 | 72.04 | 2.05%  | 282.16 | 8.87%   | 264.36 | -1.16%  | 39.19 | -19.76% | 4.21%  | 0.351% | 5569.06 | -0.76% |
| Abr-25 | 71.59 | -0.62% | 346.46 | 22.79%  | 293.31 | 10.95%  | 40.55 | 3.47%   | 4.16%  | 0.347% | 5911.69 | 6.15%  |
| May-25 | 70.25 | -1.87% | 317.66 | -8.31%  | 318.18 | 8.48%   | 41.78 | 3.03%   | 4.40%  | 0.367% | 6204.45 | 4.95%  |
| Jun-25 | 67.89 | -3.36% | 308.27 | -2.96%  | 298.56 | -6.17%  | 43.94 | 5.17%   | 4.23%  | 0.353% | 6339.39 | 2.17%  |
| Jul-25 | 68.99 | 1.62%  | 333.87 | 8.30%   | 331.28 | 10.96%  | 47.61 | 8.35%   | 4.38%  | 0.365% | 6460.26 | 1.91%  |
| Ago-25 | 67.86 | -1.64% | 340.97 | 2.13%   | 324.34 | -2.09%  | 45.14 | -5.19%  | 4.24%  | 0.353% | 6512.61 | 0.81%  |

*Nota:* Calculado a partir de los datos históricos obtenidos de Yahoo Finance (acciones históricas mensuales) y la plataforma de Bloomberg (rendimientos ajustados por dividendos y splits). Los datos cubren el período de marzo de 2020 a agosto de 2025, y se han ajustado por los dividendos y otros eventos corporativos relevantes.

## Anexo B

### Beta calculados para cada activo (KO, TSLA, AXP, OXY)

#### Tabla B

##### Beta calculado para cada activo (KO, TSLA, AXP, OXY)

###### The Coca-Cola Company

| Estadísticas de la regresión                 |             |
|----------------------------------------------|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple         | 0.391646709 |
| Coefficiente de determinación R <sup>2</sup> | 0.153387145 |
| R <sup>2</sup> ajustado                      | 0.139948846 |
| Error típico                                 | 0.046263684 |
| Observaciones                                | 65          |

###### ANÁLISIS DE VARIANZA

|              | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | F            | Valor crítico de F |              |                |                |
|--------------|--------------------|-------------------|---------------------------|--------------|--------------------|--------------|----------------|----------------|
| Regresión    | 1                  | 0.02443009        | 0.02443009                | 11.41417836  | 0.001254384        |              |                |                |
| Residuos     | 63                 | 0.134840691       | 0.002140328               |              |                    |              |                |                |
| Total        | 64                 | 0.159270782       |                           |              |                    |              |                |                |
|              | Coefficientes      | Error típico      | Estadístico t             | Probabilidad | Inferior 95%       | Superior 95% | Inferior 95.0% | Superior 95.0% |
| Intercepción | 0.00393358         | 0.005990488       | 0.65663774                | 0.513805366  | 0.008037454        | 0.015904615  | 0.008037454    | 0.015904615    |
| Variable X 1 | 0.431446692        | 0.127704093       | 3.378487584               | 0.001254384  | 0.176250426        | 0.686642959  | 0.176250426    | 0.686642959    |

###### American Express Company

| Estadísticas de la regresión                 |             |
|----------------------------------------------|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple         | 0.69307381  |
| Coefficiente de determinación R <sup>2</sup> | 0.480351306 |
| R <sup>2</sup> ajustado                      | 0.472102914 |
| Error típico                                 | 0.060140497 |
| Observaciones                                | 65          |

###### ANÁLISIS DE VARIANZA

|              | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | F            | Valor crítico de F |              |                |                |
|--------------|--------------------|-------------------|---------------------------|--------------|--------------------|--------------|----------------|----------------|
| Regresión    | 1                  | 0.210631692       | 0.210631692               | 58.23575166  | 1.57641E-10        |              |                |                |
| Residuos     | 63                 | 0.227863403       | 0.003616879               |              |                    |              |                |                |
| Total        | 64                 | 0.438495095       |                           |              |                    |              |                |                |
|              | Coefficientes      | Error típico      | Estadístico t             | Probabilidad | Inferior 95%       | Superior 95% | Inferior 95.0% | Superior 95.0% |
| Intercepción | 0.007042244        | 0.007787337       | 0.904319926               | 0.369270985  | -0.008519508       | 0.022603996  | -0.008519508   | 0.022603996    |
| Variable X 1 | 1.2668537          | 0.166008995       | 7.631235264               | 1.57641E-10  | 0.935111194        | 1.598596206  | 0.935111194    | 1.598596206    |

###### Tesla Inc.

| Estadísticas de la regresión                 |             |
|----------------------------------------------|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple         | 0.538152124 |
| Coefficiente de determinación R <sup>2</sup> | 0.289607708 |
| R <sup>2</sup> ajustado                      | 0.27833164  |
| Error típico                                 | 0.170770629 |
| Observaciones                                | 65          |

###### ANÁLISIS DE VARIANZA

|           | Grados de libertad | Suma de cuadrados | Promedio de los cuadrados | F           | Valor crítico de F |
|-----------|--------------------|-------------------|---------------------------|-------------|--------------------|
| Regresión | 1                  | 0.748994765       | 0.748994765               | 25.68339467 | 3.77335E-06        |
| Residuos  | 63                 | 1.83724429        | 0.029162608               |             |                    |
| Total     | 64                 | 2.586239056       |                           |             |                    |

|                 | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|-----------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción    | 0.015153753          | 0.022112363         | 0.685306811          | 0.49566428          | -0.029034278        | 0.059341784         | -0.029034278          | 0.059341784           |
| Variable X<br>1 | 2.388933153          | 0.471387199         | 5.067878715          | 3.77335E-06         | 1.446941002         | 3.330925304         | 1.446941002           | 3.330925304           |

