

EFFECTOS DE DESBORDAMIENTO SOBRE LOS MERCADOS FINANCIEROS DE
COLOMBIA: IDENTIFICACIÓN A TRAVÉS DE LA HETEROCEDASTICIDAD

GIOVANNY SANDOVAL PAUCAR

PROFESOR:

JORGE MARIO URIBE GIL

UNIVERSIDAD DE VALLE

FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES Y ECONÓMICAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN ECONOMÍA APLICADA

SANTIAGO DE CALI

2017

Resumen

Esta investigación cuantifica y analiza los efectos de los choques originados en los mercados estadounidenses sobre los principales mercados financieros colombianos. Para cumplir con este objetivo se emplea la información diaria de los mercados de dinero, bonos, acciones y tipo de cambio entre Colombia y EE.UU. durante el periodo de Enero 2003 y Enero 2015. La metodología utilizada es un modelo VAR estructural que emplea la heterocedasticidad que existe en los datos para la identificación y la estimación de los coeficientes de transmisión financiera. Se encuentra que los mercados estadounidenses generan efectos *overall spillovers* significativos sobre el mercado accionario colombiano. A su vez, los resultados reflejan la posición dominante del mercado de bonos estadounidenses como el motor de los efectos de desbordamiento.

Palabras Claves: Choques financieros, precios de activos, Modelos SVAR, Heterocedasticidad.

Clasificación JEL: F36, F32, G15, C15

Abstract

This research aims at analyzing and quantifying the effects of shocks originated in the US financial markets to the major Colombian financial markets. To fulfill this objective daily information regarding the money, bond, equity and exchange rates markets is used, both for Colombia and the US. We analyzed the period spanning from January 2003 to January 2015. The employed methodology is a structural VAR model that uses the heteroskedasticity existing in the data to achieve the identification and estimation of the financial transmission coefficients. It is found that US markets generate significant overall-spillovers effects on the Colombian stock market. In turn, the results reflect the dominant position of the US bond market as the engine of spillover effects.

Keywords: financial shocks, asset price, SVAR, heteroskedasticity

INTRODUCCIÓN

La integración de los mercados financieros internacionales se ha intensificado en años recientes, contribuyendo a la unificación del espacio económico y financiero. Por varias décadas la integración financiera global ha impactado de forma estructural las economías de los países que han participado en ella, cambiando los patrones de comportamiento de las principales variables macroeconómicas y financieras como el PIB, la tasa de desempleo, la inflación, el comercio y los flujos financieros (Bernanke, 2007; Eichengreen & Gupta, 2014).

La globalización financiera también ha supuesto importantes desafíos para los mercados financieros emergentes. Durante los periodos de crisis este proceso global impacta a las economías emergentes a través de diferentes canales de transmisión que se manifiestan con salidas de capitales, presiones cambiarias que impulsan la depreciación de la moneda local y aumentan el costo de financiamiento externo para los agentes del mercado (Eichengreen & Gupta, 2014). Sin embargo, cuando se presentan periodos de relativa calma o expansión, las economías emergentes registran ciertas diferencias en las magnitudes y las direcciones de las respuestas a los choques financieros, como lo señala Cesa-Bianchi, Pesaran, Rebucci & Xu (2011) y Ocampo (2007), en parte, debido al cambio de la escena económica internacional que ha implicado el surgimiento de China como nuevo protagonista.

No obstante, la literatura empírica que aborda el estudio de los vínculos financieros entre los mercados internacionales ha encontrado que los mercados financieros están impulsados principalmente por factores específicos de cada país y mercado (Ehrmann, Fratzscher, & Rigobon, 2011). Varios estudios que examinan la interdependencia entre los mercados de valores de los países de Europa Central y Occidental encuentran que el vínculo es débil en

relación con las investigaciones basadas en la cointegración con datos intradía (Horvath, & Petrovski, 2013).

Por otra parte, de acuerdo Ehrmann *et al.* (2011) la literatura académica ha evolucionado en dos corrientes distintas de pensamiento. Una rama de la literatura se enfoca en la propagación de choques financieros en los mercados nacionales de una economía y sus determinantes, mientras que el otro capítulo analiza la transmisión de los choques en los mercados financieros internacionales entre activos individuales.

Por lo anterior, la integración financiera y los canales de transmisión de las perturbaciones entre los mercados financieros constituyen un proceso complejo, sobre el cual no se tiene una comprensión absoluta (Ehrmann *et al.*, 2011). Bernanke (2007) indica que la transmisión de los choques financieros entre los mercados es un debate abierto entre los investigadores y los responsables de la política económica por la poca comprensión acerca de la fuerza y alcance de estos vínculos. A su vez, Ehrmann *et al.* (2011) plantean que la comprensión de los vínculos nacionales e internacionales entre los mercados financieros requiere de una modelación completa y exhaustiva de todos los mecanismos de transmisión. Por lo tanto, el complejo proceso de transmisión de los choques financieros que emanan de los principales mercados de EE.UU. a los principales mercados colombianos requiere de una modelación completa y exhaustiva de todos los canales de transmisión que intervienen.

El análisis empírico de este fenómeno es de enorme interés debido a las implicaciones que tiene en muchos ámbitos. Por ejemplo, afecta la política monetaria (Bernanke, 2007; Bernanke & Kuttner, 2005; Ehrmann y Fratzscher, 2004), el diseño de portafolios de inversión (Brennan & Cao, 1997; Mendoza, Quadrini & Rios-Rull, 2007; De Santis &

Gerard, 2006; Prasad, Rogoff, Wei & Kose, 2005; Agénor, 2003), la regulación de los recursos de capital del sector financiero (Ostry, Ghosh, Habermeier, Chamon, Qureshi, & Reinhardt, 2010; Ostry, Ghosh, Habermeier, Laeven, Chamon, Qureshi, & Kokenyne, 2011), la valoración de activos financieros (Fleming & Remolona, 1997, 1999; Balduzzi, Elton & Green, 2001 y Bollerslev, Cai, Song, 2000) y la identificación, medición, control y cobertura de los riesgos financieros (Stiglitz, 2010), entre otros. Así pues, el estudio de la transmisión financiera internacional es un tema de transcendental importancia a la luz de las perturbaciones y convulsiones de distinta naturaleza que han tenido lugar en la economía y en las finanzas internacionales durante las décadas más recientes.

En este trabajo de investigación se busca analizar la naturaleza de la integración financiera y de los canales de transmisión, tanto al interior de las economías, como entre las economías de EE.UU. y Colombia, y de esta forma, identificar cómo se propagan los choques de los mercados de EE.UU. a los mercados de dinero, bonos, cambiario y acciones colombianos. Sin embargo, la principal dificultad que la literatura empírica enfrenta, con respecto a la medición de la propagación de los choques financieros, es el carácter endógeno de los precios de los activos. Por lo tanto, la estimación del impacto de una innovación en los movimientos de los mercados colombianos, requiere la identificación de las perturbaciones que emergen de los mercados estadounidenses y los *shocks* que no son observables. En este trabajo, se estima la propagación de los choques mediante la modelación de cada precio de los activos con un modelo VAR estructural que emplea la heterocedasticidad que existe en los datos para la identificación y la estimación de los coeficientes de transmisión financiera.

El análisis empírico de este trabajo se centra el período comprendido entre Enero de 2003 y Enero de 2015, empleando los retornos diarios de los siete precios de los activos: las tasas de interés a corto plazo, los rendimientos de los bonos y la rentabilidad del mercado de capital en ambas economías, así como el tipo de cambio. Para ello se busca, en primer lugar, analizar el grado de interdependencia básica entre los siete precios de los activos seleccionados por medio del coeficiente de correlación móvil. En segundo lugar, estimar la transmisión financiera entre los mercados de dinero, bonos, valores y el tipo de cambio de los EE.UU. y Colombia. En tercer lugar, determinar la existencia de efectos de desbordamientos directos e indirectos desde los mercados estadounidenses hacia los principales mercados financieros colombianos. En cuarto lugar, medir la magnitud y velocidad de la propagación de las perturbaciones de los mercados financieros estadounidenses en los movimientos de los mercados financieros colombianos. Por último, conocer la importancia relativa de las perturbaciones internacionales respecto a las perturbaciones nacionales en los mercados financieros colombianos.

La hipótesis de este trabajo es que existen efectos de desbordamientos directos e indirectos significativos de los mercados estadounidenses sobre los principales mercados financieros colombianos.

El documento está organizado en cinco secciones además de esta introducción. En la primera sección se hace un recuento breve de la literatura acerca de los vínculos financieros internacionales y nacionales. La metodología basada en la identificación a través de la heterocedasticidad se describe en la segunda parte. En la tercera sección se exponen las fuentes de información y las series con las que se trabajó. La sección 4 resume los resultados empíricos, se centra en los desbordamientos de los mercados de los activos

internacionales y los resultados de la descomposición de la varianza, y la última parte, expone las conclusiones e implicaciones de la investigación.

REVISIÓN DE LITERATURA

La literatura académica ha dedicado un gran esfuerzo al estudio de la transmisión de los choques financieros entre los mercados. Ehrmann *et al.* (2011) plantea que en los años recientes la investigación sobre el tema ha evolucionado en dos corrientes distintas de pensamiento. La primera línea de investigación se enfoca en la propagación de choques financieros en los mercados nacionales de una economía y sus determinantes. La segunda corriente de investigación analiza la transmisión de los choques en los mercados financieros internacionales. Sin embargo, la mayor parte de los estudios de la segunda línea de investigación se han enfocado en los vínculos entre mercados individuales.

Una corriente de investigación pionera está surgiendo a través de los trabajos de Dungey y Martin (2007); Anderson, Bollerslev, Diebold & Vega (2007); Ehrmann *et al.* (2011); Diebold y Yilmaz (2012); Jung y Maderitsch (2014); Liow (2015) y Louzis (2015), que buscan modelar los canales de transmisión entre los vínculos nacionales e internacionales de los precios de los activos de forma integral.

Existe una vasta literatura sobre la modelación de los mecanismos de transmisión nacional e internacional en los mercados financieros que sobrepasa los objetivos de este trabajo. Por lo tanto, este trabajo intenta sintetizar los trabajos más representativos de las diferencias corrientes de pensamiento.

Vínculos financieros a nivel nacional

Los primeros trabajos sobre los efectos de desbordamiento a través de los mercados financieros nacionales de EE.UU. están representados por las investigaciones de Shiller y Beltratti (1992), y en cierta forma Barsky (1989) y Campbell y Ammer (1993), estudian la relación entre los mercados accionarios y los mercados de bonos, encontrando una correlación positiva entre ambos mercados. Sin embargo, Baele, Bekaert & Inghelbrecht (2010) evidencian una asociación (*coupling*) negativa en los co-movimientos de las acciones y los bonos. En cuanto a la interrelación de los precios de las acciones y las decisiones de política monetaria (tasa de interés a corto plazo), Bernanke y Kuttner, (2005) y Ehrmann y Fratzscher, (2004), encontraron que los movimientos del mercado accionario estadounidense reaccionan fuertemente a las perturbaciones en las tasas de interés de los fondos federales. Sin embargo, Rigobon y Sack, (2003a) muestran que las perturbaciones en el mercado de valores son un factor significativo en la determinación de la política monetaria. A su vez, Rigobon y Sack, (2003b) analizan las interacciones entre la tasa de interés a corto plazo, la tasa de interés a largo plazo y el mercado de valores, encontrando fuertes interacciones entre estas variables contemporáneas y evidenciaron que la causalidad del proceso de transmisión de los choques es bidireccional. Granger, Huang & Yang (2000) y Fang y Miller (2002) modelan los vínculos entre diferentes clases de activos durante periodos de crisis, pero sólo dentro de un país en particular.

Vínculos financieros a nivel internacional

El análisis de los vínculos financieros a través de la propagación de los choques en los mercados financieros internacionales se ha concentrado en el precio de los activos

individuales aislados, vínculos reales y financieros de las economías subyacentes y efectos contagio en los mercados internacionales.

