

Alberto Parra Barrios*

Recibido: 22 de agosto de 2018

Concepto de evaluación: 5 de diciembre de 2018

Aprobado: 8 de febrero de 2019

Artículo de investigación

© 2019 Universidad Católica de Colombia.

Facultad de Ciencias

Económicas y Administrativas.

Todos los derechos reservados

Impacto de las decisiones de política monetaria de la FED en indicadores de la economía colombiana durante el periodo 2007-2015

RESUMEN

Este artículo analiza el impacto de la política monetaria de la Reserva Federal de Estados Unidos (FED) en tres indicadores de la economía colombiana durante el periodo 2007-2015: la tasa representativa del mercado (TRM), el índice COLCAP y los títulos de renta fija (TES) con tasa cupón del 11% anual. Contempla además los anuncios de la FED un año antes de la crisis, durante la implementación del programa Quantitative Easing entre el 2008 y el 2014 y un año después de su finalización, cuando se decide endurecer la política monetaria en diciembre del 2015. El documento aborda inicialmente las causas sobresalientes de la crisis, hace una revisión de las principales investigaciones realizadas sobre el tema —destacando el impacto sobre los activos financieros en diferentes economías— y finalmente explica la metodología de eventos aplicando el modelo EGARCH en los resultados del análisis. Al finalizar, se concluye que los anuncios de política monetaria de la FED en el periodo de análisis impactaron los indicadores COLCAP y TRM de manera significativa en ventanas de 3, 5 y 7 días, en el 93,3% de los casos. La variable TES (cupón del 11% anual) no pudo ser analizada, como se explica en las conclusiones.

Palabras clave: activos de alto riesgo, flexibilización cuantitativa, índice accionario COLCAP, tasa representativa del mercado, titularización, títulos de renta fija TES.

JEL: E52, K22, G1, G24, O23.

Cómo citar este artículo / To reference this article / Para citar este artigo:

Parra Barrios, A. (2019). Impacto de las decisiones de política monetaria de la FED en indicadores de la economía colombiana durante el periodo 2007-2015. *Revista Finanzas y Política Económica*, 11(1), 149-182. doi:<http://dx.doi.org/10.14718/revfinanzpolitecon.2019.11.1.9>

* Magíster en Economía. Docente de la Universidad Católica de Colombia y de la Fundación Universitaria CervantesSan Agustín - Unicervantes. Bogotá, Colombia. Correo electrónico: albertoparra9@yahoo.com.
 <http://orcid.org/0000-0003-1173-3077>

Impact of the monetary policy decisions of the FED on Colombian economic indicators during the period 2007-2015

ABSTRACT

This paper analyzes the impact of the Federal Reserve's monetary policy in the United States during the period 2007-2015 on three Colombian economic indicators: the representative market rate (TRM), the COLCAP Index, and fixed income securities (TES) with a coupon rate of 11% per annum. It also looks at EDF announcements one year before the crisis, during the implementation of the program between 2008 and 2014, and one year after the end of the program, when it is decided that monetary policy will be tightened in December 2015. The article starts with an overview of the outstanding causes of the crisis, reviews the main research carried out on the subject—highlighting the impact on financial assets in different economies—and it finally explains the event methodology applied with an EGARCH model in the analysis results. The study concludes that announcements on the EDF's monetary policy in the established period of analysis significantly impacted the COLCAP and TRM indicators in windows of 3, 5, and 7 days, in 87% of the cases. The 11% TES coupon variable did not allow to be analyzed as explained in the final conclusions.

Keywords: Quantitative easing, subprime assets, securitization, COLCAP index, representative market rate (TRM), fixed income securities (TES).

Impacto das decisões de política monetária do FED em indicadores da economia colombiana durante o período 2007-2015

RESUMO

Este artigo analisa o impacto da política monetária da Reserva Federal dos Estados Unidos (*Federal Reserve System* — FED) em três indicadores da economia colombiana durante o período 2007-2015: a taxa representativa do mercado (TRM), o índice COLCAP e os títulos de renda fixa (TES) com taxa de cupom de 11% anual. Além disso, contempla os anúncios do FED um ano antes da crise, durante a implantação do programa *Quantitative Easing* entre 2008 e 2014, e um ano depois de sua finalização, quando foi decidido endurecer a política monetária em dezembro de 2015. Este documento aborda inicialmente as causas destacadas da crise, faz uma revisão das principais pesquisas realizadas sobre o tema — com ênfase no impacto sobre os ativos financeiros em diferentes economias — e, finalmente, explica a metodologia de eventos aplicando o modelo EGARCH nos resultados da análise. Ao finalizar, conclui-se que os anúncios de política monetária do FED no período de análise impactaram os indicadores COLCAP e TRM de maneira significativa em intervalos de 3, 5 e 7 dias, em 93,3% dos casos. A variável TES (cupom de 11% anual) não pôde ser analisada, como se explica nas conclusões.

Palavras-chave: ativos de alto risco, flexibilização quantitativa, índice acionário COLCAP, taxa representativa do mercado, titularização, títulos de renda fixa TES.

INTRODUCCIÓN

El desplome de la economía de los Estados Unidos en el 2008, que contagiò a las economías del resto del mundo, tiene sus orígenes en las decisiones de política monetaria y en el comportamiento de los intermediarios y corredores de bolsa del sistema financiero (Stiglitz, 2010). En efecto, al hacer un análisis cronológico (Alegría, 2013; Barcelata, 2010; BBC Mundo, 2008), se observa que en el 2007 comienza la caída de los grandes bancos estadounidenses debido a considerables pérdidas relacionadas con el hecho de encontrarse llenos de activos considerados por ellos mismos como “tóxicos”. En ese momento, la FED decidió bajar gradualmente la tasa de interés de los fondos federales (FFR, por sus siglas en inglés) del 5,5% al 4,25% anual; la tasa hipotecaria fija a 30 años, del 8% al 5,5% anual, y las tasas de interés ajustables a un año, del 7% al 4% anual.

Posteriormente, en el 2008 el presidente George W. Bush admitió que la crisis hipotecaria podía afectar el crecimiento económico de ese año. De hecho, la tasa de desempleo resultó ser la más alta en los últimos dos años en la economía de Estados Unidos; el Buró Federal de Investigaciones (FBI, por sus siglas en inglés) se encontraba investigando catorce compañías por prácticas inapropiadas en la concesión de créditos con hipotecas *subprime*, y la tasa de interés llegó al 1% anual en octubre de ese año (BBC Mundo, 2008).

Ante esta situación, los ministros de finanzas y los gobernadores de los bancos centrales del G7 advirtieron sobre las pérdidas —cercanas a los USD 400.000 millones— y el empeoramiento de sus economías. Las acciones en Wall Street sufrieron grandes pérdidas y se temía que el contagio del sector inmobiliario debilitara el mercado. En ese momento se “dio la mano”, con USD 5000 millones, a tres entidades importantes de Estados Unidos (Bear Stearns, Fannie Mae y Freddi Mac) para evitar su quiebra, ya que representaban el 50% de las deudas hipotecarias del sistema. Por otro lado, las economías de la eurozona se contrajeron en el 2% en el primer semestre, y el Lehman Brothers se

declaró en bancarrota a raíz de sus pérdidas en el sector hipotecario y ante la imposibilidad de vender la entidad (BBC Mundo, 2008).

Adicionalmente, la política monetaria de la FED, implementada para reactivar la economía mediante la reducción de la tasa de interés FFR, no tuvo los efectos que se esperaban por los medios convencionales¹, debido al rápido deterioro de los mercados financieros; en consecuencia, se optó por tomar unas medidas de política monetaria no convencional con el propósito de ajustar la economía y sacarla de una fuerte recesión (Morales, 2014). A este respecto, Bernanke y Blinder (1988), Bernanke y Gertler (1995) y Álvarez (2013) expresan que si las medidas no son suficientes para lograr el objetivo de crecimiento del producto, se puede utilizar una política monetaria heterodoxa que impulse la demanda agregada y el crecimiento económico mediante la compra, por parte del Banco Central, de la deuda pública y corporativa a las instituciones financieras privadas. Esto fue precisamente lo que se buscó en ese momento con la flexibilización monetaria.

Siguiendo a Morales (2014), la FED procedió a implementar el programa Quantitative Easing (QE), compuesto de tres etapas:

- *Etapa (QE1)*. Inició en noviembre del 2008 y consistió en otorgar créditos a grandes aseguradoras, bancos privados y otras entidades financieras con el objetivo de evitar una caída sistemática de los mercados; para ello, tomó medidas de liquidez y compró activos para dar soporte al sector inmobiliario.

1 Una política monetaria expansiva busca estimular la economía, y su objetivo es incrementar el crecimiento económico; para esto, el Banco Central utiliza la reducción de la tasa de interés (IR) y el aumento de la base monetaria (BM). Si la política monetaria es restrictiva, al emplear una política contraria a la anterior, utiliza la IR para controlar la inflación, aumentando la IR y reduciendo la BM para contraer el crédito, limitar el consumo y reducir la inversión. Para hacer esta política más efectiva aplica las Operaciones de Mercado Abierto (OMAs), que permiten, mediante la compra y venta de valores por el mismo Banco Central, incrementar o reducir la Base Monetaria (BM) y modificar los depósitos bancarios al alza o a la baja y de esta forma fomentar o reducir el crecimiento económico.

- *Etapa (QE2)*. Se anunció en agosto del 2010, inició en noviembre de ese año y finalizó en junio del 2011. Consistió en la compra de activos para reducir el interés de las Letras del Tesoro de Estados Unidos y así recalentar la inflación a través de un elevado consumo. Adicionalmente, entre septiembre del 2011 y junio del 2012 se implementó una nueva compra de activos con vencimientos largos —la *operación Twist*—, cuyo objetivo era dotar de liquidez al sistema, sin aumentar la base monetaria, ya que al financiarse mediante la venta de activos no se ejecutaba una inyección de capital.
- *Etapa (QE3)*. Se implementó entre noviembre del 2012 y diciembre del 2013, fecha en que se anunció el recorte de las compras y el fin de la política *tapering*. Consistió en la compra de activos por periodos mensuales para disminuir la tasa de interés a largo plazo, con el objetivo de estabilizar el mercado hipotecario e incentivar el crédito y el crecimiento económico (Morales, 2014, pp. 25-28).

Teniendo en cuenta lo anterior, puede decirse que cuando la FED toma decisiones de política monetaria, la magnitud de la economía estadounidense supone una gran influencia en las economías externas (Morales, 2014). Como argumenta Toro (2014), la política de flexibilización monetaria de la FED impactó positivamente las economías emergentes como la colombiana, sobre todo en las operaciones de comercio exterior y en los activos financieros.

Según estas apreciaciones, el presente artículo busca conocer el impacto de las decisiones de

la FED en las economías externas, principalmente en economías emergentes como la colombiana, toda vez que la economía de los Estados Unidos ha tenido una significativa participación en sus indicadores económicos, como la inversión extranjera directa (IED) y las actividades de comercio exterior (importaciones y exportaciones), tal como se observa en la tabla 1. En las operaciones comerciales entre Colombia y Estados Unidos se registraron tasas de participación promedio del 16,2% en IED, 28,2% en importaciones y 28,5% en exportaciones en comparación con el promedio total de cada ítem durante el periodo 2013-2015.

Al analizar estos resultados, es importante hacer la pregunta: ¿cómo las decisiones de política monetaria de la FED entre el 2007 y el 2015, que tuvieron como propósito superar la crisis y reactivar su economía, han afectado la economía colombiana? Para dar una respuesta, se hace el presente estudio a partir del momento en que comenzó a visibilizarse el problema en el 2007, durante la implementación del programa de flexibilización monetaria, y finalmente al terminar el 2015, cuando comenzó el periodo de endurecimiento de la política monetaria. Dada la influencia de la FED en la economía de Estados Unidos y el efecto en variables económicas relevantes propias y de países como Colombia, la presente investigación tiene el propósito de describir el impacto de la política monetaria de la Reserva Federal de Estados Unidos en tres indicadores representativos de la economía colombiana durante el periodo 2007-2015.

Para describir dicho efecto durante el periodo analizado, los indicadores seleccionados fueron la tasa representativa del mercado (TRM), el índice accionario COLCAP y los bonos TES (cupón del 11%

Tabla 1.

Actividades comerciales de Estados Unidos con Colombia (en millones de dólares)

Periodo/concepto	2013	2014	2015	Promedio	Totales
IED	2865	2238	2031	2378	14.702
Importaciones	16.337	18.193	15.512	16.681	59.156
Exportaciones	18.462	14.224	9.981	14.222	49.888

Fuente: cálculos del autor a partir de información del DANE (2013 a 2015) y el Banco de la República (2013 a 2015).

anual), debido a que sus movimientos y el volumen de operaciones influyen en las actividades de comercio exterior, en el mercado de capitales y en la confianza de los inversionistas en la economía colombiana, tanto en el volumen de sus operaciones como en el rendimiento de los títulos de la deuda pública y privada.

El impacto de una política monetaria de la FED puede reflejarse de dos maneras: a) al reducir la tasa de interés, a fin de activar la economía a través del crédito, es posible provocar la salida de capitales desde Estados Unidos hacia países emergentes como Colombia, debido a que los inversionistas buscan economías que les ofrezcan mejores rendimientos y bajo riesgo; y b) con el aumento de la tasa de interés, que provoca la salida de capitales de los países emergentes hacia Estados Unidos por el atractivo de mejores rendimientos financieros y menor riesgo. En ambos casos se impactaría el índice de la Bolsa de Valores y algunos de sus activos financieros, como las acciones o los TES. Ahora bien, al presentarse el ingreso o egreso de divisas, se impacta el mercado cambiario, provocado por mayor o menor demanda u oferta de divisas, afectando así la tasa representativa del mercado al alza o a la baja. Sobre estos efectos, Ferrari (2008) explica cómo la política monetaria y cambiaria afecta los diferentes mercados y, en consecuencia, la economía de un país.