***Occidental Petroleum Corporation****Estadísticas de la regresión*

|                                             |             |
|---------------------------------------------|-------------|
| Coeficiente de correlación múltiple         | 0.231337385 |
| Coeficiente de determinación R <sup>2</sup> | 0.053516986 |
| R <sup>2</sup> ajustado                     | 0.038493446 |
| Error típico                                | 0.153746863 |
| Observaciones                               | 65          |

**ANÁLISIS DE VARIANZA**

|           | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i>    | <i>Valor crítico de F</i> |
|-----------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|---------------------------|
| Regresión | 1                         | 0.08420384               | 0.08420384                       | 3.562208773 | 0.063717522               |
| Residuos  | 63                        | 1.489200169              | 0.023638098                      |             |                           |
| Total     | 64                        | 1.573404009              |                                  |             |                           |

|                 | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|-----------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción    | 0.016002934          | 0.019908028         | 0.803843267          | 0.424510263         | -0.023780085        | 0.055785953         | -0.023780085          | 0.055785953           |
| Variable X<br>1 | 0.800996382          | 0.424395597         | 1.887381459          | 0.063717522         | -0.047090546        | 1.64908331          | -0.047090546          | 1.64908331            |

*Nota:* Los betas fueron calculados utilizando el complemento Solver de Excel. Estos valores representan la relación entre el rendimiento de cada activo y el rendimiento del mercado (S&P 500), lo que permite ajustar el riesgo de los activos en función de su sensibilidad al mercado en general. Restricciones: presupuesto (la suma de las ponderaciones de los activos debe ser igual a 1) y no-negatividad (ningún activo puede tener una ponderación negativa)

## Anexo C

### Cálculo de los Betas para el portafolio de dos, tres y cuatro activos financieros.

**Tabla C**

*Beta de cada portafolio compuesto por dos, tres y cuatro activos financieros.*

#### Beta para el portafolio de 2 activos.

| <i>Estadísticas de la regresión</i>          |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
|----------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Coefficiente de correlación múltiple         |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       | 0.713270272           |
| Coefficiente de determinación R <sup>2</sup> |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       | 0.508754481           |
| R <sup>2</sup> ajustado                      |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       | 0.500956933           |
| Error típico                                 |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       | 0.043188729           |
| Observaciones                                |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       | 65                    |
| ANÁLISIS DE VARIANZA                         |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
|                                              | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i>            | <i>Valor crítico de F</i> |                     |                       |                       |
| Regresión                                    | 1                         | 0.121700131              | 0.121700131                      | 65.24544455         | 2.61194E-11               |                     |                       |                       |
| Residuos                                     | 63                        | 0.117511779              | 0.001865266                      |                     |                           |                     |                       |                       |
| Total                                        | 64                        | 0.23921191               |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
|                                              | <i>Coefficientes</i>      | <i>Error típico</i>      | <i>Estadístico t</i>             | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i>       | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
| Intercepción                                 | 0.005911432               | 0.005592325              | 1.057061566                      | 0.294520062         | -0.005263938              | 0.017086801         | -0.005263938          | 0.017086801           |
| Variable X                                   |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
| 1                                            | 0.962964173               | 0.119216133              | 8.07746523                       | 2.61194E-11         | 0.72472974                | 1.201198606         | 0.72472974            | 1.201198606           |

#### Beta para el portafolio de 3 activos.

| <i>Estadísticas de la regresión</i>          |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
|----------------------------------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|---------------------|---------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Coefficiente de correlación múltiple         |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       | 0.669180409           |
| Coefficiente de determinación R <sup>2</sup> |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       | 0.447802419           |
| R <sup>2</sup> ajustado                      |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       | 0.439037378           |
| Error típico                                 |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       | 0.044544913           |
| Observaciones                                |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       | 65                    |
| ANÁLISIS DE VARIANZA                         |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
|                                              | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i>            | <i>Valor crítico de F</i> |                     |                       |                       |
| Regresión                                    | 1                         | 0.101374499              | 0.101374499                      | 51.08959801         | 1.1043E-09                |                     |                       |                       |
| Residuos                                     | 63                        | 0.125007705              | 0.001984249                      |                     |                           |                     |                       |                       |
| Total                                        | 64                        | 0.226382204              |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
|                                              | <i>Coefficientes</i>      | <i>Error típico</i>      | <i>Estadístico t</i>             | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i>       | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
| Intercepción                                 | 0.006954759               | 0.005767931              | 1.205763194                      | 0.232417888         | -0.004571532              | 0.018481051         | -0.004571532          | 0.018481051           |
| Variable X                                   |                           |                          |                                  |                     |                           |                     |                       |                       |
| 1                                            | 0.878878754               | 0.12295968               | 7.147698792                      | 1.1043E-09          | 0.633163441               | 1.124594067         | 0.633163441           | 1.124594067           |

