

Romero, Y.; Barrientos, L. (2013). Selección de carteras: una mirada a las metodologías estudiadas y aplicadas en Colombia. *Contaduría Universidad de Antioquia*, 63, 69-84.

# Selección de carteras: una mirada a las metodologías estudiadas y aplicadas en Colombia

***Yaneth Patricia Romero Álvarez***

Docente Investigadora Departamento de Ciencias Contables,  
Facultad de Ciencias Económicas,  
Universidad de Antioquia.  
yromero@gmail.com

***Liliana Barrientos Barrientos***

Administradora Financiera, Fundación Universitaria Ceipa

---

Este artículo es producto del Trabajo de grado de la estudiante en formación Liliana Barrientos en apoyo al proyecto de investigación “Software Educativo de gestión de portafolios de inversión” a cargo de la docente durante su estancia en la Fundación Universitaria Ceipa.

### **Selección de carteras: una mirada a las metodologías estudiadas y aplicadas en Colombia**

**Resumen:** *La meta principal de los inversionistas en los mercados financieros es lograr maximizar los rendimientos de su portafolio pero bajo el escenario de un mínimo de riesgos. Este documento presenta una reseña bibliográfica sobre algunas de las metodologías estudiadas para conformar portafolios óptimos de inversión en Colombia bajo un criterio de diversificación de los activos. Como resultado de esta investigación, se concluye que la Teoría Moderna de Selección de carteras de Harry Markowitz, es la más utilizada en las investigaciones, a través de simulaciones basadas en la herramienta tecnológica Microsoft Excel.*

**Palabras clave:** *Selección de carteras, portafolios de activos financieros, Colombia.*

### **Portfolio selection: a look at the methodologies studied and applied in Colombia**

**Abstract:** *The main goal of investors in financial markets is to maximize returns on their portfolio but under minimum risk. This paper presents a literature review on some of the studied methodologies to form optimal investment portfolios in Colombia under a criterion of diversification of assets. As a result of this research, it is concluded that the Modern Theory of Portfolio Selection by Harry Markowitz is the most widely used in research, through simulations using Microsoft Excel as a technological tool.*

**Keywords:** *Portfolio selection, financial assets portfolios, Colombia.*

### **Sélection de portefeuilles : un regard sur les méthodologies étudiées et appliquées en Colombie**

**Résumé :** *Le but principal des investisseurs dans les marchés financiers est de maximiser les rendements de leurs portefeuilles mais sous le scénario d'un minimum des risques.*

*Cet article présente une analyse documentaire sur certaines méthodologies étudiées pour la conformation de portefeuilles optimales d'investissement en Colombie sous un critère de diversification des actifs. Comme résultat de cette recherche, on se conclut que la théorie moderne du portefeuille de Harry Markowitz est la plus utilisé dans la recherche, à travers de simulations basées sur l'outil technologique Microsoft Excel.*

**Mots-clés :** *Sélection de portefeuilles, portefeuilles d'actifs financiers, Colombie.*

### **Seleção de carteiras: um olhar sobre as metodologias estudadas e aplicadas na Colômbia**

**Resumo:** *O objetivo principal dos investidores nos mercados financeiros é maximizar os rendimentos de seu portfólio, mas, segundo o cenário de um mínimo de risco. Este trabalho apresenta uma revisão da literatura sobre algumas das metodologias estudadas para formar portfólios de investimento ótimos na Colômbia sob um critério de diversificação dos ativos. Como resultado desta investigação, conclui-se que a teoria moderna de seleção de carteiras de Harry Markowitz é a mais utilizada nas investigações, através de simulações com base na ferramenta tecnológica Microsoft Excel.*

**Palavras-chave:** *Seleção de carteiras, portfólios de ativos financeiros, Colômbia.*

# Selección de carteras: una mirada a las metodologías estudiadas y aplicadas en Colombia

*Yaneth Patricia Romero Álvarez y Liliana Barrientos Barrientos*

*Primera versión recibida en noviembre de 2013 – Versión final aceptada en enero de 2014*

## I. Introducción

Como individuos racionales, los inversionistas que forman parte de una sociedad económica organizada, al momento de invertir siempre se hacen el siguiente cuestionamiento: ¿Cómo debo conformar mis portafolios? es decir, ¿cuál es la combinación óptima de activos disponibles que permita maximizar la rentabilidad esperada, pero a la vez exponerse a mínimo riesgo de pérdida? es aquí donde se ha encontrado el reto de la investigación en el área de las finanzas: la composición y gestión de una cartera de activos de inversión que satisfaga las necesidades de los inversionistas.

