

ARTÍCULO ORIGINAL

Enfoque de diversificación internacional y el riesgo en portafolio de inversiones

International diversification and risk in investment portfolio

¹Luz Chura Palacios
²Angela Ajrota Feliciano

¹Escuela Profesional de Ingeniería Comercial. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna-Perú. E-mail: churapalacios.luz@gmail.com

²Escuela Profesional de Ingeniería Comercial. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann. Tacna-Perú. E-mail: Ajrota.feliciano.angela@gmail.com

RESUMEN

La investigación tuvo como objetivo principal demostrar el efecto de la Diversificación Internacional sobre el riesgo de Portafolio de Inversiones y tuvo como objetivos secundarios la obtención de una frontera eficiente para el análisis y el cotejo de opciones de inversión en diversos mercados internacionales. El presente trabajo fue una investigación no experimental, cuantitativa de corte transversal, descriptiva y explicativa que se fundamentó en la cuantificación de indicadores de activos financieros que cotizan en la Bolsa de Valores de Chile, Brasil, Estados Unidos, Suiza, España, Hungría, India y Japón en el periodo comprendido entre 2011-2019 para la formación de carteras de inversión. Para efectos de la presente investigación, se tomó como universo de referencia 40 acciones que cotizan en la Bolsa de Valores de Chile, Brasil, Estados Unidos, Suiza, España, Hungría, India y Japón. No obstante, tras un proceso de depuración basado en los niveles de correlación entre activos, quedaron 24 acciones, organizadas en 3 activos por cada mercado. Posteriormente, se obtuvieron la rentabilidad y la varianza aplicando el análisis de optimización de carteras. De esta manera, se obtuvieron las ocho fronteras eficientes para los ocho mercados internacionales. En la formación de portafolios de inversión, se aplicó la teoría de diversificación internacional, para ello se compararon niveles de rentabilidad ajustada con el riesgo de portafolios. Los resultados obtenidos permitieron identificar que la diversificación entre países representa una alternativa significativa para maximizar la rentabilidad. Además, representa una alternativa significativa para la reducción del riesgo de los portafolios de inversión. A través de un enfoque país, existen alternativas de diversificación debido al bajo nivel de correlación.

Palabras clave: Cartera de inversión, diversificación internacional, frontera eficiente, rendimiento, riesgo.

ABSTRACT

To demonstrate the effect of International Diversification on the risk of Investment Portfolio and has as secondary objectives: obtaining an efficient frontier for the analysis and comparison of investment options in various international markets. The present work is a type of non-experimental, quantitative cross-sectional, descriptive and explanatory research that is based on the quantification of indicators of financial assets listed on the Stock Exchange of Chile, Brazil, the United States, Switzerland, Spain, Hungary, India and Japan in the period between 2011-2019 for the formation of investment portfolios. For the purposes of the present research, 40 shares listed on the Stock Exchange of Chile, Brazil, the United States, Switzerland, Spain, Hungary, India and Japan were taken as reference universe. However, after a debugging process based on the levels of correlation between assets, there were 24 actions, organized into 3 assets per market, for the development of the present investigation. Subsequently, the profitability and variance was obtained by applying portfolio optimization analysis and in this way the eight efficient borders for the eight international markets were obtained. In the formation of investment portfolios, the theory of international diversification was applied, for which the levels of adjusted profitability were compared with the risk of portfolios. The results obtained allowed us to identify that diversification between countries represents a significant alternative to maximize profitability. In addition, it represents a significant alternative for reducing the risk of investment portfolios. Through a country approach, diversification alternatives exist due to the low level of correlation.

Keywords: Investment portfolio, international diversification, efficient frontier, performance, risk.

DOI: <https://doi.org/10.33326/27086062.2019.1.899>

Presentado: 07/11/2019, Aceptado: 23/12/2019

INTRODUCCIÓN

En función de los niveles de volatilidad que expresan diversos mercados financieros de renta variable como consecuencia de choques económicos, financieros, sociales y ambientales; para los inversionistas es de singular importancia la diversificación internacional con el objeto de gestionar riesgos y obtener mejoras en la rentabilidad de portafolios de inversión. La globalización de mercados financieros y la adopción de tecnologías en comunicaciones e información que ha experimentado el sector facilita que los agentes involucrados tengan acceso a mercados financieros internacionales para sus actividades de financiamiento e inversiones, permitiendo, por un lado, la optimización de costos de financiamiento, disponibilidad de fondos, plazos adecuados y, por otro lado, opciones de obtener mejores ganancias en las inversiones en activos financieros.

Descripción del problema de investigación

El problema de investigación

¿De qué manera el efecto diversificación internacional en la formulación de carteras de inversión influye en la selección de mejores alternativas de inversión?