#### Beta para el portafolio de 4 activos.

| <i>Estadísticas de la regresión</i>          |             |
|----------------------------------------------|-------------|
| Coefficiente de correlación múltiple         | 0.742847646 |
| Coefficiente de determinación R <sup>2</sup> | 0.551822625 |
| R <sup>2</sup> ajustado                      | 0.544708699 |
| Error típico                                 | 0.040084551 |
| Observaciones                                | 65          |

| ANÁLISIS DE VARIANZA |                           |                          |                                  |             |                           |  |  |  |
|----------------------|---------------------------|--------------------------|----------------------------------|-------------|---------------------------|--|--|--|
|                      | <i>Grados de libertad</i> | <i>Suma de cuadrados</i> | <i>Promedio de los cuadrados</i> | <i>F</i>    | <i>Valor crítico de F</i> |  |  |  |
| Regresión            | 1                         | 0.124636189              | 0.124636189                      | 77.56934501 | 1.39652E-12               |  |  |  |
| Residuos             | 63                        | 0.101226585              | 0.001606771                      |             |                           |  |  |  |
| Total                | 64                        | 0.225862774              |                                  |             |                           |  |  |  |

|                 | <i>Coefficientes</i> | <i>Error típico</i> | <i>Estadístico t</i> | <i>Probabilidad</i> | <i>Inferior 95%</i> | <i>Superior 95%</i> | <i>Inferior 95.0%</i> | <i>Superior 95.0%</i> |
|-----------------|----------------------|---------------------|----------------------|---------------------|---------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| Intercepción    | 0.007905958          | 0.005190378         | 1.523194959          | 0.132714142         | -0.002466185        | 0.0182781           | -0.002466185          | 0.0182781             |
| Variable X<br>1 | 0.974510868          | 0.110647505         | 8.807346082          | 1.39652E-12         | 0.753399473         | 1.195622263         | 0.753399473           | 1.195622263           |

*Nota:* Los betas de los portafolios con 2, 3 y 4 activos fueron calculados mediante regresión lineal, utilizando los rendimientos logarítmicos de los activos seleccionados y su relación con el rendimiento del S&P 500. El beta mide la sensibilidad del portafolio al mercado, es decir, el grado de riesgo sistemático del portafolio en comparación con el mercado. Estos betas fueron utilizados en el modelo de optimización de portafolios con Solver, permitiendo ajustar las ponderaciones de los activos para maximizar la rentabilidad ajustada al riesgo.



|        |       |        |        |        |        |        |         |        |        |        |        |        |        |
|--------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| May-24 | 61.37 | 1.15%  | 228.38 | -3.52% | 4.500% | 0.375% | 5460.48 | 3.47%  | 1.15%  | 36.38% | -3.52% | 63.62% | -1.82% |
| Jun-24 | 64.84 | 5.65%  | 249.58 | 9.28%  | 4.397% | 0.366% | 5522.30 | 1.13%  | 5.65%  | 36.38% | 9.28%  | 63.62% | 7.96%  |
| Jul-24 | 70.41 | 8.59%  | 255.87 | 2.52%  | 4.032% | 0.336% | 5648.40 | 2.28%  | 8.59%  | 36.38% | 2.52%  | 63.62% | 4.73%  |
| Ago-24 | 69.82 | -0.84% | 268.29 | 4.85%  | 3.904% | 0.325% | 5762.48 | 2.02%  | -0.84% | 36.38% | 4.85%  | 63.62% | 2.78%  |
| Set-24 | 63.89 | -8.49% | 267.18 | -0.41% | 3.782% | 0.315% | 5705.45 | -0.99% | -8.49% | 36.38% | -0.41% | 63.62% | -3.35% |
| Oct-24 | 62.69 | -1.88% | 302.2  | 13.11% | 4.285% | 0.357% | 6032.38 | 5.73%  | -1.88% | 36.38% | 13.11% | 63.62% | 7.66%  |
| Nov-24 | 61.37 | -2.11% | 294.37 | -2.59% | 4.170% | 0.348% | 5881.63 | -2.50% | -2.11% | 36.38% | -2.59% | 63.62% | -2.41% |
| Dic-24 | 62.57 | 1.96%  | 314.86 | 6.96%  | 4.572% | 0.381% | 6040.53 | 2.70%  | 1.96%  | 36.38% | 6.96%  | 63.62% | 5.14%  |
| Ene-25 | 70.19 | 12.18% | 299.21 | -4.97% | 4.54%  | 0.378% | 5954.50 | -1.42% | 12.18% | 36.38% | -4.97% | 63.62% | 1.27%  |
| Feb-25 | 70.59 | 0.57%  | 267.47 | -      | 4.21%  | 0.351% | 5611.85 | -5.75% | 0.57%  | 36.38% | 10.61% | 63.62% | -6.54% |
| Mar-25 | 72.04 | 2.05%  | 264.36 | -1.16% | 4.21%  | 0.351% | 5569.06 | -0.76% | 2.05%  | 36.38% | -1.16% | 63.62% | 0.01%  |
| Abr-25 | 71.59 | -0.62% | 293.31 | 10.95% | 4.16%  | 0.347% | 5911.69 | 6.15%  | -0.62% | 36.38% | 10.95% | 63.62% | 6.74%  |
| May-25 | 70.25 | -1.87% | 318.18 | 8.48%  | 4.40%  | 0.367% | 6204.45 | 4.95%  | -1.87% | 36.38% | 8.48%  | 63.62% | 4.71%  |
| Jun-25 | 67.89 | -3.36% | 298.56 | -6.17% | 4.23%  | 0.353% | 6339.39 | 2.17%  | -3.36% | 36.38% | -6.17% | 63.62% | -5.15% |
| Jul-25 | 68.99 | 1.62%  | 331.28 | 10.96% | 4.38%  | 0.365% | 6460.26 | 1.91%  | 1.62%  | 36.38% | 10.96% | 63.62% | 7.56%  |
| Ago-25 | 67.86 | -1.64% | 324.34 | -2.09% | 4.24%  | 0.353% | 6512.61 | 0.81%  | -1.64% | 36.38% | -2.09% | 63.62% | -1.93% |

*Nota:* En esta tabla se presentan los rendimientos mensuales y las variaciones porcentuales de los activos Coca-Cola (KO) y American Express (AXP). También se incluye la tasa libre de riesgo mensual (TLR) y la rentabilidad del S&P 500 para comparar el rendimiento de estos activos con el mercado en general. Los datos mostrados aquí fueron utilizados en el análisis de optimización del portafolio, permitiendo la asignación de ponderaciones a los activos con el fin de maximizar la rentabilidad ajustada al riesgo.

