

ANALISIS DE LA VOLATILIDAD DEL INDICE GENERAL DE LA BOLSA DE VALORES
DE COLOMBIA PARA EL PERIODO 2001- 2009

CAROLINA CEBALLOS MEDINA



UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS
PROGRAMA ACADÉMICO DE ECONOMÍA
SANTIAGO DE CALI
2010

ANALISIS DE LA VOLATILIDAD DEL INDICE GENERAL DE LA BOLSA DE VALORES
DE COLOMBIA PARA EL PERIODO 2001- 2009

CAROLINA CEBALLOS MEDINA

UNIVERSIDAD DEL VALLE
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS
PROGRAMA ACADÉMICO DE ECONOMÍA
SANTIAGO DE CALI
2010

Análisis de la Volatilidad del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia para el
Periodo 2001-2009

Carolina Ceballos Medina
0223632

Trabajo de Grado para optar al Título de
Economista

Director

Jorge Mario Uribe Gil

Universidad del Valle
Facultad de Ciencias Sociales y Económicas
Programa Académico de Economía
Santiago de Cali
2010

Análisis de la Volatilidad del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia para el
Periodo 2001-2009

Carolina Ceballos Medina

Descriptores:

- Mercado de Capitales
- Mercado Accionario
- Bolsa de Valores
- Series de Tiempo

Universidad del Valle
Facultad de Ciencias Sociales y Económicas
Programa Académico de Economía
Santiago de Cali
2010

RESUMEN

Este trabajo estudia el comportamiento de la volatilidad de los rendimientos del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia (IGBC) para el periodo comprendido desde su creación en el año 2001 hasta el año 2009, a través de la estimación de un modelo GARCH en media (GARCH-M). Los resultados destacan una relación positiva entre riesgo y retorno, implicando una compensación del riesgo en rentabilidad para los inversionistas del mercado de valores colombiano en el periodo de análisis, y una persistencia de la volatilidad en los rendimientos del Índice. Dicha variabilidad es debida al comportamiento cambiante que ha presentado el mercado accionario en los últimos años en el periodo estudiado, a pesar de contar con una mejor y mayor información y una modernización de las plataformas tecnológicas.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCION	
1. ANTECEDENTES.....	9
1.1 REVISIÓN DE LA LITERATURA RELACIONADA.....	9
2. MERCADO ACCIONARIO COLOMBIANO.....	13
2.1 EL PAPEL DEL GOBIERNO FRENTE AL MERCADO ACCIONARIO.....	13
2.2 COMPORTAMIENTO MERCADO ACCIONARIO 2001-2009.....	15
2.2.1 COMPORTAMIENTO MERCADO ACCIONARIO 2001-2004.....	17
2.2.2 COMPORTAMIENTO MERCADO ACCIONARIO 2005-2009.....	18
3. MODELO	22
4. METODOLOGIA.....	26
4.1 MODELO ARCH, GARCH Y ARCH-M.....	26
5. ANALISIS DE LOS DATOS.....	29
6. CONCLUSIONES.....	34
BIBLIOGRAFIA.....	36
ANEXOS	39

INTRODUCCIÓN

El Mercado de Capitales hace parte del Sistema Financiero y se define como “el conjunto de mecanismos a disposición de una economía para cumplir la función básica de asignación y distribución, en el tiempo y en el espacio, de los recursos de capital, los riesgos, el control y la información asociados con el proceso de transferencia del ahorro a la inversión.”¹.

El mercado de capitales es el encargado de la transformación del ahorro a la inversión, por lo que juega un papel central en la economía, ya que su buen desarrollo trae consigo un mayor crecimiento económico.

Este mercado se clasifica en bancario (intermediado) en donde la transferencia del ahorro a la inversión se hace por medio de intermediarios como bancos, corporaciones financieras, etc. Y el no bancario (no intermediado o de instrumentos) donde su transferencia se hace sin intervención bancaria, a través de instrumentos en el mercado de acciones, de bonos, de derivados y otros mercados que permitan el contacto directo entre oferentes y demandantes de recursos.

En el mercado accionario colombiano, se hace necesario un análisis de riesgo que permita tomar las mejores decisiones de inversión, y esa aproximación al riesgo de invertir en la bolsa se hace por medio de la estimación de la volatilidad. Analizar esa volatilidad mostraría, junto con el estudio de otros indicadores como el de tamaño, liquidez, concentración e integración un mejor diagnóstico del desarrollo del mercado.

La importancia de investigar la volatilidad de los rendimientos de las acciones que cotizan en la Bolsa de Valores, radica en que la volatilidad es una medida de riesgo que se deriva de los cambios en los precios de las acciones, en donde las empresas o individuos que acuden al mercado accionario para invertir o buscar

¹ Ver Ministerio de Hacienda et al. (1996). Pág. 1.

financiamiento de corto o de largo plazo se enfrentan a distintos niveles de riesgo presente en el mercado.

El siguiente estudio tiene como objetivo analizar la volatilidad presente en el mercado accionario colombiano, basado en el modelo de media-varianza de Markowitz (1952) en el que la relación riesgo - retorno es medida a través de la media y la varianza, las cuales condensan toda la información y las creencias de los individuos, por lo que el inversionista debe decidir cual combinación entre rendimiento y riesgo es la más apropiada. La metodología utilizada es la aplicación de la familia de los modelos ARCH (Autoregressive conditional heteroscedasticity) y sus extensiones, específicamente el modelo GARCH en media (GARCH-M), como otra forma de medir la aproximación al riesgo que los modelos utilizados generalmente para el análisis de las series financieras. Este modelo permite que la varianza condicional aparezca como una variable explicativa en la ecuación de la media, de manera que la media dependa de la varianza, por lo que se hace posible analizar la influencia del riesgo en los rendimientos del índice

El documento consta de seis secciones. La primera sesión se basa en la revisión de la literatura, en donde se aprecia los distintos trabajos de investigación relacionados con el tema. La segunda parte comprende una descripción del papel del gobierno en el desarrollo del mercado accionario, seguido de los principales hechos que caracterizaron el mercado para el periodo de análisis. La tercera sección del documento es un resumen del modelo de media- varianza. En la cuarta sección se explica la metodología para la modelación de la volatilidad de los rendimientos del Índice General de la Bolsa de Colombia (IGBC). La quinta parte del documento consta del análisis de los datos estimados por el modelo econométrico. Finalmente, en la sexta sección se encuentran las conclusiones.

1. ANTECEDENTES

1.1 Revisión de la Literatura Relacionada

La aproximación al riesgo de la inversión financiera, se hace por medio de la modelación de la volatilidad del índice. Los estudios de ese tipo a nivel nacional han cobrado interés, ya que el mercado de capitales, aunque es pequeño comparándolo con otros países, es atractivo para los inversionistas nacionales y extranjeros. Es también un medio de financiamiento tanto para el corto plazo como para el largo plazo.

Básicamente, las investigaciones mencionadas a continuación sirven como referencia en términos de la conceptualización, avances y resultados empíricos que permiten una ampliación del problema de investigación.

Para conocer la situación del mercado accionario en Colombia y su comportamiento, mediante la explicación y construcción de indicadores de tamaño del mercado, liquidez, riesgo, concentración, integración y eficiencia, el trabajo de Uribe (2007) proporciona una visión general del desarrollo del mercado accionario concluyendo que el mercado colombiano, a pesar de seguir siendo pequeño a nivel mundial, ha tenido un desarrollo importante en los últimos años, que la concentración del mercado accionario es cada vez mayor y las empresas que lo integran son menos, generando para su desarrollo una limitada oferta de acciones. También concluye que la volatilidad del mercado accionario en Colombia se ubica dentro de estándares de la región, pero existe un evidente diferencial con respecto a los países desarrollados y es uno de los mercados más desintegrados de la región.

