

## VALORACIÓN DE ACTIVOS DE RENTA VARIABLE PARA EL MERCADO ACCIONARIO COLOMBIANO EN LOS SECTORES INDUSTRIAL, COMERCIAL Y DE SERVICIOS 2009-2013: MODELOS FAMA & FRENCH Y REWARD BETA\*

### ASSESSMENT OF ASSETS OF VARIABLE INCOME FOR THE COLOMBIAN STOCK MARKET IN THE INDUSTRIAL SECTORS, COMMERCIAL AND OF SERVICES 2009-2013: MODELS FAMA AND FRENCH AND BETA RE-WARD

Andrés R. Cruz Hernández\*\*

Germán E. Jaulín Acero\*\*\*

Diana M. Carmona Muñoz\*\*\*\*

Recibido: 25/06/2015- Aceptado: 14/10/2015

Cómo citar este artículo: Cruz, A., Jaulín, G. y Carmona, D. (2015). Valoración de activos de renta variable para el mercado accionario colombiano en los sectores industrial, comercial y de servicios 2009-2013: modelos fama & French y Reward Beta. *Sinapsis* (7), 118-136.

#### Resumen

El presente artículo de investigación se fundamenta en el interés de presentar los resultados derivados en la aplicación de modelos de valoración de activos a los títulos de renta variable para el mercado accionario colombiano en los sectores industrial, comercial y servicios. Para tal propósito se desarrollan los modelos multifactoriales de valoración como Fama, French y Reward Beta. Por otro lado, se plantea en el desarrollo la comparación de dos escenarios de tiempo, el primero a corto plazo partiendo de la tasa cero cupón a 1 año y el otro a largo plazo usando como tasa libre de riesgo la cero cupón a 10 años. En la investigación se concluye que en la estimación de los retornos esperados para activos de renta variable en el mercado accionario colombiano, el modelo de tres factores es el que presenta mejor ajuste en los resultados de la valoración en el periodo de muestra.

**Palabras clave:** valoración de activos, renta variable, rentabilidad.

#### Summary

The present fact-finding article is based on the interest of presenting the results derived in the assets application of models of assessment to the titles of variable income for the Colombian stock market in the industrial sectors, commercial and services. For such purpose the multi-factorial models of assessment as Fame & French and Reward Beta are developed. In addition, it proposes in the development, the comparison of two time stages, first, on the short-term beginning with the zero rate coupons to 1 year and the other on the long term using as a risk-free rate the zero coupons to 10 years. In the investigation is concluded that in the estimate of the returns expected for assets of variable income in the Colombian stock market, the model of three factors is the one that presents better adjustment in the results of the assessment in the sample period.

**Keywords:** asset valuation, variable income, return.

**JEL:** G2

#### Introducción

Para los mercados de valores es de gran importancia crear espacios, en los cuales se puedan aplicar métodos cuantitativos que permitan brindar mayor información sobre el comportamiento de los activos y estimar

los factores que pueden influir en sus rendimientos, proporcionando mayores niveles de información a los agentes dentro de los mercados para la toma de decisiones.

\* Este artículo es resultado del proyecto de investigación titulado: Valoración de activos de renta variable para el mercado accionario colombiano en los sectores industrial, comercial y de servicios 2009-2013: CAPM, Modelos Fama & French y Reward Beta. Proyecto desarrollado en la Universidad de La Salle.

\*\* Profesional en Finanzas y Comercio Internacional. Universidad de La Salle. Correo electrónico: acruz71@unisalle.edu.co

\*\*\*Profesional en Finanzas y Comercio Internacional. Universidad de La Salle. Correo electrónico: gjaulin69@unisalle.edu.co

\*\*\*\* Docente investigadora, Programa de Finanzas y Comercio Internacional, Facultad de Ciencias Económicas y Sociales Universidad de La Salle, Bogotá, Colombia. Economista, Universidad de la Salle, Bogotá, Colombia. Magister en Finanzas, Universidad Externado de Colombia, Bogotá, Colombia. Estudiante del Doctorado en Finanzas y Economía Cuantitativa de la Universidad del País Vasco UPV/EHU, Bilbao, España. Miembro del grupo de investigación Mercados y Desarrollo Empresarial Global. Universidad de la Salle. Correo electrónico: dcarmona@unisalle.edu.co

valoración de activos de renta variable para el mercado accionario colombiano en los sectores industrial, comercial y de servicios 2009-2013: modelos fama & french y reward beta

Fama y French (2004) aseguran que el modelo más usado para estimar los retornos de un activo es el CAPM, no obstante, diferentes estudios han comprobado que este modelo se ajusta mejor a mercados desarrollados, obteniendo resultados diferentes con respecto a los mercados emergentes, ya que dentro del modelo se encuentran implicaciones desde los supuestos que hacen incoherente su aplicación en algún mercado, supuestos planteados por Sharpe (1964) como: no existen impuestos, siempre habrá competencia perfecta en el mercado, los mercados tienen simetría de información, es decir, que hay eficiencia en el mercado, y por último, solo se encuentra un indicador para medir el riesgo del portafolio.

Es por esto que el objeto del estudio de la investigación, es el de aplicar métodos de valoración a los activos de renta variable en los sectores industrial, comercial y de servicios para el mercado accionario colombiano entre el periodo 2009-2013, utilizando los modelos de Fama y French y Reward Beta, con el fin de determinar cuál de estos presenta mejores niveles de ajuste en el mercado local. Por otra parte, se realiza una evaluación de cada uno de los modelos, y verificación de su aplicabilidad en el mercado de renta variable local. Finalmente, se realiza una estimación del costo de capital de las empresas seleccionadas en la muestra comparando los resultados obtenidos, estableciendo cuál de ellos presenta mayor ajuste en el cálculo del costo de capital.

Fama y French (1996) desarrollaron una investigación concerniente al costo de capital de las empresas industriales y realizaron una comparación de los resultados entre el modelo CAPM y su modelo de tres factores; en el cual, la información utilizada para llevar a cabo la investigación se obtuvo de 48 empresas pertenecientes al sector industrial que cotizan en los índices AMEX, NYSE y NASDAQ. La metodología empleada fue a través del cálculo del modelo CAPM y de su modelo de tres factores, en los cuales analizaron las volatilidades de cada una de las acciones durante un periodo perteneciente a los últimos 5 años. Para evaluar los resultados obtenidos, hicieron uso de diferentes instrumentos y de esta manera realizaron un seguimiento a varios de los errores por medio de regresiones condicionales, usando el tamaño de las empresas como punto de partida para la sensibilidad del modelo.

Dubova (2005) en su trabajo muestra los resultados de la validación y aplicabilidad de la teoría de portafolio en el caso colombiano, en donde se aplicó el modelo CAPM (Capital Asset Pricing Model) para el mercado bursátil local, haciendo uso de una optimización lineal a un modelo de portafolio simple y a otro mejorado.

Obteniendo así como resultados y conclusiones, que la aplicación de dicho modelo en el país es poco frecuente, y de igual forma, que dicha aplicación es mucho mejor a nivel internacional, debido a que el mercado no cumple con las condiciones o características del mercado eficiente.

Por otra parte, Perilla (2008) realizó un análisis de la Teoría de Portafolio y su aplicación (Modelo CAPM cálculo de los coeficientes Beta) a los activos que hacen parte de la canasta de acciones de la Bolsa de Valores de Colombia por medio de una construcción de diferentes carteras hipotéticas utilizando la Teoría de Portafolio. A su vez, realiza una comparación con el contexto internacional, obteniendo como al final de su trabajo que los resultados de la aplicabilidad del modelo CAPM al mercado accionario colombiano no son definitivos puesto que no muestran indicios claros, debido a que los coeficientes Beta encontrados para el mercado internacional y el nacional son casi iguales y las volatilidades halladas son bastante diferentes.

Ramírez y Serna (2012), en un intento adicional para realizar la verificación y efectividad de un modelo de valoración en el caso colombiano utilizando el procedimiento de Black, Jensen y Scholes (1972), introduce cambios metodológicos importantes en la metodología econométrica asociados a los problemas de disponibilidad de la información, pero a diferencia de los anteriores documentos, este sorprende en sus conclusiones, ya que resulta que dicho modelo no tiene razón para ser rechazado en la economía colombiana en el período de estudio. Esto obedeció a que el modelo CAPM en el ejercicio de series de tiempo indica que “en general los betas estimados son estadísticamente significativos, lo que valida el modelo de índice único pero no el modelo CAPM” (Ramírez y Serna, 2012: 60). Es decir, el factor de riesgo Beta tiene validez dentro del modelo, ya que puede explicar parte del riesgo de la inversión, pero el modelo como tal no es significativo al momento de ofrecer una valoración y de estimar los retornos esperados.

