

DANIEL ALEJANDRO CALVO CONDE

TUTOR:

WILLIAM GILBERTO DELGADO MUNÉVAR



UNIVERSIDAD COLEGIO MAYOR DE CUNDINAMARCA

FACULTAD DE CIENCIAS ECONÓMICAS Y ADMINISTRATIVAS

WORKING PAPER

ECONOMÍA

BOGOTÁ D.C.

2022

Análisis de la rentabilidad y riesgo de portafolios de inversión de empresas del sector bancario

Resumen

Uno de los principales retos que enfrentan los inversionistas es el poder anticiparse a la volatilidad o riesgo que pueda tener un activo o un portafolio. Por esta razón, resulta fundamental emplear modelos y herramientas que permitan analizar los mercados, las acciones que lo componen y las rentabilidades que puedan ofrecer. El presente trabajo tiene como propósito analizar el rendimiento y riesgo de tres portafolios de inversión, conformados por activos financieros de renta variable del sector bancario que se negocian en las bolsas de valores de Nueva York (NYSE), Brasil (B3) y Colombia (BVC), respectivamente, para un periodo de 5 años, comprendido entre junio de 2017 y julio del 2022. Para obtener el mínimo riesgo y máxima rentabilidad en los portafolios, metodológicamente, se implementa el modelo de carteras eficientes propuesto por Harry Markowitz con el cual se busca obtener una combinación óptima en la inversión de cada activo. En la revisión de la literatura se indagó sobre el modelo de Markowitz y sus aplicaciones, teniendo en cuenta portafolios con empresas tanto diversificadas o pertenecientes al mismo sector. Entre los principales hallazgos de este estudio se tuvo que cada uno de los mercados se ha diferenciado durante los años y tanto el portafolio de Brasil como el Estados Unidos resultan ser buenas inversiones según el tipo de inversionista.

Palabras clave

Modelo Harry Markowitz, rentabilidad, varianza, riesgo, acción.

Introducción

En la actualidad, debido a las nuevas tecnologías de la información se ha facilitado el acceso a los mercados de capitales, los activos financieros y la información bursátil o accionaria de las empresas que participan en los mercados de cada país, pudiendo así

participar en la compra y venta de estos activos, prácticamente en tiempo real, todo esto por la creciente desregulación financiera y la libertad de movimientos de capitales que han significado la globalización de los mercados financieros (Ruiz, 2014). Sin embargo, al momento de interactuar y tomar decisiones en alguno de estos mercados deben tenerse presente ciertos aspectos que hacen parte de las bolsas de valores del mundo y son importantes en cualquier negociación como la presencia de incertidumbre y riesgo, dos aspectos que han buscado entenderse y cuantificarse en la literatura económica desde mediados del siglo XIX, siendo el economista Frank H. Knight (1921) uno de los primeros en diferenciar estos conceptos. El riesgo según el autor se relaciona con una distribución de posibilidades para una serie de eventos; y la incertidumbre como la dificultad para poder realizar pronósticos. Sin embargo, posteriormente, estos pasaron a ser sinónimos y depender de la preferencia de liquidez que se tenga en una situación riesgosa. Entendido así, son numerosas las causas que pueden afectar el proceso de compra y venta de activos de renta variable, tales como los cambios en políticas monetarias o fiscales, las decisiones de un agente económico influyente o hasta una coyuntura social o económica, tal es el caso de la reciente pandemia del COVID que afectó negativamente en la mayoría de los casos a las empresas partícipes de los mercados de valores, provocando así, volatilidades en el valor percibido de dichos activos. Pudiendo resultar para los inversionistas algo tanto negativo como beneficioso, existiendo una gran pérdida de capital o una alta rentabilidad. Sin embargo, el invertir o no en estas situaciones, dependerá en su totalidad de la aversión que se pueda tener al riesgo, pero por lo general un inversionista promedio preferirá invertir teniendo el menor riesgo posible.

Un inversionista generalmente buscará un equilibrio entre rentabilidad y riesgo, por ello resulta relevante hacer uso de un modelo de inversión con el que podamos realizar un efectivo análisis y se pueda determinar cuáles son las tendencias de los activos financieros,

permitiendo así tener un sustento suficiente para hacer una inversión acertada y oportuna. Este estudio permitió crear un portafolio de inversión con empresas del sector bancario para tres países; donde se seleccionaron cuatro empresas para cada portafolio, se obtuvo información histórica para el periodo entre 2017 y 2022 de las rentabilidades diarias de los activos financieros y mediante la aplicación del Modelo de Harry Markowitz se determinó qué portafolio de inversión de los tres desarrollados indica maximizar la rentabilidad y minimizar el riesgo, para así realizar una comparación entre las carteras de inversión y ofrecer al inversionista, según su aversión al riesgo, una cartera optima.

La mayoría de los países en la actualidad posee una bolsa de valores consolidada y en términos generales estable, el mejor ejemplo de esto es Estados Unidos, el cual posee la bolsa de valores más importante e influyente del mundo, en la cual están las principales empresas e inversores, tanto nacionales, como extranjeros. Así mismo, gran parte de los países latinoamericanos llevan bastante tiempo trabajando y promoviendo sus mercados de valores, tal es el caso de Brasil, el cual ha establecido la principal bolsa de valores de Latinoamérica, siendo el número once a nivel mundial. Por otro lado, también está la bolsa de valores de Colombia, la cual ha mostrado en los últimos años tomar mayor relevancia en los mercados de valores, llegando a ser la cuarta bolsa más importante de Latinoamérica, siendo cada vez mayor el número de empresas que deciden depositar sus acciones aquí, siendo en estos países el sector bancario estable y con miras a ofrecer oportunidades de inversión.

Marco teórico

Son variados los modelos de cartera que han tomado relevancia durante el siglo pasado, sin embargo muchos de ellos han perdido vigencia con el tiempo y han resultado cada vez menos útiles, aun así, el modelo propuesto por Harry Markowitz; economista estadounidense y premio Nobel de Economía por sus contribuciones a la economía financiera, se han vuelto más eficientes a la hora de buscar optimizar portafolios, ya que se ha

hecho más fácil y oportuno el acceso al software necesario, algo que para su tiempo era un limitante. Markowitz ha realizado numerosas investigaciones sobre selección de portafolios y la diversificación y gestión de activos con el fin de maximizar su rendimiento, siendo así para el final de la década de los años cincuenta, cuando publicó su libro de mayor trascendencia “*Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*”, texto en el que exponía su teoría sobre los modelos de inversión en carteras de acciones, en el cual desarrollaba un modelo de análisis por el cual el inversor optimiza su comportamiento en ambientes de incertidumbre a través de la maximización de la rentabilidad y la minimización del riesgo. En este modelo Markowitz utilizó como medida de la rentabilidad la esperanza del valor actual de la cartera de acciones y como medida del riesgo su varianza.