En el informe de Lega *et al.* (2007), se presentan resultados comparativos con otros países sobre la estimación de la volatilidad de la tasa de cambio y de los

índices bursátiles. Concluyen que la volatilidad del índice colombiano es una de las menores (octava en un total de doce), y encuentran que la volatilidad en Colombia es mayor en periodos de devaluación en comparación con los periodos de revaluación, observan que el ciclo de la tasa de cambio en Colombia está caracterizado por ser de mayor amplitud que en otros países y con un periodo superior, lo que indica mayor persistencia en términos de nivel. Desde el punto de vista de sus determinantes concluyen que aumentos en el EMBI (riesgo país) generan incrementos de volatilidad, mientras que los límites a la posición propia de contacto (PPC) reducen dicha volatilidad.

El tratamiento que se debe tener en cuenta para el análisis de las series financieras, se pueden apreciar en el trabajo de Alonso *et al.* (2006), los autores muestran los hechos estilizados (las series temporales siguen un camino aleatorio, la distribución de los rendimientos es leptocurtica y exhibe colas pesadas, a medida que se calculan los rendimientos para periodos mas amplios su distribución se acerca más a la distribución normal y que los rendimientos presentan volatilidad agrupada (*volatility clustering*)). Llegan a la conclusión que estos hechos estilizados se encuentran presentes en la mayoría de la series de los rendimientos sin importar el tipo de modelos o supuestos paramétricos que se utilicen, mostrando que estos hechos deben ser entendidos como una restricción para cualquier modelo teórico o empírico que se manipule para explicar el comportamiento de los precios de los activos o para medir la volatilidad.

Acerca de la modelización de la volatilidad se resalta el uso de los modelos de heterocedasticidad condicional autoregresiva y sus extensiones, como los más apropiados y comúnmente utilizados en la literatura para analizar el riesgo.

Tomando como referencia el trabajo de Pérez *et al.* (2006), donde realizaron una revisión del modelo de heterocedasticidad condicional autorregresiva (ARCH), aplicado al IGBC, muestran que la posibilidad de modelar el comportamiento del IGBC permite tener información más amplia y confiable sobre el comportamiento

de la volatilidad del mercado accionario, además concluyen que a pesar de que los valores obtenidos aplicando el modelo son significativos, son conscientes de que es probable que al utilizar metodologías posteriores a los modelos ARCH se encuentren valores más ajustados a la realidad del mercado.

Para la modelación de la volatilidad García (2004) hace un análisis de la volatilidad asociada a la rentabilidad de las acciones que cotizan en la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), por medio de la modelización de la volatilidad del IGBC, concluyendo que en el comportamiento volátil de los rendimientos estos presentan una extrema persistencia y que ese comportamiento voluble evidencia el grado de incertidumbre y riesgo del mercado accionario, mostrando un bajo desarrollo y el poco interés de los gobiernos por utilizar este medio como vía de financiamiento para la economía, otra conclusión es que en la serie de los retornos no se cumple el efecto leverage, presentando un efecto simétrico cuando hay shocks positivos o negativos en los precios, contradiciendo la asimetría normal que se genera en todo mercado de valores.

El informe de Narváez (2008) presenta una actualización del trabajo realizado por García (2004), y muestra la evolución de la economía colombiana y la volatilidad de los rendimientos del IGBC, al igual que en el trabajo de Uribe (2007), concluyendo que la volatilidad no es tan persistente al contrastarlo con otros trabajos similares, debido a que el mercado se ha ido profundizando lentamente y que cuenta con una mejor y mayor información y tecnología, que los choques se diluyen rápidamente por lo que invertir en el país no es tan riesgoso.

También se puede encontrar en la investigación de Rodríguez (2008) el comportamiento de la volatilidad del mercado accionario colombiano el cual analiza el periodo de crisis del año 2006, evidenciando que en los momentos de mayor crisis, aumentos y concentración de la volatilidad, por lo que el rendimiento disminuyó. Argumenta que una de las causas de la caída en ese periodo es atribuido al apalancamiento del mercado.

Otros autores como Contreras *et al.* (2005), analizan cómo las crisis económicas de otros países pueden afectar el comportamiento económico de un mercado, para la medición del contagio de la volatilidad en los retornos bursátiles de los países latinoamericanos, utilizaron los modelos GARCH y concluyeron que al analizar la estabilidad de la volatilidad accionaria en Latinoamérica a través de los modelos GARCH, observaron cierta heterogeneidad en los procesos de volatilidad de cada país, es decir, que el modelo que mejor se ajustaba a cada serie de retornos no siempre fue el mismo, al igual que el trabajo de Uribe (2007).

2. MERCADO ACCIONARIO COLOMBIANO

2.1. El Papel del Gobierno Frente al Mercado Accionario

Para conocer las transformaciones que ha tenido la Bolsa de Colombia se dará un breve recuento a su historia desde el siglo XX.

Los orígenes de la bolsa se remontan a los años veinte, con la industrialización que dio inicio a finales del siglo XIX, ésta había creado un excedente de capital y la necesidad de tener un sistema financiero moderno. En esta década aparece la Bolsa de Bogotá (1928) y a pesar de la recesión mundial a finales de los veinte y comienzos de los treinta, la bolsa fue el eje central en la promoción y expansión de las empresas nacionales. (Garavito 2006).

En los años cincuenta la legislación financiera fortaleció el crédito bancario, por medio del crédito de fomento en la reforma de 1951 y para 1953 las reformas se reforzaron gravando las acciones con una doble tributación, dándole ventajas tributarias al endeudamiento (incentivando la financiación de las empresas por esa vía), todo esto generó una menor dinámica del mercado accionario. Con el fortalecimiento del sistema bancario, la actividad bursátil se trasladó a Medellín que era el centro empresarial e industrial con un rápido desarrollo en los años sesenta fundándose la Bolsa de Medellín (1961).

Para los años setentas y ochentas se produjo una profunda crisis de confianza en el sector financiero, un deterioro del mercado bursátil, la proliferación de capitales ilegales (narcotráfico) y la fragmentación del mercado en bolsas pequeñas regionales, dando como resultado en la ciudad de Cali el surgimiento de la Bolsa de Occidente en el año de 1983, que se centraba en la actividad industrial y financiera de esta ciudad.

Ya para finales de los ochenta, a causa de la profunda crisis de confianza que sufrió el sistema financiero, se vio la necesidad de volver al mercado bursátil para así poder diversificar mejor los riesgos en la economía, por lo que se adoptaron algunas medidas como la ley de 1986 con la que buscaron incentivar la financiación por medio de la emisión de acciones eliminando la doble tributación. (Ministerio de Hacienda *et al*, 1996).

En los años noventa fueron adoptadas reformas estructurales que estimularon la demanda y la oferta de papeles para poder aumentar el tamaño y la eficiencia del mercado de capitales. Con la reforma laboral (Ley 50 de 1990) nacen los fondos de cesantías y con la reforma a la seguridad social (Ley 100 de 1993) se crean los fondos privados de pensiones con capital para invertir en instrumentos financieros, los cuales representaban una enorme demanda de papeles con lo que se ayudaría a dinamizar el mercado accionario. Por el lado de la oferta estas reformas ampliaron el tipo de servicios que prestaban los intermediarios financieros y también se regularon la participación en el mercado de las firmas calificadoras de riesgo. (Ministerio de Hacienda *et al*, 1996).

Ya para finales de los noventa e inicios de esta década el Gobierno interviene de forma negativa en el mercado accionario, impulsando el endeudamiento público a través de la emisión de títulos de deuda para financiar el déficit fiscal haciendo que el sector público ejerza una fuerte presión sobre el mercado de crédito, causando un efecto de crowding out², conllevando hechos contraproducentes, ya que los recursos que iban a ser destinados a la financiación de proyectos del sector privado, se destinaban al sector público donde tales recursos no fueron asignados eficientemente, generando una competencia entre el Gobierno y el sector privado por el ahorro financiero disponible. (Ministerio de Hacienda *et al*, 1996).