Un portafolio de inversiones, usualmente conocido como “cartera”, está compuesto por diferentes activos de naturaleza fija o variable en diferentes proporciones, lo cual será el factor fundamental para lograr una diversificación eficiente, es decir, lograr una máxima rentabilidad pero sometido a un riesgo que puede variar de acuerdo a los factores económicos, políticos y sociales de la empresa emisora del activo y de todo el entorno que le rodea. De ahí que encontremos diferentes definiciones de autores como:

- “Un portafolio en términos formales es una colección de activos tanto financieros (por ejemplo: dinero, efectivo, bonos, acciones) como reales (tierras, metales preciosos, edificaciones energéticas) con características propias de plazo, rentabilidad y riesgo” (Cruz & Moreno, 2006).
- “Combinación de títulos valores que posee un inversionista con la finalidad de obtener un buen nivel de rentabilidad minimizando al máximo el riesgo de pérdida en la inversión inicial” (Atehortúa, 2012).
- “Un portafolio óptimo, a la luz del modelo CAPM, es aquél que pertenece a la frontera eficiente, que combinado con una proporción de inversión sin riesgo y dado un determinado nivel de riesgo deseado, maximiza la rentabilidad” (Vélez, 2001).

La composición de cada cartera se hace principalmente de acuerdo al nivel de aversión al riesgo del inversionista, sin embargo, son muchas las metodologías y estudios empleados por investigadores tanto nacionales como internacionales relacionados con la selección de activos que permitan encontrar una relación eficiente entre riesgo y rentabilidad. La principal metodología es la desarrollada por Harry Max Markowitz, en el año 1952, quien ganó el premio Nobel por su artículo “Portfolio Selection”, en el cual describía que los inversores deben optar por portafolios de varios activos en vez de invertir en un solo activo, basados en un nivel de tolerancia al riesgo que se tenga y en un grado de rentabilidad esperado, donde se acepta como medida del riesgo la dispersión, medida por la varianza o la desviación estándar, y al conjunto de combinaciones entre rentabilidad y riesgo se le denomina “frontera eficiente” (Markowitz, 1952).

El propósito de este artículo es hacer una revisión de las diversas metodologías propuestas a lo largo del tiempo para optimizar portafolios de inversión investigadas y desarrolladas, especialmente en Colombia, para así determinar la más adecuada en su aplicación, y la facilidad de manejo para la creación de una herramienta computacional educativa para la conformación de portafolios óptimos con activos de la Bolsa de Valores de Colombia.

## **II. Marco metodológico**

### *II.1. Datos*

Para el estudio de los modelos de selección de activos, se obtuvo mediante la revisión por las palabras clave: “Selección”, “Portafolios”, “Activos” y “Colombia”; principalmente, de publicaciones en bases de datos virtuales como EBSCO, Science Direct y Jstor, encontrando 21 estudios relacionados específicamente con la aplicación o desarrollo de modelos teóricos para la selección de activos en conformación de portafolios óptimos, teniendo como referencia los activos en el mercado financiero colombiano.

### *II.2. Modelos básicos de Selección de Activos*

Según Puerta y Laniado (2010), el modelo planteado por Markowitz (1952) sentó las bases del análisis de conformación de portafolios de inversión, porque utilizó conceptos que han sido de un gran avance teórico y no queda duda que ha sido de gran beneficio académico, ya que el primer pilar de su teoría es la relación entre el riesgo y las variables estadísticas cuya medición es posible, específicamente mediante la varianza histórica de la rentabilidad.

En este mismo artículo, se hace referencia a que este modelo fue posteriormente modificado por James Tobin (1958), quien en 1981 recibió el premio Nobel de Economía por su extensión del modelo de Markowitz, en el que asume que los inversores pueden realizar préstamos bajo la misma tasa de

interés y llegando a la conclusión de que todos los agentes pueden seleccionar el mismo portafolio a pesar de que su actitud hacia el riesgo sea diferente.

Sobre este mismo trabajo de Tobin (1958), autores como Roca (1999) plantean que las metodologías se concentran en el motivo especulativo de la demanda de dinero, donde se considera una cartera de activos financieros en la que el dinero es una reserva de valor segura, pero que no otorga rendimientos que pueden otorgar activos como acciones y bonos, donde se debe poner en riesgo la rentabilidad al tomar diferentes valores, planteando:

Tobin entra a formular un marco optimizador en el cual la demanda de dinero sale de las decisiones de maximizar una función de utilidad en la que los individuos están afectados no solo por la rentabilidad esperada sino también por el riesgo de la cartera modificando la teoría de demanda especulativa de dinero de Keynes (Roca, 1999).

Otra de las metodologías más conocidas internacionalmente es la desarrollada por William Sharpe (1964), John Litner (1965) y Jan Mossin (1966), quienes por separado elaboran los principios del modelo de equilibrio de activos financieros, el cual es conocido en el mundo como CAPM (por sus siglas en inglés, *Capital Asset Pricing Model*) o en español, Modelo de Valoración del Precio de los Activos Financieros, el cual se utiliza para calcular el precio de un activo y pasivo o una cartera de inversiones, y que tiene por objetivo cuantificar e interpretar la relación que existe entre el riesgo y el rendimiento, y a través de esta relación lineal establecer el equilibrio de los mercados financieros.