Sin embargo, a pesar de la influencia de la economía estadounidense en la colombiana, no se encontró un trabajo orientado a describir el efecto de la flexibilización cuantitativa en los indicadores económicos durante el periodo en mención. Los estudios más cercanos a esto son los realizados por Gómez y Melo (2013) y Gómez *et al.* (2016), que abordan el impacto del Quantitative Easing (QE) en los índices accionarios de diferentes países y el impacto de la caída de Interbolsa sobre las acciones del índice COLCAP en el 2012. Igualmente, el realizado por Hernández (2009), referente al impacto de la política monetaria de la FED en países emergentes como Brasil y Colombia entre el 2002 y el 2006.

En este trabajo investigativo se utilizó la metodología de estudio de eventos desarrollada por Ball y Brown (1968) y Fama *et al.* (1969) (citados en Gómez y Melo, 2013), extendida para modelar la varianza

condicional de los retornos en los rendimientos del índice COLCAP, la TRM y los TES (cupón del 11% anual). Se usó el modelo EGARCH con el propósito de analizar el impacto de 30 anuncios de la FED entre enero del 2007 y diciembre del 2015. Se escogió esta metodología a raíz de que en la revisión de la literatura se han encontrado investigaciones similares con buenos resultados que utilizan este modelo para analizar los efectos de los anuncios de la FED en activos financieros. Con el propósito de presentar resultados robustos, se tomaron ventanas de eventos con diferentes tamaños: tres, cinco y siete días.

En línea con la propuesta de Argüelles (2012), la estructura del artículo, además de la presente introducción, contiene un marco teórico que recoge los principales estudios e investigaciones realizados en Colombia y en otros países relacionados con los efectos de la política monetaria de la FED durante el periodo de implementación del programa QE. Allí se argumenta si hubo o no un impacto en las bolsas de valores, en los activos financieros de la deuda pública y en el mercado cambiario de las economías emergentes. Posteriormente se presenta la descripción de la metodología de la investigación: el estudio de eventos aplicando el modelo EGARCH. A continuación se describen los resultados y se comentan concretamente los efectos en cada una de las etapas del QE. Finalmente se presentan las conclusiones, donde se resalta el impacto obtenido de las variables estudiadas.

MARCO TEÓRICO

Al revisar estudios recientes sobre el tema, se puede demostrar que las “facilidades de liquidez” otorgadas por la FED, como respuesta a la crisis financiera internacional del 2008, presentan importantes efectos sobre los flujos de capitales, los precios de activos —especialmente de vivienda—, el comportamiento del crédito y las tasas de interés de largo plazo, en economías emergentes y la estadounidense. Los trabajos más significativos se presentan a continuación en orden cronológico.

Inicialmente, Hernández (2009), en su estudio aplicado en Colombia, evidenció que las decisiones

de la FED entre el 2002 y el 2006 favorecieron el crecimiento de la economía, afectaron la tasa de cambio —originando una revaluación— y ayudaron a mantener los niveles de inversión extranjera en este país, debido a la baja en cada una de las tasas de referencia. Posteriormente, Gagnon *et al.* (2011), utilizando un método de regresión de mínimos cuadrados ordinarios, explican la variación histórica en la prima de la deuda a largo plazo de los inversionistas privados ante las compras de activos de la FED. Para ello, utilizaron factores relacionados con el ciclo económico, la incertidumbre sobre los fundamentos económicos y la oferta neta del sector público de los valores de la deuda a largo plazo, desde finales del 2008 hasta marzo del 2010. Al realizar esto, concluyeron que los programas LSAP de la Reserva Federal redujeron las tasas de endeudamiento privado a largo plazo y se extendieron a los mercados de valores, bonos corporativos y *swaps*, estimulando de este modo la actividad económica en el país.

Por su parte, Krishnamurthy y Visón-Jorgensen (2011) evaluaron el efecto de la compra de bonos del Tesoro y otros bonos corporativos a largo plazo, por parte de la Reserva Federal, sobre las tasas de interés entre noviembre del 2008 y diciembre del 2010. Al aplicar un modelo de estudio de eventos, obtuvieron dos conclusiones importantes: a) que no es apropiado centrarse solo en las tasas de interés como objetivo de la política, debido a que el QE funciona por varios canales que afectan los activos financieros de diferentes maneras; b) que los efectos sobre determinados activos dependen de manera crítica de los activos que se compran, es decir, son más beneficiosos cuando las compras incluyen activos diferentes a los de Tesorería, como pueden serlo los valores respaldados por las hipotecas.

Por otra parte, en un estudio realizado a partir de la economía del Reino Unido, Joyce, Tong y Woods (2011) analizaron la política de compra de activos de largo plazo por parte del Banco Central y la reacción de los rendimientos de los *Gilts*², mediante una autorregresión lineal simple del vector

estructural (SVAR). Este trabajo se realizó a través de los seis eventos o noticias relacionados con la flexibilización cuantitativa del Banco de Inglaterra, que incluían la tasa de política, el rendimiento de los bonos del Estado a 10 años, el PIB real y la inflación. Finalmente, encontraron la presencia de reacciones significativas en los rendimientos de estos bonos a los dos días posteriores en cada uno de los anuncios de compra de la QE. El efecto causado fue una caída en los rendimientos de los *Gilts* de 0,62 puntos básicos por cada 1000 millones de libras esterlinas en compras no anticipadas anunciadas.

Posteriormente, Neely (2010) evaluó el efecto de las compras de activos a gran escala (LSAP) por la Reserva Federal sobre los rendimientos de los bonos internacionales y los tipos de cambio, y luego discutió si el comportamiento observado era consistente con un modelo de balance de cartera simple y con condiciones de paridad del tipo de cambio estándar en los Estados Unidos. Debido a que los precios de los activos reaccionan rápidamente a las noticias, el autor utilizó un estudio de eventos bajo el supuesto de que la causalidad se extiende desde el anuncio hasta los rendimientos de los activos. Finalmente, concluyó que, ante los anuncios de compra de activos de largo plazo por parte de la Reserva Federal, el rendimiento de los bonos internacionales de largo plazo y el valor *spot* del dólar se redujeron sustancialmente.

Por otra parte, Gómez y Melo (2013), con una metodología de eventos, realizaron una investigación que buscaba ver los efectos de los anuncios de la Superintendencia Financiera en relación con la intervención a la firma Interbolsa por los problemas de iliquidez en el 2012. Los autores utilizaron tres modelos CAPM para estimar los retornos diarios de los rendimientos de las acciones transadas en la Bolsa de Valores de Colombia y aplicaron el modelo EGARCH para modelar la varianza condicional. Al hacer esto, concluyeron que el evento afectó significativamente el rendimiento de los activos financieros en los tres modelos *utilizados* y en las seis ventanas aplicadas.

2 Abreviatura del término *gilt-edged security*, con el que se designa a los valores de deuda pública soberana emitida o

garantizada por los gobiernos del Reino Unido, nominada en libras esterlinas.

De igual forma, Toro (2014) concluyó que el QE contribuyó a las economías emergentes gracias al aumento de los ingresos de capital de portafolio, la apreciación de las monedas, la disminución de las tasas de interés de los activos financieros locales, la reducción de la percepción de riesgo, el estímulo del crédito y el alza en los precios de los activos financieros. Por su lado, Hernández, Lozano y Morales (2015) realizaron un análisis de tendencias de indicadores en Estados Unidos, teniendo en cuenta el PIB, la inflación, las tasas de interés y las compras de *T-Notes* a 10 años por parte de la FED. Al aplicar una regresión lineal simple, los autores encontraron que, con los anuncios de la Reserva Federal, el rendimiento de los bonos de largo plazo disminuyó y el precio de los activos aumentó.

En este mismo año, Calani (2015) desarrolló una investigación para evidenciar el impacto de la política monetaria en los activos financieros de renta fija y renta variable en países como Estados Unidos, Colombia, Chile, México y Brasil. Para tal efecto, utilizó en los bonos el trabajo de Cook y Hahn, con apoyo en el estudio de eventos, usando tasas Yields para los años 2005 y 2014; mientras que para la renta variable tomó los datos diarios de la tasa de referencia del Banco Central con el fin de encontrar las variaciones esperadas e inesperadas con la variable dependiente *índice bursátil* de cada país. Al finalizar, concluye que para el mercado de los bonos, sin distinguir entre efectos esperados e inesperados, hay una relación positiva entre la tasa Yield y la tasa de referencia del Banco Central, mientras que existe una relación negativa entre el precio y la tasa de referencia del mismo banco. Asimismo, en el mercado de renta variable —nuevamente sin distinguir entre efectos esperados e inesperados— encontró que, ante una variación positiva de la tasa de referencia del Banco Central, todos los índices y las acciones caían, dado el efecto de liquidez y el premio por riesgo.

Finalmente, cabe destacar el trabajo de Gómez *et al.* (2016), basado en una investigación sobre los efectos del QE en las economías de América Latina, Europa, Asia y África. Los autores utilizaron la metodología de estudio de eventos,

y como variable de interés, el retorno del índice accionario de cada país. Este estudio estimó los datos del periodo comprendido entre enero del 2004 y agosto del 2015 y aplicó tres modelos diferentes para evaluar el retorno normal de los índices: a) un modelo de media en el que se asumía que el retorno normal era igual al retorno promedio en la ventana de estimación; b) variables de control con el propósito de separar el efecto propio de las compras de otros fundamentales económicos que hayan podido afectar el retorno de los índices en el periodo estudiado; c) los retornos anormales dentro de cada una de las ventanas del evento. Al finalizar el estudio, los autores concluyeron que las respuestas presentaban un alto grado de heterogeneidad y que había evidencia significativa de que los índices reaccionaban positivamente ante los anuncios de la FED en la primera y tercera etapa, y negativamente en la segunda etapa.

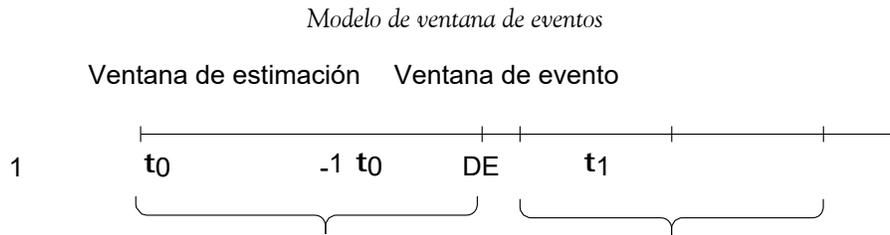
METODOLOGÍA

Para el desarrollo del presente trabajo se utilizó la metodología de estudio de eventos desarrollada por Ball y Brown (1968) y posteriormente por Fama (1969) (citados en Gómez y Melo, 2013 p. 2), extendida para modelar la varianza condicional de los retornos de las variables de interés, las cuales fueron definidas como el índice accionario COLCAP, la TRM y los TES (cupón de 11% anual). Adicionalmente, se usó el modelo EGARCH para analizar el impacto de los anuncios de la FED sobre dichas variables en el periodo comprendido entre enero del 2007 y diciembre del 2015, con datos diarios³. Adicionalmente, la TRM del rendimiento diario de los activos financieros se encontró en la base de datos del Banco de la República. Para hallar el rendimiento de los TES (cupón del 11% anual), se extrajeron las cifras de la base de datos del Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

Todos ellos son importantes indicadores de la economía colombiana. En específico, el retorno

3 La información para realizar el trabajo se obtuvo de los históricos del índice COLCAP, Grupo Aval, el Banco de la República y el Ministerio de Hacienda y Crédito Público.

Figura 1.



Fuente: autor.

del COLCAP mide el rendimiento promedio de los 20 activos financieros de renta variable más líquidos inscritos en la bolsa. La TRM es un indicador determinante en el momento de definir cómo está la moneda nacional en relación con otras monedas extranjeras, así como en la determinación de ganancias y costos en el comercio internacional. El rendimiento de los TES (cupón del 11% anual) refleja la percepción de los agentes frente a las transacciones y la situación económica según expectativas futuras.

Para determinar el impacto de la política monetaria de la FED, se observa en cada una de ellas el efecto en el periodo previo al QE, entre el 2007 y el 2008; luego, durante la aplicación de las tres etapas del programa QE, en el periodo del 2008-2014; finalmente, durante los años 2014 y 2015, en cuyo lapso se emitieron señales por funcionarios de la FED, y hasta diciembre de este último año, cuando se tomó la decisión de endurecer la política al aumentar la tasa objetivo en 25 pb.

La metodología de estudio de eventos⁴ permite observar si un anuncio dado tiene un impacto significativo en el comportamiento del rendimiento de los activos financieros que se han transado en el mercado. En el caso de este estudio, se tienen en cuenta 30 eventos seleccionados, de los cuales 7 son del periodo comprendido entre enero del 2007 y octubre del 2008; 17 son del programa QE, entre noviembre del 2008 y octubre del 2014; y 6 son del 2015. Estos eventos fueron interpretados a la luz de los tres indicadores de la economía colombiana

en mención, y su funcionamiento se muestra en la figura 1.

Como se ve, a partir de un evento dado en el tiempo $t = DE$, la información se divide en dos submuestras: una de estimación y otra correspondiente al evento. La estimación comprende el periodo $t = (1, \tau_0 - 1)$, mientras que la del evento corresponde a $t = (\tau_0, \tau_1)$ alrededor del día del evento DE .