En relación a los trabajos de precios de activos individuales, las investigaciones de Hamao, Masulis & Ng (1990); King, Sentana & Wadhwani (1994) y Lin, Engle & Ito (1994), estudian la interdependencia entre los principales mercados de valores, identificando efectos de desbordamiento desde los mercados de valores de EE.UU. a los mercados de valores de Reino Unido y Japón, tanto para los rendimientos como la varianza condicional. Igualmente, Becker, Finnerty & Friedman (1995) y Connolly y Wang (2003), investigan la existencia de efectos de desbordamiento entre mercados financieros internacionales maduros y encuentran que las noticias macroeconómicas y la información pública de los mercados son un canal de transmisión relativamente importante. Bekaert, Hodrick, & Zhang (2009) investigan los efectos de desbordamiento en los retornos de 23 países, sin encontrar evidencia de un incremento en la tendencia de las correlaciones en los retornos a nivel general y solo descubren cierta tendencia alza de las correlaciones en los retornos de los mercados bursátiles europeos. Diebold y Yilmaz (2009a), examinan la interdependencia entre 19 mercados bursátiles, y muestran que los efectos de desbordamiento en los retornos presentan una ligera tendencia creciente sin fuertes variaciones, mientras que los efectos de desbordamiento en las volatilidades no reflejan una tendencia pero si un comportamiento explosivo. En cuanto a los mercados de divisas, Engle, Ito & Lin (1990) y Andersen y Bollerslev (1998) evidencian fuertes efectos de desbordamientos en los mercados cambiarios, tanto el primer como segundo momento condicional. Ehrmann y Fratzscher (2005) estudian los vínculos entre los mercados internacionales de bonos de EE.UU. y la

Zona Euro, encontrando que los efectos de desbordamiento son más fuertes desde EE.UU. a Zona Euro que en la dirección contraria.

Por otra parte, los trabajos de Heston y Rouwenhorst (1994), Griffin y Karolyi (1998), Kaminsky y Reinhart (2000), representan a la rama de la literatura que intenta explicar los efectos de desbordamiento a través de los vínculos reales y financieros.

La corriente del contagio en los mercados financieros internacionales está representada por artículos de Forbes y Rigobon (2002); Corsetti (2005); Rodriguez (2007); Bekaert, Ehrmann, Fratzscher, & Mehl (2014) y Fratzscher (2003) que investigan el papel de contagio para un amplio conjunto de países y clases de activos.

También hay muchos estudios que tienen en cuenta a los mercados financieros de América Latina, por ejemplo Pagan y Soydemir (2000); Bae, Karolyi, & Stulz (2003); Chan-Lau y Ivaschenko (2003); Wongswan (2009); Diebold y Yilmaz (2009b); Benelli y Ganguly (2007); Frank, González-Hermosillo & Hesse (2008); Beirne, Caporale, Schulze-Ghattas & Spagnolo (2013); Frank y Hesse (2009); Markwat, Kole & Van Dijk (2009); Melo y Rincon (2013), Gamba-Santamaria, Gomez-Gonzalez, Hurtado-Guarin, & Melo-Velandia (2016), entre otros. Ellos investigan la propagación de los efectos de desbordamiento de los principales mercados financieros internacionales hacia los mercados emergentes (y algunos casos analizan a Colombia).

Vínculos financieros desde un enfoque integral

Ehrmann *et al.* (2011) estudian la transmisión financiera entre los mercados de valores, dinero, bonos y tipo de cambio entre EE.UU. y la zona euro en un marco integral, encontrando que la transmisión de los choques es más fuertes entre los precios de los

activos de la misma clase. Adicionalmente, documentan que la transmisión directa de los choques suele amplificarse por medio de los efectos de desbordamiento indirectos a través de terceros mercados.

Dungey y Martin (2007), estudian los efectos de desbordamiento y contagio financiero en la crisis de Asia Oriental de 1997-1998 entre mercados de valores y de divisas de varios países, sus resultados proporcionan una fuerte evidencia de la existencia de estos dos efectos en el periodo analizado.

Anderson *et al.* (2007) analizan las respuestas de los mercados de acciones, bonos y de divisas de Estados Unidos, Alemania y Gran Bretaña a las noticias macroeconómicas de Estados Unidos con datos de alta frecuencia, evidenciando vínculos contemporáneos en todos los mercados y países, incluso después de establecer variables de control a los efectos de las noticias macroeconómicas.

MARCO CONCEPTUAL

Las definiciones más representativas están agrupadas en dos corrientes de pensamiento: la corriente que difiere entre el efecto de desbordamiento (“*spillover*”) y el contagio financiero y la corriente que no encuentra tal diferencia entre estos fenómenos.

La primera corriente está representada por Masson (1998) y Gelos y Sahay (2001), ambos emplean las fronteras entre los países como elemento clave de la definición del concepto. Masson (1998) emplea el término “*spillover*” para describir los efectos que se derivan de la interdependencia macroeconómica entre los países en desarrollo. A su vez, Gelos y Sahay (2001) utiliza el término “*spillover*” en un sentido más amplio, un efecto de

desbordamiento es cualquier tipo de impacto sobre los mercados financieros de otros países.

Por otra parte, Kaminsky, Reinhart & Végh (2003), establecen que la variable crítica de una definición del término es la velocidad con que se propagan los choques financieros. Para ellos, el efecto de desbordamiento es un episodio, en el cual los efectos de un evento de crisis se transmiten a una velocidad gradual.

Dornbusch, Park y Claessens (2000) etiquetan el efecto de desbordamiento como la transmisión de un choque de un mercado a otro, que es explicada por los vínculos de los fundamentales entre los mercados.

Por último, Dungey y Martin (2007) motivados por Masson (1998,1999), definen que la variable de decisión es la sincronización del impacto inicial del choque, de esta forma, modelando los efectos de desbordamiento como la propagación de los efectos rezagados de los factores de mercado de una clase de activo sobre otras clases de activos. Los factores de mercado son los factores comunes que solo se transmiten sobre un tipo particular de activos financieros en los mercados internacionales.

La segunda corriente está representado por Pericoli y Sbracia (2003) quienes discuten el hecho que varios estudios de contagio financiero, lo definen como un *spillover* de volatilidad. Ismailescu y Kazemi (2011) y Beirne *et al.* (2013) emplean los *spillover* de volatilidad como una medida de contagio.

METODOLOGÍA

En este documento, se emplea un modelo VAR estructural con diferentes regímenes de volatilidad para estimar la propagación de las perturbaciones desde los mercados de

EE.UU. hacia los mercados de dinero, bonos, acciones y tipo de cambio en Colombia. La estimación de la propagación de los choques se realiza modelando cada precio de los activos con una metodología multifactorial y luego se emplea la heterocedasticidad que existe en los datos para la identificación y la estimación de los coeficientes de transmisión financiera contemporáneos.

La presentación de la metodología se basa en Ehrmann *et al.*, (2011)¹, pero se diferencia de la propuesta por esos autores en la selección de las variables exógenas y el método de identificación de los regímenes de heterocedasticidad. Ehrmann *et al.*, (2011) incluyen un conjunto de noticias macroeconómicas en los EE.UU. y la zona euro, el precio del petróleo y un factor común en el modelo de forma estructural. En cambio, en este trabajo se emplean factores comunes no observables a través de la construcción de índice sintético que se obtiene de un conjunto de mercados accionarios, bonos, dinero y tipos de cambio². Adicionalmente, Ehrmann *et al.*, (2011) identifica los regímenes de heterocedasticidad por medio del cálculo de varianzas móviles. Mientras que en este documento se emplea un modelo de Vectores Autorregresivos de cambio de régimen (MSVAR) para definir los regímenes de heterocedasticidad.

Identificación a través de heterocedasticidad

Siguiendo a Ehrmann *et al.*, (2011) se supone un modelo de comportamiento de la siguiente forma estructural:

$$A y_t = \vartheta + \Pi(L)y_{t-1} + \Psi(L)z_t + \mu_t \quad , \quad (1)$$

¹ Ehrmann *et al.*, (2011) recomiendan ver Wright (1928), Sentana y Fiorentini (2001) y Rigobon (2003) para la derivación teoría de la metodología.

² El índice sintético está compuesto por los mercados de acciones, bonos, dinero y tipo de cambio de los siguientes países: Canadá, Brasil, México, Argentina, Chile, Perú, Inglaterra, Zona Euro, Rusia, Grecia, Turquía, Japón, Hong Kong, China, Singapur, Australia, Otros Mercados de EE.UU., índice VIX, Petróleo y Oro. Para mayor detalle ver el Anexo 2.

donde y_t es un vector $y_t \equiv (r_t^{US}, b_t^{US}, s_t^{US}, r_t^{Col}, b_t^{Col}, s_t^{Col}, e_t)$ de los siete precios de los activos endógenos, es decir, las tasas de interés a corto plazo (r_t), rendimientos a largo plazo de los bonos (b_t) y retornos de los mercados de valores (s_t), para cada una de las dos economías, y el retorno del tipo de cambio (e_t). $\Pi(L)$ captura los efectos rezagados de las variables endógenas y_t y $\Psi(L)$ los efectos rezagados y contemporáneos de los factores comunes no observables z_t . Los factores comunes no observables z_t , se estiman a través de un Análisis de Componentes Principales. La matriz A 7x7 capturan las interacciones contemporáneas a través de los mercados de activos.

Teniendo en cuenta que la matriz A no es diagonal, los coeficientes no se pueden estimar utilizando las técnicas estándar. De hecho, el punto de partida para la identificación es la representación de la posibilidad de heterocedasticidad en los datos, Bacchiocchi (2011) redefiniendo el modelo VAR estructural de la ecuación (1) como sigue:

$$A y_t = \vartheta + \Pi(L)y_{t-1} + \Psi(L)z_t + (I_t + BD_t)\mu_t \quad , \quad (2)$$

donde los residuos de forma reducida ε_t están relacionados con los residuos estructurales μ_t de la siguiente manera:

$$A\mu_t = C_t\varepsilon_t \quad , \quad (3)$$

la matriz C_t representa la posible heterocedasticidad y se define de la siguiente forma:

$$C_t = (I_t + BD_t) \quad , \quad (4)$$

a su vez, Schneider (2013) define una versión generalizada de la ecuación (4) de la siguiente forma

$$C_t = (B + ED_t) \quad , \quad (5)$$

donde la matriz genérica D_t , es una matriz de selección que elige apropiadamente las columnas de B a participar en cada estado particular de volatilidad. La matriz B modela los impactos contemporáneos de los choques y la matriz E modela los posibles cambios en los impactos contemporáneos de los choques. La heteroscedasticidad, por lo tanto, se concibe como diferentes regímenes de volatilidad que podrían aplicarse a una o más variables en el sistema.

De acuerdo a Ehrmann *et al.*, (2011), los enfoques de identificación más utilizados son la descomposición de Cholesky y las restricciones de signo. La descomposición de Cholesky implica imponer demasiadas restricciones iguales cero, lo cual limitado cualquier tipo de modelación y las restricciones de signo conducen a una admisión extremadamente grande del espacio paramétrico. Por lo anterior, se emplea la identificación a través de heteroscedasticidad (IH). A su vez, Ehrmann *et al.*, (2011) indican que esta metodología aprovecha que generalmente las variables financieras presentan comportamientos heteroscedásticos, para resolver el problema de la identificación.

Por otra parte, difiere, por ejemplo, de otros enfoques metodológicos como el de Diebold y Yilmaz (2009), que se basan en la descomposición de la varianza de un VAR (en mi investigación utilizo un enfoque SVAR-IH), y hace parte de la segunda corriente de investigación que analiza la transmisión de los choques entre los mercados financieros internacionales (en mi análisis empleo un enfoque integral que permite analizar la transmisión indirecta de los shocks financieros a través de terceros mercados). No obstante, el enfoque de Diebold y Yilmaz (2009) permite analizar los efectos de desbordamiento continuamente en el tiempo.

La metodología de identificación a través de heterocedasticidad soluciona el problema de identificación a través de la existencia de regímenes heteroscedásticos acompañados de dos supuestos. Primero, se supone que los choques estructurales no están correlacionados. En segundo lugar, se supone que la matriz A es estable en el tiempo (regímenes de volatilidad). Por último, la identificación a través de heterocedasticidad se puede combinar con otros supuestos (como restricciones de exclusión o de signo).

Restricciones de exclusión

El sistema de ecuaciones del modelo de comportamiento se identifica por la heteroscedasticidad en los datos, sin embargo, imponemos algunas restricciones adicionales por las particularidades de los mercados colombianos. Con el fin de imponer restricciones razonables, se escribe la matriz A del modelo de forma estructural como sigue:

Matriz 1. *Matriz A del Modelo de forma estructural*

$$\begin{pmatrix} r^{US} \\ b^{US} \\ s^{US} \\ r^{Col} \\ b^{Col} \\ s^{Col} \\ e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \alpha_{12} & \alpha_{13} & \beta_{14} & \beta_{15} & \beta_{16} & \gamma_{17} \\ \alpha_{21} & 1 & \alpha_{23} & \beta_{24} & \beta_{25} & \beta_{26} & \gamma_{27} \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & 1 & \beta_{34} & \beta_{35} & \beta_{36} & \gamma_{37} \\ \beta_{41} & \beta_{42} & \beta_{43} & 1 & \alpha_{45} & \alpha_{46} & \gamma_{47} \\ \beta_{51} & \beta_{52} & \beta_{53} & \alpha_{54} & 1 & \alpha_{56} & \gamma_{57} \\ \beta_{61} & \beta_{62} & \beta_{63} & \alpha_{64} & \alpha_{65} & 1 & \gamma_{67} \\ \gamma_{71} & \gamma_{72} & \gamma_{73} & \gamma_{74} & \gamma_{75} & \gamma_{76} & 1 \end{pmatrix}$$

de manera que los parámetros α indican las perturbaciones entre los precios de activos nacionales dentro de los EE.UU. y Colombia, los parámetros β los choques internacionales y γ son las perturbaciones desde y hacia el tipo de cambio peso-dólar de Colombia.