## Anexo E

### Estructura de los datos para el portafolios con tres activos (KO, AXP y OXY)

**Tabla E**

*Rentabilidad y variación porcentual de los activos KO, AXP y OXY*

| Date   | KO    | Var % KO | AXP    |         | OXY   |         | TLR    | TLR mensual | S&P 500 |        | KO      | Wko    | AXP     | WAXP   | OXY     | WOXY   |         |
|--------|-------|----------|--------|---------|-------|---------|--------|-------------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|--------|---------|
| Mar-20 | 39.08 |          | 84.79  |         | 15.78 |         |        |             | 2912.43 |        | 0.00%   | 39.37% | 0       | 47.95% |         | 12.68% |         |
| Abr-20 | 39.75 | 1.71%    | 88.83  | 4.76%   | 12.31 | -21.99% | 0.640% | 0.053%      | 3044.31 | 4.53%  | 1.71%   | 39.37% | 4.76%   | 47.95% | -21.99% | 12.68% | 0.17%   |
| May-20 | 38.05 | -4.28%   | 88.95  | 0.14%   | 17.4  | 41.35%  | 0.653% | 0.054%      | 3100.29 | 1.84%  | -4.28%  | 39.37% | 0.14%   | 47.95% | 41.35%  | 12.68% | 3.62%   |
| Jun-20 | 40.59 | 6.68%    | 87.19  | -1.98%  | 14.98 | -13.91% | 0.657% | 0.055%      | 3271.12 | 5.51%  | 6.68%   | 39.37% | -1.98%  | 47.95% | -13.91% | 12.68% | -0.08%  |
| Jul-20 | 42.56 | 4.85%    | 95.35  | 9.36%   | 12.12 | -19.09% | 0.529% | 0.044%      | 3500.31 | 7.01%  | 4.85%   | 39.37% | 9.36%   | 47.95% | -19.09% | 12.68% | 3.98%   |
| Ago-20 | 42.42 | -0.33%   | 94.09  | -1.32%  | 9.52  | -21.45% | 0.671% | 0.056%      | 3363.00 | -3.92% | -0.33%  | 39.37% | -1.32%  | 47.95% | -21.45% | 12.68% | -3.48%  |
| Set-20 | 41.63 | -1.86%   | 85.63  | -8.99%  | 8.69  | -8.72%  | 0.686% | 0.057%      | 3269.96 | -2.77% | -1.86%  | 39.37% | -8.99%  | 47.95% | -8.72%  | 12.68% | -6.15%  |
| Oct-20 | 44.7  | 7.37%    | 111.77 | 30.53%  | 15.01 | 72.73%  | 0.874% | 0.073%      | 3621.63 | 10.75% | 7.37%   | 39.37% | 30.53%  | 47.95% | 72.73%  | 12.68% | 26.76%  |
| Nov-20 | 47.38 | 6.00%    | 113.95 | 1.95%   | 16.49 | 9.86%   | 0.842% | 0.070%      | 3756.07 | 3.71%  | 6.00%   | 39.37% | 1.95%   | 47.95% | 9.86%   | 12.68% | 4.55%   |
| Dic-20 | 42.04 | -11.27%  | 109.57 | -3.84%  | 19.11 | 15.89%  | 0.940% | 0.078%      | 3714.24 | -1.11% | -11.27% | 39.37% | -3.84%  | 47.95% | 15.89%  | 12.68% | -4.27%  |
| Ene-21 | 42.77 | 1.74%    | 127.93 | 16.76%  | 25.36 | 32.71%  | 1.071% | 0.089%      | 3811.15 | 2.61%  | 1.74%   | 39.37% | 16.76%  | 47.95% | 32.71%  | 12.68% | 12.87%  |
| Feb-21 | 46.02 | 7.60%    | 133.77 | 4.56%   | 25.36 | 0.00%   | 1.407% | 0.117%      | 3972.89 | 4.24%  | 7.60%   | 39.37% | 4.56%   | 47.95% | 0.00%   | 12.68% | 5.18%   |
| Mar-21 | 47.52 | 3.26%    | 145.47 | 8.75%   | 24.17 | -4.69%  | 1.744% | 0.145%      | 4181.17 | 5.24%  | 3.26%   | 39.37% | 8.75%   | 47.95% | -4.69%  | 12.68% | 4.88%   |
| Abr-21 | 48.67 | 2.42%    | 151.90 | 4.42%   | 24.74 | 2.36%   | 1.626% | 0.136%      | 4204.11 | 0.55%  | 2.42%   | 39.37% | 4.42%   | 47.95% | 2.36%   | 12.68% | 3.37%   |
| May-21 | 47.63 | -2.14%   | 156.74 | 3.19%   | 29.81 | 20.49%  | 1.610% | 0.134%      | 4297.50 | 2.22%  | -2.14%  | 39.37% | 3.19%   | 47.95% | 20.49%  | 12.68% | 3.29%   |
| Jun-21 | 50.58 | 6.19%    | 161.77 | 3.21%   | 24.89 | -16.50% | 1.468% | 0.122%      | 4395.26 | 2.27%  | 6.19%   | 39.37% | 3.21%   | 47.95% | -16.50% | 12.68% | 1.88%   |
| Jul-21 | 49.94 | -1.27%   | 157.84 | -2.43%  | 24.5  | -1.57%  | 1.226% | 0.102%      | 4522.68 | 2.90%  | -1.27%  | 39.37% | -2.43%  | 47.95% | -1.57%  | 12.68% | -1.86%  |
| Ago-21 | 46.54 | -6.81%   | 159.34 | 0.95%   | 28.2  | 15.10%  | 1.307% | 0.109%      | 4307.54 | -4.76% | -6.81%  | 39.37% | 0.95%   | 47.95% | 15.10%  | 12.68% | -0.31%  |
| Set-21 | 50.37 | 8.23%    | 165.28 | 3.73%   | 31.98 | 13.40%  | 1.492% | 0.124%      | 4605.38 | 6.91%  | 8.23%   | 39.37% | 3.73%   | 47.95% | 13.40%  | 12.68% | 6.73%   |
| Oct-21 | 46.87 | -6.95%   | 145.21 | -12.14% | 28.28 | -11.57% | 1.561% | 0.130%      | 4567.00 | -0.83% | -6.95%  | 39.37% | -12.14% | 47.95% | -11.57% | 12.68% | -10.03% |