Londoño y Cuan (2011), realizaron una investigación en la que pretendían determinar si los factores de riesgo de Fama y French, como el tamaño de la firma y la relación de valor en libros a valor de mercado, capturan de una forma más ajustada el retorno esperado promedio de los activos, en comparación con los fundamentales macroeconómicos establecidos en el modelo de Ross (1976) , y un índice de mercado como lo instituye Sharpe (1964); o si por el contrario, estas son variables poco relevantes en la determinación de pronósticos financieros

Andrés R. Cruz Hernández, Germán E. Jaulín Acero, Diana M. Carmona Muñoz

para el mercado de valores colombiano. El trabajo de investigación lo realizaron, utilizando el modelo de redes neuronales artificiales (Artificial Neural Network) partiendo de una estructura de estimación no lineal, en donde permite la captura de ciertas regularidades que presentan los mercados financieros (falla en los datos, patrones de mercado, asimetrías e ineficiencias en la información, entre otras). Al final del trabajo se concluye que el modelo de Fama & French bajo ANN presentó un mejor desempeño, mostrando que este tiene una buena capacidad predictiva para adaptarse a las condiciones del mercado de valores colombiano en comparación al APT que usa variables fundamentales y CAPM que emplea un índice de mercado.

Hernández y Cervantes (2010) se enfocaron en el análisis de los modelos de predicción de los rendimientos financieros. En particular se estudió el modelo CAPM, el modelo Reward Beta y el modelo de tres factores de Fama y French. El objetivo fue determinar mediante un análisis qué modelo explica de mejor manera los resultados de los rendimientos accionarios en Shenzhen, ciudad china. Las pruebas se realizaron bajo el procedimiento de formación de carteras bajo la metodología dispuesta por Fama y French (1992, 1995, 1996), y en la regresión de dos pasos utilizada por Fama y MacBeth (1973), adaptada en el desarrollo del modelo Reward Beta (Bornholt, 2006). Posterior al análisis se concluye que el mejor modelo de predicción de rendimientos para el mercado accionario chino de Shenzhen es el modelo de tres factores de Fama y French.

De igual manera, Kristjanpoller y Liberona (2010) realizaron un trabajo en el cual su objetivo fue efectuar una comparación entre el modelo CAPM, Reward Beta y Fama y French aplicado en el caso del mercado accionario chileno, esto con el fin de mejorar la toma de decisiones al momento de invertir un capital en títulos valor y determinar cuál es el método más efectivo para la valoración de activos en ese país. Este se realizó a través de la construcción de diferentes portafolios ficticios de inversión teniendo en cuenta un número de empresas, así mismo, por medio de regresiones de series temporales y de corte transversal se determinó que el modelo de tres factores de Fama y French puede explicar de manera significativa los retornos accionarios para el período analizado.

### Marco teórico



El primero en realizar un modelamiento y análisis de un mercado financiero como se menciona en Courtault, Kabanov, Bru, Crépel, Arnauld y Lebon (2000), fue el

francés Louis Bachelier en el año de 1900 con su tesis doctoral titulada Teoría de la Especulación, en la cual a través de la teoría del movimiento browniano realizó un modelo por medio del cual intentaba calcular el comportamiento de los precios de diferentes activos financieros, este trabajo resultó ser el primer escrito en el cual se hace uso de las matemáticas aplicadas en el campo de la economía.

Casi inmediatamente a la aparición de los primeros modelos de valoración de activos financieros, hace ya más de medio siglo, surgió el dilema entre su racionalidad y su ajuste a la realidad de las cotizaciones observadas en los mercados. El primer modelo propuesto de valoración de activos financieros CAPM por sus siglas en inglés, fue introducido por Jack L. Treynor, William Sharpe (1964), John Lintner (1965) y Jan Mossin (1966) basados en el trabajo de Harry Markowitz sobre la diversificación y la Teoría Moderna de Portafolio (Markowitz, 1952).

Posteriormente, en la década de los setenta, Ross (1976) desarrolló la Teoría del Arbitraje (Arbitrage Pricing Theory) en la cual plantea que el retorno esperado de un activo financiero puede ser modelado como una función lineal de varios factores macroeconómicos, donde la sensibilidad a cambios en cada factor es representada por un factor específico, el coeficiente beta. Por otro lado, en el año de 1992, Eugene Fama y Kenneth French propusieron un modelo basado en el CAPM, en el que usaron tres factores para determinar los retornos de las acciones, donde los autores notaron que este no incluía diferentes variables que influyeran en los retornos de un portafolio. Por último, Bornholt desarrolla un modelo en el año 2006 como una alternativa para el CAPM llamado Reward Beta, este esquematiza el modelo original del CAPM añadiendo una serie de modelos para que los inversionistas calculen el riesgo específico que asumen a su portafolio. Los modelos de valoración se construyeron bajo el supuesto de que los inversores son adversos al riesgo; por lo tanto, cuanto mayor sea el riesgo de un activo, mayor será la rentabilidad que los inversores exigirán para estar dispuestos a invertir en él.

### Modelos factoriales en la valoración de activos

#### Modelo de Capital Assets Pricing Model (CAPM)

Este modelo fue desarrollado por Sharpe (1964); en este, se realizó un modelo lineal y positivo entre la rentabilidad esperada del activo y su covarianza con la rentabilidad de la cartera del mercado, es decir, un esquema de medición de portafolios donde brinda el

valoración de activos de renta variable para el mercado accionario colombiano en los sectores industrial, comercial y de servicios 2009-2013: modelos fama & french y reward beta

máximo de los rendimientos con respecto a un riesgo y también relaciona los retornos esperados del título con el rendimiento del mercado.

De acuerdo con este modelo, Sharpe basa su medición en los siguientes seis supuestos: los inversionistas son adversos al riesgo y buscan maximizar sus utilidades; ningún inversionista tiene el suficiente poder de mercado para influenciar en los precios; la tasa del rendimiento de los activos y su covarianza tienen distribución normal; dentro del mercado existe el activo libre de riesgo; el mercado es perfecto y por último, el mercado tiene información simétrica.

Según Sharpe el modelo es el siguiente:

$$R_i(E) = R_f + (R_m - R_f) * \beta \quad (1)$$

$$\beta = \frac{Covar(R_j, R_m)}{Var(R_m)} \quad (2)$$

Donde:

R<sub>i</sub>: Es el retorno esperado de los activos.

R<sub>f</sub>: Es el rendimiento libre de riesgo de los activos.

R<sub>m</sub>: Es el rendimiento esperado del mercado.

β: Es el riesgo sistémico del mercado.

Años más tarde, Mossin (1966) planteó un modelo de equilibrio de intercambio de este mismo modelo (CAPM), en el cual los individuos buscan maximizar el rendimiento esperado de los activos y las varianzas de la rentabilidad de sus carteras. En este modelo, se supone que hay muchos individuos con diferentes carteras y así mismo, diferentes productos, pero cada uno selecciona una cartera que lo denomina cartera vieja, en la cual los ingresos por venderla serán iguales a los desembolsos por comprar otra que genere mayor utilidad, de tal forma se genera un equilibrio entre oferta y demanda de los activos, que finalmente conlleva a aumentar la utilidad de un individuo, haciendo que disminuya la de otros.

Merton (1973) adhirió otros supuestos que ayudan a esclarecer el análisis que puede tener el modelo CAPM, de acuerdo con unos intervalos en el tiempo, donde señala que un modelo intertemporal es necesario para definir dos cantidades: tanto el número de acciones como el precio de cada acción. Dado lo anterior, define los siguientes tres supuestos: el conjunto de vectores de procesos

estocásticos describen el conjunto de oportunidades y sus cambios, es un tiempo homogéneo “proceso Markov”, el segundo supuesto es que son permitidos cambios locales en los estados de las variables de estos procesos; y por último, para cada activo en los conjuntos de oportunidades en un punto específico del tiempo “t”, la tasa esperada por unidad de tiempo se define por:

$$\alpha = E_t[(t + h) - P(t)]/P(t)/h \quad (3)$$

Donde h tiende a cero y E<sub>t</sub> es la expectativa condicional. Modelo Reward Beta

El modelo desarrollado por Bornholt (2006) es una alternativa para el CAPM, este modelo esquematiza el modelo original del CAPM, pero añade una serie de variables para que los inversionistas calculen el riesgo específico que asumen a su portafolio (β<sub>gi</sub>).

$$R_i(E) = R_f + (R_m - R_f) * \beta_{ri} \quad (4)$$

De acuerdo con el modelo, el beta cambia con respecto al CAPM y se calcula de la siguiente forma:

$$\beta_{ri} = \frac{E(R_i - R_f)}{E(R_m - R_f)} \quad (5)$$

Se puede observar que el beta de riesgo es igual a la proporción de la prima libre de riesgo de la acción con respecto a la prima libre de riesgo del mercado y como se sabe que estas son una recompensa (reward) por asumir el riesgo, el beta queda (β<sub>ri</sub>). Por consiguiente, se usa (ri) para diferenciar el modelo que se está usando, en este caso se quiere enfocar el beta hacia la estimación de los rendimientos esperados y no hacia los riesgos medios; siguiendo la ecuación con el reward beta o beta de recompensa:

$$R_i(E) = R_f + (R_m - R_f) * \beta_{ri} \quad (6)$$

Al comparar el Reward Beta en los títulos de renta variable, se dividen las acciones de acuerdo con un número de carteras establecidas por los investigadores, en cada portafolio se encuentran acciones con riesgos similares para poder estimar el Reward Beta, donde el Beta resultante del portafolio equivale al mismo Beta del título individual. Dado esto, al establecer que se mide un Beta de portafolio en los títulos individuales este se denomina R<sub>j</sub>.

