



# Diversificación Internacional de Portafolios en Colombia por Medio de ETF

## International Portfolio Diversification in Colombia by Means of ETF

**Luis Miguel Jiménez-Gómez, MSc.**

*Instituto Tecnológico Metropolitano  
Medellín, Colombia  
luisjimenez@itm.edu.co*

**Fred Restrepo-Giraldo, MSc.**

*Tecnológico de Antioquia  
Medellín, Colombia  
frestrepo@tdea.edu.co*

**Natalia María Acevedo-Prins, MSc.**

*Institución Universitaria ESUMER  
Medellín, Colombia  
natalia.acevedo4@esumer.edu.co*

(Recibido el 20-10-2015. Aprobado el 16-12-2015)

Estilo de Citación de Artículo:

L.M. Jiménez-Gómez, F. Restrepo-Giraldo, N.M. Acevedo-Prins, “Diversificación Internacional de Portafolios en Colombia por Medio de ETF”, *Lámpsakos*, no. 15, pp 30 - 42, 2016.

DOI: <http://dx.doi.org/10.21501/21454086.1750>

**Resumen.** La rentabilidad del portafolio depende principalmente del riesgo subyacente asociado, el cual se define como la probabilidad de que el resultado de la inversión pueda ser diferente a lo esperado. De esta manera, una forma de mitigar el riesgo es por medio de la diversificación. Sin embargo, considerando que la diversificación de portafolios permite disminuir el riesgo asociado, la diversificación internacional de portafolios ofrece oportunidades adicionales para reducir el riesgo. Esta investigación pretende demostrar los beneficios de la diversificación internacional de portafolios. Para esto se utilizarán portafolios de inversión conformados solo con activos financieros colombianos, los cuales serán diversificarlos con activos financieros internacionales

como los fondos cotizados en bolsa o ETF (*Exchange Traded Fund*). Se estimará y se comparará el Valor en Riesgo de cada uno de los portafolios con las metodologías tradicionales para identificar los activos financieros internacionales que mejor diversifiquen los portafolios del mercado colombiano. El principal hallazgo es que los portafolios de acciones de mayor liquidez de la Bolsa de Valores de Colombia pueden disminuir el riesgo al considerar ETF que repliquen índices internacionales, en particular el S&P 500.

**Palabras clave:** Diversificación internacional de portafolios; Beneficios de la diversificación; Fondos cotizados en bolsa; Valor en Riesgo.

**Abstract.** The portfolio profitability depends mainly on the underlying risk associated, which is defined as the probability that the investment results may be different than expected. Thus, one way to mitigate the risk is through diversification. However, considering that the portfolio diversification helps to reduce the associated risk, international diversification portfolio provides additional opportunities to reduce risk. This research shows the benefits of international diversification portfolios. For this, investment portfolios formed only with Colombian financial assets, they will diversify with international financial assets such as, Exchange Traded Funds – ETF. We

will estimate and compare the Value at Risk of each of the portfolios with traditional methodologies for identifying international financial assets that diversify the portfolios of the Colombian market better. The main finding is that the portfolios with the most liquid shares of the Colombia Stock Exchange decrease the risk when considering ETF that replicate international indices, specifically the S & P 500.

**Keywords:** international Portfolio Diversification; Diversification Benefits; Exchange Traded Fund; Value at Risk.

## 1. INTRODUCCIÓN

La expansión de la economía mundial se relaciona con el crecimiento y la liberalización de los mercados de capitales emergentes y en desarrollo, así como los avances tecnológicos que permiten invertir más fácil y de acceso abierto a los activos de renta variable. Esto hace que los inversionistas posean más opciones para la conformación de portafolios de inversión y se beneficien de la disminución del riesgo por la diversificación internacional [1]. Igualmente, una de las principales tendencias en los mercados financieros durante los últimos 20 años es el crecimiento de las oportunidades de inversión internacionales. Esta tendencia se debe a la desregulación financiera en todo el mundo y eliminación de las restricciones a la inversión que enfrentan los inversionistas. Las oportunidades de inversión internacionales se vuelven atractivas debido a las mayores oportunidades en la disminución del riesgo del portafolio [2].

La rentabilidad del portafolio depende principalmente del riesgo subyacente asociado. El riesgo de una inversión se define como la probabilidad de que el resultado de la inversión pueda ser diferente a lo esperado [3]. De esta manera, una forma de mitigar el riesgo con el portafolio de inversión es diversificándolo [4], [5]; sin embargo, considerando que la diversificación de portafolios permite disminuir el riesgo asociado, Levy y Sarnat [6], afirman que la diversificación internacional de portafolios ofrece también oportunidades adicionales para reducir el riesgo.

Con la conformación de portafolios de inversión con activos financieros colombianos no se obtienen diversificaciones que logren disminuir el riesgo de los mismos. Por esto, es necesario identificar los posibles activos financieros extranjeros que permitan una mayor diversificación y a la vez un menor Valor en Riesgo. Es necesario identificar los activos financieros internacionales con los que se permita obtener beneficios al momento de diversificar internacionalmente, y así los inversionistas pueden ampliar las opciones de inversión con el fin de poseer menor riesgo.

Esta investigación pretende demostrar los beneficios de la diversificación internacional de portafolios. Para esto se utilizan portafolios de inversión conformados con activos financieros colombianos, los cuales están diversificados con activos financieros internacionales como los fondos cotizados en bolsa o ETF (*Exchange Traded Fund*). Se estimará y comparará

el Valor en Riesgo de cada uno de los portafolios con dos metodologías tradicionales: Valor en Riesgo paramétrico y no paramétrico. Los cálculos se realizan con datos de cierre diario y mensual de las acciones colombianas y los ETF internacionales.

