

UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

**EFFECTO DEL MERCADO DE  
FUTUROS EN LA VOLATILIDAD DEL  
MERCADO SPOT: CASO APLICADO  
AL MERCADO ACCIONARIO  
COLOMBIANO**

**JUAN CARLOS LEZAMA PALOMINO**

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias Económicas

Bogotá D.C, Colombia

2019

# **EFFECTO DEL MERCADO DE FUTUROS EN LA VOLATILIDAD DEL MERCADO SPOT: CASO APLICADO AL MERCADO ACCIONARIO COLOMBIANO**

**JUAN CARLOS LEZAMA PALOMINO**

Tesis de investigación presentada como requisito parcial para optar el título de:  
**Magíster en Ciencias Económicas**

Director de Tesis:  
CARLOS ARTURO GOMEZ RESTREPO.  
Profesor Asociado

Línea de Investigación:  
Economía Financiera

**Universidad Nacional de Colombia  
Facultad de Ciencias Económicas  
Bogotá D.C, Colombia**

**2019**

Dedicado a mi esposa Ana y mi hijo Juan José

*Per aspera ad astra*

(A través del esfuerzo el triunfo)

# Agradecimientos

A mis amigos, familia y a mi esposa por todo el apoyo y consejos que tuve en este proceso de formación.

Especial agradecimiento al profesor Carlos Gómez por sus valiosas recomendaciones y acompañamiento en el desarrollo de la tesis; a la profesora Gloria Valero por sus consejos, recomendaciones, por darme ánimos para terminarla y por ayudarme en la corrección de estilo; a Violeta Hernández por su apoyo en la revisión de la discusión del trabajo; a Nicolas Suárez por sus valiosos aportes en la validación de los modelos econométricos, por último a Andrea Plazas junto con Mariana Plazas por ser testigos en este proceso de formación y ser una fuente de inspiración.

También, agradezco a los jurados por sus valiosas observaciones y recomendaciones que permitieron que la tesis fuera mejor.

## Resumen

El propósito de esta investigación es evaluar el efecto de la negociación del mercado de futuros del índice COLCAP en la volatilidad del mercado accionario colombiano en los años 2009 al 2018. Se identifica que el modelo AR(1)-TARCH(1,1) es el que mejor se ajusta a los datos, por lo cual se utiliza para explicar el comportamiento de la volatilidad. Los resultados indican que la negociación del mercado de futuro del índice COLCAP no presentó efecto alguno en la volatilidad del mercado accionario colombiano, y el efecto transitorio que se observó se puede asociar a los acontecimientos externos que ocurrieron en el 2011, año que se caracterizó por su alta volatilidad en el segundo semestre del año. También, se encontró que la volatilidad del mercado de valores es más sensible a las noticias malas que a las buenas, es afectado por choques del mercado estadounidense, y el escándalo de Interbolsa no influyó en la volatilidad, pero si en los volúmenes de negociación y liquidez. Teniendo en cuenta el efecto que tiene los choques externos en el mercado se recomienda impulsar el mercado de derivados en Colombia para protegerse frente a estas fluctuaciones.

**PALABRAS CLAVES:** derivados estandarizados, Futuros sobre índices, TARCH, clustering de volatilidad, prueba de Quandt-Andrews.

**JEL:** C32, G10, G14, G19

## Abstract

The aim of this research is to evaluate the effect of the trading of the futures market of the COLCAP index on the volatility of the Colombian stock market in the years 2009 to 2018. It is identified that the model AR(1)-TARCH(1,1) is which best fits the data, so it is used to explain the behavior of volatility. The results indicate that the trading of the future market of the COLCAP index did not have any effect on the volatility of the Colombian stock market, and the transitory effect observed in the model can be associated with external events that occurred in 2011, this year was characterized by its high volatility in the second half. Also, it was found that the volatility of the stock market is more sensitive to bad news than to good news, it is affected by shocks in the US market, and the Interbolsa scandal did not influence volatility, but on trading volumes and liquidity. Considering the effect of external shocks on the market, it is recommended to promote the derivatives market in Colombia to protect against these fluctuations.

**KEYWORDS:** Standardized derivatives, stock index futures, TARCH, volatility clustering, Quandt-Andrews test.

**JEL:** C32, G10, G14, G19

# Contenido

Resumen.....	IX
Introducción .....	1
1 Antecedentes .....	7
1.1 Relación teórica de la negociación de derivados y la estabilización de los precios 7	
1.2 Evidencia empírica del efecto de la negociación de derivados y la estabilización de los precios.....	10
1.2.1 Países Desarrolladores .....	10
1.2.2 Países Emergentes .....	15
2 Metodología.....	19
2.1 Descripción de los Datos .....	25
3 Resultados.....	31
4 Conclusiones y Recomendaciones.....	40
Anexos .....	42
5 Bibliografía.....	55

## Lista de figuras

<b>Figura 1-1:</b> Resultados del efecto del mercado de derivados en la volatilidad del mercado spot separada por países desarrollados y países emergentes en los años 1981 al 2018.	17
<b>Figura 2-1:</b> Metodología Box-Jenkins para la selección de modelos.....	19
<b>Figura 2-2:</b> Comportamiento del índice COLCAP 2009 al 2018 .....	26
<b>Figura 2-3:</b> Comportamiento de los Retornos diarios del índice COLCAP 2009 al 2018	27
<b>Figura 2-4:</b> Comportamiento de los Retornos al cuadrado diarios del índice COLCAP 2009 al 2018	27
<b>Figura 2-5:</b> Histograma Retornos diarios del índice COLCAP .....	28
<b>Figura 2-6:</b> Gráficas de las funciones ACF y PACF de los retornos del índice COLCAP	29
<b>Figura 3-1:</b> <i>Comportamiento de la varianza condicional del modelo AR(1)-TARCH(1,1) sin incluir variables dummies.....</i>	36

## Lista de tablas

<b>Tabla 0-1:</b> Volumen de negociación de los mercados de derivados estandarizados desde 1987 a 2017.....	2
<b>Tabla 2-1:</b> Correlación entre los retornos del índice COLCAP, S&P500, MXWO, MXWD y MXEF	23
<b>Tabla 2-2:</b> Descripción de los retornos de los índices COLCAP, MXEF y S&P500.....	29
<b>Tabla 3-1:</b> Criterios de Información de los modelos.....	31
<b>Tabla 3-2:</b> Resultados de las regresiones de los modelos .....	32
<b>Tabla 3-3:</b> Correlogramas de la prueba Ljung-Box .....	33
<b>Tabla 3-4:</b> Test ML-ARCH .....	33
<b>Tabla 3-5:</b> Estimadores del modelo AR(1)-TARCH(1,1).....	34
<b>Tabla 3-6:</b> Test de Quandt-Andrews .....	36

## Introducción

En Estados Unidos se crea el primer mercado de derivados estandarizados en 1972, con la negociación de contratos de futuros en la Bolsa Mercantil de Chicago (Kummer & Pauletto, 2012). El impulso de este mercado ha sido favorecido por las innovaciones tecnológicas y el avance de la ingeniería financiera en los últimos años, que ha permitido que estos productos sean cada día más complejos. Además, el desarrollo de los derivados ha contribuido a que este mercado sea importante para la administración del riesgo debido a que proporcionan una protección frente a las fluctuaciones y a la incertidumbre de los precios en un futuro.

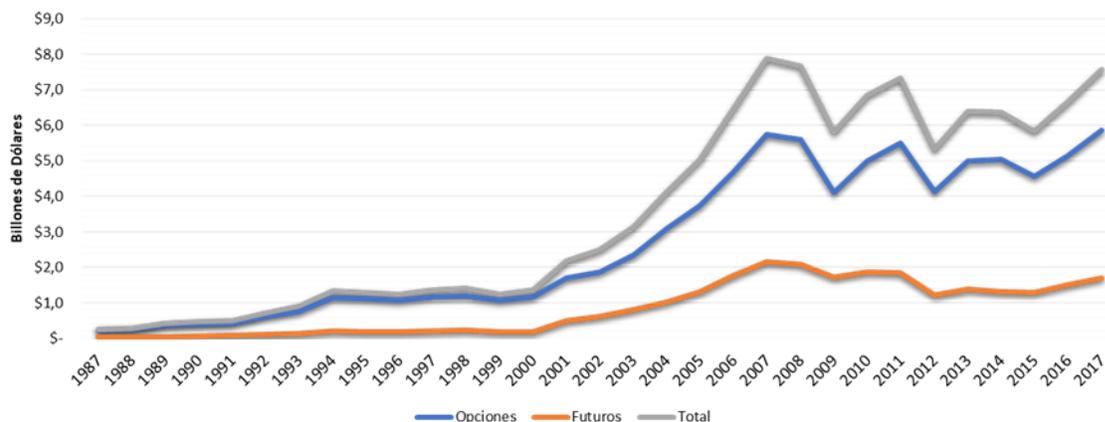
No obstante, tal como lo señala el Fondo Monetario Internacional (FMI) (2002), el uso de los derivados también puede permitir un apalancamiento excesivo, evitar regulaciones prudenciales, manipular normas contables y desajustar la situación financiera de las entidades de manera que los reguladores no pueden detectarla; como consecuencia, pueden llevar a una acumulación gradual de fragilidades del sistema financiero, y dado las posiciones apalancadas que ofrecen estos instrumentos tienden a amplificar la volatilidad en los mercados. Por lo tanto, el impacto negativo de los derivados podría acelerar las salidas de capital y profundizar las crisis económicas (International Monetary Fund, 2002). Igualmente, el uso de instrumentos de derivados ha sido señalado de propiciar o alimentar la formación de burbujas especulativas, pues al modificar los precios de los activos financieros puede generar inflación financiera, inestabilidad y crisis (Soto & Correa, 2008, p. 23).

Por otro lado, Shiller (2012) señala que no se puede culpar a las herramientas financieras y a las mismas finanzas sobre las crisis económicas, sino al mal uso que se hace sobre ellas. El debate queda abierto en torno a, si son las personas o las herramientas las que causan las crisis. Aun así, se considera que el mercado de derivados es uno de los

mercados financieros más complejos y grandes del mundo, y bajo ciertas circunstancias puede generar estabilidad o desestabilizar el mercado spot. Para efectos del presente trabajo se toma una posición neutral frente a las diversas posiciones con respecto a este mercado.

A nivel mundial los mercados de derivados tienen una representación muy importante en términos de volumen de negociación y una larga trayectoria en los mercados de valores (Hull, 2009). En la siguiente tabla se muestra el crecimiento que han tenido los mercados derivados en los últimos 30 años.

**Tabla 0-1:** Volumen de negociación de los mercados de derivados estandarizados desde 1987 a 2017.



Cifras en billones de dólares en valores nominales.

Fuente: Elaboración propia a través de las cifras recopiladas por el *Bank for International Settlements* (BIS).

En el caso de Colombia, la bolsa de valores inicia la negociación de futuros en septiembre del 2008 convirtiéndose en el tercer país de América Latina en tener un mercado de derivados estandarizados (El Espectador, 2008). Así mismo, la negociación de futuros sobre el índice COLCAP inicia en marzo del 2011. Desde su comienzo, los futuros han sido el mercado bursátil colombiano que ha crecido de manera sostenida en los últimos años comparado con los de renta fija y renta variable (Bolsa de Valores de Colombia, 2016).

En relación a los estudios sobre los derivados se encuentran dos perspectivas: la primera, se desarrolla desde la ingeniería financiera con la creación de nuevos instrumentos

financieros o en la valoración de sus activos por sus características particulares (Venegas, Gamboa, & Pérez, 2014). Mientras, la segunda perspectiva se enfoca en evaluar los efectos de los mercados de derivados en la estabilidad del mercado spot, sea accionario, de deuda, de tasa de interés o sobre sus subyacentes (Figlewski, 1981).

Para el propósito de la investigación se opta por la segunda perspectiva debido a que se quiere evaluar el efecto del mercado de derivados en la estabilidad o inestabilidad del mercado al contado, al respecto Soto (2010) expone las razones por las cuales puede suceder las dos situaciones: En primer lugar, el mercado de derivados complementa al mercado financiero, lo que permite una mejor distribución y asignación del riesgo, en consecuencia, puede generar una mayor liquidez y sustituibilidad de activos, que mientras más alto sean, permitirán una mejor y suave absorción de los choques, mejorando así la estabilidad del mercado. En segundo lugar, cuando los participantes del mercado toman posiciones de apalancamiento riesgosas generan mayor inestabilidad, pues pueden comprar y vender riesgos sin necesidad de adquirir el subyacente. Finalmente, si existe una concentración grande del mercado y de los volúmenes de liquidez puede profundizar la estabilidad o inestabilidad del mercado.

Igualmente, Hodgson & Nicholls (1991) mencionan que puede existir un efecto estabilizador cuando la actividad especulativa se transfiere del mercado al contado al mercado de futuros, atraída por los bajos costos, el apalancamiento y por las condiciones de negociación, reduciendo así la volatilidad. En este escenario, los inversores no están obligados a ajustar el riesgo del mercado (comprando y vendiendo en el mercado al contado); por lo tanto, la volatilidad se puede aislar en los mercados de futuros sobre índices, pues al proporcionar una protección de cobertura, los contratos de futuros ayudan a inmunizar las carteras contra el riesgo sistemático.

Respecto a estudios relacionados sobre los efectos de los derivados en Colombia, estos están enfocados principalmente en los mercados OTC (*Over the Counter*)<sup>1</sup>, mientras que en los mercados estandarizado aún no se han realizado este tipo de investigaciones. No obstante, a nivel internacional existen diferentes estudios sobre los efectos de los

---

<sup>1</sup>Mercado mostrador o extrabursátil.

mercados de derivados en la volatilidad en el mercado accionario (Antoniou & Holmes, 1995; Baldauf & Santoni, 1991; Çimen, 2018; Edwards, 1988b, 1988a; Floros & Vougas, 2016; Gulen & Mayhew, 2000; Matanovic, 2009; Sakthivel, 2007; Smith, 2015).

Los estudios se han concentrado principalmente en Estados Unidos (Baldauf & Santoni, 1991; Edwards, 1988b, 1988a; Lee & Ohk, 1992; Pericli & Koutmos, 1997; Rahman, 2001; Robbani & Bhuyan, 2016), India (Debasish, 2010; Mallikarjunappa & Afsal, 2008; Sahu, 2008; Sakthivel, 2007; Srinivasan, Mathew, & Davidson, 2012), Reino Unido (Antoniou & Holmes, 1995; Butterworth, 2000; Lee & Ohk, 1992; Robinson, 1993) y Turquía (Çağlayan, 2011; Çimen, 2018; Kasman & Kasman, 2008). En estos trabajos se ha abordado el problema desde la estabilización de los precios en el mercado al contado; es decir, han evaluado si la apertura de los mercados de derivados ha incidido en la reducción o aumento de la volatilidad de los precios. En concordancia, se encontró que el modelo más utilizado para medir este efecto ha sido el GARCH y sus variantes haciendo uso de variables *dummys*.

Con relación a los resultados, estos no han sido homogéneos y varían según el tipo de activo analizado y las condiciones de cada país<sup>2</sup>. Autores como Baldauf & Santoni (1991), Edwards (1988b, 1988a), Hodgson & Nicholls (1991), Mallikarjunappa & Afsal (2008), Matanovic (2009), Pericli & Koutmos (1997), Rahman (2001) y Sahu (2008) concluyen que no hubo efecto en la volatilidad en el mercado spot; mientras, Antoniou & Holmes (1995), Butterworth (2000), Floros & Vougas (2016), Robbani & Bhuyan (2016) y Zhong et al. (2004) encuentran que aumentó la volatilidad; y otros autores como, Bohl et al. (2015), Bologna & Cavallo (2002), Çağlayan (2011), Çimen (2018), Debasish (2010), Drimbetas et al. (2007), Floros & Vougas (2016), Kasman & Kasman (2008), Robinson (1993), Sakthivel (2007) y Srinivasan et al. (2012) concluyen lo contrario.

Teniendo en cuenta la falta de consenso sobre los efectos de la negociación de los derivados en la volatilidad del mercado spot y la ausencia estudios relacionados en el país, los resultados de esta investigación dan un valioso aporte a la literatura empírica, pues

---

<sup>2</sup> Para mayor detalle de los resultados empíricos ver Anexo A.

verifican si la negociación del futuro sobre el índice del mercado ha influido en la volatilidad de los precios spot en un país emergente como Colombia.

Además, se debe considerar que el mercado de derivados en el país está en crecimiento<sup>3</sup>, por lo cual, uno de los principales desafíos de los reguladores tanto en los países emergentes como desarrollados es crear incentivos para que los participantes del mercado utilicen los derivados de manera adecuada (Soto, 2010). Por lo tanto, es importante analizar los efectos que pueden tener los derivados en la estabilidad del mercado para poder identificar alertas tempranas o indicios sobre el desarrollo del mercado de derivados en el riesgo sistemático<sup>4</sup>, en la generación o ampliación de crisis y en la especulación de los activos subyacentes.

Por otro lado, se realiza una mejora en la metodología con respecto a los trabajos anteriores, ya que se aplican los modelos GARCH, EGARCH, TARCH, PARCH, GARCH-M e IGARCH para determinar el que mejor se ajusta a la serie de datos financieros, pues en la mayoría de los trabajos se estima con un solo modelo. En el proceso de seleccionar el mejor modelo se aplica la metodología de *Box-Jenkins* y los valores de criterios de información, algo que pocos trabajos han realizado (Antoniou & Foster, 1992; Antoniou & Holmes, 1995; Bohl et al., 2015; Çağlayan, 2011; Floros & Vougas, 2016). Con el propósito de dar una mayor robustez a la investigación, se incluye una prueba no paramétrica que se denomina Quandt-Andrews, técnica que no ha sido utilizada en los estudios analizados y que permite identificar cambios estructurales en la volatilidad condicional sin necesidad de incluir variables *dummys*.

Partiendo de lo anterior, el propósito de la investigación es evaluar el efecto de la negociación del mercado de futuro del índice COLCAP, en la volatilidad del mercado accionario colombiano entre los años 2009 al 2018. En ese contexto, se plantean los siguientes objetivos específicos:

---

<sup>3</sup> El volumen de negociación de los futuros en Colombia pasó de 0,1 billones en el 2008 a 149 billones en el 2018 (Bolsa de Valores de Colombia, 2019).

<sup>4</sup> Es el riesgo inherente al mercado atribuible a factores económicos, sociopolíticos y relacionados con el mercado (Brealey & Myers, 2003; Fabozzi & Mann, 2005; Gitman & Zutter, 2012) .

- Identificar el modelo que mejor explica el comportamiento de la volatilidad del mercado accionario colombiano en los años 2009 al 2018.
- Establecer factores de mercado que afectan el comportamiento de la volatilidad del mercado accionario colombiano en los años 2009 al 2018.
- Medir el efecto de la negociación del mercado de futuros del índice COLCAP en la volatilidad del mercado accionario colombiano en los años 2009 al 2018.

Para abordar el primer objetivo específico se estima la varianza condicional usando los modelos GARCH, EGARCH, TARARCH, PARARCH, GARCH-M e IGARCH; a través de los criterios de información se selecciona el que mejor se adapte a los datos. Para dar respuesta al segundo objetivo, se adicionan unas variables proxy en la media y varianza condicional para aislar los factores del mercado que pueden alterar la volatilidad; para cumplir el tercer objetivo se añade en la varianza condicional cuatro variables *dummys* que toman el valor de cero antes de la negociación de los futuros, y uno en el periodo posterior durante 100, 250, 500 y todos los días; si alguna de las variables es significativa, se demostraría que si hubo un efecto. Así mismo, el objetivo principal se resuelve analizando el nivel de significancia de las cuatro variables *dummys*, ya que esto permite evaluar si la negociación de los mercados de futuros ocasionó un cambio estructural permanente o transitorio de la volatilidad en el mercado accionario. Adicionalmente, la prueba de Quandt-Andrews sobre la varianza condicional complementaria los resultados anteriores.

El documento se encuentra estructurado de la siguiente manera: En primer lugar, están los antecedentes en los que se plantean las posturas teóricas que explican el efecto de los derivados en la estabilización de los precios del mercado spot; luego, se señalan los estudios relacionados que han abordado este problema; en segundo lugar, se expone la metodología aplicada y los resultados obtenidos; finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones.

# 1 Antecedentes

## 1.1 Relación teórica de la negociación de derivados y la estabilización de los precios

Desde el punto de vista teórico, la relación de la negociación de los derivados y la estabilización de los precios se ha realizado a través de dos enfoques: El primero, aborda el problema desde la función de cobertura de los derivados y el segundo hace énfasis en el papel informativo que genera la negociación de derivados sobre el mercado spot.

Con respecto a la función de cobertura de los derivados, autores como Kawai (1983a, 1983b), Peck (1976), Sarris (1984), Turnovsky (1983) y Turnovsky & Campbell (1985) han desarrollado modelos teóricos usando futuros *commodities*, en los que demuestran que la transferencia de riesgo con la ayuda de derivados estabiliza los precios en el mercado spot subyacente. Estos autores argumentan que los futuros al proporcionar un mecanismo de protección frente a los cambios desfavorables de los precios mejoran el funcionamiento del mercado spot, porque facilitan el reparto del riesgo entre los participantes del mercado, por consiguiente, mejora la asignación del riesgo.

Con relación a lo anterior, la posibilidad de cubrirse ante las fluctuaciones de los precios altera positivamente el problema de optimización del productor; los productores cubiertos realizan una producción igual a lo que están planeando, por lo tanto, maximizan sus ganancias esperadas independientemente de los resultados futuros de los precios. Bajo esta interpretación la oferta agregada es menos sensible a los cambios en la demanda agregada y los precios se vuelvan más estables, es decir, la introducción de un mercado de derivados está estabilizando los precios. Desde luego, la posibilidad de protegerse a los movimientos adversos de los precios requiere que los especuladores tengan la posición

opuesta de la operación y asuma los riesgos que transfieren los coberturistas (Matanovic, 2009).