- a) **Unidad de análisis:** Cotización diaria de los diversos mercados de acciones internacionales a los que se accede a través de los índices bursátiles.
- b) **El periodo de análisis:** 2014-2018
- c) **Fuente de información utilizada:** Repositorio de índices (Investing.com)

Objetivo general

Analizar el efecto de la diversificación internacional sobre el riesgo de portafolio de inversiones.

Hipótesis

El efecto diversificación internacional en las carteras de inversión conformados con activos de renta variable tiene incidencia en las decisiones de aceptación de riesgos.

Justificación

- Justificación académica: Aplicación de la metodología de Harry Markowitz y tratamiento econométrico de series de tiempo financieras en la formación de carteras de inversión combinando la rentabilidad y el riesgo.
- Justificación empresarial: Construcción de panel de oportunidades para analizarlos, cotejarlos y ponderarlos para los agentes involucrados en temas de inversiones y financiamiento.

MARCO TEÓRICO

Markowitz (1959), en su estudio sobre la teoría de eficiencia de carteras de inversión versa sobre la maximización de rentabilidad de una cartera de inversiones, asumiendo un determinado nivel de riesgo.

Graham, Smart y Megginson (2011), sobre el tema de frontera eficiente con muchos activos, denotan dos observaciones: La primera señala que de entre varias carteras se pueden obtener igual número de fronteras eficientes para tener oportunidad de seleccionar la alternativa que mejor calza con las expectativas de rentabilidad y riesgo del inversionista. Una segunda afirmación está relacionada al conjunto factible que incluya a mayor rango de oportunidades de inversión que tiene incidencia en la reducción de riesgo.

Valencia y Gallego (2014) realizan un trabajo que trata sobre la forma de diseñar un portafolio de inversión con activos financieros de renta variable (colombianos), siguiendo la metodología de cartera eficiente de Harry Markowitz. Esta teoría está orientado al modelamiento matemático y estadístico de encontrar una cartera eficiente, buscando la diversificación de carteras que maximicen la rentabilidad para un determinado nivel de riesgo aceptado por el inversionista. Para la selección de una alternativa óptima aplica la teoría de media varianza hallando la frontera eficiente.

Barra (2008), en su trabajo sobre el tema de diversificación de una cartera de inversiones, sostiene que el proceso de diversificación de una cartera de inversión con activos de renta variable conduce a la maximización y la minimización de riesgo de un portafolio de inversión.

García (2013) expresa que una cartera es una combinación de activos, entrando cada uno de ellos en una cierta proporción hasta agotar el presupuesto disponible, teniendo en cuenta la rentabilidad esperada de cada uno de ellos, el riesgo y la covarianza que existen entre los componentes de una cartera. La selección de una cartera consiste en el análisis de los activos, análisis de las carteras y selección de la cartera óptima que satisfaga el requerimiento del inversionista.

Martin (2014) estudia el efecto de la diversificación del portafolio de inversiones con instrumentos de renta variable y el riesgo, buscando maximizar la rentabilidad de la cartera a diversos niveles de riesgo. El estudio es aplicado al mercado de valores de Nairobi.

Cavero (2014), en su estudio, aborda la diversificación del portafolio de inversión y sus efectos en la reducción del riesgo operativo. El estudio evalúa el impacto que tiene el número de activos que tiene el portafolio de inversión en la reducción de riesgo en la industria del sector de seguros, buscando obtener liquidez y solvencia para afrontar las necesidades de financiamiento y cumplir con las obligaciones de corto y largo plazo. Borge y Cervantes (2012) estudian el aprovechamiento de los recursos remanentes de tesorería mediante la estructuración de carteras de inversión en activos financieros que se negocian en el mercado de valores, combinando la rentabilidad y el riesgo.

Spuchlakova, Frajtova y Misankova (2015) estudian la formulación de portafolios de inversión, buscando maximizar la rentabilidad a un determinado nivel de riesgo aceptado por los inversionistas. Han obtenido diversas opciones en frontera eficiente para diversos niveles de riesgo diversificable.

Rentabilidad de un activo:

$$R = \frac{P_1 - P_0 + D_1}{P_0}$$

En donde:

R : Rentabilidad de un activo

P_1 : Precio del activo al final del periodo

P_0 : Precio del activo al inicio del periodo

D_1 : Rentas generadas por el activo en el periodo

Lo expresado en líneas arriba, se aplica para los datos financieros:

$$R_i = 100 * \ln\left(\frac{P_1}{P_0}\right), \text{ en donde:}$$

R_i : Rentabilidad diaria de un activo.

P_1 : Precio del día final.

P_0 : Precio del día inicial.

100: constante utilizada para transformar la expresión del tanto por uno a términos porcentuales.