Andrés R. Cruz Hernández, Germán E. Jaulín Acero, Diana M. Carmona Muñoz

$$\beta_{rj} = \frac{E(Ri - Rf)}{E(Rm - Rf)} \quad (7)$$

Debido a que el Reward Beta utiliza un riesgo de cartera similar para algunos títulos, este se ve sesgado al tomar pocos títulos de muestra, Bornholt (2006) establece que los betas del modelo pueden ser estimados en periodos de más de 5 años, ya que este tiempo se considera apropiado para valorar títulos individuales. Para que el modelo sea aplicable y posteriormente se pueda comparar con el CAPM, el modelo del Reward Beta es ajustado de la siguiente manera:

$$R_j(E) = R_f + (R_m - R_f) * \beta_{rj} + (R_m - R_f) * \beta_j + e_j \quad (8)$$

Donde j denota la cartera j y  $e_j$  es un término de error aleatorio con  $E[e_j] = 0$  y  $E[Rme_j] = 0$ . Este modelo se utiliza en las pruebas de regresión con serie de datos de corte transversal, y se llama el modelo beta recompensa. En este modelo, el rendimiento esperado de la cartera j está determinado por su beta recompensa,  $\beta_{rj}$ , la tasa libre de riesgo y la prima de riesgo del mercado.

De acuerdo con Bornholt (2006) se diferencia el modelo de Reward Beta en la forma de calcular los betas al momento de valorar los activos, este señala que el Reward Beta es un cálculo promedio del riesgo, derivado de la prima por el riesgo del mercado en relación con la prima del activo libre de riesgo seleccionado; mientras que en el CAPM, Sharpe (1964) únicamente se escoge un activo libre de riesgo para su ejecución.

### Modelo de tres factores de Fama y French

Estos autores desarrollaron previamente una investigación (Fama, 1965), en el cual explicaron el comportamiento del mercado y comentaron que una prueba aleatoria (series independientes de cambios sucesivos en los precios) debería arrojar como resultado el equilibrio del mercado, ya que si fuera falso, los inversionistas intentarían tomar ventaja y así obtendrían ganancias excesivas, y al hacerlo eliminan la dependencia de los cambios de los precios. De aquí que, en el año de 1973, Fama encuentre en su texto *Observaciones sobre el modelo de mercado y el modelo de dos parámetros* una inconsistencia lógica en el modelo de mercado existente, incluso si el retorno del mercado y el retorno del portafolio son sólidamente normales. Este modelo ha proporcionado la forma estándar en la construcción de portafolios óptimos.



French en el año de 1993, describe los retornos esperados de las acciones a través del análisis de tres elementos: en primer lugar, el rendimiento de la cartera de mercado; en segundo lugar, el rendimiento de una cartera tamaño (medida por la capitalización bursátil) y por último, el rendimiento de una cartera crecimiento Fama & French (1993).

Utilizando como base el modelo del CAPM, los autores notaron que este no incluía diferentes variables que influían en los retornos de un portafolio, ya que solo incluye una variable para estimar el costo de capital. Por ende, se contempló el uso de variables microeconómicas en su explicación, y el modelo finalmente propuesto fue el siguiente:

$$r_i = \alpha_i + r_f + \beta_i r_m + \beta_{1i} SMB + \beta_{2i} HML + e_i \quad (9)$$

En el cual:

$r_i$  = Es el retorno esperado de la acción i.

$\alpha_i$  = El intercepto para el modelo del activo i.

$r_f$  = Tasa libre de riesgo.

$\beta_i$  = Beta de la acción i en relación al rendimiento del mercado.

$r_m$  = Rendimiento del mercado.

$\beta_{1i}$  = Beta de la acción i en relación al factor SMB.

$\beta_{2i}$  = Beta de la acción i en relación al factor HML.

$e_i$  = Error no sistemático.

*SMB* = Diferencia entre el retorno de portafolios con pequeñas empresas y uno de grandes empresas (Small Minus Big). Para la construcción de los factores, cada año se ordenan los activos de la muestra en función de su valor de mercado en diciembre del año anterior, asignándolos a dos grupos: pequeños (S) y grandes (B). De las intersecciones entre SMB y HML surgen seis carteras (*SH, SM, SL, BH, BM y BL*). SMB es una cartera que replica al factor tamaño y se obtiene como diferencia entre la rentabilidad media de las tres carteras de activos pequeños (*SH, SM y SL*) y la rentabilidad media de las carteras de activos grandes (*BH, BM y BL*).

$$SMB = \left( \frac{P1+P2+P3}{3} \right) - \left( \frac{P4+P5+P6}{3} \right) \quad (10)$$

*HML* = Diferencia entre el retorno de los portafolios con empresas de ratio libro bolsa altos y empresas con

valoración de activos de renta variable para el mercado accionario colombiano en los sectores industrial, comercial y de servicios 2009-2013: modelos fama & french y reward beta

ratio libro bolsa bajo (High Minus Low). Así mismo, se clasifican los activos en tres grupos según su cociente valor contable-valor de mercado en diciembre del año anterior así: alto ratio (*H*), medio (*M*) y bajo (*L*). *HML* es una cartera que replica al factor crecimiento y se obtiene como diferencia entre la rentabilidad media de las dos carteras con alto ratio (*SH* y *BH*) menos la de las carteras con bajo ratio (*SL* y *BL*)

$$HML = \left( \frac{P1+P4}{2} \right) - \left( \frac{P3+P6}{2} \right) \quad (11)$$

### Metodología

La investigación que se ejecutó fue de carácter cuantitativo no experimental y se realizó por medio de una estructura de datos de corte transversal. Los pasos que se llevaron a cabo para el desarrollo de la propuesta se agrupan en tres momentos, el primero con la estimación del modelo de tres factores, el segundo relacionado con la estimación del modelo Reward Beta y por último el contraste y análisis de los resultados.

Así mismo, se plantearon dos escenarios de tiempo en la tasa libre de riesgo: en el primero se usó la Tasa Cero Cupón a un año como escenario corto plazo y el segundo escenario a largo plazo se utilizó la Tasa Cero Cupón a diez años, esto con el fin de contrastar los resultados y analizar qué escenario presenta mejores niveles de explicación a los modelos.

Por otro lado, para el ajuste de dividendos y del índice basados en las investigaciones de Carmona y Criollo (2015) y Carmona y Vera (2015) donde construyen la matriz del pago de los dividendos de cada acción, para este estudio se construye entre los periodos 2009-2013, esto debido a que las series de las acciones no muestran el ajuste de pago de dividendos lo que influye dentro de la valoración de la acción y genera sesgos en la estimación de las rentabilidades.

### Set de datos

Se consideraron inicialmente las 64 empresas que cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia las cuales pertenecen al sector industrial (58 firmas), comercial (1 firma) y de servicios (5 firmas). Posteriormente, se escoge las firmas que cotizaron entre el periodo 2009 - 2013 y se eliminaron las compañías financieras por recomendación de Fama y French (1993) como cita Kristjanpoller y Liberona (2010), debido a que el nivel de apalancamiento estandar para el sector y la influencia de este en el ratio libro bolsa no tienen el mismo significado que un apalancamiento alto para compañías financieras, y finalmente, los autores retiraron las compañías que no posean información acerca de su capitalización bursatil o ratio libro/bolsa.

La tabla 1 muestra las acciones consideradas en la muestra debido a la cantidad en los datos de los precios de cierre, ratio libro bolsa y capitalización.

**Tabla 1.** Acciones consideradas en la muestra

Acción	Periodo muestreado desde	Periodo muestreado hasta	Observaciones	Sector
Ecopetrol	Enero 2009	Diciembre 2013	1219	Industrial
Grupo Sura	Enero 2009	Diciembre 2013	1219	Industrial
Grupo Argos	Enero 2009	Diciembre 2013	1219	Industrial
Isa	Enero 2009	Diciembre 2013	1219	Industrial
Eeb	Enero 2009	Diciembre 2013	1219	Servicios
Prec	Diciembre 2009	Diciembre 2013	982	Industrial
Nutresa	Enero 2009	Diciembre 2013	1219	Industrial
Éxito	Enero 2009	Diciembre 2013	1219	Comercial
Celsia	Enero 2009	Diciembre 2013	1219	Industrial
Isagen	Enero 2009	Diciembre 2013	1219	Industrial

Fuente: Elaboración Propia con datos de Bloomberg.