| Nov-21 | 53.32 | 13.76%   | 155.99 | 7.42%   | 27.65 | -2.23%  | 1.456% | 0.121%      | 4766.18 | 4.36%  | 13.76%  | 39.37% | 7.42%   | 47.95% | -2.23%  | 12.68% | 8.69%   |
| Dic-21 | 54.94 | 3.04%    | 171.45 | 9.91%   | 35.94 | 29.98%  | 1.512% | 0.126%      | 4515.55 | -5.26% | 3.04%   | 39.37% | 9.91%   | 47.95% | 29.98%  | 12.68% | 9.75%   |
| Ene-22 | 56.05 | 2.02%    | 185.95 | 8.46%   | 41.73 | 16.11%  | 1.784% | 0.149%      | 4373.94 | -3.14% | 2.02%   | 39.37% | 8.46%   | 47.95% | 16.11%  | 12.68% | 6.89%   |
| Feb-22 | 55.83 | -0.39%   | 178.74 | -3.88%  | 54.14 | 29.74%  | 1.822% | 0.152%      | 4530.41 | 3.58%  | -0.39%  | 39.37% | -3.88%  | 47.95% | 29.74%  | 12.68% | 1.76%   |
| Mar-22 | 58.63 | 5.02%    | 167.00 | -6.57%  | 52.69 | -2.68%  | 2.345% | 0.195%      | 4131.93 | -8.80% | 5.02%   | 39.37% | -6.57%  | 47.95% | -2.68%  | 12.68% | -1.51%  |
| Abr-22 | 57.51 | -1.91%   | 161.83 | -3.10%  | 66.29 | 25.81%  | 2.938% | 0.245%      | 4132.15 | 0.01%  | -1.91%  | 39.37% | -3.10%  | 47.95% | 25.81%  | 12.68% | 1.04%   |
| May-22 | 57.09 | -0.73%   | 132.88 | -17.89% | 56.32 | -15.04% | 2.862% | 0.239%      | 3785.38 | -8.39% | -0.73%  | 39.37% | -17.89% | 47.95% | -15.04% | 12.68% | -10.77% |
| Jun-22 | 58.65 | 2.73%    | 148.19 | 11.52%  | 63.01 | 11.88%  | 3.017% | 0.251%      | 4130.29 | 9.11%  | 2.73%   | 39.37% | 11.52%  | 47.95% | 11.88%  | 12.68% | 8.11%   |
| Jul-22 | 56.4  | -3.84%   | 146.25 | -1.31%  | 68.04 | 7.98%   | 2.658% | 0.222%      | 3955.00 | -4.24% | -3.84%  | 39.37% | -1.31%  | 47.95% | 7.98%   | 12.68% | -1.13%  |
| Ago-22 | 51.2  | -9.22%   | 129.80 | -11.25% | 58.89 | -13.45% | 3.196% | 0.266%      | 3585.62 | -9.34% | -9.22%  | 39.37% | -11.25% | 47.95% | -13.45% | 12.68% | -10.73% |
| Set-22 | 55.1  | 7.62%    | 142.83 | 10.04%  | 69.71 | 18.37%  | 3.829% | 0.319%      | 3871.98 | 7.99%  | 7.62%   | 39.37% | 10.04%  | 47.95% | 18.37%  | 12.68% | 10.14%  |
| Oct-22 | 58.56 | 6.28%    | 152.20 | 6.56%   | 66.72 | -4.29%  | 4.050% | 0.338%      | 4080.11 | 5.38%  | 6.28%   | 39.37% | 6.56%   | 47.95% | -4.29%  | 12.68% | 5.07%   |
| Nov-22 | 58.98 | 0.72%    | 142.70 | -6.24%  | 60.48 | -9.35%  | 3.611% | 0.301%      | 3839.50 | -5.90% | 0.72%   | 39.37% | -6.24%  | 47.95% | -9.35%  | 12.68% | -3.90%  |
| Dic-22 | 56.86 | -3.59%   | 168.95 | 18.40%  | 62.34 | 3.08%   | 3.879% | 0.323%      | 4076.60 | 6.18%  | -3.59%  | 39.37% | 18.40%  | 47.95% | 3.08%   | 12.68% | 7.80%   |
| Ene-23 | 55.18 | -2.95%   | 168.63 | -0.19%  | 56.34 | -9.62%  | 3.510% | 0.293%      | 3970.15 | -2.61% | -2.95%  | 39.37% | -0.19%  | 47.95% | -9.62%  | 12.68% | -2.47%  |
| Feb-23 | 57.51 | 4.22%    | 159.87 | -5.19%  | 60.07 | 6.62%   | 3.938% | 0.328%      | 4109.31 | 3.51%  | 4.22%   | 39.37% | -5.19%  | 47.95% | 6.62%   | 12.68% | 0.01%   |
| Mar-23 | 59.94 | 4.23%    | 156.37 | -2.19%  | 59.37 | -1.17%  | 3.473% | 0.289%      | 4169.48 | 1.46%  | 4.23%   | 39.37% | -2.19%  | 47.95% | -1.17%  | 12.68% | 0.47%   |
| Abr-23 | 55.74 | -7.01%   | 154.24 | -1.36%  | 55.64 | -6.28%  | 3.433% | 0.286%      | 4179.83 | 0.25%  | -7.01%  | 39.37% | -1.36%  | 47.95% | -6.28%  | 12.68% | -4.21%  |
| May-23 | 56.26 | 0.93%    | 169.46 | 9.87%   | 56.74 | 1.98%   | 3.646% | 0.304%      | 4450.38 | 6.47%  | 0.93%   | 39.37% | 9.87%   | 47.95% | 1.98%   | 12.68% | 5.35%   |
| Jun-23 | 58.3  | 3.63%    | 164.28 | -3.06%  | 61.1  | 7.68%   | 3.841% | 0.320%      | 4588.96 | 3.11%  | 3.63%   | 39.37% | -3.06%  | 47.95% | 7.68%   | 12.68% | 0.94%   |
| Jul-23 | 56.33 | -3.38%   | 154.21 | -6.13%  | 60.77 | -0.54%  | 3.967% | 0.331%      | 4507.66 | -1.77% | -3.38%  | 39.37% | -6.13%  | 47.95% | -0.54%  | 12.68% | -4.34%  |
| Ago-23 | 52.7  | -6.44%   | 145.62 | -5.57%  | 62.79 | 3.32%   | 4.109% | 0.342%      | 4288.05 | -4.87% | -6.44%  | 39.37% | -5.57%  | 47.95% | 3.32%   | 12.68% | -4.79%  |
| Set-23 | 53.6  | 1.71%    | 142.54 | -2.12%  | 59.99 | -4.46%  | 4.572% | 0.381%      | 4193.80 | -2.20% | 1.71%   | 39.37% | -2.12%  | 47.95% | -4.46%  | 12.68% | -0.91%  |