Según lo expuesto en “*Mercado de Capitales*” de Court & Tarradellas (2010) el modelo de Markowitz supone que el inversor estará presionado por sus ganas de obtener rendimientos o ganancias y por la nula satisfacción que le puede ofrecer el riesgo de la inversión, así mismo menciona que este modelo parte de tres hipótesis principales:

1. La rentabilidad de una acción o activo financiero es una variable subjetiva y la probabilidad de esta para un periodo determinado puede ser conocida por los inversores. El promedio de esta variable se entiende como la medida de la rentabilidad.
2. El riesgo de la inversión será visto como la varianza o desviación estándar de la variable que explica la rentabilidad, tanto de una acción individual como de un portafolio.
3. El modelo tendrá supuestos como que será perfecta la división de activos financieros y no habrá costos de transacción ni impuestos, además, no habrá una herramienta que permita conocer el nivel de aversión al riesgo del inversionista. Por lo tanto, en cada

situación, el inversionista tendrá que decidir qué relación entre rentabilidad - riesgo tendrá, entendido también en este modelo como relación media - varianza.

Así mismo Díaz (2011) en su estudio sobre los riesgos de mercado y su incidencia en los portafolios, menciona que el modelo Markowitz ha sido fundamental en el desarrollo de muchos de los modelos de cartera posteriores. Este mismo, señala que el proceso de selección de portafolios de Markowitz se divide en dos etapas, la primera, se basará en la observación y experiencia y por terminará con las expectativas sobre los futuros rendimientos, y la segunda etapa comienza con las creencias que se tengan del futuro rendimiento de los activos y terminará con la conformación del portafolio. Además, en su estudio explica que el "modelo de media - varianza de Markowitz se define como la optimización simultánea de dos funciones objetivo" (Díaz, 2011, p. 16). El inversor podrá combinar los valores de la volatilidad y la rentabilidad dependiendo su aversión al riesgo.

Son numerosos los estudios de carteras de inversión que se han realizado aplicando el modelo Markowitz, tal es el estudio realizado por Mendizábal, Miera & Zubia (2002) donde pudieron determinar que este modelo resulta de gran utilidad en la práctica, ya que puede ser utilizado de forma sencilla, sin embargo debe realizarse un análisis correcto de las variables y entenderse que sus proyecciones a futuro son muy limitadas, pero aun así las carteras de inversión diseñadas a partir de este modelo pueden resultar más eficientes que las de referencia del mercado.

Por otro lado, Franco, Avendaño & Barbutín (2011) buscaron en su estudio comparar el modelo Markowitz y el modelo Black-Litterman y determinar cuáles eran los beneficios y desventajas que podía ofrecer cada uno, por el lado del modelo Markowitz lograron concluir que este logra proporcionar portafolios con mejor desempeño que los de referencia del mercado, además, reafirman que este modelo impide garantizar el comportamiento futuro del mercado.

Dueñas, Prieto & Sánchez (2017), que analizaron un portafolio para empresas que cotizan en la bolsa de valores de Colombia (BVC), en el cual buscaban un portafolio diversificado y que obtuviera una rentabilidad superior al riesgo que representaba para el inversionista, obteniendo como resultado que los activos diversificados deben ser de diferentes sectores, para obtener una rentabilidad y un riesgo controlado.

Prado, Coca & García (2012) emplearon el modelo Markowitz para analizar las carteras de activos numismáticos y los metales preciosos, teniendo estos activos una baja correlación con los tradicionales financieros, sin embargo, muestran una alta correlación entre sí, haciendo que el portafolio diseñado tenga altas covarianzas, entendiéndose así que será un portafolio no tan diversificado y que podrá aumentar el riesgo. Concluyen que un portafolio conformado por activos similares o del mismo sector puede ofrecer en ciertos casos una gran liquidez y buena rentabilidad, especialmente para activos como los metales preciosos o de colección, pero pueden conllevar a rigideces debido a la dificultad de gestionar el riesgo, además aclaran que no siempre en la construcción de carteras los activos escogidos darán como resultado una cartera eficiente.

Metodología

Para la realización de este trabajo se aplicó el modelo de Harry Markowitz a tres portafolios conformados por acciones bancarias para Estados Unidos, Brasil y Colombia, estos activos serán seleccionados directamente de sus respectivas bolsas de valores y se tomará sus precios diarios de cierre.

Los criterios de selección de las cuatro empresas en la conformación del portafolio para cada país fueron tres:

1. Pertenecer al sector bancario, entendido como los bancos privados, cajas de ahorro y cooperativas de crédito.

2. Estar cotizando en la bolsa de valores de su respectivo país para el periodo comprendido entre junio de 2017 y julio de 2022. Se formó un portafolio para la bolsa de valores de Nueva York (NYSE), la bolsa de valores de Colombia (BVC) y la bolsa de valores de Brasil (B3).
3. Estar incluidas dentro del índice KBW Bank para las empresas estadounidenses, el Colcap para las empresas colombianas y el Bovespa para las de Brasil, ya que estos se tomaron como punto de partida para analizar las variaciones de cada mercado.

Los portafolios se conformaron así:

- **Portafolio de la NYSE:** JPMorgan Chase & Co. (JPM), Bank of America (BAC), Wells Fargo (WFC), Citigroup Inc (CITI).
- **Portafolio de la B3:** Banco do Brasil S.A., Bradesco S.A., Banco Itaú S.A., Banco Santander (Brasil) S.A.
- **Portafolio de la BVC:** Banco de Bogotá S.A., Bancolombia S.A., Grupo Aval S.A., Davivienda S.A.

El modelo Markowitz

El conjunto de carteras eficientes propuesto por Markowitz es calculado mediante la aplicación de un programa cuadrático paramétrico, el cual está definido por:

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

Estando sujeto a

$$E(R_p) \geq \sum_{i=1}^n x_i r_i$$

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

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

Donde según lo planteado por Markowitz:

- x_i : es la proporción invertida en el activo financiero.
- n : cantidad de activos financieros comprendidos en el portafolio.
- r_i : representa la rentabilidad del activo.
- σ_{ij} : es la covarianza de la rentabilidad esperada de los activos j e i .
- σ^2 : varianza de la cartera
- $E(R_p)$: representa la rentabilidad mínima esperada por el inversor.

Así mismo, la teoría de Markowitz puede ser planteada de forma que en lugar de minimizarse la varianza del portafolio se busque maximizar la rentabilidad esperada, siendo:

$$\text{Max}(R) = \sum_{i=1}^n r_i x_i$$

Estando sujeto a

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_j \sigma_{ij} x_j \leq \bar{V}$$

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

$$x_i \geq 0$$

Donde:

- R : es la rentabilidad esperada de la cartera
- \bar{V} : representa el nivel de riesgo al que está dispuesto el inversor.