Andrés R. Cruz Hernández, Germán E. Jaulín Acero, Diana M. Carmona Muñoz

Así mismo, se tabularon las acciones que por no presentar la información suficiente y necesaria se descartaron de la muestra:

**Tabla 2.** Acciones que por el número de observaciones no son tomadas en la muestra.

Acción	Periodo desde	Periodo hasta	Observaciones	Sector
Acerias Paz Del Rio	01/01/2009	31/12/2013	1219	Industrial
Avianca Taca Holding	11/05/2011	31/12/2013	1044	Industrial
Biomax Biocombustibles	30/10/2009	19/11/2013	776	Industrial
Canacol Energy Ltd	22/07/2010	30/12/2013	845	Industrial
Carton De Colombia	09/04/2009	16/12/2013	375	Industrial
Carvajal Empaques	01/06/2012	31/12/2013	656	Industrial
Cemex Latam Holdings	15/11/2012	31/12/2013	489	Industrial
Coltejer	01/01/2009	31/12/2013	1219	Industrial
Construcciones El Condor	09/04/2012	31/12/2013	709	Industrial
Constructora Concreto	01/01/2009	31/12/2013	1219	Industrial
Corporacion De Ferias Y Exposiciones	28/08/2009	13/12/2013	54	Industrial
Empresa De Telecomunicaciones De Bogota S.A. E.S.P.	01/01/2009	31/12/2013	1219	Industrial
Enka De Colombia S.A.	01/01/2009	31/12/2013	1219	Industrial
Fabricato S.A	01/01/2009	31/12/2013	1219	Industrial
Fogansa S.A.	20/03/2009	06/12/2013	17	Industrial
Gas Natural S.A. E.S.P.	11/02/2009	29/11/2013	59	Industrial
Industrias Estra S.A.	24/01/2009	17/12/2013	39	Industrial
Míneros S.A.	01/01/2009	31/12/2013	1219	Industrial
Organizacion De Ingenieria Internacional S.A.	01/01/2009	31/12/2013	1219	Industrial
Proenergia Internacional S.A.	25/11/2010	06/12/2013	171	Industrial
Promigas S.A. E.S.P.	08/01/2009	20/12/2013	615	Industrial
Sociedad De Inversiones En Energia S.A.	10/11/2009	23/12/2013	655	Industrial
Sociedades Bolivar	22/01/2009	20/12/2013	283	Industrial
Tablemac S.A.	01/01/2009	31/12/2013	1219	Industrial
Valorem S.A.	01/01/2009	31/12/2013	1219	Industrial
Valores Simesa S.A.	29/01/2009	16/12/2013	286	Industrial
Valores Industriales	09/09/2009	20/11/2013	21	Servicios

Fuente: elaboración propia con base en datos de la BVC.

La información complementaria se obtuvo de fuentes tales como las bases públicas de la Bolsa de Valores de Colombia, la Superintendencia de Sociedades, la Superintendencia Financiera y Bloomberg; y su procesamiento será a través de Microsoft Excel, Risk Simulator y Eviews.



### Parámetros para la construcción de portafolios

El principal criterio para la construcción de los portafolios está basado en la metodología planteada por Fama y French (1993), la cual se describe más adelante. De igual manera, se utilizó la herramienta Risk Simulator, ya que

valoración de activos de renta variable para el mercado accionario colombiano en los sectores industrial, comercial y de servicios 2009-2013: modelos fama & french y reward beta

permite realizar análisis de los tipos de riesgos, elaborar pronósticos en los datos, optimizaciones y creación de informes entre muchas más herramientas.

Descripción de las etapas aplicadas con Risk Simulator.

El simulador de riesgo se utilizó en tres diferentes fases que se desarrollan a continuación.

- **Cálculo de Ajuste de Distribución de Variables Múltiples:** por medio del simulador como se muestra en la figura 1, se creó un resumen estadístico para cada portafolio con el mejor supuesto ajustado, la distribución ajustada de acuerdo con los datos históricos de las acciones; y los parámetros correspondientes (Alfa, Beta, Media, Desviación, etc.), datos que serán usados para el cálculo de los beneficios de los portafolios

Figura 1. Ajuste de Distribución de Variables Múltiples

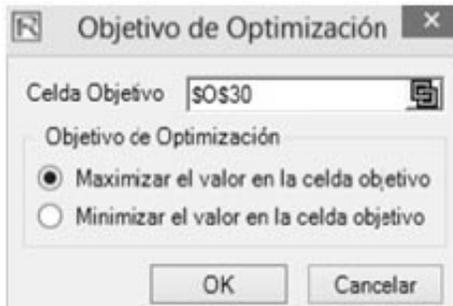
Resumen Estadístico									
Nombre de la Variable			Nombre de la Variable			Nombre de la Variable			
ECOPETROL			ÉXITO			CELSIA			
Mejor Supuesto Ajustado			Mejor Supuesto Ajustado			Mejor Supuesto Ajustado			
0.00			0.00			0.00			
Distribución Ajustada			Distribución Ajustada			Distribución Ajustada			
Laplace			Laplace			Normal			
Alfa			Alfa			Media			
0.00			0.00			0.00			
Beta			Beta			DesvEst			
0.01			0.01			0.01			
Estadístico Kolmogorov-Smirnov			Estadístico Kolmogorov-Smirnov			Estadístico Kolmogorov-Smirnov			
0.03			0.05			0.07			
Prueba Estadística de P-Value			Prueba Estadística de P-Value			Prueba Estadística de P-Value			
0.1327			0.0070			0.0000			
Media		Real		Teórica		Media		Real	
0.00		0.00		0.00		0.00		0.00	
Desviación Estándar		Real		Teórica		Desviación Estándar		Real	
0.01		0.01		0.01		0.02		0.01	
Asimetría		Real		Teórica		Asimetría		Real	
-0.15		0.00		0.00		0.25		0.00	
Curtosis		Real		Teórica		Curtosis		Real	
2.50		3.00		2.61		2.93		0.00	

Fuente: elaboración propia con base en la herramienta Risk Simulator

- **Optimización:** se ejecutó a través de la selección de tres variables, la primera es la variable objetivo (figura 2) que será determinada por el coeficiente de Sharpe, donde se busca encontrar el ratio óptimo en los diferentes portafolios, de manera que se vean maximizados los beneficios con un nivel mínimo de riesgo.

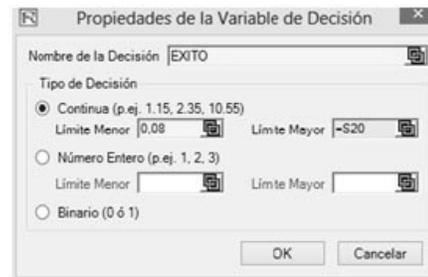
La segunda fue la *Variable Decisión* (figura 3) en la cual, las variables continuas se tomaron como base y se asignó e los pesos mínimos y máximos de inversión de los activos dentro de cada portafolio.

Figura 2. Definición de Variable Objetivo



Fuente: elaboración propia con base en la herramienta Risk Simulator

Figura 3. Definición de Variable Decisión

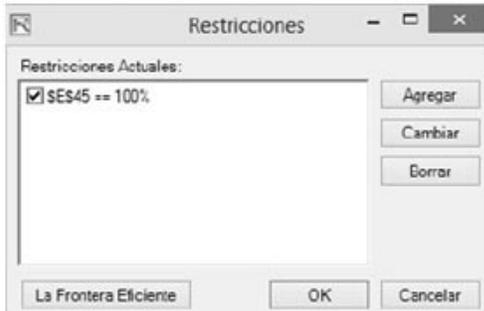


Fuente: elaboración propia con base en la herramienta Risk Simulator

Por último, se definió la *Variable Restricción* (figura 4), en donde por medio de esta se busca que se invierta el total de los recursos dentro de cada portafolio.

Andrés R. Cruz Hernández, Germán E. Jaulín Acero, Diana M. Carmona Muñoz

**Figura 4.** Definición Variable Restricción



Fuente: elaboración propia con base en la herramienta Risk Simulator

Definidas las variables, fue necesario generar un perfil para cada una de las carteras (figura 5) y se le asignó un número de pruebas y nombre, con el fin de obtener aleatoriedad de escenarios a través de una simulación de Montecarlo. La optimización se realizó por el método de Optimización Estática en donde se ejecutó sin simulaciones aleatorias.

**Figura 5.** Generación de nuevo perfil



Fuente: elaboración propia con base en la herramienta Risk Simulator

**Análisis de Regresión Múltiple:** la herramienta generó un análisis de regresión multivariable (lineal, no lineal o escalonada) y crea un detallado reporte de estadísticas de bondad de ajuste, en la cual arrojó las estadísticas de regresión, resultados de la regresión, grados de libertad, pruebas de hipótesis con estadísticos t y f, análisis de varianza (ANOVA) y pronósticos. Dichas regresiones se realizaron para cada uno de los seis portafolios usando los modelos Fama & French y Reward Beta con los escenarios de corto y largo plazo.