De igual manera, Weller & Yano (1987) usando un modelo teórico de equilibrio general concluyen que si los agentes son aversos al riesgo, el efecto de la negociación de los derivados en la volatilidad del precio al contado es explicada por el efecto de arbitraje de precios y por la distribución de los riesgos. También, demuestran que la negociación de un mercado forwards o futuros puede estabilizar el precio spot solo si los agentes tienen diferentes preferencias.

Por último, Figlewski (1981) señala que en la medida en que el riesgo se pueda transferir de los coberturistas a los especuladores (a través del mercado de futuros), esta transferencia mejora el funcionamiento del mercado spot porque reduce la necesidad de incorporar primas de riesgo en las transacciones del mercado spot para compensar las fluctuaciones de los precios.

Con respecto al papel informativo que genera la negociación de los derivados, autores como Cox (1976), Danthine & Moresi (1993), Demers & Demers (1989) y Grossman (1988) demuestran teóricamente que bajo ciertas condiciones la negociación de los derivados estabiliza el precio spot, pues la introducción de un mercado de futuros aumenta la cantidad y calidad de la información disponible, que puede ser aprovechada por especuladores para pronosticar los resultados futuros de los choques económicos que afectan el precio subyacente, lo que permite reducir la incertidumbre, que conduce a una mejor asignación de recursos y una reducción de la volatilidad del mercado spot. Dicho lo anterior, Grossman (1988) menciona que la volatilidad también se reduce en la medida que aumenta la liquidez en el mercado proporcionada por los especuladores, y esta liquidez adicional permite cubrir las posiciones riesgosas y frenar la volatilidad.

Pero, si los especuladores son propensos a errores en su estimación o su información no está revelando por completo a otros agentes del mercado, la negociación de los derivados reduciría el contenido informativo de los precios del subyacente, lo que conduce a que la volatilidad aumente en el mercado spot (Matanovic, 2009).

Igualmente, otros autores como Guesnerie & Rochet (1993), Hart & Kreps (1986), Kawai (1983a) y Stein (1987) a través de modelos teóricos de equilibrio encuentran que la especulación de estos mercados generan un efecto desestabilizador en el precio spot; uno de los argumentos es que la negociación del mercado de futuros atrae a nuevos inversores o especuladores pocos informados (irracionales), tanto en los mercados de derivados como en el mercado spot, que buscan ganancias a corto plazo aumentando la volatilidad del mercado spot (Stein, 1987). En este aspecto, Ayuso & Núñez (1995) mencionan que los autores que apoyan esta postura se centran en que la mayoría de los participantes de los mercados de derivados son especuladores, que atraídos por los bajos costos y el apalancamiento financiero, provocan una elevada volatilidad en los precios de los derivados que traspasa al mercado spot a través de estrategias de arbitraje.

Por otra parte, Cox (1976) indica que el mercado de futuros puede aumentar la información del mercado spot debido a que atrae a nuevos inversionistas y los costos de transacción de este mercado son más bajos; pues si no existiera este mercado, sería más costoso hacer inversiones futuras, donde las expectativas pueden ser diversas y no vale la pena comunicar esta información, mientras, que un mercado de futuros se puede hacer la mejor oferta o demanda que se ve reflejada en el precio del futuro, lo que ocasiona que la información nueva de estas inversiones se transmita al mercado al contado. Sin embargo, cuanto más desarrollado e integrado es el mercado spot, menor será el efecto de la negociación de los futuros (Fingleton, 1981).

De la misma forma, Ross (1989) demuestra que bajo ausencia de arbitraje y cuando los precios de los activos sigue un proceso de martingala, la volatilidad de los retornos de los activos es igual a la variación de los flujos de la información<sup>5</sup>. Este estudio sugiere que dado que los costos de transacción en la negociación de los derivados son bajos, se asume que este aumenta la tasa de flujo de información, por lo cual la volatilidad del mercado spot debería aumentar (Antoniou & Holmes, 1995). De igual modo, la mayor volatilidad del mercado financiero indica que se incorpora una tasa más rápida de información en los

---

<sup>5</sup>Teorema 2 de Ross (1989, p. 8). Para mayor detalle del desarrollo matemático (Antoniou & Holmes, 1995, p. 120).

precios de los activos (Matanovic, 2009). En cambio, si no hay un efecto en la volatilidad, las oportunidades de arbitraje estarán disponibles (Antoniou & Holmes, 1995).

Finalmente, para el desarrollo del presente documento se toma una posición neutral sobre el efecto de la negociación de los derivados en la estabilización de los precios del mercado spot, teniendo en cuenta que los derivados pueden estabilizar o desestabilizar según la perspectiva teórica que se tome. En definitiva, al no existir una teoría dominante, el resultado se debe validar empíricamente, por lo tanto, en la siguiente sección se muestran los resultados de las investigaciones que han abordado este tema.

## **1.2 Evidencia empírica del efecto de la negociación de derivados y la estabilización de los precios**

Desde el punto de vista teórico no hay consenso sobre la relación de la negociación de los mercados de derivados en la estabilización de los precios del activo subyacente; en consecuencia, los estudios están orientados a demostrar empíricamente si la existencia de un mercado de derivados afecta la volatilidad en el mercado al contado y cuál es la dirección de este efecto (Ayuso & Núñez, 1995); no obstante, los resultados empíricos tampoco han sido concluyentes pues han sido diferentes en cada país o activo que se ha aplicado. A continuación, se presenta los estudios realizados organizados por países desarrollados y emergentes.

### **1.2.1 Países Desarrolladores**

En los años ochenta en Estados Unidos se realizan los primeros trabajos sobre el efecto de los derivados en la estabilización de los precios usando futuros sobre títulos de deuda; entre los primeros trabajos está el de Figlewski (1981), que a través de un modelo de regresión valida si hubo una diferencia del comportamiento del precio GNMA<sup>6</sup> entre un período antes y después de la negociación de derivados; así determina que la apertura de

---

<sup>6</sup> *Government National Mortgage Association*, es una Entidad del Estado que emite títulos valores respaldados por hipotecas que son llamados de la misma manera que el nombre de la entidad.

los futuros aumentó la volatilidad de los precios a contado, debido, según sugiere el autor, al ingreso de nuevos inversores con menos información o inexperiencia en comparación a los que negocian en el mercado spot, lo que causó un “ruido” adicional en los precios futuros que se transmitieron al mercado spot. También, señala que este efecto debería disminuir a medida que el mercado se vuelva más maduro.

En cambio, Bortz (1984) realiza dos modelos de regresión en los que incluye variables para controlar los factores de mercado que puede afectar el precio y adiciona una *dummy* para medir el efecto de la volatilidad de los bonos del tesoro de Estados Unidos por la apertura de los mercados de futuros. Encuentra que la negociación de los derivados ayudó a reducir la volatilidad de los precios spot. Igualmente, los resultados de las regresiones aplicadas sugieren que entre mayor sea la liquidez del mercado de derivados menor es la volatilidad del subyacente.

Por su parte, Simpson & Ireland (1985) complementan los anteriores trabajos usando dos variables ficticias para medir el efecto de la negociación de los futuros de letras del tesoro sobre las tasas a contado del subyacente; la primera *dummy* mide el efecto cuando el mercado de futuros inicia su negociación y la segunda en el momento que el mercado de futuros es más maduro. Observan que al inicio de la negociación de los futuros disminuye el nivel de volatilidad en las tasas de las letras del tesoro, pero este efecto desaparece cuando la negociación del mercado de futuros aumenta sustancialmente.

Moriarty & Tosini (1985), replican el trabajo de Figlewski (1981) y lo complementan con un análisis de correlación cruzada residual de ARIMA; no evidencian que la introducción del comercio de futuros GNMA haya causado un aumento en la volatilidad del mercado spot del subyacente, también señalan que los resultados encontrados por Figlewski (1981) se deben a la calidad de los datos y el efecto de la colinealidad entre las variables de futuros y el mercado al contado.

Por otro lado, Ayuso & Núñez (1995) evalúan el efecto de la aparición de los futuros y opciones sobre deuda pública española en la volatilidad de los precios en el mercado de deuda al contado usando un modelo TARARCH o GJR, en el que evidencian que la apertura de los mercados de derivados provocó una reducción insignificante en la volatilidad en los precios spot. El mismo resultado lo encuentra Esposito & Giraldi (1994), quienes analizan

si existe un cambio en la volatilidad del precio spot de los bonos del tesoro italiano (BTP) a través del análisis de Intervención Box-Tiao (1975) e incluyen dos variables *dummys* para medir este efecto.

Con respecto a investigaciones sobre los índices accionarios, los primeros estudios se realizaron en Estados Unidos; entre ellos está el de Edwards (1988a), quien evalúa el efecto en la volatilidad del precio del S&P500 y VLCI<sup>7</sup> antes y después del inicio de la negociación de futuros sobre índices respectivamente, y en ese mismo año, en otro artículo (1988b) amplía el objeto de estudio, analizando el S&P500, VLCI, Eurodólares a 90 días y la letra de tesoro de Estados Unidos a 90 días. En ambos trabajos compara la varianza de los activos en un periodo pre y post a la negociación con derivados, y valida si existe una variación estadísticamente significativa en los dos periodos; de manera que, no encuentra que la introducción del mercado de futuros haya afectado la volatilidad de los activos subyacentes.

En cuanto a Baldauf & Santoni (1991) son de los primeros autores que hacen uso de modelos heteroscedásticos para medir el efecto de la negociación de los futuros, en este caso, hace uso de un modelo ARCH para estimar la volatilidad condicional de los retornos del índice S&P500 y añade algunas variables *dummys* para estimar el efecto en la introducción del mercado de futuros a través de un cambio estructural o en los parámetros del modelo; no evidencian un efecto en la introducción de la negociación de los derivados en la volatilidad del activo subyacente. Este mismo resultado lo encuentran Pericli & Koutmos (1997), quienes analizan el efecto de la negociación de los futuros y opciones en la volatilidad del índice S&P500, en el cual usan un modelo EGARCH, y el de Rahman (2001) que analiza el efecto de la negociación de los futuros y opciones del DJIA en la volatilidad de las 30 acciones que conforman el índice.

En cambio, Robbani & Bhuyan (2016) analizan si la introducción del mercado de futuros y opciones tiene un efecto en la volatilidad y volumen de 30 acciones que componen el índice DJIA a través de un modelo GARCH y haciendo uso de unas pruebas no paramétricas

---

<sup>7</sup> El *Value Line Composite Index* (VLCI) es un índice de mercado creado para negociarse en el mercado de futuros (Edwards, 1988a).

para medir la variación de la volatilidad; encuentran que los niveles de volatilidad y el volumen de operaciones aumentaron significativamente después de la introducción de futuros y opciones en el índice.

Por otro lado, Robinson (1993) estudia el efecto de la negociación de los futuros y de los cambios en el régimen de política monetaria en la volatilidad diaria del índice FTSE 100, utilizando un modelo ARCH-M incluyendo varias *dummies* para medirlos; el resultado del trabajo sugiere que la negociación de los contratos de futuros sobre el índice de estudio ha reducido la volatilidad significativamente. Sin embargo, Antoniou & Holmes (1995) haciendo uso de un modelo GARCH con una variable *dummy* en la varianza condicional, encuentran que la volatilidad aumentó después de la introducción de los futuros, argumentan que este resultado se debe a una mayor información en el mercado y no a especuladores que tienen efectos desestabilizadores.

De igual modo, Butterworth (2000) analizando la negociación de los futuros sobre el índice FTSE MID250 a través de dos modelos GARCH antes y después de la apertura de este mercado; encuentra un aumento en la volatilidad, lo que indican que más información fluye hacia el mercado spot después del inicio de la negociación.

Con respecto a Hodgson & Nicholls (1991) analizan el efecto sobre la volatilidad del mercado spot por la negociación de los futuros y opciones sobre el índice AOI<sup>8</sup> de Australia; lo realizan a través de una prueba de igualdad de varianza en la que comparan el periodo antes y después de la introducción del mercado de derivados; concluyen que la negociación de futuros y opciones no afectó la volatilidad a largo plazo de la AOI en forma diaria y semanal.

En cambio, Bologna & Cavallo (2002) aplican un modelo GARCH para analizar la relación entre la negociación de los futuros y la volatilidad del mercado de la bolsa de valores italiana, medido a través del índice MIB30, incluye una variable *dummy* para medir el efecto

---

<sup>8</sup> El *All Ordinaries Index* (AOI) es el índice de Australia conformado por todas las acciones comunes u ordinarias del mercado (Hodgson & Nicholls, 1991).

y otras variables para controlar factores de mercado; encuentran que desde la negociación de los futuros la volatilidad del activo subyacente disminuyó y es menos volátil.

Por otra parte, Matanovic (2009) en su tesis de doctorado investiga el efecto del mercado de derivados en la volatilidad del mercado accionario alemán; aplica un modelo GARCH a los retornos del índice DAX e incluye una variable *dummy* para medirlo, adiciona al modelo unas variables exógenas para controlar el efecto de los mercados y analiza también un cambio estructural en la volatilidad después de la negociación de los derivados; encuentra que la estructura de la varianza condicional cambia después de la apertura de los derivados, sin embargo, no evidencia que este cambio esté relacionado con la negociación de los futuros.

Con respecto a investigaciones sobre acciones individuales, el primer trabajo que se encontró fue en Reino Unido realizado por Antoniou & Foster (1992), quienes a través de la aplicación de tres modelos, GARCH, IGARCH y GARCH-M, analizaron si la introducción de los contratos de futuros sobre las acciones *Brent Crude Oil* afectó la volatilidad de los precios semanales en el mercado spot del subyacente; señalan que no existe un efecto pero si hubo un cambio en la estructura de la varianza condicional antes y después del mercado de futuros. También, encuentran que después de los futuros la volatilidad se integró, lo que sugiere que este mercado mejoró la calidad de la información que fluye a los mercados spot.

Por otro lado, Dennis & Sim (1999) investigan el efecto de la volatilidad del mercado spot para 10 acciones australianas sobre las cuales se negocian futuros haciendo uso de un modelo ARCH exponencial asimétrico, en el que analizan los estimadores antes y después de la negociación de los derivados; los resultados encontrados señalan que la mayoría de las acciones no existe un efecto sobre la volatilidad<sup>9</sup>:

---

<sup>9</sup>Solamente en tres acciones se evidenció un efecto: en dos la volatilidad aumentó y en una disminuyó.

## 1.2.2 Países Emergentes

En los países emergentes la mayoría de los trabajos se han realizado sobre el índice accionario; además, se caracterizan porque las investigaciones son más recientes y los estudios analizados se concentran en la India y Turquía.

En este sentido, Sakthivel (2007) y Srinivasan et al. (2012) investigan el efecto de los futuros S&P CNX en la volatilidad del mercado de valores hindú a través de un modelo GARCH con una variable *dummy*; en cambio, Debasish (2010) aplica un test estadístico en el que compara si la varianza del índice accionario cambia de un periodo a otro. En los tres trabajos encuentran que la volatilidad disminuyó después de la introducción del mercado de derivados. Mientras, Sahu (2008) y Mallikarjunappa & Afsal (2008)<sup>10</sup> haciendo uso de un modelo GARCH con una variable *dummy* y comparando los estimadores del modelo antes y después de la apertura del mercado, no encuentran un efecto en la volatilidad. Además, Mallikarjunappa & Afsal (2008) realizan el test de Chow en la varianza condicional y encuentran un cambio estructural en el periodo de la negociación de los futuros, concluyen que este cambio no se debe a la apertura de este nuevo mercado sino a otros factores del mercado que ocurrieron en ese periodo.

Por otra parte, Kasman & Kasman (2008) analizan el efecto de la negociación de futuros en la volatilidad del mercado turco a través de un modelo EGARCH y Çağlayan (2011) emplea varios modelos GARCH simétricos y asimétricos; en ambos miden la volatilidad del índice ISE30 y demuestran que la apertura del mercado de derivados ayudó a disminuir la volatilidad. También, evidencian que el efecto asimétrico es relevante después de la negociación de los futuros. Posteriormente, Çimen (2018) analiza el efecto de la introducción de futuros y opciones sobre el índice BIST30 en la volatilidad del mercado spot, aplica un modelo GARCH con una variable *dummy* y encuentra que el mercado de derivados disminuye la volatilidad del mercado spot.

---

<sup>10</sup> Estos autores analizan el efecto de la introducción de los futuros y de las opciones en la volatilidad del índice S&P CNX Nifty.

En cuanto a Drimbetas et al. (2007) aplicando un modelo EGARCH analizan el efecto del mercado de futuros en la volatilidad del mercado accionario griego; encuentran que después de la fecha de la negociación del futuro hubo una reducción de la volatilidad. Mientras, Floros & Vougas (2016) examinan el efecto de la negociación de futuros sobre la volatilidad del mercado spot de los índices FTSE/ASE-20 y FTSE/ASE Mid40; los resultados encontrados sugieren una disminución de la volatilidad del índice FTSE/ASE-20 y un aumento en el índice FTSE/ASE Mid40.

Bohl et al. (2015) analizan el efecto de la negociación de futuro del índice CSI300 en la volatilidad de tres mercados chinos aplicando varios modelos GARCH y con una *dummy* para medir el efecto, encuentran una disminución en la volatilidad de los tres mercados analizados. Por otra parte, Zhong et al. (2004) utilizando un modelo EC-EGARCH evalúan si la negociación de los futuros sobre el IPC<sup>11</sup> ayuda en la función de descubrimiento de precios en el mercado spot mexicano, y si afecta también en la volatilidad del subyacente; encuentran que ambos mercados (futuros y accionario) provocan un aumento de la volatilidad en el otro y que dichos efectos puede atribuirse a características institucionales del mercado, por lo que recomiendan a los reguladores mexicanos del mercado de futuros establecer mecanismos como interruptores de circuito, requisitos de margen y supervisión de arbitraje necesarios para evitar que la negociación de futuros se convierta en una nueva fuente de inestabilidad en el mercado spot.

Respecto a investigaciones sobre acciones individuales se encuentra el estudio de Adil & Rafique (2013), quienes evalúan el efecto de la negociación de los futuros sobre 24 acciones individuales del mercado pakistaní, en la volatilidad del activo subyacente aplicando un modelo GARCH; como resultado encuentran un efecto mixto sobre el nivel de volatilidad según el activo que se esté analizando. Por otra parte, Manasa & Narayanarao (2018) analizan el efecto de la negociación del mercado de futuros hindú sobre 8 acciones individuales que conforman el índice BANKNIFTY midiendo la volatilidad a través de los modelos GARCH; encuentran que en la mayoría de las acciones la volatilidad se redujo después de la negociación de los derivados.

---

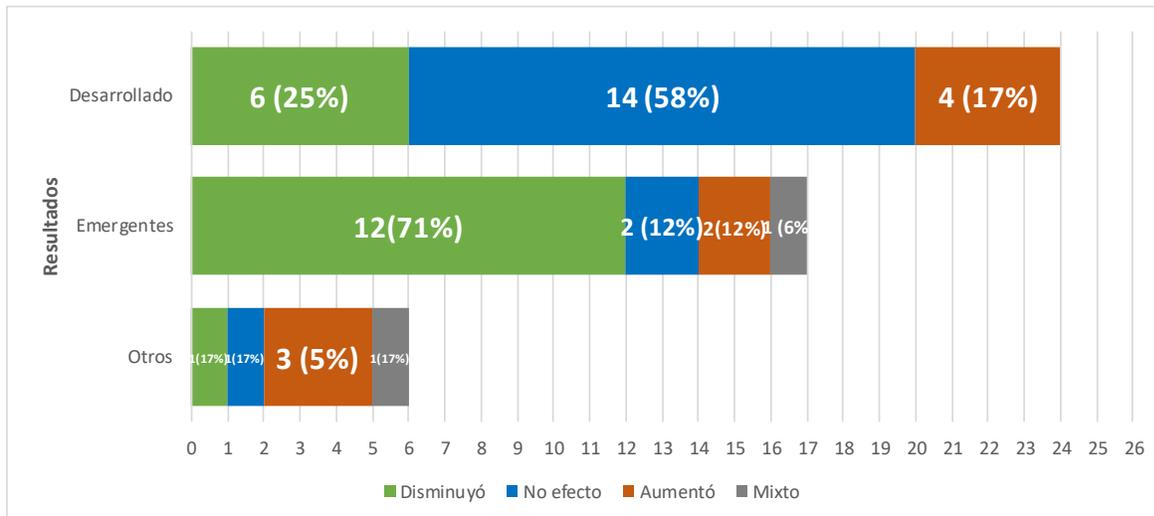
<sup>11</sup> El Índice de Precios y Cotizaciones es el principal índice de la Bolsa de Valores de México.

También se han realizado investigaciones de varios países en conjunto. En este caso, Lee & Ohk (1992) utilizan un modelo MS-GARCH con una variable *dummy* en la varianza condicional para evaluar los efectos del comercio de futuros de los índices bursátiles sobre la volatilidad de los rendimientos de las acciones de Estados Unidos, Australia, Hong Kong, Japón y Reino Unido; así mismo, incluyen un portafolio compuesto por los rendimientos de los índices bursátiles de los cinco mercados de estudio para aislar el efecto de factores económicos propios del país y del mundo; evidencian que la volatilidad aumenta significativamente después de la negociación de los futuros en Estados Unidos, Japón y Reino Unido, mientras que en Australia no hay una diferencia significativa y en Hong Kong la volatilidad disminuye después de la negociación de los futuros. Además, señalan que el efecto de los futuros del índice en la volatilidad del mercado al contado difiere de un país a otro, no solo por la estructura de estos mercados sino también por las diferentes condiciones macroeconómicas que prevalecen en cada país.

Por otra parte, Gulen & Mayhew (2000) estudian el efecto de la apertura del mercado de derivados en 25 países del mundo aplicando un modelo TARARCH y un GARCH multivariado añadiendo una variable *dummy* para medirlo; concluyen que en los países de Estados Unidos y Japón el mercado de futuros está relacionado con un aumento en la varianza condicional y en los demás la volatilidad disminuyó o se mantuvo igual.