|        |       |        |        |         |       |         |        |        |         |        |        |        |         |        |         |        |        |
|--------|-------|--------|--------|---------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|
| Oct-23 | 55.45 | 3.45%  | 167.37 | 17.42%  | 57.41 | -4.30%  | 4.932% | 0.411% | 4567.80 | 8.92%  | 3.45%  | 39.37% | 17.42%  | 47.95% | -4.30%  | 12.68% | 9.17%  |
| Nov-23 | 53.36 | -3.77% | 183.61 | 9.70%   | 57.95 | 0.94%   | 4.327% | 0.361% | 4769.83 | 4.42%  | -3.77% | 39.37% | 9.70%   | 47.95% | 0.94%   | 12.68% | 3.29%  |
| Dic-23 | 56.9  | 6.63%  | 196.75 | 7.16%   | 56.05 | -3.28%  | 3.880% | 0.323% | 4845.65 | 1.59%  | 6.63%  | 39.37% | 7.16%   | 47.95% | -3.28%  | 12.68% | 5.63%  |
| Ene-24 | 57.41 | 0.90%  | 215.75 | 9.66%   | 59.01 | 5.28%   | 3.913% | 0.326% | 5096.27 | 5.17%  | 0.90%  | 39.37% | 9.66%   | 47.95% | 5.28%   | 12.68% | 5.65%  |
| Feb-24 | 58.52 | 1.93%  | 223.88 | 3.77%   | 63.28 | 7.24%   | 4.251% | 0.354% | 5254.35 | 3.10%  | 1.93%  | 39.37% | 3.77%   | 47.95% | 7.24%   | 12.68% | 3.49%  |
| Mar-24 | 59.55 | 1.76%  | 230.12 | 2.79%   | 64.63 | 2.13%   | 4.201% | 0.350% | 5035.69 | -4.16% | 1.76%  | 39.37% | 2.79%   | 47.95% | 2.13%   | 12.68% | 2.30%  |
| Abr-24 | 60.67 | 1.88%  | 236.72 | 2.87%   | 61.07 | -5.51%  | 4.681% | 0.390% | 5277.51 | 4.80%  | 1.88%  | 39.37% | 2.87%   | 47.95% | -5.51%  | 12.68% | 1.42%  |
| May-24 | 61.37 | 1.15%  | 228.38 | -3.52%  | 61.59 | 0.85%   | 4.500% | 0.375% | 5460.48 | 3.47%  | 1.15%  | 39.37% | -3.52%  | 47.95% | 0.85%   | 12.68% | -1.13% |
| Jun-24 | 64.84 | 5.65%  | 249.58 | 9.28%   | 59.65 | -3.15%  | 4.397% | 0.366% | 5522.30 | 1.13%  | 5.65%  | 39.37% | 9.28%   | 47.95% | -3.15%  | 12.68% | 6.28%  |
| Jul-24 | 70.41 | 8.59%  | 255.87 | 2.52%   | 55.85 | -6.37%  | 4.032% | 0.336% | 5648.40 | 2.28%  | 8.59%  | 39.37% | 2.52%   | 47.95% | -6.37%  | 12.68% | 3.78%  |
| Ago-24 | 69.82 | -0.84% | 268.29 | 4.85%   | 50.55 | -9.49%  | 3.904% | 0.325% | 5762.48 | 2.02%  | -0.84% | 39.37% | 4.85%   | 47.95% | -9.49%  | 12.68% | 0.79%  |
| Set-24 | 63.89 | -8.49% | 267.18 | -0.41%  | 49.35 | -2.37%  | 3.782% | 0.315% | 5705.45 | -0.99% | -8.49% | 39.37% | -0.41%  | 47.95% | -2.37%  | 12.68% | -3.84% |
| Oct-24 | 62.69 | -1.88% | 302.2  | 13.11%  | 49.82 | 0.95%   | 4.285% | 0.357% | 6032.38 | 5.73%  | -1.88% | 39.37% | 13.11%  | 47.95% | 0.95%   | 12.68% | 5.67%  |
| Nov-24 | 61.37 | -2.11% | 294.37 | -2.59%  | 48.67 | -2.31%  | 4.170% | 0.348% | 5881.63 | -2.50% | -2.11% | 39.37% | -2.59%  | 47.95% | -2.31%  | 12.68% | -2.36% |
| Dic-24 | 62.57 | 1.96%  | 314.86 | 6.96%   | 46.16 | -5.16%  | 4.572% | 0.381% | 6040.53 | 2.70%  | 1.96%  | 39.37% | 6.96%   | 47.95% | -5.16%  | 12.68% | 3.45%  |
| Ene-25 | 70.19 | 12.18% | 299.21 | -4.97%  | 48.32 | 4.68%   | 4.54%  | 0.378% | 5954.50 | -1.42% | 12.18% | 39.37% | -4.97%  | 47.95% | 4.68%   | 12.68% | 3.00%  |
| Feb-25 | 70.59 | 0.57%  | 267.47 | -10.61% | 48.84 | 1.08%   | 4.21%  | 0.351% | 5611.85 | -5.75% | 0.57%  | 39.37% | -10.61% | 47.95% | 1.08%   | 12.68% | -4.73% |
| Mar-25 | 72.04 | 2.05%  | 264.36 | -1.16%  | 39.19 | -19.76% | 4.21%  | 0.351% | 5569.06 | -0.76% | 2.05%  | 39.37% | -1.16%  | 47.95% | -19.76% | 12.68% | -2.25% |
| Abr-25 | 71.59 | -0.62% | 293.31 | 10.95%  | 40.55 | 3.47%   | 4.16%  | 0.347% | 5911.69 | 6.15%  | -0.62% | 39.37% | 10.95%  | 47.95% | 3.47%   | 12.68% | 5.45%  |
| May-25 | 70.25 | -1.87% | 318.18 | 8.48%   | 41.78 | 3.03%   | 4.40%  | 0.367% | 6204.45 | 4.95%  | -1.87% | 39.37% | 8.48%   | 47.95% | 3.03%   | 12.68% | 3.71%  |
| Jun-25 | 67.89 | -3.36% | 298.56 | -6.17%  | 43.94 | 5.17%   | 4.23%  | 0.353% | 6339.39 | 2.17%  | -3.36% | 39.37% | -6.17%  | 47.95% | 5.17%   | 12.68% | -3.62% |
| Jul-25 | 68.99 | 1.62%  | 331.28 | 10.96%  | 47.61 | 8.35%   | 4.38%  | 0.365% | 6460.26 | 1.91%  | 1.62%  | 39.37% | 10.96%  | 47.95% | 8.35%   | 12.68% | 6.95%  |
| Ago-25 | 67.86 | -1.64% | 324.34 | -2.09%  | 45.14 | -5.19%  | 4.24%  | 0.353% | 6512.61 | 0.81%  | -1.64% | 39.37% | -2.09%  | 47.95% | -5.19%  | 12.68% | -2.31% |