Riesgo de la rentabilidad de un activo:

El riesgo de la rentabilidad de un activo, teniendo en cuenta un periodo de medición se realiza a partir de calcular la varianza de los precios del activo que han ocurrido en un determinado periodo de medición.

$$\sigma_a^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (R_i - R_m)^2}{n-1}$$

Donde el riesgo de la rentabilidad del activo está calculado por:

$$\sigma_a = \sqrt{\sigma_a^2}, \text{ riesgo del activo a}$$

R_i : rentabilidad del activo i

R_m : rentabilidad promedio del activo i

Que para las series de tiempo financieras se puede obtener mediante el modelo siguiente:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2,$$

En donde cada uno de los coeficientes se tiene que : $\alpha_0 > 0, \alpha_1 \geq 0, \beta_1 \geq 0$ y $0 \leq (\alpha_1 + \beta_1) \leq 1$

σ_t^2 : Varianza en la fecha de evaluación.

Rentabilidad esperada de un portafolio de inversiones en activos financieros de renta variable:

Donde: $E(R_t) = W_1 R_1 + W_2 R_2 + \dots + W_n R_n$

$E(R_t)$: es la rentabilidad esperada por el inversionista de un portafolio de inversiones en activos riesgosos.

W_i : es una constante que designa la proporción del presupuesto del inversor que se ha invertido en el activo i, en donde $i=1, 2, \dots, n$; en donde n es la cantidad de activos con los que está conformada una cartera de inversiones.

Riesgo de un portafolio de inversiones en activos financieros de renta variable:

Es posible determinar el riesgo de un portafolio de inversiones conformado por activos financieros de renta variable previamente determinando la varianza con la ecuación siguiente:

$$\sigma_c^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X_i X_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij}$$

En donde $X_i X_j$ es la matriz de proporciones de presupuesto asignado en cada activo que conforma el portafolio, y la matriz de covarianzas esta expresada por: $\sigma_i \sigma_j \rho_{ij}$ de donde el riesgo de la cartera esta expresada por:

$$\sigma_c = \sqrt{\sigma_c^2}$$

Modelo de maximización de rentabilidad de una cartera de inversiones y minimización de riesgo aceptado de acuerdo a la formulación matemática de Markowitz (1959). A continuación, se tiene el modelo en mención:

$$\text{Max: } E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i)$$

Sujeto a a la restricción de:

$$\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_i x_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij} \leq \sigma_0^2$$

$$\sum_{i=1}^n w_i = 1, w_i \geq 0, \text{ en donde } (i = 1, \dots, n)$$

- b. En el proceso de selección de activos para la estructuración de portafolios, los índices accionarios juegan un papel relevante, ya que estos miden la evolución de los precios de las acciones de mayor peso, información que es bastante significativa, dado que ofrecen una idea del desempeño del mercado.

Es por ello que, de cada uno de los mercados, tienen en cuenta los indicadores como la rentabilidad, varianza, covarianza, y la correlación. Dado que para lograr una buena diversificación internacional es fundamental analizar la correlación de los distintos activos en los 8 índices de los mercados objeto de este trabajo, por lo que se calculó las correlaciones de los componentes, lo cual permitió seleccionar minuciosamente a los mejores activos, con valores más bajos o negativos, ya que lo ideal es que los indicadores sean lo más pequeños posible. Los valores oscilan entre 1 y -1. Asimismo, otro de los indicadores es el análisis chart de cada uno de los activos (componentes). Para finalmente seleccionar de los 5 activos posibles a los mejores 3 activos que hayan mostrado las más altas rentabilidades, mínimas correlaciones y mínimas covarianzas, para la conformación de las carteras o portafolios, una por cada mercado.

Cabe resaltar que, la primera información importante para la investigación es la determinación de la rentabilidad diaria para cada uno de los activos (componentes) del horizonte de estudio. Se ha calculado aplicando la siguiente ecuación:

$$R_i = 100 * \ln\left(\frac{P_1}{P_0}\right)$$

- c. Para cada una de las carteras, se aplicará el modelo de maximización de rentabilidad y minimización del riesgo aceptado, para lo cual se utilizará el sistema *solver* de *Excel*, el cual proporcionará los porcentajes óptimos de portafolio para cada índice bursátil. De esta forma, se generan 22 opciones por cada cartera, con las que se obtienen las curvas de la frontera eficiente.
- d. Las curvas de la frontera eficiente se obtienen aplicando el modelo matemático de optimización siguiente:

$$\begin{aligned} \text{Max: } E(R_p) &= \sum_{i=1}^n w_i E(R_i) \\ \text{Sujeto a la restricción de:} \\ \sigma_p^2 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_i x_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij} \leq \sigma_0^2 \\ \sum_{i=1}^n w_i &= 1, w_i \geq 0, \text{ en donde } (i = 1, \dots, n) \end{aligned}$$