### Modelo Reward Beta

La metodología del modelo Reward Beta es común con la del CAPM clásico, pero se diferencia por el cálculo de la variable adicional beta recompensa, este nuevo beta es la base con la que se fundamenta dicho modelo y se obtiene luego de calcular los retornos por portafolio, así mismo, para este modelo la construcción de las carteras está basada en la metodología de Fama & French, con el fin de obtener mejores resultados al momento de compararlos.

En la metodología propuesta Bornholt (2006) para la estimación del Reward Beta se requiere al igual que en el CAPM clásico el rendimiento libre de riesgo, el rendimiento del mercado, el rendimiento del activo y dos medidas de riesgo (riesgo de cartera y riesgo del activo). El cálculo del beta recompensa se hace a través del cociente entre los retornos del portafolio sin exceso y los retornos del mercado sin exceso. El modelo está compuesto así:

$$R_j(E) = R_f + (R_m - R_f) * \beta_{rj} + (R_m - R_f) * \beta_j + e_j \quad (8)$$

$$\beta_{ri} = \frac{E(R_i - R_f)}{E(R_m - R_f)} \quad (7)$$

Donde:

Ri: Corresponde al retorno esperado de los activos.

Rf: Para el escenario de corto plazo se usó la Tasa Cero Cupón a un año y para el largo plazo la Tasa Cero Cupón a diez años para el periodo 2009-2013.

Rm: COLCAP para el periodo 2009-2013.

La principal diferencia de este modelo y el propuesto por Sharpe (1964), se halla en la incorporación de una variable que otorga una recompensa adicional al inversionista, mediante el cálculo de un Beta que no tiene en cuenta los excesos de los retornos.

### Modelo de tres factores de Fama & French

El proceso metodológico para este modelo, que cambia bastante con respecto al anterior; se basa en la creación y selección de portafolios de acuerdo al tamaño y ratio libro bolsa de cada activo. Las variables adicionales de este modelo permiten capturar el efecto tamaño y efecto mercado de la cartera, y de esta forma explicar mejor los retornos del portafolio al estar conformado por empresas de características similares.

valoración de activos de renta variable para el mercado accionario colombiano en los sectores industrial, comercial y de servicios 2009-2013: modelos fama & french y reward beta

El modelo se establece de la siguiente forma:

$$r_i = \alpha_i + r_f + \beta_i r_m + \beta_{1i} SMB + \beta_{2i} HML + e_i \quad (9)$$

En el cual:

RI: Corresponde al retorno esperado de los activos.

Rf: Para el escenario de corto plazo se usó la Tasa Cero Cupón a un año y para el largo plazo la Tasa Cero Cupón a diez años para el periodo 2009-2013.

Rm: COLCAP para el periodo 2009-2013.

$$SMB = \left( \frac{P1+P2+P3}{3} \right) - \left( \frac{P4+P5+P6}{3} \right) \quad (10)$$

$$HML = \left( \frac{P1+P4}{2} \right) - \left( \frac{P3+P6}{2} \right) \quad (11)$$

En la tabla 3 se relacionan las carteras según el factor tamaño y el factor mercado dada la metodología de los autores mencionados.

**Tabla 3.** Formación de carteras según metodología de Fama y French

		TAMAÑO	
		PEQUEÑO	GRANDE
Ratio Libro/Bolsa	Bajo	Portafolio 1 (P1)	Portafolio 4 (P4)
	Medio	Portafolio 2 (P2)	Portafolio 5 (P5)
	Alto	Portafolio 3 (P3)	Portafolio 6 (P6)

Fuente: Kristjanpoller y Liberona (2010)

Siguiendo la metodología utilizada por Kristjanpoller y Liberona (2010), para la construcción de los portafolios se realizaron los siguientes pasos:

1. Categorizar en dos grupos las acciones según su capitalización bursátil al 31 de diciembre de cada año t, subdividiéndolos en dos grupos según percentil 50.
2. Para cada uno de los dos grupos, las acciones son categorizadas por el valor de su ratio libro bolsa calculado en diciembre del año t-1, subdividiéndolos en tres grupos según percentil 30 y 70.

Posterior a la determinación de los factores, Fama y French (1993) construyen 25 portafolios formados según tamaño y ratio libro bolsa, pero en el caso colombiano, al ser menos acciones las utilizadas para el estudio (Tabla 1), se obtendrán menos portafolios.

Sinapsis 7 (7): 118 - 136. 2015. Armenia - Colombia

**Resultados**

Siguiendo la metodología postulada por Fama y French (1993), se generaron los portafolios representados en la Tabla 4, en este se presenta una posible violación al supuesto de racionalidad Media-Varianza en las carteras con ratio libro/bolsa medio debido a la división por percentiles en el factor tamaño y en el factor mercado, y adicional a esto, al bajo número de acciones resultantes en la muestra.

**Tabla 4.** Portafolios de acuerdo a clasificación de ratio libro/bolsa y capitalización.

Ratio Libro/Bolsa	Tamaño	
	Pequeño	Grande
Bajo	<b>Portafolio (1)</b> EEB CELSIA	<b>Portafolio (4)</b> NUTRESA GRUPO SURA
Medio	<b>Portafolio (2)</b> EXITO	<b>Portafolio (5)</b> GRUPO ARGOS
Alto	<b>Portafolio (3)</b> ISAGEN PREC	<b>Portafolio (6)</b> ECOPETROL ISA

Fuente: Kristjanpoller y Liberona (2010)

En la tabla 5 se observan los resultados de la aplicación de la herramienta Risk Simulator, luego de optimizar las participaciones de los activos se obtuvieron los retornos y desviaciones estándar, donde se evidenció que, por un lado el portafolio con un ratio de Sharpe mayor fue el Portafolio 1, y por el otro lado el Portafolio 3 arrojó el ratio menor.

**Tabla 5.** Portafolios Optimizados

PORTAFOLIOS OPTIMIZADOS				
	Varianza	Desviación	Beneficio	Ratio Sharpe
Portafolio 1	0.02%	1.31%	22.19%	16.89
Portafolio 2	0.02%	1.48%	22.90%	15.51
Portafolio 3	0.02%	1.24%	11.77%	9.48
Portafolio 4	0.01%	1.16%	14.70%	12.64
Portafolio 5	0.02%	1.48%	14.98%	10.14
Portafolio 6	0.01%	1.09%	12.59%	11.54

Fuente: elaboración propia basados en el programa Risk Simulator

Una vez obtenidos los resultados y análisis de cada modelo, los autores Nieto y Rodriguez (2004) recomiendan hacer un contraste de los resultados para comprobar la validez de la hipótesis, para esto usan tres medidas: el coeficiente de determinación de los modelos o R<sup>2</sup>, pruebas de significancia individual y pruebas de significancia conjunta de acuerdo con el estadístico F.



Andrés R. Cruz Hernández, Germán E. Jaulín Acero, Diana M. Carmona Muñoz

Por otro lado, Hernández y Cervantes (2010) anuncian que en el caso de que un modelo sea válido se espera que en la regresión econométrica el intercepto sea positivo, lo que quiere decir que el Coeficiente de Correlación Múltiple arrojado en la regresión econométrica deberá ser positivo; es decir, estaría explicado por las variables del modelo. De igual manera, Rogers y Securato (2009) con el fin de comprobar la hipótesis de su investigación realizaron pruebas de mínimos cuadrados ordinarios (MCO) y usando el método ARCH, entre ellos multicolinealidad, heterocedasticidad y normalidad; además de esto, presentan medidas para los niveles de ajuste tales como el coeficiente de determinación ajustado (Adj. R<sup>2</sup>), el criterio de información Schwarz (SIC) y el criterio de información Akaike (AIC).

**Resultados modelos con método de Mínimos Cuadrados Ordinarios**

A continuación se muestran los resultados de las regresiones y pruebas estadísticas de cada uno de los modelos en los escenarios de corto y largo plazo.

**Modelo Reward Beta**

En la tabla 6 se observan las sensibilidades resultantes de las regresiones a través de MCO sobre el modelo de Reward Beta, encontrando que para todos los portafolios los resultados del R<sup>2</sup> es considerablemente bajo, siendo el más alto el de la cartera 4 con un grado de ajuste de 0,5820 y 0,5821 para los escenarios de corto y largo plazo en ese orden. Por otro lado, se puede inferir que la variable específica del Reward Beta no es un factor relevante dentro del modelo en ambos escenarios de tiempo, dado que el factor tiene un valor muy cercano a cero.

