

ANÁLISIS DE UN PORTAFOLIO DE INVERSIÓN DEL ÍNDICE COLCAP, DURANTE EL
PERIODO 2015-2019

JUAN FELIPE CIFUENTES GERENA

ORIENTADOR:

EMIRO ALONSO RUIZ PINTO



UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE ADMINISTRACIÓN Y ECONOMÍA

PROGRAMA DE ECONOMÍA

BOGOTÁ D.C.

2023

Resumen

El objetivo de esta tesis es analizar la volatilidad de un conjunto de empresas seleccionadas en un portafolio. Para lograr este objetivo, se utilizará una metodología cuantitativa para recopilar y analizar datos sobre el rendimiento de las empresas, así como índices económicos y estadísticos relevantes. Se implementarán herramientas de análisis de volatilidad para evaluar la volatilidad de las empresas y se explorará el impacto de diferentes eventos económicos y políticos en la volatilidad. A esto se suma la implementación de herramientas de análisis como la teoría propuesta por Markowitz que es de gran relevancia, ya que es una de las primeras que implementa acciones estadísticas con el fin de generar un portafolio eficiente.

Además, se examinará cómo la volatilidad se relaciona con otros factores importantes, como la capitalización de mercado, el crecimiento de los ingresos y las ganancias. Se utilizará un simulador para que los inversores experimenten con diferentes combinaciones de empresas y evalúen los posibles resultados en términos de volatilidad y rendimiento.

Palabras clave: portafolio, índice COLCAP, acciones, variables, rentabilidad, riesgo

Abstract

The objective of this thesis is to analyze the volatility of a set of selected companies in a portfolio. To achieve this goal, a quantitative methodology will be used to collect and analyze data on company performance, as well as relevant economic and statistical indices. Volatility analysis tools will be implemented to assess the volatility of companies and the impact of different economic and political events on volatility will be explored. Added to this is the implementation of analysis tools such as the theory proposed by Markowitz, which is highly relevant, since it is one of the first to implement statistical actions in order to generate an efficient portfolio.

Additionally, we will examine how volatility relates to other important factors such as market capitalization, revenue growth, and earnings. A simulator will be used for investors to experiment with different combinations of companies and evaluate the possible results in terms of volatility and return.

Keywords: portfolio, COLCAP index, stocks, variables, profitability, risk

CONTENIDO

Introducción	5
Marco teórico	6
Metodología	9
Análisis de resultados	13
Conclusiones	27
Referencias	28
Anexos	30

Introducción

La inversión en el mercado accionario es una alternativa atractiva para aquellas personas que buscan rentabilizar su capital, y en este contexto, las economías emergentes presentan un gran potencial para aquellos inversionistas que buscan diversificar sus portafolios. En este sentido, el índice COLCAP de la Bolsa de Valores de Colombia representa una oportunidad para atraer nuevas inversiones al país, siempre y cuando se lleve a cabo un análisis riguroso del mercado.

Para abordar esta problemática, se propone la investigación "Análisis de un portafolio de inversión del índice COLCAP, en la cual se delimita una muestra representativa del índice de capitalización, que incluye las acciones más líquidas de la Bolsa de Valores de Colombia. A través del uso de la teoría de Markowitz (1954), se busca crear una matriz que contemple variables como volatilidad, rentabilidad y covarianza, con el objetivo de identificar patrones y tendencias en el comportamiento del índice.

Es importante destacar que el índice COLCAP representa a las empresas más importantes de Colombia, por lo que su viabilidad y rentabilidad son factores críticos para los accionistas. Por esta razón, se realiza un análisis riguroso y detallado de cada una de las empresas seleccionadas, con el fin de disminuir la variación en el riesgo y maximizar la rentabilidad. En este sentido, la metodología de Markowitz (1954) se convierte en una herramienta esencial para optimizar el portafolio de inversión, minimizando el riesgo y maximizando la rentabilidad, así como generar una serie de recomendaciones para aquellos inversionistas interesados en diversificar sus portafolios en Colombia.

Marco teórico

De forma inicial se conoce que han variado las distintas formas de evaluar un portafolio. Esto ha generado la exposición de diferentes teorías que formulan sus propios modelos con el fin de explicar el comportamiento accionario, cuando este va dirigido a la toma de decisiones.

El modelo propuesto por Markowitz en 1952 tiene como fin alcanzar el máximo de rendimiento posible utilizando herramientas para analizar el riesgo. Esto refleja la toma de decisiones a la hora de que un inversor evalúe el grado de prevención del riesgo; el objetivo de esta metodología es establecer un tipo de relación entre dos variables ejes como la rentabilidad y la varianza mínima de la cartera. En el mismo año se formula la teoría moderna de portafolios basada en la idea fundamentalista, resaltando la variable de riesgo.

Así mismo, Markowitz (1959) expuso en su libro *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments* expuso la teoría de selección de portafolio que consiste en determinar la mejor combinación de una cartera de inversión. Siguiendo la misma línea Sharpe (1964) abordó el problema de la suposición de los inversionistas respecto a sus preferencias individuales, cuando estas dependen de la medias y varianzas de un valor.

Por otra parte, Torres (2016) menciona que la eficiencia de los portafolios existentes se iguala con el riesgo, con una mayor rentabilidad. En otras palabras, Markowitz (1954) como se citó en Mancera, (2021) pudo demostrar que la diversificación de portafolio no se basa simplemente en la cantidad de acciones, sino que tiene correlación con el retorno de las mismas que las componen. Instauró la relación que existe entre rentabilidad y varianza a partir de las matrices, demostrando la técnica de análisis de Media-Varianza que es capaz de construir una serie de carteras que sean eficientes.

Por otra parte, el autor Sharpe (1964) extendió lo dicho por Markowitz por medio del desarrollo de *Capital Asset Pricing Model (CAPM)*, en el cual relaciona el retorno de inversión y el riesgo que va dirigido a un portafolio mayor de coeficiente de retorno-riesgo.

No obstante, en la segunda edición de su libro, Markowitz (1991) reconoce ampliamente las críticas que generó la medida de riesgo y que la distribución normal se da tanto en retornos positivos como negativos. Aclarar quién dice qué mismo modo, la “ineficiencia de la varianza como medida del riesgo del portafolio y propuso que el mismo se midiera a través de la semi varianza” (Markowitz, 1991).

Para Markowitz (1991), la teoría de portafolios se ha visto limitada por varios factores. Entre los que más repercutieron está la varianza, que no siempre se considera como la medida ideal para medir el riesgo de la inversión, por lo que varios autores plantearon la desviación de medida absoluta de rendimientos haciendo que se simplifique el modelo.

De manera que Statman (1985) plantea que los supuestos *perfectos* y *eficientes* no se logran en la práctica; esas son restricciones que asume el inversionista. La teoría de portafolio no expone información en cuanto a la venta y compra de un activo; del mismo modo pasa con las cantidades que se requiera, esta herramienta se aprecia como mecanismo de monitoreo en el mercado. Otras restricciones del modelo es que se basa en información histórica, asimilando los datos, no tiene en cuenta el punto de vista de los inversores y finalmente produce un portafolio poco diverso.

De otra manera, se compara el modelo Markowitz y el modelo Black Litterman donde se busca encontrar qué beneficios y limitaciones ofrece cada metodología. El primero concluyó que si logra proporcionar mejor desempeño con restricciones como predecir el mercado futuro; esto lo postularon Avendaño, Barbutin y Franco (2011), al hacer la comparación entre los modelos.