Por último, de los resultados analizados durante los años 1981 al 2018 se pueden concluir que la mayoría de las investigaciones se han realizado sobre índices accionarios, y que el modelo más aceptado son los modelos GARCH y sus variantes. La mayoría de los trabajos usan una variable *dummy* para medir el efecto antes y después de la negociación de los derivados, y en algunos casos, analizan también si modificó la estructura de la volatilidad. Por otra parte, los trabajos son realizados generalmente en Estados Unidos, India y Reino Unido.

**Figura 1-1:** Resultados del efecto del mercado de derivados en la volatilidad del mercado spot separada por países desarrollados y países emergentes en los años 1981 al 2018



En una muestra 36 artículos publicados entre los años 1981 hasta 2018.

Fuente: Elaboración propia.

Respecto a los resultados de los estudios empíricos analizados, tal como se muestra en la Figura 1-1, se encuentra que en la mayoría de los países desarrollados (58%) no existe un efecto de la negociación de los derivados en el mercado spot, mientras que, en los países emergentes el 71% presenta una disminución en la volatilidad del subyacente.

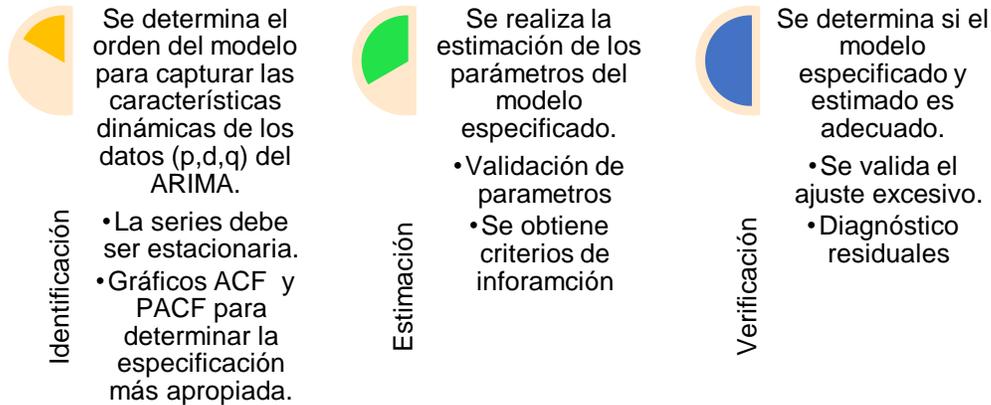
## 2 Metodología

De acuerdo con la sección anterior se denota que los modelos GARCH y sus variantes son los más usados para medir el efecto de la negociación de los derivados en la volatilidad de los mercados subyacentes, pues son los modelos que más se acomodan a las características de las series de datos financieros (Tsay, 2002).

Por lo tanto, se deduce que una alternativa válida para estimar el efecto de los mercados de derivados sobre la volatilidad del mercado accionario es la aplicación del modelo GARCH y sus variantes. En este sentido este trabajo complementa los estudios realizados, al aplicarlo al mercado accionario colombiano, en un país en el que hasta el momento no se han realizado investigaciones al respecto, además se diferencia de trabajos anteriores al mejorar la metodología de la siguiente manera:

Para la selección del modelo y validez se aplica la metodología Box-Jenkins (1976), considerando que en los trabajos analizados ninguno lo menciona; en este enfoque se realizan tres pasos: identificación, estimación y verificación. En la Figura 2-1 se hace una breve descripción de cada uno.

**Figura 2-1:** *Metodología Box-Jenkins para la selección de modelos*



Fuente: Elaboración propia a partir de (Brooks, 2008).

De esta manera este proceso lo que busca es hacer un modelo parsimonioso que describa todas las características de los datos utilizando la menor cantidad posible de parámetros (Brooks, 2008), por lo tanto, la identificación, estimación y verificación es un proceso repetido hasta llegar al mejor resultado.

Para la selección del modelo, se encontró que en la mayoría de los trabajos utilizan el GARCH, sin validar si realmente es el que mejor se adapta a los datos y cumple con los supuestos (Matanovic, 2009); por lo tanto, para efectos del presente trabajo se realizará las estimaciones con los siguientes modelos: GARCH, EGARCH, TARARCH, PARCH, GARCH-M e IGARCH para lograr una mejor estimación.

Con respecto a los modelos seleccionados, el primer modelo es el GARCH (Heteroscedasticidad Condicional Auto-Regresiva Generalizada) que fue desarrollado por Bollerslev (1986) y Taylor (1986) de forma independiente. Este modelo permite que la varianza condicional dependa de rezagos propios, por lo tanto, la ecuación se describe como:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (2.1)$$

Donde:

$\sigma_t^2$  = La varianza condicional

$p > 0$ ;  $q > 0$  y  $\alpha_0$ ,  $\alpha_i$  y  $\beta_j$  son positivos y cumplen  $\sum_{i=1}^{\max(p,q)} (\alpha_i + \beta_i) < 1$ .

$$\varepsilon_t = a_t \sigma_t$$

$a_t \sim N(0,1)$  es el ruido blanco

$\alpha_0$  = Valor medio de la varianza a largo plazo

$\alpha_i$  = Magnitud del efecto de la observación del proceso en el tiempo  $t - i$

$\beta_j$  = Magnitud del efecto de la varianza en el tiempo  $t - j$

El modelo GARCH es una mejora al modelo ARCH de Engle (1982) pues tiene una formulación más flexible y permite la medición de los clústeres de volatilidad que se agrupa en las series financieras (Nelson, 1991). Sin embargo, Nelson (1991) menciona que en el modelo GARCH la volatilidad reacciona por igual a las noticias buenas y malas, cuando en la observación empírica ha demostrado que las volatilidades tienden a ser mayores cuando hay noticias malas que cuando las noticias son buenas (efecto de apalancamiento o *leverage*).

Otra limitación que menciona Nelson (1991) es la necesidad de imponer restricciones de no negatividad en los estimadores ( $\alpha_0$ ,  $\alpha$  y  $\beta$ ) para garantizar que la varianza sea positiva, lo que dificulta en algunos casos aplicar el modelo a las series financieras o medir el efecto asimétrico de las noticias.

En respuesta a las anteriores limitaciones, diferentes autores han formulado variantes del GARCH. De esta forma, Nelson (1991) propone el modelo GARCH exponencial o EGARCH, que al ser de forma exponencial genera una varianza condicional positiva, no requiere de restricciones de no negatividad en los parámetros del modelo y la volatilidad responde de forma asimétrica a los errores de predicción pasados, lo que facilita la aplicación a series financieras (Tsay, 2002). Igualmente, Glosten, Jagannathan, & Runkle (1993) y Zakoian (1994), en trabajos independientes, proponen el modelo GJR-GARCH o TARARCH, en este modelo los valores negativos y positivos del residuo de la regresión tienen efectos diferentes en la volatilidad condicional, midiendo así el efecto del apalancamiento.

También se desarrollaron los modelos GARCH de desviación estándar llamados *Power ARCH* o PARARCH, desarrollado por Taylor (1986), Schwert (1989) y generalizados por Ding,

Granger, & Engle (1993), este modelo permite medir la asimetría de la volatilidad y estimar el parámetro de la potencia de la desviación estándar.

Por otro lado se ha desarrollado el modelo GARCH-M, propuesto por Engle, Lilien, & Robins (1987), donde la variación condicional se incluye en la ecuación de la media condicional, esto hace que los retornos estén relacionados con las expectativas de riesgo, algo muy usual en las finanzas (Brooks, 2008). Por último, está el modelo IGARCH propuesto por Engle & Bollerslev (1986) y Nelson (1990), el cual es una versión restringida del GARCH, elimina la constante ( $\alpha_0$ ) y restringe los parámetros ( $\alpha$  y  $\beta$ ) para que sea igual a uno, lo que provoca que los choques de la varianza condicional sea persistente y perdure a largo plazo.

Para seleccionar el mejor modelo se validará que sus estimadores sean significativos, que estén bien especificados y que el valor de los tres criterios de información sea el menor (Bohl et al., 2015; Çağlayan, 2011; Floros & Vougas, 2016; Matanovic, 2009). Dicho lo anterior, los criterios de información que se usarán son el de Akaike (1974) (AIC), el bayesiano de Schwarz (1978) (BIC) y el de Hannan-Quinn (1979) (HQC).

Adicionalmente, para probar de manera confiable el efecto de la volatilidad de la negociación del mercado de futuros sobre el mercado spot, es necesario tener en cuenta otros posibles factores no relacionados con la operación de futuros que pudieron haber alterado la volatilidad del mercado financiero en el periodo de estudio y que se expresan en variables dentro del modelo (Adil & Rafique, 2013; Antoniou & Holmes, 1995; Bohl et al., 2015; Bologna & Cavallo, 2002; Drimbetas et al., 2007; Gulen & Mayhew, 2000; Kasman & Kasman, 2008; Mallikarjunappa & Afsal, 2008; Manasa & Narayanarao, 2018; Matanovic, 2009; Robbani & Bhuyan, 2016; Sahu, 2008; Sakthivel, 2007; Srinivasan et al.,

2012). Es así como se considera los retornos de los índices S&P500, MXWO<sup>12</sup> ACWI<sup>13</sup> y MXEF<sup>14</sup> como proxies al comportamiento del mercado internacional.

De acuerdo con lo anterior, se analizó que las correlaciones de los índices no fueran muy altas. En la Tabla 2-1 se puede observar que los retornos de los índices S&P500 y MXEF son los menos correlacionados entre ellos y entre el índice COLCAP, por lo tanto, son las dos variables que se seleccionan en el modelo para controlar los efectos de los mercados internacionales, por lo tanto, se incluye en la media condicional y sus valores al cuadrado en la varianza condicional.

**Tabla 2-1:** Correlación entre los retornos del índice COLCAP, S&P500, MXWO, MXWD y MXEF

Correlación	COLCAP	MXEF	MXWD	MXWO	S&P500
COLCAP	1				
MXEF	0,448206***	1			
MXWD	0,490283***	0,779922***	1		
MXWO	0,478584***	0,716199***	0,995305***	1	
S&P500	0,4203***	0,508295***	0,886362***	0,910459***	1

\*\*\*Nivel de significancia del 1%.

Fuente: Elaboración propia.

También se incluye una variable *dummy* para medir el efecto del escándalo de Interbolsa, que toma valores de 1 a partir del primero de noviembre de 2012<sup>15</sup>, considerando que fue la principal comisionista del país y su quiebra tuvo repercusiones importantes en los mercados financieros (Asociación Nacional de Instituciones Financieras, 2017; Bolsa de Valores de Colombia, 2013; Depósito Centralizado de Valores de Colombia, 2013), por lo

<sup>12</sup>También conocido como el índice *MSCI World* muestra el desempeño de los 23 países más desarrollados del mundo.

<sup>13</sup> El índice *MSCI ACWI* muestra el desempeño de 23 países desarrollados y 26 países emergentes, se puede considerar un índice que mide el desempeño global.

<sup>14</sup> El índice *MSCI Emerging Markets* muestra el desempeño de 24 países de mercados emergentes.

<sup>15</sup> Se toma esa fecha porque fue el día en que Interbolsa incumplió con el pago de una de sus obligaciones con el BBVA, lo que desató el escándalo (Superintendencia Financiera de Colombia, 2012).

cual es un factor interno significativo que sucedió después de la negociación con los futuros y que pudo haber afectado la volatilidad<sup>16</sup>.

Una vez logrado aislar los factores del mercado que pudieron alterar la volatilidad, el efecto de la negociación de futuros se mide mediante la inclusión de una variable *dummy* en la varianza (Adil & Rafique, 2013; Antoniou & Holmes, 1995; Baldauf & Santoni, 1991; Bohl et al., 2015; Bologna & Cavallo, 2002; Bortz, 1984; Drimbetas et al., 2007; Esposito & Giraldi, 1994; Floros & Vougas, 2016; Gulen & Mayhew, 2000; Kasman & Kasman, 2008; Lee & Ohk, 1992; Mallikarjunappa & Afsal, 2008; Matanovic, 2009; Pericli & Koutmos, 1997; Robinson, 1993; Sahu, 2008; Sakthivel, 2007; Simpson & Ireland, 1985; Srinivasan et al., 2012).

En la literatura revisada la mayoría de los autores evalúan un cambio estructural permanente en la serie de tiempo por la introducción de los mercados de derivados. A diferencia de lo anterior, se incluyen 4 variables *dummys*<sup>17</sup> que toman el valor de uno durante 100, 250, 500 y todos los días después de la negociación de los futuros de acciones del índice COLCAP<sup>18</sup> y cero antes; así permite evaluar si la negociación de los mercados de futuros ocasionó un cambio estructural permanente o transitorio de la volatilidad. Si alguna de las variables *dummys* es estadísticamente significativa, entonces la negociación de los futuros tiene un efecto en la volatilidad del mercado spot subyacente y su signo permite identificar si fue positiva o negativa, de lo contrario, no hubo algún efecto.

Finalmente, para darle una mayor robustez al modelo seleccionado se realizará una prueba no paramétrica que es el de Quandt-Andrews, una técnica que no ha sido utilizado en estos estudios, que permite identificar un cambio estructural en la volatilidad sin necesidad de incluir variables *dummys* y desconociendo los periodos que estos ocurren, esta prueba

---

<sup>16</sup>Los resultados complementan el trabajo de Gómez-González & Melo Velandia (2014), quienes encuentran un efecto del escándalo de Interbolsa en los retornos de las 18 acciones más representativas de la bolsa de valores de Colombia, pero no hacen un análisis en la volatilidad.

<sup>17</sup> Estos periodos se toman siguiendo a Lee & Ohk (1992).

<sup>18</sup>Toma el valor de uno a partir del 2 de marzo de 2011, fecha en la que inició la negociación de los futuros del índice COLCAP.

confirmaría un efecto permanente en la volatilidad producto de la negociación de los futuros del índice COLCAP.

## 2.1 Descripción de los Datos

En la mayoría de los trabajos usan los retornos del índice bursátil de la bolsa de valores como cuantificador del desempeño del mercado accionario (Antoniou & Holmes, 1995; Baldauf & Santoni, 1991; Bohl et al., 2015; Bologna & Cavallo, 2002; Butterworth, 2000; Çağlayan, 2011; Çimen, 2018; Debasish, 2010; Drimbetas et al., 2007; Edwards, 1988b, 1988a; Floros & Vougas, 2016; Gulen & Mayhew, 2000; Hodgson & Nicholls, 1991; Kasman & Kasman, 2008; Lee & Ohk, 1992; Mallikarjunappa & Afsal, 2008; Matanovic, 2009; Pericli & Koutmos, 1997; Rahman, 2001; Robbani & Bhuyan, 2016; Robinson, 1993; Sahu, 2008; Sakthivel, 2007; Srinivasan et al., 2012; Zhong et al., 2004).

Por lo tanto, en este documento se considera los retornos del índice COLCAP<sup>19</sup> como la variable proxy para medir el comportamiento del mercado accionario colombiano pues es un indicador de capitalización que refleja el movimiento de los precios de las acciones más liquidas que negocian en la bolsa. Los retornos son diarios y se calcula de la siguiente manera:

$$r_t = \text{Ln} \left( \frac{P_t}{P_{t-1}} \right) \quad (2.2)$$

*Dónde:*

$r_t$  = Retornos del índice en el día  $t$

$P_t$  = Valor de cierre del índice en el día  $t$

$P_{t-1}$  = Valor de cierre del índice en el día  $t - 1$

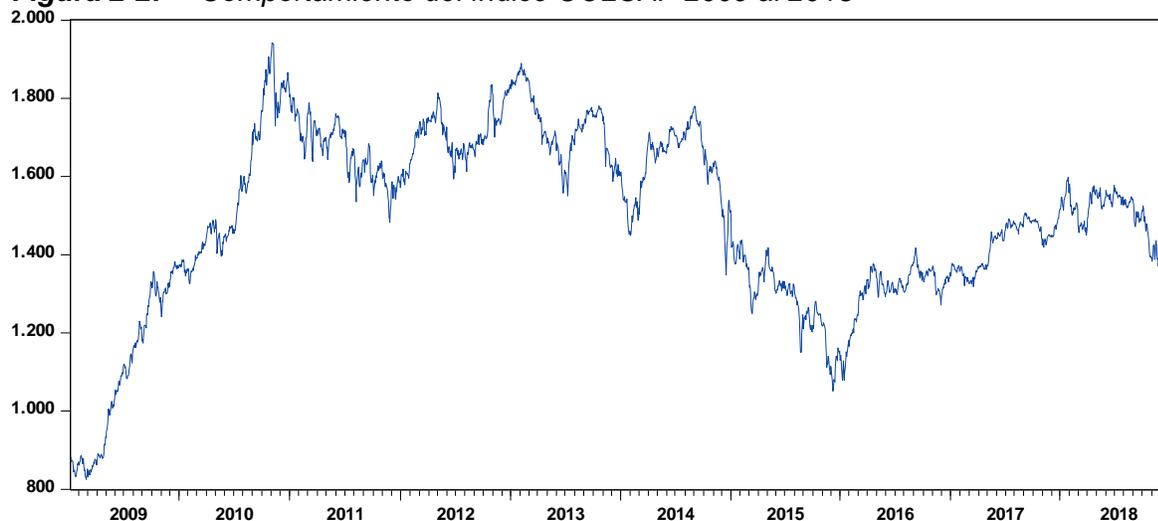
La información del índice COLCAP fue consultada en Bloomberg para los periodos del 1 de enero de 2009 al 31 de diciembre de 2018, por lo cual se obtuvo un total de 2436

---

<sup>19</sup> “A partir del 1 de noviembre de 2013, el índice COLCAP reemplazó al IGBC como el principal indicador del comportamiento del mercado accionario colombiano” (Banco de la República, n.d.).

observaciones<sup>20</sup>. La Figura 2-2 muestra el comportamiento que ha tenido el índice COLCAP desde el 2009 al 2018, como se observa la serie ha tenido un crecimiento sostenido desde el 2009 hasta el año 2010, luego, se estabiliza y tiende a la baja hasta finales del año 2015. Este crecimiento y su desaceleración coinciden con la bonanza económica que sufrieron los países de América Latina y que terminó en ese año, caracterizada por un alto precio de las materias primas (entre ellas el petróleo) y por el crecimiento económico de países emergentes y el de China (Banco Mundial, 2015). A partir del año 2016 se presenta un nuevo repunte hasta finales del año 2017 y en el año 2018 la tendencia es a la baja.

**Figura 2-2:** Comportamiento del índice COLCAP 2009 al 2018



Fuente: Elaboración propia.

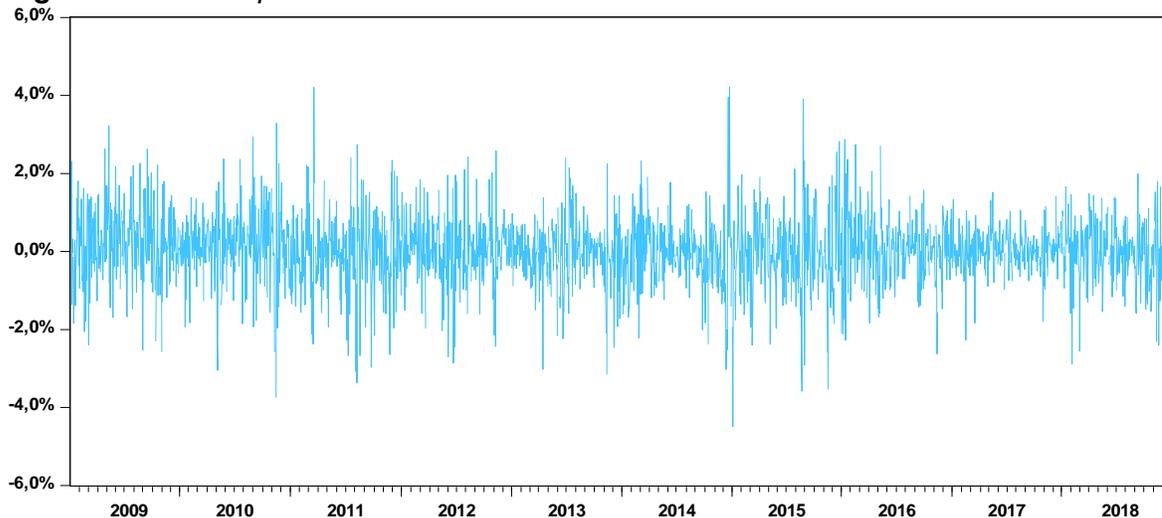
Por otro lado, la Figura 2-3 muestra los retornos diarios del índice COLCAP, en el que se evidencia cómo los datos tienen altas volatilidades seguidas de bajas volatilidades (clustering de volatilidad), esta afirmación se ve reforzada con la gráfica de los retornos diarios al cuadrado que refleja el mismo resultado (ver Figura 2-4). Para comprobar estadísticamente los clústeres de volatilidad se utilizan los retornos al cuadrado de las series financieras y se verifica que estén autocorrelacionados (Matanovic, 2009). Por lo tanto, se

---

<sup>20</sup> Los datos de los índices S&P500, MXWO, MXWD y MXEF fueron consultados en Bloomberg. En el caso del S&P500, en las fechas que no tuvieron movimiento con respecto a los días bursátiles del mercado colombiano se tomó el precio del día anterior.