Cabe señalar que según el estudio de Arbeláez *et al*. (2002), a lo largo de la década de los noventa las reformas tuvieron efectos positivos sobre el mercado de

² Reducción que experimenta la demanda agregada cuando una política fiscal expansiva eleva el tipo de interés y, por lo tanto, reduce el gasto de inversión.

capitales caracterizado por un gran dinamismo, no obstante el crecimiento del mercado de valores estuvo ligado mas a títulos de renta fija que al accionario, debido a que las empresas colombianas prefieren el sistema financiero bancario y esa estructura de financiamiento presenta una limitada oferta de títulos de renta variable, sumado al temor de perder el control de la propiedad de sus empresas y por el desconocimiento del mercado por parte de las empresas pequeñas y medianas.

En el año 2005 fue creada la Ley del Mercado de Valores derivada del crecimiento y desarrollo que presentaba el mercado, esta ley está orientada a fortalecer las bases del mercado, a proteger al inversionista, a promover el desarrollo, la eficiencia del mercado, a prevenir y manejar el riesgo sistémico. También extendió la forma de regulación por medio del autorregulador del mercado de valores (AMV) para todos los intermediarios que participen en el mercado promoviendo la transparencia y fortaleciendo la confianza de los inversionistas. Aparece la Superintendencia Financiera de Colombia, tras la unificación de las Superintendencias Bancaria y de Valores.

Los cambios del mercado de valores a lo largo de su historia que se presentan en la estructura y operación, han sido impulsados por entidades gubernamentales a través de procesos de desarrollo, de liberalización o de reformas financieras y la evolución de los mercados financieros ha ido de la mano con los avances de la economía y de la tecnología, encaminadas a estimular y fomentar el uso de los mercados de capitales.

2.2. Comportamiento Mercado Accionario 2001-2009

El 3 de Julio de 2001 se crea la Bolsa de Valores de Colombia (BVC), motivada por la unificación de las tres bolsas, la de Bogotá, Medellín y de Occidente.

La Bolsa de Valores de Colombia (BVC) es la encargada de administrar los mercados accionario, cambiario, de derivados y de renta fija. La BVC facilita el financiamiento de empresas de tipo industrial, comercial y de servicios, las cuales requieren continuamente recursos para llevar a cabo su tarea productiva, y de este modo la Bolsa de Valores contribuye al crecimiento y desarrollo de la economía colombiana.

Para su desarrollo la Bolsa de Valores de Colombia cuenta con procesos de modernización tecnológica como la implementación de nuevas plataformas electrónicas de negociación que permiten la reducción de los costos de transacción. Los sistemas electrónicos de negociación como el MEC que permite negociar títulos de renta fija inscritos en la BVC y la versión mejorada del MEC plus como respuesta al importante dinamismo del mercado de deuda pública y privada. En la actualidad la BVC ofrece nuevas herramientas además de las plataformas tradicionales de negociación de acciones y de renta fija por medio de la participación en la empresa integrados FX, quien es la que administra el sistema de negociación de divisas llamado SET-FX, asimismo la BVC adquirió la plataforma de negociación X-STREAM para operar derivados y acciones, el proveedor es la multinacional NASDAQ-OMX y es utilizado por mas de 60 bolsas en el mundo. (BVC, 2009)

En los últimos años la BVC ha implementado programas de capacitación ofrecidos a empresarios, estudiantes y público en general que estén interesados y quieran ser parte del mercado bursátil. Estos programas comprenden charlas, cursos, diplomados ofrecidos a través de las universidades y los Puntos BVC de atención al cliente en diferentes ciudades del país. Se destacan programas como el de Conozcamos la BVC en el 2008 y la Bolsa Millonaria que es un concurso de simulación virtual del mercado de valores que es realizado dos veces al año y consiste en replicar el funcionamiento de la bolsa en la que participan estudiantes de educación superior y personas que hayan realizado algún curso de la Bolsa de Valores de Colombia. (BVC, 2009).

Todas estas mejoras tienen como fin seguir atrayendo más inversionistas a que participen en el mercado accionario, la Bolsa de Valores de Colombia ha implementado una renovación tecnológica y programas de capacitación para que la población colombiana conozca y participe del mercado de capitales no intermediado como otra opción de inversión y financiación.

Con la integración de las tres bolsas aparece el Índice General de la Bolsa de Colombia (IGBC), que mide la variación de los precios de las acciones más representativas del mercado y cuyo objetivo principal es reflejar las variaciones del precio de tal forma que cumpla el requisito de replicabilidad, con lo que a partir del mismo se pueda conformar un portafolio con las acciones del índice.

En el año 2008 junto al IGBC aparecen dos nuevos índices de capitalización y de liquidez llamados Colcap (Índice accionario de capitalización) y el Col20 (Índice accionario de liquidez) estos nuevos índices miden el comportamiento de las 20 empresas mas grandes del mercado y de las acciones de mayor liquidez respectivamente.

A continuación se describen los hechos relevantes en el comportamiento y desarrollo del mercado accionario para el periodo de análisis.

2.2.1. Comportamiento Mercado Accionario 2001-2004

Para este periodo el mercado accionario empezó a hacer una de las opciones de inversión más atractivas, más explícitamente a partir del 2003.

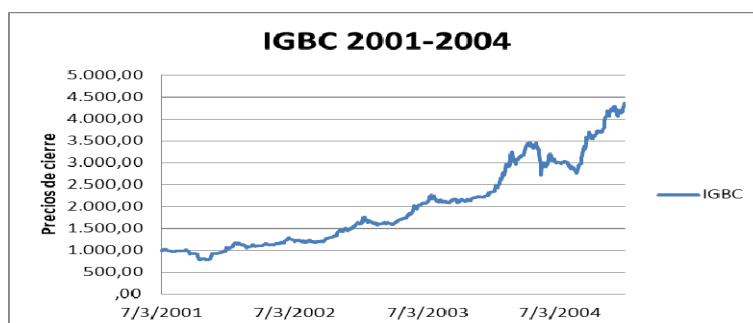
Hasta finales del año 2001, el mercado accionario mostro gran incertidumbre para parte de los inversionistas debido al poco conocimiento que tenían sobre el funcionamiento que se venía presentando en la BVC y también el riesgo que se podía contraer.

Ya para el año 2002 el mercado accionario mostró un comportamiento positivo, y fue a partir del año 2003 que se presentó un renovado interés del capital extranjero por los negocios accionarios en Colombia. El crecimiento económico aumentó debido en parte al buen momento empresarial derivado del mejoramiento de las condiciones de seguridad del país (política de seguridad democrática) generando una recuperación en la inversión privada tanto por parte de inversionistas nacionales como extranjeros, y este buen crecimiento de la economía colombiana siguió presentándose para el año 2004, las condiciones de seguridad internas continuaron y fueron favorables.

En este periodo se resalta la etapa de fortalecimiento que reflejó el mercado de capitales no intermediado tras la unificación de las tres Bolsas.

En el grafico 1 se puede apreciar la evolución del índice desde su creación hasta el año 2004.

Gráfico 1. Precios de cierre del índice



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de (BVC).

2.2.2. Comportamiento Mercado Accionario 2005-2009

En el año 2005 se destaca la venta de Bavaria y Coltabaco, la consolidación de la industria cementera y la fusión de entidades financieras que generaron incrementos en los precios de las acciones y también liberaron flujos de dinero que se reinvirtieron al interior de IGBC, esto se vio reforzado por el ciclo de apreciación de la tasa de cambio que experimentó el peso colombiano y un

ambiente de alta liquidez por las intervenciones cambiarias del Banco de la República. (Anif, 2006).