El enfoque propuesto por Markowitz para analizar portafolios, también nos permite la construcción de lo que se denomina la “Frontera Eficiente”, la cual plantea un equilibrio entre el riesgo al invertir y la rentabilidad esperada, en la que se pueden evidenciar combinaciones de portafolios, los cuales cumplen dos condiciones: 1) presentan la mínima varianza para una rentabilidad esperada y, 2) tienen la máxima rentabilidad esperada de todas las

combinaciones, para una varianza dada. La frontera eficiente muestra combinaciones de portafolios óptimos en relación con la rentabilidad y riesgo, según el nivel de aversión al riesgo y el nivel de rendimientos esperados que busque el inversionista.

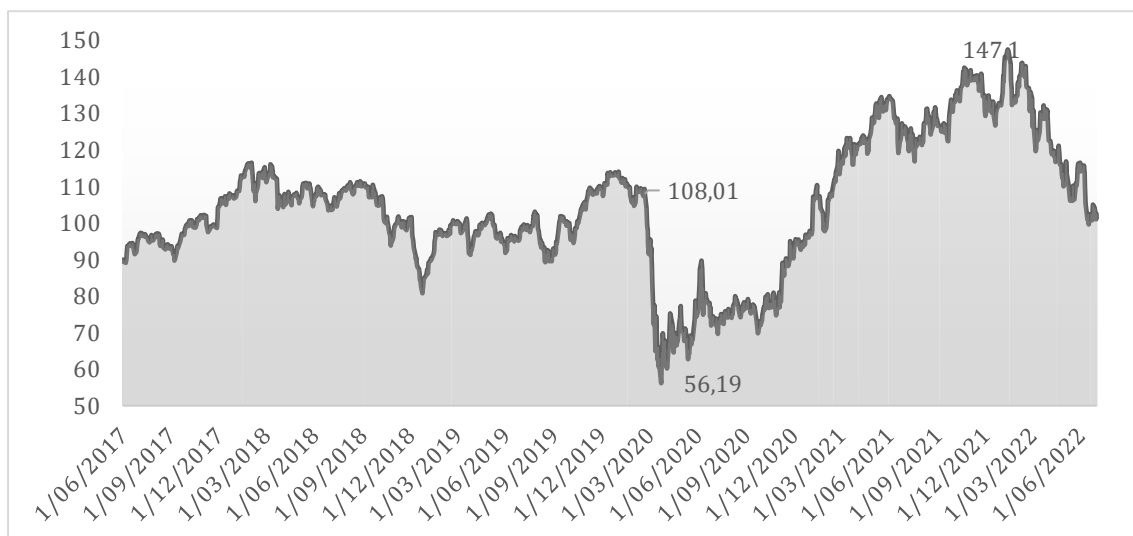
Resultados

Tras la elección de las empresas que conforman los portafolios se tomó la información diaria histórica de los precios de cierre y a partir de ahí se calculó sus variaciones porcentuales para el periodo comprendido entre junio del 2017 a julio del 2022. Además, se recopiló la información de los índices bursátiles de cada mercado, ya que resulta importante comprender como ha fluctuado durante el periodo analizado, esto a través de los índices accionarios de cada uno

Para el caso de Estados Unidos el índice KBW Bank, perteneciente al sector bancario estadounidense, este se puede observar en la Figura 1, donde se muestran las variaciones que tuvo para estos años dicho sector.

Figura 1

Histórico índice KBW Bank del 2017 al 2022



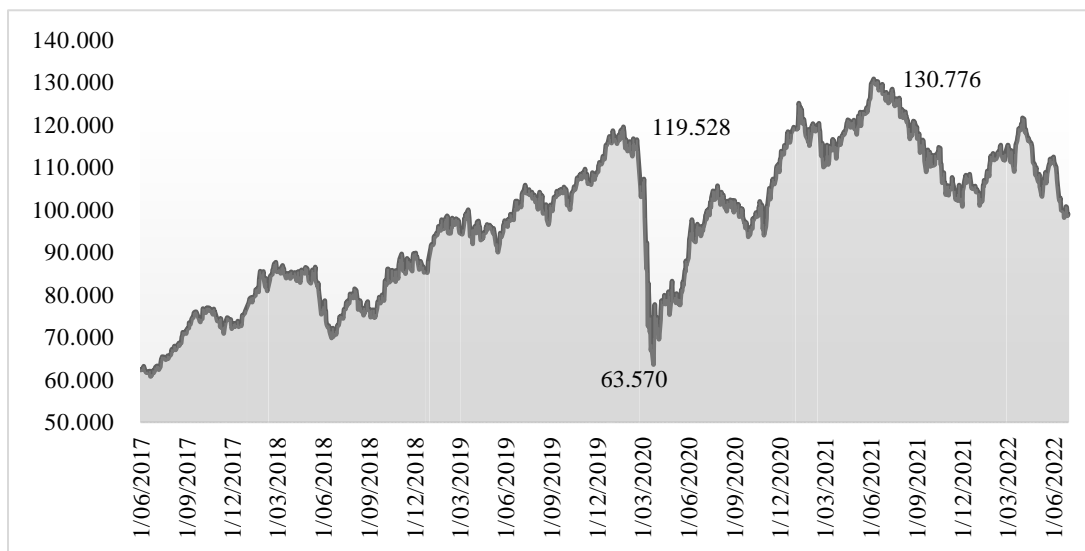
Este mercado mostró en general un comportamiento estable con leves tendencias al alza, indicando especialmente una menor volatilidad durante junio de 2017 a febrero de 2020,

siendo en el último trimestre del 2018 donde se evidenció una caída de los rendimientos. Sin embargo, se retomó su tendencia al alza para inicios de 2019 y siguió así hasta inicios de la pandemia, teniendo previo a la caída de la bolsa de valores, 108 puntos, en febrero de 2020, para posteriormente alcanzar un mínimo de 56,19 puntos para el 23 de marzo, siendo este el momento en el que el sector bancario estadounidense enfrentó su mayor caída en los últimos años. A partir de ahí, se evidencia una lenta y progresiva tendencia al alza debido a las contingencias ocasionadas por la pandemia, así mismo una volatilidad mayor, y desde 2021, se inició un rápido crecimiento hasta llegar a un máximo histórico de 147,1 puntos para enero de 2022 y se ha visto a partir de ahí un decrecimiento del causado por diversas razones, tales como la guerra ucraniana, los efectos postpandemia y en general la crisis económica mundial actual.

En el sector bancario brasileño se evidenció en general una tendencia al alza mayor que la del mercado estadounidense vista en la Figura 1, teniendo un gran crecimiento desde junio de 2017 hasta marzo de 2020, donde había estado rondando su máximo histórico hasta ese momento para luego verse detenido por la crisis de la pandemia; la cual hizo que el mercado cayera de alrededor de 119.528 a 63.570 puntos, en menos de un mes como se puede ver en la figura 2.

Figura 2.

Histórico índice Bovespa del 2017 al 2022.