Ahora bien, se puede aplicar dos tipos de tendencias como los expone García (2015) como estrategia en la organización de un portafolio; por un lado, se encuentra la estrategia activa que se basa en utilizar la ineficiencia del mercado, esto con consiste en la falta de hipótesis sobre el mercado accionario presumiendo los precios a los cuales cotizan los activos. Esto no se ve reflejado con la recopilación histórica de los datos. Asimismo, se encuentra la estrategia pasiva, contraria a la anterior, donde si se cumple la hipótesis del mercado, reflejado en el valor de un activo basado en la información suministrada; este método sugiere un portafolio en construcción donde los movimientos se evidencian en el mercado.

En un artículo publicado por Fuquen y Rozo (2013) refrendan el modelo media-varianza como pionero, resaltando dos reglas como es la varianza de retorno esperado y el retorno esperado. Y abarca los supuestos acerca del mercado de inversiones como son:

Los inversionistas evalúan los portafolios a partir de los rendimientos esperados y la desviación estándar de los portafolios durante un horizonte de un periodo, de modo que su estructura de preferencias se representa mediante una función de utilidad esperada del tipo de varianza y la media del retorno de la inversión respectivamente.

Los inversionistas son insaciables, siempre prefieren el rendimiento más alto entre dos opciones que tengan la misma desviación estándar.

Los inversionistas son adversos al riesgo, así que cuando se tienen dos opciones con el mismo rendimiento elegirán la opción con menor riesgo; es decir, la opción con la desviación estándar más baja.

Igualmente, tanto los activos individuales como las carteras o portafolios son infinitamente divisibles, lo que significa que todos los activos y carteras se pueden comprar o vender en cualquier

fracción. Por otra parte, el mercado es operativamente eficiente, no hay fricciones, los costos e impuestos a las transacciones son irrelevantes.

Los mercados son eficientes al menos en la forma débil y los inversionistas tienen expectativas homogéneas, es decir, tienen las mismas percepciones con respecto a los rendimientos esperados de los activos o valores, desviaciones estándar y covarianza de los valores, lo que implica distribuciones homogéneas de probabilidad de los rendimientos y la inexistencia de asimetrías de información.

Metodología

Se ha elegido el índice COLCAP para el análisis del portafolio. Este índice se utiliza como indicador de capitalización y refleja las fluctuaciones de los precios de las acciones más líquidas que cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia. La participación de cada acción en el índice se determina por su valor correspondiente de capitalización bursátil configurado, que se compone de más de 20 acciones de 20 emisoras, se eligió a las 5 empresas que más participación tuvo en la bolsa de valores de Colombia durante el periodo de 2015- 2019. La selección de las empresas objeto de estudio se realizó mediante un riguroso análisis previo de su significancia y relevancia en el mercado accionario colombiano, considerando su volumen de acciones en circulación y su impacto en el índice COLCAP. Asimismo, se estableció un intervalo de tiempo de cinco años con el propósito de obtener resultados más representativos, con excepción del periodo afectado por la pandemia, un evento anómalo que alteró significativamente los índices de referencia.

Cabe destacar que, con el objetivo de maximizar la precisión de los resultados, se tomaron en cuenta las variaciones diarias de cada una de las acciones seleccionadas, lo que permitió un análisis más detallado y riguroso. Conformados por:

Ecopetrol: Es la empresa más representativa de Colombia dedicada al sector de hidrocarburos, igualmente tiene la mayor participación de accionista convirtiéndola en una de las cotizantes en la bolsa.

Bancolombia: es el mayor banco de Colombia en términos de activos y patrimonio, igualmente como institución financiera proporciona productos y servicios como tesorería, banca hipotecaria, banca personal y pymes para personas y empresas.

Interconexión eléctrica (ISA): es un grupo empresarial de transmisión de energía, concesionaria vial y de gestión de tecnologías de información y telecomunicaciones.

Grupo Argos: es un grupo empresarial colombiano líder en la producción de cemento con actividad en el sector de la infraestructura, con negocios en energía, concesiones viales y aeroportuarias.

Grupo Nutresa: es la empresa líder en el procesamiento de alimentos igualmente basa su actividad en la producción, distribución y comercialización de alimentos.

Se aplica la metodología de la teoría del portafolio de Markowitz para conocer la manera óptima que integra el portafolio según la maximización de beneficios o retorno de la inversión y minimización de riesgo o cobertura.

$$\text{Min } \sigma^2(R_p) = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_{ij}$$

sujeto a:

$$\sum_{i=1}^n x_i * E(R_p) = V^*$$

$$\sum_{i=1}^n x_i = 1$$

$$x_i \geq 0 \quad (i = 1, 2, \dots, n)$$

x_i : Inversión en el activo financiero.

n : números de activos financieros.

σ^2 : varianza de portafolio

r_i : rentabilidad del activo.

σ_{ij} : covarianza de la rentabilidad esperada de los activos.

$E(R_p)$: rentabilidad mínima esperada.

Se obtiene la rentabilidad como promedio de las variaciones porcentuales, volatilidad la desviación estándar de las variaciones porcentuales, varianza la volatilidad elevada al cuadrado, el coeficiente de variación como volatilidad dividida entre la rentabilidad, y el desempeño de rentabilidad dividida entre la volatilidad del portafolio.

Igualmente se utilizan varias variables con el fin de proporcionar más herramientas al estudio en esta línea.

Retorno continuo:

$$r_{i,t} = \ln \left(\frac{P_{i,t}}{P_{i,t-1}} \right)$$

$p_{i,t}$: precio del activo en el tiempo.

Coefficiente rendimiento - riesgo:

$$CS = \frac{E(r_p) - r_f}{\sigma_p}$$

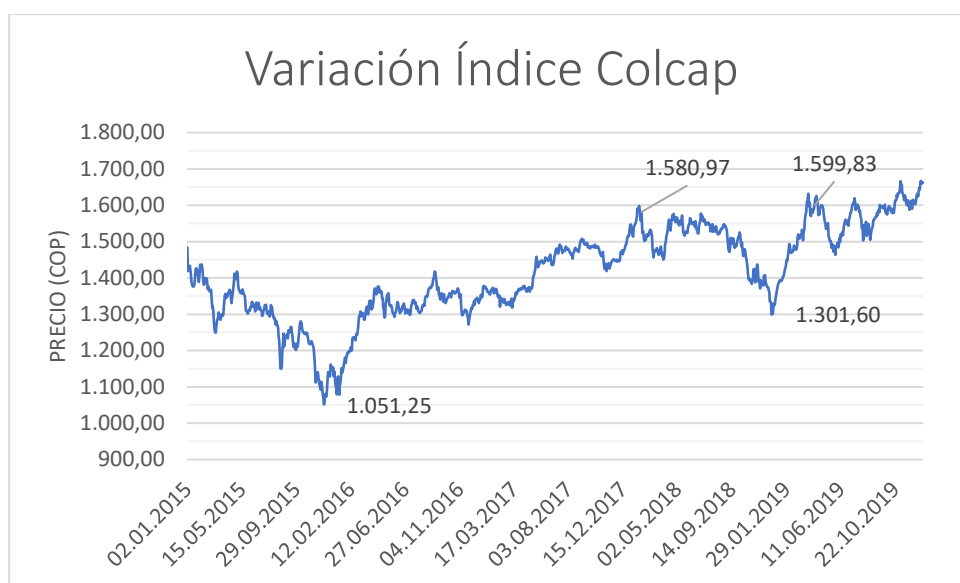
Es la denominación de coeficiente Sharpe que se usa como forma para entender el rendimiento de una inversión con relación a su riesgo, el rendimiento esperado es el coeficiente de la tasa libre de riesgo de retorno de portafolio de modo entre mayor es el coeficiente mucho mejor.