Las restricciones de exclusión impuestas para la estimación del modelo aparecen en la Matriz 2. La hipótesis que sustenta estas restricciones es la siguiente:

1. La economía colombiana es pequeña y abierta, de modo que se descarta cualquier efecto de los principales mercados financieros colombianos sobre los principales mercados financieros estadounidenses.

Matriz 2. Restricciones de exclusión a los choques

$$\begin{pmatrix} r^{US} \\ b^{US} \\ s^{US} \\ r^{Col} \\ b^{Col} \\ s^{Col} \\ e \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1 & \alpha_{12} & \alpha_{13} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_{21} & 1 & \alpha_{23} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \alpha_{31} & \alpha_{32} & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ \beta_{41} & \beta_{42} & \beta_{43} & 1 & \alpha_{45} & \alpha_{46} & \gamma_{47} \\ \beta_{51} & \beta_{52} & \beta_{53} & \alpha_{54} & 1 & \alpha_{56} & \gamma_{57} \\ \beta_{61} & \beta_{62} & \beta_{63} & \alpha_{64} & \alpha_{65} & 1 & \gamma_{67} \\ \gamma_{71} & \gamma_{72} & \gamma_{73} & \gamma_{74} & \gamma_{75} & \gamma_{76} & 1 \end{pmatrix}$$

Procedimiento de estimación

El procedimiento de estimación es el siguiente:

1. Construir una variable índice multidimensional (z_t) a través del análisis de Componentes Principales de un conjunto de mercados accionarios, bonos, dinero y tipos de cambio.
2. Estimar un modelo VAR con la ecuación (1). La elección del rezago óptimo se realiza por medio de los criterios de información Schwarz y Hanna-Quinn. A partir de este paso, recuperamos los residuos de forma reducida, que contienen sólo los efectos contemporáneos.
3. A partir de los residuos de forma reducida se definen los regímenes heteroscedásticos. Lo hacemos mediante la estimación de un modelo Markov-Switching Vector Autorregresivo (MSVAR).
4. Estimamos los parámetros de interés por medio de la siguiente función de log-verosimilitud de Schneider (2013):

$$\mathcal{L}(\theta) = -\frac{Tn}{2} \log 2\pi + T \log |A| - \sum_T \log |B + ED_t| - \frac{1}{2} \sum_T \text{tr} \left[u_t^* u_t^{*'} A_t^* (B^* + E^* D)^{-1'} (B^* + E^* D)^{-1} A^* \right], \quad (6)$$

5. Se estima las funciones impulso-respuesta estructural condicional (SIRFs) y la descomposición de la varianza estructural condicional (SFEVDs). Estas se calculan siguiendo a Schneider (2013)³. De acuerdo a este autor, "condicional" significa que las SIRFs y SFEVDs deben ser interpretados como resultados de las simulaciones dinámicas que se crean dentro de cada régimen específico.
6. Se emplea la técnica de *bootstrap* basado en los residuos para evaluar la significancia de los coeficientes, SIRFs y SFEVDs estimadas.

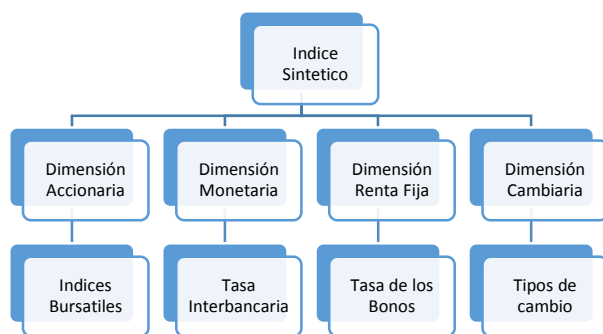
DATOS

El análisis empírico se centra en los vínculos financieros entre los mercados monetarios, los mercados de bonos, los mercados de valores y los mercados de divisas de Colombia y de Estados Unidos, en el período 2003-2015. La fuente de datos para las series de los mercados financieros son la Reserva Federal, el Banco de la Republica, Quandl y el Grupo Aval. Para los EE.UU., se incluye la tasa de interés de los fondos federales para el tasa de interés de corto plazo, la tasa de los bonos del Tesoro a 10 años para la tasa de interés de largo, y el índice Dow Jones para el mercado de valores. Para Colombia, se utiliza la tasa interbancaria para la tasa de interés de corto plazo, la tasa de interés de los TES a 10 años para la tasa de interés de largo plazo, y el índice IGBC para el mercado de valores. El tipo de cambio es peso-dolar. Cada una de las siete variables se expresa en términos de las diferencias de los log de los precios de los activos. Todas las series presentan las características típicas de heterocedasticidad, asimetría, exceso de curtosis y estacionariedad

³ Ver Schneider (2013) para la derivación teoría de las funciones de impulso-respuesta y descomposición de la varianza.

(Prueba de Dickey-Fuller Aumentada, Phillips-Perron y Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin). Los criterios de información Schwarz y Hanna-Quinn indican estimar una VAR con 2 rezagos. En el Anexo 1 se describen las nomenclaturas de las series de tiempo utilizadas.

En cuanto a la construcción del índice sintético multidimensional que representa los factores comunes no observables. Primero, se separan las variables por tipo de activo: acciones, bonos, tasa de interés y tipos de cambio. Se construye un índice sintético para cada tipo de activo, y luego, con los cuatro índices resultantes se calculó un índice compuesto por las cuatro dimensiones de tipo de activo (acciones, bonos, tasa de interés y tipo de cambio).



Grafica 1. Índice Sintético multidimensional. Fuente: Elaboración Propia

RESULTADOS

Esta sección se dedica a la presentación de los resultados. Como se hace imposible una descripción exhaustiva de todos los resultados por cuestiones de espacio, se presentan los resultados más importantes y en particular se realiza una amplia descripción de los efectos de las perturbaciones en los mercados estadounidenses sobre los mercados colombianos.

Análisis de correlación móvil

El análisis de correlación móvil permite tener una primera aproximación al grado de integración financiera entre los principales mercados colombianos y los principales mercados de EE.UU. El cálculo de la correlación móvil en una ventana de 180 días entre los mercados de dinero, bonos y acciones de Colombia y EE.UU y la tasa de cambio, muestra una alta integración de los mercados de acciones y bonos colombianos con los mercados financieros de EE.UU. (ver grafica 2).

Análisis de spillovers

De acuerdo a Ehrmann *et al.*, (2011), las estimaciones de los coeficientes del modelo en forma estructural representan los efectos contemporáneos en cada una de las ecuaciones (matriz A), en cambio, los coeficientes del modelo en forma reducida constituyen los vínculos directos e indirectos a través de los precios de los activos (matriz A^{-1}). Ehrmann *et al.*, (2011), definen los vínculos indirectos como efectos de desbordamiento de los choques que se producen a través de la influencia de otros precios de activos.

Los resultados de la estimación del modelo SVAR (IH) se presentan en las tablas 4 y 5 del Anexo 3. La tabla 4, muestra las estimaciones del modelo en forma estructural. La tabla 5, representa los resultados del modelo en forma reducida. En cuanto a las repeticiones de Bootstrap (1000), se sintetizan en las gráficas 5 y 6 del Anexo 4.

Efectos directos

Como se indicó anteriormente, las estimaciones de los parámetros del modelo en forma estructural representan los efectos de desbordamientos directos o *spillover*. A continuación se presentan los efectos *spillover* de los mercados financieros de EE.UU. a los mercados financieros colombianos:

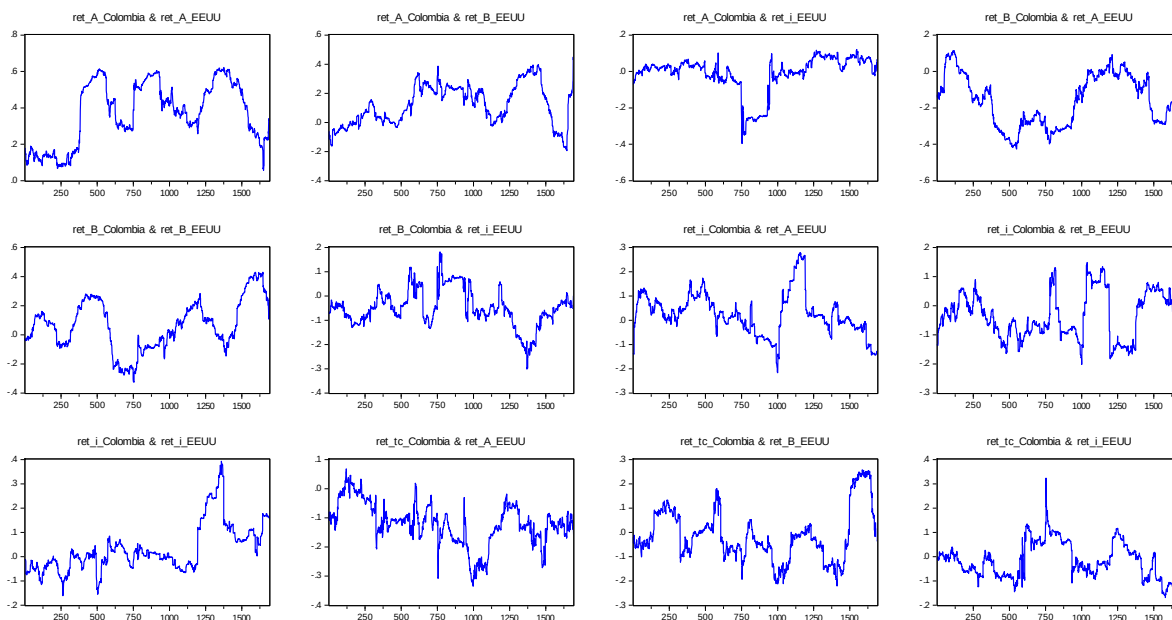
$$r_t^{col} = 0.0073 \cdot r_t^{US} + 0.0053 \cdot b_t^{US} + 0.0131 \cdot s_t^{US} - 0.0248 \cdot b_t^{col} + 0.0161 \cdot s_t^{col} + 0.0794 \cdot e_t + 0.0005 \cdot z_t, \quad (7)$$

$$b_t^{col} = -0.0072 \cdot r_t^{US} + 0.1328 \cdot b_t^{US} - 0.0102 \cdot s_t^{US} + 0.0744 \cdot r_t^{col} + 0.0811 \cdot s_t^{col} - 0.1094 \cdot e_t + 0.0491 \cdot z_t, \quad (8)$$

$$s_t^{col} = 0.0036 \cdot r_t^{US} - 0.0652 \cdot b_t^{US} - 0.0134 \cdot s_t^{US} + 0.0124 \cdot r_t^{col} - 0.2389 \cdot b_t^{col} + 0.6891 \cdot e_t - 0.1349 \cdot z_t, \quad (9)$$

$$e_t^{col} = 0.0032 \cdot r_t^{US} - 0.0094 \cdot b_t^{US} - 0.0499 \cdot s_t^{US} - 0.0422 \cdot r_t^{col} + 0.0311 \cdot b_t^{col} - 0.1612 \cdot s_t^{col} + 0.0287 \cdot z_t, \quad (10)$$

Grafica 2. Correlación móvil en una ventana de 180 días



En la gráfica se presenta el cálculo de la correlación móvil para una ventana de 180 días entre los mercados financieros colombianos y los mercados financieros estadounidenses. Fuente: Elaboración propia.

Los *spillover* de los EE.UU. a los principales mercados financieros colombianos son considerablemente pequeños y en general son estadísticamente no significativos, solo los efectos contemporáneos del mercado de bonos de EE.UU. a los mercados de bonos y acciones colombianos y el efecto directo del mercado de acciones de EE.UU. a la tasa de cambio son significativos. El resultado diferencial se encuentra en los mercados de bonos, con un *spillover* de 0.1328 desde EE.UU. a Colombia. A su vez, el mercado de bonos estadounidense tiene la mayor influencia relativa sobre los mercados colombianos y en una menor proporción el mercado accionario estadounidense. De esta manera, las estimaciones parecen plausibles, dado el papel de liderazgo de estos dos mercados estadounidenses a

nivel mundial. Por último, el mercado interbancario colombiano es poco sensible a las turbulencias de los mercados internacionales.

En cuanto a los efectos contemporáneos entre los mercados colombianos, sus magnitudes son muy pequeñas. El mercado interbancario influye significativamente a los mercados de bonos y la tasa de cambio. No obstante, solo existe una interdependencia significativa entre los mercados de acciones y la tasa de cambio.