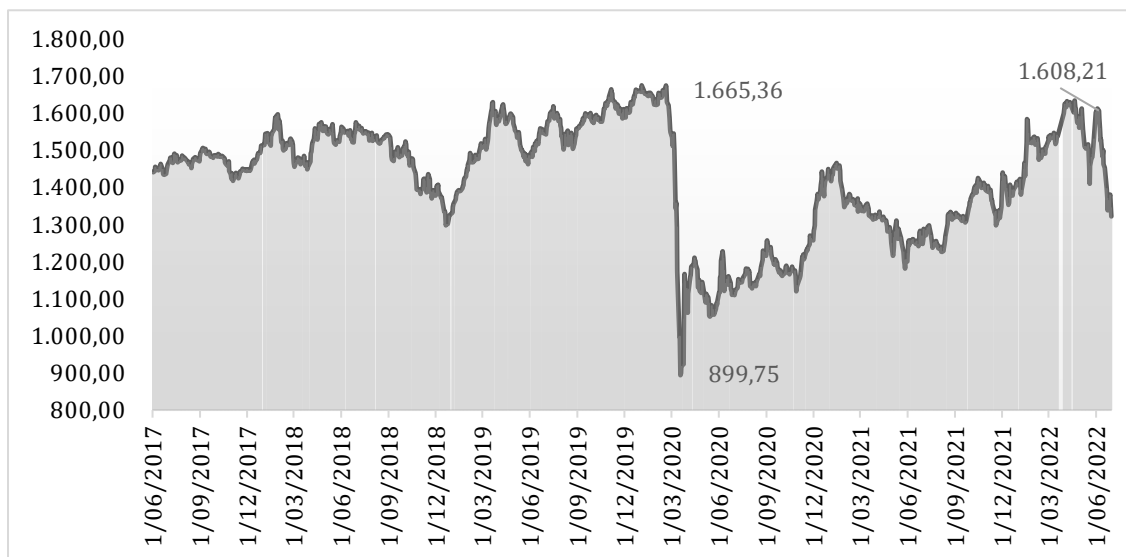


Para este caso a diferencia del Índice KBW Bank, a partir de mayo de 2022 se tuvo un acelerado crecimiento en el rendimiento de las acciones, recuperándose así su mercado ligeramente más rápido que el estadounidense tras la caída del precio de las acciones. El índice tuvo su punto más alto para junio de 2021, con 130.776 puntos, a partir de ahí decreció y mostró una tendencia levemente a la baja, esto justificado por las caídas en el PIB de 0,6% y 0,2% en los meses de septiembre y octubre, respectivamente (Cepal, 2022). En la actualidad el índice muestra un leve decremento.

Colombia se ha caracterizado por tener durante el periodo prepandemia un mercado bastante estable y con tendencias al alza, tal como se ve en la Figura 3. Sin embargo, a diferencia de los dos escenarios anteriores resulta evidente que la pandemia afectó en mayor medida el precio de las acciones.

Figura 3

Histórico índice Colcap del 2017 al 2022.



Para inicios de la pandemia se evidencio una gran caída del precio, alcanzado un mínimo de 899.75 puntos, reduciéndose en cerca del 50% su valor con respecto al mes anterior, caso similar a Brasil o Estados Unidos. Sin embargo, su recuperación fue considerablemente más lenta, logrando recuperarse de la perdida ocasionada solo hasta marzo de 2022, dos años después del inicio de la pandemia, así mismo en los últimos meses del periodo analizado ha tenido fluctuaciones a la baja, similares a las tenidas en Estados Unidos o en menor medida en Brasil.

Las gráficas de volatilidades de cada país nos permiten evidenciar que, en términos generales los tres mercados se han comportado de manera similar, siguiendo en la mayoría de los casos las mismas tendencia al alza o a la baja, sin embargo también se puede notar que a pesar de pertenecer a un mismo sector económico, las condiciones, políticas y demás variables han hecho que en ciertos puntos estos se comporten de maneras ligeramente diferentes, que sean más estables o les resulte más difícil recuperarse de las crisis económicas; tales como la del Covid.

Para el periodo comprendido entre junio de 2017 a julio de 2022, se evidencia como el país que mayor crecimiento ha tenido en su mercado ha sido Brasil, en el cual en promedio se ha duplicado la puntuación de su índice desde el inicio del periodo hacia el final, también, este ha tenido una volatilidad de 0,0167 para este periodo. Así mismo, Estados Unidos también ha mostrado también tener tendencia al alza durante los años; aunque en menor medida que Brasil, teniendo una volatilidad de 2,06%, el mercado estadounidense ha sido el que menos vulnerable se ha mostrado ante las crisis y ha podido sobrellevarlas de mejor manera. Por último, Colombia es el que tenido peores resultados durante este periodo, mostrando incluso desde el inicio hacia el final del periodo tener una ligera tendencia a la baja, siendo bastante estable y eficiente hasta el 2020, momento en el que debido principalmente a la pandemia, se evidenció las vulnerabilidades de este mercado y estuvo afectado, aun después de pasados dos años del inicio de la pandemia, tiempo en el cual otros mercados ya había logrado recuperarse, aun así, este ha sido el que menor volatilidad ha indicado, con un 1,35%.

Rentabilidades y riesgos históricos de los activos

A partir de la aplicación del modelo Markowitz; mediante las fórmulas anteriormente enunciadas, se desarrollan las siguientes tablas, en las que se evidencia las rentabilidades y volatilidades para cada activo según su portafolio.

Tabla 1

Datos Estadísticos Activos Portafolio NYSE

	BAC	CITI	JPM	WFC
RENTABILIDAD	0,00219061	0,001150689	0,001411817	0,00133901
VARIANZA	0,001712193	0,001461592	0,001058311	0,001417607
VOLATILIDAD	0,041378657	0,038230772	0,032531687	0,037651127

Al analizar los datos encontrados para el portafolio de Estados Unidos (ver tabla 1), se puede evidenciar como la empresa que indica tener una mayor rentabilidad en este portafolio es Bank of America (BAC), la cual posee un retorno promedio de 0,21%, de igual manera, este es el activo que indica un mayor riesgo. Seguido de J&P Morgan (JPM), la cual posee la segunda rentabilidad más alta y a su vez el menor riesgo histórico.

Tabla 2

Datos Estadísticos Activos Portafolio B3

	BBAS3	BBDC3	ITUB4	SANB11
RENTABILIDAD	0,000520744	0,00037805	0,000497588	0,000473727
VARIANZA	0,00066766	0,000538389	0,000414005	0,000571283
VOLATILIDAD	0,025839108	0,023203218	0,020347107	0,023901527

Para el caso del portafolio de Brasil encontramos en la tabla 2, que la empresa de mayor rentabilidad para este periodo es el Banco do Brasil (BBAS3), con un rendimiento de 0,052%, teniendo al mismo tiempo la volatilidad más alta del portafolio, siendo seguido por el banco ITAU (ITUB4), el cual tiene una rentabilidad cercana al BBAS3, con un 0,049%, sin embargo, en este caso este tiene la menor rentabilidad de las empresas aquí analizadas.