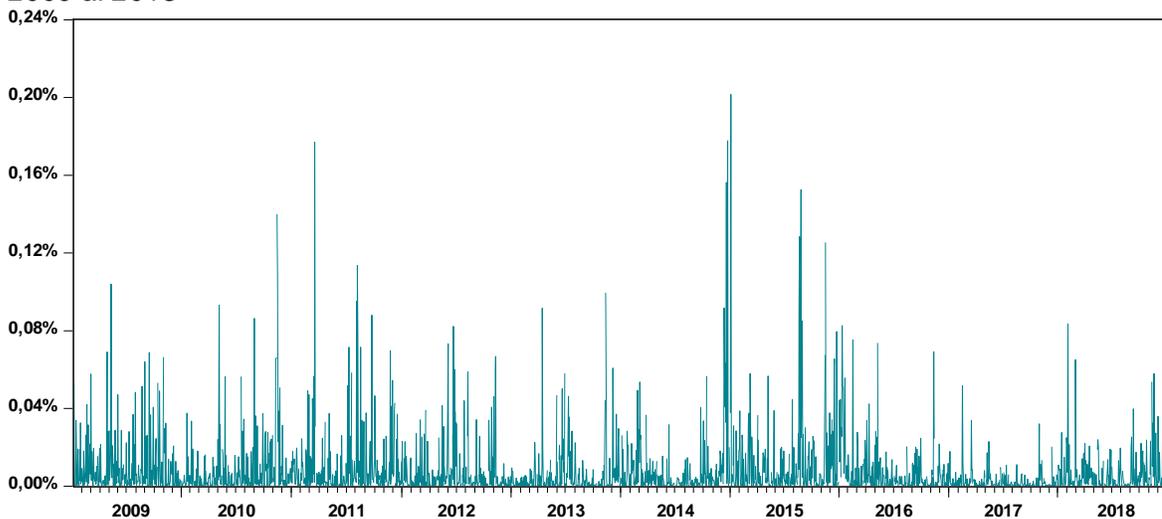
realizó el correlograma de los retornos diarios al cuadrado del índice COLCAP (Brooks, 2008; Ocaris, 2006) (ver Anexo B); todos los rezagos tienen una probabilidad menor al 5% lo que permite comprobar que los retornos diarios del índice COLCAP presentan clústeres de volatilidad.

**Figura 2-3:** Comportamiento de los Retornos diarios del índice COLCAP 2009 al 2018



Fuente: Elaboración propia.

**Figura 2-4:** Comportamiento de los Retornos al cuadrado diarios del índice COLCAP 2009 al 2018

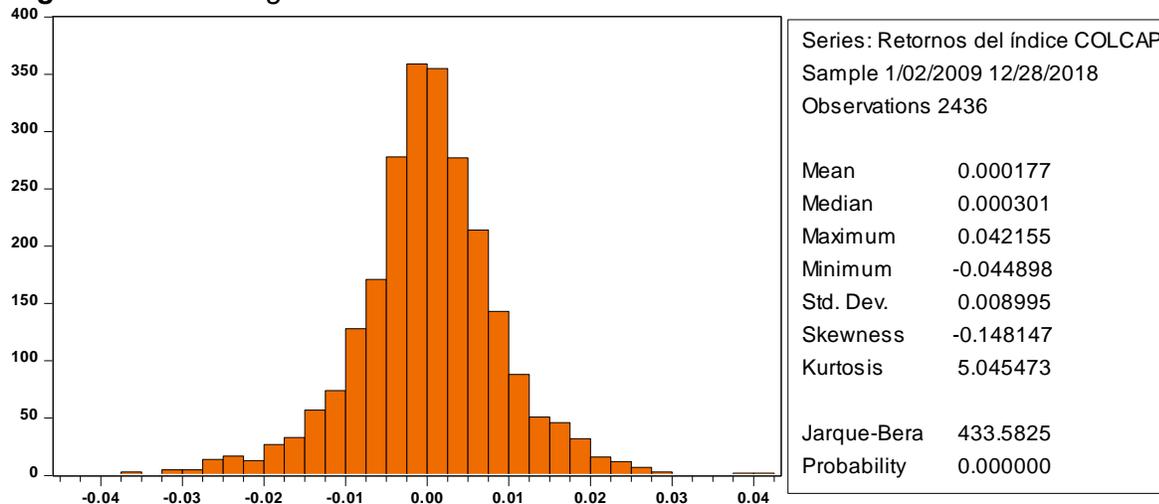


Fuente: Elaboración propia.

Con respecto a la distribución de los datos, la Figura 2-5 detalla el histograma de los retornos diarios del índice COLCAP; se evidencia que los retornos presentan exceso de curtosis y existen valores extremos. Además, la prueba de normalidad de Jarque-Vera

rechaza la hipótesis nula, por lo cual se concluye que la serie no sigue una distribución normal.

**Figura 2-5:** Histograma Retornos diarios del índice COLCAP



Fuente: Elaboración propia.

También se comprobó la estacionariedad de los retornos del índice con la prueba de Dickey-Fuller aumentado (ver Anexo C); el valor de la prueba para los retornos del índice COLCAP fue de -43,24 y el valor crítico para el 5% de significancia es -1,95, con lo cual se rechaza la hipótesis nula, permitiendo concluir que la serie es estacionaria en media y es aplicable a los modelos GARCH.

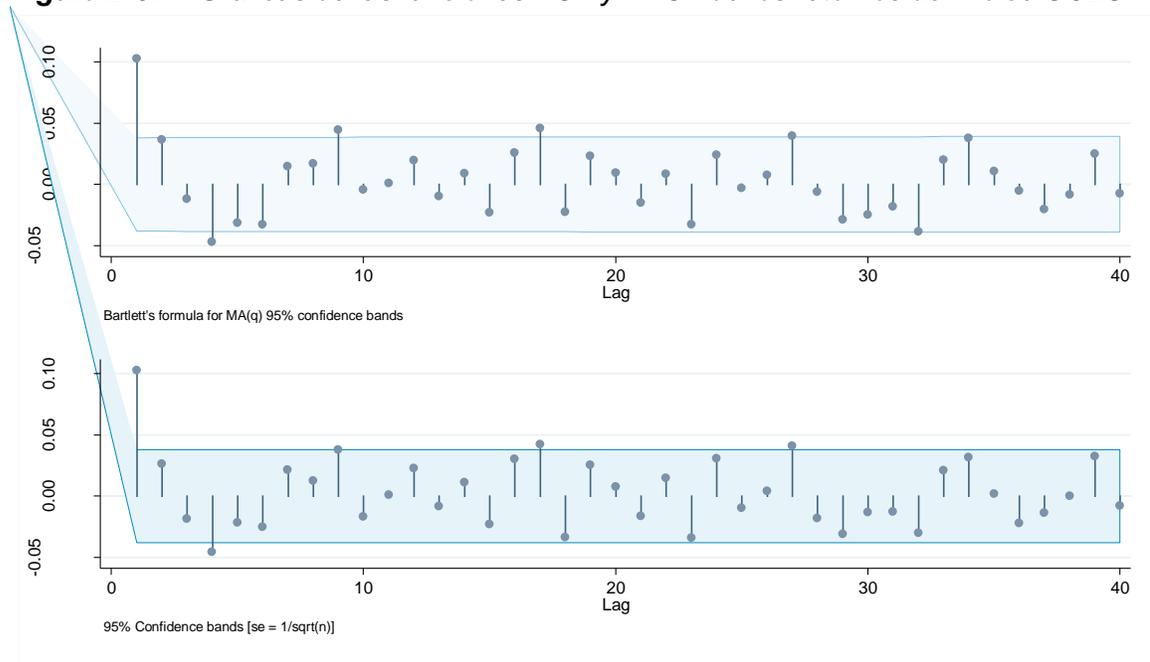
Dado que los retornos del índice COLCAP tienen agrupamientos de volatilidad y son estacionarios en media, se procede al ajuste del modelo ARCH. Lo primero que se hizo fue identificar la existencia de un ARMA en la serie; en este proceso iterativo de selección arroja que la incorporación del primer rezago de la variable dependiente es suficiente para eliminar la autocorrelación de los errores<sup>21</sup>. Para la selección del rezago se utilizaron las

---

<sup>21</sup> Adicional a las funciones ACF y PACF, se validó la selección del ARMA con los criterios de información y con la significancia de los estimadores, en el Anexo D se muestra el resultado del proceso.

funciones de autocorrelación (ACF) y autocorrelación parcial (PACF), las cuales se muestra en la Figura 2-6<sup>22</sup>.

**Figura 2-6:** Gráficas de las funciones ACF y PACF de los retornos del índice COLCAP



Fuente: Elaboración propia.

Luego, se valida a través de la prueba de los multiplicadores de Lagrange la presencia de efectos ARCH (Engle, 1982), pues es una condición necesaria para poder aplicar los modelos GARCH en los datos; de acuerdo al Anexo E se rechaza la hipótesis nula, por lo tanto la serie presenta heteroscedasticidad y efectos ARCH. Para finalizar, la Tabla 2-2 presentan las medidas descriptivas de los retornos de los índices COLCAP, MXEF y S&P500.

**Tabla 2-2:** Descripción de los retornos de los índices COLCAP, MXEF y S&P500

Retornos diarios	COLCAP	MXEF	S&P500
<b>Media</b>	0,0177%	0,0207%	0,0403%
<b>Mediana</b>	0,0301%	0,0634%	0,0355%

<sup>22</sup> Para un mayor detalle, en el Anexo B se presenta el Correlograma de los retornos del índice COLCAP.

<b>Máximo</b>	4,2155%	5,6112%	6,1719%
<b>Mínimo</b>	-4,4898%	-6,5252%	-6,8958%
<b>Desviación Estándar</b>	0,8995%	1,1095%	1,0531%
<b>Asimetría</b>	-0,148147	-0,159128	-0,375936
<b>Curtosis</b>	5,045473	5,736087	7,698972

<b>Jarque-Bera</b>	5,045	5,736	7,699
<b>Probabilidad</b>	0	0	0

<b>Suma</b>	0,431577	0,504987	0,981207
<b>Observaciones</b>	2436	2436	2436

Fuente: Elaboración propia.

### 3 Resultados

Para la presentación de esta sección, lo primero que se muestra es la selección del modelo, una vez identificado el mejor se realiza unas pruebas de especificidad para garantizar su validez, luego se hace un análisis de los estimadores y por último se hace una discusión de los resultados.

Con respecto a la selección del mejor modelo y considerando que los retornos del índice COLCAP no siguen una distribución normal, tienen exceso de curtosis y hay valores extremos se aplica una distribución GED<sup>23</sup> a todos los modelos planteados<sup>24</sup>. En la Tabla 3-1 se observa que el modelo TARCH(1,1) es el que tiene el menor valor en los tres criterios de información, por lo tanto, este se selecciona para explicar la volatilidad del mercado accionario<sup>25</sup>.

**Tabla 3-1:** Criterios de Información de los modelos

Criterio de Información	GARCH(1,1)	IGARCH(1,1)	TARCH(1,1)	GARCH-M(1,1)	EGARCH(1,1)	PGARCH(1,1)
<b>Akaike (AIC)</b>	-7,014425	-6,720956	-7,022476	-7,014448	-7,017465	-7,020447
<b>Schwarz (BIC)</b>	-6,981092	-6,692384	-6,986761	-6,978733	-6,98175	-6,984732
<b>Hannan-Quinn (HQC)</b>	-7,002307	-6,710569	-7,009492	-7,001464	-7,004481	-7,007463

Fuente: Elaboración Propia.

<sup>23</sup> Nelson (1991) propone una distribución de error generalizada (GED) para mejorar la modelación en series financieras que tienen exceso de curtosis y valores extremos.

<sup>24</sup> En el Anexo F se muestra en mayor detalle las estimaciones de los modelos.

<sup>25</sup> Al analizar los criterios de información, los modelos GARCH asimétricos son los que mejor se ajusta a los datos, y al compararlos con la Tabla 3-2, se aprecia que se tiene los mismos resultados en cualquiera de esos tres modelos (TARCH, EGARCH y PGARCH).

**Tabla 3-2:** Resultados de las regresiones de los modelos

	GARCH(1,1)	IGARCH(1,1)	TARCH(1,1)	GARCH-M(1,1)	EGARCH(1,1)	PGARCH(1,1)
<b>Media</b>						
<b>Condiciona</b>						
AR(1)	0,060694*	0,005000*	0,06569*	0,060778*	0,062084*	0,063093*
SP500	0,205853*	0,221265*	0,20449*	0,204896*	0,199981*	0,201167*
MXEF	0,228336*	0,257247*	0,22662*	0,22782*	0,224693*	0,225099*
$\sigma_t^2$				3,654915		
<b>Varianza</b>						
<b>Condiciona</b>						
$\alpha_0$	<b>0,000011*</b>	-	<b>0,000012*</b>	<b>0,000011*</b>	<b>-1,735254*</b>	<b>0,001509*</b>
$\alpha_1$	<b>0,155695*</b>	0,000061	<b>0,068705*</b>	<b>0,157389*</b>	<b>0,286546*</b>	<b>0,152354*</b>
$\beta_1$	<b>0,667373*</b>	<b>0,999939*</b>	<b>0,659544*</b>	<b>0,667104*</b>	<b>0,840481*</b>	<b>0,702471*</b>
$\gamma_1$	-	-	<b>0,167992*</b>	-	<b>-0,096257*</b>	<b>0,401568*</b>
SP500^2	<b>0,024000*</b>	-	<b>0,024660*</b>	<b>0,023402*</b>	<b>196,2856*</b>	<b>1,290481*</b>
MXEF^2	-0,000103	-	0,000121	-0,000066	-24,04187	-0,227361
D <sub>INTERBOLSA</sub>	-0,000005	-	<b>-0,000006**</b>	<b>-0,000005**</b>	<b>-0,156932*</b>	<b>-0,000591*</b>
D <sub>100</sub>	0,000002	-	0,000001	0,000002	-0,007546	0,000007
D <sub>250</sub>	<b>-0,000006*</b>	-	<b>-0,000006*</b>	<b>-0,000006*</b>	<b>-0,135715*</b>	<b>-0,000534*</b>
D <sub>500</sub>	0,000002	-	0,000002	0,000002	0,021929	0,000116
D <sub>TOTAL</sub>	0,000003	-	0,000004	0,000003	0,122991	<b>0,000438**</b>
D <sub>viernes</sub>	<b>-0,000010*</b>	-	<b>-0,000009*</b>	<b>-0,000010*</b>	<b>-0,255475*</b>	<b>-0,000861*</b>

$\gamma_1$  estimador que mide el efecto *leverage* en los modelos asimétricos.

D<sub>viernes</sub> variable dummy que toma el valor 1 cuando el día es viernes<sup>26</sup>

\*Nivel de significancia del 5%

\*\*Nivel de significancia del 10% (valor p de 5,18%)

Fuente: Elaboración Propia.

Con relación a las pruebas de especificidad del modelo. En primer lugar, se validó la condición de no negatividad del modelo TARCH(1,1). De acuerdo con Brooks (2008) se requiere que  $\alpha_0 > 0$ ,  $\alpha_1 > 0$ ,  $\beta_1 \geq 0$ , y  $\alpha_1 + \gamma_1 \geq 0$ . Como se puede observar en la Tabla 3-2, los estimadores son positivos y la suma de  $\alpha_1 + \gamma_1$  es mayor a cero, por lo tanto, el modelo cumple con esta condición.

En segundo lugar, se realizó la prueba de Ljung–Box (1978) para validar si los residuos y sus valores al cuadrado son ruido blanco o no estén correlacionados. En la Tabla 3-3 se presentan los resultados de los correlogramas de los residuos del modelo<sup>27</sup>; en todos los rezagos el valor *p* es mayor al 5% lo que rechaza la hipótesis nula de autocorrelación.

<sup>26</sup> Se hizo una validación de los días de la semana y se encontró que el viernes es el único día que es significativo.

<sup>27</sup> El detalle de la prueba se encuentra en los Anexos G y H

**Tabla 3-3:** Correlogramas de la prueba Ljung-Box

Rezagos	Residuos estandarizados			Residuos estandarizados al cuadrado		
	AC	PAC	Prob>Q	AC	PAC	Prob>Q
1	0,021	0,021		-0,014	-0,014	0,488
2	0,018	0,018	0,173	-0,024	-0,024	0,387
3	0,018	0,017	0,265	0,017	0,017	0,453
4	-0,009	-0,01	0,411	-0,011	-0,011	0,572
5	-0,002	-0,002	0,577	-0,011	-0,011	0,666
10	0,018	0,017	0,5	0,029	0,031	0,294
20	0,01	0,01	0,418	0,055	0,058	0,127
30	0,003	-0,001	0,531	0,006	0,004	0,395
36	0,02	0,013	0,509	0,006	0,005	0,289

Fuente: Elaboración Propia.

Por último, se aplicó la prueba de multiplicadores de Lagrange<sup>28</sup> propuesto por Engle (1982) para medir el efecto ARCH de los residuos. Como se aprecia en la Tabla 3-4 los residuos del modelo no rechazan la hipótesis nula, por lo tanto, tiene una distribución homocedástica.

**Tabla 3-4:** Test ML-ARCH

Modelo	Lags(p)	F estadístico	Prob. F(1,2432)
TARCH(1,1)	1	0,480671	0,4882

Fuente: Elaboración Propia.

De acuerdo con los resultados de las pruebas estadísticas aplicadas al modelo AR(1)-TARCH(1,1), se comprueba que los residuos son ruido blanco y son homocedásticos, además cumplen con la condición de no negatividad; por lo tanto, el modelo está razonablemente bien especificado para capturar los efectos ARCH.

A continuación, se analizan los resultados de la regresión, para facilitar la interpretación en la Tabla 3-5 se presentan los coeficientes del modelo y su nivel de significancia. Con relación a la media condicional, todos los estimadores son significativos, de manera que los retornos del índice COLCAP depende de los retornos del día anterior y este afecta positivamente su comportamiento (si el retorno del día anterior es positivo la media condicional aumenta y si es negativo disminuye). También, los retornos son afectados positivamente por el comportamiento de los mercados internacionales, en este caso de los

---

<sup>28</sup> El detalle de la prueba se encuentra en el Anexo I.

índices MXEF y S&P500, el efecto es alto ya que en ambos coeficientes tienen el mayor valor en la media condicional.

**Tabla 3-5:** Estimadores del modelo AR(1)-TARCH(1,1)

Media Condicional	
$r_t = 0,06569 r_{t-1} + 0,20449 SP500_t + 0,22662 MXEF_t + \varepsilon_t$	
$(0,002)^* \quad (0,0000)^* \quad (0,0000)^*$	
Varianza Condicional	
$\sigma_t^2 = 0,00001 + 0,07 \varepsilon_{t-1}^2 + 0,66 \sigma_{t-1}^2 + 0,17 \varepsilon_{t-1}^2 I_{t-1} + 0,02 SP500_t^2 + 0,00012 MXEF_t^2$	
$(0,0000)^* \quad (0,0075)^* \quad (0,0000)^* \quad (0,0001)^* \quad (0,0047)^* \quad (0,9868)$	
$+ -0,00001 D_{INTERBOLSA} + 0,00 D_{100} + -0,00001 D_{250} + 0,00 D_{500} + 0,00 D_{TOTAL} + -0,00001 D_{Viernes}$	
$(0,0617)^* \quad (0,7443) \quad (0,0081)^* \quad (0,2732) \quad (0,2626) \quad (0,0158)^*$	
<p>Donde: <math>I_{t-1} \begin{cases} = 1 &amp; \text{si } \varepsilon_{t-1}^2 &gt; 0 \\ = 0 &amp; \end{cases}</math></p>	

\*Nivel de significancia del 5%

Fuente: Elaboración Propia.

Por lo tanto, los resultados indican que los retornos del índice COLCAP son afectados de forma positiva principalmente por los mercados emergentes y el mercado estadounidense, lo que permite comprobar un efecto *spillovers* entre los mercados. Sin embargo, al analizar los estimadores en la volatilidad, solamente el retorno al cuadrado de S&P500 es significativo, lo que indica que los mercados emergentes solo afectan los retornos del mercado accionario colombiano, pero no su volatilidad; en cambio, el mercado estadounidense tiene un mayor efecto tanto en el retorno como en la volatilidad.

Con relación a los estimadores de la varianza condicional, el coeficiente de asimetría (0,17) es significativo y tiene signo positivo, en consecuencia, señala que los choques negativos tienen un mayor impacto que los choques positivos ante innovaciones de igual magnitud; por lo tanto, este resultado comprueba el efecto de apalancamiento que tiene el mercado accionario colombiano.

Al analizar el estimador del efecto GARCH (0,66) se observa que es el valor el más alto de los demás coeficientes de la varianza condicional, lo que indica que la volatilidad del mercado accionario colombiano tiene una persistencia alta de los choques de la volatilidad

temporal; es decir la volatilidad actual es explicada en gran medida por las volatilidades anteriores.

Así mismo se verificó el efecto de acumulación de volatilidad en los días de la semana algo usual en las variables financieras, en el que se encontró que los viernes disminuye la volatilidad del mercado accionario, posiblemente el efecto obedece a que por ser el cierre de la semana el mercado se tranquilice.

Respecto a la variable para medir el efecto del escándalo de Interbolsa esta es significativa al 10% (6,17%) y su signo es negativo, lo que sugiere que el periodo posterior en que ocurrió este acontecimiento coincide con una reducción de la volatilidad del mercado accionario colombiano. La posible razón por la cual se puede explicar este resultado es que el mercado tenía una liquidez inflada artificialmente, producto de las prácticas de Interbolsa con los repos sobre acciones que realizaba<sup>29</sup>, y una vez ocurrido el escándalo, adicional a otros factores como la pérdida de confianza del mercado, que provocó la salida de personas naturales y de empresas de la bolsa, ocasionaron una reducción de los volúmenes de negociación<sup>30</sup> y de liquidez del mercado (Asociación Nacional de Instituciones Financieras, 2017; Depósito Centralizado de Valores de Colombia, 2013) por consiguiente, el mercado se estabilizó y esto se refleja en una disminución en la volatilidad.

En cuanto a las variables *dummys* utilizadas para evaluar el efecto de la negociación de los mercados de futuros del índice COLCAP en el mercado accionario, una vez logrado aislar los efectos del mercado, la única variable que es significativa es la  $D_{250}$ , lo que indica que el efecto del mercado de futuros del índice COLCAP no provocó un cambio estructural en la volatilidad del mercado accionario, pero si hubo una disminución en la volatilidad durante 250 días (efecto transitorio) luego el efecto desaparece.