En resumen, los resultados reflejan una posición dominante del mercado de bonos estadounidense como el mayor generador de información financiera para los principales mercados colombianos, al influenciar directamente a los mercados de bonos y acciones e indirectamente a los mercados de acciones y la tasa de cambio. De igual manera, existe una transmisión indirecta de los choques del mercado accionario estadounidense al mercado accionario colombiano a través del mercado cambiario.

Efectos globales

Como se indicó anteriormente, las estimaciones de los parámetros del modelo en forma reducida representan los efectos de desbordamientos globales (directos e indirectos) u “*overall spillovers*”. A continuación se presentan los efectos *overall spillovers* de los mercados financieros de EE.UU. a los mercados financieros colombianos:

$$r_t^{col} = -0.0076.r_t^{US} - 0.0008.b_t^{US} - 0.0094.s_t^{US} - \mathbf{0.9949}.r_t^{col} + 0.0222.b_t^{col} - 0.0009.s_t^{col} - 0.0821.e_t + 0.0005.z_t, \quad (11)$$

$$b_t^{col} = 0.0071.r_t^{US} - \mathbf{0.1163}.b_t^{US} - 0.0720.s_t^{US} - \mathbf{0.0754}.r_t^{col} - \mathbf{0.9761}.b_t^{col} - 0.0869.s_t^{col} + 0.0409.e_t + \mathbf{0.0491}.z_t, \quad (12)$$

$$s_t^{col} = -\mathbf{0.0069}.r_t^{US} + \mathbf{0.0779}.b_t^{US} + \mathbf{0.0954}.s_t^{US} + 0.0297.r_t^{col} + \mathbf{0.1907}.b_t^{col} - \mathbf{0.8829}.s_t^{col} - \mathbf{0.6270}.e_t - \mathbf{0.1349}.z_t, \quad (13)$$

$$e_t^{col} = -0.0016.r_t^{US} - 0.0128.b_t^{US} + 0.0351.s_t^{US} + 0.0348.r_t^{col} - \mathbf{0.0620}.b_t^{col} + \mathbf{0.1397}.s_t^{col} - \mathbf{0.8941}.e_t^{col} - \mathbf{0.0287}.z_t, \quad (14)$$

Los efectos de la transmisión de los *overall spillovers* de EE.UU. a los principales mercados financieros colombianos tienen magnitudes muy pequeñas, sin embargo, una diferencia interesante, en comparación con los resultados obtenidos en la forma estructural, se refiere a la significancia estadística de los *overall spillovers* en el mercado accionario colombiano, lo cual refleja su sensibilidad a los mercados financieros internacionales. Por otra parte, se mantiene la predominancia del mercado de bonos estadounidense en la transmisión de los efectos *spillovers*. Por último, los efectos de los *overall spillovers* en el mercado interbancario colombiano son muy similares a los encontrados en las estimaciones del modelo estructural (*spillovers*).

En cuanto a los *overall spillovers* entre los mercados colombianos, estos son relativamente más grandes que las estimaciones de los coeficientes en el modelo estructural. En promedio, un *shock* del 1% a la tasa de cambio lleva a un ajuste correspondiente de los precios de renta variable del 0,63%. De igual manera, se mantiene la interdependencia significativa entre los mercados de acciones y la tasa de cambio. Por último, el liderazgo en la influencia relativa pasa del mercado interbancario al mercado de bonos.

En resumen, el análisis de *overall spillovers* permite detectar que los tres mercados estadounidenses generan transmisiones significativas de sus choques directos y a través de terceros mercados (colombianos) a los mercados colombianos, sin embargo, el mercado de bonos estadounidense conserva su liderazgo influyente. Estos resultados son coherentes a los hallazgos de Ehrmann *et al.*, (2011), donde los vínculos de mercado-cruzado y la transmisión indirecta de los choques financieros a través de terceros mercados son muy relevantes para la comprensión integral de las relaciones entre los mercados financieros.

Análisis de impulso-respuesta

En esta sección analizamos las funciones impulso-respuesta del modelo de forma estructural, que nos permite medir la magnitud y velocidad de la propagación de los choques de los mercados estadounidenses sobre los mercados colombianos. Los efectos de las perturbaciones de los mercados estadounidenses provocan cambios moderadamente significativos y transitorios en los mercados financieros colombianos. El mercado de bonos estadounidense genera los efectos de mayor magnitud en relación a los demás mercados estadounidenses, conservando el liderazgo influyente sobre los mercados financieros colombianos. Por otra parte, una situación interesante es la relación entre el mercado accionario estadounidense y los mercados colombianos, sus funciones impulso-respuesta son iguales durante los tres regímenes de volatilidad, lo cual podría indicar que los efectos de la transmisión de los choques en el mercado accionario estadounidense son independientes de los regímenes de volatilidad.

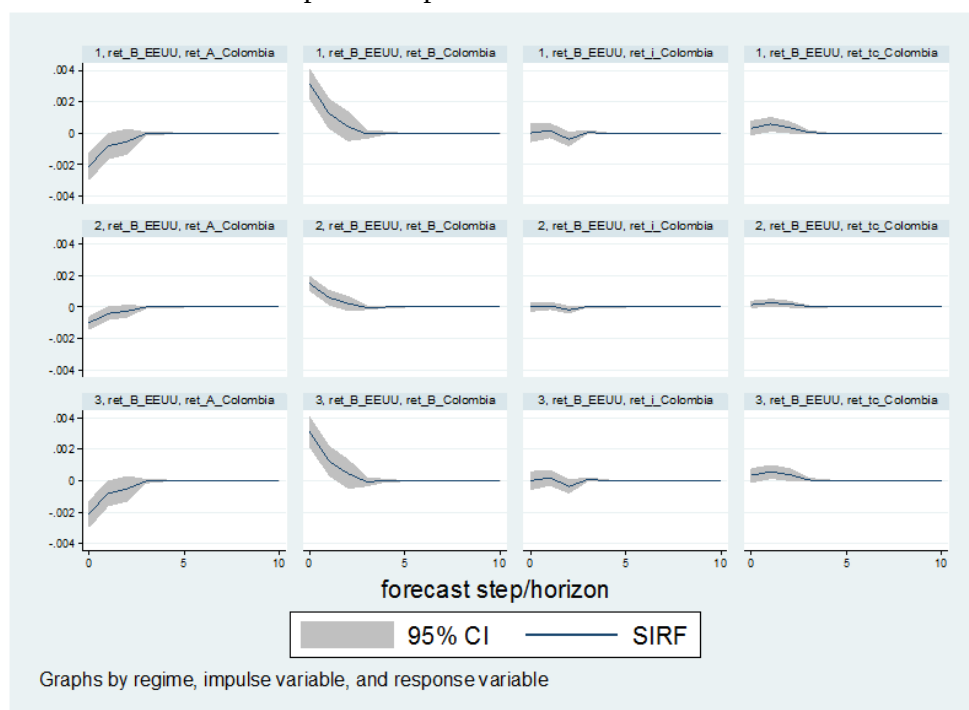
Los efectos de la transmisión de los choques entre los mercados colombianos son mayores a los impactos de los mercados estadounidenses. En general, solo los mercados accionario y cambiario provocan impactos moderadamente significativos, aunque transitorios sobre los demás mercados colombianos.

A continuación se presentan las funciones impulso-respuesta de los choques del mercado de bonos estadounidense sobre los mercados colombianos y los choques del mercado de bonos colombiano en los demás mercados nacionales, las demás funciones impulso-respuesta se encuentran en el Anexo 5.

Análisis de descomposición de varianza

En esta sección analizamos la influencia relativa de los mercados estadounidenses y nacionales sobre los mercados colombianos. La tabla 1 muestra la descomposición de la varianza de cada uno de los mercados colombianos en los tres regímenes de volatilidad.

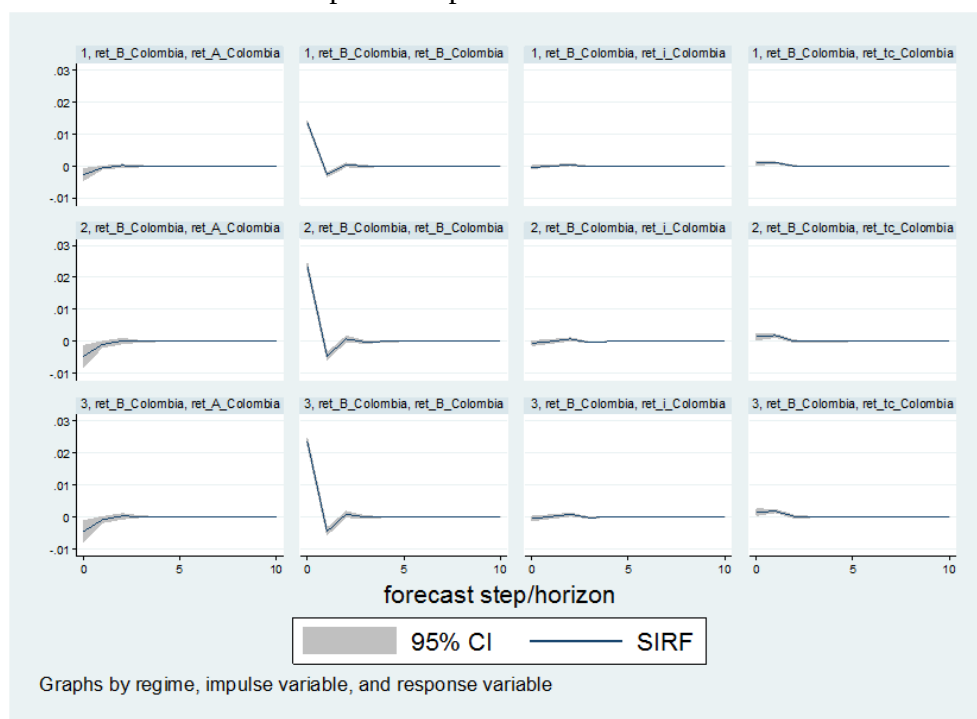
Grafica 3. Función Impulso-Respuesta. Mercado de Bonos Estadounidense



La grafica muestra las funciones impulso-respuesta de los choques del mercado de bonos estadounidense sobre los mercados colombianos. La notación de los subtítulos de la gráfica es la siguiente (# régimen, variable de impulso, variable de respuesta). Fuente: Elaboración propia.

Cada casilla de la tabla 1 indica la proporción de la varianza total de cada uno de los mercados colombianos (columnas) que se explica por los choques sobre los siete precios de los activos μ_i (filas). Como lo establece Ehrmann *et al.*, (2011) los números en cursiva y subrayado son los errores estándar para medir la significación estadística de los coeficientes estimados.

Grafica 4. Función Impulso-Respuesta. Mercado de Bonos Colombiano



La grafica muestra las funciones impulso-respuesta de los choques del mercado de bonos colombiano sobre los demás mercados nacionales. La notación de los subtítulos de la gráfica es la siguiente (# régimen, variable de impulso, variable de respuesta). Fuente: Elaboración propia.

Tabla 1. Descomposición de Varianza en los regímenes de volatilidad.