Tabla 3

Datos Estadísticos Activos Portafolio B3

	BBO	BIC	DVI	GAA
RENTABILIDAD	- 0,0000760	0,0003609	0,0001938	- 0,0002524
VARIANZA	0,000346348	0,00056369	0,00033302	0,000327232
VOLATILIDAD	0,018610434	0,02374207	0,01824894	0,018089565

En el portafolio conformado por empresas bancarias cotizantes en la BVC (ver tabla 3), encontramos que el activo con mayor rentabilidad es Bancolombia (BIC), con un 0,036%, teniendo a su vez el riesgo más elevado. Seguido de Davivienda (DVI), el cual tiene una rentabilidad de 0,019%. Cabe resaltar que este es el único de los portafolios en el cual se

evidencian activos con rendimientos esperados negativos, siendo el caso del Banco de Bogotá (BBO) y Grupo Aval (GAA).

Matrices de Covarianzas y relación con el mercado

Para hallar el portafolio eficiente según lo propuesto por Markowitz se debe diseñar la matriz de varianzas - covarianzas, en la cual en cada uno de los activos del portafolio serán comparados según sus posibles rentabilidades con sus rentabilidades esperadas. Aquí se evidenciará en la diagonal de la matriz la varianza de cada activo y como a su vez este varía en relación con los demás activos del portafolio.

Tabla 4

Matriz de Covarianzas portafolio NYSE

	<i>BAC</i>	<i>CITI</i>	<i>JPM</i>	<i>WFC</i>
<i>BAC</i>	0,000470609	0,000452429	0,000393278	0,000421846
<i>CITI</i>	0,000452429	0,000554849	0,000406091	0,000438277
<i>JPM</i>	0,000393278	0,000406091	0,000381713	0,00036836
<i>WFC</i>	0,000421846	0,000438277	0,00036836	0,000526199

Tabla 5

Matriz de Covarianzas portafolio B3

	<i>BBAS3</i>	<i>BBDC3</i>	<i>ITUB4</i>	<i>SANB11</i>
<i>BBAS3</i>	0,000667128	0,000476698	0,00040638	0,000452097
<i>BBDC3</i>	0,000476698	0,000537961	0,000404914	0,000446341
<i>ITUB4</i>	0,00040638	0,000404914	0,000413675	0,000401904
<i>SANB11</i>	0,000452097	0,000446341	0,000401904	0,000570829

Tabla 6

Matriz de Covarianzas portafolio BVC

<i>BVC</i>	<i>BBO</i>	<i>BIC</i>	<i>DVI</i>	<i>GAA</i>
<i>BBO</i>	0,000346057	0,000109	0,00010631	0,000144793
<i>BIC</i>	0,000109	0,00056321	0,0002044	0,000222039
<i>DVI</i>	0,000106314	0,0002044	0,00033274	0,000147633
<i>GAA</i>	0,000144793	0,00022204	0,00014763	0,000326958

En particular para este caso de estudio, en el cual todos los activos son pertenecientes a un mismo sector económico, se puede notar como los activos de cada portafolio comparten niveles de covarianzas similares entre sí, indicando que existe una gran correlación entre ellos. Entendiendo esto, se tiene en cuenta que para los tres portafolios se manejaran elevadas covarianzas, lo cual representara que hay una baja diversificación de los activos en estos portafolios (ver tablas 4, 5 y 6).

Rendimientos y riesgos históricos de los portafolios

Cada uno de los activos que conforman los portafolios, como se vio anteriormente, posee rendimientos esperados y volatilidades diferentes, así mismo, el peso que toma cada activo dentro de un portafolio resulta de gran importancia, ya que una buena combinación de estos puede garantizar o no, que se esté invirtiendo en un portafolio eficiente. De esta manera al igual que como se determinó las rentabilidades y riesgos individuales anteriormente, ahora se hará para los portafolios, también teniendo en cuenta las covarianzas de los activos encontradas. Para esto partiremos de portafolios en los que el peso de la inversión en cada activo sea igualitario y posteriormente se buscará hallar los portafolios eficientes, en los cuales se minimice el riesgo o se maximice la rentabilidad.

Portafolio NYSE

Inicialmente en el portafolio estadounidense, con una distribución igual de la inversión en cada activo (ver tabla 7), se tendrá una rentabilidad del 0,027%, junto con una volatilidad o desviación de 2,076%, indicando una rentabilidad superior a la mostrada por cada uno de los activos del portafolio de manera individual, así mismo, también se evidencia un menor riesgo que el que tienen cada uno de estos.

Tabla 7*Portafolio de inversión igualitaria*

PORCENTAJE DE INVERSIÓN			
BAC	CITI	JPM	WFC
25%	25%	25%	25%
RESULTADOS			
RENTABILIDAD		RIESGO	
0,027%		2,076%	

Al aplicar el modelo y minimizar la varianza, se encuentra en la tabla 8, que Citigroup (CITI) y Bank of America (BAC) deben excluirse del portafolio de inversión. Para el caso de CITI, este se excluye ya que es el activo que indica tener mayor riesgo de los cuatro y para el BAC, este se deja fuera, debido a que a pesar de ser el de mayor rentabilidad muestra una considerable volatilidad, que sumada al hecho de que sea el que maneja mayor covarianza con el CITI hace que bajo el modelo, este sea considerado como riesgoso.

Tabla 8*Porcentajes de inversión minimizando el riesgo*

PORCENTAJE DE INVERSIÓN			
BAC	CITI	JPM	WFC
0%	0%	92,2%	7,8%
RESULTADOS			
RENTABILIDAD		RIESGO	
0,041%		1,951%	

Así mismo, este portafolio indica que la parte mayoritaria de la inversión, el 92,2%, se destine a JPMorgan Chase (JPM), ya que es el activo que menor riesgo tiene del portafolio y a su vez es el de segunda rentabilidad más alta y que combinado con un porcentaje de la inversión del 7,8% para Wells Fargo (WFC), con quien comparte la menor covarianza del

portafolio, se minimiza el riesgo, obteniendo una volatilidad de 1,951% y se obtenga la máxima rentabilidad posible, que en este caso es de 0,041%.

En el portafolio de máxima rentabilidad (ver tabla 9) se encuentra que se deben excluir los activos CITI, JPM y WFC, dejando únicamente el activo de BAC, en el cual se depositara toda la inversión, debido a que este el activo que como ya se mencionó, posee la rentabilidad más alta, siendo de igual manera el activo más riesgoso del portafolio. Con esta inversión se obtendría unos rendimientos de 0,049% y una volatilidad de 2,169%.

Tabla 9

Porcentajes de inversión maximizando la rentabilidad

PORCENTAJE DE INVERSIÓN			
BAC	CITI	JPM	WFC
100%	0%	0%	0%

RESULTADOS	
RENTABILIDAD	RIESGO
0,049%	2,169%

Portafolio B3

Para Brasil, en el portafolio inicial, mostrado en la tabla 10, encontramos que la rentabilidad esperada será de 0,047% y su riesgo será de 2,146%, ambos considerablemente más altos que el portafolio inicial de Estado Unidos.