Puerta y Laniado (2010) en su artículo mencionan otras metodologías como son las de Konno y Annista (1999), quienes proponen un modelo de optimización por medio de la desviación de la media absoluta, con el cual elaboran un esquema computacional que genera soluciones para la selección de portafolios óptimos bajo la existencia de costos de transacción cóncavos que permiten encontrar soluciones de manera eficiente; y la de Cai et al. (2000) como una propuesta más conservadora conocida como el Minimax, donde se plantea una “clara relación entre los retornos esperados de los activos y su importancia en el portafolio óptimo”. Los autores describen que para la elaboración del proceso hay que darle seguimiento a dos pasos: primero, hacer un ranking con los títulos individuales en términos de sus retornos esperados y, segundo, calcular las propiedades de acuerdo con la información arrojada en dicho ranking. “La regla del ranking consiste en diferencias entre los retornos esperados que permiten ver más claramente como la composición del portafolio varía” (Puerta & Laniado, 2010).

### *II.3. Aplicación de modelos de selección de activos en Colombia*

En Colombia, a lo largo de la historia, se han realizado estudios con diferentes metodologías para seleccionar portafolios óptimos de inversión con o sin simulaciones mediante plataformas tecnológicas computacionales basados

en su mayoría en el Modelo de Markowitz y utilizando los procedimientos propuestos por Black (1972), Merton (1973), Levy y Sarnat (1982), Elton y Gruber (1995) y Benninga (1997), que establecen la maximización de la pendiente de la recta que une el punto de la rentabilidad libre de riesgo y la frontera eficiente determinando así la reconocida “Línea del Mercado de Capitales”. Entre los autores colombianos que han desarrollado dichos modelos aplicados al mercado colombiano se encuentran Velez (2001), Buenaventura y Cuevas (2005), Cruz et al. (2007; 2010) y Carbonell y Echavarría (2008), de cuyos resultados se resalta la diversificación óptima de los diferentes portafolios que conforman la frontera eficiente, pero también las debilidades de dicho modelo planteado, como es el aumento de la rentabilidad esperada mediante proyecciones a largo plazo, por lo que en el corto plazo, el nivel de confianza de los resultados disminuye, en este caso el hallazgo más importante de Cruz et al (2007) son las limitaciones que presenta el Excel en modelos de selección de activos.

Otra de las investigaciones realizadas por Cruz et al. (2010), quienes por objetivo plantearon “ilustrar como aplicar el modelo CAPM a países emergentes como Colombia, con altas volatilidades en sus mercados y carencias para ser considerado un mercado eficiente”, fue desarrollado en Excel con el complemento Crystal Ball, agregando a esto para su estudio la metodología de interpolación no lineal de Nelson y Siegel”; tomando como datos la rentabilidad diaria de los TES, y de diferentes acciones, además del valor Beta y la varianza del mercado, determinaron que el CAPM es limitado a los activos que tienen una prima de riesgo, lo que puede conllevar a que si se escogen acciones, las cuales tienen una tendencia bajista, los resultados que se arrojen se pueden considerar incoherentes frente a la realidad que se viva en el momento.

La Tabla 1 señala las metodologías empleadas por los investigadores colombianos interesados en la selección de activos, los cuales van demostrando en el tiempo el nivel de complejidad alcanzado y las diferentes combinaciones de modelos para subsanar las falencias determinadas en el modelo básico del CAPM.

Tabla 1. Metodologías aplicadas por autores colombianos para la Selección de Activos

Fecha	Autor	Metodología
2001	Vélez Pareja	Línea de Mercado de Capitales, Frontera eficiente
2004	Martínez Torres, Restrepo Munera, Velásquez Henao	Optimización bajo incertidumbre, Búsqueda Tabú.
2004	Cruz T., Duarte, Montoya	Programación Lineal
2005	Cruz T., Restrepo, Sánchez C.	Varianza y Covarianza, Programación cuadrática
2005	Conti y Simo, Rodríguez	Markowitz y Redes neuronales
2005	Cruz T., Restrepo	Heurística R Algoritmo

Fecha	Autor	Metodología
2005	Buenaventura Vera, Cuevas Ulloa	Línea del Mercado de Capitales
2006	Cruz Trejos, Restrepo, Morales Pérez	Metaheurística Scatter Search
2006	Cruz T., Restrepo, Aricapa	Meta Heurística Recocido Simulado
2007	Restrepo Correa, Cruz Trejos, Medina Varela	Híbrido Metaheurística, Búsqueda Dispersa, Recocido simulado y búsqueda Tabú.
2007	Cruz T., Restrepo, Medina V.	Markowitz y Línea de Mercado de Capitales
2008	Robledo Escobar, García Gómez	Redes Neuronales y Algoritmo Genético
2008	Meneses Ortiz	Markowitz, CAPM y Redes Neuronales
2008	Ramírez Flórez, Rodríguez Gallego	Markowitz, Método de varianzas Marginales (Commodities)
2008	Carbonell Aldana, Echavarría Elejalde	Teoría de Markowitz (Aplicado en Forex)
2009	Cruz T., Restrepo, Medina Varela	Redes neuronales IGBC
2009	Arrieta Bechara, Torres Cruz, Velásquez Ceballos	Redes neuronales (acción SURAMINV)
2010	Cruz, Pinzón Calendario, Medina	CAPM (Capital a precio del mercado)
2010	Puerta y Laniado	Ponderación Inversa al Riesgo, Media Varianza, mínima varianza
2012	Vargas, Schmalbach, Fontalvo Herrera, Morelos Gómez	Programación Lineal con valor agregado del Método Utastar.