	Régimen 1				Régimen 2				Régimen 3			
	r_t^{Col}	b_t^{Col}	s_t^{Col}	e_t	r_t^{Col}	b_t^{Col}	s_t^{Col}	e_t	r_t^{Col}	b_t^{Col}	s_t^{Col}	e_t
r_t^{US}	0.19% <u>0.25%</u>	0.98% <u>0.73%</u>	0.53% <u>0.50%</u>	0.88% <u>0.54%</u>	0.02% <u>0.02%</u>	0.00% <u>0.00%</u>	0.00% <u>0.00%</u>	0.01% <u>0.01%</u>	0.19% <u>0.25%</u>	0.34% <u>0.26%</u>	0.32% <u>0.30%</u>	0.82% <u>0.50%</u>
b_t^{US}	0.04% <u>0.04%</u>	5.53% <u>1.36%</u> ***	2.61% <u>0.97%</u> ***	0.64% <u>0.36%</u> *	0.21% <u>0.23%</u>	0.46% <u>0.12%</u> ***	0.42% <u>0.16%</u> ***	0.49% <u>0.28%</u> *	0.04% <u>0.04%</u>	1.94% <u>0.50%</u> ***	1.58% <u>0.59%</u> ***	0.60% <u>0.34%</u> *
s_t^{US}	0.00% <u>0.01%</u>	0.28% <u>0.33%</u>	0.40% <u>0.33%</u>	0.67% <u>0.25%</u> ***	0.04% <u>0.21%</u>	0.10% <u>0.12%</u>	0.28% <u>0.23%</u>	2.22% <u>0.87%</u> **	0.00% <u>0.01%</u>	0.10% <u>0.11%</u>	0.24% <u>0.20%</u>	0.62% <u>0.24%</u> ***
r_t^{Col}	99.24% <u>0.36%</u> ***	1.23% <u>1.20%</u>	0.22% <u>0.40%</u>	0.62% <u>0.66%</u>	90.64% <u>3.21%</u> ***	0.02% <u>0.02%</u>	0.01% <u>0.01%</u>	0.08% <u>0.09%</u>	99.05% <u>0.38%</u> ***	0.43% <u>0.42%</u>	0.14% <u>0.24%</u>	0.58% <u>0.62%</u>
b_t^{Col}	0.07% <u>0.04%</u> *	90.20% <u>2.72%</u> ***	3.54% <u>2.58%</u>	1.91% <u>0.63%</u> ***	4.99% <u>2.83%</u> *	98.44% <u>1.27%</u> ***	7.44% <u>5.26%</u>	19.36% <u>5.74%</u> ***	0.21% <u>0.13%</u> *	96.15% <u>1.45%</u> ***	6.53% <u>4.63%</u>	5.43% <u>1.74%</u> ***
s_t^{Col}	0.06% <u>0.04%</u> *	1.47% <u>1.92%</u>	71.49% <u>5.95%</u> ***	4.13% <u>1.44%</u> ***	2.49% <u>1.45%</u> *	0.96% <u>1.25%</u>	89.30% <u>5.33%</u> ***	24.86% <u>7.15%</u> ***	0.11% <u>0.06%</u> *	0.93% <u>1.23%</u>	78.35% <u>5.76%</u> ***	6.97% <u>2.36%</u> ***
e_t	0.40% <u>0.25%</u>	0.31% <u>0.42%</u>	21.19% <u>5.42%</u> ***	91.15% <u>1.73%</u> ***	1.62% <u>0.99%</u>	0.02% <u>0.03%</u>	2.56% <u>0.82%</u> ***	52.97% <u>5.56%</u> ***	0.40% <u>0.25%</u>	0.11% <u>0.15%</u>	12.84% <u>3.65%</u> ***	84.99% <u>2.64%</u> ***

El cuadro presenta la proporción de la varianza de cada serie, que se explica por los distintos shocks estructurales. Los números sin cursiva ni subrayado representan la descomposición de la varianza. Los números en cursiva y subrayados son los errores estándar. Los asteriscos denotan significación a un nivel del *90%, **95% y *** 99%.

Confirmamos algunos resultados conocidos de la literatura, pero esta vez para el caso colombiano, referente a que las perturbaciones idiosincráticas de los mercados explican la mayor parte de sus respectivas varianzas. En este ejercicio, los mercados financieros colombianos están impulsados principalmente por factores específicos nacionales y de los mercados específicos. Encontramos que la mayor parte de las respectivas varianzas se explican por las perturbaciones idiosincráticas propias, que oscila entre 53% y 99,2%.

Para medir la proporción de las varianzas de los activos colombianos explicada por los activos estadounidenses en los regímenes de volatilidad 1, 2 y 3, se toma un promedio de todos los efectos de los mercados estadounidenses en los mercados colombianos en cada régimen, obteniendo que estos representan aproximadamente el 3,2%, 1%, 1,7% de la varianza, respectivamente. En particular, los mercados estadounidenses logran explicar aproximadamente el 7% de la varianza de los bonos colombianos en el primer régimen de volatilidad. Por el contrario, la transmisión de los choques entre los mercados colombianos en los tres regímenes de volatilidad, se encuentra que estos son responsables de aproximadamente el 9%, 16%, 9% de la varianza, respectivamente. Conviene subrayar, que los mercados nacionales logran explicar 44,3% de la varianza de la tasa de cambio en el segundo régimen de volatilidad.

El resultado más relevante es que una parte importante del comportamiento de los mercados financieros colombianos se explica por los precios de los activos nacionales, aunque a primera instancia puede resultar contra-intuitivo, se explicará con mayor profundidad en la sección de robustez y conclusiones. La tasa de cambio y el precio de las acciones colombianas son los activos más sensibles a la transmisión de los choques en los demás mercados nacionales. A tal punto, que se identifica una interdependencia

estadísticamente significativa entre estos mercados en los tres regímenes de volatilidad. A su vez, el mercado de bonos explica una proporción importante de los movimientos de la tasa de cambio, especialmente en el 2 régimen de volatilidad.

En resumen, los choques en los mercados financieros estadounidenses tienen un efecto relativamente bajo sobre los mercados financieros colombianos. No obstante, en el primer régimen, en promedio, la varianza de los mercados colombianos se explica por la evolución de los mercados estadounidenses en 3,2%, aunque si excluimos el mercado interbancario colombiano el efecto se magnifica a 4,2%. Por otra parte, la transmisión de los choques entre los mercados colombianos es relativamente importante, particularmente en el segundo régimen, puesto que en promedio, las perturbaciones nacionales explican aproximadamente 17% de la varianza de los mercados colombianos y se magnifica su efecto al excluir el mercado de bonos alcanzado un valor de 21,1%.

Robustez de los resultados

En este apartado siguiendo a Ehrmann *et al.*, (2011), se realiza un análisis de robustez a las estimaciones del modelo. Este análisis se puede dividir en cuatro grupos. En primer lugar, se revisa si diferentes enfoques para la construcción del índice sintético tienen una influencia importante en los resultados. En segundo lugar, se examina los efectos de la posición del ciclo económico de EE.UU. o el impacto de las mayores crisis financieras internacionales en el periodo de estudio. En tercer lugar, se prueba si cambiando el número de regímenes del modelo de referencia, los resultados estimados se ven afectados. Por último, se estudia los efectos de modificar el papel del índice sintético en el modelo de referencia. Teniendo en cuenta la extensión del análisis de robustez, meramente se esbozarán los resultados más importantes y en particular, se realiza una amplia descripción

de los efectos de desbordamiento de los mercados estadounidenses sobre los mercados colombianos. La Tabla 2 muestra las estimaciones de los coeficientes del modelo de forma estructural, que constituyen la base del análisis, cada columna representa una prueba de robustez. Adicionalmente, para facilitar la comparación, los resultados de las estimaciones del modelo referencia se muestran en la primera columna.

Tabla 2. Prueba de Robustez. Parámetros estimados de forma estructural

Modelo Referente		Índice Sintético Principal	Periodo recesión de EEUU	Periodos de crisis financieras	2 Regímenes	4 Regímenes	Exclusión del V. Exógena
Transmisión Nacional							
EE.UU.							
α_{12}	-0.0435**	0.0153	-0.7802	-0.1856	-0.0341	120.0024	0.0989
α_{13}	0.0327	-0.8861***	1.8079***	-0.4099	-0.7721***	68.2298	-2.1644***
α_{21}	0.0053	-0.0139	0.0618	0.0191	0.0268	-0.0821	-0.0784***
α_{23}	-0.6871**	-1.3096**	-0.2869	0.6152**	2.1918*	-10.2475*	-1.5983***
α_{31}	0.0028	0.0133***	-0.0158*	0.0032	0.0081	-1.4814***	0.1339***
α_{32}	0.1123**	0.2425***	0.0931	-0.1381***	-0.3681**	-0.0109	0.7172***
Colombia							
α_{45}	0.0247	0.0388**	-0.0339*	0.0001	0.0261	-11.1688***	0.0211
α_{46}	-0.0161	-0.0079	-0.0033	0.0061	-0.0203	-1.699*	0.0082
α_{54}	-.0744*	-0.1258**	0.1398	0.0352	-0.0754	34.9203*	-0.0686***
α_{56}	-0.0811	0.0159	0.3824	1.6821***	0.1277	-0.4961	0.2719**
α_{64}	-0.0124	-0.0031	-0.1329	0.0831	0.0195	0.0232	0.0171
α_{65}	0.2389***	0.1565	-1.3402**	-2.4754***	0.0767	0.0497	-0.0057
Transmisión Internacional							
EE.UU. a Colombia							
β_{41}	-0.0073	0.0011	-0.0054**	-0.0006	-0.0005	-0.0808	-0.0005
β_{42}	-0.0053	-0.0096	-0.0063	-0.0019	0.0052	1.4446**	0.0053
β_{43}	-0.0131	0.0129	0.0011	-0.0087	-0.02	-0.8136	0.0013
β_{51}	0.0072	0.006	0.0063	0.0016	0.0023	-0.121	0.003
β_{52}	-0.1328***	-0.1429***	0.0238	0.0471	-0.0889***	0.0713	-0.0584***
β_{53}	0.0102	0.0603	0.0102	-0.0663	0.0611	-0.1736	0.0705
β_{61}	-0.0036	-0.0003	-0.0113	-0.0175	-0.0031	-0.0054*	0.0047
β_{62}	0.0652***	0.0716***	0.0443	0.2601***	0.0666***	0.0670***	-0.0083
β_{63}	0.0134	-0.0411	-0.135	0.0916	-0.0008	0.0223	-0.3978***
Efectos tasa de Cambio							
γ_{47}	-0.0794	-0.0146	-0.0522***	-0.0043	-0.0801	2.0313*	-0.0028
γ_{57}	0.1094	-0.2559	0.8413**	-0.2171**	-0.0091	0.0896	-0.1453***
γ_{67}	-0.6891***	-0.3339	1.046	0.5972*	-0.2746	-0.1154**	-0.0609
γ_{71}	-0.0032	-0.0021	-0.0038	0.0007	0.001	0.0039	-0.0034
γ_{72}	0.0094	0.0012	0.0094	-0.017	-0.0026	-0.0153*	0.0068
γ_{73}	0.0499**	0.0721***	0.0488	0.0085	-0.0014	0.0093	0.0689***
γ_{74}	0.0422*	0.0199	-0.0936	0.0247	0.0394	0.0134	0.0179
γ_{75}	-0.0311	0.0054	-0.8373***	0.1166**	-0.0446	-0.0168	-0.0206
γ_{76}	0.1612***	0.076	-1.7941***	-0.0856**	0.044	0.0037	0.0051

Nota: El cuadro presenta los coeficientes estimados del modelo referencia, usando un número de variaciones del modelo. Los asteriscos denotan significación a un nivel del *90%, **95% y *** 99%.

Cambios en la construcción del índice sintético (choques comunes no observables)

En este apartado, se modifica la estructura del índice sintético para evaluar la solidez de los resultados. Se construyen dos índices sintéticos⁴ a través del Análisis de Componentes Principales, con la intención de crear dos series de datos que capturen el movimiento común de los conjuntos de datos alternativos. El primer índice se elabora a través de la selección de los principales mercados financieros internacionales. El segundo índice se basa en la ubicación geográfica de los mercados, para su construcción, primero se dividen las variables por su ubicación geográfica: Norte América, Europa Central, Europa Oriental, Asia, América Latina, Oceanía y “Materia Primas”. Se construye un índice sintético para cada ubicación geográfica, y luego, con los siete índices resultantes se calculó un índice compuesto por las siete dimensiones geográficas.

La segunda columna de la Tabla 2, representa la prueba de robustez referente a los cambios en la composición del índice sintético, cuando se escoge los principales mercados financieros internacionales de los datos disponibles. En comparación con las estimaciones del modelo de referencia, se observa una disminución de los efectos de desbordamiento de los mercados interbancarios estadounidenses sobre los mercados colombianos. Por otra parte, los resultados del segundo índice se presentan en la Tabla 8 del Anexo 6. Al compararlo con los resultados del modelo referente, se reduce el efecto de desbordamiento de los mercados estadounidenses sobre el mercado interbancario colombiano, en contraste, el efecto de desbordamiento de los mercados estadounidenses aumenta sobre el mercado accionario. Entonces, ambas pruebas sugieren que al modificar tanto el número de mercados como la multidimensionalidad del índice sintético, la magnitud de los vínculos entre los mercados se puede ver afectada.

⁴ Para mayor detalle de la composición de los índices ver Anexo 6. Tablas 6 y 7.

Ciclo económico de EE.UU. y las crisis financieras

La prueba de robustez de la posición del ciclo económico estadounidense, se presenta en la tercera columna de la Tabla 2. De acuerdo a Anderson *et al.*, (2007) en los periodos de contracción económica, los vínculos de efectos cruzados entre los países se fortalecen. Por consiguiente, el modelo se reestima para los datos del periodo de recesión de la economía de EE.UU. (12-2007 a 6-2009), este último se establece en función de la clasificación del NBER. Los resultados no permiten establecer con claridad si los efectos de desbordamientos de los mercados estadounidenses se intensifican o desacoplan en el periodo de la crisis económica. No obstante, en la tabla 9 del Anexo 6, ampliamos el análisis a la descomposición de la varianza, donde se observa una disminución de la relevancia de los factores idiosincrásicos en la explicación de sus propias varianzas. En contraste, se presenta un aumento en la importancia relativa de los mercados estadounidenses y nacionales en la explicación de las varianzas de los mercados colombianos.