Para la economía colombiana la venta de Bavaria a la empresa SABMiller, representó un negocio importante, debido a que impulsó la volatilidad de las acciones de Bavaria por parte de los accionistas minoritarios que empezaron a tranzar las acciones para que aumentara su precio y en el momento en el que SABMiller las comprara estuvieran a un precio mayor al que estaban cuando se empezó a conocer sobre la compra de Bavaria. Todo lo anterior junto a las condiciones de la economía y confianza en el mercado, le dieron un empujón adicional al mercado jalonando aumentos en las transacciones de acciones y contribuyeron a afianzar la confianza de los inversionistas nacionales y extranjeros en Colombia.

El 2006 fue un año de elecciones presidenciales internas, de tensión política y turbulencia en los mercados internacionales, un periodo de crisis en el cual tanto los mercados desarrollados como los emergentes registraron caídas en sus índices. También durante ese mismo año el entorno empresarial se vio afectado por los aumentos inflacionarios en las grandes economías, las tasas de interés aumentaron y las expectativas de los inversionistas cambiaron, todo esto influyó negativamente en las caídas de los índices accionarios a nivel mundial. Colombia se vio afectada por lo ocurrido a nivel internacional, ya que se dio un descenso en los precios que hizo que el IGBC descendiera, y en términos generales el mercado accionario mostró un comportamiento negativo para el segundo trimestre del 2006. (BVC, 2006).

Para el año 2007 las condiciones de la economía colombiana y de las empresas permitieron que se diera una emisión de acciones por medio de la vinculación de siete nuevos emisores, quienes aportaron dinamismo al mercado accionario, entre ellos la vinculación de Ecopetrol que con su proceso de democratización alentó a muchos colombianos a que fueran parte del mercado accionario demostrando que

este mercado no es sólo para unos pocos y que se presenta como una nueva oportunidad de inversión.

La relevancia de Ecopetrol para el país radica en los recursos que genera la empresa petrolera a través de las transferencias hechas al país, del dinamismo económico como sector productivo generador de empleo y productos con alto valor agregado. Y su inclusión al mercado accionario colombiano, además de generarle un dinamismo al mercado, le sirvió de ejemplo para que otras empresas sigan el mismo camino y utilicen el mercado bursátil.

Del conjunto de acciones que conforman el Índice, Ecopetrol es la que posee el mayor número de acciones, razón por la cual en el Índice se refleja el comportamiento de lo que pueda ocurrir con el precio de las materias primas en los mercados internacionales, específicamente el del petróleo.

De acuerdo al informe de gestión de la Bolsa de Valores de Colombia para el año 2007 el mercado de capitales sufrió un retroceso debido a diversos factores como la influencia negativa de los mercados externos, las mayores expectativas inflacionarias internas y la política de restricción monetaria por parte del Banco de la República (alzas de tasa y encajes), que afectaron la liquidez de los mercados, a pesar de los buenos resultados económicos y fiscales.

El IGBC para el año 2008 disminuyó y ese comportamiento estuvo ligado a la evolución de la crisis financiera internacional y a los precios bajos de las materias primas. Las acciones se desvalorizaron debido a la aversión al riesgo provocado por la evolución negativa de los índices bursátiles a nivel internacional, especialmente los de Estados Unidos, y por otro lado a la caída en el precio del petróleo, que tuvo un impacto importante en la acción de Ecopetrol, ya que es la acción más transada en el mercado accionario colombiano.

Aunque el panorama económico es desfavorable para la inversión en activos de renta variable a nivel internacional, el desempeño del mercado accionario fue positivo, debido a las emisiones de acciones que se realizaron el año anterior, las cuales trajeron altos niveles de liquidez. (BVC, 2008).

Por último para el año 2009 el desempeño del mercado accionario en Colombia ha sido positivo, aunque su rentabilidad inferior a la de los mercados de la región. La promoción y fomento al mercado de capitales colombiano, tuvo como resultado la inscripción de quince nuevos emisores, doce de deuda y tres de acciones, resaltando la vinculación de la empresa Pacific Rubiales Energy al mercado accionario como primer emisor extranjero inscrito en Colombia.

Además durante el año la Bolsa obtuvo el premio Portafolio de la Innovación por la implementación del nuevo mercado de derivados y la implementación del nuevo modelo de acciones.

En general el comportamiento del mercado estuvo condicionado a la evolución de los precios de las materias primas, a los niveles de aversión al riesgo internacional y del impacto de éstas sobre las bolsas de los países de economías emergentes. Se destaca la recuperación que presentó la bolsa en tiempos de la crisis internacional, su comportamiento fue positivo. (BVC, 2009).

En el grafico 2 se observa el comportamiento variable que presentó el mercado accionario colombiano.

Gráfico 2. Precios de cierre del índice



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de (BVC).

3. MODELO

En esta sección se presenta el modelo de Media – Varianza de Harry Markowitz (1952), que consiste en maximizar la utilidad esperada, la cual es una función del valor esperado de la riqueza final (media) y la dispersión (varianza o la desviación estándar).

W= riqueza

$$(1) \quad E[\mu(W)] = F(E[W], \text{var}[W])$$

$$\text{var}[W] = E[(W - E[W])^2]$$

El modelo de media-varianza presenta una forma funcional cuadrática, las variables se distribuyen normal, los agentes toman sus decisiones sobre los dos primeros momentos de las distribuciones (media y varianza) por lo que en el modelo son ignorados el sesgo y la curtosis.

El modelo también puede ser escrito en términos de la tasa esperada de retorno $r_p = (W - A)/A$ donde A es la riqueza inicial, con $\mu_p \equiv E[r_p]$ y $\sigma_p^2 \equiv [(r_p - \mu_p)^2]$

El criterio de Media-Varianza puede ser escrito como:

$$(2) \quad G(\mu_p, \sigma_p^2)$$

σ_p^2 Expresa el riesgo del portafolio.

El retorno esperado es denotado por μ_p y el riesgo por σ_p . $G(\mu_p, \sigma_p^2)$ es creciente en μ_p y decreciente en σ_p^2 . La relación de riesgo-retorno puede ser expresada por las curvas de indiferencia, estas curvas son convexas porque la función de utilidad es cuadrática y su relación es positiva.

Aumentos en el riesgo están compensados por mayores incrementos del valor esperado del rendimiento.

Una forma particular de la función:

$$(3) \quad G(\mu_p, \sigma_p^2) = \mu_p - \alpha \sigma_p^2$$

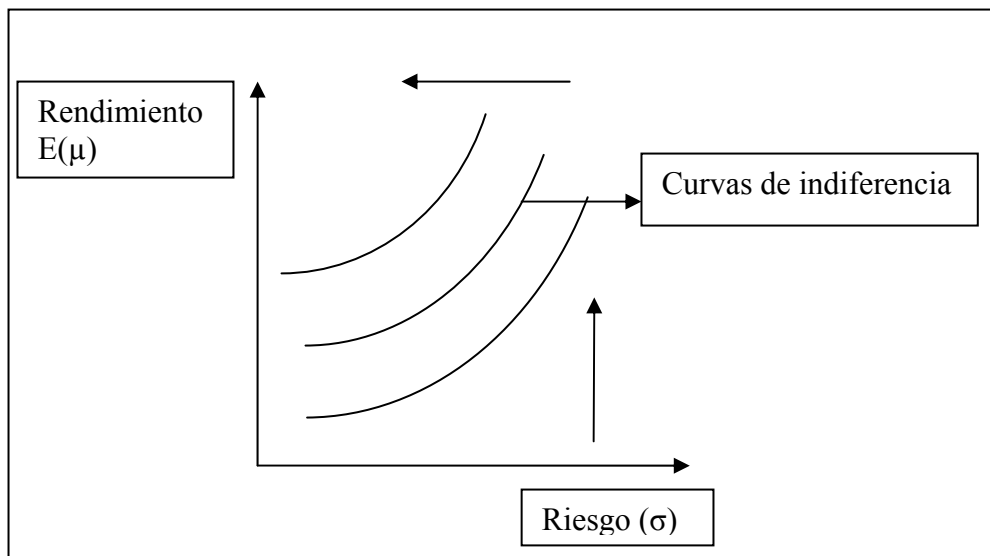
Donde $\alpha > 0$ representa la actitud frente al riesgo del inversionista.