Tabla 10

Porcentajes de inversión igualitarios

PORCENTAJE DE INVERSIÓN			
BBAS3	BBDC3	ITUB4	SANB11
25%	25%	25%	25%

RESULTADOS PORTAFOLIO	
RENTABILIDAD	RIESGO
0,047%	2,146%

Tras la minimización de la volatilidad en este portafolio (ver tabla 11), se ve que la combinación óptima de activos debe ser invertir en Banco do Brasil en 0,43%, Bradesco (BBDC3) en un 4%, Banco Santander (SANB11) en un 5% y, por último, Itaú (ITUB4) en un 90,4%.

Tabla 11

Portafolio de inversión con mínimo riesgo

PORCENTAJE DE INVERSIÓN			
BBAS3	BBDC3	ITUB4	SANB11
0,40%	4,00%	90,40%	5,20%

RESULTADOS PORTAFOLIO	
RENTABILIDAD	RIESGO
0,049%	2,031%

Se realizará una mayor inversión en ITAB4 ya que es el activo que posee la menor volatilidad del portafolio, así mismo se invertirá en proporciones similares para los activos BBDC3 y SANB11, ya que estos comparten casi las mismas volatilidades, y se asigna una mínima parte al BBAS3 el cual posee el mayor riesgo. El portafolio con esta combinación de los activos poseerá ahora una rentabilidad de 0,049% y un riesgo del 2,03%.

Al maximizar la rentabilidad (ver tabla 12), el modelo indica que se deben excluir los activos BBDC3, ITUB4 y SANB11, invirtiendo únicamente en BBAS3, ya que este el activo que tiene la mayor rentabilidad y a su vez el más riesgoso del portafolio. Con esta inversión se obtendría unos rendimientos de 0,052% y una volatilidad de 2,58%.

Tabla 12*Porcentajes de inversión maximizando la rentabilidad*

PORCENTAJE DE INVERSIÓN			
BBAS3	BBDC3	ITUB4	SANB11
100%	0%	0%	0%

RESULTADOS	
RENTABILIDAD	RIESGO
0,0521%	2,582%

Portafolio BVC

Para el portafolio de Colombia de igual distribución (ver tabla 13), se iniciará teniendo una rentabilidad del 0,0057% y una volatilidad de 1,46%, siendo esta una rentabilidad bastante por debajo de la mostrada por los dos portafolios anteriores, sin embargo, también indica una volatilidad considerablemente menor.

Tabla 13*Porcentajes de inversión igualitarios*

PORCENTAJE DE INVERSIÓN			
BBO	BIC	DVI	GAA
25%	25%	25%	25%

RESULTADOS	
RENTABILIDAD	RIESGO
0,0057%	1,465%

En el portafolio de mínimo riesgo (ver tabla 14), se puede ver que no se excluye ninguno de los activos y se invierte principalmente en Banco de Bogotá (BBO), con un 34%, seguido de Davivienda (DVI), en 33%, Grupo Aval (GAA), 26% y en menor medida, en un 6% para Bancolombia (BIC). En este caso se puede notar como se invierte en proporciones similares para tres de las cuatro acciones, esto debido a que tanto BBO, DVI y GAA poseen volatilidades casi iguales, siendo la excepción del portafolio BIC la cual tiene un riesgo

considerablemente por encima de los otros activos. Así, como resultado de esta combinación, se consigue una rentabilidad esperada negativa, del -0,0006%, siendo esto en la práctica una rentabilidad de cero, y un riesgo de 1,41%.

Tabla 14

Porcentajes de inversión minimizando el riesgo

BBO	BIC	DVI	GAA
34%	6%	33%	26%
RESULTADOS			
RENTABILIDAD		RIESGO	
-0,0006%		1,41%	

El portafolio de máxima rentabilidad para Colombia (ver tabla 15), indica que se debe invertir únicamente en BIC, dejando los demás activos fuera del portafolio, ya que este activo particularmente tiene una rentabilidad muy por encima de los demás activos, sin embargo, también resulta ser el más volátil de los cuatro. Este portafolio ofrece como rendimiento esperado un 0,036% y un riesgo del 2,37%.

Tabla 15

Porcentajes de inversión maximizando la rentabilidad

PORCENTAJE DE INVERSIÓN			
BBO	BIC	DVI	GAA
0%	100%	0%	0%
RESULTADOS			
RENTABILIDAD		RIESGO	
0,036%		2,373%	

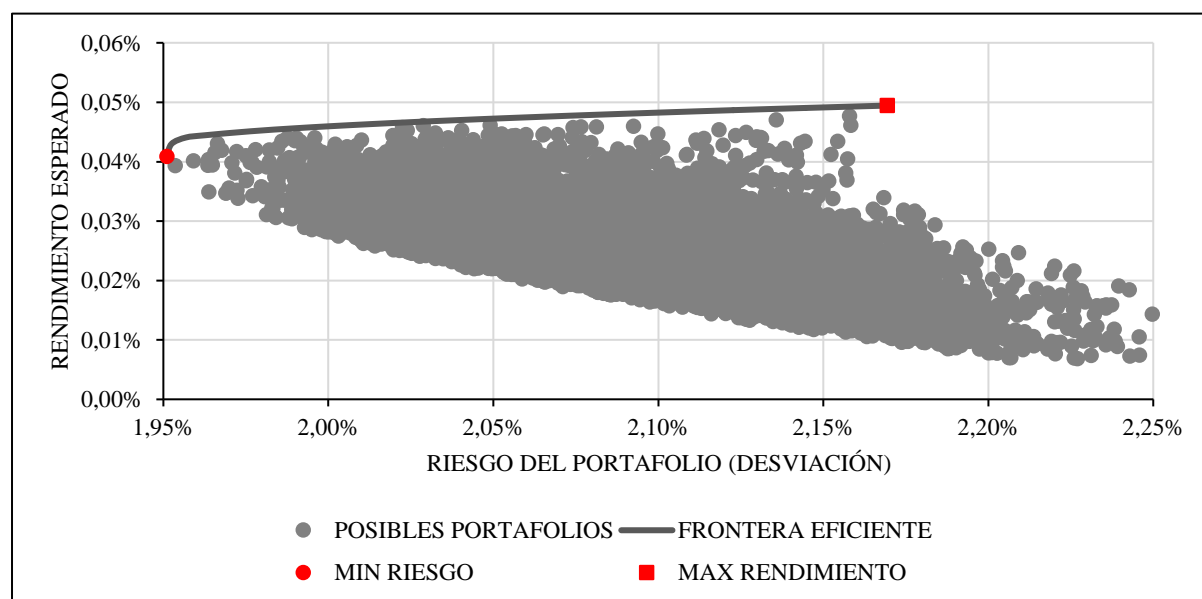
Fronteras Eficientes

El modelo planteado por Markowitz además de definir como hallar los portafolios de mínimo riesgo y máxima rentabilidad, también permite determinar según el peso de cada activo que riesgo y rentabilidades tendrá, así mismo cuales serán todas las posibles combinaciones de portafolios que resultarán eficientes teniendo la máxima rentabilidad,