Ehrmann *et al.*, (2011), plantea que los vínculos entre los mercados internacionales difieren durante las crisis financieras internacionales. Por lo tanto, el modelo de referencia se reestima en tres nuevas versiones: la primera versión toma los datos de las crisis financieras ocurridas durante el periodo de análisis; la segunda versión emplea los datos del periodo de la crisis Subprime; y la tercera versión utiliza los datos del periodo de crisis de la deuda europea⁵. De esta forma, la prueba de robustez de la columna cuatro hace referencia a los datos de los periodos de crisis financieras. De igual modo que en el periodo de recesión económica de EE.UU., no se observa con claridad si los efectos de desbordamientos se intensifican o desacoplan. Con el objetivo de refinar el análisis, en la tabla 10 del anexo 6

⁵ La fecha de la crisis Subprime se especifica siguiendo Baur (2012) y la crisis de deuda europea siguiendo a Lane (2012)

ampliamos la perspectiva de análisis a la descomposición de la varianza, de manera análoga al periodo de recesión económica de EE.UU., aumenta el porcentaje de explicación de los mercados estadounidenses y los mercados nacionales en la varianza de los mercados colombianos.

En cambio, los resultados de la segunda y tercera versión del modelo se presentan en el Tabla 8 del Anexo 6. Los resultados son similares a los encontrados en los periodos de crisis financieras. No obstante, la mayoría de las estimaciones de los parámetros en el periodo de crisis de la deuda europea son más grandes y con mayor precisión, lo cual sugiere que durante el periodo de crisis de la deuda europea, los vínculos entre los mercados se intensificaron.

Numero de regímenes de heterocedasticidad

Las columnas cinco y seis de la tabla 2 y la columna 5 de la tabla 8 del Anexo 6, evalúan la solidez de los resultados cuando se modifican el número de regímenes de heterocedasticidad. Aunque las estimaciones de los coeficientes cambian relativamente en su magnitud, lo más importante, la dominación del mercado de bonos estadounidense sobre los mercados financieros colombianos aprueba estas pruebas de robustez. No obstante, se debe mencionar que al aumentar el número de regímenes, los coeficientes son relativamente menos robustos y al disminuir el número de regímenes, las estimaciones de los coeficientes son relativamente menos significativas individualmente.

Choques comunes no observables

El último caso, se estima el modelo de referencia en dos nuevas versiones: una suponiendo que no hay perturbaciones comunes (índice sintético) y la otra asumiendo que las perturbaciones comunes se determinan al interior del modelo. Siguiendo a Rigobon (2003), se busca resaltar la importancia de los choques comunes no observables en la estimación

del modelo de referencia. Los resultados demuestran que al excluir las perturbaciones comunes, las estimaciones de los coeficientes cambian relativamente en su magnitud. Estos hallazgos sugieren que la rotación de los residuos observados en los datos no se puede explicar por las variaciones en la varianza de las perturbaciones estructurales por sí solos, especialmente para la transmisión nacional en los mercados de EE.UU. y Colombia. En contraste, cuando se incluye las perturbaciones comunes, como variable endógena en el modelo de referencia, la mayoría de los efectos de desbordamientos de EE.UU. a Colombia son más grandes, lo cual puede sugerir que incluir esta variable “sesgaría” la magnitud de los efectos de desbordamiento de los mercados estadounidenses sobre los mercados colombianos.

En síntesis, los resultados claves, a saber, la dominación del mercado de bonos estadounidense sobre los mercados financieros colombianos, el mercado interbancario colombiano es poco sensible a las turbulencias de los mercados internacionales y la existencia de transmisión indirecta de los choques de los mercados estadounidenses sobre los mercados colombianos, son afectados de forma insignificante en las pruebas de robustez. En consecuencia, las conclusiones anteriores sobre la importancia de la transmisión de los choques internacionales son en gran medida robustas.

CONCLUSIONES

Este artículo estima un modelo empírico estructural, útil para la cuantificación y el análisis de la transmisión de los choques financieros internacionales sobre los principales mercados financieros colombianos. La metodología modela cada precio de los activos con ayuda de VAR estructural, el cual emplea la heterocedasticidad que existe en los datos para la

identificación y la estimación de los coeficientes de transmisión financiera internacional sobre los mercados de dinero, bonos, acciones y tipo de cambio de Colombia. A su vez, la literatura académica que aborda la transmisión de los choques financieros entre los mercados internacionales, plantea la complejidad de los vínculos tanto en su medición como en su comprensión. En este trabajo se demuestra que, efectivamente, la transmisión de los choques financieros internacionales sobre los mercados colombianos no escapa a esta complejidad. Por lo tanto, estos hallazgos son muy importantes en términos de política económica, gestión de riesgos y diversificación del portafolio de inversiones, entre otros.

La metodología seleccionada en este artículo se aplica a la transmisión de los choques de los mercados financieros de EE.UU. a los mercados de Colombia durante el periodo de 2003 a 2015. Los resultados acentúan la importancia de las perturbaciones idiosincráticas propias de los mercados colombianos y el efecto relativamente bajo de los efectos de desbordamiento de los mercados financieros estadounidenses sobre los mercados colombianos. No obstante, los resultados reflejan la posición dominante del mercado de bonos estadounidenses como el motor de los efectos de desbordamiento, tanto en la misma clase de activo (bonos colombianos), así como a través de los demás activos colombianos. A su vez, encontramos una fuerte evidencia de los efectos *overall spillovers* entre los mercados estadounidenses y colombianos (mercado-cruzado), tanto en su magnitud como su significancia, especialmente, la sensibilidad del mercado accionario colombiano a estos. En general, los mercados financieros estadounidenses explican, en promedio, alrededor del 3,2% de los movimientos de los mercados financieros colombianos durante el periodo de 2003-2015. Así mismo, el efecto se intensifica en el periodo de la crisis de deuda europea, alcanzando a explicar el 10% de los movimientos de los mercados colombianos.

Aunque es clara la importancia relativa de los activos nacionales en la explicación del comportamiento de los mercados financieros colombianos, estos resultados deben contextualizarse teniendo en cuenta que la metodología se encuentra focalizada en medir los efectos de desbordamiento en los retornos de las series y no los efectos de desbordamiento en volatilidades de los retornos, donde se esperaría una mayor importancia relativa de los mercados financieros estadounidenses, de acuerdo a los resultados de Diebold y Yilmaz (2009).

Por otra parte, un segundo resultado relevante es que la mayor significancia estadística de los efectos *overall spillovers* en relación a los efectos *spillovers*, lo cual acentúa la importancia de los efectos de desbordamiento indirectos a través de los precios de otros activos. En particular, los mercados estadounidenses generan efectos *overall spillovers* significativos sobre el mercado accionario colombiano. De ahí que, estos resultados son coherentes con los hallazgos por Ehrmann *et al.*, (2011), donde los vínculos de mercado-cruzado y la transmisión indirecta de los choques financieros a través de terceros mercados son muy relevantes para la comprensión integral de las relaciones entre los mercados financieros.

Los resultados empíricos de este trabajo proporcionan un apoyo para la modelación integral de los vínculos internacionales de los mercados financieros colombianos, y sugieren que los estudios que se centran, ya sea en los diferentes mercados dentro de un país, o en un mercado en diferentes países, son potencialmente especificaciones sesgadas.

La metodología impone varios supuestos con el objetivo de resolver el problema de identificación, relajando algunos de estos supuestos y expandiendo el modelo, pueden surgir varias líneas de investigación futuras, por ejemplo, un modelo que permita variar los

coeficientes en cada régimen de heterocedasticidad, y de esta forma, visualizar los efectos de desbordamiento en cada régimen como se observa en la descomposición de la varianza.

Igualmente, identificar que los efectos de desbordamiento de los mercados estadounidenses se intensifican en la crisis de deuda europea, sugiere la importancia de medir el comportamiento en el tiempo de los efectos de desbordamiento, a través de la integración de los enfoques metodológicos de Ehrmann *et al.*, (2011) y Diebold y Yilmaz (2009). Por otra parte, la importancia de los episodios de crisis financiera, alude a futuras integraciones entre el enfoque de Ehrmann *et al.*, (2011) y la teoría de valor extremo o copulas.

REFERENCIAS

- Agénor, P. R. (2003). Benefits and costs of international financial integration: theory and facts. *The World Economy*, 26(8), 1089-1118.
- Andersen, T. G., & Bollerslev, T. (1998). Deutsche mark–dollar volatility: intraday activity patterns, macroeconomic announcements, and longer run dependencies. *The Journal of Finance*, 53(1), 219-265.
- Andersen, T. G., Bollerslev, T., Diebold, F. X., & Vega, C. (2007). Real-time price discovery in global stock, bond and foreign exchange markets. *Journal of International Economics*, 73(2), 251-277.
- Bacchiocchi, E. (2011). *Identification in Structural VAR Models with Different Volatility Regimes*, working paper No.2011-39. Università Degli Studi di Milano.
- Bae, K. H., Karolyi, G. A., & Stulz, R. M. (2003). A new approach to measuring financial contagion. *Review of Financial studies*, 16(3), 717-763.
- Baele, L., Bekaert, G., & Inghelbrecht, K. (2010). The determinants of stock and bond return comovements. *Review of Financial Studies*, 23(6), 2374-2428.
- Balduzzi, P., Elton, E. J., & Green, T. C. (2001). Economic news and bond prices: Evidence from the US Treasury market. *Journal of financial and Quantitative analysis*, 36(04), 523-543.
- Barsky, R. B. (1989). Why don't the prices of stocks and bonds move together?. *The American Economic Review*, 79 (5), 1132-1145.
- Baur, D. G. (2012). Financial contagion and the real economy. *Journal of Banking & Finance*, 36(10), 2680-2692.
- Becker, K. G., Finnerty, J. E., & Friedman, J. (1995). Economic news and equity market linkages between the US and UK. *Journal of Banking & Finance*, 19(7), 1191-1210.
- Beirne, J., Caporale, G. M., Schulze-Ghattas, M., & Spagnolo, N. (2013). Volatility spillovers and contagion from mature to emerging stock markets. *Review of International Economics*, 21(5), 1060-1075.

- Bekaert, G., Hodrick, R. J., & Zhang, X. (2009). International stock return comovements. *The Journal of Finance*, 64(6), 2591-2626.
- Bekaert, G., Ehrmann, M., Fratzscher, M., & Mehl, A. (2014). The global crisis and equity market contagion. *The Journal of Finance*, 69(6), 2597-2649.
- Benelli, R., & Ganguly, S. (2007). *Financial Linkages Between the United States and Latin America: Evidence from Daily Data*, working paper 07/262. International Monetary Fund.
- Bernanke, B. S., & Kuttner, K. N. (2005). What explains the stock market's reaction to Federal Reserve policy?. *The Journal of Finance*, 60(3), 1221-1257.
- Bernanke, B. S. (2007). Globalization and monetary policy. *Remarks by the Chairman of the Board of Governors of the US Federal Reserve System, at the Fourth Economic Summit, Stanford Institute for Economic Policy Research, Stanford, California, March, 2.*
- Bollerslev, T., Cai, J., & Song, F. M. (2000). Intraday periodicity, long memory volatility, and macroeconomic announcement effects in the US Treasury bond market. *Journal of empirical finance*, 7(1), 37-55.
- Brennan, M. J., & Cao, H. H. (1997). International portfolio investment flows. *The Journal of Finance*, 52(5), 1851-1880.
- Campbell, J. Y., & Ammer, J. (1993). What moves the stock and bond markets? A variance decomposition for long-term asset returns. *The Journal of Finance*, 48(1), 3-37.
- Cesa-Bianchi, A., Pesaran, M. H., Rebucci, A., Xu, T., & Chang, R. (2012). China's Emergence in the World Economy and Business Cycles in Latin America [with Comment]. *Economía*, 12(2), 1-75.
- Chan-Lau, J. A., & Ivaschenko, I. (2003). Asian Flu or Wall Street virus? Tech and non-tech spillovers in the United States and Asia. *Journal of Multinational Financial Management*, 13(4), 303-322.

- Connolly, R. A., & Wang, F. A. (2003). International equity market comovements: Economic fundamentals or contagion?. *Pacific-Basin Finance Journal*, 11(1), 23-43.
- Corsetti, G., Pericoli, M., & Sbracia, M. (2005). 'Some contagion, some interdependence': More pitfalls in tests of financial contagion. *Journal of International Money and Finance*, 24(8), 1177-1199.
- De Santis, R. A., & Gerard, B. (2006). *Financial integration, international portfolio choice and the European Monetary Union*. ECB Working Paper No. 626; EFA 2006 Zurich Meetings. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=891133>.
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2009a). Measuring financial asset return and volatility spillovers, with application to global equity markets. *The Economic Journal*, 119(534), 158-171.
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2009b). Efectos derrame en Los mercados de valores del continente americano. *Economía Chilena*, 2 (12), 55-65.
- Diebold, F. X., & Yilmaz, K. (2012). Better to Give than to Receive: Predictive Directional Measurement of Volatility Spillovers. *International Journal of Forecasting*, 28(1), 57-66.
- Dornbusch, R., Park, Y. C., & Claessens, S. (2000). Contagion: How it spreads and how it can be stopped. *World Bank Research Observer*, 15(2), 177-197.
- Dungey, M., & Martin, V. L. (2007). Unravelling financial market linkages during crises. *Journal of Applied Econometrics*, 22(1), 89-119.
- Ehrmann, M., & Fratzscher, M. (2004). *Taking stock: Monetary policy transmission to equity markets*. ECB Working Paper No. 354. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=533023>.
- Ehrmann, M., & Fratzscher, M. (2005). Equal size, equal role? Interest rate interdependence between the euro area and the United States. *The Economic Journal*, 115(506), 928-948.