Fuente: *Elaboración propia.*

Entre los autores que se muestran en la Tabla 1, se destacan Cruz et al. (2004) quienes presentan un procedimiento para generar en Excel un portafolio conformado por activos de renta fija del mercado primario y secundario nacional, aplicando el concepto de flujos de caja proyectados a corto plazo y utilizando la técnica de programación lineal, obteniendo un rendimiento óptimo de acuerdo con las condiciones seleccionadas para el portafolio. En este mismo año 2004, Martínez y cols., recurriendo al programa SAS, plantearon una metodología de optimización de portafolios bajo incertidumbre como búsqueda Tabú, la cual es un algoritmo Metaheurístico que puede utilizarse para resolver problemas de optimización combinatoria y de esta forma evaluar la medida de riesgo que se quiere optimizar (Martínez et al., 2004). Los resultados no fueron satisfactorios, ya que al final del periodo las acciones presentaban una rentabilidad negativa, explicada por el comportamiento del mercado en ese tiempo.

Posterior al trabajo de selección de activos con Programación Lineal, Cruz et al. (2005) incursionaron en la metodología de procedimiento de Varianza - Covarianza en el modelo matemático de Programación Cuadrática desarrollado en hoja electrónica Excel, donde buscaban evaluar de una forma técnica la inversión en una acción tomando en cuenta el método de varianza y la frontera

eficiente para determinar, de acuerdo al perfil del inversionista, la composición de su portafolio de inversión. Así mismo, Cruz y Restrepo (2005) propusieron una metodología para la conformación de un portafolio de inversión en acciones de la Bolsa de Valores de Colombia a través de la negociación en el corto plazo utilizando la Heurística “R” (Algoritmo), con la cual analizando variables como liquidez, rentabilidad y riesgo, se escogieron los activos que mostraban los índices bursátiles más favorables, alcanzando con dicho método, una excelente rentabilidad.

Entre los estudios colombianos analizados diferentes al CAPM de Markowitz, encontramos también una metodología aplicada por Cruz y Moreno (2006) sobre la Metaheurística recocido simulado (algoritmo) para determinar el volumen de acciones que maximizan el valor presente neto, técnica usada para definir precios y la dinámica de negociación, donde proponen una metodología para la conformación de portafolios de inversión en acciones de la Bolsa de Valores de Colombia a través de la negociación en el corto plazo; los autores definen la heurística como:

*[Una] Técnica, método o procedimiento inteligente de realizar una tarea que no es producto de un riguroso análisis formal, sino de conocimiento experto sobre la tarea. En especial, se usa el termino heurístico para referirse a un procedimiento que trata de aportar soluciones a un problema con un buen rendimiento, en lo referente a la calidad de las soluciones y a los recursos empleados. Las meta heurísticas son estrategias inteligentes para diseñar o mejorar procedimientos heurísticos muy generales con un alto rendimiento” (Cruz et al., 2006).*

Esta metodología adoptada robustece la conformación del portafolio al comprar a precios más altos y vender a precios más bajos, cada acción permitía obtener una rentabilidad en términos de valor presente neto.

Otra aplicación de la Heurística en Colombia, es la desarrollada por Restrepo y Cruz (2006), utilizando la técnica “Scatter Search” para definir precios y la dinámica de negociación (compra, venta y comisión) en conjunto con la aplicación de un algoritmo de búsqueda dispersa, para determinar el volumen de acciones que maximiza el Valor Presente Neto (VPN) de un portafolio de acciones seleccionado entre la oferta de Bolsa de Valores de Colombia, donde los autores concluyen que a pesar de los buenos resultados obtenidos, se recomienda la comparación del algoritmo con otras técnicas heurísticas.

Restrepo y cols. (2007) por su lado, plantearon la negociación de portafolio de acciones usando un híbrido de la meta-Heurística búsqueda dispersa, recocido simulado y búsqueda Tabú, buscando un excelente rendimiento en la conformación de portafolios con acciones de la Bolsa de Valores de Colombia mediante la compra a los más altos precios y la venta a los precios diarios más bajos, determinando así el volumen de acciones para cada precio que conduzca a optimizar el valor presente neto (VPN); durante la elaboración de este proyecto se plantearon diferentes vacíos o barreras, de los cuales se destacan

las limitaciones encontradas de la Bolsa de Valores, tales como: el volumen de instrumentos financieros que se está dispuesto a comprar no está listado en el mercado, el lote de acciones que se pretende vender solo sea demandado parcialmente en el mercado, el precio del activo a adquirir sea más alto que el proyectado, el precio de venta de las acciones incluidas en el portafolio sea más bajo; el modelo realizado excluye las variables externas que inciden en el mercado (Restrepo y cols., 2007).