En el presente estudio se partió de la definición del tipo de acontecimiento por analizar, se seleccionaron los datos por utilizar para cada variable y posteriormente se determinaron las fechas de los anuncios, junto con el periodo de estimación y de los eventos. Con base en la muestra de estimación, se calcularon las rentabilidades no afectadas por el evento —definidas como normales— para cada una de las variables en el día de la ventana del evento. El modelo general aplicado fue el de mercado para un día, que corresponde al periodo del evento. No se necesitó más información.

$$E(R_{it}) = R_{mt} \quad [1]$$

Se utilizaron ventanas de eventos de 3, 5 y 7 días con el propósito de mostrar resultados confiables, pues, en la medida en que se apliquen a eventos de diferentes fechas, se obtienen mejores hallazgos; además, la respuesta del mercado a los anuncios puede ser inmediata o evidente en días posteriores. La aplicación de la metodología se hace con el proceso que se describe a continuación paso a paso.

⁴ Una ventana de evento de x días implica que se analizan $(x-1)$ días antes del evento y $(x-1)$ días después del evento.

Modelo EGARCH para la estabilización de la varianza

Debido a que los datos analizados son de frecuencia alta, es recomendable utilizar un modelo GARCH para estabilizar la varianza condicional. Durante el análisis, dado que se podía presentar el problema de heterocedasticidad en este ejercicio de series temporales —aunque este inconveniente es más frecuente en el análisis de cortes transversales que en series temporales—, se empleó un modelo autorregresivo condicional que permitió modelar la varianza condicional de las rentabilidades. Para este caso, se escogió el modelo EGARCH, que recoge el efecto de apalancamiento ante el aumento de la volatilidad y la reducción en el valor de las variables usadas; en consecuencia, permite modular las varianzas positivas.

Como propuesta de metodología, el modelo EGARCH consiste en identificar los efectos producidos por la información que se suministra a través de noticias sobre la volatilidad de ciertas variables. El proceso para encontrar este efecto de modelación, siguiendo a Enders (2010), es el siguiente:

1) Encontrar la estacionalidad de las variables especificadas. Para la primera parte, se utiliza el método o test de Dickey-Fuller aumentado, con el fin de establecer, bajo términos estadísticos, la estacionalidad de las variables reportadas por Enders (2010). Posteriormente, se hace uso de gráficos de series de tiempo para verificar gráficamente la realidad de la estacionalidad. La fórmula usada para aplicar el test de Dickey-Fuller es la siguiente:

$$\Delta y_t = \alpha_0 + \gamma y_{t-1} + \alpha_{2t} + \sum_{t=2}^p \beta_t \Delta y_{t-1+1} + \varepsilon_t \quad [2]$$

2) Identificar la forma funcional como primera base. A continuación se hace uso de los modelos ARMA (modelos autorregresivos con media móvil), que son la base para empezar el moldeo del modelo planteado. Esta fase inicia con el uso de correlogramas simples y parciales para identificar el orden establecido. La ecuación utilizada en el modelo ARMA es la siguiente:

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{t=1}^p \alpha_i Y_{t-p} + \sum_{i=0}^q \beta_i \varepsilon_{t-q} \quad [3]$$

3) Modelación de la media y la varianza a través del modelo ARCH. En ocasiones, los modelos de series de tiempo rompen el supuesto de que la varianza de las perturbaciones es constante; cuando esto sucede, se le da el nombre de heterocedasticidad. Por este motivo, el modelo ARCH (autorregresivo con varianza condicionada) permite modelar la media y la varianza, condicionándolas a la convergencia de un resultado esperado. La secuencia obtenida permite tener en cuenta el ruido blanco, cuya condición de independencia entre perturbaciones y media cero son cruciales para sostener que el modelo ARCH es, a su vez, un modelo autorregresivo con varianza condicionada de las perturbaciones (Enders, 2010). Ahora bien, a partir del proceso propuesto por Engle (1982, citado en Enders, 2010), se tuvo en cuenta la siguiente ecuación para encontrar la independencia entre las perturbaciones:

$$E(\varepsilon_t | \varepsilon_{t-1}, \varepsilon_{t-2}, \dots) = E_{t-1} v_t E_{t-1} (\alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2)^{1/2} = 0 \quad [4]$$

4) Análisis de componentes y media móvil con el modelo GARCH. Con base en la extensión del modelo ARCH presentado por Bollerslev (1986, citado en Enders, 2010), se permite, en términos generales, tomar los componentes autorregresivos (AR) y la media móvil (MA). El proceso principal consiste en identificar, desde el proceso ARCH, una representación parsimoniosa de mayor orden. Con el fin de conocer el orden del GARCH, este se identifica a través de la secuencia de las perturbaciones al cuadrado, donde se observa, además, el proceso de autocorrelación que estas poseen (se espera que estas sean iguales a cero).

$$h_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i \varepsilon_{t-1}^2 + \sum_{i=1}^p \beta_i h_{t-1} \quad [5]$$

5) Estudio del impacto de la información con el modelo EGARCH. Por último, conociendo la existencia de alguna relación entre los retornos actuales y la futura volatilidad, se encuentra entonces el efecto del apalancamiento. La idea de este es capturar el impacto de la información suministrada, tal como se mencionó al inicio de la explicación del proceso metodológico.

Como puede verse, este proceso permite conocer el efecto asimétrico de manera exponencial; de ahí la importancia de aplicar el EGARCH, pues en él, a diferencia del GARCH, se estandarizan los errores con el fin de interpretar de manera más precisa los tamaños y la persistencia de los choques. En consecuencia, como medida para identificar el efecto, estos residuos estandarizados son elevados al cuadrado y regresados contra sus errores no cuadráticos. Si llegase a existir apalancamiento, debe existir correlación entre las perturbaciones, lo que permitiría identificar el orden del EGARCH; pero en caso de no presentarse tal correlación, no existiría este modelo. Acá la ecuación empleada es la siguiente:

$$\ln(h_t) = \alpha_0 + \alpha_1 (\varepsilon_{t-1} / h_{t-1}^{0.5}) + \lambda_1 |\varepsilon_{t-1} / h_{t-1}^{0.5}| + \beta_1 \ln(h_{t-1}) \quad [6]$$

Donde (α) es el intercepto, $\alpha_1 (\varepsilon_{t-1}^2)$ son los residuos estandarizados y $\beta_1 \ln(h_{t-1})$ son las variables exógenas. En este caso, ε_{t-1}^2 , que son los residuos, se encuentran en la ecuación desarrollada por Nelson (1991, citado en Enders, 2010) y se estiman de los procesos realizados antes del EGARCH en el presente trabajo. A partir del modelo usado [6], se estimaron las rentabilidades “anormales”, considerando un modelo autorregresivo de orden i en el periodo t :

$$AR_{i,t} = R_{i,t} - R_{i,t} \quad [7]$$

Con respecto al nivel de confianza, al presentarse heterocedasticidad, se hace un ajuste del modelo EGARCH, donde se aplican pruebas de hipótesis con un 95% de confianza, $(1-\alpha) * 100$, lo que corresponde a 0,05, con un valor crítico del área acumulativa de probabilidad de 0,975, el cual corresponde a un estadístico J de 1,96. Para probar si el efecto del evento no es significativo ($H_0: AR = 0$), se calcula el estadístico J de la siguiente manera:

$$J = \frac{ACAR_{\tau_0, \tau_1}}{\sqrt{\frac{1}{N^2} \sum_{i=1}^N \sigma_i^2(\tau_0, \tau_1)}} \quad [8]$$

$$ACAR_{\tau_0, \tau_1} = N^{-1} \sum_{i=1}^N CAR_i \quad [9]$$

$$CAR_i = \sum_{t=\tau_0} AR_{i,t}$$

$$\overline{\sigma_i^2} = \frac{1}{\tau_1 - \tau_0 + 1} \sum_{t=\tau_0}^{\tau_1} \hat{\sigma}_{it}^2 \quad [10]$$

El σ_{it} es obtenido a partir de la estimación del modelo EGARCH especificado en [6]. Al tratar el nivel de confianza, Yamaguchi (2008) demuestra que la distribución del estadístico J bajo la hipótesis nula es normal o estándar. Por otra parte, el CAR es el rendimiento anormal. Para el efecto, se toma la diferencia entre el rendimiento previsto y el rendimiento real del indicador, y la rentabilidad anormal acumulada (CAR) corresponde a la suma de los rendimientos anormales.

RESULTADOS

En concordancia con la metodología expuesta, el procedimiento que se siguió para ver el impacto de los anuncios de la FED en los indicadores seleccionados de la economía colombiana aparece paso a paso en el apéndice metodológico (anexo A). Los resultados finales se observan en la tabla 2, una vez se aplica el estudio de eventos. Por último, en la implementación de eventos se parte de la identificación de las fechas en la base de datos, con el fin de separar los 30 eventos de los días planteados. Al hacer esto, se plantearon los días 3, 5 y 7 como los seleccionados para realizar la evaluación; así es posible identificar el impacto de la noticia sobre los días establecidos. Ahora bien, separados los eventos, se buscó el ARCH correspondiente para esa fecha, además del retorno, la varianza, el retorno acumulado y la desviación estándar provenientes de cada una de las variables de interés (COLCAP y TRM).

Una vez se identificaron las fechas de impacto y los retornos para cada una de las variables, se buscó el estadístico J, el cual representa la medida de rechazo o aceptación de la hipótesis nula, en cuyo análisis se tiene en cuenta la varianza de las dos variables. A partir de estos resultados, es decir, al aplicar el estadístico J para las ventanas de tres, cinco y siete días en los retornos de las variables COLCAP y TRM, es posible dar cuenta de los niveles de significancia a partir de las decisiones de la FED entre el 2007 y el 2015 (tabla 2).

Tabla 2.

Impacto de los anuncios en las variables COLCAP y TRM

Fecha	Anuncio	Política	Significancia					
			3 días		5 días		7 días	
			COLCAP	TRM	COLCAP	TRM	COLCAP	TRM
19/07/07	Crisis económica	Advertencia	n	n	+	+	+	+
13/08/07	Inyección de USD	Liquidez	-	-	n	n	n	n
18/09/07	Reducción de tasa	Expansión	-	-	-	-	-	-
11/12/07	Reducción de tasa	Expansión	-	-	-	-	-	-
31/01/08	Reducción de tasa	Expansión	-	-	-	-	+	+
30/04/08	Reducción de tasa	Expansión	+	+	+	+	+	+
29/10/08	Reducción de tasa	Expansión	+	+	n	n	n	n
25/11/08	QE1 Compra de MBS	Liquidez	+	+	n	n	+	+
1/12/08	QE1 Información de FED	Confianza	n	n	+	+	+	+
16/12/08	QE1 Reducción de tasa	Expansión	-	-	-	-	-	-
28/01/09	QE1 Compra de bonos	Liquidez	+	+	+	+	+	+
18/03/09	QE1 Expansión de compras	Liquidez	n	n	n	n	n	n
12/08/09	QE1 Reducción de compras	Contracción	n	n	n	n	+	+
23/09/09	QE1 Reducción de compras	Contracción	+	+	n	n	n	n
4/11/09	QE1 Reducción de compras	Contracción	+	+	+	+	+	+
10/08/10	QE2 Reinversión de bonos	Neutro	-	-	n	n	n	n
27/08/10	QE2 Compras de activos	Liquidez	+	+	+	+	+	+
15/10/10	QE2 Mayor soporte FED	Confianza	+	+	+	+	+	+
3/11/10	QE2 FED compra TES	Liquidez	-	-	n	n	-	-
21/09/11	QE2 Operación Twist	Neutro	n	n	n	n	+	+
13/09/12	QE3 Compra de MBS	Liquidez	n	n	n	n	n	n
12/12/12	QE3 Compra de bonos TES	Liquidez	n	n	n	n	n	n
18/12/13	QE3 Reducción de compras	Contracción	-	-	n	n	n	n
29/10/14	QE3 Fin del programa	Contracción	n	n	n	n	n	n
28/02/15	Mensaje de subida de tasa	Mensaje	n	n	-	-	-	-
7/08/15	Mensaje de subida de tasa	Mensaje	n	n	-	-	-	-
9/09/15	FED retrasa subida de tasa	Mensaje	-	-	n	n	-	-
28/10/15	Mensaje de subida de tasa	Mensaje	-	-	-	-	n	n
4/11/15	FED asegura subida de tasa	Mensaje	n	n	n	n	-	-
16/12/15	Subida de tasas	Contracción	+	+	+	+	+	+

Fuente: cálculos propios a partir del anexo de gráficos ACAR, estadístico J.

CONCLUSIONES

En el desarrollo del proceso de depuración de la información se evidencia que las variables no solo estaban influenciadas por las noticias como factor exógeno, sino que también recibían un impacto de los retornos anteriores —transcurridos durante el tiempo contemplado en el análisis— y de valores asociados a la varianza que este genera. Esto se observó gracias al modelo EGARCH implementado. De este modo, los anuncios de la FED relacionados con la política monetaria en Estados Unidos durante el periodo 2007-2015 impactaron las variables de interés (COLCAP y TRM) en un porcentaje significativo. Los anuncios que no causaron impacto en las variables se observaron fundamentalmente en la tercera etapa del programa, como se explica más adelante.

Con respecto al impacto en los TES (cupón del 11% anual), esta información no pudo leerse debido a que se encontró que los puntos de no crecimiento de la variable impedían la correcta especificación del modelo. Además, presentaba el factor agravante de que la serie de retornos no cumplía el supuesto para la evaluación de eventos relacionados con la eficiencia de mercado.

Ahora bien, el primer periodo de análisis, contemplado entre enero del 2007 y octubre del 2008, se caracteriza porque la FED optó por crear unos objetivos de tasa de desempleo y estabilidad de precios, al aplicar una reducción de los intereses a niveles bajos y una disminuida presión hacia los activos basura a raíz de las características de la crisis: el elevado desempleo, la falta de liquidez en el sistema y la reducción del crecimiento económico.