El método de Markowitz permite la modelación de la frontera eficiente que plantea un equilibrio entre el riesgo al invertir y la rentabilidad esperada, con dos condiciones la primera consiste en la mínima varianza para una rentabilidad esperada y segunda tienen la máxima rentabilidad esperada de todas las formas como se mezcla el portafolio. La frontera eficiente plasma las posibles combinaciones de portafolios óptimos con respecto a la rentabilidad y riesgo, según el nivel de riesgo y de rendimientos esperado de los accionistas. Por otra parte, se utilizó la herramienta risk simulator que será parte de la teoría ya que esto pone más en práctica los tipos de combinaciones, siendo esta útil ya que nos da una serie de condiciones que precisan a un más cada acción y genera una información más precisa a los inversionistas a la hora de la toma de decisiones. Y finalmente, por medio de RStudio se realiza una regresión lineal simple con el fin de ver el portafolio de forma econométrica y del mismo modo se visualizará un diagrama de caja y bigotes que describe la dispersión y simetría. Se representaron los tres cuartiles y valores máximos y mínimos de cada acción reflejando el rango intercuartílico.

Análisis de resultados

Tras conocer el índice utilizado para el estudio, es necesario ver qué tipo de variaciones presentó durante el periodo comprendido entre 1 de enero 2015 al 31 de diciembre del 2019 observando los para tener una primera imagen del mercado, es esencial ya que esto es un punto de partida que guía las acciones en la bolsa. Para el caso se extrajo la muestra de las bases de datos del banco de la república donde se observa que la alteración se presentó en el intervalo de tiempo.

Figura 1. Cómo varía el índice COLCAP.



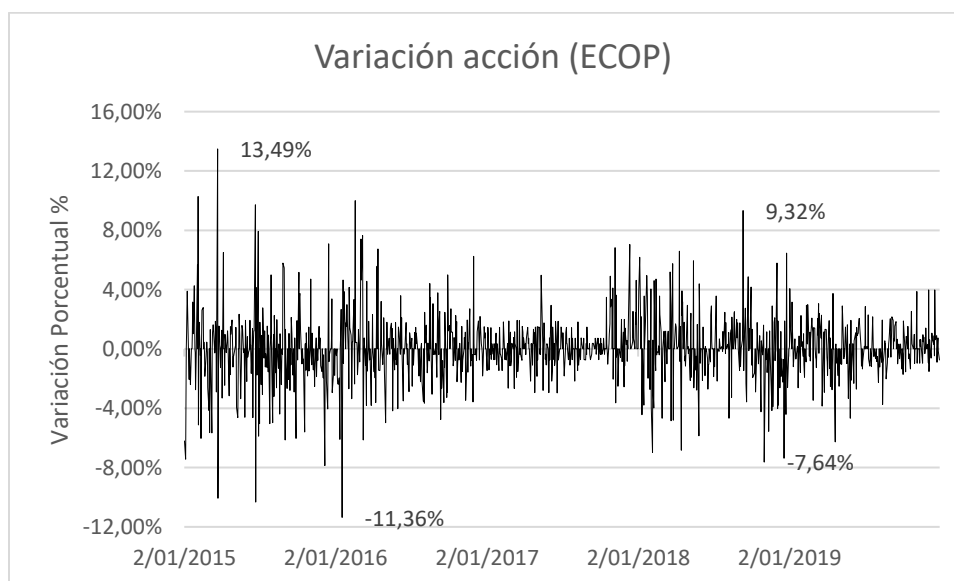
Nota. Elaboración propia.

De acuerdo con los datos obtenidos, se observa una caída marcada en el último trimestre de 2015 en el índice COLCAP, que se establece en 1051,25 pesos. Esta disminución se atribuye a las alteraciones del mercado y coincide con la implementación de reformas gubernamentales dirigidas a aumentar el recaudo fiscal. Sin embargo, a partir de este punto se evidencia una tendencia alcista en la cotización del índice, con un cierre a finales de 2017 en 1580 pesos, lo que representa un incremento significativo. A principios de 2019, el índice experimentó un mínimo de

1301 pesos debido a los bajos precios y la turbulencia en la política nacional. No obstante, durante este período, se alcanzó un máximo histórico a finales de 2019, superando la barrera de los 1500 pesos.

Ahora bien, la selección de las empresas ya mencionadas se da por varios motivos como son; el volumen de transacción de cada una, la liquidez del mercado accionario, la diversificación en específico el sector económico teniendo áreas como hidrocarburos, servicios financieros, energía, procesamiento de alimentos, etc.

Figura 2. Variación de las acciones de Ecopetrol.

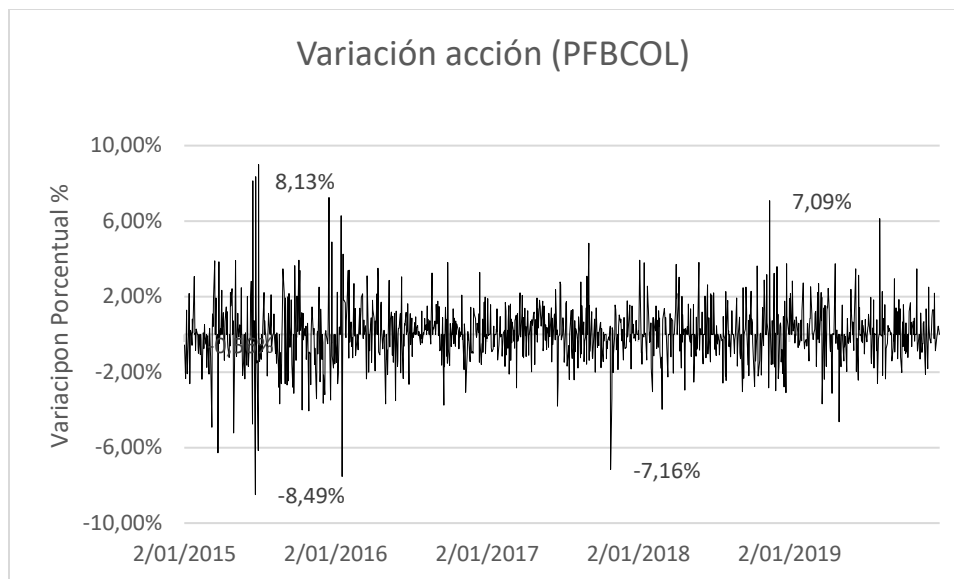


Nota.: Elaboración propia.