En el año 2008, Meneses presenta en su tesis de maestría “Un modelo para estructurar portafolios de inversiones en acciones en Colombia mediante Redes Neuronales”, donde realiza una comparación entre los modelos Clásicos, Markowitz, CAPM y Redes neuronales, incursionando en la relación entre la selección de activos de portafolio y la inteligencia artificial como mecanismo de predicción de los precios y de las composiciones porcentuales; para ello, utilizó dos programas de simulación: Neurosolutions y Easynn; tomando datos de los precios históricos de acciones que tenían alta bursatilidad y que a su vez, generaban rentabilidad de la Bolsa de Valores de Colombia, el autor encontró que las redes neuronales tienen un mayor margen de acercamiento que el método tradicional, lo cual se convierte en insumo importante en la búsqueda de aplicación de soluciones para la conformación óptima de portafolios.

Posteriormente, en el año 2010, Puerta y Laniado plantearon un análisis de la ponderación inversa al riesgo (PIR), donde buscan:

Determinar el comportamiento de la estrategia de selección de portafolios que asigna una ponderación a cada activo inversamente proporcional al riesgo individual del mismo (PIR) y compararla con las estrategias clásicas de media-varianza (M-V), mínima varianza (MINVAR) y estrategia equiponderada (1/N).

Los resultados determinaron que existe evidencia de un mejor desempeño de la PIR con respecto a las técnicas clásicas, en términos de indicadores de rentabilidad, riesgo, ratio de Sharpe, Turnover (costos) y Turnover (estabilidad); sin embargo, en la elaboración del artículo los autores plantearon diferentes vacíos o dificultades como que:

Las técnicas que permiten diseñar sistemas internos de medición no gozan de un nivel suficiente de implementación, dado que las valoraciones de riesgos son cuantificadas a través VaR (Value at Risk-cuantil alpha de la distribución de pérdidas) implementado por el Banco de la República, el cual presenta diversos problemas, entre ellos: inestabilidad numérica (en especial para distribuciones de pérdidas no normales y de cola pesada), no tiene en cuenta la magnitud de las pérdidas que lo superan, no cumple las condiciones de una medida de riesgo coherente (Puerta y Laniado, 2010).

Además de lo anterior, según Artzenar et al. (1998) también son otro vacío de los modelos aplicados en Colombia: “las políticas desarrolladas utilizando la matriz de covarianza muestral, son extremadamente inestables debido al error

de estimación, generando ponderaciones que tienen alta fluctuación en cada rebalance del portafolio”

En forma más reciente, Vergara et al. (2012) propusieron la aplicación de un modelo Utastar en la evaluación de un conjunto de portafolios de inversión para determinar su rentabilidad a través de la búsqueda de un portafolio que genere mayor utilidad marginal equivalente a la elección más adecuada, este trabajo es una:

Modificación del modelo original UTA (utilidad aditiva) creada por Jaquet-Lagr y Siskos (1982), representado por un modelo de programación lineal, con un valor agregado del modelo Utastar que radica al introducir un doble posible error en cada función de utilidad, con validación del modelo de acuerdo a un coeficiente de correlación de Kendall (Vergara et al., 2012).

Este estudio fue realizado con 5 alternativas de inversión en cual se tuvieron en cuenta datos de relevancia para las empresas como lo son el Valor presente neto, la tasa interna de retorno, el periodo de repago, la alineación con el negocio riesgo técnico y complejidad, y un alto grado de participación de criterio cualitativo, con el que los autores concluyen que:

Se expone que se logró una jerarquía de alternativas consistentes a un ranking preliminar”, pero argumentaron algunos vacíos durante la elaboración como “Complejidad creciente del modelo (posee múltiples etapas) a medida que se agregan nuevos criterios y alternativas; el orden en el que estén dispuestas las alternativas afecta directamente los resultados arrojados por el método (Vergara et al., 2012).

#### *II.4. Composición por tipo de producto del mercado financiero*

Existen infinidad de activos financieros con los cuales se puede negociar y obtener rentabilidad a partir de la conformación de portafolios óptimos, ya sea concentrados en un solo tipo de producto financiero o realizando algunas combinaciones, lo cual influye directamente en los hallazgos que se obtienen. Por ejemplo, algunos de los autores estudiados combinan activos de renta fija y variable en Colombia como Buenaventura y Cuevas (2005) y Cruz et al. (2004), quienes establecieron que el 88% del portafolio es dominado ampliamente por la Renta fija y que los estudios se pueden realizar con periodos diarios, quincenales, mensuales o mucho más amplios, mientras que en la aplicación de dichas metodologías en portafolios de divisas, autores como Carbonell y Echavarría (2008) concluyeron que el portafolio estaría ampliamente dominado por las divisas que se proyecte tengan un fuerte fortalecimiento o revaluación frente al dólar de Estados Unidos, es decir, las de mayor negociabilidad, rentabilidad e importancia mundial y en Latinoamérica.