Se maximiza la riqueza de los inversionistas al seleccionar la mejor combinación entre el valor esperado y la varianza de los rendimientos de los activos.

En la media y la varianza está condensada toda la información y las creencias de los individuos, por lo cual el inversionista debe calcular el rendimiento esperado y la desviación estándar de cada portafolio y así poder decidir cual combinación entre rendimiento y el riesgo es la más apropiada.

La relación que existe entre el riesgo y el rendimiento expresados en curvas de indiferencia, como lo muestra el grafico 3.

Grafico 3. Relación Riesgo- Retorno



Fuente: Elaboración propia.

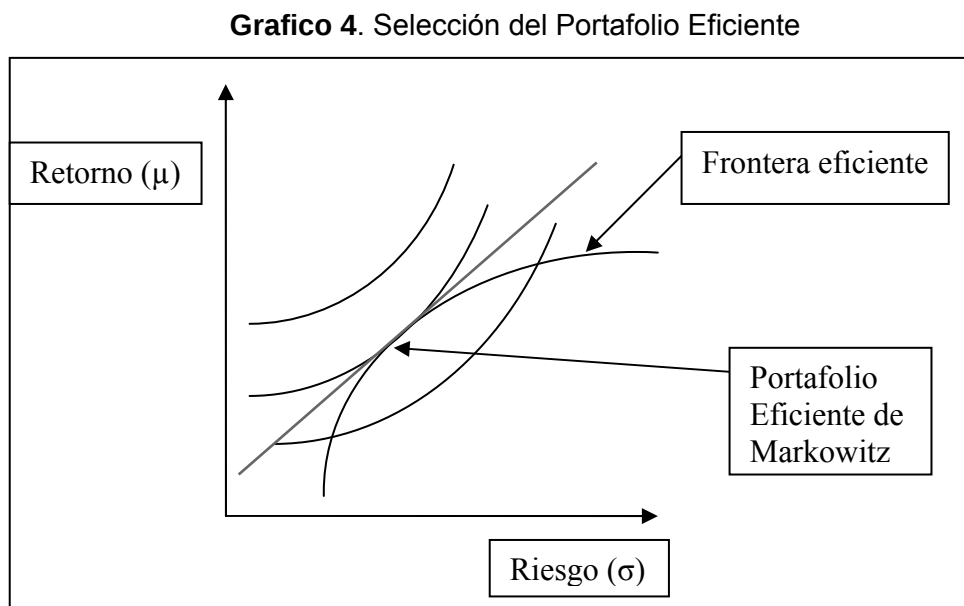
Al conocer la rentabilidad y el riesgo de los activos, estos se combinan para así encontrar los portafolios eficientes, que se obtienen a través de la teoría de selección de portafolio de Markowitz para estimar el conjunto eficiente y seleccionar el portafolio óptimo de ese conjunto. Los portafolios eficientes, que

maximizan el retorno esperado para un nivel dado de riesgo, son caracterizados en términos de las medias y las varianzas de los activos.

En el conjunto eficiente se encuentran los portafolios que ofrecen una rentabilidad esperada máxima para diferentes riesgos y un riesgo mínimo para las diferentes rentabilidades esperadas. Al graficar el conjunto de carteras eficientes se obtiene la frontera eficiente que esta inclinada positivamente y es cóncava, es en esta frontera donde el inversionista escoge su portafolio óptimo. Ese portafolio óptimo depende de la función de utilidad en la que están representadas las preferencias de los individuos.

En este modelo los inversionistas son adversos al riesgo, ya que prefieren un mayor rendimiento adicional por un aumento mínimo en riesgo, entonces el portafolio óptimo de Markowitz seria la tangencia de una de las curvas de indiferencia con la frontera eficiente.

En el grafico 4 se presenta el portafolio óptimo del conjunto eficiente.



Fuente: Elaboración propia.

En la teoría de selección de portafolio los inversionistas desean conformar su portafolio que contenga la máxima rentabilidad y que el riesgo sea mínimo, por lo que el inversionista trata de diversificar su portafolio y así poder reducir el riesgo.

Surge la cuestión de determinar con una metodología precisa si al interior del mercado se está presentando una correcta compensación por el riesgo, tal y como lo predice la teoría financiera tradicional.

4. METODOLOGIA

4.1 Modelo ARCH, GARCH y ARCH-M

Es común encontrar en los mercados financieros que la volatilidad presente de un activo esté condicionada por su valor pasado, ya que las decisiones de los inversionistas son basadas en la información pasada del comportamiento del activo.

En el mercado financiero la volatilidad es usada para caracterizar el riesgo y esa volatilidad es la desviación estándar condicional de los rendimientos del activo, para su estimación se hará uso de distintos modelos de la familia ARCH.

Los modelos ARCH (Autoregressive Conditional Heteroskedasticity) propuestos por Engle (1982), se basan en que la varianza condicional cambia en el tiempo mientras la varianza no condicional es constante.

El modelo ARCH (q) supone que:

$$y_t = \varepsilon_t \sigma_t$$

(4)

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i y_{t-i}^2$$

Donde ε_t es ruido blanco con media cero y varianza igual a 1, las condiciones de no negatividad $\omega > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $i = 1, \dots, q$ y la condición de estacionariedad $\sum_{i=1}^q \alpha_i < 1$

Bollerslev (1986), propone los modelos GARCH (Generalize Austorregressive Condicional Heteroskedasticity) los cuales son una generalización de los modelos

ARCH. Este modelo actúa como un mecanismo adaptativo que tiene en cuenta la varianza condicional en cada etapa.

El modelo GARCH (p,q) está descrito por las ecuaciones:

$$y_t = \varepsilon_t \sigma_t$$

(5)

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i y_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j h_{t-j}$$

Donde ε_t es ruido blanco con media cero y varianza 1.

Nuevamente las condiciones de no negatividad de la varianza condicional $\omega > 0$, $\alpha_i \geq 0$, $\beta_j \geq 0$ con $i = 1, \dots, q$, $j = 1, \dots, p$ y las condiciones de estacionariedad

$$\sum_{i=1}^q \alpha_i + \sum_{j=1}^p \beta_j < 1$$

La ventaja del modelo GARCH con el modelo ARCH es que el GARCH es más parsimonioso.

Engle, Lilien y Robins (1987), hacen una ampliación al modelo ARCH, este modelo es llamado ARCH en media (ARCH-M), y permite que la varianza condicional afecte a la media, por eso cuando la varianza condicional cambia se afecta directamente el rendimiento esperado de un portafolio. Según el texto los agentes adversos al riesgo requieren de una compensación para retener un activo riesgoso, y ese riesgo es medido por la varianza de los retornos del mismo activo, y la prima por riesgo puede incrementarse en función de la varianza condicional del rendimiento.

La relación entre la media y la varianza de los retornos que aseguran que los activos están totalmente en equilibrio dependerá de la función de utilidad de los agentes y de las condiciones suministradas de los activos.

La formulación del modelo es la siguiente:

$$(5.1) \ y_t = \mu_t + \varepsilon_t$$

Donde μ_t , prima de riesgo y_t excesos de rendimiento del activo que se desea tener y ε_t la diferencia entre los choques de la tasa de rendimiento. El exceso de rendimiento para retener el activo debe ser igual a la prima por riesgo, $\varepsilon_{t-1}y_t = \mu_t$

Si h^2_t es la varianza condicional de ε_t la prima por riesgo puede ser expresada por $\mu_t = \beta + \delta h^2_t$

La elección de la desviación estándar representa que los cambios en varianza se reflejan proporcionalmente en la media.

$$(5.2) \ h^2_t = \alpha_0 + \alpha_1 \sum_{i=1}^p w_i \varepsilon^2_{t-i}$$

La configuración general del modelo:

$$y_t = \chi' \gamma + \sigma_t^2 \gamma + \varepsilon_t$$

(6)

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{i=1}^q \alpha_i y^2_{t-i} + \sum_{j=1}^p \beta_i h_{t-j}$$

En este trabajo será utilizado el modelo GARCH-M, como extensión al modelo GARCH, adicionando la varianza condicional como variable explicativa en la ecuación de la media.