RESULTADOS

Para efectos de la presente investigación, se tomó como universo de referencia 40 acciones que cotizan en la Bolsa de Valores de Chile, Brasil, Estados Unidos, Suiza, España, Hungría, India y Japón. No obstante, tras un proceso de depuración basado en los niveles de correlación entre activos, quedaron 24 acciones, organizadas en 3 activos por cada mercado, para el desarrollo de la presente investigación. Posteriormente, se obtuvo la rentabilidad y la varianza aplicando el análisis de optimización de carteras y de esta manera se obtuvo las ocho fronteras eficientes para los ocho mercados internacionales

Efecto de diversificación internacional sobre el riesgo de portafolio de inversiones.

a. Construcción de portafolios de inversión para cada índice bursátil

En el proceso de selección de activos para la construcción de los portafolios de inversión de los ocho mercados internacionales, se ha analizado el comportamiento histórico de cada uno de los cinco activos candidatos a conformar la cartera. Tras un proceso de depuración basado en la varianza, covarianza y a su vez la matriz de correlación, esta última siguiendo la teoría de mínimas correlaciones, se seleccionó los siguientes:

- Índice Bursátil SMI – SUIZA: Lonza Group AG, Nestle SA, Swiss Life Holding AG
- Índice Bursátil BUDAPEST-HUNGRIA: OTP Bank Nyrt, ANY PLC, PannErgy Nyrt
- Índice Bursátil BSE SENSEX-INDIA: Bajaj Finance Ltd, AXIS Bank Ltd, Asian Paints Ltd.
- Índice Bursátil CLX IPSA-CHILE: Santander Chil, Embotelladora Andina SA, Sm Banco Chile PB
- Índice Bursátil S&P 500-EEUU: Microsoft, Wallmart y 3M
- Índice Bursátil IBEX 35-ESPAÑA: Iberdrola, Grifols y Natura Energy
- Índice Bursátil BOVESPA-BRASIL: Localiza Rent a Car, MRV Engenharia e Participacoes y Engie Brasil Energia.
- Índice Bursátil NIKKEI 225-JAPON: Odakyu Electric, Asahi Group y Chugai Pharmaceutical

En el modelo arriba formulado n es el número de activos que incluye la estructuración del portafolio de inversiones, $E(R_i)$ es la rentabilidad esperada de cada uno de los componentes del portafolio, w_i es la proporción del presupuesto que ha asignado el inversionista al activo i , σ_p^2 es la varianza de la rentabilidad del portafolio de inversiones, σ_0^2 es la varianza máxima admitida.

Modelo de minimización de riesgo sujeto a optimización de rentabilidad:

Como una formulación alternativa de una cartera, existe el modelo alternativo que consiste en expresar las ponderaciones que conducen a la minimización de la varianza de una cartera que tiene como restricciones a una rentabilidad mínima requerida para el portafolio, cuyo modelo es el que se expresa a continuación:

$$\begin{aligned} \text{Min } \sigma_p^2 &= \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^n x_i x_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij} \\ \text{Sujeto a restricción de:} \\ E(R_p) &= \sum_{i=1}^n w_i E(R_i) \geq R_0 \\ \sum_{i=1}^n w_i &= 1, w_i \geq 0, \text{ en donde } (i = 1, \dots, n) \end{aligned}$$

En el modelo la R_0 es la rentabilidad mínima requerida.

METODOLOGÍA

La importancia de los índices bursátiles en los mercados financieros se deriva de la gran utilidad que proporcionan a los inversores, dado que permiten conocer la rentabilidad y el riesgo de un determinado grupo de valores representativos de un mercado.

La metodología tomada en cuenta para la presente investigación se detallará a continuación:

- a. Tras un proceso de análisis minucioso por cada una de los índices bursátiles de distintos países, se ha seleccionado 8 diferentes mercados internacionales:

-**Mercado bursátil de Estados Unidos (S&P 500)**, ya que es uno de los índices bursátiles más importantes de Estados Unidos. Además, a S&P 500 se lo considera el índice más representativo de la situación real del mercado. Está compuesta por 500 empresas, la cual está dividida en: 400 de compañías industriales, 20 de transporte, 40 de servicio público y 40 financieras. Es uno de los índices más utilizados por los inversores institucionales, porque incorpora una de las carteras más grandes.

-**Mercado bursátil de España (IBEX-35)**, principal índice de referencia de la bolsa española elaborado por Bolsas y Mercados Españoles. Está formado por las 35 empresas con más liquidez que cotizan en el Sistema de Interconexión Bursátil Español en las cuatro bolsas españolas, y fue seleccionado por su recuperación paulatinamente en los últimos años.