En trabajos de aplicación a sólo renta variable, como fue el caso de Cruz et al. (2005), se determinó que en acciones colombianas con probabilidad de

pérdida menor al 50%, el grado de rentabilidad que se obtiene es mayor al grado de riesgo que se asume.

De los 21 estudios analizados, el modelo desarrollado por Restrepo y Cruz (2006), es una primera aproximación a una metodología que considera otros factores en el mercado, como es la tasa libre de riesgo y el mercado de divisas, entre otros; el artículo plantea la metodología para calcular los posibles precios de las acciones a corto plazo (5 días).

Por su parte, Ramírez y Rodríguez (2008) presentaron un proyecto de estructuración de portafolios de inversión en *commodities* agrícolas y metales, donde por medio de herramientas en Excel presentan la metodología de Markowitz y el método de varianzas marginales, comparando la rentabilidad del portafolio conformado con el Índice Goldman Sach Commodity (GSCI), el cual sirve como punto de referencia para la inversión en los mercados de materias primas y como una medida del rendimiento de productos básicos con el tiempo; en dicho proyecto utilizaron cuatro formas para medir el desempeño (Alfa de Jensen, Índice de Sharpe, Índice de Treynor y el Coeficiente de Información), tomando como activo cero riesgo para soportar y comparar bonos del tesoro de Estados Unidos, encontrando como resultado que un portafolio de dicho tipo de activos se debe recomponer cada seis meses, debido a la volatilidad de los precios que ocasionan el cambio de la actitud de los inversionistas hacia el riesgo y en el cual no se deben tener en cuenta solo los precios históricos, sino también las proyecciones de sobre futuras utilidades como bienes sustitutos que puedan incentivar el alza de los precios de los activos por el aumento en su demanda.

### *II.5. Software utilizado en la selección de activos para la conformación de portafolios en Colombia*

De los estudios encontrados, el 76% se realizó en aplicaciones en Excel, de los cuales el 44% fueron elaborados en Solver, el 18% en Visual Basic y el 38% restante en Crystal Ball.

La Tabla 2 señala en detalle el software utilizado en cada uno de los 21 estudios analizados.

**Tabla 2.** *Software utilizado para la modelación de técnicas en la Selección de activos de portafolios*

Fecha	Autor	Utilización de software
2001	Vélez Pareja	Solver en Excel
2004	Martínez Torres, Restrepo MUnera, Velásquez Henao	Plataforma Concurso bolsa Millonaria & Programa SAS
2004	Cruz T., Duarte, Montoya	Solver en Excel

Fecha	Autor	Utilización de software
2005	Cruz T., Restrepo, Sánchez C	Solver en Excel
2005	Conti y Simo, Rodríguez	Statisca Neural Network 4,0 & Solver en Excel
2005	Cruz T., Restrepo	Visual Basic para Excel
2005	Buenaventura Vera, Cuevas Ulloa	Solver en Excel
2006	Cruz Trejos, Restrepo, Morales Pérez	Visual Basic para Excel
2006	Cruz T., Restrepo, Aricapa	Crystal Ball en Excel
2007	Restrepo Correa, Cruz Trejos, Medina Varela	Visual Basic para Excel
2007	Cruz T., Restrepo, Medina V	Solver en Excel
2008	Robledo Escobar, García Gómez	Neural Tool en Excel y Solver Premium
2008	Meneses Ortiz	Neurosolutions, Easynn, Solver en Excel
2008	Ramírez Flórez, Rodríguez Gallego	Excel
2008	Carbonell Aldana, Echavarría Elejalde	Excel
2009	Cruz T., Restrepo, Medina Varela	Neurosolutions
2009	Arrieta Bechara, Torres Cruz, Velásquez Ceballos	No específica
2010	Cruz, Pinzón Calendario, Medina	Crystal Ball en Excel
2010	Puerta y Laniado	No específica
2012	Vargas, Schmalbach, Fontalvo Herrera, Morelos Gómez	Excel
	Linares Vásquez	Excel

Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, Linares (2006) plantea el desarrollo de una herramienta computacional, basada en la minería de datos, para soporte al proceso de selección de portafolios, el cual pretende presentar el modelo de datos que soportará el desarrollo del primer componente de generación de expectativas (con base en los valores históricos de las series financieras y dinámica del mercado se construyen expectativas acerca el comportamiento futuro de los activos) y analizar el uso de una técnica de agrupación en el proceso y su factibilidad de implementación, se plantea un “Modelo basado en técnicas de agrupación, para la extracción de patrones frecuentes en series financieras”. El conjunto de datos se construye con los precios de cierres, valores reales del mercado bursátil de los Estados Unidos, donde por medio de la técnica *k-means* con medida de similaridad  $L2^3$  como el algoritmo de la agrupación del proceso, estudio que arroja porcentajes de agrupación y patrones encontrados (Linares, 2006).