Ahora bien, en el caso de Ecopetrol es fundamental saber que su actividad se basa en que tantos pozos de petróleo explora y está sujeto al precio internacional; el cual, a mediados del año 2015 se situaba en 13,49%. A inicios del siguiente año, se desplomó debido a la caída internacional y reducción de barriles por parte de los países OPEP con un mínimo de -11,36% afectando esta acción y por consiguiente los ingresos de estado ya que Ecopetrol representa una parte de los ingresos

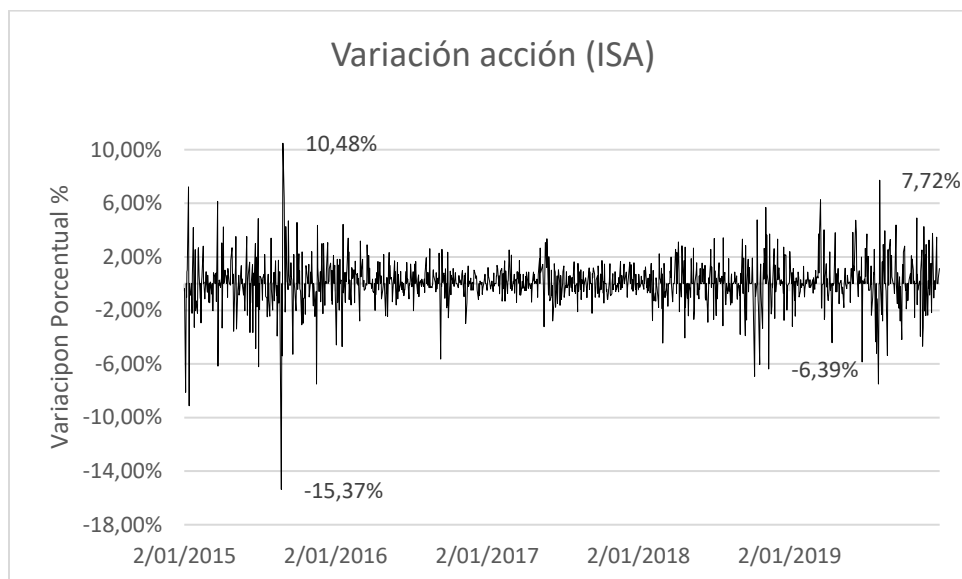
pib, durante los años siguientes el variación de acción se normalizo al punto de llegar nuevamente alrededor del 10% con caída y subidas que han mantenido el índice en un equilibrio esto ya que la empresa está en un proceso de transformación hacia las energías renovables como son la solar y eólica.

Figura 3. Variación de las acciones de PFBColombia.



Fuente: Elaboración propia.

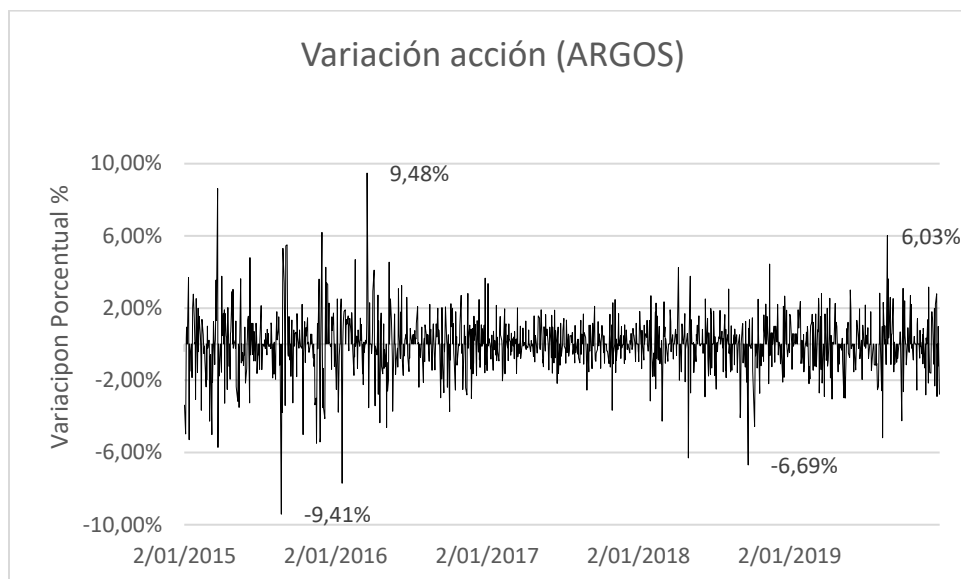
A principios del 2015 la acción PFBCol comenzó a cotizar a un precio alrededor del 8,13% por acción, es decir aproximadamente 12000 pesos, esto durante el primer semestre del año, el precio de la acción se mantuvo estable con ligeros cambios, a inicios del año 2016 presentó una disminución del 8,49% por debajo de cero, de otra manera el aumento de otros bancos en el mercado, a mediados de febrero del 2019 repunto 7,09 puntos siendo el máximo desde el año pasado; debido a las reducción de las tasa de interés por parte del banco de la república y a la implementación de acciones para atraer nuevos clientes con el fin de abarcar más el mercado, por otra parte abriendo el mercado en zonas estratégicas y eficientes.

Figura 4. Variación de las acciones de Isa.

Nota. Elaboración propia.

En caso de Isa la volatilidad que presentó su acción a finales del año 2015 y principios del 2016 con un máximo de 10,46% y un mínimo de 12,37% respectivamente se da por la emisión de acciones que dio el gobierno el cual poseía el 51% de la compañía; con el fin de aumentar el recaudo dirigiendo esto a las 33 filiales de la empresa a fin de financiar proyectos de interconexión. Los siguientes dos años se mantuvo el indicador normal sin presentar cambios representativos hasta inicios del 2018, el precio de la acción alcanzó un máximo histórico de alrededor de 24.000 pesos. Sin embargo, el precio experimentó una caída en noviembre y diciembre de 2018 a causa de factores de incertidumbre debido a la depreciación del peso colombiano frente al dólar. En el 2019 el precio mostró cierta volatilidad alcanzando un máximo de alrededor de 23.000 pesos para julio. En ese año la empresa reportó utilidades netas por más de 1,6 billones de pesos, 7,5% más que el año anterior posicionándose en el mercado energético colombiano.

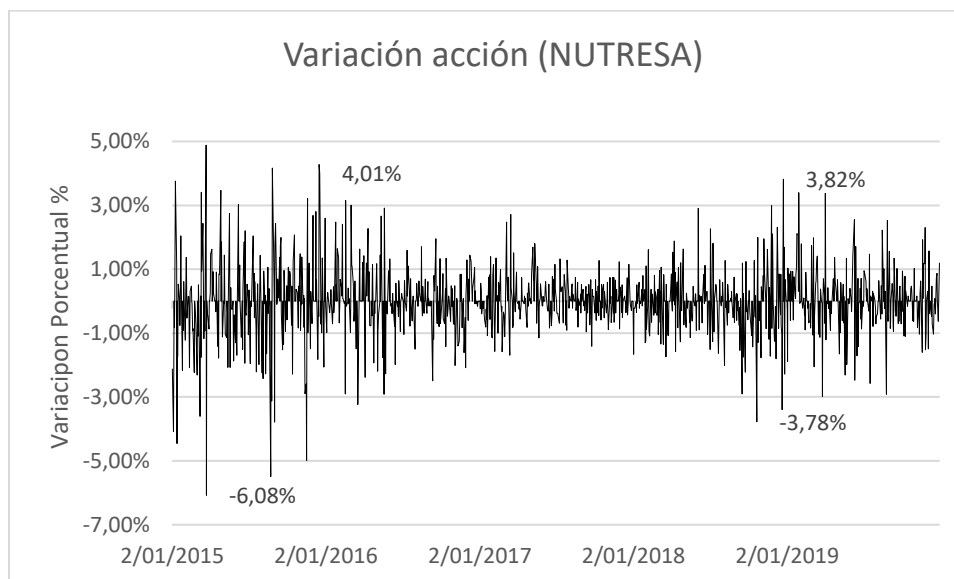
Figura 5. Variación de las acciones de Argos.



Nota. Elaboración propia.