Durante este lapso, la política expansiva de la FED impactó las dos variables de interés en los tres periodos seleccionados, con mayor énfasis en las ventanas de estimación de tres días. Como las medidas no fueron efectivas debido al rápido deterioro de los mercados financieros, la inestabilidad del mercado, la elevada prima de riesgo y la falta de liquidez, la FED tomó la decisión de recurrir a herramientas no convencionales como el QE, mediante la compra de activos por el Banco

Central para inyectar liquidez en el mercado y la adquisición masiva de bonos que redujeran los tipos de interés de la deuda soberana y permitieran la inyección de capital al sistema. Por otro lado, el presente programa permitió identificar un segundo periodo de análisis, comprendido entre noviembre del 2008 y octubre del 2014, el cual se subdivide en tres etapas caracterizadas por la adquisición de activos financieros. En este tiempo, las medidas tomadas por la FED impactaron las variables analizadas en un 82,4%, con significancia en las ventanas de tres, cinco y siete días, tal como se describe a continuación.

La primera etapa del programa, denominada QE1, buscaba dar soporte al sector inmobiliario por ser el más afectado. Las compras, en un 80%, eran de GSEs y MBSs, con el fin de impulsar el flujo de hipotecas al reducir su costo y aumentar la disponibilidad para recuperar el sector inmobiliario. Durante este primer programa, las variables analizadas se vieron afectadas en siete de los ocho anuncios, es decir, en el 87,5% de la significancia en las tres ventanas tomadas en este modelo. El evento que no afectó las variables ocurrió el 18 de agosto del 2009 y fue precisamente un simple anuncio de expansión del programa de compras adicionales de MBS y bonos del Tesoro que hizo el Comité Federal de Mercado Abierto (FOMC), órgano de la FED.

La segunda etapa del programa se conoció como QE2 y tuvo como finalidad realizar compras adicionales de activos, como es el caso de las Letras del Tesoro, para reducir el interés y recalentar la inflación mediante un elevado consumo y así promover un mayor crecimiento en la economía. Este periodo estuvo comprendido entre agosto del 2010 y septiembre del 2011 y presentó una característica especial: hacia septiembre del 2011 se anunció la compra de activos de largo plazo, que fue financiada con la venta de activos de corto plazo. Esta operación se denominó *Operación Twist* y su objetivo era dotar de liquidez al sistema sin aumentar la base monetaria, ya que al financiarse con la venta de activos de corto plazo, no se presentaba una inyección de nuevo capital.

Las variables analizadas fueron impactadas significativamente por los anuncios en la totalidad de los tres periodos, los cuales fueron tomados como ventanas en modelo de eventos utilizados. En las fechas de reinversión de bonos y de la Operación Twist se presentaron solo impactos en una de las tres fechas; esto posiblemente por ser operaciones donde no había inyección de nuevo capital, como se explica en el párrafo anterior.

La tercera etapa del programa, llamada QE3, inició en septiembre del 2012 y finalizó en octubre del 2014. A diferencia de los demás, la FED anunció la compra de activos por periodos mensuales, y no en fechas puntuales. De este modo, las compras se hicieron con dinero nuevo y se aumentó la base monetaria para así colocar todo el dinero en circulación, además de los depósitos en entidades financieras y las reservas de los bancos en el Banco Central (el efecto fue bajar los tipos de interés y colocar más dinero en el sistema para estimular el consumo). Inicialmente, se compraron MBSs y luego Letras del Tesoro en cuantía de USD 40 billones y USD 45 billones, respectivamente; y en septiembre del 2013 se hizo un recorte —o *tapering*— de USD 10.000 millones mensuales, en cuatro oportunidades, hasta marzo del 2014.

En tres de los cuatro anuncios de esta tercera etapa no se presentó un impacto significativo en las variables estudiadas. Esto posiblemente se explica porque en septiembre y diciembre del 2012, aunque la política era generar liquidez, al parecer el solo anuncio de compras no impactó en ninguna de las variables; en diciembre del 2013 se inició el recorte de compras, que al ser una medida contraccionista solo impactó significativamente las variables estudiadas en el evento de tres días; y en diciembre de 2014, al no haber un impacto significativo, se anunció la finalización del programa QE.

Por último, el tercer periodo analizado comprendió desde febrero hasta diciembre del 2015.

En este se evaluó el impacto de seis eventos y se evidenció significancia en las tres ventanas —con más impacto en el séptimo y quinto días—. Se caracterizó por un efecto negativo, seguramente por la baja credibilidad que pudo adquirir la FED ante los anuncios no cumplidos. Y en diciembre 16 del 2015 se presentó significancia positiva en las tres ventanas, gracias a que finalmente la FED tomó la decisión de subir las tasas al 0,50%.

Finalmente, puede concluirse que, con base en los resultados, la política monetaria de la FED impactó significativamente las variables COLCAP y TRM en el 87% de los anuncios. El impacto mayor ocurrió en la ventana de siete días, con 20 eventos (el 67% del total de anuncios analizados), seguido de la ventana de tres días, con 19 eventos (63% del total de anuncios analizados). Sin embargo, en los eventos 14 y 24 se presentaron los resultados del estadístico J con el 99,28% de cumplimiento sobre el 1,96 para la ventana de siete días. De aceptarse esta aproximación, podría decirse que los anuncios de la FED tuvieron un impacto de 93,3% en las variables de interés, afectando la volatilidad de estas.

Considerando que mediante la metodología de eventos, aplicando un modelo EGARCH, no fue posible observar el impacto en los TES (cupón del 11% anual), vale la pena en posterior estudio entrar a mirar el impacto de la política monetaria de la FED en esta variable, haciendo uso de una metodología diferente, o bien, trabajando el índice COLTES, que reúne todos los títulos del mercado. También es importante comentar que este modelo puede servir de base para continuar observando el impacto de la política monetaria de la FED, a través de sus anuncios y decisiones frente a la tasa FFR, en fechas posteriores al 2016, y, de igual manera, aplicar el modelo para observar el efecto en otras variables de la economía colombiana.

REFERENCIAS

1. Alegría, L. F. (2013). ¿Cómo se originó la peor crisis financiera de la historia? *Revista Gestión*. Recuperado de <http://gestion.pe/economia/como-se-origino-peor-crisis-financiera-historia-2076165>
2. Álvarez, G. (2013). *La generalización del Quantitative Easing y sus repercusiones en la estabilidad financiera global*. Madrid: Instituto Español de Estudios Estratégicos.
3. Argüelles, D. (2012). *Guía para la presentación de trabajos científicos bajo el estándar APA en la Universidad EAN*. Bogotá: Universidad EAN.
4. Barcelata, C. (2010). La crisis financiera en Estados Unidos. Contribuciones a la economía. Recuperado de <http://www.eumed.net/ce/2010a/>
5. BBC Mundo (2008). La crisis financiera: una cronología (agosto 2007-septiembre 2008). Recuperado de http://news.bbc.co.uk/hi/spanish/specials/2008/crisis_financiera/newsid_7629000/7629122.stm
6. Bernanke, B. y Blinder, A. (1988). Credit, money and aggregate demand. *The American Economic Review*, 78(2), 435-439. <https://doi.org/10.3386/w2534>
7. Bernanke, B. y Gertler, M. (1995). Inside the black box: The credit channel of monetary policy transmission. *Journal of Economic Perspectives*, 9(4), 27-48. <https://doi.org/10.1257/jep.9.4.27>
8. Calani, A. (2015). *Impacto de la política monetaria en los mercados financieros. Evidencia para renta fija y variable EE. UU. – Colombia – Brasil – Chile – México* (tesis de maestría). Santiago de Chile: Universidad de Chile.
9. Enders, W. (2010). *Applied econometric time series* (3.^a ed.). Hoboken: John Wiley & Sons.
10. Ferrari, C. (2008). *Política económica y mercados*. Bogotá: Javegraf.
11. Gagnon, J., Raskin, M., Remache, J. y Sack, B. (2011). *Large-scale asset purchases by the Federal Reserve: Did they work?* <https://doi.org/10.2139/ssrn.1952095>
12. Gómez J., Leyva, B., Valencia O. y Villamizar, M. (2016). *Efectos del Quantitative Easing sobre los retornos accionarios* [Borradores de Economía, 929]. Bogotá: Banco de la República.
13. Gómez, J. y Melo L. (2013). *Efecto de los “Ángeles Caídos” en el mercado accionario colombiano: estudio de eventos del caso Interbolsa* [Borradores de Economía, 779]. Bogotá: Banco de la República.
14. Hernández, E., Lozano, A. y Morales, R. (2015, 7-9 de octubre). Análisis de la política monetaria Quantitative Easing (QE) implementada en Estados Unidos. En *XX Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática*. Ciudad de México.
15. Hernández, M. (2009). *Impacto de las decisiones de la FED, Reserva Federal de los Estados Unidos, en los mercados emergentes Brasil y Colombia, 2002-2006*. Bogotá: Universidad de La Sabana.
16. Joyce, M., Tong, M. y Woods, R. (2011). The United Kingdom is quantitative easing policy: Design, operation and impact. *Bank of England Quarterly Bulletin Q3*, 51(3), 200-212.
17. Krishnamurthy, A. y Vissing-Jorgensen, A. (2011). *The effects of quantitative easing on interest rates: Channels and implications for policy* brookings papers on economic activity fall. <https://doi.org/10.1353/eca.2011.0019>
18. Morales, S. P. (2014). *La eficacia de las políticas monetarias de Quantitative Easing llevadas a cabo por la Reserva Federal de los Estados Unidos y por el Banco Central Europeo*. Madrid: Universidad Pontificia Comillas.
19. Neely, C. (2010). *The large-scale asset purchases had large international effects*. Recuperado de https://research.stlouisfed.org/conferences/qe/Neely_-_2010-018_1_.pdf

20. Stiglitz, J. (2010). *La Caída Libre: el libre mercado y el hundimiento de la economía mundial*. Bogotá: Taurus.
21. Toro, J. (2014). El relajamiento cuantitativo en los Estados Unidos y algunos efectos en Colombia. *Reportes del Emisor*, 176. Recuperado de http://www.banrep.gov.co/sites/default/files/publicaciones/archivos/re_176_0.pdf
22. Yamaguchi, K. (2008). Reexamination of stock price reaction to environmental performance: A GARCH application. *Ecological Economics*, 68, 345-352. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.04.004>

ANEXOS

Anexo A. Apéndice metodológico

Con el propósito de mostrar el desarrollo de la metodología, se consideró incluir en el trabajo, para quien considere su consulta, el procedimiento aplicado. A continuación se explica en cada paso el resultado y la interpretación del proceso, sus tablas y gráficas.

Análisis de la volatilidad

En primer lugar, se realiza un análisis gráfico con los datos originales de cada variable, para ver su comportamiento, establecer si hay estacionalidad e identificar el mejor modelo de tendencia ARIMA (adecuado para aplicar el ajuste). Al hacer esto, se puede observar que el comportamiento del rendimiento de las variables COLCAP y TRM no es constante en el tiempo (anexo B, figuras B1 y B2). Además, al presentarse clústeres de volatilidad, se concluye que podrían ser modelados desde la varianza condicional con algún modelo de la familia ARCH. Sin embargo, con el fin de observar de manera más detallada estos comportamientos, se aplica un método gráfico que permita ver en diferencia ese comportamiento y comprobar si existe estabilidad en cada una de las variables de interés (anexo B, figuras B1.1 y B2.1).

Con relación al análisis del retorno de los rendimientos de los TES (cupón del 11% anual), al realizar el análisis en tiempo y diferencia se encontró que la serie no es estacionaria, que su comportamiento es tendencial y que no tiene rendimientos que modelar (anexo B, figuras B.3, B3.1 y D).

Análisis de la estacionalidad

Con el fin de determinar si existe o no estacionalidad en el comportamiento serial de las variables, se aplica el test Duckey-Fuller aumentado. Al ser un método estadístico que busca la significancia en los

retardos de los procesos autorregresivos de manera amplia en los modelos de series de tiempo, su resultado refleja la existencia o no de la estacionalidad. Al mostrar la prueba un número negativo alto o fuerte, se rechaza la hipótesis nula, por lo cual existe una raíz unitaria o no estacionaria. El resultado del test para cada proceso (COLCAP, TRM y TES) arrojó lo observado en las tablas A1, A2 y A3.

Tabla A1.

Test Duckey-Fuller para la COLCAP

Z(t)	Valor crítico a un nivel de confianza
-3,430	0,01
-2,860	0,05
-2,570	0,1
-42,656	Test statistic

Fuente: elaboración propia.

Con un valor de $-42,656$ del test *statistic*, se concluye que la hipótesis nula se rechaza y se afirma que el comportamiento serial de las variables sí es estacionario para la variable COLCAP.

Tabla A2.

Test Duckey-Fuller para la TRM

Z(t)	Valor crítico a un nivel de confianza
-3,430	0,01
-2,860	0,05
-2,570	0,1
-39,779	Test statistic

Fuente: elaboración propia.

Con un valor de $-39,779$ del test *statistic*, se concluye que la hipótesis nula se rechaza y se afirma que el comportamiento serial de las variables sí es estacionario para la TRM.

Tabla A3.

Test Duckey-Fuller para la TES (cupón del 11% anual)

Z(t)	Valor crítico a un nivel de confianza
-3,430	0,01
-2,860	0,05
-2,570	0,1
0,069	Test statistic

Fuente: elaboración propia.

Con valor de $0,069$ del test *statistic*, se concluye que la hipótesis nula se acepta y se afirma que

el comportamiento serial no es estacionario para la variable TES (cupón del 11 % anual). Este resultado, tal como se comentó inicialmente, obedece a que su comportamiento en tiempo y diferencia no presenta volatilidad moldeable. Con este resultado se puede intuir que su falta de estacionalidad y comportamiento volátil son debidos a una tendencia presente de la variable, donde existe relativa tranquilidad en el periodo evaluado. Esta circunstancia permite descartar la variable para modelamiento.