Para captar la dinámica de la volatilidad, se utiliza la ecuación de la varianza, de manera que se permita que la varianza condicional dependa de su propio pasado y del cuadrado de las innovaciones pasadas.

5. ANÁLISIS DE LOS DATOS

Los datos utilizados para la estimación, fueron los rendimientos de IGBC desde el 3 de Julio de 2001 hasta el 30 de Diciembre de 2009, obtenidos de la Bolsa de Valores de Colombia.

Se inicia el análisis a partir del histograma y sus principales estadísticas, para la serie de los rendimientos del índice, el histograma arroja que la serie es una distribución no normal con una curtosis igual a 11.38 para una normal su curtosis debe ser 3. La serie es leptocurtica. El estadístico de Jarque - Bera es muy alto indicando que la serie de los retornos no sigue una distribución normal. (Anexo 1).

Referente a la estacionariedad de la serie, esta se comprobó por medio del test de raíces unitarias de Dickey Fuller y se observa que la serie de los retornos es estacionaria, debido a que se rechaza la hipótesis nula de no estacionariedad para cualquiera de los valores críticos.

Tabla 1. Estadísticas descriptivas de los rendimientos

Sesgo	-1.180218
Curtosis	11.38538
Jarque-Bera	6551.511
Dickey Fuller	-35.26092
Prueba LM	701.9057

Fuente: Cálculos obtenidos del histograma.

El estadístico de la prueba de Dickey Fuller (-35.26092) muestra que se rechaza la hipótesis nula de no estacionariedad a cualquiera de los valores críticos, por lo que se concluye que la serie es estacionaria en media. (Anexo 2)

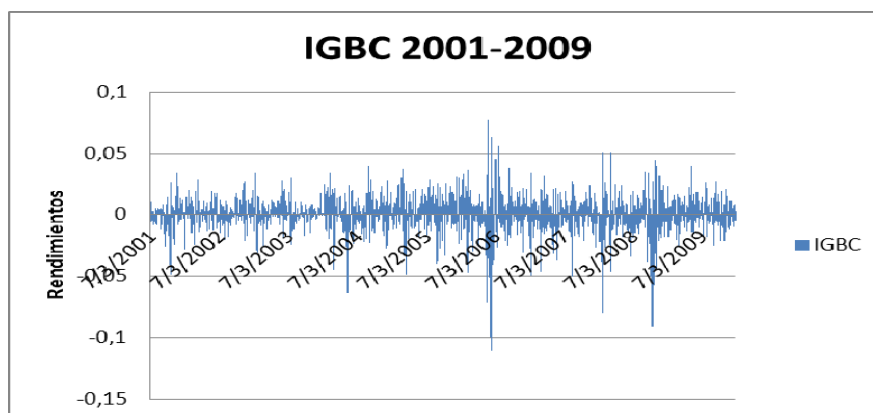
A continuación se muestran la gráfica de los precios de cierre del índice y la gráfica de sus rendimientos para todo el periodo de la muestra.

Grafico 5. Precios de cierre IGBC



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de (BVC).

Grafico 6. Rendimientos IGBC



Fuente: Elaboración propia. Datos obtenidos de (BVC).

En el grafico 5 se puede observar el comportamiento creciente del mercado accionario hasta el año 2005, a partir del 2006 una caída bastante pronunciada del índice, que para el 2007 fue el año de recuperación y estabilización, pero a partir del 2008 nuevamente una caída producida por el precio del petróleo que se dio en el mes de Octubre, y finalmente para mediados del 2009 vuelve a remontar lo precios al alza.

Los periodos en los que se presentaron las caídas intuyendo la presencia de un efecto leverage son los periodos en los que la volatilidad es mayor.

Para la especificación del modelo se observa el correlograma de los retornos. (Anexo 3), y se considera el modelo AR(1).

Tabla 2. Modelo AR(1)

Dependent Variable: RETORNOS

Method: Least Squares

Date: 02/15/10 Time: 17:09

Sample (adjusted): 2 2072

Included observations: 2071 after adjustments

Convergence achieved after 3 iterations

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000911	0.000409	2.230013	0.0259
AR(1)	0.249331	0.021289	11.71177	0.0000
R-squared	0.062174	Mean dependent var		0.000912
Adjusted R-squared	0.061720	S.D. dependent var		0.014412
S.E. of regression	0.013960	Akaike info criterion		-5.704285
Sum squared resid	0.403206	Schwarz criterion		-5.698842
Log likelihood	5908.787	Hannan-Quinn criter.		-5.702290
F-statistic	137.1654	Durbin-Watson stat		2.017667
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.25			

Fuente: Cálculos obtenidos por el programa Eviews 6.1.

Se observa que los parámetros son significativos y en el correlograma de los residuos al cuadrado (Anexo 4), se presenta la posibilidad de heterocedasticidad en varianza, por lo que se hace uso del estadístico de Multiplicadores de la Lagrange propuesto por Engle (1982) para detectar efectos ARCH.

Se rechaza la hipótesis nula (H_0 : No existe efecto ARCH) si el $F\text{-statistic} > \text{Obs} \times R\text{-squared}$, lo que quiere decir que si hay efectos ARCH. (Anexo 5).

Para la modelación de la volatilidad se aplica el modelo GARCH-M, específicamente el modelo GARCH-M (1,1). Como los datos presentan colas más pesadas que la de una normal al ser una serie leptocurtica, por lo que se utiliza para su estimación la distribución T-Student.

Tabla 3. Modelo GARCH-M (1,1)

Dependent Variable: RETORNOS

Method: ML - ARCH (Marquardt) - Student's t distribution

Date: 02/15/10 Time: 22:11

Sample (adjusted): 2 2072

Included observations: 2071 after adjustments

Convergence achieved after 13 iterations

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GARCH = C(3) + C(4)*RESID(-1)^2 + C(5)*GARCH(-1)

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
@SQRT(GARCH)	0.144118	0.027020	5.333719	0.0000
AR(1)	0.224519	0.022823	9.837587	0.0000
Variance Equation				
C	1.04E-05	2.20E-06	4.734890	0.0000
RESID(-1)^2	0.240684	0.032304	7.450614	0.0000
GARCH(-1)	0.716984	0.031549	22.72570	0.0000
T-DIST. DOF	6.090440	0.922718	6.600542	0.0000
R-squared	0.051045	Mean dependent var		0.000912
Adjusted R-squared	0.048748	S.D. dependent var		0.014412
S.E. of regression	0.014056	Akaike info criterion		-6.150008
Sum squared resid	0.407991	Schwarz criterion		-6.133681
Log likelihood	6374.334	Hannan-Quinn criter.		-6.144024
Durbin-Watson stat	1.932993			
Inverted AR Roots	.22			

Fuente: Cálculos obtenidos por el programa Eviews 6.1.

La estimación arroja que todos los coeficientes son significativos, el coeficiente de la desviación en la ecuación de la media es positivo (0.144118) denominado como la prima de riesgo, que al ser positivo indica que los rendimientos están

positivamente correlacionados con la volatilidad del pasado. Los cambios en varianza se reflejan proporcionalmente en la media y esos cambios afectan el rendimiento esperado de un portafolio.

Se puede afirmar que durante el periodo estudiado al inversionista de la Bolsa de Valores de Colombia se le ha compensado suficientemente el riesgo.

Por otro lado, la suma de los valores del termino $\alpha + \beta = 0.95$ es cercana a 1 demostrando que los choques de la volatilidad son persistentes, ocasionando que el mercado se demore más tiempo en volver a estabilizarse.