---

<sup>29</sup> La operaciones de repos pasó de representar cerca del 50% de las negociaciones del mercado en 2012 a menos del 15% en el año 2017 (Revista Semana, 2017).

<sup>30</sup> Los volúmenes de negociación promedio pasó de 300.000 a 110.000 millones de pesos diarios (Revista Semana, 2017).

Este resultado es explicado por Lee & Ohk (1992) quien menciona que el efecto transitorio obedece a que el mercado está asimilando la nueva información producto de la negociación del mercado de futuros (choques de volatilidad) que después desaparece. Además, este efecto es diferente en cada país porque puede existir factores macroeconómicos que pueden surgir simultáneamente con la apertura del mercado de derivados y particularidades en cada país como es la estructura del mercado.

Adicionalmente, se aplicó la prueba de Quandt-Andrews en la varianza condicional del modelo anterior sin incluir las variables *dummys*, dado que esta prueba permite identificar el cambio estructural desconociendo el periodo que ocurre. Como se puede observar en la Tabla 3-6, se rechaza de la hipótesis nula de que no existe un cambio estructural suprimiendo el 15% de los datos, por lo tanto, existe un cambio estructural en el día 28 de diciembre del 2011, fecha que no corresponde a la negociación del mercado de futuros sobre el índice COLCAP, pero si al periodo posterior de recuperación que tuvo el mercado después de los efectos de la rebaja de la calificación crediticia de Estados Unidos, la crisis de la deuda soberana en Europa y la caída de las bolsas de los países emergentes a finales del año 2011 (International Monetary Fund, 2011, 2012).

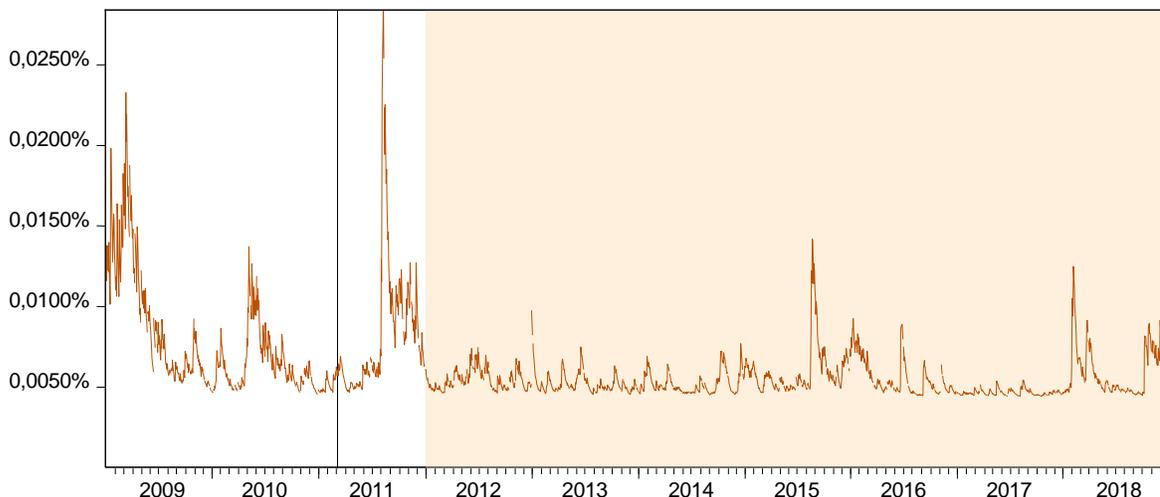
El día de mayor volatilidad que se muestra en la Figura 3-1, es el día 10 de agosto de 2011, día posterior a la peor caída del índice COLCAP después de la crisis del 2008 cuando S&P bajó la calificación crediticia de Estados Unidos pasando de AAA a +AA, sumado a la crisis en Europa generó una mayor incertidumbre en el mercado global y una caída en las bolsas mundiales. Este periodo de incertidumbre duró hasta finales de año.

**Tabla 3-6:** Test de Quandt-Andrews

Estadístico	Periodo	Valor	P-Value
Maximum LR F-statistic	28/12/2011	231,865	0
Maximum Wald F-statistic	28/12/2011	463,73	0

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3-1:** Comportamiento de la varianza condicional del modelo  $AR(1)$ - $TARCH(1,1)$  sin incluir variables *dummys*



La línea marca el día que inicia la negociación del futuro del índice COLCAP y el área sombreada corresponde al periodo posterior identificado en la prueba Quandt-Andrews.

Se puede observar que a partir de mediados del 2011 hasta finalizar dicho año se presenta una alta volatilidad.

Fuente: Elaboración propia.

Cabe señalar que el cambio estructural que identifica la prueba de Quandt-Andrews puede estar asociado a los efectos causados por la crisis económica del 2008 que ha generado una mayor incertidumbre del mercado y que tuvo un rebote significativo a finales del año 2011 lo cual se puede observar como un exceso de volatilidad durante todo ese periodo (International Monetary Fund, 2018).

Los resultados de la prueba permiten confirmar que la volatilidad del mercado accionario colombiano es afectada mayormente por factores externos del mercado global; también, indica que la negociación del mercado de futuros del índice COLCAP no causó un cambio estructural. Al contrario del modelo anterior, el efecto transitorio que se observó no se puede asociar a la negociación del mercado de futuros sino a los acontecimientos externos que ocurrieron en el 2011, año que se caracterizó por su alta volatilidad en el segundo semestre del año.

De igual modo, en la Figura 3-1 se puede observar que el cambio estructural identificado en la prueba de Quandt-Andrews (diciembre de 2011) redujo la volatilidad del mercado accionario colombiano, por lo tanto, la disminución no se puede asociar únicamente al escándalo de Interbolsa (noviembre de 2012), sino que este efecto ya estaba ocurriendo antes.

Del análisis anterior, se concluye que la negociación del mercado de futuro del índice COLCAP no tuvo efecto alguno en la volatilidad del mercado accionario colombiano pero si fue afectada por choques externos del mercado internacional, este resultado es similar a los trabajos de Antoniou & Foster (1992), Baldauf & Santoni (1991), Dennis & Sim (1999), Edwards (1988a), Edwards (1988b), Hodgson & Nicholls (1991), Matanovic (2009), Mallikarjunappa & Afsal (2008), Moriarty & Tosini (1985), Pericli & Koutmos (1997), Rahman (2001) y Sahu (2008); en contraste con los resultados que se han presentado en la mayoría de los países emergentes, en los cuales la negociación de los mercados de derivados estandarizados han reducido la volatilidad de los precios spot (Bohl et al., 2015; Çağlayan, 2011; Çimen, 2018; Debasish, 2010; Drimbetas et al., 2007; Floros & Vougas, 2016; Kasman & Kasman, 2008; Manasa & Narayanarao, 2018; Sakthivel, 2007; Srinivasan et al., 2012).

En los países que no tuvieron efecto se destacan porque en su mayoría son países desarrollados y los estudios son anteriores al año 2000. En ellos, Pericli & Koutmos (1997) señalan que la negociación de los derivados no produce algún cambio estructural en la varianza a excepción de la crisis de 1987 los cuales los futuros sobre índices y sobre seguros de cartera estuvieron involucrados.

En estudios más recientes, Matanovic (2009) señala que la ausencia de efecto puede obedecerse a que la negociación del mercado de futuros no es vista como una amenaza para la estabilidad del mercado accionario, pues solamente, de acuerdo a la autora, la volatilidad excesiva y no justificada es la que causa un efecto desestabilizador (Matanovic, 2009).

En el caso de los países emergentes, en la India los trabajos de Mallikarjunappa & Afsal (2008) y Sahu (2008) señalan que el cambio en el proceso de la volatilidad no solo puede ser únicamente a la negociación de los derivados, sino que puede deberse a otros factores como una mejor difusión de la información.

Aunque no se encontró un efecto en la volatilidad del mercado accionario procedente de la negociación del mercado de derivados, se debe tener en cuenta que este se encuentra en crecimiento y puede encontrarse un efecto en un periodo posterior, cuando el mercado

de futuros sea más maduro (Figlewski, 1981; Simpson & Ireland, 1985). La dificultad radica en poder aislar los choques del mercado con el de los derivados.

Contrario a lo que se esperaba el índice S&P500 tiene una mayor influencia en comparación a los mercados emergentes en la volatilidad del mercado colombiano. Por lo cual, en los próximos trabajos se deberían prestar atención a la exposición del mercado accionario a lo que ocurre en el mercado estadounidense, considerando que el mercado colombiano es más sensible a los choques negativos.

A causa de la influencia que tiene el mercado a los choques externos se podría impulsar el mercado de derivados en Colombia para cubrirse frente a estas fluctuaciones, pues los agentes negocian en el mercado de derivados para protegerse de las volatilidades de los activos subyacentes, sea la tasa de cambio, tasa de interés o al riesgo sistemático (Soto, 2010).

## 4 Conclusiones y Recomendaciones

El estudio del efecto del mercado de derivados en la estabilización de los precios spot toma importancia en el papel que puede tener este mercado en la generación o ampliación de crisis, en el riesgo sistemático y en la especulación de los activos subyacentes. Al revisar los estudios teóricos se encontró que no hay consenso sobre el tema por lo cual se hace necesario evaluar empíricamente, teniendo en cuenta que los resultados difieren en los países y en los activos que se aplican. Por lo tanto, esta investigación evaluó el efecto de la negociación del mercado de futuro del índice COLCAP, en la volatilidad del mercado accionario colombiano entre los años 2009 al 2018.

Se demuestra que un modelo AR(1)-TARCH(1,1) es adecuado para estimar la volatilidad condicional del mercado accionario colombiano, pues sus estimadores son significativos y están bien especificados. También, se encontró que el mercado es más sensible a las noticias malas que a las buenas y que este es afectado por choques del mercado estadounidense, por lo cual se debería revisar en futuros trabajos la exposición del mercado accionario a este último. Igualmente, dado la influencia que tiene el mercado a los choques externos se podría impulsar el mercado de derivados en Colombia para protegerse frente a estas fluctuaciones.

En relación con el escándalo de Interbolsa este no influyó en la volatilidad del mercado accionario, pero si en el volumen de negociación y liquidez, por lo tanto, se debería investigar más a fondo el efecto de un choque negativo en el mercado accionario colombiano en los volúmenes de negociación y otras variables relacionadas.

Los resultados indican que la negociación del mercado de futuro del índice COLCAP no tuvo efecto en la volatilidad del mercado accionario colombiano, caso similar a los trabajos

de Mallikarjunappa & Afsal (2008), Moriarty & Tosini (1985), Pericli & Koutmos (1997), Rahman (2001) y Sahu (2008); contrario a lo que se observó en la mayoría de los países emergentes en los cuales la negociación de los mercados de derivados estandarizados ha reducido la volatilidad de los precios spot (Bohl et al., 2015; Çağlayan, 2011; Çimen, 2018; Debasish, 2010; Drimbetas et al., 2007; Floros & Vougas, 2016; Kasman & Kasman, 2008; Manasa & Narayanarao, 2018; Sakthivel, 2007; Srinivasan et al., 2012).

Aunque los futuros del índice COLCAP no afectó la volatilidad del mercado accionario, se debe tener en cuenta que este mercado se encuentra en crecimiento y puede encontrarse un efecto en un periodo posterior, cuando los futuros sean más maduros. La dificultad radica en poder aislar los choques del mercado con el de los derivados.

Como extensión de este trabajo, se podría analizar si la negociación de los mercados de derivados afectó la estructura de la volatilidad de los precios spot a través de las interacciones en la especificación del modelo, por ejemplo, midiendo el grado de persistencia de la volatilidad.

Finalmente, sería importante realizar investigaciones sobre el efecto de la negociación de otros derivados en la estabilización de los precios, como los futuros sobre acciones, tasa de interés y tasa de cambio. Así como analizar los efectos del mercado de opciones estandarizadas que empezó a negociarse en el 2018 y de los mini futuros del índice COLCAP en el 2019.

## Anexos

### Anexo A Investigaciones empíricas sobre el efecto del mercado de derivados en la volatilidad del mercado spot

Autores	País	Modelo Aplicado	Variable objeto de Estudio	Período Analizado	Efecto en la Volatilidad
Figlewski (1981)	Estados Unidos	Regresión	GNMA	1975-1979	Aumentó
Bortz (1984)	Estados Unidos	Regresión	T-BOND	1977-1982	Disminuyó
Moriarty & Tosini (1985)	Estados Unidos	Análisis de correlación cruzada residual de ARIMA	GNMA	1975-1983	No efecto
Simpson & Ireland (1985)	Estados Unidos	Regresión y serie de tiempo multivariable	T-BILLS	1973-1981	Disminuyó al inicio, luego aumenta
Edwards (1988a)	Estados Unidos	Prueba de igualdad de Varianzas	S&P500	1973-1986	No efecto
	Estados Unidos	Prueba de igualdad de Varianzas	VLCI	1975-1986	No efecto
Edwards (1988b)	Estados Unidos	Prueba de igualdad de Varianzas	S&P500	1973-1987	No efecto
	Estados Unidos	Prueba de igualdad de Varianzas	VLCI	1973-1987	No efecto
	Estados Unidos	Prueba de igualdad de Varianzas	T-BILLS	1973-1987	No efecto
	Estados Unidos	Prueba de igualdad de Varianzas	Eurodolar 90 días	1973-1987	No efecto
Baldauf & Santoni (1991)	Estados Unidos	ARCH	S&P500	1975-1989	No efecto
Hodgson & Nicholls (1991)	Australia	Prueba de igualdad de Varianzas	AOI	1981-1987	No efecto
Antoniou & Foster (1992)	Reino Unido	GARCH, IGARCH y GARCH-M	Brent Crude Oil	1986-1990	No efecto
Lee & Ohk (1992)	Estados Unidos	MS-GARCH	NYSE Composite	1979-1985	Aumentó
	Australia	MS-GARCH	AOI	1980-1986	No efecto
	Hong Kong	MS-GARCH	Hang Seng Index	1983-1989	Disminuyó
	Japón	MS-GARCH	Tokyo Stock Exchange Index	1983-1989	Aumentó
	Reino Unido	MS-GARCH	FTOI	1981-1987	Aumentó
Robinson (1993)	Reino Unido	ARCH-M	FTSE 100	1980-1993	Disminuyó
Esposito & Giraldi (1994)	Italia	Análisis de Intervención Box-Tiao (1975)	BTP (Bonos del Tesoro)	1991-1992	Disminuyó
Ayuso & Núñez (1995)	España	GJR-GARCH	Deuda Española	1988-1994	Disminuyó insignificativo
Antoniou & Holmes (1995)	Reino Unido	GARCH y IGARCH	FTSE 100	1980-1991	Aumentó
Pericli & Koutmos (1997)	Estados Unidos	EGARCH	S&P500	1953-1994	No efecto

Autores	País	Modelo Aplicado	Variable objeto de Estudio	Período Analizado	Efecto en la Volatilidad
Dennis & Sim (1999)	Australia	E-ARCH	10 acciones que negocian con futuros	1993-1995	No efecto en la mayoría de las acciones
Butterworth (2000)	Reino Unido	GARCH	FTSE MID250	1992-1995	Aumentó la persistencia de la volatilidad
Gulen & Mayhew (2000)	25 Países	TARCH y BEKK-GARCH	25 índices bursátiles del mundo	1973-1997	Aumentó en USA y Japón, en el resto de países disminuyó o se mantuvo igual
Rahman (2001)	Estados Unidos	GARCH	30 acciones que conforman el índice DJIA	1997-1998	No efecto
Bologna & Cavallo (2002)	Italia	GARCH	MIB30	1990-1997	Disminuyó
Zhong et al. (2004)	México	EC-EGARCH	IPC	1999-2002	Aumentó
Sakthivel (2007)	India	GARCH	S&P CNX Nifty	1992-2007	Disminuyó
Drimbetas et al. (2007)	Grecia	EGARCH	FTSE/ASE 20	1997-2005	Disminuyó
Sahu (2008)	India	GARCH	S&P CNX Nifty	1995-2007	No efecto
Mallikarjunappa & Afsal (2008)	India	GARCH	S&P CNX Nifty	1995-2006	No efecto
Kasman & Kasman (2008)	Turquía	EGARCH	ISE30	2002-2007	Disminuyó
Matanovic (2009)	Alemania	GARCH	DAX	1970-2009	No efecto
Debasish (2010)	India	Prueba de igualdad de Varianzas	S&P CNX Nifty	1995-2008	Disminuyó
Çağlayan (2011)	Turquía	ARCH, GARCH, EGARCH, TGARCH y APARCH	ISE30	2002-2008	Disminuyó
Srinivasan et al. (2012)	India	GARCH	S&P CNX Nifty	1995-2011	Disminuyó
Adil & Rafique (2013)	Pakistán	GARCH	24 acciones que cotizan en la bolsa de valores de Karachi	2001-2010	efecto mixto según el activo que se analice.
Bohl et al. (2015)	China	GARCH, GJR-GARCH Y EGARCH	CSI300	2005-2013	Disminuyó
	China	GARCH, GJR-GARCH Y EGARCH	A50	2000-2013	Disminuyó
	China	GARCH, GJR-GARCH Y EGARCH	HSCEI	2000-2013	Disminuyó
Floros & Vougas (2016)	Grecia	GARCH, TGARCH Y EGARCH	FTSE/ASE-20	1997-2001	Disminuyó
	Grecia	GARCH, TGARCH Y EGARCH	FTSE/ASE Mid40	1999-2001	Aumentó
Robbani & Bhuyan (2016)	Estados Unidos	GARCH, pruebas paramétricas y no paramétricas de igualdad de varianza	30 acciones que conforman el índice DJIA	1996-1998	Aumentó en la mayoría de acciones
Manasa & Narayanarao (2018)	India	GARCH	8 acciones que conforman el índice BANKNIFTY	2010-2017	Disminuyó en la mayoría de acciones
Çimen (2018)	Turquía	GARCH	BIST30	1997-2015	Disminuyó

## Anexo B Correlograma de los retornos diarios al cuadrado del índice COLCAP

Date: 06/08/19 Time: 21:23  
 Sample: 1/02/2009 12/28/2018  
 Included observations: 2436

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.195	0.195	92.686	0.000
		2 0.145	0.111	143.76	0.000
		3 0.218	0.180	259.45	0.000
		4 0.090	0.011	279.25	0.000
		5 0.113	0.060	310.67	0.000
		6 0.124	0.056	348.54	0.000
		7 0.105	0.051	375.70	0.000
		8 0.054	-0.016	382.74	0.000
		9 0.058	0.004	390.84	0.000
		10 0.061	0.014	399.93	0.000
		11 0.025	-0.012	401.40	0.000
		12 0.052	0.021	407.99	0.000
		13 0.088	0.058	427.02	0.000
		14 0.069	0.035	438.59	0.000
		15 0.020	-0.027	439.61	0.000
		16 0.045	0.007	444.64	0.000
		17 0.020	-0.015	445.60	0.000
		18 0.019	0.002	446.48	0.000
		19 0.070	0.044	458.56	0.000
		20 0.061	0.032	467.72	0.000
		21 0.009	-0.026	467.91	0.000
		22 0.030	0.002	470.17	0.000
		23 0.018	-0.010	470.93	0.000
		24 0.015	0.006	471.48	0.000
		25 0.035	0.014	474.43	0.000
		26 0.033	0.007	477.07	0.000
		27 0.021	-0.001	478.15	0.000
		28 0.008	-0.010	478.31	0.000
		29 0.021	0.007	479.38	0.000
		30 0.003	-0.009	479.40	0.000
		31 0.014	0.009	479.86	0.000
		32 0.059	0.043	488.51	0.000
		33 0.017	-0.009	489.20	0.000
		34 0.005	-0.012	489.25	0.000
		35 0.005	-0.014	489.32	0.000
		36 0.024	0.022	490.75	0.000

## Anexo C Prueba de Dickey-Fuller aumentado para los retornos del índice COLCAP

Null Hypothesis: LNCOLCAP has a unit root  
 Exogenous: None  
 Lag Length: 0 (Automatic - based on SIC, maxlag=26)

	t-Statistic	Prob.*
Augmented Dickey-Fuller test statistic	-43.24146	0.0001
Test critical values:		
1% level	-2.565912	
5% level	-1.940954	
10% level	-1.616612	

\*MacKinnon (1996) one-sided p-values.

Augmented Dickey-Fuller Test Equation  
 Dependent Variable: D(LNCOLCAP)  
 Method: Least Squares  
 Date: 06/08/19 Time: 23:29  
 Sample (adjusted): 1/06/2009 12/28/2018  
 Included observations: 2435 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
LNCOLCAP(-1)	-0.868910	0.020094	-43.24146	0.0000
R-squared	0.434456	Mean dependent var		-2.23E-07
Adjusted R-squared	0.434456	S.D. dependent var		0.011863
S.E. of regression	0.008921	Akaike info criterion		-6.600417
Sum squared resid	0.193706	Schwarz criterion		-6.598036
Log likelihood	8037.008	Hannan-Quinn criter.		-6.599552
Durbin-Watson stat	1.999894			

## Anexo D Resultado del proceso iterativo para seleccionar el ARMA más adecuado a la serie

Se coloca en rojo el ARMA seleccionado por los criterios de información más pequeño.