**Tabla 6.** Estadísticos a través del método MCO modelo Reward Beta

Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	Numero de Obs	Reward Beta Corto Plazo				Reward Beta Largo Plazo			
			Tamaño Pequeño				Tamaño Grande			
			$\alpha$	$\beta$	R $\beta$	Adj R <sup>2</sup>	$\alpha$	$\beta$	R $\beta$	Adj R <sup>2</sup>
Bajo	1	1218	0.00053	0.507	-0.000005	0.132	0.00050	0.507	-0.0000005	0.1301
Medio	2	1218	0.00064	0.243	-0.0000058	0.025	0.00062	0.242	-0.0000002	0.0227
Alto	3	1218	0.00002	0.773	-0.0000001	0.346	0.0000003	0.772	-0.0000003	0.3467
Bajo	4	1218	0.00008	0.938	-0.0000013	0.582	0.0000078	0.938	0.0000010	0.58210
Medio	5	1218	0.00002	1.109	-0.0000023	0.421	0.0000437	1.109	0.0000003	0.42206
Alto	6	1218	0.00020	0.418	-0.0000046	0.130	0.0001560	0.418	-0.0000044	0.12988

Significancia al 0.05

Fuente: elaboración propia basados en programa Eviews

En las tablas 7 y 8 se relacionan las pruebas de las regresiones sobre el modelo Reward Beta. En estas pruebas se encuentran problemas relacionados con la autocorrelación y la heterocedasticidad en todos los portafolios excepto el número 1. Las demás pruebas, dan resultados dentro de los rangos establecidos para continuar con los análisis, y así mismo la prueba de normalidad no va a ser relevante dentro de la investigación debido a la composición de las carteras.

valoración de activos de renta variable para el mercado accionario colombiano en los sectores industrial, comercial y de servicios 2009-2013: modelos fama & french y reward beta

**Tabla 7.** Pruebas según MCO Reward Beta Corto Plazo

Reward Beta Corto Plazo							
Tamaño Pequeño							
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	Numero de Obs	Durbin Watson	Akaike	Schwarz	White	Jarque Bera
Bajo	1	1218	1.94369	-5.95191	-5.93933	0.38230	0.00000
Medio	2	1218	2.08063	-5.61565	-5.60308	0.00000	0.00000
Alto	3	1218	2.07702	-6.36281	-6.35023	0.08916	0.00000
Tamaño Grande							
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	Numero de Obs	Durbin Watson	Akaike	Schwarz	White	Jarque Bera
Bajo	4	1218	2.25323	-6.93984	-6.92727	0.00000	0.00000
Medio	5	1218	2.39946	-5.96089	-5.94832	0.00390	0.00000
Alto	6	1218	2.15259	-6.33394	-6.32137	0.00000	0.00000

Significancia al 0.05

Fuente: elaboración propia basados en programa Eviews

**Tabla 8.** Pruebas según MCO Reward Beta Largo Plazo

Reward Beta Largo Plazo							
Tamaño Pequeño							
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	Numero de Obs	Durbin Watson	Akaike	Schwarz	White	Jarque Bera
Bajo	1	1218	1.94580	-5.94866	-5.93608	0.39030	0.00000
Medio	2	1218	2.08535	-5.61287	-5.60029	0.00000	0.00000
Alto	3	1218	2.07649	-6.36312	-6.35053	0.87670	0.00000
Tamaño Grande							
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	Numero de Obs	Durbin Watson	Akaike	Schwarz	White	Jarque Bera
Bajo	4	1218	2.25419	-6.94012	-6.92754	0.00000	0.00000
Medio	5	1218	2.40075	-5.96120	-5.94833	0.00280	0.00000
Alto	6	1218	2.15239	-6.33367	-6.32110	0.00000	0.00000

Significancia al 0.05

Fuente: elaboración propia basados en programa Eviews

Los resultados de las pruebas realizadas a las regresiones mostraron un nivel insignificante en la prueba de Normalidad por MCO, y al intentar corregirla por medio de un modelo autorregresivo tampoco dio resultado, por consiguiente se concluye que no hay normalidad en la distribución de los errores según la prueba Jarque Bera, posiblemente por la misma composición de las carteras de un solo activo. Así mismo, la prueba Durbin Watson se evidenció que no hay multicolinealidad, ya que se

comportó dentro de los parámetros establecidos, a excepción de los portafolios 4 y 5 en los dos escenarios de tiempo.

**Modelo de tres factores de Fama & French.**

En la tabla 9 se presentan los valores de las regresiones a través del modelo Fama & French en los dos escenarios de tiempo,



Andrés R. Cruz Hernández, Germán E. Jaulín Acero, Diana M. Carmona Muñoz

obteniendo mayor premio por riesgo las empresas de tamaño según el Beta de cada portafolio. Los valores del grado de ajuste aumentaron en los dos escenarios presentados, esto se debe a que los portafolios presentaron mejor valor de ajuste al ser controlados por los factores de tamaño y ratio libro/bolsa. Siguiendo lo anterior, el R<sup>2</sup> en este modelo aumentó a 0,70861 en escenario de largo plazo y en el corto su mayor grado de ajuste fue de 0,70868.

**Tabla 9.** Estadísticos a través del método MCO Modelo Fama & French

			Fama & French Corto Plazo					Fama & French Largo Plazo				
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	Numero de Obs	Tamaño Pequeño					Tamaño Grande				
			$\alpha$	$\beta$	SMB	HML	Adj R <sup>2</sup>	$\alpha$	$\beta$	SM B	HML	Adj R <sup>2</sup>
Bajo	1	1218	0.0003	0.491	0.293	0.493	0.313	0.0003	0.49	0.29	0.493	0.313
Medio	2	1218	0.0004	0.508	0.784	-0.148	0.278	0.0004	0.50	0.78	-0.148	0.278
Alto	3	1218	-0.00004	1.003	0.535	-0.492	0.634	-0.00004	1.00	0.53	-0.492	0.634
Tamaño Grande												
Bajo	4	1218	0.0001	0.80	-0.266	0.360	0.708	0.00009	0.80	-0.26	0.360	0.708
Medio	5	1218	0.0001	0.89	-0.611	0.145	0.553	0.0001	0.89	-0.61	0.145	0.553
Alto	6	1218	0.0004	0.36	-0.343	-0.446	0.411	0.0003	0.36	-0.34	-0.446	0.410

Significancia al 0.05

Fuente: elaboración propia basados en programa Eviews

En las tablas 10 y 11 se exponen los resultados de las pruebas de las regresiones al modelo Fama y French, estas pruebas son diferentes a las del modelo anterior en cuanto a la prueba de Durbin Watson, ya que los portafolios 4 y 5 no cumplen el máximo (2,2) para rechazar la correlación. La prueba de Akaike y Schwarz arrojaron valores muy pequeños en los dos escenarios, lo que demuestra que el modelo tiene buena capacidad explicativa. Por último, la prueba de White en ningún escenario cumple con el supuesto de ser mayor a 0,05, por consiguiente se confirma su heterocedasticidad en la regresión.

**Tabla 10.** Pruebas según MCO Fama & French Corto Plazo

Fama & French Corto Plazo							
Tamaño Pequeño							
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	Numero de Obs	Durbin Watson	Akaike	Schwarz	White	Jarque Bera
Bajo	1	1218	1.99909	-6.18492	-6.16816	0.00000	0.00000
Medio	2	1218	2.02824	-5.91546	-5.89869	0.00000	0.00000
Alto	3	1218	2.17587	-6.94219	-6.92543	0.00000	0.00000
Tamaño Grande							
Bajo	4	1218	2.27209	-7.29989	-7.28312	0.00000	0.00000
Medio	5	1218	2.30556	-6.21818	-6.20142	0.00000	0.00000
Alto	6	1218	2.03552	-6.72230	-6.70554	0.00000	0.00000

Significancia al 0.05

Fuente: elaboración propia basados en programa Eviews



**Tabla 11.** Pruebas según MCO Fama & French Largo Plazo

Fama & French Largo Plazo							
Tamaño Pequeño							
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	Numero de Obs	Durbin Watson	Akaike	Schwarz	White	Jarque Bera
Bajo	1	1218	1.99883	-6.18475	-6.16799	0.00000	0.00000
Medio	2	1218	2.02844	-5.91560	-5.89884	0.00000	0.00000
Alto	3	1218	2.17590	-6.94219	-6.92543	0.00000	0.00000
Tamaño Grande							
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	Numero de Obs	Durbin Watson	Akaike	Schwarz	White	Jarque Bera
Bajo	4	1218	2.27202	-7.29987	-7.28311	0.00000	0.00000
Medio	5	1218	2.30555	-6.21818	-6.20141	0.00000	0.00000
Alto	6	1218	2.03542	-6.72230	-6.70554	0.00000	0.00000

Significancia al 0.05

Fuente: elaboración propia basados en programa Eviews

Dados los resultados por medio del método de MCO para las diferentes carteras y a través de los modelos de valoración, y que en varios casos se presentaron rechazos a las hipótesis nulas, las bases de datos son trabajadas posteriormente con el método ARCH (Autorregresivo) con el fin de corregir diferentes tipos de errores.