-**Mercado bursátil de Brasil (Bovespa)**, compuesto de unas 50 compañías que cotizan en la Bolsa de Sao Paulo.

-**Mercado bursátil de Japón (Nikkei 225)**, que está constituido por 225 empresas, y que ha sido considerado por ser uno de los tres índices con mayor capitalización bursátil a nivel mundial.

-**Mercado bursátil de Suiza (SMI)** reagrupa a los 20 valores principales (blue chips) del mercado suizo.

-**Mercado bursátil de Hungría (Budapest)**, relativamente nueva y es la principal bolsa de valores de Hungría.

-**Mercado bursátil de India (BSE Sensex)**, se basa en la capitalización bursátil de flotación libre de 30 grandes empresas activamente negociadas, y representativas de varios sectores, que poseen acciones que cotizan en la Bolsa de Valores de Bombay.

-**Mercado bursátil de Chile (CLX Ipsa)**, constituido por casi la totalidad de las empresas que cotizan en la Bolsa de comercio de Santiago de Chile.

Cabe resaltar que, los datos de información cotización histórica diaria utilizados para cada uno de los índices bursátiles con sus respectivos activos (componentes) han sido proporcionados por el repositorio de Investing.com, formando una base de datos de 2039 cotizaciones diarias al cierre de jornada, durante el periodo del 2011 al 2019.

b. Cartera de inversión de los 6 mercados internacionales estudiados

Tabla 1. Opciones de cartera con activos de mercados internacionales

OPCIONES CARTERAS	EEUU		ESPAÑA		JAPON		BRASIL		SUIZA		HUNGRÍA		INDIA		CHILE	
	DESVEST	RENT	DESVEST	RENT	DESVEST	RENT	DESVEST	RENT	DESVEST	RENT	DESVEST	RENT	DESVEST	RENT	DESVEST	RENT
MV	0.734	0.040	1.279	0.027	1.135	0.057	1.138	0.061	0.767	0.003	0.716	0.063	1.099	0.104	0.880	0.020
1	0.769	0.047	1.289	0.030	1.149	0.061	1.158	0.066	0.794	0.012	0.731	0.064	1.115	0.127	0.890	0.024
2	0.804	0.050	1.299	0.031	1.164	0.063	1.178	0.069	0.821	0.024	0.745	0.065	1.131	0.137	0.900	0.025
3	0.839	0.052	1.309	0.032	1.179	0.064	1.197	0.071	0.849	0.029	0.759	0.065	1.148	0.144	0.910	0.027
4	0.874	0.054	1.319	0.032	1.194	0.065	1.217	0.072	0.876	0.033	0.773	0.066	1.164	0.149	0.920	0.028
5	0.908	0.056	1.329	0.033	1.208	0.066	1.237	0.074	0.903	0.037	0.787	0.066	1.180	0.154	0.930	0.029
6	0.943	0.058	1.339	0.033	1.223	0.067	1.256	0.075	0.931	0.040	0.801	0.066	1.196	0.158	0.939	0.029
7	0.978	0.059	1.349	0.034	1.238	0.068	1.276	0.076	0.958	0.044	0.815	0.067	1.213	0.161	0.949	0.030
8	1.013	0.061	1.358	0.034	1.253	0.069	1.296	0.078	0.985	0.047	0.829	0.067	1.229	0.164	0.959	0.031
9	1.048	0.063	1.368	0.034	1.267	0.069	1.315	0.079	1.012	0.050	0.844	0.067	1.245	0.167	0.969	0.032
10	1.083	0.064	1.378	0.034	1.282	0.070	1.335	0.080	1.040	0.052	0.858	0.068	1.261	0.170	0.979	0.032
11	1.117	0.065	1.388	0.034	1.297	0.071	1.355	0.081	1.067	0.055	0.872	0.068	1.277	0.173	0.989	0.033
12	1.152	0.067	1.398	0.034	1.312	0.071	1.374	0.082	1.094	0.057	0.886	0.068	1.294	0.176	0.999	0.034
13	1.187	0.068	1.408	0.034	1.327	0.072	1.394	0.082	1.121	0.059	0.900	0.068	1.310	0.178	1.008	0.034
14	1.222	0.069	1.418	0.034	1.341	0.072	1.414	0.083	1.149	0.061	0.914	0.069	1.326	0.180	1.018	0.035
15	1.257	0.071	1.428	0.035	1.356	0.073	1.433	0.084	1.176	0.062	0.928	0.069	1.342	0.183	1.028	0.035
16	1.292	0.072	1.438	0.035	1.371	0.074	1.453	0.085	1.203	0.064	0.943	0.069	1.359	0.185	1.038	0.036
17	1.326	0.073	1.447	0.035	1.386	0.074	1.473	0.085	1.230	0.066	0.957	0.069	1.375	0.187	1.048	0.036
18	1.361	0.074	1.457	0.035	1.400	0.075	1.492	0.086	1.258	0.067	0.971	0.069	1.391	0.190	1.058	0.037
19	1.396	0.075	1.467	0.035	1.415	0.075	1.512	0.087	1.285	0.069	0.985	0.069	1.407	0.192	1.067	0.037
20	1.431	0.076	1.477	0.035	1.430	0.076	1.532	0.087	1.312	0.070	0.999	0.070	1.424	0.194	1.077	0.038
X	1.466	0.077	1.487	0.035	1.445	0.076	1.551	0.088	1.339	0.072	1.013	0.070	1.440	0.196	1.087	0.038