El grupo Argos en los últimos años ha presentado variaciones considerables, a principios del 2016 la acción cayó un 9,41% debido a la incertidumbre del mercado, esto dado a la depreciación del peso que impactó la crisis con el precio rondando los 13000 pesos por acción, en el 2017 la acción de Argos mostró cierta volatilidad alcanzando un máximo de alrededor de 17.500 pesos durando poco, ya que para junio cayó alrededor de 15.500 pesos. A finales de 2018, se registró un precio mínimo que se acercó a los 6.500 pesos debido en gran parte a factores internos, como la reorganización de la compañía y la venta de activos no estratégicos. Durante 2019 se estableció en 6,03% recuperando parte del mercado accionario por parte de proyectos de infraestructura que impulsaron y diversificaron a la compañía.

Figura 6. Variación de las acciones de Nutresa.



Nota. Elaboración propia.

La acción de grupo Nutresa durante el primer semestre del 2015 se mantuvo relativamente estable, con algunos altibajos en los meses de febrero y mayo, en el segundo semestre de 2015, el precio de la acción cayó 6,08%. Durante los años 2016 y 2017 tuvo una tendencia al alza, con algunas fluctuaciones en el precio. En 2018 el precio de la acción experimentó un mínimo de caída alrededor de 3,78% esta caída se debió en gran parte a factores externos, como la incertidumbre económica global y las tensiones comerciales entre Estados Unidos y China. A inicios del 2019 el precio mostró una tendencia al alza alcanzado un máximo de alrededor de 3,82%. La acción de Nutresa mostró un rendimiento positivo en el período 2015-2019 con un aumento del precio esto debido que es una compañía que está en la cadena de producción, procesamiento y distribución de alimentos los cuales es un bien inelástico que no cambia con fluctuaciones bruscas.

A la hora de aplicar la metodología de Markowitz se tienen en cuenta tres variables para desarrollarla como son la rentabilidad, volatilidad y la varianza esto para formar la cartera.

Tabla 1. Variables del rendimiento.

	ECOPETROL	PFBCOLOMBIA	ISA	ARGOS	NUTRESA
RENTABILIDAD	0,051%	0,050%	0,069%	0,005%	0,001%
VOLATILIDAD	2,13%	1,50%	1,66%	1,53%	1,02%
VARIANZA	0,05%	0,02%	0,03%	0,02%	0,01%

Nota. Elaboración propia.

En este caso, el portafolio cuenta con las ya 5 acciones en las cuales la mayor rentabilidad la representa la acción Isa con retorno promedio de 0,069 destacando sobre las otras y una volatilidad del 1,52. Por otra parte, la segunda acción con mayor rentabilidad es Ecopetrol con 0,059, a su vez es el indicador que presenta la volatilidad más alta con 2,13 siendo propensa a cambios por factores endógenos como exógenos, en el caso de Nutresa es la que presenta la volatilidad más baja con un 1,01 y una retorno 0,0013 siendo conservadora en estos aspectos, y finalmente para las acciones de Bancolombia con un retorno de 0,049 y variación de 0,027.

Para generar un portafolio eficiente el modelo propone una matriz de varianzas y covarianzas las cuales cada acción de la cartera es comparada entre ellas con el fin de saber qué correlación es más eficiente.

Tabla 2. Matriz de covarianza del portafolio.

MATRIZ DE VARIANZAS Y COVARIANZAS					
	ECOPETROL	PFBCOLOMBIA	ISA	ARGOS	NUTRESA
ECOPETROL	0,000454	0,000078	0,000100	0,000092	0,000053
PFBCOLOMBIA	0,000078	0,000225	0,000049	0,000069	0,000031
ISA	0,000100	0,000049	0,000277	0,000103	0,000066
ARGOS	0,000092	0,000069	0,000103	0,000233	0,000049
NUTRESA	0,000053	0,000031	0,000066	0,000049	0,000104

Nota. Elaboración propia.

La matriz varianzas y covarianza indica que el nivel de riesgo es diferente de cada acción a compararse entre sí en el caso de Nutresa tiene la mayor varianza es decir su retorno es más volátil y por lo tanto más riesgosa. Ecopetrol y PFBColombia tienen varianzas similares y por otro lado ISA y Argos tienen varianzas intermedias. La matriz muestra la covarianza entre los retornos de Ecopetrol y PFBColombia es de 0.000078 existe una relación entre los retornos de estas dos empresas, de manera similar la covarianza entre los retornos de ISA y Nutresa es de 0.000066, la matriz de correlación es importante porque permite comparar la relación entre los retornos de diferentes pares de empresas, Ecopetrol y PFBColombia es de 0.364, mientras que la correlación entre los retornos de ISA y Nutresa es de 0.355, la matriz de varianza y covarianza permite a los accionistas analizar el mercado y entender el nivel de riesgo y la relación entre los retornos de diferentes compañías, lo que puede ser eficiente en un portafolio de inversión. En este caso, los valores de covarianzas positivos entre algunos activos, por ejemplo, Ecopetrol e Isa tienen una covarianza de 0,000100, indicando que estos activos tienen que moverse en dirección de acuerdo al rendimiento. Es decir, cuando el rendimiento de Ecopetrol sube, es probable que el rendimiento de Isa también suba, y de otro modo los valores de covarianzas negativas, como la covarianza entre Ecopetrol y Nutresa de 0,000053, evalúa que estos activos tenderán a moverse en direcciones opuestas en términos de rendimientos.

Las condiciones que los portafolios limitan son las que se pueden observar en la tabla3, en ese caso establecemos los parámetros de acuerdo con la rentabilidad promedio y covarianza.

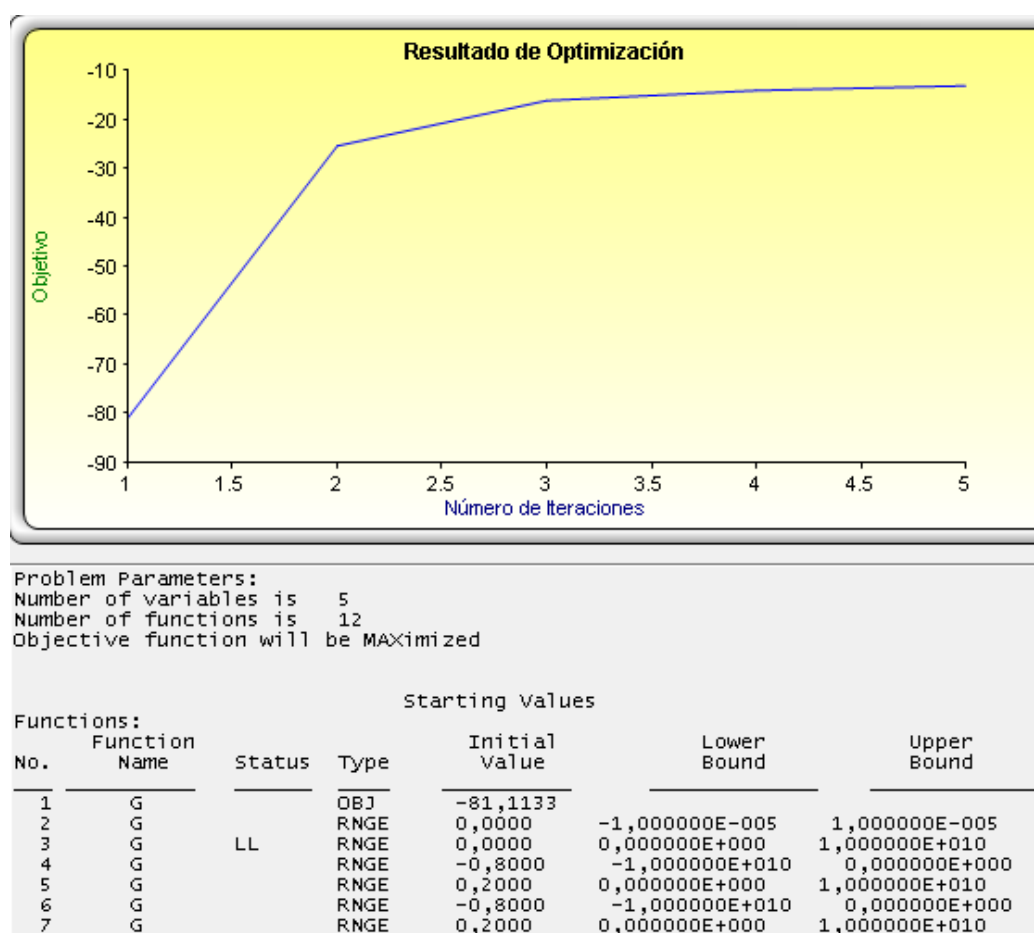
Tabla 3. Datos del portafolio.