## 2. ANTECEDENTES

Las primeras evidencias encontradas en la literatura sobre diversificación internacional de portafolios, son los trabajos de Grubel [7] y Levy y Sarnat [6] que emplean la metodología de media-varianza. Grubel [7] implementó un modelo macroeconómico en bonos del gobierno de dos países para examinar empíricamente las ventajas de la diversificación internacional para un inversionista en Estados Unidos. Este trabajo concluyó en que existen beneficios sustanciales en la diversificación internacional. Por su parte, Levy y Sarnat [6] determinaron la frontera eficiente de Markowitz para un conjunto de 28 índices de diferentes países, de los cuales 15 índices generan mejoras para inversionistas en Estados Unidos; sin embargo, los beneficios de la diversificación internacional se obtienen con inversiones en mercados emergentes.

Lessard [8] encontró pequeñas correlaciones entre los mercados de valores internacionales. Estas correlaciones proporcionan la base para la reducción del riesgo del portafolio mejor que con portafolio nacional. No obstante, un estudio de Goetzmann *et al.* [9] encontró que la correlación entre los mercados de renta variable aumenta hacia el final del siglo 20. A pesar de la mayor correlación, Dimson *et al.* [2] muestran los beneficios en la reducción del riesgo del portafolio por medio de la diversificación internacional.

Errunza, Hogan, y Hung [10] examinan los beneficios de la construcción de un portafolio de activos nacionales que imitan índices extranjeros para lograr un mayor rendimiento sin exposición directa extranjera. Ellos determinan que las inversiones en los mercados extranjeros proporcionan ventajas de diversificación significativas a pesar de la imitación de los portafolios que están altamente correlacionados con los mercados extranjeros.

*Barclay's Global Investors* [11] identificó que la correlación puede ser usada para medir la magnitud de la relación entre dos inversiones. Ragunathan and Mitchell [12], analizan la correlación entre las rentabilidades del mercado de acciones como base para

la reducción del riesgo del portafolio que demuestra que los portafolios con correlaciones bajas o negativas ayudan a reducir el riesgo. Adicionalmente, Juna *et al.* [13] afirman que las rentabilidades de las acciones en países emergentes están positivamente correlacionadas.

Vassal [14] empleó el método Monte Carlo para mostrar que el riesgo en acciones de baja rentabilidad puede ser minimizado manteniendo posiciones en múltiples portafolios de acciones que poseen asimetría positiva. Por su parte, Adcock y Shetes [15], encontraron asimetría en mercados emergentes y que manteniendo más acciones en un portafolio de inversión podría mejorar las probabilidades de mitigar el riesgo asociado con la inversión.

Fletcher [16] construyó portafolios de inversión para inversionistas del Reino Unido con tres diferentes activos internacionales. Los hallazgos fueron que la diversificación internacional aumenta el ratio de Sharpe, es decir, aumenta la recompensa en rentabilidad por cada unidad de riesgo que se asume.

Driessen [17] demostró que invertir en el extranjero tiene mejores beneficios para los inversionistas en países emergentes, incluso con los controles y efectos cambiarios. Las ganancias derivadas de la diversificación internacional son más importantes para los países con alto riesgo país.

Estrada [18] examina los beneficios de la diversificación internacional en la aplicación en fondos de inversión que replican índices bursátiles encontrando beneficios mediante la utilización de fondos de inversión cotizados en bolsa (ETF). Eun, Huang y Lai [19] encuentran que la inversión en acciones de pequeña capitalización proporciona beneficios de diversificación significativa para los inversionistas estadounidenses y para los inversionistas que tienen acciones de gran capitalización de países europeos.

Bekaert, Hodrick, y Zhang [20] demuestran una tendencia al alza en las correlaciones de las rentabilidades entre los mercados de valores europeos. Sin embargo, otros autores como Baele y Inghelbrecht [21], Tu y Daigler [22] y Christoffersen, Errunza, Jacobs y Langlois [23] observan que las correlaciones se incrementan notablemente en un gran número de mercados, aunque en una extensión mucho más grandes en los mercados desarrollados que en los mercados emergentes. Por otra parte, concluyeron

que los beneficios de la diversificación internacional se reducen con el tiempo y más aún para los mercados desarrollados.

Switzer y Tahaoglu [1] evaluaron los beneficios de la diversificación internacional para un grupo de países desarrollados, así como economías emergentes utilizando datos que incluían la crisis financiera reciente y los períodos de recuperación. Los hallazgos empíricos del estudio sugieren que los inversionistas obtienen beneficios de la diversificación con una mezcla de acciones de economías desarrolladas y emergentes.

Por último, Miralles *et al.* [24] utilizan ETF en lugar de índices bursátiles para conformar portafolios diversificados internacionalmente para inversionistas ubicados en Estados Unidos, Reino Unido y Japón. Muestran que obtienen mejores diversificaciones cuando se integran en los portafolios de inversión ETF en dólares estadounidenses.

Una cuestión importante en la economía internacional se refiere a la magnitud de los beneficios de la diversificación sobre valores en países extranjeros, especialmente los valores en mercados emergentes. Si los valores extranjeros no se correlacionan perfectamente los inversionistas se benefician de la diversificación internacional. Sin embargo, la magnitud de los beneficios de la diversificación en general depende de diversas restricciones del portafolio, como la capacidad de los inversionistas a tomar posiciones cortas [25].