Aplicación del modelo autorregresivo de media móvil

Con el fin de encontrar la ecuación que más se acomode al comportamiento de cada una de las variables, se hizo necesario construir un modelo autorregresivo de media móvil (ARMA). Este proceso no se realizó con el modelo autorregresivo integrado de media móvil (ARIMA) ya que el estadístico Dickey-Fuller indicó que por su estatus de estacionalidad no es necesario integrarlo. Por tanto, la estacionalidad condujo a elegir ARMA como el modelo por ejecutar. De igual manera, la creación de la ecuación correspondiente tuvo métodos⁵ de escogencia para encontrar la mejor estimación posible; así, se utilizó la metodología Box-Jenkins—dados los resultados obtenidos— y se tomaron como referencia los siguientes criterios:

- a. Identificación a partir de correlogramas
- b. Estimación
- c. Verificación del diagnóstico:
 - Coeficientes
 - Bondad de ajuste
 - Residuos
- d. Indicación de los periodos

Con base en esta metodología se buscó identificar la mejor estimación posible correspondiente a cada una de las variables. De igual manera, para la evaluación de cada uno de estos modelos estimados se utilizó el criterio de información bayesiana o criterio de información Akaike y Schwartz, conocido

como proceso (AIC), herramienta base para conseguir la mejor estimación. Este proceso estadístico permite la escogencia de estimaciones entre las diversas combinaciones, teniendo en cuenta la suma del cuadrado de los residuos. De aquí resultan los correlogramas, los cuales corresponden a una forma de identificación de los p y q , pertenecientes al proceso ARMA (AR = p y MA = q). Entonces, para la parte autorregresiva (AR) se utilizaron los correlogramas simples, y para (MA) (o media móvil) se hizo uso de los correlogramas parciales.

Identificación de los correlogramas de las variables COLCAP y TRM

Para empezar la construcción de la ecuación de cada serie de tiempo, se observan los correlogramas correspondientes a cada variable, los cuales permitieron dar una opinión sobre el proceso AR y MA. De esta manera, se observaron los *correlogramas simples* para el retorno COLCAP y el retorno TRM, y luego se utilizaron los *correlogramas parciales* para los retornos de las mismas variables, con el fin de encontrar las dos ecuaciones para las dos variables de interés. Al ser una serie de tiempo, en este modelo se buscaron las ecuaciones que interpretaran mejor el comportamiento de las variables de interés. Sin embargo, este comportamiento está vinculado a diferentes características en el tiempo que podrían ser resultado de periodos anteriores, de volatilidad presente, de perturbaciones o de errores.

Correlogramas COLCAP

Al observar en la serie de retornos simples COLCAP-AR (anexo C, figura C1) y retornos parciales COLCAP-MA (anexo C, figura C1.1), se buscó establecer los valores que venían del intervalo de confianza, para tomarlos como base y construir la primera ecuación. El objetivo de establecer estos correlogramas (anexo C, figura C1 y C1.1) fue tener en cuenta los valores que, saliendo del intervalo de confianza, iban a ser tomados como base para establecer una primera ecuación con el propósito

⁵ Tales como Box-Jenkins y los criterios de información Akaike y Schwartz.

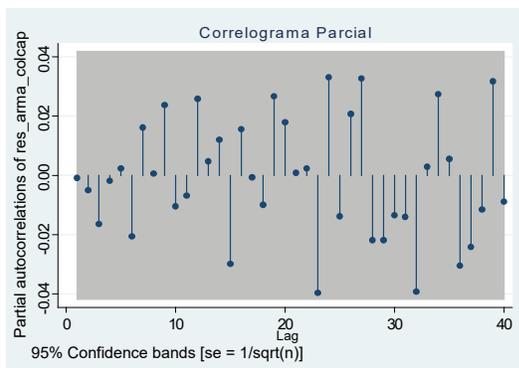
de modelar correctamente AR y MA. Así, esta primera ecuación ARMA se planteó como aparece a continuación:

$$Y_t = a_i + a_i Y_{t-1} + a_i Y_{t-4} + a_i Y_{t-17} + a_i Y_{t-18} + \theta_i \varepsilon_{t-2} + \theta_i \varepsilon_{t-4}$$

En efecto, al realizar nuevamente los correlogramas simple y parcial, se observó que el impacto

Figura A1.

Correlograma parcial COLCAP



Fuente: elaboración propia.

residuos pertenecientes a los periodos anteriores contra sí mismos. Al aplicar la regresión a cinco rezagos, se obtuvo el resultado que se puede apreciar en la tabla A4.

Tabla A4.

Regresión de errores de la ecuación ARMA

Variables	Residuos
L.res_arma_colcap	0,000313 (0,0213)
L2.res_arma_colcap	-0,000493 (0,0213)
L3.res_arma_colcap	-0,0155 (0,0212)
L4.res_arma_colcap	-0,00238 (0,0212)
L5.res_arma_colcap	0,00232 (0,0213)
Observaciones	2,188
R-cuadrado	0,000

Nota: error estándar en paréntesis; *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1.

Fuente: elaboración propia.

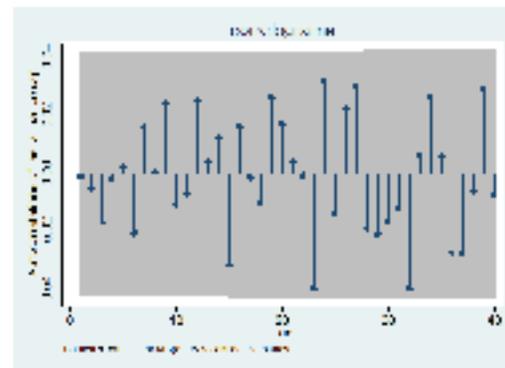
En la tabla A4 se muestra la regresión de los errores o residuos actuales contra los residuos de los cinco periodos anteriores a él. Esto quiere decir que, dado que en ninguno resultó ser

fue corregido. En los nuevos gráficos, identificados como correlograma simple de COLCAP (figura A2) y correlograma parcial de COLCAP (figura A1), se evidencia que los sucesos no se presentaron por fuera del intervalo.

A continuación, para identificar si existía o no correlación entre los errores del resultado obtenido, se realizó una regresión de los errores de los

Figura A2.

Correlograma simple COLCAP



Fuente: elaboración propia.

estadísticamente significativo, no existe suficiente evidencia estadística para afirmar la presencia de autocorrelación de los errores. En consecuencia, los errores no dependieron de periodos anteriores a él; por lo tanto, se presentó “ruido blanco”, ya que hubo ausencia de autocorrelación en el periodo t^6 .

Luego, al observar los errores (véase anexo D, tabla D1), se puede evidenciar su comportamiento y a su vez conocer el efecto ARCH que se quiere modelar. Al respecto, se realizó una regresión contra 40 rezagos y se obtuvo como resultado la existencia de una correlación con los periodos 1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 9, 11, 12 y 33. Para hallar los errores de la estimación ARMA, estos mismos se elevaron al cuadrado con el fin de establecer los efectos ARCH.

6 El proceso t de autocorrelación se define como “ruido blanco” si cumple con las siguientes condiciones: a) la esperanza de t es igual a 0 para todos los periodos t , esto es, $(t) = 0 \forall t$ y para toda t ; b) la varianza de t es constante y por consiguiente independiente del tiempo, esto es, $\text{Var}(y_t) = \sigma$; c) las autocorrelaciones son iguales a 0.

Para construir el modelo ARCH de la variable COLCAP se eliminan los periodos 4, 12 y 33, debido a que en el modelo no presentaban evidencia estadística; esto se hizo con el fin de ratificar su significancia. No obstante, la comparación que brinda el estadístico AIC permite diferenciar los modelos de estimación del ARCH (tabla A5).

Para el caso del GARCH, tomando los residuos al cuadrado, se observa que existen valores moldeables cuyos resultados se asignan al modelo. Con esta base, y bajo el criterio AIC, se llegó al resultado que muestra la tabla A6, pues esta permite ver el resultado, con efecto GARCH incluido, de un modelo con significancia. Aquí existen entonces eventos modelables provenientes del efecto ARCH que fueron mitigados o tuvieron un efecto parsimonioso.

Posteriormente, se procedió a conocer el EGARCH. Es importante tener en cuenta que este modelo es una representación exponencial del efecto de apalancamiento; por consiguiente, debido a la ocurrencia de los choques persistentes previos

o noticias que generaron cambios en la volatilidad, la varianza condicionada no considera el error como tal e incorpora los residuos estandarizados como forma de medida para la interpretación del tamaño de los choques. Los residuos estandarizados son los residuos al cuadrado divididos por la varianza estimada (ambos tomados del GARCH estimado).

Al analizar en el GARCH los resultados del comportamiento de los residuos estandarizados, se puede observar que el efecto sí fue efectivamente acogido (anexo C, figuras C2 y C2.1). En estas gráficas se puede observar que no existe un valor fuera del rango de confianza establecido (sonda gris del cuadro), por lo que se intuye que efectivamente el modelo empleado sí “controló” de manera correcta los efectos previstos.

Posteriormente, en función de identificar la autocorrelación, se tomaron 40 rezagos. Para el efecto, se corrieron los residuos estandarizados frente a la raíz de los rezagos de los residuos, y así se encontraron los efectos de apalancamiento.

Tabla A5.

Estimación del modelo ARCH para la variable COLCAP

Variables	COLCAP	COLCAP	COLCAP
L.arch			0,201*** (0,0260)
L2.arch			0,195*** (0,0228)
L3.arch			0,100*** (0,0187)
L5.arch			0,0521*** (0,0201)
L7.arch			0,0558*** (0,0177)
L8.arch			-0,0346*** (0,0106)
L9.arch			0,0615*** (0,0180)
L11.arch			0,0311*** (0,0113)
L.ar		0,0983*** (0,0242)	
L18.ar		-0,0514*** (0,0183)	
Constante	0,000478** (0,000212)		4,06e-05*** (2,91e-06)
Observaciones	2,193	2,193	2,193

Nota: error estándar en paréntesis; *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1.
Fuente: elaboración propia.

Tabla A6.

Estimación del modelo GARCH para la variable COLCAP

Variables	(1) COLCAP	(2) COLCAP	(3) COLCAP
L.arch			0,192*** (0,0248)
L2.arch			0,185*** (0,0207)
L3.arch			0,106*** (0,0189)
L16.arch			0,0276** (0,0110)
L32.arch			0,0372*** (0,0124)
L4.garch			0,304*** (0,0359)
L.ar		0,0892*** (0,0249)	
L18.ar		-0,0444** (0,0193)	
Constante	0,000482** (0,000210)		1,92e-05*** (2,81e-06)
Observaciones	2,193	2,193	2,193

Nota: error estándar en paréntesis; *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1.
Fuente: elaboración propia.

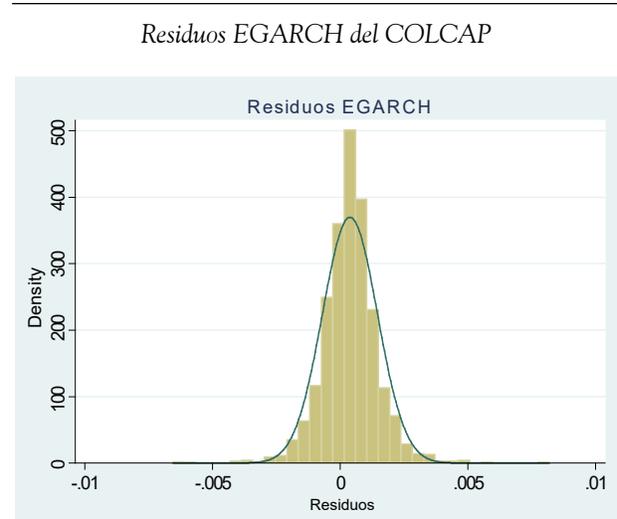
Al respecto, se evidencia que no existe autocorrelación entre los residuos estandarizados (anexo D, tabla D1.1). Esto se puede analizar en todos los test de autocorrelación establecidos, pues la regresión de los residuos contra sus periodos anteriores (en este caso 40) no presentó evidencia estadística para afirmar la presencia de autocorrelación. Sin embargo, a pesar de que todos los valores quedaron dentro del rango de confianza, se usó el EGARCH en el residuo $t-4$, cuyo resultado se puede observar en la tabla A7.

Con esto se concluye que bajo el esquema realizado en la tabla A7, los rendimientos de la variable COLCAP dependen de los resultados obtenidos de ella misma en periodos anteriores (L1 y L18). Se hace referencia al periodo inmediatamente anterior y al periodo 18 —anterior al actual de la varianza condicionada—, perteneciente al modelo respectivo de sus errores anteriores (1, 2, 3 y 16). Dependen también de un efecto de apalancamiento ocurrido en el periodo 4, antes del periodo actual. De este modo, la ecuación que se deduce es la siguiente:

$$Y_t = a_0 + a_1 Y_{t-1} + a_2 Y_{t-18} + a_3 h_{t-1} + a_4 h_{t-2} + a_5 h_{t-3} + a_6 h_{t-16} + a_7 z_{t-4}$$

Con base en la información de la tabla A7, se graficaron los residuos de este modelo (figura A3), a partir de lo cual se puede visualizar que su comportamiento es normal.

Figura A3.



Fuente: elaboración propia.

Tabla A7.

Estimación del modelo EGARCH para la variable COLCAP

Variables	(1) EGARCH-COLCAP	(2) EGARCH-COLCAP	(3) EGARCH-COLCAP
L4.egarch			0,240*** (0,0479)
L.arch			901,5*** (97,57)
L2.arch			716,0*** (77,81)
L3.arch			366,2*** (74,58)
L16.arch			178,8** (88,48)
L.ar		0,0853*** (0,0205)	
L18.ar		-0,0491** (0,0207)	
Constante	0,000395* (0,000229)		-7,271*** (0,449)
Observaciones	2,193	2,193	2,193

Nota: error estándar en paréntesis; *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1.

Fuente: elaboración propia.