RENTABILIDAD DEL PORTAFOLIO	0,033%
RIESGO DE PORTAFOLIO	0,011%
TASA LIBRE DE RIESGO	0,0%
ÍNDICE SHARPE	306,596%

Nota. Elaboración propia.

La rentabilidad de un portafolio se obtiene de la inversión, en este caso, la rentabilidad del portafolio es del 0,033%, lo que indica que presenta un retorno positivo del 0,033%. El riesgo medida de la volatilidad de la inversión en ese portafolio. En el caso, el riesgo del portafolio es del 0,011%, lo que indica que existe una pequeña variabilidad de los retornos esperados del portafolio. Por otra parte, la tasa libre de riesgo es del 0,0%, lo que significa que no se considera ningún riesgo en la inversión. Igualmente, el índice de Sharpe diferencia la rentabilidad del portafolio y la tasa libre, es del 306,596%, lo que indica que es una inversión favorable en término de riesgo-rendimiento.

Figura 7. Optimización del portafolio.



Nota. Elaboración propia.

En la figura 7 se aplicó optimización dinámica con más de 1000 simulaciones; se analiza las variables con el fin de ver qué interacción maximiza el portafolio, con resultado en este caso se evaluó las 5 acciones y generó una optimización máxima, esto se puede replicar las veces necesarias siempre con resultados diferentes.

Tabla 4. Variación optimización dinámica.

	ECOPETROL	PFBCOLOMBIA	ISA	ARGOS	NUTRESA
RENTABILIDAD	0,389%	6,887%	0,199%	0,002%	1,133%
VOLATILIDAD	2,13%	1,50%	1,66%	1,53%	1,02%
VARIANZA	0,05%	0,02%	0,03%	0,02%	0,01%

Nota. Elaboración propia.

En la tabla se observa que la optimización dinámica de cada acción que conforman el portafolio de inversión, PFBColombia es la que representa la mayor rentabilidad de 6,88% con una volatilidad de 1,50%. Y, de otra parte, la menor rentabilidad la representa Argos con 0,002% y una volatilidad del 1,53%

Tabla 5. Porcentajes generados por la optimización.

	ECOPETROL	PFBCOLOMBIA	ISA	ARGOS	NUTRESA
Wi	0%	70%	7%	0%	23%
Wi min	0%	0%	0%	0%	0%
Wi max	100%	100%	100%	100%	100%

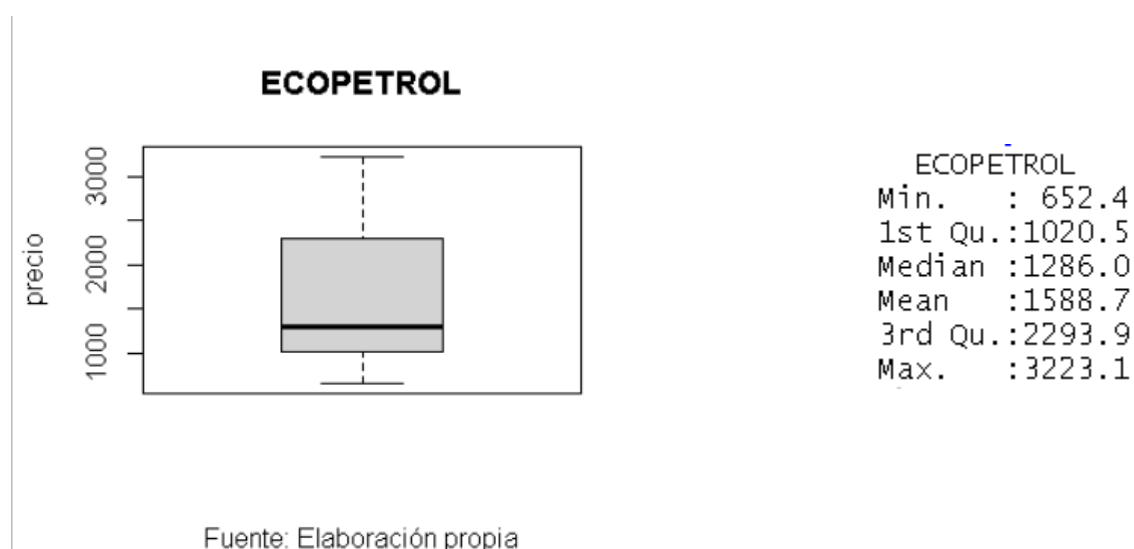
Nota. Elaboración propia.

Para el caso de la asignación porcentual de portafolio, al ser una optimización dinámica estos valores son cambiados conforme a las indicaciones del inversor en este cuadro los indicada que deben invertir más 70% del dinero a la acción PFBColombia que representa la mayor

rentabilidad del portafolio. Con un mínimo de 0% y máximo de 1 que explica que son los intervalos los cuales se puede desplazar la optimización con el fin de ser eficiente.

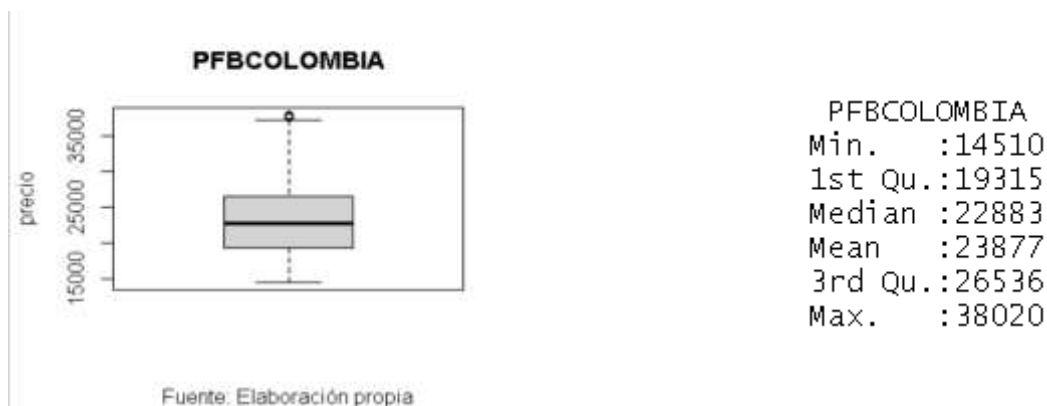
Para finalizar, utilizamos RStudio en el cual generamos para cada acción el diagrama de caja y bigotes y además de eso identificamos variables como el mínimo y máximo valor, la mediana, el 1 y 3 percentil, como el fin de tener otra perspectiva que soporte el portafolio de inversión.

Figura 8. Diagrama de caja acciones de Ecopetrol.