según un riesgo dado al inversor. De esta manera, mediante la formulación de 12.000 portafolios aleatorios se pudo determinar un gráfico de dispersión en el cual, al agruparse los puntos, logran formar un área que muestra cómo se desarrollan la mayoría de los portafolios y en general en que rangos de rentabilidad y riesgo oscilan. Además, se plantearon portafolios eficientes, de la misma forma en la que se encontraron los de mínima y máxima rentabilidad, únicamente cambiando los valores del riesgo dado, pudiendo así elaborar la frontera eficiente. Para el caso del portafolio conformado por activos cotizantes en la bolsa de valores NYSE se observa en la figura 4, que los posibles portafolios rondan entre un riesgo del 1,95% hacia un 2,30%, los cuales se ven en la parte inferior derecha de la gráfica, siendo estos los menos eficientes, ya que ofrecen un elevado nivel de riesgo para los menores niveles de rentabilidad esperada posible. Así mismo los rendimientos esperados para esta combinación de activos están alrededor de entre 0,01% y el 0,05%.

Figura 4

Frontera Eficiente Portafolio NYSE



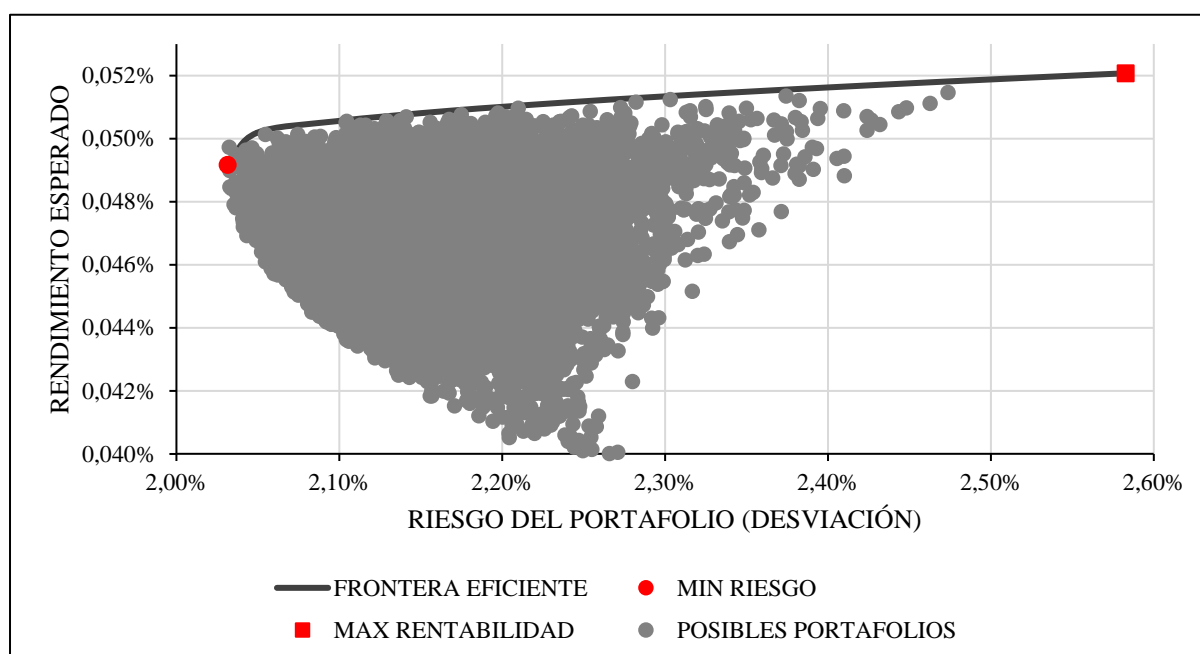
Resulta importante destacar como en esta grafica la frontera eficiente tiende a tomar una forma plana y no tan curva, notándose solo una pequeña al inicio de la gráfica, debido a que para este portafolio las combinaciones optimas no compensan considerablemente el

asumir un mayor riesgo a cambio de una mayor rentabilidad, sino que solo se verán pequeños aumentos en la rentabilidad.

En el portafolio de Brasil, mostrado en la figura 5, se encuentra que su frontera eficiente es similar a la mostrada en el portafolio estadounidense, teniendo una forma plana, sin embargo, para este caso resulta necesario destacar que los posibles portafolios parten de una rentabilidad mayor que la del portafolio NYSE, así mismo esto se evidencia en las rentabilidades que rondan los portafolios eficientes, la cual ofrecerá rendimientos entre el 0,049% y alrededor del 0,052%, así mismo al ser un portafolio ligeramente más rentable, resulta más riesgoso, alcanzado hasta un 2,5% de riesgo para su portafolio más rentable.