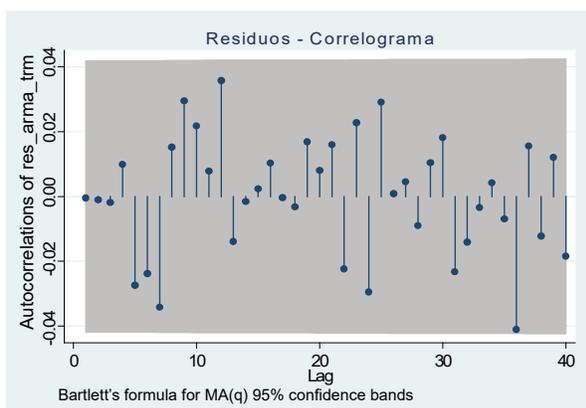
Correlogramas TRM

En el caso del retorno de los rendimientos de la TRM se parte de los correlogramas simple (anexo C, figura C3) y parcial (anexo C, figura C3.1) para plantear la ecuación que puede representar el primer comportamiento de la variable:

$$Y_t = a_i + a_i Y_{t-1} + a_i Y_{t-3} + a_i Y_{t-4} + a_i Y_{t-14} + a_i Y_{t-18} + a_i Y_{t-27} + \theta \varepsilon_{t-1} + \theta \varepsilon_{t-17} + \theta \varepsilon_{t-33}$$

Figura A4.

Correlograma Simple TRM

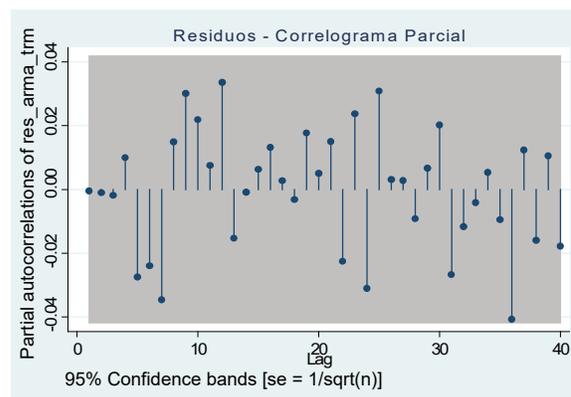


Fuente: elaboración propia.

Una vez planteada la ecuación, se puede ver que los efectos fueron corregidos, tal como se muestra en las gráficas de los nuevos correlogramas (figuras A4 y A5). De igual manera, se realizó la regresión de los residuos con el fin de detectar autocorrelación; esto arroja como resultado que no existe ese problema bajo los diez rezagos.

Figura A5.

Correlograma Parcial TRM



Fuente: elaboración propia.

Los errores al cuadrado permiten evidenciar qué efectos deben modelarse en el ARCH (anexo C, figuras C4 y C4.1), con el fin de encontrar el modelo que se ajuste de acuerdo con los efectos encontrados. El resultado de este proceso puede observarse en la tabla A8.

Tabla A8.

Estimación del modelo ARCH para la variable TRM

VARIABLES	(1) TRM	(2) TRM
L.arch		0,210*** (0,0225)
L2.arch		0,168*** (0,0277)
L3.arch		0,110*** (0,0250)
L5.arch		0,174*** (0,0218)
L6.arch		0,0798*** (0,0248)
L7.arch		0,129*** (0,0244)
L16.arch		0,106*** (0,0185)
L.ar	0,186*** (0,0215)	
L27.ar	-0,0345** (0,0135)	
Constante		6,95e-06*** (7,55e-07)
Observaciones	2,193	2,193

Nota: error estándar en paréntesis;*** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1.

Fuente: elaboración propia.

Para ver el efecto GARCH, es conveniente tener en cuenta los residuos al cuadrado provenientes del ARCH. Esto se debe a que, como se había mencionado, dicho elemento permite conocer el orden del GARCH, medido a través de los correlogramas posteriormente ejecutados (anexo C, figuras C5 y C5.1). Teniendo en cuenta los criterios de información que se han trabajado, se puede inferir que, bajo la estimación del autor, es posible llegar a un modelo más conveniente, como el que aparece en la tabla A9, donde se evidencia un modelo con significancia a partir del resultado del modelo con efecto GARCH incluido.

Tabla A9.

Estimación del modelo GARCH para la variable TRM

VARIABLES	(1) TRM	(2) TRM
L.arch		0,183*** (0,0219)
L2.arch		0,0894*** (0,0172)
L3.arch		0,0774*** (0,0184)
L4.arch		0,0994*** (0,0209)
L19.arch		-0,0375** (0,0183)
L31.arch		-0,0235** (0,0105)
L4.garch		0,541*** (0,0592)
L10.garch		-0,117** (0,0497)
L18.garch		0,199*** (0,0347)
L.ar	0,195*** (0,0232)	
Constante		9,05e-07** (3,63e-07)
Observaciones	2,193	2,193

Fuente: elaboración propia.

Por otro lado, dado que se desea conocer el EGARCH, es importante recordar que este modelo no tiene en cuenta el error como tal e incorpora los residuos estandarizados como forma de medida para la interpretación del tamaño de los choques. Sin embargo, se definen los residuos estandarizados como los residuos al cuadrado divididos por la varianza estimada, ambos estimados previamente por el GARCH. Observando los correlogramas resultantes del GARCH, se evidencia que los datos sí acogen los efectos debido a que, como se observa en el gráfico, los efectos no deben salir del intervalo establecido. Por tal razón, se afirma que los efectos sí son “moldeados” por el proceso GARCH (anexo C, figuras C6 y C6.1).

Finalmente, al identificar los correlogramas obtenidos, además de la evidencia de ausencia de autocorrelación (tabla A3), se observa que puede ser conveniente agregar un valor en el EGARCH con el fin de modelar correctamente, tal como se

hizo con la variable COLCAP. Al agregar el valor en la variable TRM, se llega al resultado de la tabla A10, y con esto, la ecuación que se desprende es la siguiente:

$$Y_t = a_0 + a_1 Y_{t-1} + a_3 h_{t-1} + a_4 h_{t-2} + a_5 h_{t-3} + a_6 \omega_{t-4} + a_7 \omega_{t-10} + a_8 \omega_{t-18} + a_7 z_{t-9}$$

Tabla A10.

Estimación del modelo EGARCH para la variable TRM

Variabes	TRM	(2) TRM
L9.egarch		0,799*** (0,0149)
L1.arch		899,0*** (117,7)
L2.arch		791,0*** (102,6)
L3.arch		1,008*** (142,3)
L4.arch		480,2*** (124,5)
L4.garch		-25,80** (10,06)
L10.garch		-39,90*** (15,41)
L18.garch		-25,45** (12,30)
L.ar	0,177*** (0,0176)	
Constante		-2,196*** (0,160)
Observaciones	2,193	2,193

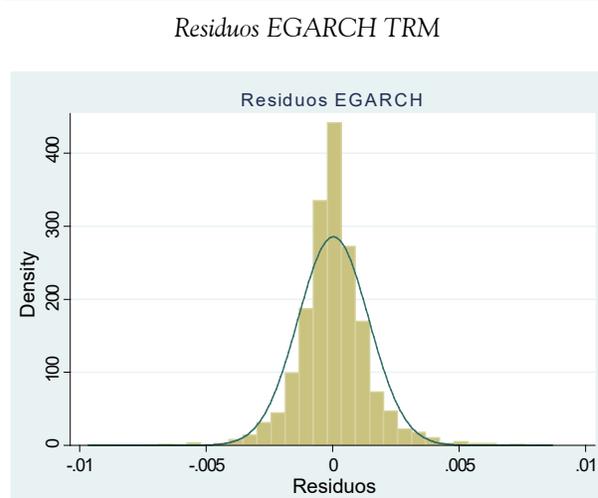
Nota: error estándar en paréntesis; *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1.

Fuente: elaboración propia.

Superados los pasos bajo el esquema realizado, la variable TRM resultó ser dependiente de

los resultados obtenidos de ella misma en el periodo anterior. En otras palabras, los valores tomados por la variable TRM fueron afectados o influenciados por los resultados que esa misma variable había tomado en el periodo inmediatamente anterior, de la varianza condicionada —perteneciente al modelo de sus errores anteriores (1, 2, 3 y 4)—, del agrupamiento de la varianza condicional rezagada (4, 10 y 18) y de un efecto de apalancamiento ocurrido en el periodo 9 antes del periodo actual. Al graficar los resultados de los residuos de la TRM, se obtiene el comportamiento que se muestra en la figura A6.

Figura A6.

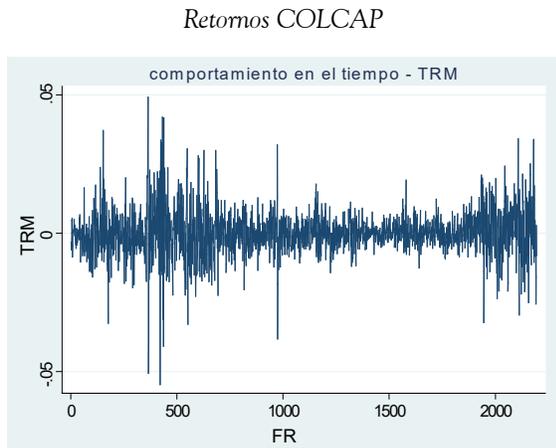


Fuente: elaboración propia.

Finalmente, se puede afirmar que los residuos de este modelo para la variable TRM tienen un comportamiento normal.

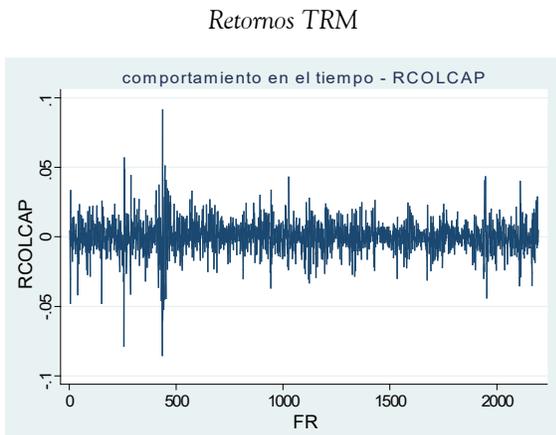
Anexo B. Gráficas adicionales

Figura B1.



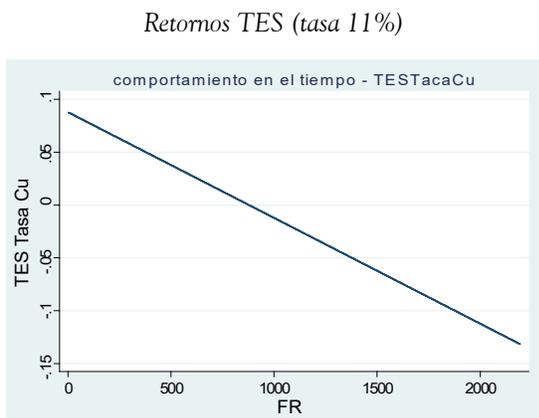
Fuente: elaboración propia.

Figura B2.



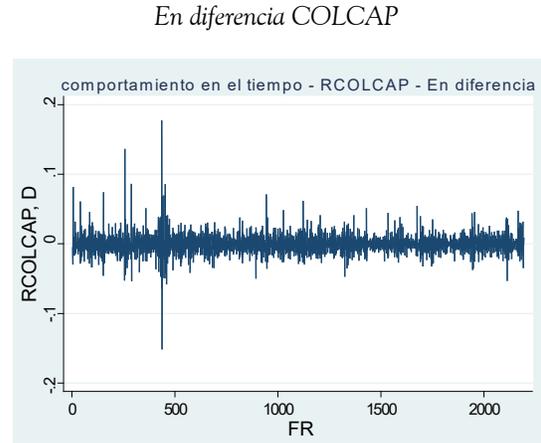
Fuente: elaboración propia.

Figura B3.



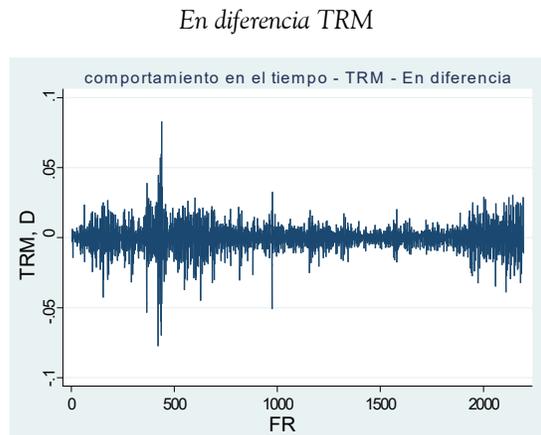
Fuente: elaboración propia.

Figura B1.1.



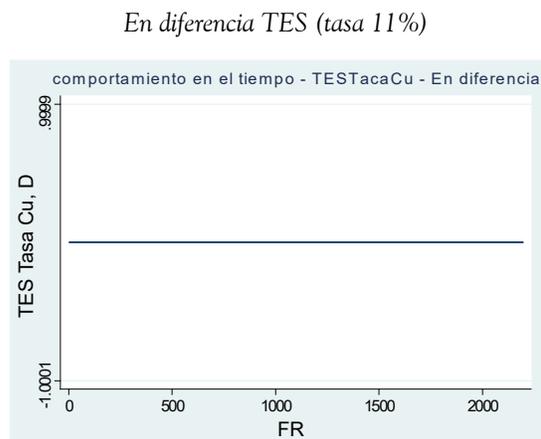
Fuente: elaboración propia.

Figura B2.1.



Fuente: elaboración propia.