Por tal motivo, y de acuerdo con los resultados de los estadísticos y las pruebas, se concluyó que en el modelo de valoración Fama & French el escenario con mejor comportamiento es el corto plazo, debido a su mayor grado de ajuste  $R^2$  en comparación con el largo plazo. Por otro lado, cabe resaltar que gracias a la clasificación de las empresas se puede seleccionar las de tamaño grande como las que tienen mejores resultados dentro del modelo, esto se debe a que en Colombia las empresas más representativas del mercado de valores son las que tienen mayor tamaño y es por esto que el factor SMB tiende a ser más significativo dentro del modelo.

### Resultados Modelos por método ARCH (autorregresivo)

Según los resultados obtenidos por MCO, en los cuales las pruebas de significancia rechazaron la hipótesis nula de las pruebas estadísticas en la mayoría de los portafolios, se decidió realizar las mismas pruebas utilizando el método ARCH autorregresivo; presentando a continuación los resultados de los escenarios de tiempo en los cuales los modelos de valoración tuvieron mejor comportamiento.

### Modelo Reward Beta

Los nuevos resultados se ven reflejados en la tabla 12, observando mejores estadísticos de ajuste, en donde todas las pruebas de White son de manera significativa distintas a cero (p-value menores a 0.05) excluyendo la cartera 5, en donde la prueba de White no resultó significativa, lo cual puede obedecer al comportamiento de los activos que componen la cartera.

Andrés R. Cruz Hernández, Germán E. Jaulín Acero, Diana M. Carmona Muñoz

**Tabla 12.** Pruebas estadísticas Reward Beta Corto Plazo por método ARCH.

REWARD BETA Corto Plazo							
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	Numero de Obs	Tamaño Pequeño				
			Durbin Watson	Akaike	Schwarz	ARCH-WHITE	Jarque Bera
Bajo	1	1218	1.94342	-6.0136	-5.98853	0.91020	0.00000
Medio	2	1218	2.07697	-5.6533	-5.62822	0.98320	0.00000
Alto	3	1218	2.07487	-6.4479	-6.42275	0.90650	0.00000
Tamaño Grande							
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	Numero de Obs	Tamaño Grande				
Bajo	4	1218	2.25219	-6.9858	-6.96069	0.64320	0.00000
Medio	5	1218	2.39887	-6.0698	-6.04467	0.00610	0.00000
Alto	6	1218	2.20809	-6.3953	-6.37023	0.55750	0.00000

Significancia al 0.05

Fuente: elaboración propia basados en programa Eviews

El estadístico Durbin Watson indicó que el modelo no demuestra posibles problemas de correlación. De igual forma, frente a la prueba de Durbin Watson, los datos mostraron una aceptación de la hipótesis nula, por tanto hay ausencia de problemas de autocorrelación, excluyendo de nuevo el portafolio 5 y en este caso se adiciona el portafolio 4 (compuesto por una acción), los cuales presentaron resultados no significativos. Por otro lado, los resultados de los criterios de información de Akaike y Shwarz presentaron valores pequeños, los cuales indican que una buena capacidad explicativa del modelo. Los datos cuentan con un nivel de significación  $\geq 0,05$ , lo que permite afirmar que existe homocedasticidad y por lo tanto la varianza del error de la variable endógena se mantiene a lo largo de todas las observaciones. Se concluyó que el método más eficiente para determinar la validez del modelo es por medio de ARCH autorregresivo, debido a que tanto los resultados de los estadísticos con MCO (Tabla 7) las pruebas realizadas evidencian mayor ajuste.

### Modelo de tres factores de Fama & French

Una vez obtenidos los resultados a través del método de MCO, se trabajó posteriormente la información con el método ARCH (autorregresivo), en el cual se saca de los portafolios de tamaño pequeño (1 y 3) el factor SMB, y en la cartera de tamaño pequeño (2) el factor HML, elementos que en el método de MCO presentaron un alto desajuste generando heterocedasticidad según la prueba de White que se puede observar en las tablas 10 y 11. Estos nuevos resultados se exponen en la tabla 13, observando mejores estadísticos de ajuste, en donde todas las pruebas de White son de manera significativa distintas a cero (p-value menores a 0.05) excluyendo la cartera 5 en donde la prueba de White no resultó significativa.

valoración de activos de renta variable para el mercado accionario colombiano en los sectores industrial, comercial y de servicios 2009-2013: modelos fama & french y reward beta

**Tabla 13.** Pruebas estadísticas Fama & French Corto Plazo por método ARCH

Fama & French Corto Plazo							
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	Numero de Obs	Tamaño Pequeño				
			Durbin Watson	Akaike	Schwarz	ARCH-WHITE	Jarque Bera
Bajo	1	1218	1.93901	-6.1911	-6.16602	0.92720	0.00000
Medio	2	1218	2.02844	-5.9174	-5.89228	0.66050	0.00000
Alto	3	1218	2.02207	-6.6371	-6.61204	0.73470	0.00000
Tamaño Grande							
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	Numero de Obs	Tamaño Grande				
Bajo	4	1218	2.27988	-7.3582	-7.32886	0.81330	0.00000
Medio	5	1218	2.31539	-6.2828	-6.25352	0.00000	0.00000
Alto	6	1218	2.06015	-6.7522	-6.72289	0.91700	0.00000

Significancia al 0.05

Fuente: elaboración propia basados en programa Eviews

Así mismo, el estadístico Durbin Watson mostró valores no muy alejados de 2, por tanto se presentó ausencia de autocorrelación, excluyendo de nuevo el portafolio 5 y en este caso se adiciona el portafolio 4, los cuales arrojaron resultados no significativos. Por otro lado, los criterios de información de Akaike y Schwarz indicaron que la capacidad explicativa del modelo es buena. Los demás datos cuentan con un nivel de significancia  $\geq 0,05$ , lo que permite afirmar que estos datos presentan homocedasticidad y por lo tanto la varianza del error de la variable endógena se mantiene a lo largo de todas las observaciones, en otras palabras, la varianza de los errores es constante, con lo cual se concluye que se cumple la hipótesis nula en todos los portafolios excepto el de tamaño grande-medio.

Teniendo en cuenta los resultados de los dos modelos de valoración de activos en los escenarios de corto y largo plazo a través del método ARCH, se concluyó que el modelo que mejor nivel de ajuste presenta es el de tres factores de Fama & French, y el factor HML como el más significativo. Por otro lado, el  $R^2$  ajustado de este modelo es el más elevado y es en el cual las pruebas realizadas se evidencian con mejores resultados.

### Estimación del Cost of Equity (Ke)

El Cost of Equity es una medida que de acuerdo al modelo, genera una rentabilidad esperada, en esta investigación se realizaron dos cálculos de este costo a los modelos de estudio. La primera fue un Ke antes de realizar las pruebas estadísticas, sin tener en cuenta las variables insignificantes dentro del modelo. La segunda, fue el cálculo luego de realizar los modelos autorregresivos, en donde se corrigieron las pruebas estadísticas y se determinó que (SMB y HML) en los portafolios 4 y 5 no eran significativos.

Sinapsis 7 (7): 118 - 136. 2015. Armenia - Colombia

Dado lo anterior, se hizo la comparación del Ke en los escenarios anteriormente nombrados y se concluyó que los cálculos del costo de capital al estimarlo con MCO tienen mejor rendimiento que los estimados por el método ARCH evidenciados en la tabla 13. Para la estimación del costo de capital, las fórmulas utilizadas son las (1) y (7) que se encuentran descritas.

Por último, en la tabla 14, se tienen los resultados del Ke de cada portafolio, esta estimación se hizo por medio de los promedios anuales de cada portafolio y luego se generó un promedio de esos promedios anuales, para así proporcionar una tabla resumen de esta operación. Los resultados muestran que en las empresas pequeñas, el modelo Fama & French tiene mayores rendimientos al largo plazo, seguido por el modelo Reward Beta.

**Tabla 14.** Estimación del Cost of Equity en Largo Plazo

Promedio Ke Largo Plazo			
Tamaño Pequeño			
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	REWARD BETA	FAMA FRENCH
Bajo	1	14.3734%	39.4379%
Medio	2	10.9064%	45.3863%
Alto	3	15.1273%	23.8962%
Tamaño Grande			
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	REWARD BETA	FAMA FRENCH
Bajo	4	29.9708%	31.1285%
Medio	5	19.0169%	33.2091%
Alto	6	15.3508%	24.4062%

Fuente: elaboración propia basados en el programa Excel



Andrés R. Cruz Hernández, Germán E. Jaulín Acero, Diana M. Carmona Muñoz

En la tabla 15, se exponen las rentabilidades promedio de los portafolios en el escenario de corto plazo, en el cual dentro de las empresas pequeñas y grandes el modelo Fama & French proporciona un mayor Ke.