Akaike info criterion											
AR / MA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	-6,58657	-6,60191	-6,60173	-6,60108	-6,60284	-6,60266	-6,60184	-6,60235	-6,60155	-6,60187	-6,60123
1	-6,60248	-6,60172	-6,60094	-6,60074	-6,60273	-6,60204	-6,60121	-6,60153	-6,60094	-6,60125	-6,60044
2	-6,60173	-6,60091	-6,60263	-6,60281	-6,60191	-6,60126	-6,60055	-6,60171	-6,60213	-6,60177	-6,60152
3	-6,60095	-6,60169	-6,60243	-6,60169	-6,60191	-6,60295	-6,60241	-6,60101	-6,60139	-6,60196	-6,60194
4	-6,60348	-6,6029	-6,60209	-6,60266	-6,60335	-6,60255	-6,60093	-6,60115	-6,6062	-6,60014	-6,60129
5	-6,60287	-6,6023	-6,60288	-6,60328	-6,60256	-6,60093	-6,60115	-6,60034	-6,60539	-6,60078	-6,60069
6	-6,60205	-6,6015	-6,60305	-6,60135	-6,60096	-6,60575	-6,60621	-6,60557	-6,60606	-6,60548	NA
7	-6,60242	-6,60171	-6,60201	-6,60119	-6,60113	<b>-6,60636</b>	-6,60558	-6,6059	-6,60455	-6,60474	-6,60533
8	-6,60192	-6,60139	-6,60535	-6,60182	-6,60104	-6,60301	-6,60614	-6,6054	-6,60455	-6,60251	-6,60182
9	-6,60175	-6,60129	-6,60165	-6,60208	-6,60133	-6,60075	-6,60544	-6,60455	-6,60469	-6,60428	-6,60172
10	-6,60125	-6,60054	-6,60168	-6,60172	-6,60126	-6,59675	-6,60612	-6,60392	-6,60472	-6,60303	-6,60465

Schwarz criterion											
AR / MA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	-6,58418	-6,59475	-6,59218	-6,58915	-6,58852	-6,58594	-6,58274	-6,58086	-6,57768	-6,57561	-6,57258
1	<b>-6,59532</b>	-6,59217	-6,589	-6,58642	-6,58602	-6,58294	-6,57973	-6,57766	-6,57468	-6,5726	-6,5694
2	-6,59218	-6,58897	-6,5883	-6,5861	-6,58281	-6,57977	-6,57668	-6,57545	-6,57348	-6,57074	-6,56809
3	-6,58901	-6,58737	-6,58571	-6,58259	-6,58042	-6,57907	-6,57615	-6,57236	-6,57036	-6,56854	-6,56613
4	-6,58916	-6,58619	-6,58299	-6,58118	-6,57948	-6,57629	-6,57228	-6,57011	-6,57277	-6,56433	-6,56309
5	-6,58616	-6,5832	-6,58139	-6,5794	-6,5763	-6,57228	-6,57011	-6,56691	-6,56958	-6,56258	-6,56011
6	-6,58295	-6,58002	-6,57918	-6,57508	-6,57231	-6,57472	-6,57278	-6,56479	-6,56786	-6,56489	NA
7	-6,58093	-6,57784	-6,57575	-6,57254	-6,57009	-6,57293	-6,56977	-6,5677	-6,56396	-6,5616	-6,55996
8	-6,57804	-6,57513	-6,57254	-6,57078	-6,56761	-6,5672	-6,56794	-6,56481	-6,5616	-6,55714	-6,55407
9	-6,57548	-6,57264	-6,57062	-6,56865	-6,56552	-6,56255	-6,56485	-6,56158	-6,5584	-6,55613	-6,55159
10	-6,5726	-6,56951	-6,56826	-6,56591	-6,56306	-6,56465	NA	-6,55856	-6,55696	-6,55289	NA

Hannan-Quinn criterio											
AR / MA	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
0	-6,5857	-6,59931	-6,59825	-6,59674	-6,59763	-6,59658	-6,59489	-6,59453	-6,59287	-6,59232	-6,59081
1	<b>-6,59988</b>	-6,59825	-6,5966	-6,59553	-6,59665	-6,59509	-6,5934	-6,59285	-6,59139	-6,59083	-6,58916
2	-6,59826	-6,59657	-6,59742	-6,59673	-6,59496	-6,59345	-6,59187	-6,59216	-6,59172	-6,59049	-6,58937
3	-6,59661	-6,59648	-6,59635	-6,59474	-6,5941	-6,59427	-6,59286	-6,59032	-6,59011	-6,58981	-6,58892
4	-6,59827	-6,59683	-6,59515	-6,59485	-6,59467	-6,593	-6,59052	-6,58987	-6,59404	-6,58712	-6,5874
5	-6,5968	-6,59536	-6,59507	-6,5946	-6,59301	-6,59051	-6,58987	-6,58818	-6,59237	-6,58689	-6,58594
6	-6,59511	-6,59367	-6,59437	-6,5918	-6,59054	-6,59447	-6,59405	-6,59255	-6,59217	-6,59072	-6,58889
7	-6,59461	-6,59303	-6,59246	-6,59077	-6,58984	-6,5942	-6,59256	-6,59201	-6,58979	-6,58914	-6,58883
8	-6,59324	-6,59184	-6,59493	-6,59054	-6,58888	-6,58999	-6,59225	-6,59064	-6,58894	-6,58601	-6,58445
9	-6,5922	-6,59087	-6,59037	-6,58992	-6,58831	-6,58686	-6,59068	-6,58892	-6,58812	-6,58699	-6,58121
10	-6,59083	-6,58926	-6,58953	-6,5887	-6,58737	-6,59048	-6,5905	-6,58744	-6,58447	-6,58503	-6,58608

De los tres modelos que tienen los criterios de información más bajos, el único en el que el coeficiente significativo es el AR(1). A continuación, se muestra la salida de este modelo:

Dependent variable: LNCOLCAP  
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)  
Date: 10/06/19 Time: 00:57  
Sample: 19/01/2009 28/12/2018  
Included observations: 2427  
Convergence achieved after 4 iterations  
Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	0.000185	0.000211	0.876483	0.3809
AR(1)	0.131930	0.015281	8.633417	0.0000
SIGMASQ	7.93E-05	1.63E-06	48.52119	0.0000
R-squared	0.017419	Mean dependent var		0.000185
Adjusted R-squared	0.016608	S.D. dependent var		0.008983
S.E. of regression	0.008908	Akaike info criterion		-6.602484
Sum squared resid	0.192352	Schwarz criterion		-6.595322
Log likelihood	8015.115	Hannan-Quinn criter.		-6.599880
F-statistic	21.48613	Durbin-Watson stat		2.002104
Prob(F-statistic)	0.000000			
Inverted AR Roots	.13			

## Anexo E Prueba de LM-ARCH en los retornos del índice COLCAP

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	40.34957	Prob. F(5,2416)	0.0000
Obs*R-squared	186.6617	Prob. Chi-Square(5)	0.0000

Test Equation:

Dependent Variable: RESID^2

Method: Least Squares

Date: 10/06/19 Time: 01:31

Sample (adjusted): 26/01/2009 28/12/2018

Included observations: 2422 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	4.45E-05	4.08E-06	10.90454	0.0000
RESID^2(-1)	0.141749	0.020315	6.977606	0.0000
RESID^2(-2)	0.069014	0.020518	3.363530	0.0008
RESID^2(-3)	0.168052	0.020309	8.274865	0.0000
RESID^2(-4)	0.006648	0.020543	0.323638	0.7462
RESID^2(-5)	0.054510	0.020337	2.680362	0.0074
R-squared	0.077069	Mean dependent var	7.93E-05	
Adjusted R-squared	0.075159	S.D. dependent var	0.000157	
S.E. of regression	0.000151	Akaike info criterion	-14.75717	
Sum squared resid	5.50E-05	Schwarz criterion	-14.74282	
Log likelihood	17876.93	Hannan-Quinn criter.	-14.75195	
F-statistic	40.34957	Durbin-Watson stat	2.005303	
Prob(F-statistic)	0.000000			

# Anexo F Resultados de los estimadores de los modelos planteados

<b>GARCH(1,1)</b>					<b>IGARCH(1,1)</b>																																																																																																																																	
Dependent Variable: LNCOLCAP Method: ML ARCH - Generalized error distribution (GED) (BFGS / Marquardt steps) Date: 08/10/19 Time: 00:09 Sample (adjusted): 6/01/2009 28/12/2018 Included observations: 2435 after adjustments Convergence achieved after 55 iterations Coefficient covariance computed using outer product of gradients Presample variance: backcast (parameter = 0.7) GED parameter fixed at 1.5 $GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2 + C(6)*GARCH(-1) + C(7)*LNSP500^2 + C(8)*LNMKEF^2 + C(9)*DINTERBOLSA + C(10)*D100 + C(11)*D250 + C(12)*D500 + C(13)*DTOTAL + C(14)*VIE$					Dependent Variable: LNCOLCAP Method: ML ARCH - Generalized error distribution (GED) (BFGS / Marquardt steps) Date: 08/10/19 Time: 00:10 Sample (adjusted): 6/01/2009 28/12/2018 Included observations: 2435 after adjustments Failure to improve likelihood (non-zero gradients) after 0 iterations Coefficient covariance computed using outer product of gradients Presample variance: backcast (parameter = 0.7) GED parameter fixed at 1.5 $GARCH = C(4)*RESID(-1)^2 + (1 - C(4))*GARCH(-1) + C(5)*LNSP500^2 + C(6)*LNMKEF^2 + C(7)*DINTERBOLSA + C(8)*D100 + C(9)*D250 + C(10)*D500 + C(11)*DTOTAL + C(12)*VIE$																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>z-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LNSP500</td> <td>0.205853</td> <td>0.017048</td> <td>12.07471</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>LNMKEF</td> <td>0.228336</td> <td>0.015611</td> <td>14.62662</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>AR(1)</td> <td>0.060694</td> <td>0.021465</td> <td>2.827537</td> <td>0.0047</td> </tr> </tbody> </table>					Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.	LNSP500	0.205853	0.017048	12.07471	0.0000	LNMKEF	0.228336	0.015611	14.62662	0.0000	AR(1)	0.060694	0.021465	2.827537	0.0047	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>z-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LNSP500</td> <td>0.221265</td> <td>0.027496</td> <td>8.047319</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>LNMKEF</td> <td>0.257247</td> <td>0.027362</td> <td>9.401698</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>AR(1)</td> <td>0.005000</td> <td>0.030234</td> <td>0.165375</td> <td>0.8686</td> </tr> </tbody> </table>					Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.	LNSP500	0.221265	0.027496	8.047319	0.0000	LNMKEF	0.257247	0.027362	9.401698	0.0000	AR(1)	0.005000	0.030234	0.165375	0.8686																																																																																					
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.																																																																																																																																		
LNSP500	0.205853	0.017048	12.07471	0.0000																																																																																																																																		
LNMKEF	0.228336	0.015611	14.62662	0.0000																																																																																																																																		
AR(1)	0.060694	0.021465	2.827537	0.0047																																																																																																																																		
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.																																																																																																																																		
LNSP500	0.221265	0.027496	8.047319	0.0000																																																																																																																																		
LNMKEF	0.257247	0.027362	9.401698	0.0000																																																																																																																																		
AR(1)	0.005000	0.030234	0.165375	0.8686																																																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Variance Equation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>1.11E-05</td> <td>2.45E-06</td> <td>4.515522</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>RESID(-1)^2</td> <td>0.155695</td> <td>0.025444</td> <td>6.119035</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>GARCH(-1)</td> <td>0.667373</td> <td>0.047929</td> <td>13.92406</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>LNSP500^2</td> <td>0.024000</td> <td>0.008686</td> <td>2.762892</td> <td>0.0057</td> </tr> <tr> <td>LNMKEF^2</td> <td>-0.000103</td> <td>0.007395</td> <td>-0.013880</td> <td>0.9889</td> </tr> <tr> <td>DINTERBOLSA</td> <td>-4.91E-06</td> <td>3.16E-06</td> <td>-1.552527</td> <td>0.1205</td> </tr> <tr> <td>D100</td> <td>1.78E-06</td> <td>3.90E-06</td> <td>0.456421</td> <td>0.6481</td> </tr> <tr> <td>D250</td> <td>-6.21E-06</td> <td>2.39E-06</td> <td>-2.597457</td> <td>0.0094</td> </tr> <tr> <td>D500</td> <td>2.28E-06</td> <td>1.80E-06</td> <td>1.263910</td> <td>0.2063</td> </tr> <tr> <td>DTOTAL</td> <td>3.22E-06</td> <td>3.28E-06</td> <td>0.980961</td> <td>0.3266</td> </tr> <tr> <td>VIE</td> <td>-1.03E-05</td> <td>4.00E-06</td> <td>-2.569467</td> <td>0.0102</td> </tr> </tbody> </table>					Variance Equation					C	1.11E-05	2.45E-06	4.515522	0.0000	RESID(-1)^2	0.155695	0.025444	6.119035	0.0000	GARCH(-1)	0.667373	0.047929	13.92406	0.0000	LNSP500^2	0.024000	0.008686	2.762892	0.0057	LNMKEF^2	-0.000103	0.007395	-0.013880	0.9889	DINTERBOLSA	-4.91E-06	3.16E-06	-1.552527	0.1205	D100	1.78E-06	3.90E-06	0.456421	0.6481	D250	-6.21E-06	2.39E-06	-2.597457	0.0094	D500	2.28E-06	1.80E-06	1.263910	0.2063	DTOTAL	3.22E-06	3.28E-06	0.980961	0.3266	VIE	-1.03E-05	4.00E-06	-2.569467	0.0102	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Variance Equation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>RESID(-1)^2</td> <td>6.06E-05</td> <td>0.000369</td> <td>0.164064</td> <td>0.8697</td> </tr> <tr> <td>GARCH(-1)</td> <td>0.999939</td> <td>0.000369</td> <td>2707.010</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>LNSP500^2</td> <td>0.000000</td> <td>0.004367</td> <td>0.000000</td> <td>1.0000</td> </tr> <tr> <td>LNMKEF^2</td> <td>0.000000</td> <td>0.004388</td> <td>0.000000</td> <td>1.0000</td> </tr> <tr> <td>DINTERBOLSA</td> <td>0.000000</td> <td>9.86E-05</td> <td>0.000000</td> <td>1.0000</td> </tr> <tr> <td>D100</td> <td>0.000000</td> <td>0.000731</td> <td>0.000000</td> <td>1.0000</td> </tr> <tr> <td>D250</td> <td>0.000000</td> <td>0.000739</td> <td>0.000000</td> <td>1.0000</td> </tr> <tr> <td>D500</td> <td>0.000000</td> <td>0.000459</td> <td>0.000000</td> <td>1.0000</td> </tr> <tr> <td>DTOTAL</td> <td>0.000000</td> <td>0.000211</td> <td>0.000000</td> <td>1.0000</td> </tr> <tr> <td>VIE</td> <td>0.000000</td> <td>1.98E-05</td> <td>0.000000</td> <td>1.0000</td> </tr> </tbody> </table>					Variance Equation					RESID(-1)^2	6.06E-05	0.000369	0.164064	0.8697	GARCH(-1)	0.999939	0.000369	2707.010	0.0000	LNSP500^2	0.000000	0.004367	0.000000	1.0000	LNMKEF^2	0.000000	0.004388	0.000000	1.0000	DINTERBOLSA	0.000000	9.86E-05	0.000000	1.0000	D100	0.000000	0.000731	0.000000	1.0000	D250	0.000000	0.000739	0.000000	1.0000	D500	0.000000	0.000459	0.000000	1.0000	DTOTAL	0.000000	0.000211	0.000000	1.0000	VIE	0.000000	1.98E-05	0.000000	1.0000										
Variance Equation																																																																																																																																						
C	1.11E-05	2.45E-06	4.515522	0.0000																																																																																																																																		
RESID(-1)^2	0.155695	0.025444	6.119035	0.0000																																																																																																																																		
GARCH(-1)	0.667373	0.047929	13.92406	0.0000																																																																																																																																		
LNSP500^2	0.024000	0.008686	2.762892	0.0057																																																																																																																																		
LNMKEF^2	-0.000103	0.007395	-0.013880	0.9889																																																																																																																																		
DINTERBOLSA	-4.91E-06	3.16E-06	-1.552527	0.1205																																																																																																																																		
D100	1.78E-06	3.90E-06	0.456421	0.6481																																																																																																																																		
D250	-6.21E-06	2.39E-06	-2.597457	0.0094																																																																																																																																		
D500	2.28E-06	1.80E-06	1.263910	0.2063																																																																																																																																		
DTOTAL	3.22E-06	3.28E-06	0.980961	0.3266																																																																																																																																		
VIE	-1.03E-05	4.00E-06	-2.569467	0.0102																																																																																																																																		
Variance Equation																																																																																																																																						
RESID(-1)^2	6.06E-05	0.000369	0.164064	0.8697																																																																																																																																		
GARCH(-1)	0.999939	0.000369	2707.010	0.0000																																																																																																																																		
LNSP500^2	0.000000	0.004367	0.000000	1.0000																																																																																																																																		
LNMKEF^2	0.000000	0.004388	0.000000	1.0000																																																																																																																																		
DINTERBOLSA	0.000000	9.86E-05	0.000000	1.0000																																																																																																																																		
D100	0.000000	0.000731	0.000000	1.0000																																																																																																																																		
D250	0.000000	0.000739	0.000000	1.0000																																																																																																																																		
D500	0.000000	0.000459	0.000000	1.0000																																																																																																																																		
DTOTAL	0.000000	0.000211	0.000000	1.0000																																																																																																																																		
VIE	0.000000	1.98E-05	0.000000	1.0000																																																																																																																																		
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>R-squared</td> <td>0.253743</td> <td>Mean dependent var</td> <td>0.000177</td> </tr> <tr> <td>Adjusted R-squared</td> <td>0.253129</td> <td>S.D. dependent var</td> <td>0.008997</td> </tr> <tr> <td>S.E. of regression</td> <td>0.007775</td> <td>Akaike info criterion</td> <td>-7.014425</td> </tr> <tr> <td>Sum squared resid</td> <td>0.147025</td> <td>Schwarz criterion</td> <td>-6.981092</td> </tr> <tr> <td>Log likelihood</td> <td>8554.063</td> <td>Hannan-Quinn criter.</td> <td>-7.002307</td> </tr> <tr> <td>Durbin-Watson stat</td> <td>1.947008</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					R-squared	0.253743	Mean dependent var	0.000177	Adjusted R-squared	0.253129	S.D. dependent var	0.008997	S.E. of regression	0.007775	Akaike info criterion	-7.014425	Sum squared resid	0.147025	Schwarz criterion	-6.981092	Log likelihood	8554.063	Hannan-Quinn criter.	-7.002307	Durbin-Watson stat	1.947008			<table border="1"> <tbody> <tr> <td>R-squared</td> <td>0.251577</td> <td>Mean dependent var</td> <td>0.000177</td> </tr> <tr> <td>Adjusted R-squared</td> <td>0.250961</td> <td>S.D. dependent var</td> <td>0.008997</td> </tr> <tr> <td>S.E. of regression</td> <td>0.007787</td> <td>Akaike info criterion</td> <td>-6.720956</td> </tr> <tr> <td>Sum squared resid</td> <td>0.147452</td> <td>Schwarz criterion</td> <td>-6.692384</td> </tr> <tr> <td>Log likelihood</td> <td>8194.764</td> <td>Hannan-Quinn criter.</td> <td>-6.710569</td> </tr> <tr> <td>Durbin-Watson stat</td> <td>1.842104</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					R-squared	0.251577	Mean dependent var	0.000177	Adjusted R-squared	0.250961	S.D. dependent var	0.008997	S.E. of regression	0.007787	Akaike info criterion	-6.720956	Sum squared resid	0.147452	Schwarz criterion	-6.692384	Log likelihood	8194.764	Hannan-Quinn criter.	-6.710569	Durbin-Watson stat	1.842104																																																																															
R-squared	0.253743	Mean dependent var	0.000177																																																																																																																																			
Adjusted R-squared	0.253129	S.D. dependent var	0.008997																																																																																																																																			
S.E. of regression	0.007775	Akaike info criterion	-7.014425																																																																																																																																			
Sum squared resid	0.147025	Schwarz criterion	-6.981092																																																																																																																																			
Log likelihood	8554.063	Hannan-Quinn criter.	-7.002307																																																																																																																																			
Durbin-Watson stat	1.947008																																																																																																																																					
R-squared	0.251577	Mean dependent var	0.000177																																																																																																																																			
Adjusted R-squared	0.250961	S.D. dependent var	0.008997																																																																																																																																			
S.E. of regression	0.007787	Akaike info criterion	-6.720956																																																																																																																																			
Sum squared resid	0.147452	Schwarz criterion	-6.692384																																																																																																																																			
Log likelihood	8194.764	Hannan-Quinn criter.	-6.710569																																																																																																																																			
Durbin-Watson stat	1.842104																																																																																																																																					
Inverted AR Roots .06					Inverted AR Roots .01																																																																																																																																	
<b>TARCH(1,1)</b>					<b>GARCH-M(1,1)</b>																																																																																																																																	
Dependent Variable: LNCOLCAP Method: ML ARCH - Generalized error distribution (GED) (BFGS / Marquardt steps) Date: 08/10/19 Time: 00:30 Sample (adjusted): 6/01/2009 28/12/2018 Included observations: 2435 after adjustments Convergence achieved after 46 iterations Coefficient covariance computed using outer product of gradients Presample variance: backcast (parameter = 0.7) GED parameter fixed at 1.5 $GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2 + C(6)*RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0) + C(7)*GARCH(-1) + C(8)*LNSP500^2 + C(9)*LNMKEF^2 + C(10)*DINTERBOLSA + C(11)*D100 + C(12)*D250 + C(13)*D500 + C(14)*DTOTAL + C(15)*VIE$					Dependent Variable: LNCOLCAP Method: ML ARCH - Generalized error distribution (GED) (BFGS / Marquardt steps) Date: 08/10/19 Time: 00:31 Sample (adjusted): 6/01/2009 28/12/2018 Included observations: 2435 after adjustments Convergence achieved after 60 iterations Coefficient covariance computed using outer product of gradients Presample variance: backcast (parameter = 0.7) GED parameter fixed at 1.5 $GARCH = C(5) + C(6)*RESID(-1)^2 + C(7)*GARCH(-1) + C(8)*LNSP500^2 + C(9)*LNMKEF^2 + C(10)*DINTERBOLSA + C(11)*D100 + C(12)*D250 + C(13)*D500 + C(14)*DTOTAL + C(15)*VIE$																																																																																																																																	
<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>z-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LNSP500</td> <td>0.204492</td> <td>0.016956</td> <td>12.06027</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>LNMKEF</td> <td>0.226617</td> <td>0.015568</td> <td>14.55616</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>AR(1)</td> <td>0.065689</td> <td>0.021213</td> <td>3.096621</td> <td>0.0020</td> </tr> </tbody> </table>					Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.	LNSP500	0.204492	0.016956	12.06027	0.0000	LNMKEF	0.226617	0.015568	14.55616	0.0000	AR(1)	0.065689	0.021213	3.096621	0.0020	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Variable</th> <th>Coefficient</th> <th>Std. Error</th> <th>z-Statistic</th> <th>Prob.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>GARCH</td> <td>3.654914</td> <td>2.657507</td> <td>1.375317</td> <td>0.1690</td> </tr> <tr> <td>LNSP500</td> <td>0.204896</td> <td>0.017012</td> <td>12.04436</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>LNMKEF</td> <td>0.227820</td> <td>0.015613</td> <td>14.59183</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>AR(1)</td> <td>0.060778</td> <td>0.021615</td> <td>2.811809</td> <td>0.0049</td> </tr> </tbody> </table>					Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.	GARCH	3.654914	2.657507	1.375317	0.1690	LNSP500	0.204896	0.017012	12.04436	0.0000	LNMKEF	0.227820	0.015613	14.59183	0.0000	AR(1)	0.060778	0.021615	2.811809	0.0049																																																																																
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.																																																																																																																																		
LNSP500	0.204492	0.016956	12.06027	0.0000																																																																																																																																		
LNMKEF	0.226617	0.015568	14.55616	0.0000																																																																																																																																		
AR(1)	0.065689	0.021213	3.096621	0.0020																																																																																																																																		
Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.																																																																																																																																		
GARCH	3.654914	2.657507	1.375317	0.1690																																																																																																																																		
LNSP500	0.204896	0.017012	12.04436	0.0000																																																																																																																																		
LNMKEF	0.227820	0.015613	14.59183	0.0000																																																																																																																																		
AR(1)	0.060778	0.021615	2.811809	0.0049																																																																																																																																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Variance Equation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>1.18E-05</td> <td>2.51E-06</td> <td>4.708435</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>RESID(-1)^2</td> <td>0.068705</td> <td>0.025686</td> <td>2.674766</td> <td>0.0075</td> </tr> <tr> <td>RESID(-1)^2*(RESID(-1)&lt;0)</td> <td>0.167992</td> <td>0.041464</td> <td>4.051556</td> <td>0.0001</td> </tr> <tr> <td>GARCH(-1)</td> <td>0.659544</td> <td>0.050326</td> <td>13.10540</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>LNSP500^2</td> <td>0.024660</td> <td>0.008726</td> <td>2.826101</td> <td>0.0047</td> </tr> <tr> <td>LNMKEF^2</td> <td>0.000121</td> <td>0.007322</td> <td>0.016524</td> <td>0.9868</td> </tr> <tr> <td>DINTERBOLSA</td> <td>-5.81E-06</td> <td>3.11E-06</td> <td>-1.868447</td> <td>0.0617</td> </tr> <tr> <td>D100</td> <td>1.27E-06</td> <td>3.89E-06</td> <td>0.326192</td> <td>0.7443</td> </tr> <tr> <td>D250</td> <td>-6.44E-06</td> <td>2.43E-06</td> <td>-2.648388</td> <td>0.0081</td> </tr> <tr> <td>D500</td> <td>2.04E-06</td> <td>1.86E-06</td> <td>1.095684</td> <td>0.2732</td> </tr> <tr> <td>DTOTAL</td> <td>3.62E-06</td> <td>3.23E-06</td> <td>1.120339</td> <td>0.2626</td> </tr> <tr> <td>VIE</td> <td>-9.37E-06</td> <td>3.88E-06</td> <td>-2.412780</td> <td>0.0158</td> </tr> </tbody> </table>					Variance Equation					C	1.18E-05	2.51E-06	4.708435	0.0000	RESID(-1)^2	0.068705	0.025686	2.674766	0.0075	RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	0.167992	0.041464	4.051556	0.0001	GARCH(-1)	0.659544	0.050326	13.10540	0.0000	LNSP500^2	0.024660	0.008726	2.826101	0.0047	LNMKEF^2	0.000121	0.007322	0.016524	0.9868	DINTERBOLSA	-5.81E-06	3.11E-06	-1.868447	0.0617	D100	1.27E-06	3.89E-06	0.326192	0.7443	D250	-6.44E-06	2.43E-06	-2.648388	0.0081	D500	2.04E-06	1.86E-06	1.095684	0.2732	DTOTAL	3.62E-06	3.23E-06	1.120339	0.2626	VIE	-9.37E-06	3.88E-06	-2.412780	0.0158	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="5">Variance Equation</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>C</td> <td>1.11E-05</td> <td>2.45E-06</td> <td>4.521803</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>RESID(-1)^2</td> <td>0.157388</td> <td>0.025642</td> <td>6.137892</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>GARCH(-1)</td> <td>0.687105</td> <td>0.048004</td> <td>13.89679</td> <td>0.0000</td> </tr> <tr> <td>LNSP500^2</td> <td>0.023402</td> <td>0.008601</td> <td>2.720945</td> <td>0.0065</td> </tr> <tr> <td>LNMKEF^2</td> <td>-6.61E-05</td> <td>0.007350</td> <td>-0.008995</td> <td>0.9928</td> </tr> <tr> <td>DINTERBOLSA</td> <td>-4.95E-06</td> <td>3.17E-06</td> <td>-1.560396</td> <td>0.1187</td> </tr> <tr> <td>D100</td> <td>1.71E-06</td> <td>3.91E-06</td> <td>0.436439</td> <td>0.6625</td> </tr> <tr> <td>D250</td> <td>-6.10E-06</td> <td>2.39E-06</td> <td>-2.553654</td> <td>0.0107</td> </tr> <tr> <td>D500</td> <td>2.21E-06</td> <td>1.79E-06</td> <td>1.231501</td> <td>0.2181</td> </tr> <tr> <td>DTOTAL</td> <td>3.19E-06</td> <td>3.29E-06</td> <td>0.969581</td> <td>0.3323</td> </tr> <tr> <td>VIE</td> <td>-1.03E-05</td> <td>3.99E-06</td> <td>-2.589687</td> <td>0.0096</td> </tr> </tbody> </table>					Variance Equation					C	1.11E-05	2.45E-06	4.521803	0.0000	RESID(-1)^2	0.157388	0.025642	6.137892	0.0000	GARCH(-1)	0.687105	0.048004	13.89679	0.0000	LNSP500^2	0.023402	0.008601	2.720945	0.0065	LNMKEF^2	-6.61E-05	0.007350	-0.008995	0.9928	DINTERBOLSA	-4.95E-06	3.17E-06	-1.560396	0.1187	D100	1.71E-06	3.91E-06	0.436439	0.6625	D250	-6.10E-06	2.39E-06	-2.553654	0.0107	D500	2.21E-06	1.79E-06	1.231501	0.2181	DTOTAL	3.19E-06	3.29E-06	0.969581	0.3323	VIE	-1.03E-05	3.99E-06	-2.589687	0.0096
Variance Equation																																																																																																																																						
C	1.18E-05	2.51E-06	4.708435	0.0000																																																																																																																																		
RESID(-1)^2	0.068705	0.025686	2.674766	0.0075																																																																																																																																		
RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	0.167992	0.041464	4.051556	0.0001																																																																																																																																		
GARCH(-1)	0.659544	0.050326	13.10540	0.0000																																																																																																																																		
LNSP500^2	0.024660	0.008726	2.826101	0.0047																																																																																																																																		
LNMKEF^2	0.000121	0.007322	0.016524	0.9868																																																																																																																																		
DINTERBOLSA	-5.81E-06	3.11E-06	-1.868447	0.0617																																																																																																																																		
D100	1.27E-06	3.89E-06	0.326192	0.7443																																																																																																																																		
D250	-6.44E-06	2.43E-06	-2.648388	0.0081																																																																																																																																		
D500	2.04E-06	1.86E-06	1.095684	0.2732																																																																																																																																		
DTOTAL	3.62E-06	3.23E-06	1.120339	0.2626																																																																																																																																		
VIE	-9.37E-06	3.88E-06	-2.412780	0.0158																																																																																																																																		
Variance Equation																																																																																																																																						
C	1.11E-05	2.45E-06	4.521803	0.0000																																																																																																																																		
RESID(-1)^2	0.157388	0.025642	6.137892	0.0000																																																																																																																																		
GARCH(-1)	0.687105	0.048004	13.89679	0.0000																																																																																																																																		
LNSP500^2	0.023402	0.008601	2.720945	0.0065																																																																																																																																		
LNMKEF^2	-6.61E-05	0.007350	-0.008995	0.9928																																																																																																																																		
DINTERBOLSA	-4.95E-06	3.17E-06	-1.560396	0.1187																																																																																																																																		
D100	1.71E-06	3.91E-06	0.436439	0.6625																																																																																																																																		
D250	-6.10E-06	2.39E-06	-2.553654	0.0107																																																																																																																																		
D500	2.21E-06	1.79E-06	1.231501	0.2181																																																																																																																																		
DTOTAL	3.19E-06	3.29E-06	0.969581	0.3323																																																																																																																																		
VIE	-1.03E-05	3.99E-06	-2.589687	0.0096																																																																																																																																		
<table border="1"> <tbody> <tr> <td>R-squared</td> <td>0.253617</td> <td>Mean dependent var</td> <td>0.000177</td> </tr> <tr> <td>Adjusted R-squared</td> <td>0.253004</td> <td>S.D. dependent var</td> <td>0.008997</td> </tr> <tr> <td>S.E. of regression</td> <td>0.007776</td> <td>Akaike info criterion</td> <td>-7.022476</td> </tr> <tr> <td>Sum squared resid</td> <td>0.147050</td> <td>Schwarz criterion</td> <td>-6.986761</td> </tr> <tr> <td>Log likelihood</td> <td>8564.864</td> <td>Hannan-Quinn criter.</td> <td>-7.009492</td> </tr> <tr> <td>Durbin-Watson stat</td> <td>1.956582</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					R-squared	0.253617	Mean dependent var	0.000177	Adjusted R-squared	0.253004	S.D. dependent var	0.008997	S.E. of regression	0.007776	Akaike info criterion	-7.022476	Sum squared resid	0.147050	Schwarz criterion	-6.986761	Log likelihood	8564.864	Hannan-Quinn criter.	-7.009492	Durbin-Watson stat	1.956582			<table border="1"> <tbody> <tr> <td>R-squared</td> <td>0.254617</td> <td>Mean dependent var</td> <td>0.000177</td> </tr> <tr> <td>Adjusted R-squared</td> <td>0.253697</td> <td>S.D. dependent var</td> <td>0.008997</td> </tr> <tr> <td>S.E. of regression</td> <td>0.007772</td> <td>Akaike info criterion</td> <td>-7.014448</td> </tr> <tr> <td>Sum squared resid</td> <td>0.146853</td> <td>Schwarz criterion</td> <td>-6.978733</td> </tr> <tr> <td>Log likelihood</td> <td>8555.090</td> <td>Hannan-Quinn criter.</td> <td>-7.001464</td> </tr> <tr> <td>Durbin-Watson stat</td> <td>1.949230</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					R-squared	0.254617	Mean dependent var	0.000177	Adjusted R-squared	0.253697	S.D. dependent var	0.008997	S.E. of regression	0.007772	Akaike info criterion	-7.014448	Sum squared resid	0.146853	Schwarz criterion	-6.978733	Log likelihood	8555.090	Hannan-Quinn criter.	-7.001464	Durbin-Watson stat	1.949230																																																																															
R-squared	0.253617	Mean dependent var	0.000177																																																																																																																																			
Adjusted R-squared	0.253004	S.D. dependent var	0.008997																																																																																																																																			
S.E. of regression	0.007776	Akaike info criterion	-7.022476																																																																																																																																			
Sum squared resid	0.147050	Schwarz criterion	-6.986761																																																																																																																																			
Log likelihood	8564.864	Hannan-Quinn criter.	-7.009492																																																																																																																																			
Durbin-Watson stat	1.956582																																																																																																																																					
R-squared	0.254617	Mean dependent var	0.000177																																																																																																																																			
Adjusted R-squared	0.253697	S.D. dependent var	0.008997																																																																																																																																			
S.E. of regression	0.007772	Akaike info criterion	-7.014448																																																																																																																																			
Sum squared resid	0.146853	Schwarz criterion	-6.978733																																																																																																																																			
Log likelihood	8555.090	Hannan-Quinn criter.	-7.001464																																																																																																																																			
Durbin-Watson stat	1.949230																																																																																																																																					
Inverted AR Roots .07					Inverted AR Roots .06																																																																																																																																	