El correlograma de los residuos al cuadrado indica que el modelo ha capturado los efectos ARCH y es valida su especificación. (Anexo 6).

6. CONCLUSIONES

El mercado bursátil colombiano ha tenido un lento desarrollo a través de su historia, pero se resaltan los intentos del Gobierno central por fortalecer este mercado, particularmente por dirigir una mirada hacia el mercado no intermediado con el fin de garantizar transparencia en su regulación y fomentar su uso como una alternativa de financiamiento e inversión para la economía.

También para el desarrollo del mercado bursátil se ha contado con transformaciones e innovaciones a lo largo de la historia, procesos de modernización tecnológica y de internacionalización en los últimos años, con los cuales se espera tener una mayor profundización del mercado.

El mercado accionario para el periodo de la muestra ha presentado desde la unificación de las tres Bolsas de Valores en el año 2001 hasta el año 2005 un comportamiento creciente, se podría decir que una etapa de consolidación del mercado a partir de la unificación. En los años siguientes el mercado accionario presentó caídas bastante pronunciadas en el Índice General de la Bolsa de Colombia. También se destaca la recuperación positiva y una mejor dinámica por la vinculación de nuevos emisores al mercado.

Con una metodología precisa al interior del mercado se está presentando una correcta compensación por el riesgo, tal y como lo predice la teoría financiera tradicional.

El Modelo utilizado arrojó en su estimación una relación positiva entre el retorno y la volatilidad, esta dependencia positiva de la prima de riesgo con su volatilidad sugiere que durante el periodo estudiado, el riesgo para los inversionistas ha sido compensado, porque los agentes aversos al riesgo requieren de una compensación para así poder retener un activo riesgoso. Se evidencia un

comportamiento volátil de los rendimientos, una persistencia de la volatilidad, a pesar de que el mercado se ha ido profundizando y que cuenta con una modernización tecnológica y mejor información.

Se puede concluir que el modelo GARCH-M muestra resultados coherentes con la teoría.

Para continuar con el desarrollo del mercado accionario se hace necesario seguir incentivando la participación del sector empresarial, para que utilicen este mercado como alternativa de financiamiento, por medio de un mercado que le genere confianza, por lo que el papel del Gobierno debería seguir encaminando el marco normativo para beneficio del mercado de valores.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Alonso. Julio Cesar, Arcos. Mauricio Alejandro (2005). Cuatro Hechos Estilizados de las Series de Rendimientos: Una Ilustración para Colombia. *Estudios Gerenciales*, Universidad Icesi, Vol.22, No. 100.

Arbeláez, M., Zuluaga, S. y Guerra, M. (2002) *El Mercado de Capitales Colombiano en los Noventa y las Firmas Comisionistas de Bolsa*. Alfaomega - Fedesarrollo, Bogotá D.C, Colombia.

Bailey, R. (2005) *The Economics of Financial Markets*. Cambridge University Press. Cambridge, New York.

Bollerslev, T. (1986) Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*. 31, pp. 307-327

Caicedo, J. G., Clavijo, S. y Vera, A. (2006) El Mercado Accionario en Colombia y sus Referentes Mundiales. *Enfoque Mercado de Capitales*, ANIF y DECEVAL. Edición 1, Marzo 8 de 2006, pp. 1-3. Disponible en: <<http://www.deceval.com/InstructivosBoletines/Enfoque1.pdf>>, consultado el 6 de Octubre de 2009.

Contreras, C., Higuera, F. (2005) Análisis de la Volatilidad Accionaria en Latinoamérica. *Forum Empresarial*, Universidad de Puerto Rico, Vol. 10, número 002, pp.2-17. <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/631/63110201.pdf>>, consultado el 10 de Septiembre 2009.

Engle, R. F. (1982) Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of U.K. Inflation. *Econometrica*. 50, pp. 987-1008

Engle. Robert, Lilien. David y Robins Russell (1987) Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The Arch-M Model. *Econometrica*. 55, pp. 391-407

Garavito, C. (2006) De Club de Caballeros a Foro Electrónico de Negociación: Un Análisis Institucionalista Denso de la Bolsa de Valores de Colombia. *Working Paper Series*, Princeton University, No. 06-08f. Disponible en: <<http://cmd.princeton.edu/papers/wp0608f2.pdf>>, consultado el 3 de Junio de 2009.

García, G. (2004). Modelación de la Volatilidad del Índice General de la Bolsa de Colombia (IGBC). Trabajo de Grado. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias Sociales y Económicas. Santiago de Cali, Colombia.

Informe Anual de Gestión 2006 (2007). Consultado el 13 de Febrero de 2010, del sitio Web de la Bolsa de Valores de Colombia:

<<http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Accionistas/Informaci%C3%B3n+Financiera/Informes+de+Gesti%C3%B3n?action=dummy>>

Informe Anual de Gestión 2007 (2008). Consultado el 15 de abril de 2010, del sitio Web de la Bolsa de Valores de Colombia:

<<http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Accionistas/Informaci%C3%B3n+Financiera/Informes+de+Gesti%C3%B3n?action=dummy>>

Informe Anual de Gestión 2008 (2009). Consultado el 17 de Abril de 2010, del sitio Web de la Bolsa de Valores de Colombia:

<<http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Accionistas/Informaci%C3%B3n+Financiera/Informes+de+Gesti%C3%B3n?action=dummy>>

Informe Anual de Gestión 2009 (2010). Consultado el 26 de Abril de 2010, del sitio Web de la Bolsa de Valores de Colombia:

<<http://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Accionistas/Informaci%C3%B3n+Financiera/Informes+de+Gesti%C3%B3n?action=dummy>>

Lega, P., Murcia, A., Vásquez, D. y Venegas, T. (2007) Volatilidad de la Tasa de Cambio en Colombia y su Relación con Algunas Variables. Banco de la República. *Borradores de Economía*, No. 473.

Markowitz, Harry (1952). Portfolio Selection. *Journal of Finance*, Vol. 7, No.1. Marzo 1952, pp 77-91.

Narváez, G. F. (2008). Evolución reciente de la Economía colombiana (2001-2008) y la Volatilidad de los Rendimientos de IGBC. Trabajo de Grado. Universidad del Valle. Facultad de Ciencias Sociales y Económicas. Santiago de Cali, Colombia.

Ministerio de Hacienda, Banco Mundial y Fedesarrollo. (1996). *Misión de Estudios del Mercado de Capitales: Informe Final*, mimeo, Bogotá D.C.

Pérez, F., Fernández, H. (2006). Análisis de la Volatilidad del Índice General de la Bolsa de Valores de Colombia Utilizando Modelos ARCH. *Revista Ingenierías*, Universidad de Medellín, Vol. 5, No.8, pp 13-33. Disponible en: <<http://www.udem.edu.co/NR/rdonlyres/1E0D2A84-9AB7-4AF2-9D04-9425A4969332/2950/PUBFOPEREZMODELOARCHIGBC.pdf>>, > consultado el 8 de Septiembre de 2009.