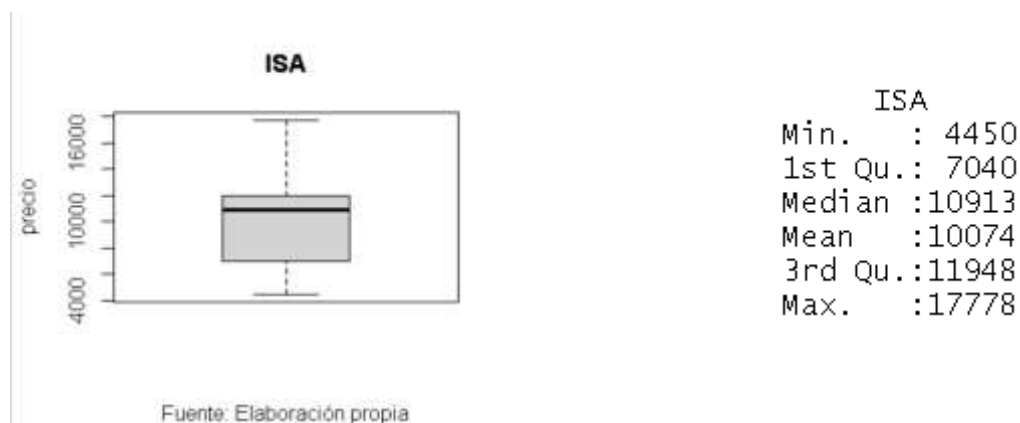
Una de las variables que se obtuvo fue la mediana que es de 1286 pesos para la acción de Ecopetrol representa por la línea central en el diagrama, es el valor que divide los datos en dos partes iguales, se representan por los extremos mínimos y máximos del rectángulo en el diagrama, por otro lado cuartil 1 1020.5 pesos, es el valor que divide el 25% inferior de los datos del 75% superior, mientras que el tercer cuartil 3 2293.9 pesos, es el valor que divide el 75% superior del 25% inferior. Los valores máximos 3232.1 pesos y mínimo 652,4 pesos, se representan por los extremos del diagrama y son los valores más altos y más bajos de los datos. Para esta acción el diagrama visualiza la distribución y la ubicación de los datos donde la mayor parte se encuentra por encima de percentil 50.

Figura 9. Diagrama de caja acciones de PFBColombia.



En la acción de PFBColombia representa por la línea central en el diagrama, es el valor que divide los datos en dos partes iguales, se representan por los extremos mínimos y máximos del rectángulo en el diagrama, por otro lado, cuartil 1 es 19315 pesos es el valor que divide el 25% inferior de los datos del 75% superior, mientras que el tercer cuartil 3 es 26536 pesos es el valor que divide el 75% superior del 25% inferior. Los valores máximos 38020 pesos y mínimo 14510 pesos, se representan por los extremos del diagrama y son los valores más altos y más bajos de los datos. Para esta acción el diagrama visualiza la distribución y la ubicación de los datos es la mediana de 22883 pesos, presenta un valor atípico que sobrepasa el máximo del valor.

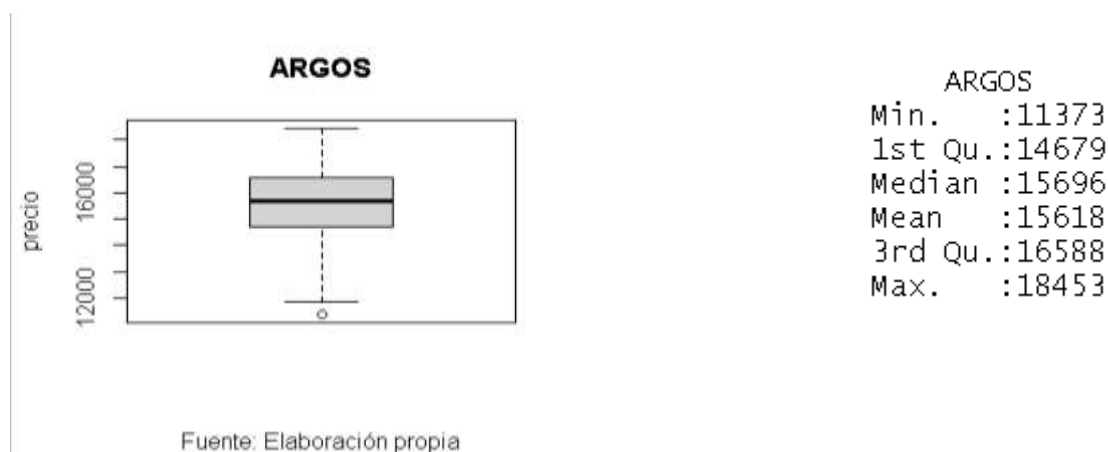
Figura 10. Diagrama de caja acciones de Isa.



La acción de isa representa por la línea central en el diagrama se representan por los extremos mínimos ores y máximos del rectángulo en el diagrama, por otro lado, cuartil 1 es 7040 pesos, es el valor que divide el 25% inferior de los datos del 75% superior, mientras que el

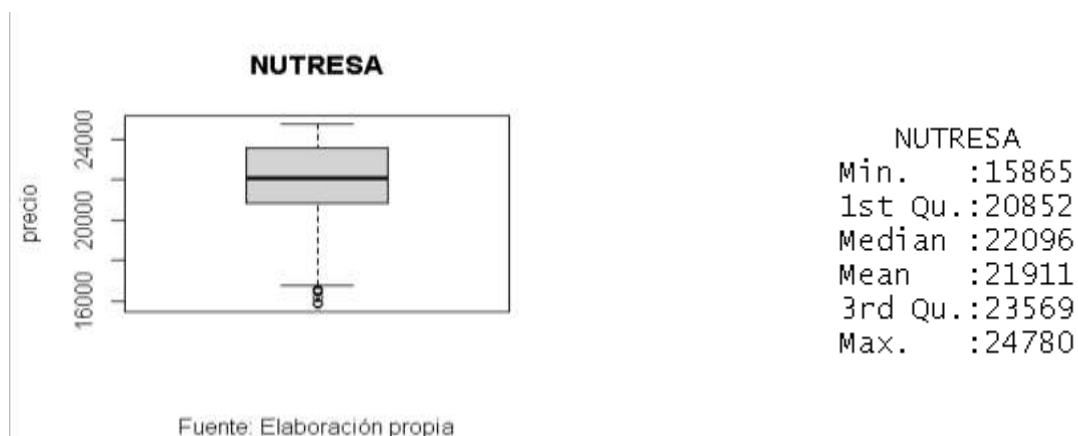
tercer cuartil 3 11948 pesos, es el valor que divide el 75% superior del 25% inferior. Los valores máximos 17778 pesos y mínimo 4450 pesos, se representan por los extremos del diagrama y son los valores más altos y más bajos de los datos. Para esta acción el diagrama visualiza la distribución y la ubicación de los datos donde la mayor parte se encuentra por debajo de percentil 50 que es de 10913 pesos, los datos se agrupan mayoritariamente en la parte inferior.

Figura 11. Diagrama de caja acciones de Argos.



Por otro lado, la acción de argos presenta un cuartil 1 de 14879 pesos es el valor que divide el 25% inferior de los datos del 75% superior, mientras que el tercer cuartil 3 de 16588 pesos, es el valor que divide el 75% superior del 25% inferior con un valor máximos de 18453 pesos y mínimo de 11373 pesos se representan por los extremos del diagrama y son los valores más altos y más bajos de los datos. Para esta acción el diagrama visualiza la distribución en la mediana que es de 15696 pesos.