Fuente: Repositorio Investing.com

En la Tabla 1 se muestra las 22 opciones de inversión que se han conformado para cada uno de los índices bursátiles utilizando el soporte del modelo de maximización de rentabilidad y minimización de riesgo aceptable, a través de un proceso aleatorio, finalmente se obtuvo rendimiento y riesgo para las 22 opciones de inversión que terminaron por componer el portafolio de inversión para cada índice bursátil de presente estudio, para finalmente apreciar una relación entre la rentabilidad y el riesgo de cada mercado.

Cabe resaltar que, la información adquirida en la Tabla 1 es pieza fundamental para obtener la frontera eficiente de cada índice bursátil. Con dicha información se construirán ocho fronteras eficientes señalando la rentabilidad de cada índice con su respectivo nivel de riesgo, siendo resultado de la aplicación del modelo de maximización de rentabilidad para un nivel de riesgo mínimo o aceptable por el inversionista. Para este caso, el riesgo es una restricción para un nivel de rentabilidad deseada.

Asimismo, los resultados que se detallan en la Tabla 1 y seguidamente ilustrada en la Figura 1 se han logrado con la aplicación del modelo siguiente:

$$\begin{aligned}
 &Max: E(R_p) = \sum_{i=1}^n w_i E(R_i) \\
 &Sujeto a la restricción de: \\
 &\sigma_p^2 = \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m x_i x_j \sigma_i \sigma_j \rho_{ij} \leq \sigma_0^2 \\
 &\sum_{i=1}^n w_i = 1, w_i \geq 0, \text{ en donde } (i = 1, \dots, n)
 \end{aligned}$$

En la Figura 1, se exhibe el comportamiento de la relación que existe entre la rentabilidad y el riesgo, como resultado de la aplicación del modelo de maximización de rentabilidad para una determinada restricción de riesgo.

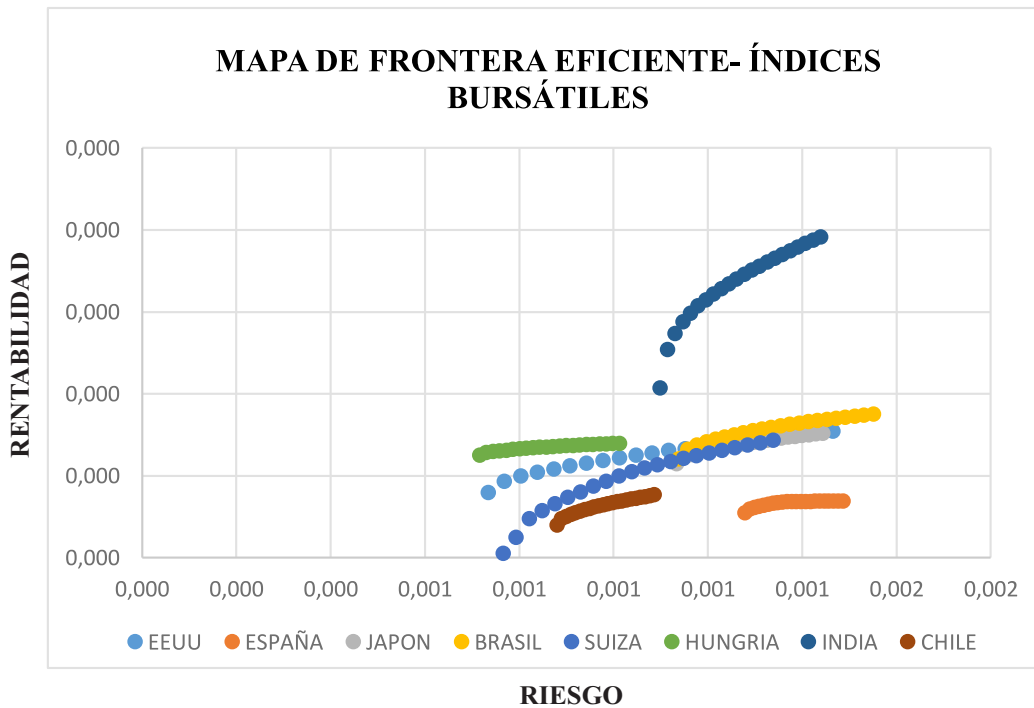


Figura 1. Efecto diversificación internacional sobre el riesgo de cartera
 Fuente: Repositorio Investing.com