### 3. MARCO TEÓRICO

Harry Markowitz demostró que los inversionistas racionales seleccionan portafolios de inversión usando dos parámetros básicos: rentabilidad y riesgo. La rentabilidad es medida en términos de la media de la tasa de los rendimientos, y el riesgo es medido en función de la variación de los rendimientos alrededor de la media, entre mayor es la varianza de los rendimientos, mayor es el riesgo del portafolio. Los inversionistas seleccionan instrumentos financieros basados en la contribución de cada activo en la media y la varianza total del portafolio, por lo que al formar un portafolio de inversión, los inversionistas lo hacen reduciendo la varianza tanto como sea posible mediante la diversificación [26].

Por medio de la diversificación de portafolios, el riesgo puede reducirse, lo que conduce a reducir el rendimiento esperado. Con una selección adecuada de activos, la diversificación permite a los inversionistas obtener una tasa alta de rentabilidad para un nivel de riesgo específico [27].

### 3.1. ETF (Exchange Traded Fund)

Los ETF (*Exchange Traded Fund* o fondos de inversión cotizados en bolsa) son una innovación financiera relativamente reciente, que proporcionan un método alternativo de invertir de manera indirecta en acciones internacionales. Son similares a los fondos de inversión convencionales en que el valor de mercado está cerca del valor del activo subyacente, también en que son portafolios de valores que cotizan en las bolsas de valores. En vez de invertir en portafolios conformados por una sola población de empresas, los inversionistas utilizan los ETF para implementar estrategias de inversión [28].

Los ETF están diseñados para reflejar los índices bursátiles como el S&P 500 [29]. Son la combinación de un portafolio que replica un índice con la facilidad de comercializarlo a menores costos administrativos e impuestos. Están basados en los principales índices que normalmente comercian en volúmenes mucho más altos que las acciones individuales, permitiendo a los inversionistas entrar y salir de las posiciones de inversión con un riesgo mínimo [24].

En la literatura se evidencia que los ETF ofrecen mayores beneficios de diversificación que los propios fondos de inversión convencionales locales [29]–[32]. Por su parte, Hegde y McDermott [33], atribuyen el crecimiento de los ETF a la facilidad con la que los inversionistas pueden obtener beneficios de la diversificación del portafolio a bajos costos de transacción en comparación con los portafolios de inversión en acciones.

### 3.2. Valor en Riesgo (VaR)

Una de las tareas más importantes para las instituciones financieras es la evaluación de la exposición al riesgo de mercado, una posible forma de medir este riesgo es evaluar las pérdidas en que puedan incurrir cuando el precio de los activos del portafolio se reduce. Este es el propósito de las metodologías de Valor en Riesgo (VaR – *Value at Risk*). Debido a que el Comité de Basilea de supervisión bancaria

en el Banco de Pagos Internacionales requiere que las instituciones financieras cumplan con los requisitos de capital sobre las estimaciones del VaR, esta metodología se convirtió en una herramienta básica de gestión de riesgo de mercado de las entidades financieras [34].

El riesgo asociado a las inversiones de renta variable se cuantifica mediante la volatilidad o desviación estándar de las rentabilidades. Jorion [35] explica que este tipo de medidas consideran tanto los cambios positivos y negativos en precios de las acciones como constitutivos de riesgo, a pesar de que la mayoría de los inversionistas hacen caso omiso de los cambios positivos en un contexto de riesgo. El VaR se centra en los cambios negativos y los intentos de derivar una sola medida de las posibles pérdidas, ya sea en términos nominales o porcentuales.

El VaR proporciona una medida de la pérdida potencial en el valor del portafolio en un período de tiempo específico, y al hacerlo, agrega todos los riesgos en una única medida que puede ser fácilmente entendida por los gestores del portafolio y los inversionistas [36]. El VaR de un portafolio está en función de tres parámetros: el horizonte del tiempo,  $t$ , el nivel de confianza,  $X\%$ , y la volatilidad,  $\sigma$ . Este es el nivel de pérdida durante un período de tiempo de longitud  $t$  que no será excedido con un nivel de confianza del  $X\%$ .

Existen dos metodologías tradicionales para calcular el VaR: métodos paramétricos y métodos no paramétricos. Los métodos paramétricos son la simulación Monte Carlo y el de análisis de varianza-covarianza. El primero, consiste en tomar los rendimientos actuales como punto de partida y la simulación de los rendimientos esperados en un período de tiempo, generando miles de posibles alternativas. El método de análisis de varianza-covarianza, hace suposiciones sobre las distribuciones de los rendimientos para el riesgo de mercado, y las varianzas y las covarianzas entre las variables. Por último, entre los métodos no paramétricos se encuentra la simulación histórica, que utiliza datos históricos para crear una distribución de los rendimientos [36].

A continuación se describen estos métodos para calcular el VaR en un portafolio de inversión.

### 3.2.1. Métodos paramétricos

Los métodos paramétricos suponen una distribución de probabilidad para el comportamiento del portafolio, la distribución más usada es la normal [37]. El supuesto primordial de estos métodos es que los rendimientos de los activos se distribuyen con una función de densidad de probabilidad normal.