*Nota:* En esta tabla se presentan los rendimientos mensuales y las variaciones porcentuales de los activos Coca-Cola (KO), American Express (AXP) y Oxy (OXY). Además, se incluye la tasa libre de riesgo mensual (TLR) y la rentabilidad del S&P 500 como indicador de referencia. Los datos de los activos fueron utilizados para calcular las ponderaciones dentro del portafolio optimizado mediante el uso del complemento Solver de Excel. Estas ponderaciones permiten ajustar la rentabilidad y el riesgo del portafolio.



|        |       |        |        |         |       |         |        |        |         |        |        |        |         |        |         |        |        |
|--------|-------|--------|--------|---------|-------|---------|--------|--------|---------|--------|--------|--------|---------|--------|---------|--------|--------|
| Nov-23 | 53.36 | -3.77% | 183.61 | 9.70%   | 57.95 | 0.94%   | 4.327% | 0.361% | 4769.83 | 4.42%  | -3.77% | 39.37% | 9.70%   | 47.95% | 0.94%   | 12.68% | 3.29%  |
| Dic-23 | 56.9  | 6.63%  | 196.75 | 7.16%   | 56.05 | -3.28%  | 3.880% | 0.323% | 4845.65 | 1.59%  | 6.63%  | 39.37% | 7.16%   | 47.95% | -3.28%  | 12.68% | 5.63%  |
| Ene-24 | 57.41 | 0.90%  | 215.75 | 9.66%   | 59.01 | 5.28%   | 3.913% | 0.326% | 5096.27 | 5.17%  | 0.90%  | 39.37% | 9.66%   | 47.95% | 5.28%   | 12.68% | 5.65%  |
| Feb-24 | 58.52 | 1.93%  | 223.88 | 3.77%   | 63.28 | 7.24%   | 4.251% | 0.354% | 5254.35 | 3.10%  | 1.93%  | 39.37% | 3.77%   | 47.95% | 7.24%   | 12.68% | 3.49%  |
| Mar-24 | 59.55 | 1.76%  | 230.12 | 2.79%   | 64.63 | 2.13%   | 4.201% | 0.350% | 5035.69 | -4.16% | 1.76%  | 39.37% | 2.79%   | 47.95% | 2.13%   | 12.68% | 2.30%  |
| Abr-24 | 60.67 | 1.88%  | 236.72 | 2.87%   | 61.07 | -5.51%  | 4.681% | 0.390% | 5277.51 | 4.80%  | 1.88%  | 39.37% | 2.87%   | 47.95% | -5.51%  | 12.68% | 1.42%  |
| May-24 | 61.37 | 1.15%  | 228.38 | -3.52%  | 61.59 | 0.85%   | 4.500% | 0.375% | 5460.48 | 3.47%  | 1.15%  | 39.37% | -3.52%  | 47.95% | 0.85%   | 12.68% | -1.13% |
| Jun-24 | 64.84 | 5.65%  | 249.58 | 9.28%   | 59.65 | -3.15%  | 4.397% | 0.366% | 5522.30 | 1.13%  | 5.65%  | 39.37% | 9.28%   | 47.95% | -3.15%  | 12.68% | 6.28%  |
| Jul-24 | 70.41 | 8.59%  | 255.87 | 2.52%   | 55.85 | -6.37%  | 4.032% | 0.336% | 5648.40 | 2.28%  | 8.59%  | 39.37% | 2.52%   | 47.95% | -6.37%  | 12.68% | 3.78%  |
| Ago-24 | 69.82 | -0.84% | 268.29 | 4.85%   | 50.55 | -9.49%  | 3.904% | 0.325% | 5762.48 | 2.02%  | -0.84% | 39.37% | 4.85%   | 47.95% | -9.49%  | 12.68% | 0.79%  |