- Ehrmann, M., Fratzscher, M., & Rigobon, R. (2011). Stocks, bonds, money markets and exchange rates: measuring international financial transmission. *Journal of Applied Econometrics*, 26(6), 948-974.
- Eichengreen, B., & Gupta, P. (2015). Tapering talk: The impact of expectations of reduced Federal Reserve security purchases on emerging markets. *Emerging Markets Review*, 25, 1-15.
- Engle RF, Ito T & Lin WL. (1990). Meteor-showers or heat waves: heteroskedastic intradaily volatility in the foreign exchange market. *Econometrica*, 58 (2), 525–542.
- Fang W, Miller SM. (2002). *Dynamic effects of currency depreciation on stock market returns during the Asian financial crisis*, working Paper No. 2002–31. University of Connecticut, Department of Economics.
- Fleming, M. J., & Remolona, E. M. (1997). What moves the bond market?. *Economic policy review*, 3 (4). 31-50.
- Fleming, M. J., & Remolona, E. M. (1999). Price formation and liquidity in the US Treasury market: The response to public information. *The journal of Finance*, 54(5), 1901-1915.
- Forbes K.J. & Rigobon R. (2002). No contagion, only interdependence: measuring stock market co-movements. *Journal of Finance*, 57(5): 2223–2261.
- Frank, N., & Hesse, H. (2009). *Financial spillovers to emerging markets during the global financial crisis*, IMF working paper No. 9-104. International Monetary Fund.
- Frank, N., González-Hermosillo B. & Hesse H. (2008). “*Transmission of Liquidity Shocks: Evidence from the 2007 Subprime Crisis*,” IMF working Paper No. 08/200. International Monetary Fund.
- Fratzcher, M. (2003). On currency crises and contagion. *International Journal of Finance & Economics*, 8 (2), 109-129.
- Gamba-Santamaria, S., Gomez-Gonzalez, J. E., Hurtado-Guarin, J. L., & Melo-Velandia, L. F. (2016). Stock market volatility spillovers: Evidence for Latin America. *Finance Research Letters*. 20, 207-216.

- Gelos, R. G., & Sahay, R. (2001). Financial market spillovers in transition economies. *Economics of Transition*, 9(1), 53-86.
- Granger, C. W., Huangb, B. N., & Yang, C. W. (2000). A bivariate causality between stock prices and exchange rates: evidence from recent Asianflu. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 40(3), 337-354.
- Griffin, J. M. & Karolyi, G. A. (1998). Another look at the role of the industrial structure of markets for international diversification strategies. *Journal of Financial Economics*, 50 (3), 351-373.
- Hamao, Y., Masulis, R. W. & Ng, V. (1990). Correlations in price changes and volatility across international stock markets. *Review of Financial Studies*, 3(2), 281-307.
- Heston, S. L. & Rouwenhorst, K. G. (1994). Does industrial structure explain the benefits of international diversification?. *Journal of Financial Economics*, 36(1), 3-27.
- Horvath, R., & Petrovski, D. (2013). International stock market integration: Central and South Eastern Europe compared. *Economic Systems*, 37(1), 81-91.
- Ismailescu, I., & Kazemi, H. B. (2011). *Is There Any Contagion in Emerging Debt Markets?*. En R.W. Kolb (Editor). *Financial Contagion: The Viral Threat to the Wealth of Nations* (pp. 171-178). John Wiley & Sons, Inc.
- Jung, R. C., & Maderitsch, R. (2014). Structural breaks in volatility spillovers between international financial markets: Contagion or mere interdependence?. *Journal of Banking & Finance*, 47, 331-342.
- Kaminsky GL, Reinhart CM. (2000). On crises, contagion and confusion. *Journal of International Economics*. 51(1): 145–168.
- Kaminsky, G. L., Reinhart, C., & Vegh, C. A. (2003). The unholy trinity of financial contagion. *Journal of Economic Perspectives*. 17 (4), 51–74.
- King, M., Sentana, E., & Wadhwani, S. (1994). Volatiltiy and links between national stock markets. *Econometrica*. 62 (4), 901–934.

- Lane, P. R. (2012). The European sovereign debt crisis. *The Journal of Economic Perspectives*, 26(3), 49-67.
- Lin, W. L., Engle, R. F., & Ito, T. (1994). Do bulls and bears move across borders? International transmission of stock returns and volatility. *Review of Financial Studies*, 7(3), 507-538.
- Liow, K. H. (2015). Volatility spillover dynamics and relationship across G7 financial markets. *The North American Journal of Economics and Finance*, 33, 328-365.
- Louzis, D. P. (2015). Measuring spillover effects in Euro area financial markets: a disaggregate approach. *Empirical Economics*, 49(4), 1367-1400.
- Loaiza, R. A., Gomez-Gonzalez, J. E., & Melo, L. F. (2015). Latin American exchange rate dependencies: A regular vine copula approach. *Contemporary Economic Policy*, 33(3), 535-549.
- Markwat, T., Kole, E., & Van Dijk, D. (2009). Contagion as a domino effect in global stock markets. *Journal of Banking & Finance*, 33(11), 1996-2012.
- Masson P. 1998. Contagion: monsoonal effects, spillovers, and jumps between multiple equilibria. *IMF Working Paper* No. 142. International Monetary Fund.
- Masson P. 1999. Contagion: monsoonal effects, spillovers, and jumps between multiple equilibria. In *The Asian Financial Crisis: Causes, Contagion and Consequences*, Agenor PR, Miller M, Vines D, Weber A (eds). Cambridge University Press: Cambridge, UK; 265–280.
- Melo, L. F., & Rincón, H. (2013). Choques externos y precios de los activos en Latinoamérica antes y después de la quiebra de Lehman Brothers. *Ensayos sobre Política Económica*, 31(71), 1-35.
- Mendoza, E. G., Quadrini, V., & Rios-Rull, J. V. (2007). *Financial integration, financial deepness and global imbalances* (No. w12909). National Bureau of Economic Research.

- Ocampo, J. A. (2007). La macroeconomía de la bonanza económica latinoamericana. *Revista de la CEPAL*, 93, 7-29.
- Ostry, J. D., Ghosh, A. R., Habermeier, K., Chamon, M., Qureshi, M. S., & Reinhardt, D. (2010). Capital inflows: The role of controls. *Revista de Economía Institucional*, 12(23), 135-164.
- Ostry, J. D. (2012). Managing Capital Flows: What Tools to Use?. *Asian Development Review*, 29(1), 82.
- Pagan, J. A., & Soydemir, G. (2000). On the linkages between equity markets in Latin America. *Applied Economics Letters*, 7(3), 207-210.
- Pericoli, M., & Sbracia, M. (2003). A primer on financial contagion. *Journal of Economic Surveys*, 17(4), 571-608.
- Prasad, E., Rogoff, K., Wei, S. J., & Kose, M. A. (2005). Effects of financial globalization on developing countries: some empirical evidence. *In India's and China's Recent Experience with Reform and Growth* (201-228). Palgrave Macmillan UK.
- Rigobon R, Sack B. (2003a). Measuring the reaction of monetary policy to the stock market. *Quarterly Journal of Economics*, 118 (2), 639–669.
- Rigobon R, Sack B. (2003b). *Spillovers across U.S. financial markets*. NBER Working Paper No. 9640, Cambridge, MA.
- Rodriguez, J. C. (2007). Measuring financial contagion: A copula approach. *Journal of Empirical Finance*, 14 (3), 401-423.
- Schneider, D. (2013). *Structural VAR Analyses of the Oil Market, Financial Markets, and the Macroeconomy* (Doctoral dissertation). Johann Wolfgang Goethe-University, Frankfurt, Alemania.
- Stiglitz, J. E. (2010). *Risk and global economic architecture: Why full financial integration may be undesirable* (No. w15718). National Bureau of Economic Research.
- Shiller R.J. & Beltratti A.E. (1992). Stock prices and bond yields. *Journal of Monetary Economics*, 30 (1), 25–46.

Wongswan, J. (2009). The response of global equity indexes to US monetary policy announcements. *Journal of International Money and Finance*, 28(2), 344-365.

ANEXO 1

Series de Tiempo y sus definiciones

Variable	Definición
$ret_A_Colombia / s_t^{Col}$	Los rendimientos del mercado accionario colombiano
$ret_B_Colombia / b_t^{Col}$	Los rendimientos del mercado de bonos colombiano
$ret_i_Colombia / r_t^{Col}$	Los rendimientos del mercado de dinero colombiano
$ret_tc_Colombia / e_t$	Los rendimientos de la tasa de cambio
ret_A_EEUU / s_t^{US}	Los rendimientos del mercado accionario de EE.UU.
ret_B_EEUU / b_t^{US}	Los rendimientos del mercado de bonos de EE.UU.
ret_i_EEUU / r_t^{US}	Los rendimientos del mercado interbancario de EE.UU.
I_Mercado	Índice sintético multidimensional que represente los factores comunes no observables

ANEXO 2.

Tabla 3. Composición del Índice Sintético Multidimensional por Mercado

País	Acciones	Bonos	Tasa interbancaria	Tipo de cambio
Canadá	S&PTSX Composite	Bonos del Tesoro 10 Años	Overnight Money Market Financing Rate	Canadian Dollar
Brasil	Ibovespa	NA	Tasa SELIC	Real Brasileño
México	IPC	NA	Tasa de fondeo bancario	Peso Mexicano
Argentina	Merval	NA	Tasa BAIBAR	Peso Argentino
Chile	IPSA	NA	Tasa TIB	Peso Chile
Perú	IGBVL	NA	Tasa interbancaria S	Sol Peruano
Inglaterra	FTS100	GBR10Y	IUDSOIA (SONIA)	Libra Esterlina
Alemania	DAX	DEU10Y	EONIA	Euro
Zona Euro	Euro Stoxx 50	EU10Y	EONIA	Euro
Francia	CAC40	FRA10Y	EONIA	Euro
España	IBEX35	ESP10Y	EONIA	Euro
Italia	FTSE MIB	ITA10Y	EONIA	Euro
Holanda	AEX	NLD10Y	EONIA	Euro
Bélgica	EURONEXT BEL-20	BEL10Y	EONIA	Euro
Rusia	RTSI	NA	MIACR	NA
Grecia	ATHEN	GRC10Y	EONIA	Euro
Turquía	BIST NATIONAL 100	NA	Overnight BID	Lira turca
Japón	Nikkei 225	JPN10Y	Call Rates, Uncollateralized Overnight (Daily)	Yen
Hong Kong	HANG SENG INDEX	NA	NA	Dólar de Hong Kong
China	SSE Composite Index	NA	NA	Yuan
Singapur	STI Index	SGP10Y	NA	Dólar de Singapur
Australia	S&PASX 200	FCMYGBAG10D	Interbank rate	Dólar australiano
Petróleo	DOE-RWTC	-	-	-
Oro	LBMA-GOLD	-	-	-
Otros Mercados de EEUU	Nasdaq	S&P500	VOL S&P500	-

Fuente: Elaboración propia

ANEXO 3.