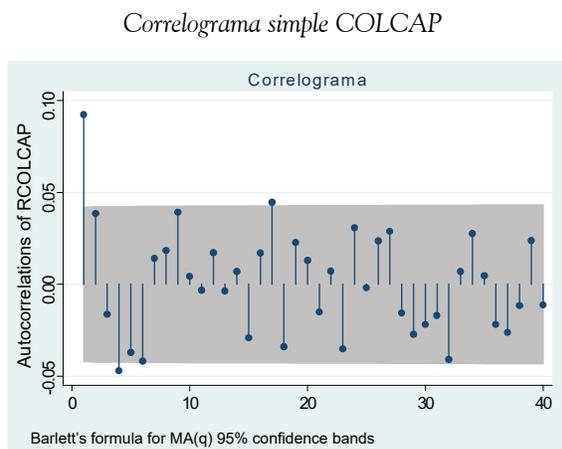
Figura B3.1.



Fuente: elaboración propia.

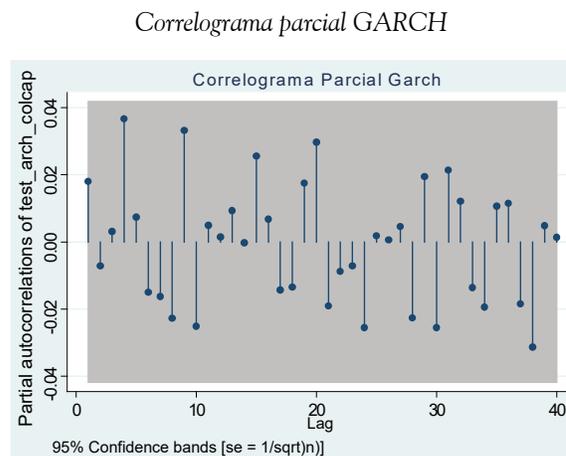
Anexo C. Correlogramas adicionales

Figura C1.



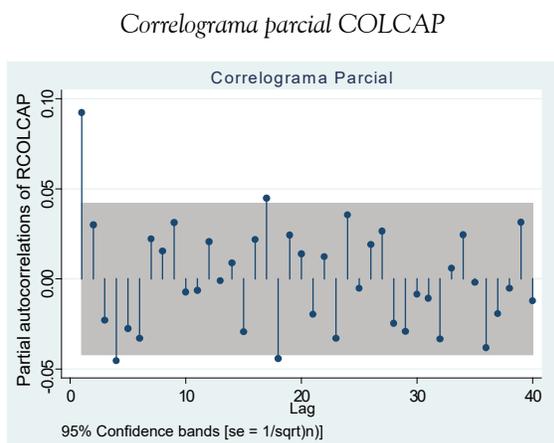
Fuente: elaboración propia.

Figura C2.1.



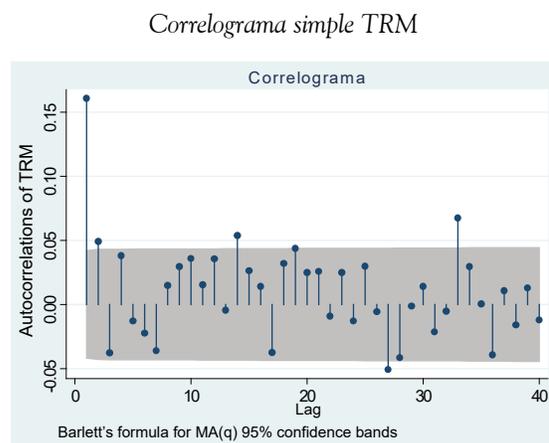
Fuente: elaboración propia.

Figura C1.1.



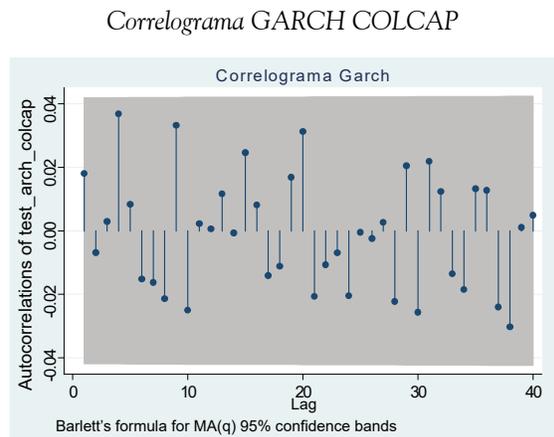
Fuente: elaboración propia.

Figura C3.



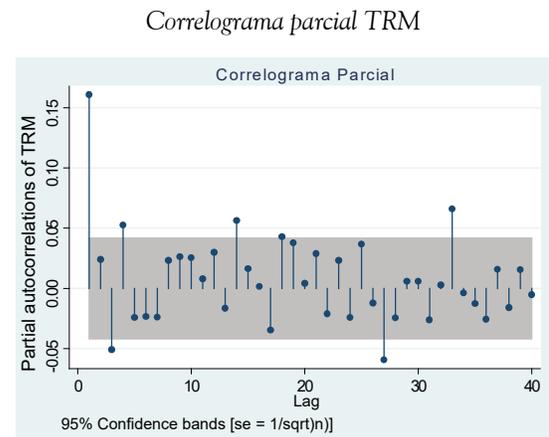
Fuente: elaboración propia.

Figura C2.



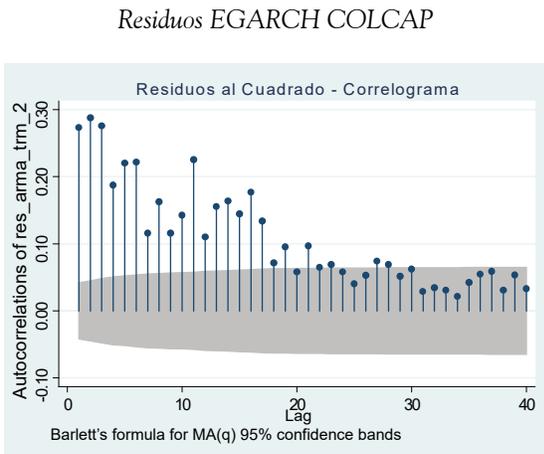
Fuente: elaboración propia.

Figura C3.1.



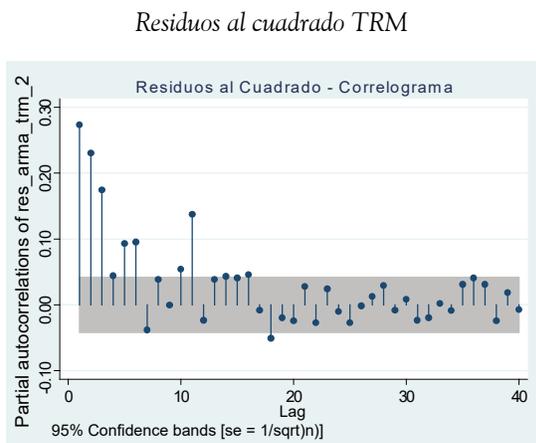
Fuente: elaboración propia.

Figura C4.



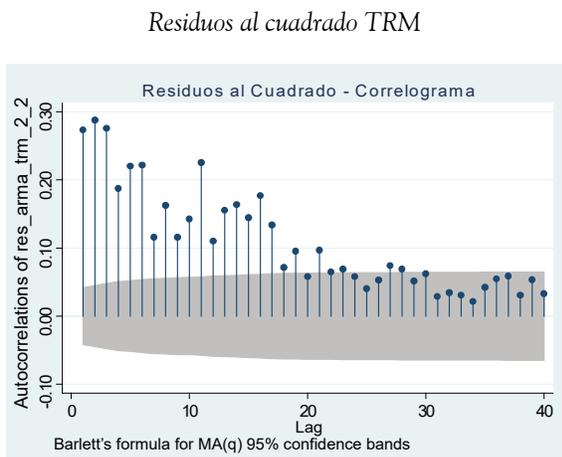
Fuente: elaboración propia.

Figura C4.1.



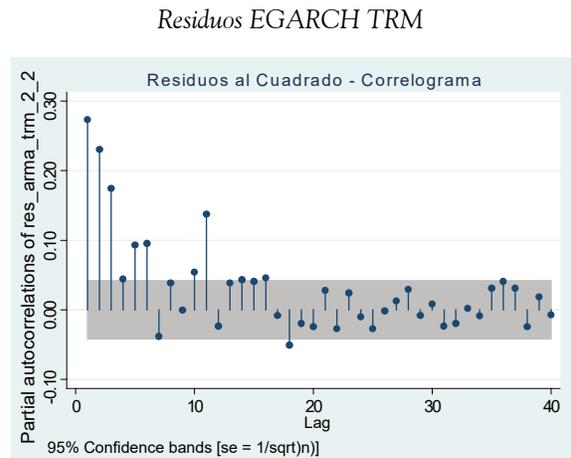
Fuente: elaboración propia.

Figura C5.



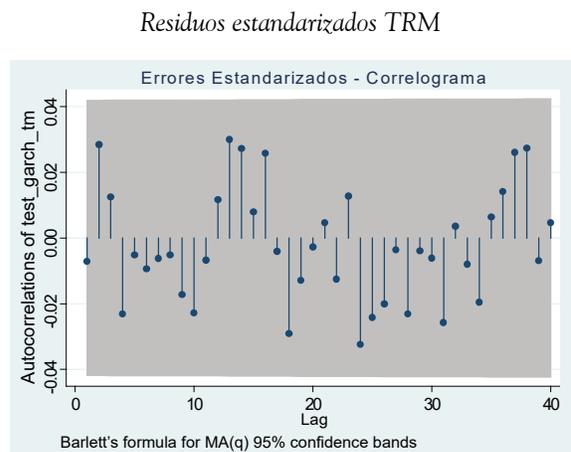
Fuente: elaboración propia.

Figura C5.1.



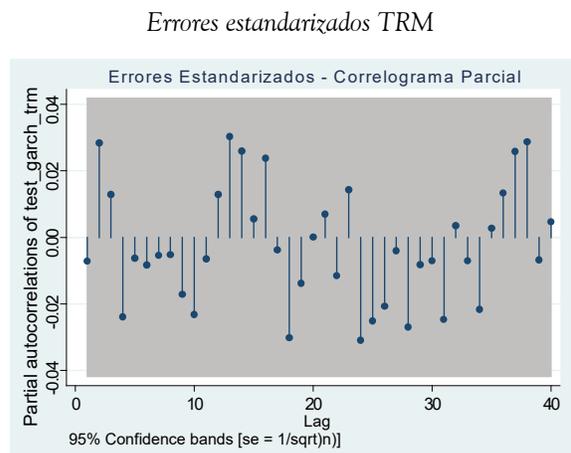
Fuente: elaboración propia.

Figura C6.



Fuente: elaboración propia.

Figura C6.1.



Fuente: elaboración propia.

ANEXO D. TABLAS ADICIONALES

Tabla D1.

Variable COLCAP residuos al cuadrado ARMA

Variables	Residuos al cuadrado
L.res_arma_colcap_2	0,542*** (0,0217)
L2.res_arma_colcap_2	-0,0544** (0,0246)
L3.res_arma_colcap_2	0,0795*** (0,0246)
L4.res_arma_colcap_2	-0,0814*** (0,0247)
L5.res_arma_colcap_2	0,117*** (0,0248)
L6.res_arma_colcap_2	0,00403 (0,0249)
L7.res_arma_colcap_2	0,0657*** (0,0249)
L8.res_arma_colcap_2	-0,0769*** (0,0249)
L9.res_arma_colcap_2	0,0837*** (0,0250)
L10.res_arma_colcap_2	-0,0371 (0,0250)
L11.res_arma_colcap_2	0,156*** (0,0250)
L12.res_arma_colcap_2	-0,114*** (0,0253)
L13.res_arma_colcap_2	0,0364 (0,0254)
L14.res_arma_colcap_2	-0,0418* (0,0254)
L15.res_arma_colcap_2	0,0605** (0,0254)
L16.res_arma_colcap_2	0,0506** (0,0254)
L17.res_arma_colcap_2	0,00126 (0,0255)
L18.res_arma_colcap_2	-0,0483* (0,0255)
L19.res_arma_colcap_2	0,0487* (0,0255)
L20.res_arma_colcap_2	0,0130 (0,0255)
L21.res_arma_colcap_2	-0,0311 (0,0255)
L22.res_arma_colcap_2	0,0126 (0,0255)
L23.res_arma_colcap_2	0,00278 (0,0255)
L24.res_arma_colcap_2	-0,0228 (0,0255)
L25.res_arma_colcap_2	0,00687 (0,0255)

Continuación tabla D1.

Variables	Residuos al cuadrado
L26.res_arma_colcap_2	-0,0118 (0,0254)
L27.res_arma_colcap_2	0,0186 (0,0254)
L28.res_arma_colcap_2	-0,0224 (0,0254)
L29.res_arma_colcap_2	0,0348 (0,0253)
L30.res_arma_colcap_2	0,00565 (0,0251)
L31.res_arma_colcap_2	0,0395 (0,0251)
L32.res_arma_colcap_2	0,0274 (0,0250)
L33.res_arma_colcap_2	-0,0578** (0,0250)
L34.res_arma_colcap_2	0,0261 (0,0250)
L35.res_arma_colcap_2	-0,0165 (0,0250)
L36.res_arma_colcap_2	0,00757 (0,0248)
L37.res_arma_colcap_2	-0,00678 (0,0247)
L38.res_arma_colcap_2	0,0256 (0,0246)
L39.res_arma_colcap_2	-0,0174 (0,0246)
L40.res_arma_colcap_2	0,00392 (0,0216)
Observaciones	2,153
R-cuadrado	0,388

Nota: error estándar en paréntesis;*** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1.

Tabla D1.1.

Residuos estandarizados COLCAP

Variables	(1) Residuos estandarizados COLCAP
L.test_arch_colcap_raiz	0,0248 (0,0590)
L2.test_arch_colcap_raiz	0,0455 (0,0586)
L3.test_arch_colcap_raiz	0,0139 (0,0586)
L4.test_arch_colcap_raiz	0,0910 (0,0587)
L5.test_arch_colcap_raiz	0,0534 (0,0587)
L6.test_arch_colcap_raiz	0,0371 (0,0586)
L7.test_arch_colcap_raiz	-0,0139 (0,0586)

IMPACTO DE LAS DECISIONES DE POLÍTICA MONETARIA DE LA FED EN INDICADORES DE LA ECONOMÍA COLOMBIANA DURANTE EL PERIODO 2007-2015

Continuación tabla D1.1.