En las ocho curvas de frontera eficiente de los índices bursátiles estudiados, se presentan las diferentes opciones que el inversionista podría ponderar a fin de seleccionar una mejor opción o las mejores opciones de acuerdo a su perfil de riesgo. Dentro de las mejores opciones encontramos al índice bursátil de Hungría, de India y de Estados Unidos. Esto quiere decir que un inversionista que aplique la metodología de Markowitz como estrategia para conformar las participaciones de los activos financieros de su portafolio de inversión, optará por aquellos índices con máxima rentabilidad y mínimo riesgo. La decisión de en cual punto invertir dependerá del nivel de riesgo que desee asumir el inversionista, pues este puede ser adverso al riesgo, neutral al riesgo o propenso al riesgo.

Efecto Diversificación Internacional

Tabla 2. Riesgo y rentabilidad de índices bursátiles

ÍNDICES BURSÁTILES	COD	RIESGO	RENTABILIDAD
BOVESPA-BRASIL	1	1.446757767	0.016830314
IBEX 35-ESPAÑA	2	1.349378179	-0.00399283
NIKKEI 225-JAPON	3	1.295700494	0.041421079
Budapest-UNGRIA	4	1.165778093	0.029643085
SMI-SUIZA	5	0.957934295	0.020550757
BSE Sensex 30-INDIA	6	0.936514401	0.037953797
S&P 500-EEUU	7	0.919784879	0.036861602
S&P CLX IPSA-CHILE	8	0.840651023	0.003887931

Fuente: Repositorio Investing.com

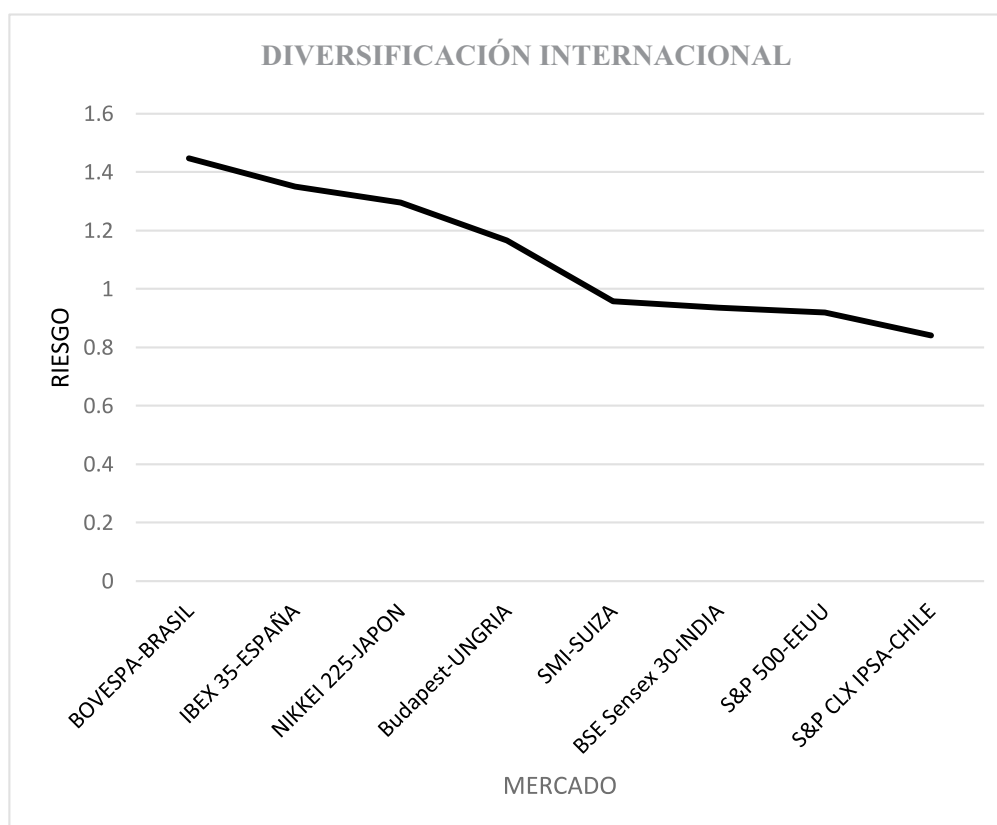


Figura 2. Diversificación internacional

Fuente: Repositorio Investing.com

Los resultados obtenidos y mostrados en la Tabla e ilustrados en el Figura 2, muestran el comportamiento del efecto de la diversificación internacional y su incidencia en el riesgo del portafolio, a raíz de esto se afirma que la diversificación entre países reduce los niveles de riesgo, y con esto se ve cumplido el objetivo general de la investigación.