Figura 12. Diagrama de caja acciones de Nutresa.



Y finalmente la acción Nutresa representa por la línea central en el diagrama, es el valor que divide los datos en dos partes iguales, se representan por los extremos mínimos y máximos del rectángulo en el diagrama, por otro lado, cuartil 1 es 20852 pesos es el valor que divide el 25% inferior de los datos del 75% superior, mientras que el tercer cuartil 3 es 23569 pesos, es el valor que divide el 75% superior del 25% inferior. Los valores máximos 24780 pesos y mínimo de 15865 pesos se representan por los extremos del diagrama y son los valores más altos y más bajos de los datos. Para esta acción el diagrama visualiza la distribución y la ubicación de los datos es la mediana de 22096 pesos, y presenta un valor atípico en el extremo inferior del diagrama.

Conclusiones

Para concluir, la conformación del portafolio compuesto por 5 empresas del índice COLCAP surge del análisis generado por los precios de las acciones más líquidas de la bolsa de valores de Colombia, marcando el sector económico al cual cada una se desenvuelve. Se determinó la evaluación de variables de tendencia de comportamiento, la empresa Ecopetrol presenta la mayor rentabilidad del 0,051% y volatilidad del 2,13%, de igual forma una con la mayor variación del 0,05%. Por otra parte, la compañía Nutresa muestra la menor rentabilidad del 0,001% y una volatilidad del 1,02%; lo anterior resalta la importancia de valor tanto la rentabilidad como el riesgo a los activos financieros. No obstante, el portafolio ubico la participación accionaria 20% por cada acción obteniendo una rentabilidad promedio del portafolio del 0,033% y un riesgo del 0,011%, indica que la diversificación equilibrada genera un resultado positivo. Así mismo, el estudio arrojó que el coeficiente de Sharpe se valoró en 306,596% un rendimiento alto que demuestra que el rendimiento es superior al riesgo esperado.

En términos de valores específicos, el rango intercuartílico que mide la diversidad de los datos indica en el caso de Ecopetrol un valor de \$1273,34 y de \$2716,23 para Nutresa que esta tiene la menor necesidad en términos de valor, mientras que por otra parte Ecopetrol tiene a ser mayor. Para finalizar los resultados obtenidos respaldan la importancia de considerar la rentabilidad y riesgo como un factor a la hora de tomar decisiones de inversión. Los inversores deben tener en cuenta estos indicadores ya que son una herramienta eficaz, respaldando la idea de diversificar con el fin de compensar las fluctuaciones del desempeño individual de cada activo del portafolio.

Referencias

- Avendaño, Barbutin y Franco. (2011). *Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la optimización de portafolios de inversión*. Colombia. Trabajo de Grado.
https://www.researchgate.net/publication/262755488_Modelo_de_Markowitz_y_Modelo_de_Black-Litterman_en_la_Optimizacion_de_Portafolios_de_Inversion
- Fuquen Sandoval, J. M. y Rozo Rodríguez, D. (2013). Antecedentes y elementos teóricos básicos y conceptuales del modelo de Markowitz. *Gestión y Sociedad*, 6(1), 91-108.
<https://ciencia.lasalle.edu.co/cgi/viewcontent.cgi?article=1149&context=gs>
- Grajales Bedoya, D. D. (2009, julio-diciembre). Gestión de portafolios. Una mirada crítica más allá de Markowitz. *AD-minister* (15), 154-162.
<https://www.redalyc.org/pdf/3223/322327246008.pdf>
- García, C. (2015). Selección de una cartera de inversión a través del Modelo de Markowitz.
<https://diposit.ub.edu/dspace/bitstream/2445/64137/1/TFG-ADE-Garc%C3%ADa-Cristian-febrer15.pdf>
- Mancera, M. (2021). Análisis de la volatilidad accionaria de entidades bancarias de Colombia en el periodo 2011-2020.
<https://repositorio.unicolmayor.edu.co/bitstream/handle/unicolmayor/3469/AS003%20An%C3%A1lisis%20de%20la%20volatilidad%20accionaria%20de%20entidades%20bancarias%20de%20Colombia%20en%20el%20periodo%202011-2020.pdf?sequence=5&isAllowed=y>
- Markowitz, H. (1970). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*.
<https://www.pdfdrive.com/portfolio-selection-efficient-diversification-of-investments-d185446766.html>

Markowitz, H. (1991). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments.*, Blackwell Publishers Inc 2nd edition, Revision 1st edition (1959).

https://www.math.hkust.edu.hk/~maykwok/courses/ma362/07F/markowitz_JF.pdf

Sharpe, W. (1964). Capital Asset Prices: A theory of Capital Asset Pricing, *Journal of Economic Theory*.

<http://efinance.org.cn/cn/fm/Capital%20Asset%20Prices%20A%20Theory%20of%20Market%20Equilibrium%20under%20Conditions%20of%20Risk.pdf>

Shefrin, Hersh y Statman. (1985). “The disposition to sell winners too early and ride losers too long: theory and evidence”, *The Journal of Finance*.

<https://people.bath.ac.uk/mnsrf/Teaching%202011/Shefrin-Statman-85.pdf>

Torres, L. (2016). Conformación de un portafolio eficiente según la teoría de markowitz a partir del análisis de las acciones más representativas que cotizan en la bolsa de valores de Colombia, según índice COLCAP de los últimos 3 años.

<https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/handle/001/1623/TGT-358.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Anexos

Anexo A Resultado risk simulator.

Ajuste de Distribución de Variables Múltiples						
Resumen Estadístico	ECOPETROL	PFBOCOLOMBIA	ISA	ARGOS	NUTRESA	
Nombre de la Variable	0.02	-0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Mejor Supuesto Ajustado	Cauchy	Cauchy	Alfa	Beta	Beta	Cauchy
Distribución Ajustada						
Estadístico Kolmogorov-Smirnov	0.12	0.10	0.00	0.01	0.01	0.00
Prueba Estadística de P-Value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Prueba Estadística de P-Value	Técnica	Técnica	Real	Real	Real	Técnica
Media	0.00	0.00	NeuN	NeuN	NeuN	NeuN
Desviación Estándar	0.02	0.01	NeuN	NeuN	NeuN	NeuN
Asimetría	0.16	0.25	NeuN	NeuN	NeuN	NeuN
Curtosis	5.16	5.51	NeuN	NeuN	NeuN	NeuN
Nombre de la Variable	ARGOS	NUTRESA	Alfa	Beta	Beta	Cauchy
Mejor Supuesto Ajustado	0.00	0.01	Cauchy	Cauchy	Cauchy	Cauchy
Distribución Ajustada	Laplace					
Estadístico Kolmogorov-Smirnov	0.11	0.12	0.00	0.01	0.01	0.00
Prueba Estadística de P-Value	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000	0.0000
Prueba Estadística de P-Value	Técnica	Técnica	Real	Real	Real	Técnica
Media	0.00	0.00	Media	Media	Media	Media
Desviación Estándar	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
Asimetría	-0.19	0.00	0.00	0.19	0.19	-0.19
Curtosis	5.90	3.00	3.00	4.80	4.80	4.80

Matriz de Correlación	ECOPETROL	PFBOCOLOMBIA	ISA	ARGOS	NUTRESA
ECOPETROL	1				
PFBOCOLOMBIA	0.2438	1			
ISA	0.7828	0.1972	1		
ARGOS	0.3827	0.2024	0.4042	1	
NUTRESA	0.2451	0.2035	0.3814	0.3155	1