El VaR de un activo individual se calcula con la ecuación 1.

$$VaR = F \times S \times \sigma \times \sqrt{t} \quad [1]$$

Donde F corresponde al valor del nivel de confianza, para un nivel de confianza del 99% el valor de F es 2,33 o para un nivel de confianza del 95% es 1,65, S valor de mercado del portafolio,  $\sigma$  es la desviación estándar del activo y t el horizonte de tiempo.

Para calcular el VaR de un portafolio existen dos formas incluidos en los métodos paramétricos: método de la varianza-covarianza o delta normal y el método de la simulación Monte Carlo.

#### **Método de la varianza-covarianza o delta normal.**

Bajo este método, hay tres supuestos simplificados: normalidad, independencia de serie y una ausencia de posiciones no lineales [38]. El supuesto de normalidad implica que los rendimientos de los factores de riesgo se distribuyen normalmente y que su distribución combinada es normal multivariante. De acuerdo con Alexander [39], este supuesto implica que la matriz de covarianza de los rendimientos de los factores de riesgo es todo lo que se necesita para estimar el VaR. En segundo lugar, el supuesto de independencia de serie implica que la magnitud de la estimación del VaR en un día determinado no tendrá ningún impacto en la estimación del VaR en un horizonte más largo, el significado de este supuesto es que el VaR para un horizonte de largo plazo se puede obtener multiplicando la estimación del VaR de un día por la raíz cuadrada del número de días del horizonte requerido. En tercer lugar, el método de varianza-covarianza sólo es adecuado para los portafolios que tienen una relación lineal entre las posiciones de riesgo y de portafolio [36].

Este método estima los cambios en los precios de los activos utilizando los cambios o deltas, en otras palabras, los cambios logarítmicos de los precios.

Supone que el precio de los activos se distribuyen lognormales y que el logaritmo de los rendimientos tienen una distribución normal [40].

Si los rendimientos de los activos individuales no siguen una distribución normal, se espera que los rendimientos del portafolio sí se comporten como una distribución normal. Esto es explicado por el Teorema del Límite Central, donde las variables aleatorias independientes con comportamientos de distribución, podrán tener una media que converge a una distribución normal cuando la muestra es grande [38].

Este método está basado en la teoría de Harry Markowitz. La media y la desviación estándar del valor del portafolio son calculados desde la media y la desviación estándar de los rendimientos de los productos subyacentes y las correlaciones entre estos rendimientos. De esta forma, para portafolios conformados con más de un activo, se debe calcular los rendimientos esperados, desviaciones estándar y los coeficientes de correlación de cada activo a partir de datos histórico.

**Método de simulación Monte Carlo.** El método Monte Carlo consiste en replicar una simulación de procesos aleatorios que dominan los precios de mercado. Cada simulación o escenario genera un posible valor del portafolio en el horizonte de tiempo. Al generar suficientes escenarios, los valores simulados de los valores del portafolio convergen en alguna distribución de probabilidad. Por lo tanto, el VaR, es calculado desde la distribución obtenida. Este proceso itera una gran cantidad de veces generando trayectorias de precios aleatorios y los resultados son ordenados de tal forma que pueda determinarse un nivel de confianza específico [41], [40] y [42]. El número de iteraciones a realizar se determina a partir del teorema central del límite, donde a medida que se aumentan las iteraciones, menor será la desviación estándar de los resultados. Por tanto se debe iterar hasta que por cada iteración adicional, el resultado de la simulación no tenga una variación marginal importante [43].

Para aplicar el VaR por este método se consideran los siguientes supuestos de las propiedades de los precios de las acciones [44]:

1. Los precios son continuos en tiempo y valor.
2. Los precios siguen un proceso de Markov, significa que sólo el actual precio es relevante para predecir los precios futuros, por lo que la historia de precios es irrelevante.
3. Los rendimientos de cortos períodos de tiempo tienen distribución normal.
4. El precio de cada acción tiene distribución log-normal.
5. Los rendimientos compuestos continuos tienen distribución normal.

En un mercado eficiente, los precios de los activos se comportan de acuerdo con un proceso estocástico o movimiento geométrico Browniano, la ecuaciones 2 y 3 representan este proceso siendo el modelo de Wiener [42].

$$\frac{ds}{s} = \mu dt + \sigma dz \quad [2]$$

$$dz = \varepsilon_t \sqrt{dt} \quad [3]$$

Reemplazando la ecuación 3 en la ecuación 2 resulta la ecuación 4.

$$\frac{ds}{s} = \mu dt + \sigma \varepsilon_t \sqrt{dt} \quad [4]$$

Donde  $\mu$  representa la media de los rendimientos y  $\sigma$  la desviación estándar de los mismos.  $\varepsilon_t$  se comporta con distribución normal estándar media cero y varianza uno.

El modelo del movimiento geométrico Browniano indica que los rendimientos de un activo ( $\frac{ds}{s}$ ) está representado por un componente determinístico o componente cierto ( $\mu dt$ ) y un componente estocástico o componente incierto ( $\sigma \varepsilon_t \sqrt{dt}$ ) siendo  $\varepsilon_t$  ruido blanco.

Para resolver la ecuación diferencial (ecuación 4) y derivar la dinámica del precio de las acciones de manera que el mismo se distribuya en forma lognormal, se debe recurrir al lema Ito para obtener la ecuación 5.

$$S_t = S_{t-1} e^{(\mu - 0,5\sigma^2)dt + \sigma \varepsilon_t \sqrt{dt}} \quad [5]$$

Para crear escenarios aleatorios se generan números aleatorios ( $\varepsilon_t$ ) con distribución normal estándar con media cero y varianza 1.  $dt$  surge de la derivación del proceso e indica el intervalo de tiempo entre  $t$  y  $t - 1$  [43].