## *II.6. Uso de Redes Neuronales en la selección de activos*

Las Redes Neuronales deben ser entendidas para este artículo como modelos de predicción, por ejemplo, Meneses (2008) expone que al igual de los indicadores y osciladores se trabaja con datos históricos y con ventajas de incorporar información del análisis fundamental “explorando la ventaja de tipo no paramétrico siendo la topología de la red que se va a utilizar”, plantean que las Redes Neuronales artificiales “pueden trabajar con distintos tipos de funciones matemáticas, tales como: logaritmos naturales, raíces, potencias etc”; este artículo resalta la utilización de las Redes Neuronales para facilitar la toma de decisiones estratégicas en escenarios financieros en gran medida impredecibles, ya que el mercado de la Bolsa de Valores es volátil (Meneses, 2008).

Robledo y García (2008) proponen la conformación de un portafolio de inversión en acciones a través de las redes neuronales y algoritmo genético, en el cual utilizan el programa Neuro Tools en Excel y el método de optimización multicriterio con la Metaheurística de algoritmo genético (Solver Premium), en este estudio:

Se aplicaron y analizaron los diferentes modelos para establecer el desempeño óptimo del portafolio en 5 acciones encontrando que hasta el momento el objetivo es minimizar el riesgo con la máxima rentabilidad dando el peso menor de las acciones que mayor riesgo tienen lo puede determinar el algoritmo genético” (Robledo & García, 2008)

Las Redes Neuronales arrojan datos muy dispersos, por tanto deben ser creadas por lo menos con 2 variables, a no ser que se compare con el IGBC cada una de las acciones.

Arrieta, Torres y Velásquez (2009) deciden ampliar la discusión sobre predicción de mercados y otorgar nuevos criterios que permitan constatar la teoría financiera en mercados colombianos, utilizando las Redes Neuronales como metodología para evaluar la eficiencia y rentabilidad de la acción de Suraminv, acción escogida por los autores por ser una de las que tuvo mayor participación en el Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia durante el tiempo que se estuvo realizando el estudio; con esta investigación “los resultados de las redes neuronales, mostraron que es posible capturar adecuadamente la dinámica de los datos in simple (estimación del modelo) y out of simple (no interviene en el cálculo y se utiliza para la prueba)” (Arrieta, Torres & Velásquez, 2009).

En el año 2009, Cruz, Restrepo y Medina también realizan una investigación donde:

Se expone como pronosticar el comportamiento del Índice general de la Bolsa de Valores de Colombia a través de la metodología de las Redes Neuronales, brindando

al inversionista la posibilidad de proyectar el comportamiento del mercado bursátil colombiano de forma eficiente (Cruz, Restrepo & Medina, 2009).

En esta Investigación se utilizó el software Neurosolutions, donde tomando como base los datos históricos de la acciones, arrojó que “las redes neuronales tienen una aplicación práctica en el mercado bursátil porque no depende de supuestos teóricos sobre lo que se basan las técnicas estadísticas” (Cruz, Restrepo & Medina, 2009).

### **III. Conclusiones**

Como respuesta a una de las grandes incertidumbres que tienen los inversionistas en la selección de activos para invertir, buscando siempre obtener mayor rentabilidad y menor riesgo se da inicio a una búsqueda exhaustiva de los diferentes estudios aplicados que se han realizado en Colombia para la conformación de portafolios de inversión utilizando diferentes metodologías.

Al realizar una reseña del material bibliográfico, en el transcurso de esta investigación, se pudo descubrir que la mayoría de los estudios fueron realizados en la Universidad Tecnológica mediante diferentes métodos como programación Lineal, Redes Neuronales, línea del mercado de capitales, la frontera eficiente, entre otros, los cuales buscaban llegar al mismo objetivo de selección de activos financieros para conformar portafolios de inversión.

Al realizar una comparación entre las 21 investigaciones halladas con un mismo fin de maximizar la rentabilidad con una disminución del riesgo, encontramos que la Teoría Moderna de Selección de carteras de Harry Markowitz, es la base de toda investigación donde se despliegan nuevos aportes a la estructuración de Portafolios; también, desde el enfoque de horizonte de tiempo, se le otorga peso a las metodologías que no son de portafolios corto plazo, ya que la mayoría de las metodologías, hablando de la Metaheurística, son de toma de decisiones máximo de 5 días y realizando operaciones de compra y venta constantemente. En otros trabajos, sin embargo, encontramos que la generación de rentabilidad se llevaba a cabo en traer las ganancias al Valor Presente neto, realizando supuestos de montos a invertir. El algoritmo genético siendo otra de las metodologías utilizadas por los autores, permite escoger los activos que presenten un mínimo de riesgo y la proporción de cada uno de ellos para la conformación de un portafolio óptimo.