**EGARCH(1,1)**

Dependent Variable: LNCOLCAP  
Method: ML ARCH - Generalized error distribution (GED) (BFGS / Marquardt steps)

Date: 08/10/19 Time: 00:32  
Sample (adjusted): 6/01/2009 28/12/2018

Included observations: 2435 after adjustments

Convergence achieved after 85 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GED parameter fixed at 1.5

LOG(GARCH) = C(4) + C(5)\*ABS(RESID(-1)/@SQRT(GARCH(-1))) + C(6)  
\*RESID(-1)/@SQRT(GARCH(-1)) + C(7)\*LOG(GARCH(-1)) + C(8)  
\*LN5P500^2 + C(9)\*LNMXEF^2 + C(10)\*DINTERBOLSA + C(11)\*D100  
+ C(12)\*D250 + C(13)\*D500 + C(14)\*DTOTAL + C(15)\*VIE

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
LN5P500	0.199981	0.015895	12.58137	0.0000
LNMXEF	0.224693	0.015002	14.97750	0.0000
AR(1)	0.062084	0.020780	2.987691	0.0028

## Variance Equation

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(4)	-1.735254	0.312068	-5.560491	0.0000
C(5)	0.286546	0.039054	7.337143	0.0000
C(6)	-0.096257	0.022302	-4.316063	0.0000
C(7)	0.840481	0.030110	27.91412	0.0000
C(8)	196.2857	93.46267	2.100150	0.0357
C(9)	-24.04197	102.2371	-0.235159	0.8141
C(10)	-0.156932	0.077211	-2.032498	0.0421
C(11)	-0.007546	0.063959	-0.117982	0.9061
C(12)	-0.135715	0.068626	-1.977597	0.0480
C(13)	0.021929	0.030780	0.712453	0.4762
C(14)	0.122991	0.078259	1.571592	0.1160
C(15)	-0.255475	0.101094	-2.527103	0.0115

R-squared	0.252849	Mean dependent var	0.000177
Adjusted R-squared	0.252234	S.D. dependent var	0.008997
S.E. of regression	0.007780	Akaike info criterion	-7.017465
Sum squared resid	0.147201	Schwarz criterion	-6.981750
Log likelihood	8558.763	Hannan-Quinn criter.	-7.004481
Durbin-Watson stat	1.948791		

Inverted AR Roots .06

**PARCH(1,1)**

Dependent Variable: LNCOLCAP  
Method: ML ARCH - Generalized error distribution (GED) (BFGS / Marquardt steps)

Date: 08/10/19 Time: 00:33

Sample (adjusted): 6/01/2009 28/12/2018

Included observations: 2435 after adjustments

Convergence achieved after 139 iterations

Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Presample variance: backcast (parameter = 0.7)

GED parameter fixed at 1.5

@SQRT(GARCH) = C(4) + C(5)\*(ABS(RESID(-1)) - C(6)\*RESID(-1)) + C(7)  
\*@SQRT(GARCH(-1)) + C(8)\*LN5P500^2 + C(9)\*LNMXEF^2 + C(10)  
\*DINTERBOLSA + C(11)\*D100 + C(12)\*D250 + C(13)\*D500 + C(14)  
\*DTOTAL + C(15)\*VIE

Variable	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
LN5P500	0.201167	0.016402	12.26442	0.0000
LNMXEF	0.225098	0.015234	14.77586	0.0000
AR(1)	0.063100	0.020616	3.060716	0.0022

## Variance Equation

	Coefficient	Std. Error	z-Statistic	Prob.
C(4)	0.001510	0.000268	5.641859	0.0000
C(5)	0.152360	0.022431	6.792530	0.0000
C(6)	0.401592	0.094741	4.238835	0.0000
C(7)	0.702419	0.043772	16.04709	0.0000
C(8)	1.290679	0.448365	2.878635	0.0040
C(9)	-0.227398	0.435450	-0.522215	0.6015
C(10)	-0.000591	0.000260	-2.273404	0.0230
C(11)	6.97E-06	0.000261	0.026726	0.9787
C(12)	-0.000534	0.000213	-2.503717	0.0123
C(13)	0.000117	0.000121	0.964085	0.3350
C(14)	0.000438	0.000264	1.656346	0.0977
C(15)	-0.000861	0.000329	-2.615847	0.0089

R-squared	0.253053	Mean dependent var	0.000177
Adjusted R-squared	0.252439	S.D. dependent var	0.008997
S.E. of regression	0.007779	Akaike info criterion	-7.020447
Sum squared resid	0.147161	Schwarz criterion	-6.984732
Log likelihood	8562.394	Hannan-Quinn criter.	-7.007463
Durbin-Watson stat	1.950954		

Inverted AR Roots .06

## Anexo G Correlograma de los residuos estandarizados

Date: 08/10/19 Time: 00:49

Sample: 2/01/2009 28/12/2018

Included observations: 2435

Q-statistic probabilities adjusted for 1 ARMA term

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	0.021	0.021	1.0607	
		2	0.018	0.018	1.8525	0.173
		3	0.018	0.017	2.6598	0.265
		4	-0.009	-0.010	2.8765	0.411
		5	-0.002	-0.002	2.8859	0.577
		6	0.000	0.000	2.8859	0.718
		7	-0.027	-0.027	4.6572	0.588
		8	0.011	0.013	4.9760	0.663
		9	0.033	0.033	7.5741	0.476
		10	0.018	0.017	8.3455	0.500
		11	0.027	0.025	10.169	0.426
		12	0.002	-0.001	10.177	0.515
		13	-0.011	-0.012	10.451	0.576
		14	0.008	0.007	10.603	0.644
		15	0.013	0.015	11.033	0.683
		16	0.002	0.003	11.040	0.750
		17	-0.019	-0.020	11.887	0.752
		18	-0.054	-0.054	19.113	0.322
		19	0.010	0.011	19.363	0.370
		20	0.010	0.010	19.609	0.418
		21	-0.005	-0.005	19.682	0.478
		22	0.027	0.026	21.486	0.430
		23	-0.033	-0.035	24.118	0.341
		24	0.025	0.024	25.645	0.318
		25	-0.001	-0.005	25.646	0.371
		26	-0.004	-0.001	25.693	0.424
		27	0.019	0.023	26.578	0.432
		28	0.018	0.020	27.393	0.443
		29	-0.012	-0.010	27.724	0.479
		30	0.003	-0.001	27.752	0.531
		31	0.036	0.036	31.018	0.415
		32	0.006	0.008	31.116	0.460
		33	0.006	0.004	31.209	0.506
		34	0.022	0.022	32.417	0.496
		35	0.017	0.015	33.152	0.509
		36	0.020	0.013	34.152	0.509

\*Probabilities may not be valid for this equation specification.

## Anexo H Correlograma de los residuos estandarizados al cuadrado

Date: 08/10/19 Time: 00:50  
 Sample: 2/01/2009 28/12/2018  
 Included observations: 2435

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob*	
		1	-0.014	-0.014	0.4814	0.488
		2	-0.024	-0.024	1.9010	0.387
		3	0.017	0.017	2.6271	0.453
		4	-0.011	-0.011	2.9143	0.572
		5	-0.011	-0.011	3.2186	0.666
		6	0.047	0.046	8.6636	0.193
		7	-0.005	-0.004	8.7205	0.273
		8	0.009	0.012	8.9300	0.348
		9	0.019	0.017	9.7873	0.368
		10	0.029	0.031	11.868	0.294
		11	-0.005	-0.003	11.934	0.369
		12	0.017	0.016	12.654	0.395
		13	0.030	0.031	14.888	0.314
		14	-0.026	-0.024	16.554	0.281
		15	-0.001	-0.002	16.557	0.346
		16	0.022	0.017	17.721	0.340
		17	0.004	0.006	17.758	0.404
		18	-0.011	-0.013	18.072	0.451
		19	0.026	0.022	19.782	0.408
		20	0.055	0.058	27.316	0.127
		21	0.005	0.007	27.372	0.159
		22	-0.007	-0.008	27.483	0.193
		23	0.012	0.010	27.817	0.223
		24	0.006	0.010	27.914	0.264
		25	0.009	0.007	28.136	0.302
		26	-0.011	-0.017	28.423	0.338
		27	-0.014	-0.013	28.907	0.365
		28	-0.003	-0.006	28.937	0.416
		29	0.031	0.025	31.349	0.349
		30	0.006	0.004	31.425	0.395
		31	-0.016	-0.016	32.050	0.414
		32	0.040	0.037	36.076	0.284
		33	-0.009	-0.011	36.283	0.318
		34	-0.002	0.004	36.289	0.362
		35	0.039	0.036	40.136	0.253
		36	0.006	0.005	40.212	0.289

\*Probabilities may not be valid for this equation specification.