### 3.2.2. Método no paramétrico

En el método no paramétrico o también llamado de simulación histórica, la distribución histórica de los rendimientos seguirán siendo la misma en los siguientes periodos, por lo tanto las distribuciones empíricas de los rendimientos del portafolio de inversión serán utilizadas en la estimación del VaR. En otras palabras, este método utiliza los percentiles empíricos de la distribución histórica de la serie de los rendimientos, a partir del histograma de frecuencias de los rendimientos, se calcula el primer percentil, es decir, corresponde a un nivel de confianza del 99% y el quinto percentil, un nivel de confianza del 95% [45].

El método de simulación histórica es no paramétrico, donde no es necesario configurar algún parámetro. En general, no necesita asumir que los rendimientos de los factores de riesgo se distribuyen normales e independientes a través del tiempo. Esta característica no paramétrica de la simulación histórica, también elimina la necesidad de estimar volatilidades y correlaciones [42].

## 4. METODOLOGÍA

Con el objetivo de demostrar los beneficios de la diversificación internacional de portafolios, se conformó un portafolio colombiano de renta variable y se diversificó con ETF internacionales. Las acciones de mayor liquidez de la Bolsa de Valores de Colombia (BVC) corresponden a las empresas ECOPETROL (ECO), Bancolombia acción preferencial (PFBCOLOM), Canacol Energy (CNEC), Pacific Rubiales (PREC) e Isagen (ISAGEN). La BVC realiza para cada mes informes bursátiles y las acciones mencionadas son las cinco de mayor liquidez [46].

Por su parte, *Morgan Stanley Capital International* (MSCI) es un proveedor de índices sobre acciones, bonos y *hedge funds*. Los ETF MSCI replican estos índices y son los de mayor negociación en la bolsa de valores de Nueva York. No obstante, el impacto de la marca MSCI permite que los productos sean



Fig. 1 Desviaciones estándar diarias acciones colombianas y ETF internacionales (Elaboración propia)



Fig. 2 Desviaciones estándar mensuales acciones colombianas y ETF internacionales (Elaboración propia)

puntos de referencia para los gestores de portafolios internacionales [24]. Es por esto que se utilizaron los ETF de la marca MSCI para diversificar internacionalmente el portafolio colombiano y además, el STF SPY que replica el índice bursátil S&P 500 por ser el primer ETF y el de mayor negociación y liquidez.

Para determinar la diversificación internacional de portafolios, los cálculos se realizaron con datos de cierre diario y mensual de las acciones colombianas y los ETF internacionales. Así, se calculó el VaR para los portafolios de inversión con resultados diarios y mensuales.

Por otro lado, la limitación que se encontró con los datos fue con la acción de ECOPEPETROL, es la de menor tiempo en la BVC, es por esto que los datos de los precios de cierre de las acciones y los ETF se utilizaron desde el 2 de agosto del 2010 hasta el 31 de julio de 2015, resultando con 1.197 observaciones para las series diarias y 60 observaciones para las series mensuales.

En este orden de ideas, se parte de un portafolio inicial que conformado por las cinco acciones colombianas con proporciones de inversión iguales, es decir, en cada acción se consideró una inversión del 20% del dinero. Este portafolio se llama portafolio inicial, es el portafolio diversificado, pero sólo con acciones locales, no diversificado internacionalmente. Después, al portafolio inicial se le agregó cada ETF para conformar portafolios diversificados internacionalmente, no se consideró ingresar todos los ETF al mismo tiempo, por el contrario, se realizó de forma individual. De esta forma, con cinco ETF se obtuvie-

ron cinco portafolios con iguales proporciones de inversión en cada activo (16,67% del dinero invertido en cada activo).

Se implementaron dos metodologías tradicionales para calcular el VaR, con las metodologías del VaR paramétrico y no paramétrico se realizaron con niveles de confianza del 99% y 95%, excepto el método Monte Carlo que se realizó con el 95%. Con seis portafolios de inversión y cinco cálculos del VaR, se tiene 30 VaR y además, como los resultados se aplicaron para datos diarios y mensuales, se llega a un total de 60 portafolios, es decir, 60 VaR o Valores en Riesgo.

## 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Antes de mostrar los resultados del VaR se detallan algunos parámetros que son insumos como las desviaciones estándar o volatilidades de los activos financieros y los coeficientes de correlación.

### 5.1. Volatilidades diarias

En la fig. 1 se observa las desviaciones estándar calculadas de las rentabilidades diarias. De las acciones colombianas la de mayor riesgo o volatilidad o desviación estándar es CNEC y la de menor es ISAGEN. Igualmente, se muestra las desviaciones estándar diarias para cada ETF utilizados en el estudio. El de menor volatilidad es el ETF SPY y el mayor



**Tabla 1.**

Coeficientes de correlación con rentabilidades diarias (Elaboración propia)