Una de las conclusiones que arrojan los trabajos realizados con Redes Neuronales es que dicho modelo propuesto tiene importancia porque se puede utilizar como parte integral de las operaciones financieras de las empresas, ya que sus aplicaciones son amplias, desde la planeación, la administración y cobertura de riesgos, entre otros.

## IV. Discusión

El tema de estructuración de portafolios óptimos en Colombia mediante desarrollo de software aplicando diferentes metodologías, no ha sido muy estudiado considerando que la causa de éste es la poca información que podemos obtener al realizar investigaciones exhaustivas en el mercado de valores colombiano.

En la elaboración de este estudio se quiso hacer netamente una búsqueda de información donde se plantean las metodologías que fueron elaboradas en Colombia para la selección de activos financieros para construir portafolios óptimos, de tal forma que se pudiera conocer a nivel general las diferentes teorías aplicadas y sus resultados. Sin embargo, dada la temática de esta investigación, lo interesante a continuar en esta línea sería poder llegar a encontrar estudios con nuevas metodologías que permitan definir con mayor precisión y exactitud el proceso a realizar para la selección de activos en los cuales invertir y crear portafolios óptimos, especialmente aquellas que refuten las teorías tradicionales.

## Referencias bibliográficas

- Afincado (s.f.). *Suizatraders*. Recuperado el 6 de 05 de 2013, de suizatraders: <http://www.suizatraders.com/cartera-inversion>
- Artzenar, P., Delbaen, F., Eber, J., & Heath, D. (1998). Coherent Measures of Risk. *Working Paper*, 1-24.
- Atehortúa, J. A. (2012). *Mercado de Capitales y portafolios de inversión*. Medellín: Ediciones de la u.
- Bolsa de valores de Colombia (s.f.). *Bolsa de valores de Colombia*. Recuperado el 22 de Abril de 2013, de <http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/GlosarioResultado>
- Buenaventura, G., & Cuevas, A. F. (2005). Una propuesta metodológica para la optimización de portafolios de inversión y su aplicación al caso Colombiano. *Estudios Gerenciales*, 9, 13-36.
- Carbonell, B. E., & Echavarría, L. (2008). Estructuración de un portafolio óptimo de inversión en divisas representativas del mercado Forex. *Soluciones de Posgrado EIA*, 2, 79-92.
- Cruz T, E. A., Duarte, T., & Arias, L. (2004). Procedimiento para realizar inversiones en instrumentos financieros utilizando la programación lineal. *Scientia et Technica*, X(26), 111-114.
- Cruz T, E. A., Restrepo, J. H., & Medina V, P. D. (2009). Pronóstico del índice general de la bolsa de valores de Colombia usando redes neuronales. *Scientia et Technica*, 1(41), 129-134.
- Cruz T, E. A., Restrepo, J. H., & Medina V, P. D. (2007). Selección de portafolio de acciones a partir de la línea de mercado de capitales con activos financieros de Colombia. *Scientia et Technica*, XIII(35), 299-304.
- Cruz T, E. A., Restrepo, J. H., & Moreno, A. (2006). Negociación de Portafolios de acciones usando la Metaheurística Recocido simulado. *Scientia et Technica*, XII(30), 301-306.
- Cruz T, E. A., Restrepo, J. H., & Moreno, A. (2006). Negociación de portafolios de acciones usando la Metaheurística recocido simulado. *Scientia et Technica*, XII(30), 301- 306.
- Cruz T, E. A., Restrepo, J. H., & Sánchez C, J. J. (2005). Portafolio de inversión en acciones Optimizado. *Scientia et Technica*, XI(27), 175.180.
- Cruz, J. S., Villarreal, J., & Rosillo, J. (2007). *Finanzas Corporativas Valoración, Política de Financiamiento y Riesgo*. Bogotá: Thomson.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, 77-91.

- Meneses, L. E. (2008). *Modelo para Estructurar Portafolios de inversiones en acciones en Colombia mediante Redes neuronales*. Pereira.
- Puerta, A., & Laniado, H. (2010). Diseño de estrategias óptimas para la selección de portafolios, un análisis de la ponderación inversa al riesgo (PIR). *Lecturas de Economía*, 73, 243-273.
- Roca, R. (1999). *El Modelo de portafolio de Tobin de la demanda de dinero*. Recuperado el 24 de abril de 2013, de Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Facultad de ciencias económicas: <http://economia.unmsm.edu.pe/>
- Vélez, I. (2001). Selección de portafolio óptimo: Una nota. *Working Paper*, (14), 2-14.
- Vergara, J. C., Fontalvo, T., & Morelos, J. (2012). Aplicación del modelo de decisión Multicriterio Utastar para la selección de portafolios de Inversión. *Global Conference on Business and Finance Proceeding*, 7(2), 961-966.