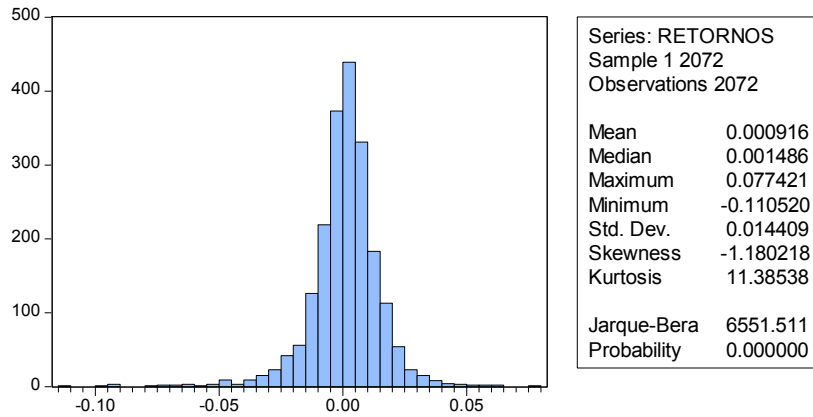
Rodríguez, A. (2008). Análisis de la Volatilidad del IGBC en Época de crisis (2005-2006). *Revista de Economía y Administración*, Universidad Autónoma de Occidente. Vol.4, No.2. Disponible en:

<http://bach.uao.edu.co:7778/pls/portal/docs/PAGE/UNIAUTONOMA_INVESTIGACIONES/REVISTA_ECONOMIK/NUMEROS/COPY_OF_ULTIMO_NUMERO%20JULIO%20%20DIC/3.1%20RESUMEN%20DE%20TESIS%20ALEJANDRO%20RODRIGUEZ.PDF>, consultado el 28 de Enero de 2010.

Uribe, J. M. (2007) Caracterización del Mercado Accionario colombiano, 2001-2006: un análisis comparativo. Banco de la República. *Borradores de Economía*. No. 456

ANEXOS

1. Histograma y estadísticas descriptivas



2. Prueba Dickey Fuller

Null Hypothesis: RETORNOS has a unit root

Exogenous: Constant

Lag Length: 0 (Automatic based on SIC, MAXLAG=25)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-35.26092	0.0000
Test critical values:		
1% level	-3.433309	
5% level	-2.862733	
10% level	-2.567451	

3. Correlograma de los rendimientos del IGBC

Date: 02/15/10 Time: 16:48
Sample: 1 2072
Included observations: 2072

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob	
		1	0.249	0.249	128.99	0.000
		2	0.096	0.036	148.22	0.000
		3	0.011	-0.022	148.48	0.000
		4	0.015	0.015	148.95	0.000
		5	0.050	0.048	154.12	0.000
		6	-0.039	-0.068	157.27	0.000
		7	0.061	0.086	165.10	0.000
		8	0.031	0.005	167.07	0.000
		9	0.095	0.080	185.72	0.000
		10	0.045	0.001	189.91	0.000
		11	-0.044	-0.066	193.99	0.000
		12	0.006	0.023	194.07	0.000
		13	-0.003	0.005	194.08	0.000
		14	0.036	0.022	196.86	0.000
		15	-0.008	-0.017	197.00	0.000
		16	0.015	0.017	197.49	0.000
		17	0.057	0.043	204.38	0.000
		18	0.036	0.012	207.04	0.000
		19	0.026	0.001	208.49	0.000
		20	0.017	0.025	209.10	0.000
		21	0.032	0.017	211.27	0.000
		22	0.031	0.012	213.29	0.000
		23	0.007	-0.008	213.40	0.000
		24	0.019	0.014	214.18	0.000
		25	0.013	0.005	214.52	0.000
		26	0.018	-0.002	215.18	0.000
		27	-0.010	-0.023	215.39	0.000
		28	-0.033	-0.027	217.63	0.000
		29	-0.032	-0.022	219.81	0.000
		30	-0.063	-0.055	228.19	0.000
		31	-0.044	-0.023	232.30	0.000
		32	-0.026	0.000	233.73	0.000
		33	-0.005	0.003	233.78	0.000
		34	0.008	0.004	233.90	0.000
		35	0.019	0.021	234.64	0.000
		36	-0.021	-0.034	235.60	0.000

4. Correlograma de los residuos al cuadrado del modelo AR(1)

Date: 02/15/10 Time: 17:12
Sample: 2 2072
Included observations: 2071
Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	0.503	0.503	525.52	
		2	0.489	0.316	1021.6	0.000
		3	0.357	0.044	1286.3	0.000
		4	0.291	0.006	1462.1	0.000
		5	0.233	0.010	1574.8	0.000
		6	0.161	-0.035	1628.4	0.000
		7	0.178	0.069	1694.5	0.000
		8	0.148	0.033	1739.9	0.000
		9	0.226	0.141	1846.0	0.000
		10	0.201	0.039	1930.0	0.000
		11	0.300	0.154	2117.9	0.000
		12	0.245	-0.005	2243.2	0.000
		13	0.240	-0.015	2363.0	0.000
		14	0.258	0.067	2501.9	0.000
		15	0.241	0.052	2623.6	0.000
		16	0.211	-0.013	2717.0	0.000
		17	0.182	0.008	2786.0	0.000
		18	0.115	-0.087	2813.6	0.000
		19	0.107	-0.004	2837.5	0.000
		20	0.066	-0.050	2846.5	0.000
		21	0.057	-0.013	2853.2	0.000
		22	0.074	0.019	2864.7	0.000
		23	0.050	-0.031	2869.9	0.000
		24	0.070	-0.003	2880.1	0.000
		25	0.031	-0.072	2882.2	0.000
		26	0.064	-0.005	2890.8	0.000
		27	0.049	0.007	2895.8	0.000
		28	0.036	-0.034	2898.6	0.000
		29	0.028	0.003	2900.2	0.000
		30	0.022	0.000	2901.3	0.000
		31	0.050	0.043	2906.5	0.000
		32	0.034	0.018	2908.9	0.000
		33	0.019	-0.039	2909.7	0.000
		34	0.019	0.019	2910.5	0.000
		35	-0.003	-0.021	2910.5	0.000
		36	0.002	0.015	2910.5	0.000

5. Prueba LM, efectos ARCH

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	701.9057	Prob. F(1,2068)	0.0000
Obs*R-squared	524.5467	Prob. Chi-Square(1)	0.0000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 02/15/10 Time: 21:31

Sample (adjusted): 3 2072

Included observations: 2070 after adjustments

	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	9.67E-05	1.21E-05	7.970169	0.0000
RESID^2(-1)	0.503399	0.019001	26.49350	0.0000

R-squared	0.253404	Mean dependent var	0.000195
Adjusted R-squared	0.253043	S.D. dependent var	0.000608
S.E. of regression	0.000526	Akaike info criterion	-12.26268
Sum squared resid	0.000572	Schwarz criterion	-12.25724
Log likelihood	12693.88	Hannan-Quinn criter.	-12.26069
F-statistic	701.9057	Durbin-Watson stat	2.317676
Prob(F-statistic)	0.000000		

6. Correlograma residuales al cuadrado del GARCH-M (1,1)

Date: 02/15/10 Time: 22:14

Sample: 2 2072

Included observations: 2071

Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term(s)

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1	-0.003	-0.003	0.0201
		2	-0.000	-0.000	0.0203
		3	-0.018	-0.018	0.7191
		4	0.010	0.010	0.9282
		5	0.005	0.005	0.9880
		6	-0.029	-0.029	2.6956
		7	-0.023	-0.023	3.7678
		8	-0.003	-0.003	3.7822
		9	0.010	0.009	3.9865
		10	-0.012	-0.013	4.3041
		11	-0.000	0.000	4.3042
		12	-0.005	-0.005	4.3486
		13	-0.037	-0.039	7.1532
		14	0.003	0.002	7.1701
		15	0.014	0.014	7.5588
		16	0.038	0.036	10.500
		17	0.010	0.011	10.704
		18	-0.011	-0.010	10.937
		19	0.003	0.002	10.957
		20	0.009	0.007	11.140
		21	-0.010	-0.010	11.354
		22	-0.011	-0.007	11.596
		23	0.002	0.004	11.603
		24	-0.023	-0.024	12.708
		25	0.056	0.055	19.332
		26	0.008	0.007	19.407
		27	-0.016	-0.017	19.971
		28	-0.021	-0.019	20.889
		29	0.016	0.017	21.409
		30	-0.045	-0.047	25.698
		31	0.039	0.039	28.950
		32	0.011	0.014	29.203
		33	-0.027	-0.029	30.744
		34	0.012	0.011	31.064
		35	-0.015	-0.015	31.555
		36	0.019	0.015	32.325