	ECO	PFBCOLOM	CNEC	PREC	ISAGEN	SPY	FEZ	EWG	EWJ	EWZ
ECO	1									
PFBCOLOM	0,2631	1								
CNEC	0,1734	0,1179	1							
PREC	0,3789	0,1880	0,1607	1						
ISAGEN	0,2115	0,2128	0,0662	0,1508	1					
SPY	0,2742	0,2555	0,1040	0,2902	0,1723	1				
FEZ	0,2491	0,2266	0,1180	0,2573	0,1533	0,8352	1			
EWG	0,2619	0,2354	0,1197	0,2612	0,1635	0,8442	0,9503	1		
EWJ	0,2280	0,2317	0,1295	0,2096	0,1309	0,6868	0,6529	0,6600	1	
EWZ	0,3291	0,2737	0,1452	0,2790	0,1483	0,6455	0,6326	0,6434	0,4954	1

**Tabla 2.**

Coeficientes de correlación con rentabilidades mensuales (Elaboración propia)

	ECO	PFBCOLOM	CNEC	PREC	ISAGEN	SPY	FEZ	EWG	EWJ	EWZ
ECO	1									
PFBCOLOM	0,3758	1								
CNEC	0,2817	0,1718	1							
PREC	0,5146	0,0781	0,1710	1						
ISAGEN	0,3028	0,2436	0,0606	0,1485	1					
SPY	0,2045	0,2759	0,1962	0,3751	0,0808	1				
FEZ	0,3150	0,2601	0,2427	0,3808	0,1106	0,7860	1			
EWG	0,0466	-0,1319	0,0675	-0,1032	-0,0904	0,0872	0,2141	1		
EWJ	0,0006	-0,2855	0,0362	0,0278	-0,0302	-0,1150	-0,0202	0,4472	1	
EWZ	0,0637	0,0030	0,0063	0,0321	0,1359	-0,1401	0,0178	0,5020	0,4072	1

EWZ; no obstante, las desviaciones estándar de los ETF son bajas comparadas con las acciones colombianas.

## 5.2. Volatilidades mensuales

Las volatilidades mensuales son de mayor magnitud por ser el intervalo de tiempo mayor que el diario. En la fig. 2 están las desviaciones estándar mensuales de las acciones y los ETF; la acción de menor volatilidad mensual es ISAGEN seguida de PFBCOLOM y la de mayor volatilidad CNEC; este comportamiento es igual al obtenido con los datos diarios. Con respecto a las volatilidades de los ETF, al igual que en los datos diarios, el SPY es el ETF de menor desviación estándar.

## 5.3. Coeficientes de correlación

Las correlaciones entre las rentabilidades diarias de todos los activos se observan en la tabla 1. Los ETF están muy correlacionados porque los coeficientes de correlación entre ellos son los más altos; sin embargo, cada ETF tiene correlaciones bajas con las acciones colombianas. El ETF EWJ (Japón) es el de correlaciones más bajas con las acciones, seguido del SPY (S&P 500) y el FEZ (Euro Stoxx 50), no obstante, el ETF de Brasil (EWZ) es el de mayor correlación.

El coeficiente de correlación a partir de las rentabilidades mensual se muestran en la tabla 2. En este caso, los ETF de Alemania (EWG) y Japón (EWJ) tienen correlación negativa con algunas acciones colombianas, siendo estos dos ETF con las correlacio-

**Tabla 3.**

VaR para los 60 portafolios (Elaboración propia)

METODOLOGÍA	DATOS DIARIOS		DATOS MENSUALES	
	PORTAFOLIO	VaR	PORTAFOLIO	VaR
Delta normal (95%)	PORTAFOLIO INICIAL	2,358%	PORTAFOLIO INICIAL	11,811%
	SPY	2,236%	SPY	9,940%
	FEZ	2,303%	FEZ	10,797%
	EWG	2,298%	EWG	10,455%
	EWJ	2,254%	EWJ	10,237%
	EWZ	2,326%	EWZ	11,010%
Delta normal (99%)	PORTAFOLIO INICIAL	3,544%	PORTAFOLIO INICIAL	14,308%
	SPY	2,870%	SPY	12,758%
	FEZ	2,956%	FEZ	13,858%
	EWG	2,949%	EWG	13,418%
	EWJ	2,892%	EWJ	13,139%
	EWZ	2,985%	EWZ	14,131%
Monte Carlo (95%)	PORTAFOLIO INICIAL	2,927%	PORTAFOLIO INICIAL	13,675%
	SPY	2,454%	SPY	11,043%
	FEZ	2,403%	FEZ	11,052%
	EWG	2,417%	EWG	10,999%
	EWJ	2,391%	EWJ	10,734%
	EWZ	2,474%	EWZ	11,534%
Simulación (95%) histórica	PORTAFOLIO INICIAL	2,522%	PORTAFOLIO INICIAL	11,878%
	SPY	2,262%	SPY	10,454%
	FEZ	2,279%	FEZ	11,447%
	EWG	2,228%	EWG	10,269%
	EWJ	2,279%	EWJ	10,943%
	EWZ	2,281%	EWZ	11,837%
Simulación (99%) histórica	PORTAFOLIO INICIAL	3,284%	PORTAFOLIO INICIAL	13,530%
	SPY	2,867%	SPY	10,809%
	FEZ	2,993%	FEZ	13,341%
	EWG	2,974%	EWG	11,676%
	EWJ	2,862%	EWJ	11,337%
	EWZ	3,150%	EWZ	13,163%

nes más bajas entre las acciones. Estas correlaciones negativas son muy importantes para diversificar los portafolios. En contraste, el ETF FEZ (Brasil) es el de mayores correlaciones con las acciones. A diferencia de los resultados diarios, las correlaciones entre los ETF son bajas existiendo correlaciones negativas.