**Tabla 15.** Estimación del Cost of Equity en Corto Plazo

Promedio Ke Corto Plazo			
Tamaño Pequeño			
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	REWARD BETA	FAMA FRENCH
Bajo	1	13.3630%	37.5042%
Medio	2	8.5263%	43.2994%
Alto	3	17.0895%	20.3455%
Tamaño Grande			
Ratio Libro/Bolsa	Portafolio	REWARD BETA	FAMA FRENCH
Bajo	4	19.8872%	28.0958%
Medio	5	22.86335%	29.8136%
Alto	6	11.28065%	23.1226%

Fuente: elaboración propia basados en el programa Excel

### Contraste de resultados

Por lo anterior, se concluye que en la estimación de los retornos sobre los activos de renta variable en Colombia el modelo de tres factores de Fama & French es el que mejor comportamiento presenta, debido a que este es un modelo multifactorial que incluye mayor información del mercado y las empresas presentados en los factores HML y SMB, y cumpliendo el objetivo de valoración de manera significativa, caso contrario al que se presenta en el modelo de Reward Beta en donde la información que capturan las variables está de manera generalizada lo que produce un sesgo en la valoración de activos.

En el caso colombiano dentro del periodo de muestra, la variable que presenta mayor influencia dentro del modelo de Fama & French es el factor SMB, el cual incorpora el tamaño de las empresas, esto se debe a que las empresas que tienen mayor volumen son las más representativas del mercado de valores y están relacionadas directamente con el índice Colcap, ya que este índice recopila a las empresas con mayor tamaño y liquidez que cotizan en la BVC.

El resultado del Cost of Equity permite establecer un retorno promedio esperado para cada portafolio, teniendo en cuenta el rendimiento del mercado, tamaño y

ratio libro bolsa de la compañía, por consiguiente, los portafolios de tamaño pequeño 1 y 2 muestran una mayor rentabilidad esperada al estar compuestos por acciones de los tres sectores generando diversificación y baja correlación. En cuanto a los portafolios 3, 4, 5 y 6, conformados principalmente por empresas industriales y mineras los retornos esperados son menores, estableciendo en menor posición el portafolio 3 (PREC e Isagen) debido a la alta volatilidad que tuvieron dentro del periodo, relacionado directamente con el precio internacional del petróleo.

Finalmente, en la estimación del Costo de Capital (Ke), el escenario de tiempo tuvo mejor comportamiento fue en el largo plazo con en los dos modelos de valoración, en donde el modelo de tres factores de Fama & French fue el que mejores resultados arrojó, esto se podría explicar por el hecho de que entre más factores incluya el modelo de valoración, mayor cobertura de la información del mercado puede ofrecer al inversionista.

### Conclusiones

En los últimos años el mercado de valores colombiano ha presentado mayor dinámica en cuanto a negociaciones e inversiones, pero en el desarrollo de la investigación se encontró que una de las principales falencias es la recolección de la información, por un lado, debido a la falta de consolidación de los datos de los títulos de renta variable como es el caso de las series relacionadas con los dividendos por acción y por otro, que no todas las empresas proporcionan la información requerida como el ratio libro/bolsa y la capitalización.

Dentro de los resultados, se concluyó que el modelo de Fama & French es el que mejor ajuste presenta para el mercado accionario colombiano, considerando que los factores tamaño y ratio libro/bolsa son los que más influyen dentro del comportamiento de los retornos esperados, evidenciado que en los resultados de las regresiones tanto por el método de MCO como por ARCH el coeficiente ajustado de R<sup>2</sup> es el más elevado dentro de los tres modelos de valoración desarrollados; por otro lado, según las pruebas Schwarz y Akaike demuestran la validez de los modelos al tener coeficientes negativos y pequeños; así mismo las pruebas de Durbin Watson y White arrojan la inexistencia de autocorrelación y heterocedasticidad excepto en la cartera 5, esto debido a que está compuesta por una sola acción. Lo anterior sustenta que el modelo de tres factores propuesto por Fama & French es el que mejor explica los retornos esperados de una inversión, debido a que este tiene una buena capacidad predictiva para adaptarse a las condiciones de los mercados emergentes.



valoración de activos de renta variable para el mercado accionario colombiano en los sectores industrial, comercial y de servicios 2009-2013: modelos fama & french y reward beta

En contraste con las investigaciones expuestas en los antecedentes, se concluye que existen coincidencias con el trabajo de Kristjanpoller y Liberona (2010) en donde el modelo de tres factores es el mejor modelo para la estimación de los retornos de los activos. Así mismo, en comparación con el trabajo de Hernández y Cervantes (2010), el modelo de Fama & French presenta un adecuado nivel de ajuste para la regresión de los factores. Finalmente, Rogers y Securato (2009) trabajo aplicado para Brasil, presentan el buen desempeño del modelo de Fama & French en cuanto a la sensibilidad estimada frente a la prima de riesgo.

Por otro lado, con el cálculo del Cost of Equity ( $K_e$ ) se concluye que de acuerdo con los resultados de la estimación de los retornos esperados, los tres modelos se comportaron mejor en el escenario de largo plazo, ya que tuvieron mayores retornos en dicho escenario. De igual forma, se evidencia que el  $K_e$  obtenido a través del modelo de tres factores de Fama & French fue el que mejores resultados arrojó, seguido por el Reward Beta, esto se podría explicar por el hecho de que entre más factores incluya el modelo de valoración, mayor cobertura de la información del mercado puede ofrecer al inversionista. En consecuencia, es importante para el mercado de valores colombiano la inclusión de nuevos modelos multifactoriales de valoración de activos que incluyan diferentes variables que afecten el mercado de capitales local, con el fin de ofrecer información con mejores estimaciones de los retornos al inversionista.

### Referencias bibliográficas

Bornholt, G. (2006). *Extending the CAPM: the Reward Beta Approach*. Griffith University, Departamento de Contabilidad, Finanzas y Economía.

Carmona, D. & Criollo, C. (2015). *Determinantes de Riesgo en la Valoración de Acciones en el Mercado Colombiano: Modelo multifactorial comparativo*. Bogotá: Revista Científica Cuadernos de Administración.

Carmona, D. y Vera, M. (2015). Evaluación de actores de Riesgo con influencia en los retornos de los activos de la canasta Colcap en Colombia, 2009-2012. *Revista Dimensión Empresarial*, (13), n.º 1, 21-40.

Courtault, J., Kabanov, Y., Bru, B., Crépel, P., Arnauld, L. & Lebon, I. (2000). Louis Bachelier on the centenary of Théorie de la Spéculation. *Mathematical Finance*, (3), 341-353.

Dubova, I. (2005). La validación y aplicabilidad de la teoría de portafolio en el caso colombiano. *Cuadernos de Administración*, (30), 241-279.

Fama, E. (1965). The Behavior of Stock-Market Prices. *The Journal of Business*, (1), 34-105.

Fama, E., & French, K. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal Of Financial Economics*, (33), 3-56.

Fama, K., & French, E. (1996). Industry Cost of Equity. *The Journal Of Financial Economics* (43), 153-193.

Fama, K., & French, E. (2004). The Capital Asset Pricing Model: Theory and evidence. *Journal of Economic Perspectives* (18), 25-46.

Hernández, C. y Cervantes, M. (2010). Rendimientos accionarios en Shenzhen, China: en la búsqueda del mejor modelo de predicción. *PORTES, Revista Mexicana de Estudios sobre la Cuenca del Pacífico*, (7), 109-130.

Kristjanpoller, R. y Liberona, M. (2010). Comparación de modelos de predicción de retornos accionarios en el Mercado Accionario Chileno: CAPM, FAMA Y FRENCH y REWARD BETA. *EconoQuantum*, (1), 119-138.

Londoño, C. y Cuan, Y. (2011). Modelos de precios de los activos: un ejercicio comparativo basado en redes neuronales aplicado al mercado de valores colombiano. *Lecturas de economía* (75), 59-87.

Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. *The Journal of Finance*, (1), 77-91.

Merton, R. (1973). An Intertemporal Capital Asset Pricing Model. *Econometría*, (5), 867-887.

Mossin, J. (1966). Equilibrium in a Capital Asset Market. *Econometría*, (4), 768-783.

Nieto, B. y Rodriguez, R. (2004). *Modelos de valoración de activos condicionales: Un panorama comparativo con datos españoles*. Madrid: Universidad Carlos III de Madrid

Perilla, S. (2008). *Aplica el modelo C.A.P.M en el caso colombiano Validación empírica y su pertinencia para Colombia*. Bogotá: Universidad de La Salle.

Ramírez, H. y Serna, R. (2012). Validación empírica del modelo CAPM para Colombia 2003-2010. *Ecos de Economía* (34), 49-74.



Andrés R. Cruz Hernández, Germán E. Jaulín Acero, Diana M. Carmona Muñoz

Rogers, P. y Securato, J. (2009). Estudo Comparativo no Mercado Brasileiro do Capital Asset Pricing Model (CAPM), Modelo 3-Fatores de Fama e French e Reward Beta Approach. *RAC-Electronica*, (1), 159-179.

Ross, S. (1976). The Arbitrage Theory of Capital Asset Pricing Model. *Journal of economic theory* (13), 341-360

Sharpe, W. (1964). Capital Asset Prices: A theory of market Equilibrium under conditions of risk. *The Journal of Finance*, (3), 425-442.