| Set-24 | 63.89 | -8.49% | 267.18 | -0.41%  | 49.35 | -2.37%  | 3.782% | 0.315% | 5705.45 | -0.99% | -8.49% | 39.37% | -0.41%  | 47.95% | -2.37%  | 12.68% | -3.84% |
| Oct-24 | 62.69 | -1.88% | 302.2  | 13.11%  | 49.82 | 0.95%   | 4.285% | 0.357% | 6032.38 | 5.73%  | -1.88% | 39.37% | 13.11%  | 47.95% | 0.95%   | 12.68% | 5.67%  |
| Nov-24 | 61.37 | -2.11% | 294.37 | -2.59%  | 48.67 | -2.31%  | 4.170% | 0.348% | 5881.63 | -2.50% | -2.11% | 39.37% | -2.59%  | 47.95% | -2.31%  | 12.68% | -2.36% |
| Dic-24 | 62.57 | 1.96%  | 314.86 | 6.96%   | 46.16 | -5.16%  | 4.572% | 0.381% | 6040.53 | 2.70%  | 1.96%  | 39.37% | 6.96%   | 47.95% | -5.16%  | 12.68% | 3.45%  |
| Ene-25 | 70.19 | 12.18% | 299.21 | -4.97%  | 48.32 | 4.68%   | 4.54%  | 0.378% | 5954.50 | -1.42% | 12.18% | 39.37% | -4.97%  | 47.95% | 4.68%   | 12.68% | 3.00%  |
| Feb-25 | 70.59 | 0.57%  | 267.47 | -10.61% | 48.84 | 1.08%   | 4.21%  | 0.351% | 5611.85 | -5.75% | 0.57%  | 39.37% | -10.61% | 47.95% | 1.08%   | 12.68% | -4.73% |
| Mar-25 | 72.04 | 2.05%  | 264.36 | -1.16%  | 39.19 | -19.76% | 4.21%  | 0.351% | 5569.06 | -0.76% | 2.05%  | 39.37% | -1.16%  | 47.95% | -19.76% | 12.68% | -2.25% |
| Abr-25 | 71.59 | -0.62% | 293.31 | 10.95%  | 40.55 | 3.47%   | 4.16%  | 0.347% | 5911.69 | 6.15%  | -0.62% | 39.37% | 10.95%  | 47.95% | 3.47%   | 12.68% | 5.45%  |
| May-25 | 70.25 | -1.87% | 318.18 | 8.48%   | 41.78 | 3.03%   | 4.40%  | 0.367% | 6204.45 | 4.95%  | -1.87% | 39.37% | 8.48%   | 47.95% | 3.03%   | 12.68% | 3.71%  |
| Jun-25 | 67.89 | -3.36% | 298.56 | -6.17%  | 43.94 | 5.17%   | 4.23%  | 0.353% | 6339.39 | 2.17%  | -3.36% | 39.37% | -6.17%  | 47.95% | 5.17%   | 12.68% | -3.62% |
| Jul-25 | 68.99 | 1.62%  | 331.28 | 10.96%  | 47.61 | 8.35%   | 4.38%  | 0.365% | 6460.26 | 1.91%  | 1.62%  | 39.37% | 10.96%  | 47.95% | 8.35%   | 12.68% | 6.95%  |
| Ago-25 | 67.86 | -1.64% | 324.34 | -2.09%  | 45.14 | -5.19%  | 4.24%  | 0.353% | 6512.61 | 0.81%  | -1.64% | 39.37% | -2.09%  | 47.95% | -5.19%  | 12.68% | -2.31% |

*Nota:* En esta tabla se presentan los rendimientos mensuales y las variaciones porcentuales de los activos Coca-Cola (KO), American Express (AXP), Oxy (OXY) y Tesla (TSLA). Además, se incluyen la tasa libre de riesgo mensual (TLR) y el rendimiento del S&P 500 como indicador de referencia. Los datos mostrados fueron utilizados en la optimización del portafolio para calcular las ponderaciones de los activos y gestionar el riesgo y la rentabilidad del portafolio de manera eficiente mediante el uso de Solver en Excel.