#### 5.4. VaR portafolios diversificados internacionalmente

En la tabla 3 se encuentran los resultados del VaR para los 60 portafolios. Todos los portafolios diversificados internacionalmente con los ETF obtuvieron VaR menores al del portafolio inicial en cada meto-

dología, tanto en datos diarios como mensuales. Los portafolios que contenían el ETF SPY obtuvieron el VaR más pequeños en las metodologías delta normal y simulación histórica del 99% de confianza. Con los otros métodos, en la simulación Monte Carlo con datos diarios el ETF EWJ obtuvo el riesgo más bajo y con datos mensuales el ETF EWG, en la simulación histórica con 95% de confianza el ETF EWG tanto con rentabilidades diarias y mensuales fue el de mejor diversificación. Por el contrario, los portafolios con el ETF EWZ de Brasil presentaron menor grado de diversificación internacional en todos los métodos excepto el último con el método de simulación histórica con 99% de confianza y datos mensuales, el portafolio de menor diversificación fue el que tenía el ETF FEZ.

De acuerdo con los resultados de los coeficientes de correlación, el ETF EWZ se esperaba que fuera el que menos diversificara los portafolios iniciales al presentar las correlaciones más altas con las acciones colombianas.

## 6. CONCLUSIONES

Se conformaron 60 portafolios de inversión para determinar los beneficios de la diversificación internacional de portafolios desde el punto de vista de un inversionista colombiano. Los principales resultados son los siguientes. Primero, los cálculos de los VaR con rentabilidades diarias y mensuales evidenciaron los beneficios de la diversificación internacional de portafolios. Segundo, combinar portafolios de acciones colombianas con ETF SPY o EWJ disminuye el riesgo total del portafolio; sin embargo, con el ETF EWZ no se obtuvieron resultados favorables.

Los inversionistas del mercado de valores de Colombia disminuyen la exposición al riesgo al incluir los ETF analizados en este estudio porque con los tres métodos para calcular el VaR se demuestra disminuciones significativas en todos los portafolios diversificados internacionalmente en particular con los ETF SPY y EWJ. El ETF SPY; tanto con rentabilidades diarias como mensuales obtuvo una desviación estándar de menor valor que lo otros ETF y además, los coeficientes de correlación con las acciones colombianas no son los más altos. De igual forma, el ETF de Brasil (EWJ) es el de mayor desviación estándar de todos los ETF, esto generó que diversificara al portafolio inicial en menor magnitud y además, fue el ETF de mayor coeficiente de correlación obtenido con datos diarios de las acciones.

Los coeficientes de correlación más bajos se presentaron entre los ETF y las acciones colombianas con datos mensuales; con estos valores bajos y negativos junto con las bajas desviaciones estándar de los ETF, se logra obtener portafolios menos riesgosos y además, portafolios diversificados internacionalmente.

## REFERENCIAS

- [1] L. N. Switzer and C. Tahaoglu, "The benefits of international diversification: market development, corporate governance, market cap, and structural change effects," *Int. Rev. Financ. Anal.*, 2014.
- [2] E. Dimson, P. Marsh, and M. Staunton, *Triumph of the Optimists: 101 Years of Global Investment Return*. Princeton University Press., 2002.
- [3] K. Grundy and B. G. Malkiel, "Reports of Beta death have been greatly exaggerated. Journal of Portfolio Management.," *J. Portf. Manag.*, vol. 22, pp. 36–44, 1996.
- [4] P. Jorion, "International portfolio diversification with estimation Risk.," *J. Bus.*, vol. 58, pp. 259–278, 1985.
- [5] Y. Xu, "Diversification in the Chinese stock market. School of Management," 2003.
- [6] H. Levy and M. Sarnat, "NoInternational portfolio diversification of investment portfolios.," *Am. Econ. Rev.*, vol. 60, pp. 668–675, 1970.
- [7] H. G. Grubel, "Internationally diversified portfolios: welfare gains and capital flows.," *Am. Econ. Rev.*, vol. 58, pp. 1299–1314, 1968.
- [8] D. Lessard, "World, national and industry factors in equity returns.," *J. Finance*, vol. 29, pp. 379–391, 1973.
- [9] W. N. Goetzmann, L. Li, and K. G. Rouwenhorst, "Long-term global market correlations," 2002.
- [10] V. Errunza, K. Hogan, and M. Hung, "Can the gains from international diversification be achieved without trading abroad?," *J. Finance*, vol. 54, no. 6, pp. 2075–2107, 1999.
- [11] B. G. Investors, "Correlation in total portfolio management.," 2006. [Online]. Available: [www.ishares.com](http://www.ishares.com).
- [12] V. Raganathan and H. Mitchell, "Modeling the time-varying correlation between national stock market returns.," 1997.