Figura 5

Frontera Eficiente Portafolio B3

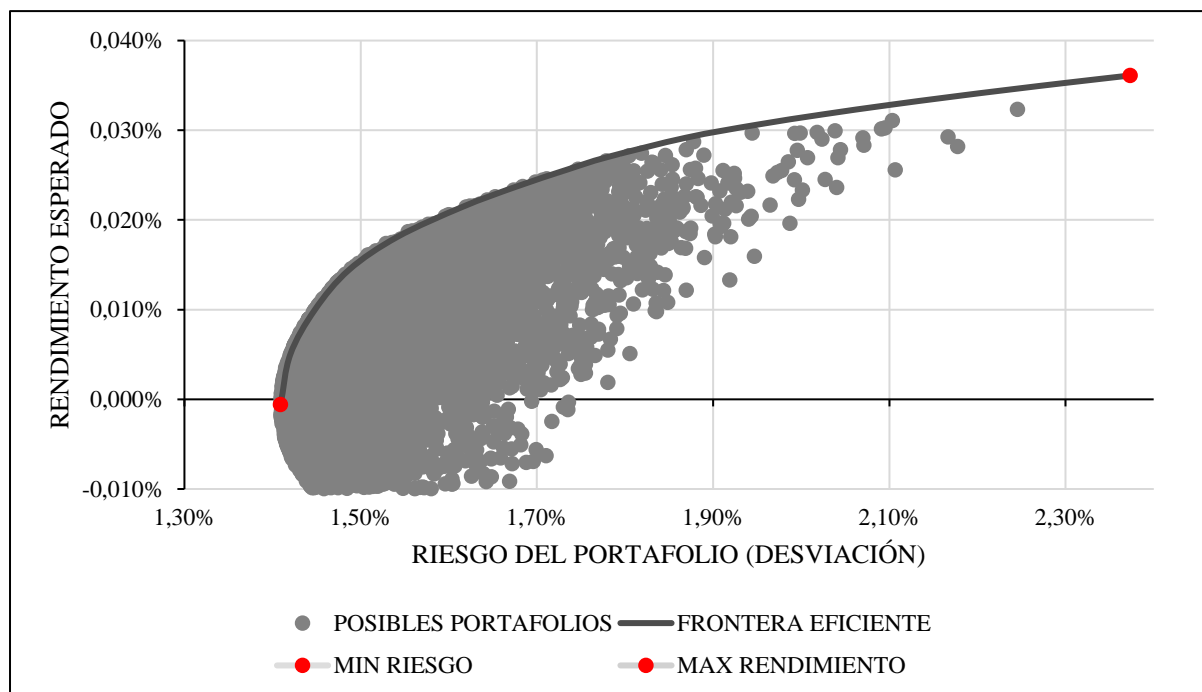


El portafolio BVC de activos colombianos presentado en la figura 6, se diferencia tanto en forma, como en ciertos valores que alcanza, de los dos anteriormente analizados, ya que en este los posibles portafolios también tienden a dispersarse tomando rendimientos negativos, donde el riesgo resultara bastante inferior a los casos anteriores, sin embargo, estos portafolios con rentabilidades cercanas a cero o inferiores serán en los cuales ningún inversor

aceptara. Por otro lado, se evidencia que esta frontera toma una forma más curva, donde el inversor se verá recompensado por aceptar unos mayores niveles de riesgo, obteniendo así unas rentabilidades mayores.

Figura 6

Frontera Eficiente Portafolio BVC



Conclusiones

En la elaboración de portafolios de inversión compuestos por empresas del mismo sector, se partió de la concepción de que estos serían similares, sin embargo, durante el desarrollo de este proyecto se pudo observar como por pertenecer a cierto país se pueden comportar de manera diferente sus mercados. Se evidencio como el portafolio estadounidense por estar compuesto por acciones consolidadas internacionalmente resulta ser un portafolio estable y confiable en el tiempo, esto resulta ser congruente con los niveles de riesgo y rendimientos que tiene su mercado y sus activos analizados. Se pudo notar como el portafolio brasileño es un mercado con tendencias al alza, teniendo las rentabilidades más altas de los tres analizados, justificado también por su elevada volatilidad y a su vez por la gran

relevancia que está tomando en América, con capacidad de superar las crisis y recuperarse con rapidez. Así mismo, Colombia fue el portafolio más estable en términos generales, no obstante, indica tener tendencias a la baja, lo cual hace que su estabilidad no resulte ser tan atractiva, se mostró como un mercado que puede verse profundamente afectado por las crisis y que puede quedarse rezagado de los demás mercados analizados.

La aplicación de la teoría de carteras de Markowitz a los tres portafolios propuestos permitió determinar los escenarios en los que cada uno de los ellos resulta más eficiente, tanto minimizando el riesgo, como maximizando los rendimientos.

Se pudo determinar para el caso donde se minimiza el riesgo que una inversión en Estados Unidos resulta óptima si se invierte únicamente en JPM en un 92,2% y en WFC en un 7,8%, obteniendo así una rentabilidad del 0,041% y un riesgo del 1,951%. Por otro lado, para Brasil se encontró que se debe invertir en un 0,4% en BBAS3, 5,20% en SANB11, 4% en BBDC3 y por último mayoritariamente un 90,4% en ITUB4, consiguiendo una rentabilidad de 0,049% y un riesgo de 2.031%. Así mismo se evidenció para Colombia que se minimiza la volatilidad cuando se invierte en 34% en BBO, 6% en BIC, 33% en DVI y 26% en GAA, teniendo así una rentabilidad del -0,0006% y un riesgo del 1,41%.

Para los casos donde se buscó maximizar la rentabilidad se halló que se debe invertir únicamente en un activo por portafolio, excluyendo los demás, para Estados Unidos dicho activo fue BAC, obteniendo así unos rendimientos de 0.049% y un riesgo del 2,169%; en Brasil se debe invertir en BBAS3 consiguiendo una rentabilidad del 0.0521% y un riesgo del 2,582%; y por último en Colombia se debe invertir en BIC teniendo así una rentabilidad del 0,036% y un riesgo de 2,373%.

Teniendo en cuenta lo anteriormente mencionado podemos concluir que el portafolio de Colombia en cualquiera de sus puntos resulta ineficiente en comparación con los otros dos, ya que ofrece rendimientos bajos y tasas de riesgo que no logran compensarlos. En

cambio, el portafolio de Brasil resulta ser ideal para cualquier inversor que esté dispuesto a tasas de riesgo elevadas, ya que, invirtiendo en este, se lograra obtener la máxima rentabilidad posible de todos los portafolios. Y por último el portafolio estadounidense será que el que tenga el mejor balance, ya que ofrece rendimientos considerables a cambio de un riesgo mínimo, este sería un portafolio ideal para la mayoría de los inversores adversos al riesgo.

El modelo de Markowitz resulto ser una herramienta fuerte y fundamental en el análisis de portafolios, ya que tiene en cuenta los comportamientos de los sectores y ha sido ampliamente utilizada con el fin de poder tomar decisiones optimas a la hora de invertir en el mercado de capitales.

Referencias

- Avendaño, C., Barbutin, H., & Franco, L. (junio de 2011). Trabajo de Grado. Modelo de Markowitz y Modelo de Black-Litterman en la optimización de portafolios de inversión.
- Chicaíza Liliana, García, M., & Romano, G. (s/f). *La aversión al riesgo en la toma de decisiones médicas: una revisión*. Lecturas de Economía, 75 (Medellín, julio-diciembre 2011). <https://www.redalyc.org/pdf/1552/155222750007.pdf>
- Court, Eduardo & Tarradellas, Joan. (2010). *Mercado de capitales*.
- Díaz, G. (2011). *El riesgo de mercado y su incidencia en los portafolios de inversión de las economías domésticas, caso de adquisición de vivienda y activos financieros*.
- Dueñas, A., Prieto, K., & Sánchez, J. (2017). *Análisis de rentabilidad y riesgo de un portafolio de inversión, aplicando el modelo de Harry Markowitz*.
- Frank H. Knight. (1921). *Risk, uncertainty and profit*.
- Harry Markowitz. (1970). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*.
- Mendizábal, Alaitz & Miera, Luis & Zubia, Marian. (2002). *El modelo de Markowitz en la gestión de carteras*. Cuadernos de gestión, ISSN 1131-6837, Vol. 2, Nº 1, 2002, pags. 33-48. 2.
- Molina, Carlos. (2019). *Modelo matemático de optimización en la incorporación de los costos de transacción en el modelo de Markowitz para la asignación de activos financieros* [Universidad Nacional Mayor de San Marcos].
- Prado Román, C., Luis Coca Pérez, J., & García Estévez, P. (2012). *Aplicación de la teoría de carteras con activos numismáticos y metales preciosos Portfolio theory application with gold numismatic assets and precious metal*. 12(1), 123–143.
- Ruiz, E. R. (2014). *Dossier «Redes sociales, economía y empresa» La nueva era de los mercados financieros y su globalización*. <http://oikonomics.uoc.edu>