## Anexo I Prueba del LM-ARCH

Heteroskedasticity Test: ARCH

F-statistic	0.480671	Prob. F(1,2432)	0.4882
Obs*R-squared	0.480971	Prob. Chi-Square(1)	0.4880

Test Equation:

Dependent Variable: WGT\_RESID^2

Method: Least Squares

Date: 08/10/19 Time: 00:50

Sample (adjusted): 7/01/2009 28/12/2018

Included observations: 2434 after adjustments

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	1.018543	0.039978	25.47787	0.0000
WGT_RESID^2(-1)	-0.014054	0.020271	-0.693305	0.4882

R-squared	0.000198	Mean dependent var	1.004409
Adjusted R-squared	-0.000213	S.D. dependent var	1.696440
S.E. of regression	1.696621	Akaike info criterion	3.895976
Sum squared resid	7000.566	Schwarz criterion	3.900739
Log likelihood	-4739.402	Hannan-Quinn criter.	3.897707
F-statistic	0.480671	Durbin-Watson stat	1.999942
Prob(F-statistic)	0.488185		

## Anexo J Prueba de Quandt-Andrews

Quandt-Andrews unknown breakpoint test  
 Null Hypothesis: No breakpoints within 15% trimmed data  
 Varying regressors: All equation variables  
 Equation Sample: 6/01/2009 28/12/2018  
 Test Sample: 9/07/2010 28/06/2017  
 Number of breaks compared: 1704

Statistic	Value	Prob.
Maximum LR F-statistic (28/12/2011)	231.8650	0.0000
Maximum Wald F-statistic (28/12/2011)	463.7300	0.0000
Exp LR F-statistic	111.0842	0.0000
Exp Wald F-statistic	226.5321	0.0000
Ave LR F-statistic	92.13833	0.0000
Ave Wald F-statistic	184.2767	0.0000

Note: probabilities calculated using Hansen's (1997) method

## 5 Bibliografía

- Adil, A., & Rafique, A. (2013). The Volatility Effect of Single Stock Futures Trading on Pakistani Stock Market. *IBA Business Review*, 8(1), 96–122.
- Akaike, H. (1974). A New Look at the Statistical Model Identification. *IEEE Transactions on Automatic Control AC*, 19(6), 716–723.
- Antoniou, A., & Foster, A. J. (1992). The effect of futures trading on spot price volatility: evidence for Brent Crude Oil Using GARCH. *Journal of Business Finance & Accounting*, 19(4), 473–484. <https://doi.org/10.1111/j.1468-5957.1992.tb00639.x>
- Antoniou, A., & Holmes, P. (1995). Futures trading, information and spot price volatility: evidence for the FTSE-100 stock index futures contract using GARCH. *Journal of Banking & Finance*, 19(1), 117–129. [https://doi.org/10.1016/0378-4266\(94\)00059-C](https://doi.org/10.1016/0378-4266(94)00059-C)
- Asociación Nacional de Instituciones Financieras. (2017). *Sociedades Comisionistas de Bolsa: Estructura de mercado y costos*. Retrieved from <http://anif.co/sites/default/files/investigaciones/anif-asobolsa0917.pdf>
- Ayuso, J., & Núñez, S. (1995). *¿Desestabilizan los activos derivados el mercado al contado?: la experiencia española en el mercado de deuda pública*. Banco de España.
- Baldauf, B., & Santoni, G. J. (1991). Stock Price Volatility: Some Evidence from an ARCH model. *The Journal of Futures Markets*, 11(2), 191–200. <https://doi.org/10.1002/fut.3990110206>
- Banco de la República. (n.d.). Índices del mercado bursátil colombiano. Retrieved December 25, 2017, from <http://www.banrep.gov.co/es/igbc>
- Banco Mundial. (2015). América Latina, un nuevo comienzo tras el fin de la bonanza. Retrieved November 30, 2017, from <http://www.bancomundial.org/es/news/feature/2015/04/15/america-latina-perspectivas-crecimiento-economia-2015>
- Bohl, M. T., Diesteldorf, J., & Siklos, P. L. (2015). The effect of index futures trading on volatility: Three markets for Chinese stocks. *China Economic Review*, 34, 207–224. <https://doi.org/10.1016/j.chieco.2014.11.005>
- Bollerslev, T. (1986). Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity. *Journal of Econometrics*, 31(3), 307–327. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](https://doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1)
- Bologna, P., & Cavallo, L. (2002). Does the introduction of stock index futures effectively reduce stock market volatility? Is the “futures effect” immediate?

- Evidence from the Italian stock exchange using GARCH. *Applied Financial Economics*, 12(3), 183–192. <https://doi.org/10.1080/09603100110088085>
- Bolsa de Valores de Colombia. (2013). *Informe de gestión 2012*. Retrieved from [http://www.bvc.com.co/recursos/Files/AGA\\_2013/Informe\\_Gestion\\_2012.pdf](http://www.bvc.com.co/recursos/Files/AGA_2013/Informe_Gestion_2012.pdf)
- Bolsa de Valores de Colombia. (2016). Presentación Corporativa 2016. Bolsa de Valores de Colombia. Retrieved from <https://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Accionistas/presentaciones>
- Bolsa de Valores de Colombia. (2019). *Informe de gestión 2019*. Retrieved from <https://www.bvc.com.co/pps/tibco/portalbvc/Home/Accionistas/Información+Financiera/Informes+de+Gestión>
- Bortz, G. A. (1984). Does the Treasury Bond Futures Market Destabilize the Treasury Bond Cash Market ?, 4(1).
- Box, G. E. P., & Jenkins, G. M. (1976). *Time Series Analysis: Forecasting and Control* (2nd editio). San Francisco: Holden-Day.
- Box, G. E. P., & Tiao, G. C. (1975). Intervention Analysis with Applications to Economic and Environmental Problems. *Journal of the American Statistical Association*, 70(349), 70–79. <https://doi.org/10.1080/01621459.1975.10480264>
- Brealey, R., & Myers, S. (2003). *Principles of Corporate Finance* (Seventh). London: The McGraw-Hill.
- Brooks, C. (2008). *Introductory Econometrics for Finance*. Cambridge University Press (secondi). New York: Cambridge University Press. Retrieved from <http://www.cambridge.org/9780521873062>
- Butterworth, D. (2000). The impact of futures trading on underlying stock index volatility: the case of the FTSE Mid 250 contract. *Applied Economics Letters*, 7(7), 439–442. <https://doi.org/10.1080/135048500351131>
- Çağlayan, E. (2011). The Impact of Stock Index Futures on the Turkish Spot Market. *Journal of Emerging Market Finance*, 10(1), 73–91. <https://doi.org/10.1177/097265271101000103>
- Çimen, A. (2018). The impact of derivatives on the volatility of Turkish stock market. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 857–868. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.430301>
- Cox, C. C. (1976). Futures Trading and Market Information. *Journal of Political Economy*, 84(6), 1215–1237. <https://doi.org/10.1086/260509>
- Danthine, J.-P., & Moresi, S. (1993). Volatility, information and noise trading. *European Economic Review*, 37(5), 961–982. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(93\)90104-I](https://doi.org/10.1016/0014-2921(93)90104-I)
- Debasish, S. (2010). An empirical study on impact of index futures trading on spot market in india. *KCA Journal of Business Management*, 2(2), 27–39. <https://doi.org/10.4314/kjbm.v2i2.52162>
- Demers, F., & Demers, M. (1989). A privately revealing rational expectations equilibrium for the futures market. *European Economic Review*, 33(4), 663–685. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(89\)90019-6](https://doi.org/10.1016/0014-2921(89)90019-6)
- Dennis, S. A., & Sim, A. B. (1999). Share price volatility with the introduction of individual share futures on the Sydney Futures Exchange. *International Review of Financial Analysis*, 8(2), 153–163. <https://doi.org/10.1016/S1057->

- 5219(99)00013-7
- Depósito Centralizado de Valores de Colombia. (2013). *Informe de Gestión 2012*. Retrieved from [https://www.deceval.com.co/portal/page/portal/Home/Empresa/Gobierno\\_Corporativo/Informes/Informe\\_anual\\_gestion/DEPOSITO\\_CENTRALIZADO\\_DE\\_VALORES- Informe 2013 Final doc.pdf](https://www.deceval.com.co/portal/page/portal/Home/Empresa/Gobierno_Corporativo/Informes/Informe_anual_gestion/DEPOSITO_CENTRALIZADO_DE_VALORES- Informe 2013 Final doc.pdf)
- Ding, Z., Granger, C. W. J., & Engle, R. F. (1993). A long memory property of stock market returns and a new model. *Journal of Empirical Finance*, 1(1), 83–106. [https://doi.org/10.1016/0927-5398\(93\)90006-D](https://doi.org/10.1016/0927-5398(93)90006-D)
- Drimbetas, E., Sariannidis, N., & Porfiris, N. (2007). The effect of derivatives trading on volatility of the underlying asset: evidence from the Greek stock market. *Applied Financial Economics*, 17(2), 139–148. <https://doi.org/10.1080/09603100500461702>
- Edwards, F. R. (1988a). Does Futures Trading Increase Stock Market Volatility? *Taylor & Francis, Ltd.*, 44(4), 63–69.
- Edwards, F. R. (1988b). Futures trading and cash markets volatility: Stock index and interest rate futures. *Journal of Financial Markets*, 8(4), 421–439.
- El Espectador. (2008). Colombia tercer país en lanzar mercado de derivados. Retrieved September 5, 2018, from <https://www.elespectador.com/noticias/negocios/articulo-colombia-tercer-pais-lanzar-mercado-de-derivados>
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*, 50(4), 987. <https://doi.org/10.2307/1912773>
- Engle, R. F., & Bollerslev, T. (1986). Modelling the persistence of conditional variances. *Econometric Reviews*, 5(1), 1–50. <https://doi.org/10.1080/07474938608800095>
- Engle, R. F., Lilen, D. M., & Robins, R. P. (1987). Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: The Arch-M Model. *Econometrica*, 55(2), 391. <https://doi.org/10.2307/1913242>
- Esposito, M., & Giraldi, C. (1994). Preliminary evidence on a new market: The futures on the Italian treasury bonds. *Journal of Futures Markets*, 14(2), 121–146. <https://doi.org/10.1002/fut.3990140203>
- Fabozzi, F., & Mann, S. (2005). *The Handbook of Fixed Income Securities* (Seventh). New York: The McGraw-Hill.
- Figlewski, S. (1981). Futures Trading and Volatility in the GNMA Market. *Journal of Finance*, 36(2, Papers and Proceedings of the Thirty Ninth Annual Meeting American Finance Association, Denver, September 5-7, 1980), 445–456. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1981.tb00461.x>
- Floros, C., & Vougas, D. V. (2016). Index Futures Trading, Information and Stock Market Volatility: The Case of Greece. In *Derivatives and Hedge Funds* (pp. 118–139). London: Palgrave Macmillan UK. [https://doi.org/10.1057/9781137554178\\_6](https://doi.org/10.1057/9781137554178_6)
- Gitman, L., & Zutter, C. (2012). *Principles of Managerial Finance* (Sixth). Prentice Hall.
- Glosten, L. R., Jagannathan, R., & Runkle, D. E. (1993). On the Relation between

- the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks. *The Journal of Finance*, 48(5), 1779. <https://doi.org/10.2307/2329067>
- Gómez-González, J. E., & Melo, L. F. (2014). Efectos de «ángeles caídos» en el mercado accionario colombiano: estudio de eventos del caso Interbolsa. *Ensayos Sobre Política Económica*, 32(75), 23–27. <https://doi.org/10.1016/j.espe.2014.07.001>
- Grossman, S. J. (1988). An Analysis of the Implications for Stock and Future Price Volatility of Program Trading and Dynamic Hedging Strategies. *Journal of Business*, 61(3), 275–298. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/2353040>
- Guesnerie, R., & Rochet, J.-C. (1993). (De)stabilizing speculation on futures markets. *European Economic Review*, 37(5), 1043–1063. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(93\)90108-M](https://doi.org/10.1016/0014-2921(93)90108-M)
- Gulen, H., & Mayhew, S. (2000). Stock index futures trading and volatility in international equity markets. *Journal of Futures Markets*, 20(7), 661–685. [https://doi.org/10.1002/1096-9934\(200008\)20:7<661::AID-FUT3>3.0.CO;2-R](https://doi.org/10.1002/1096-9934(200008)20:7<661::AID-FUT3>3.0.CO;2-R)
- Hannan, E. J., & Quinn, B. G. (1979). The Determination of the Order of an Autoregression. *Journal of the Royal Statistical Society. Series B (Methodological)*, 41(2), 190–195. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2985032>
- Hart, O. D., & Kreps, D. M. (1986). Price Destabilizing Speculation. *Journal of Political Economy*, 94(5), 927–952. <https://doi.org/10.1086/261418>
- Hodgson, A., & Nicholls, D. (1991). The Impact of Index Composition on Stock Index Futures Mispricing. *Journal of Business Finance & Accounting*, 18, 267–281.
- Hull, J. C. (2009). Options futures and other derivatives. *Person*.
- International Monetary Fund. (2002). *Global financial stability report: Market Developments and Issues*. Washington, DC. Retrieved from <https://www.imf.org/en/Publications/GFSR/Issues/2016/12/30/Global-Financial-Stability-Report-December-2002-Market-Developments-and-Issues-16159>
- International Monetary Fund. (2011). *Global financial stability report: Grappling with Crisis Legacies*. Washington, DC. Retrieved from [https://www.imf.org/en/Publications/GFSR/Issues/2016/12/31/~media/Websites/IMF/imported-flagship-issues/external/pubs/ft/GFSR/2011/02/pdf/\\_textpdf.ashx](https://www.imf.org/en/Publications/GFSR/Issues/2016/12/31/~media/Websites/IMF/imported-flagship-issues/external/pubs/ft/GFSR/2011/02/pdf/_textpdf.ashx)
- International Monetary Fund. (2012). *Global financial stability report: The Quest for Lasting Stability*. Washington, DC. Retrieved from [https://www.imf.org/~media/Websites/IMF/imported-flagship-issues/external/pubs/ft/GFSR/2012/01/pdf/\\_textpdf.ashx](https://www.imf.org/~media/Websites/IMF/imported-flagship-issues/external/pubs/ft/GFSR/2012/01/pdf/_textpdf.ashx)
- International Monetary Fund. (2018). *Global Financial Stability Report: ADERIA Bumpy Road Ahead*. Washington, DC.
- Kasman, A., & Kasman, S. (2008). The impact of futures trading on volatility of the underlying asset in the Turkish stock market. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 387(12), 2837–2845. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2008.01.084>
- Kawai, M. (1983a). Price Volatility of Storable Commodities under Rational

- Expectations in Spot and Futures Markets. *International Economic Review*, 24(2), 435. <https://doi.org/10.2307/2648757>
- Kawai, M. (1983b). Spot and Futures Prices of Nonstorable Commodities Under Rational Expectations\*. *The Quarterly Journal of Economics*, 98(2), 235. <https://doi.org/10.2307/1885623>
- Kummer, S., & Pauletto, C. (2012). The History of Derivatives : A Few Milestones. *EFTA Seminar on Regulation of Derivatives Markets*, (May).
- Lee, S. Bin, & Ohk, K. Y. (1992). Stock index futures listing and structural change in time-varying volatility. *Journal of Futures Markets*, 12(5), 493–509. <https://doi.org/10.1002/fut.3990120502>
- Ljung, G. M., & Box, G. E. P. (1978). On a measure of lack of fit in time series models. *Biometrika*, 65(2), 297–303. <https://doi.org/10.1093/biomet/65.2.297>
- Mallikarjunappa, T., & Afsal, E. (2008). The Impact of Derivatives on Stock Market Volatility: A Study of the Nifty Index. *Asian Academy of Management Journal of Accounting and Finance*, 4(2), 43–65. Retrieved from <http://web.usm.my/journal/aamjaf/vol4-2-2008/4-2-3.pdf>
- Manasa, N., & Narayanarao, S. (2018). A Study on Impact of BANKNIFTY Derivatives Trading on Spot Market Volatility in India. *Academy of Accounting & Financial Studies Journal*, 22(1), 1–9.
- Matanovic, E. (2009). *The Impact of Financial Derivatives on Financial Market Stability – Evidence from DAX Stock Index Futures Trading Using GARCH*. FernUniversität in Hagen. Retrieved from <https://core.ac.uk/download/pdf/11561589.pdf>
- Moriarty, E. J., & Tosini, P. A. (1985). Futures Trading and the Price Volatility of GNMA Certificates- Further Evidence, 5(4).
- Nelson, D. B. (1990). Stationarity and Persistence in the GARCH(1,1) Model. *Econometric Theory*, 6(3), 318–334. <https://doi.org/10.1017/S0266466600005296>
- Nelson, D. B. (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica*, 59(2), 347. <https://doi.org/10.2307/2938260>
- Ocaris, F. (2006). Modelación de la volatilidad y pronóstico del precio del café. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 5(9), 45–58.
- Peck, A. E. (1976). Futures Markets, Supply Response, and Price Stability. *The Quarterly Journal of Economics*, 90(3), 407. <https://doi.org/10.2307/1886041>
- Pericli, A., & Koutmos, G. (1997). Index futures and options and stock market volatility. *Journal of Futures Markets*, 17(8), 957–974. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1096-9934\(199712\)17:8<957::AID-FUT6>3.0.CO;2-K](https://doi.org/10.1002/(SICI)1096-9934(199712)17:8<957::AID-FUT6>3.0.CO;2-K)
- Rahman, S. (2001). The Introduction of Derivatives on the Dow Jones Industrial Average and Their Impact on the Volatility of Component Stocks. *Journal of Futures Markets*, 21(7), 633–653. <https://doi.org/10.1002/fut.1702>
- Revista Semana. (2017). ¿Qué pasa en la bolsa? *Revista Semana*. Retrieved from <https://www.semana.com/economia/articulo/panorama-actual-del-mercado-accionario-colombiano-e-interbolsa/546858>
- Robbani, M. G., & Bhuyan, R. (2016). *Derivatives and Hedge Funds*. (S. Satchell, Ed.), *Derivatives and Hedge Funds* (Vol. 11). London: Palgrave Macmillan UK.

- <https://doi.org/10.1057/9781137554178>
- Robinson, G. (1993). *The Effect of Futures Trading on Cash Market Volatility: Evidence from the London Stock Exchange* (No. 19).
- Ross, S. A. (1989). Information and Volatility: The No-Arbitrage Martingale Approach to Timing and Resolution Irrelevancy. *The Journal of Finance*, 44(1), 1–17. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1989.tb02401.x>
- Sahu, D. (2008). Does Index Futures Trading Influence Spot Market Volatility? Evidence from Indian Stock Market. *International Journal of Business Insights & Transformation*, 1(2), 1–7.
- Sakthivel, P. (2007). The Effect of Futures Trading on the Underlying Volatility: Evidence from the Indian Stock Market. Retrieved from [http://www.igidr.ac.in/conf/money/mfc\\_10/P\\_Sakthivel.pdf](http://www.igidr.ac.in/conf/money/mfc_10/P_Sakthivel.pdf)
- Sarris, A. H. (1984). Speculative Storage, Futures Markets, and The Stability of Commodity Prices. *Economic Inquiry*, 22(1), 80–97. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7295.1984.tb00668.x>
- Schwarz, G. (1978). Estimating the Dimension of a Model. *The Annals of Statistics*, 6(2), 461–464. Retrieved from <http://www.jstor.org/stable/2958889>
- Schwert, G. W. (1989). Why Does Stock Market Volatility Change Over Time? *The Journal of Finance*, 44(5), 1115–1153. <https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1989.tb02647.x>
- Shiller, R. J. (2012). *Las finanzas en una sociedad justa*. Barcelona, España: Centro Libros PAPP.
- Simpson, W. G., & Ireland, T. C. (1985). The Impact of Financial Futures on the Cash Market for Treasury Bills. *Journal of Financial and Quantitative Analysis*, 20(3), 371–379. <https://doi.org/10.2307/2331036>
- Smith, B. M. (2015). *The equity culture : the story of the global stock market*. Farrar, Straus and Giroux.
- Soto, R. (2010). *Especulación e innovación financiera. Mercado de derivados y consecuencias macroeconómicas en México*. (M. A. Porrúa, Ed.). Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Soto, R., & Correa, E. (2008). Modelos de crisis y el uso de los instrumentos financieros derivados. *Problemas Del Desarrollo*, 39(155), 11–27.
- Srinivasan, K., Mathew, J., & Davidson, A. (2012). 2012 REPERCUSSION OF FUTURES TRADING ON SPOT MARKET : EVIDENCE FROM INDIA. *South East Asian Journal of Contemporary Business, Economics and Law*, 1, 175–182.
- Stein, J. C. (1987). Informational Externalities and Welfare-Reducing Speculation. *Journal of Political Economy*, 95(6), 1123–1145. <https://doi.org/10.1086/261508>
- Superintendencia Financiera de Colombia. (2012). Resolución Número 1795 de 2012. Por medio de la cual se adopta la medida de toma posesión inmediata de los bienes, haberes y negocios de la sociedad comisionista de bolsa INTERBOLSA S.A.
- Taylor, S. (1986). *Modelling Financial Time Series*. Chichester: John Wiley & Sons.
- Tsay, R. S. (2002). *Analysis of Financial Time Series Financial Econometrics*. John Wiley & Sons INC.

- Turnovsky, S. J. (1983). The Determination of Spot and Futures Prices with Storable Commodities. *Econometrica*, 51(5), 1363. <https://doi.org/10.2307/1912279>
- Turnovsky, S. J., & Campbell, R. B. (1985). The Stabilizing and Welfare Properties of Futures Markets: A Simulation Approach. *International Economic Review*, 26(2), 277. <https://doi.org/10.2307/2526584>
- Venegas, F., Gamboa, G. J., & Pérez, G. (2014). *Ingeniería Financiera Bonos, Acciones y derivados* (Primera). Hidalgo, México: Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Retrieved from <http://yuss.me/revistas/Libros/book2014aFVMn013.pdf>
- Weller, P., & Yano, M. (1987). Forward Exchange, Futures Trading, and Spot Price Variability: A General Equilibrium Approach. *Econometrica*, 55(6), 1433. <https://doi.org/10.2307/1913565>
- Zakoian, J.-M. (1994). Threshold heteroskedastic models. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 18(5), 931–955. [https://doi.org/10.1016/0165-1889\(94\)90039-6](https://doi.org/10.1016/0165-1889(94)90039-6)
- Zhong, M., Darrat, A. F., & Otero, R. (2004). Price discovery and volatility spillovers in index futures markets: Some evidence from Mexico. *Journal of Banking & Finance*, 28(12), 3037–3054. <https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2004.05.001>