- [13] S. Juna, A. Maratheeb, and H. A. Shawkyc, "Liquidity and stock returns in emerging equity Markets.," *Emerg. Mark. Rev.*, vol. 4, pp. 1–24, 2003.
- [14] V. Vassal, "Risk diversification benefits of multiple stock portfolios.," *J. Portf. Manag.*, vol. 27, pp. 32–39, 2001.
- [15] C. J. Adcock and K. Shutes, "An analysis of skewness and skewness persistence in three emerging markets.," *Emerg. Mark. Rev.*, vol. 6, pp. 396–418, 2005.
- [16] J. Fletcher and A. Marshall, "An empirical examination of the benefits of international diversification.," *J. Int. Financ. Mark. Institutions Money*, vol. 15, no. 5, pp. 455–468, 2005.
- [17] J. Driessen and L. Laeven, "International portfolio diversification benefits: Cross-country evidence from a local perspective.," *J. Bank. Financ.*, vol. 31, no. 6, pp. 1693–1712, 2007.
- [18] J. Estrada, "Fundamental indexation and international diversification.," *J. Portf. Manag.*, vol. 34, no. 3, pp. 93–109, 2008.
- [19] C. S. Eun, W. Huang, and S. Lai, "International diversification with large- and smallcap stocks.," *J. Financ. Quant. Anal.*, vol. 43, no. 2, pp. 489–524, 2008.
- [20] G. Bekaert, R. J. Hodrick, and X. Zhang, "International stock return comovements.," *J. Finance*, vol. 65, pp. 2591–2626, 2009.
- [21] L. Baele and K. Inghelbrecht, "Time-varying integration and international diversification strategies.," *J. Empirical Finance*, vol. 16, pp. 368–387, 2009.
- [22] J. Tu and G. Zhou, "Markowitz meets Talmud: A combination of sophisticated and naïve diversification strategies.," *Journal of Financ. Econ.*, vol. 99, pp. 204–215, 2011.
- [23] P. Christoffersen, V. Errunza, K. Jacobs, and H. Langlois, "Is the potential for international diversification disappearing? A dynamic copula approach.," *Rev. Financ. Stud.*, vol. 25, no. 12, pp. 3711–3751, 2012.
- [24] J. L. Miralles-Marcelo, M. D. M. Miralles-Quirós, and J. L. Miralles-Quirós, "Improving international diversification benefits for US investors.," *North Am. J. Econ. Financ.*, vol. 32, pp. 64–76, 2015.
- [25] K. Li, A. Sarkar, and Z. Wang, "Diversification benefits of emerging markets subject to portfolio constraints.," *J. Empir. Financ.*, vol. 10, no. 1–2, pp. 57–80, 2003.
- [26] I. Vélez, *Decisiones empresariales bajo riesgo e incertidumbre*. Bogotá: Norma, 2003.
- [27] J. Berk and P. DeMarzo, *Finanzas corporativas*. México: Pearson, 2008.
- [28] T. Krause and Y. Tse, "Volatility and return spillovers in Canadian and U.S. industry ETFs.," *Int. Rev. Econ. Financ.*, vol. 25, pp. 244–259, 2013.
- [29] M. Y. Huang and J. B. Lin, "Do ETFs provide effective international diversification?," *Res. Int. Bus. Financ.*, vol. 25, no. 3, pp. 335–344, 2011.
- [30] P. Rowland and L. L. Tesar, "Multinationals and the gains from international diversification.," *Rev. Econ. Dyn.*, vol. 7, pp. 78–826, 2004.
- [31] P. J. Tsai and P. E. Swanson, "The comparative role of iShares and country funds in internationally diversified portfolios.," *Econ. Bus.*, vol. 61, no. 9, pp. 472–494, 1996.
- [32] J. Berril and C. Kearney, "International diversification and the home bias puzzle.," *Econ. Bus.*, vol. 62, no. 4, pp. 235–256, 2010.
- [33] S. P. Hegde and J. B. McDermott, "Firm characteristics as cross-sectional determinants of adverse selection.," *J. Bus. Financ. Account.*, vol. 31, pp. 1097–1124, 2004.
- [34] P. Abad Romero and S. Benito Muela, "A detailed comparison of value at risk in international stock exchanges.," *Doc. Trab. FUNCAS*, vol. 94, no. 452, p. 1, 2013.
- [35] P. Jorion, *Value at risk: The new benchmark for managing financial risk*. USA: McGraw-Hill, 2001.

- [36] G. Sirm, J. Garvey, and L. Gallagher, "Emerging markets and portfolio foreign exchange risk: An empirical investigation using a value-at-risk decomposition technique," *J. Int. Money Financ.*, vol. 30, no. 8, pp. 1749–1772, Dec. 2011.
- [37] J. C. Alonso and L. Berggrun, *Introducción al análisis de riesgo financiero*. Bogotá: ECOE, 2015.
- [38] D. Hendricks, "Evaluation of value-at-risk models using historical data," *Econ. Policy Rev.*, no. Apr, pp. 39–69, 1996.
- [39] C. Alexander, *Value-at-risk models*. England: John Wiley & Sons, 2008.
- [40] I. Khindanova, S. Rachev, and E. Schwartz, "Stable modeling of value at risk," *Math. Comput. Model.*, vol. 34, no. 9–11, pp. 1223–1259, 2001.
- [41] M. Crouhy, D. Galai, and R. Mark, *The essentials of risk management*. New York: McGraw-Hill, 2006.
- [42] A. De Lara, *Medición y control de riesgos financieros.*, 3rd ed. México: LIMUSA, 2009.
- [43] L. Machain, *Simulación de modelos financieros*. Buenos Aires: Alfaomega, 2014.
- [44] C. Sengupta, *Financial Modeling Using Excel and VBA*. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, 2004.
- [45] Y. Bao, T. Lee, and B. Saltoglu, "Evaluating predictive performance of value at risk models in emerging markets: a reality check," *J. Forecast.*, vol. 25, no. 2, pp. 101–128, 2006.
- [46] BVC, "Bolsa de Valores de Colombia," 2015. [Online]. Available: <https://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Mercados/informesbursatiles?action=dummy>. [Accessed: 12-Aug-2015].