Tabla 3. *Modelo del efecto de diversificación internacional*

Dependent Variable: RIESGO

Method: Least Squares

Date: 05/23/19 Time: 09:04

Sample: 1 8

Included observations: 8

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.166938	0.154088	7.573185	0.0003
MERCADOS	-0.307830	0.566370	-4.414602	0.0028
R-squared	0.917851	Mean dependent var		1.114102
Adjusted R-squared	0.874174	S.D. dependent var		0.230042
S.E. of regression	0.044989	Akaike info criterion		-2.237110
Sum squared resid	0.020117	Schwarz criterion		-2.256971
Log likelihood	8.051558	Hannan-Quinn criter.		-2.503160
F-statistic	39.71895	Durbin-Watson stat		2.548269
-	0.002848			
Prob(F statistic)				

A partir de la tabla 4 se tiene el siguiente modelo:

$$\sigma = 1.166938 - 0.307830 (\text{mercado}) + E.$$

En el modelo se puede apreciar claramente la consistencia estadística de la variable respecto al riesgo, teniendo cuenta la prueba F a 95 % de confianza. Además, el modelo satisface los criterios de información y las pruebas estadísticas, tanto la prueba T como el p valor.

Finalmente, los coeficientes del modelo ilustran de manera clara, la fuerza que tiene la diversificación internacional generado por los activos entre países.

CONCLUSIONES

La aplicación del modelo propuesto permitió inferir que la diversificación internacional de portafolio reduce no solo el riesgo sistemático inherente (riesgo país), sino que ofrece un conjunto de carteras que permiten lograr una mayor rentabilidad y un mínimo riesgo.

Los resultados mostrados en la Figura 1, recomienda seleccionar los mercados de India (Budapest), Hungría (BSE Sensex 30) y EE.UU (S&P 500), por tener los mejores indicadores de rentabilidad y riesgo frente a otros cinco mercados.

Finalmente, de acuerdo con lo evidenciado se recomienda lo siguiente:

- Emplear una estrategia de inversión basada en la diversificación internacional, considerando bajo niveles de correlación, ya que esta representa la reducción de pérdidas.
- Para un inversionista que busca minimizar el nivel de riesgo, el factor diversificación internacional resultará la mejor opción, pues considera los menores niveles de volatilidad identificados.
- Para un inversionista propenso al riesgo, se recomienda invertir en activos que coticen en los índices de Budapest, Hungría y EE.UU, ya que se considera que la misma permite lograr niveles de retornos ajustados por riesgo superiores.

El alcance de este trabajo se limitó al análisis de portafolios internacionales de renta variable, no obstante, queda abierta la posibilidad de indagar si estos resultados se siguen obteniendo para portafolios que incluyan activos de renta fija internacional, divisas y activos reales.

REFERENCIAS

- Barra, A. (2008). Cómo la diversificación reduce el riesgo de las inversiones. *Actualidad Empresarial*, (9). 1-3.
- Borge, J. y Cervantes, M. (2012). *Portafolios de Inversión una Alternativa para el aprovechamiento de los recursos remanentes de Tesorería* (tesis de pregrado). Universidad del Rosario - Argentina.
- Cavero, L. (2014). *Portafolio de Inversión y sus efectos en la reducción de Riesgo Operativo y Rentabilidad a nivel de seguros de vida* (tesis de maestría). Universidad San Martín de Porres, Lima-Perú.
- García, J. (2013). *Inversiones Financieras: selección de carteras*. Madrid – España. Ediciones Pirámide.
- Graham, J., Smart, S. & Megginson, W. (2011). *Finanzas Corporativas*. México DF.
- Martin, M. (2014). *The effects of diversification on Portfolio Risk at the Nairobi Securities Exchange*. University of Nairobi.
- Markowitz (1959). *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investment*. New York, New Haven: Yale University Press 1970.
- Spuchlakova, E., Frajtova, K. y Misankova, M. (2015). *Risk of the Collective Investment and Investment portfolio*. University of Zilina, Slovakia.
- Valencia J. y Gallego G. (2014). *Diseño de un portafolio de inversión de renta variable con instrumentos financieros colombianos bajo la metodología de cartera eficiente de Harry Markowitz* (tesis de pregrado). Universidad de Medellín.