Variables	(1) Residuos estandarizados COLCAP
L8.test_arch_colcap_raiz	0,0145 (0,0586)
L9.test_arch_colcap_raiz	0,0870 (0,0586)
L10.test_arch_colcap_raiz	-0,0372 (0,0587)
L11.test_arch_colcap_raiz	0,0369 (0,0587)
L12.test_arch_colcap_raiz	0,0414 (0,0587)
L13.test_arch_colcap_raiz	0,0597 (0,0587)
L14.test_arch_colcap_raiz	0,0395 (0,0587)
L15.test_arch_colcap_raiz	0,0963 (0,0587)
L16.test_arch_colcap_raiz	0,0429 (0,0587)
L17.test_arch_colcap_raiz	0,0160 (0,0587)
L18.test_arch_colcap_raiz	0,0160 (0,0587)
L19.test_arch_colcap_raiz	0,105* (0,0586)
L20.test_arch_colcap_raiz	0,147** (0,0588)
L21.test_arch_colcap_raiz	0,00690 (0,0588)
L22.test_arch_colcap_raiz	0,0377 (0,0587)
L23.test_arch_colcap_raiz	0,0163 (0,0588)
L24.test_arch_colcap_raiz	-0,0450 (0,0588)
L25.test_arch_colcap_raiz	0,0514 (0,0588)
L26.test_arch_colcap_raiz	0,0435 (0,0587)
L27.test_arch_colcap_raiz	0,0335 (0,0588)
L28.test_arch_colcap_raiz	-0,0250 (0,0587)
L29.test_arch_colcap_raiz	0,0907 (0,0587)
L30.test_arch_colcap_raiz	-0,0245 (0,0588)
L31.test_arch_colcap_raiz	0,0624 (0,0588)
L32.test_arch_colcap_raiz	0,0335 (0,0589)
L33.test_arch_colcap_raiz	0,00994 (0,0589)
L34.test_arch_colcap_raiz	-0,0387 (0,0589)
L35.test_arch_colcap_raiz	0,0181 (0,0588)

Continuación tabla D1.1.

Variabes	(1) Residuos estandarizados COLCAP
L36.test_arch_colcap_raiz	0,0614 (0,0589)
L37.test_arch_colcap_raiz	0,00950 (0,0587)
L38.test_arch_colcap_raiz	-0,0207 (0,0586)
L39.test_arch_colcap_raiz	0,0173 (0,0586)
L40.test_arch_colcap_raiz	0,0516 (0,0586)
Observaciones	2,153
R-cuadrado	0,237

Nota: error estándar en paréntesis; *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1.

Tabla C2.

Variable TRM residuos al cuadrado ARMA

Variabes	Residuos al cuadrado
L.res_arma_trm	-0,00252 (0,0215)
L2.res_arma_trm	-0,000322 (0,0215)
L3.res_arma_trm	0,000850 (0,0215)
L4.res_arma_trm	0,0114 (0,0215)
L5.res_arma_trm	-0,0276 (0,0215)
L6.res_arma_trm	-0,0246 (0,0215)
L7.res_arma_trm	-0,0345 (0,0215)
L8.res_arma_trm	0,0151 (0,0215)
L9.res_arma_trm	0,0302 (0,0215)
L10.res_arma_trm	0,0218 (0,0215)
Constante	0,000142 (0,000166)
Observaciones	2,183
R-cuadrado	0,004

Nota: error estándar en paréntesis.*** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1

Tabla C3.

Residuos estandarizados TRM

Variables	(1) Residuos estandarizados
L.raiz_test_garch_trm	-0,0304 (0,0573)
L2.raiz_test_garch_trm	0,0718 (0,0573)
L3.raiz_test_garch_trm	0,0409 (0,0573)
L4.raiz_test_garch_trm	-0,0474 (0,0574)
L5.raiz_test_garch_trm	-0,0108 (0,0574)
L6.raiz_test_garch_trm	-0,0599 (0,0574)
L7.raiz_test_garch_trm	-0,00210 (0,0573)
L8.raiz_test_garch_trm	0,0119 (0,0573)
L9.raiz_test_garch_trm	-0,0479 (0,0573)
L10.raiz_test_garch_trm	-0,0333 (0,0574)
L11.raiz_test_garch_trm	-0,0460 (0,0574)
L12.raiz_test_garch_trm	0,0471 (0,0574)
L13.raiz_test_garch_trm	0,0721 (0,0574)
L14.raiz_test_garch_trm	0,0378 (0,0574)
L15.raiz_test_garch_trm	-0,0197 (0,0576)
L16.raiz_test_garch_trm	0,0391 (0,0576)
L17.raiz_test_garch_trm	0,00922 (0,0575)
L18.raiz_test_garch_trm	-0,0617 (0,0575)
L19.raiz_test_garch_trm	-0,0406 (0,0576)
L20.raiz_test_garch_trm	0,0198 (0,0576)
L21.raiz_test_garch_trm	0,0386 (0,0576)
L22.raiz_test_garch_trm	-0,0122 (0,0576)
L23.raiz_test_garch_trm	0,0407 (0,0576)
L24.raiz_test_garch_trm	-0,0771 (0,0575)
L25.raiz_test_garch_trm	-0,0474 (0,0576)
L26.raiz_test_garch_trm	-0,0159 (0,0576)

Continuación tabla C3.

Variables	(1) Residuos estandarizados
L27.raiz_test_garch_trm	0,0136 (0,0576)
L28.raiz_test_garch_trm	-0,0420 (0,0576)
L29.raiz_test_garch_trm	0,0235 (0,0575)
L30.raiz_test_garch_trm	-0,00806 (0,0575)
L31.raiz_test_garch_trm	-0,0683 (0,0576)
L32.raiz_test_garch_trm	0,0313 (0,0575)
L33.raiz_test_garch_trm	-0,0270 (0,0575)
L34.raiz_test_garch_trm	-0,0563 (0,0575)
L35.raiz_test_garch_trm	-0,0108 (0,0575)
L36.raiz_test_garch_trm	-0,00474 (0,0575)
L37.raiz_test_garch_trm	0,0815 (0,0575)
L38.raiz_test_garch_trm	0,0982* (0,0576)
L39.raiz_test_garch_trm	0,0159 (0,0576)
L40.raiz_test_garch_trm	0,0156 (0,0576)
Constante	1,052*** (0,290)
Observaciones	2,153
R-cuadrado	0,011

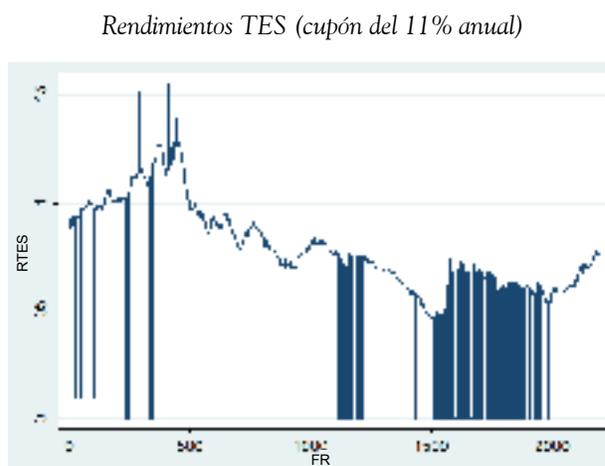
Nota: error estándar en paréntesis; *** p < 0,01, ** p < 0,05, * p < 0,1.

ANEXO E. ANÁLISIS DE LOS RENDIMIENTOS DE LA VARIABLE TES (CUPÓN DEL 11% ANUAL)

Realizado el análisis gráfico de rendimientos de los TES al 11% anual, se encontró que en varios periodos la tasa de crecimiento era de cero (0); en consecuencia, la serie muestra un quiebre distorsionador en varios de los puntos de tiempo (figura E1). Tras un intento de modelación de ventanas con EGARCH, el modelo no logró ajustarse de ninguna forma. Al hacerse de nuevo una revisión, se encontró que los puntos de no crecimiento impedían la correcta especificación del modelo, con el factor agravante de que la serie de retornos no cumplía el supuesto para la evaluación de eventos relacionado con eficiencia de mercado.

Cabe resaltar que encontrar varios puntos contiguos con crecimiento cero (0) indica que la variable no tuvo movimiento, lo que permite inferir

Figura E1.



Fuente: elaboración propia.

que esta misma podría no reaccionar de manera inmediata a movimientos de otros factores o variables; si esto ocurriese, la evaluación de ventanas perdería efectividad.

Tabla E1.

Eventos seleccionados entre enero del 2007 y diciembre del 2015

Primera etapa		
Evento	Fecha	Señales o eventos
1	19/07/07 E1	El presidente de la Reserva Federal de EE.UU., Ben Bernanke, advierte que la crisis en el mercado de hipotecas <i>subprime</i> podría hacer descarrilar la economía estadounidense.
2	13/08/07 E1	Los bancos centrales intentan calmar ánimos en el mercado. La Reserva Federal de EE.UU. inyectó USD 2000 millones, poco después de que el Banco Central Europeo hubiera desembolsado USD 65.000 millones adicionales y el Banco Central de Japón otros USD 5000 a su mercado.
3	18/09/07 E1	Por primera vez en cuatro años, la FED reduce las tasas de interés, en un intento por controlar el nerviosismo ocasionado por la crisis en el mercado hipotecario. La tasa interbancaria diaria bajó del 5,25% al 4,75%.
4	11/12/07 E1	La FED reduce la tasa de interés al 4,25%.
5	31/01/08 E1	La FED reduce la tasa de interés al 3%.
6	30/04/08 E1	La FED reduce la tasa de interés al 2%.
7	29/10/08 E1	La FED reduce la tasa de interés al 1%.
Segunda etapa		
8	25/11/08 QE1	La FED anuncia la compra de cerca de USD 600 billones en MBS y "agency debt".
9	1/12/08 QE1	Bernanke da más detalles sobre la nueva política.
10	16/12/08 QE1	El FOMC evalúa los potenciales beneficios de la compra de activos de larga duración. A su vez, la Reserva Federal reduce la tasa de interés al rango de 0-0,25%

Continuación tabla E1.

Evento	Fecha	Señales o eventos
11	28/01/09 QE1	La Reserva Federal está lista para expandir la compra de activos de "agency debt" y MBS para comprar bonos del tesoro de larga duración.
12	18/03/09 QE1	El FOMC anuncia la expansión del programa con compras adicionales de USD 750 billones en MBS y "agency debt" y USD 300 billones en bonos del tesoro.
13	12/08/09 QE1	La FED reduce el ritmo de compras de activos al comprar la cantidad total en octubre, en lugar de mediados de septiembre.
14	23/09/09 QE1	La Reserva Federal disminuirá las compras de "agency debt" y MBS, finalizándolas al terminar el primer trimestre de 2010. Las compras de bonos del tesoro de larga duración continuarán hasta finales de octubre de 2009.
15	04/11/09 QE1	Las compras de "agency debt" se reducirá a USD 175 billones, en lugar de USD 200 billones.
Tercera etapa		
16	10/08/10 QE2	La Reserva Federal reinvertirá el pago de los principales de los "agency debt" y MBS en bonos del tesoro de largo plazo. La tenencia de bonos del tesoro irá rondando hacia delante en cuanto maduren.
17	27/08/10 QE2	Bernanke menciona potenciales políticas para más alivio económico, incluyendo compras de activos de larga duración.
18	15/10/10 QE2	Bernanke dice que de ser necesario la FED está preparada para proveer mayor soporte a la recuperación económica.
19	03/11/10 QE2	El FOMC anuncia la compra de USD 600 billones en bonos del tesoro de largo plazo, realizando compras por USD 75 billones cada mes, finalizando en junio del 2011.
20	21/09/11 QE2	La FED anuncia que se va a llevar a cabo una "Operation Twist". Este es un plan de compra de USD 600 billones en bonos con maduración de seis a treinta años y vender bonos con maduración menor a tres años.
21	13/09/12 QE 3	La FED anuncia tercera compra de rondas. Se decide comprar USD 40 billones de MBS por mes hasta que el mercado laboral mejore sustancialmente.
22	12/12/12 QE3	La FED decide ampliar la tercera ronda del QE comprando USD 45 billones de bonos del tesoro de largo plazo.
23	18/12/13 QE3	La FED anuncia que va a reducir gradualmente las compras a USD 10 billones en cada reunión del FOMC.
24	29/10/14 QE3	La FED termina su programa de compras mensuales.
Cuarta etapa		
25	28/02/15 E2	Vicepresidente de la FED, S. Fisher, dice que es hora de subir las tasas de interés en Estados Unidos.
26	07/08/15 E2	Janet Yellen mantiene su mensaje de optimismo sobre la evolución de la economía de EE. UU. La creación de 215.000 empleos refuerza las expectativas de una subida de los tipos de interés en septiembre.
27	09/09/15 E2	Janet Yellen se escuda en los riesgos globales centrados en las economías emergentes y los riesgos de inflación a la baja para justificar el retraso en los tipos de interés, pero no descarta una subida en los próximos meses.
28	28/10/15 E2	La FED mantiene estables las tasas y reitera que las subirá cuando mejore el empleo y la inflación vuelva al 2%, pero deja la puerta abierta a una subida de los tipos en diciembre.
29	04/11/15 E2	Janet Yellen asegura que hay una probabilidad real de que la Fed eleve las tasas en su reunión del mes que viene.
30	16/12/15 E2	La Fed acaba con la era del dinero barato y sube en 0,25% su tasa de interés, según anuncio del Comité de Política Monetaria.

Fuente: Hernández, Lozano y Morales (2016) y Bloomberg.