Tabla 4. Estimación de Parámetros y resultados del Bootstrap del Modelo en forma Estructural

Estimación Puntual			Bootstrap		
			Mean	SD	p-value
Transmisión Nacional					
EE.UU.					
	α_{12}	-0.0435**	-0.0437*	0.0224	0.0509
	α_{13}	0.0327	0.0302	0.0477	0.5272
	α_{21}	0.0053	0.0056	0.0097	0.5621
	α_{23}	-0.6871**	-0.7305	1.2257	0.5512
	α_{31}	0.0028	0.003	0.0043	0.4921
	α_{32}	0.1123**	0.1229	0.2322	0.5965
Colombia					
	α_{45}	0.0247	0.0249	0.0215	0.2466
	α_{46}	-0.0161	-0.0166	0.0221	0.453
	α_{54}	-.0744*	-0.0739	0.0648	0.2548
	α_{56}	-0.0811	-0.0843	0.1374	0.5396
	α_{64}	-0.0124	-0.0147	0.0495	0.7668
	α_{65}	0.2389***	0.2409**	0.1162	0.0382
Transmisión Internacional					
EE.UU. a Colombia					
	β_{41}	-0.0073	-0.0068	0.0085	0.4216
	β_{42}	-0.0053	-0.0054	0.0121	0.6584
	β_{43}	-0.0131	-0.013	0.0269	0.6282
	β_{51}	0.0072	0.0078	0.0066	0.6203
	β_{52}	-0.1328***	-0.1335***	0.0264	0.0000
	β_{53}	0.0102	0.0082	0.0599	0.8909
	β_{61}	-0.0036	-0.0031	0.0062	0.6203
	β_{62}	0.0652***	0.064**	0.0251	0.0108
	β_{63}	0.0134	0.0102	0.0562	0.8559
Efectos tasa de Cambio					
	γ_{47}	-0.0794	-0.0898*	0.0543	0.0983
	γ_{57}	0.1094	0.1216	0.1951	0.5329
	γ_{67}	-0.6891***	-0.69***	0.2074	0.0009
	γ_{71}	-0.0032	-0.0029	0.0037	0.4317
	γ_{72}	0.0094	0.0099	0.0105	0.3985
	γ_{73}	0.0499**	0.0488**	0.0247	0.0488
	γ_{74}	0.0422*	0.0482	0.0331	0.1447
	γ_{75}	-0.0311	-0.0315	0.0347	0.3636
	γ_{76}	0.1612***	0.1619***	0.0501	0.0012

La tabla informa las estimaciones de los parámetros del modelo en forma estructural obtenido por medio de la identificación a través de heteroscedasticidad. Los asteriscos denotan un nivel significancia del *90%, **95% y ***99%. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 5. Estimación de Parámetros y resultados del Bootstrap del Modelo en Forma Reducida

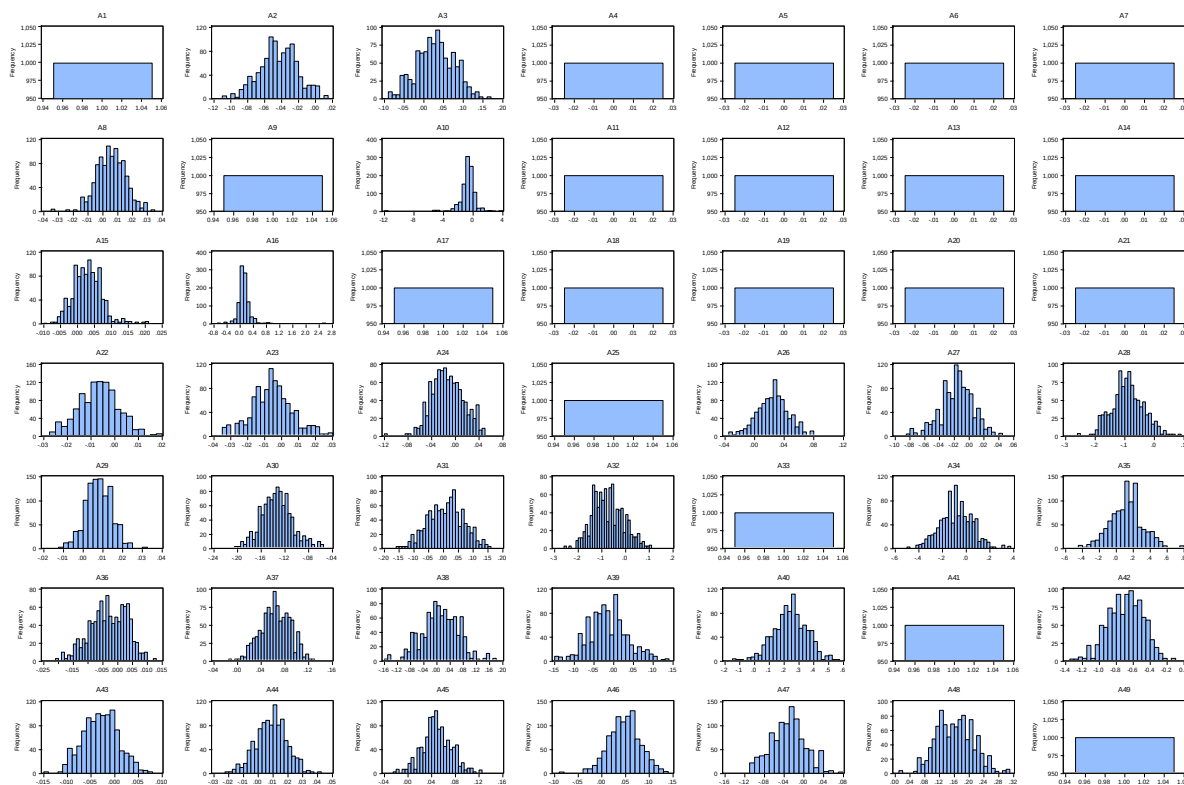
Estimación Puntual			Bootstrap		
			Mean	SD	p-value
Transmisión Nacional					
EE.UU.					
	a_{11}	0.9998***	0.9999***	0.0057	0.0000
	a_{21}	-0.0067	0.0036	0.0141	0.7988
	a_{31}	-0.0021	0.0041	0.0054	0.4444
	a_{12}	0.0437**	-0.0415**	0.0194	0.0321
	a_{22}	0.9281***	0.9324***	0.0048	0.0000
	a_{32}	-0.1043**	0.1439	0.2201	0.5129
	a_{13}	-0.0026	0.0159	0.0429	0.7097
	a_{23}	0.6379**	-0.8198895	1.1792	0.4868

Colombia	a_{33}	0.9284***	0.9189	0.1948	0.0000
	a_{44}	0.9948***	0.9967***	0.0312	0.0000
	a_{54}	0.0754*	-0.0861*	0.0492	0.0803
	a_{64}	-0.0297	-0.0181299	0.0464	0.6961
	a_{45}	-0.0222	0.0309	0.0192	0.1074
	a_{55}	0.9761***	0.9638***	0.0495	0.0000
	a_{65}	-0.1907**	0.2659*	0.14	0.0575
	a_{46}	0.0009	-0.0135	0.0238	0.5647
	a_{56}	0.0869	-0.1119	0.1534	0.4655
	a_{66}	0.8829***	0.8953***	0.0033	0.0000
Transmisión Internacional					
EE.UU. a Colombia					
	b_{41}	0.0076	-0.0079*	0.004	0.0504
	b_{51}	-0.0071	0.0073*	0.0043	0.0923
	b_{61}	0.0069*	-0.0038	0.0029	0.1934
	b_{42}	0.0008	-0.0068	0.0118	0.5637
	b_{52}	0.1163***	-0.1359***	0.0264	0.0000
	b_{62}	-0.0779***	0.0649***	0.0239	0.0066
	b_{43}	0.0094	-0.0136	0.022	0.5364
	b_{53}	0.072	0.0166	0.0518	0.748
	b_{63}	-0.0954**	0.0085	0.0425	0.8413
Efectos tasa de Cambio					
	c_{71}	0.0016	-0.0039	0.0039	0.3216
	c_{72}	0.0128	0.0078	0.0125	0.5313
	c_{73}	-0.0351	0.0531**	0.0232	0.0219
	c_{74}	-0.0348	0.045	0.0292	0.1229
	c_{75}	0.062***	-0.0299	0.0389	0.4418
	c_{76}	-0.1397***	0.1628***	0.0517	0.0016
	c_{47}	0.0821	-0.0799*	0.0476	0.0932
	c_{57}	-0.0409	0.1486	0.2074	0.4736
	c_{67}	0.627***	-0.7022***	0.2134	0.0009
	c_{77}	0.8942***	0.8852***	0.0579	0.0000

La tabla informa las estimaciones de los parámetros del modelo en forma reducida obtenido por medio de la identificación a través de heteroscedasticidad. Los asteriscos denotan un nivel significancia del *90%, **95% y ***99. Fuente: Elaboración Propia.

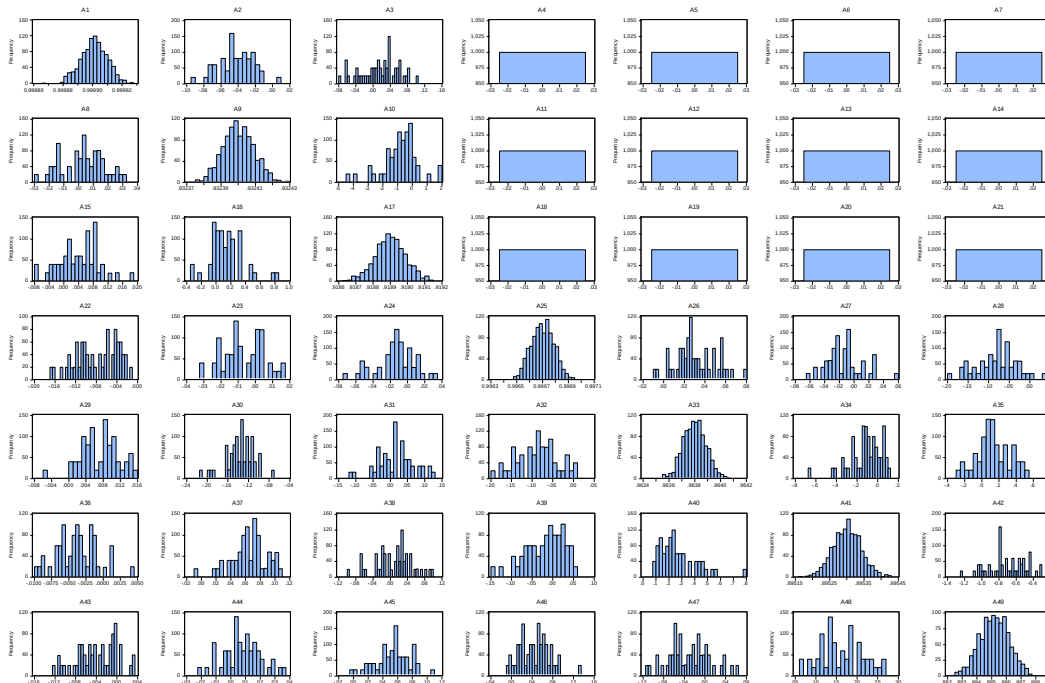
ANEXO 4

Grafica 5. Distribución de los coeficientes estructurales del modelo en forma estructural en 1000 repeticiones de bootstrap.



Cada grafica representa la distribución de las 1000 repeticiones de bootstrap de los coeficientes de la matriz 1 “Matriz A del Modelo de forma estructural”. Así, la gráfica A1 representa la distribución del parámetro α_{11} , la gráfica A2 representa la distribución del parámetro α_{12} , la gráfica A3 representa la distribución del parámetro α_{13} ,..., sucesivamente. Fuente: Elaboración Propia.

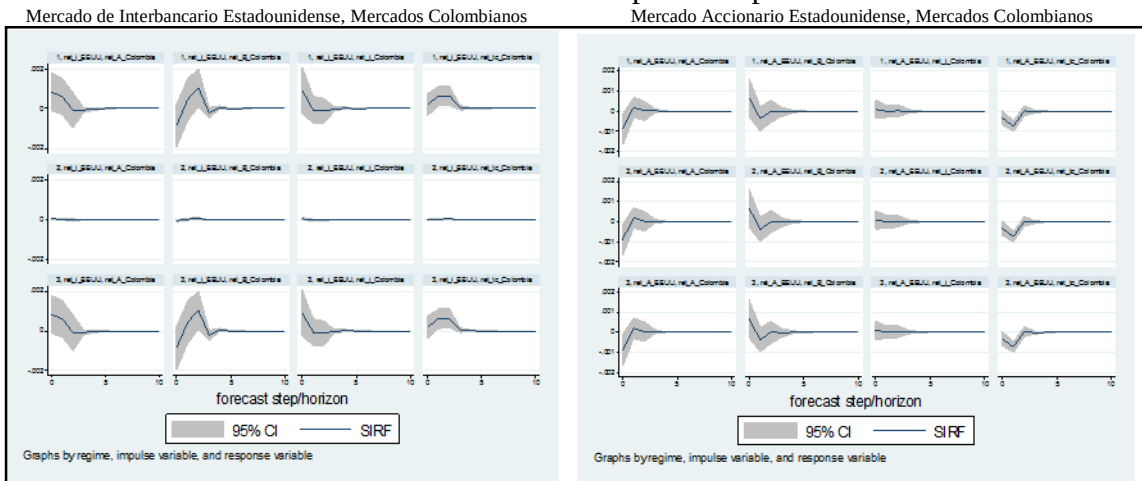
Grafica 6. Distribución de los coeficientes del modelo en forma reducida en 1000 repeticiones de bootstrap.



Cada grafica representa la distribución de las 1000 repeticiones de bootstrap de los coeficientes de la Matriz B del Modelo de forma reducida. Así, la gráfica A1 representa la distribución del parámetro α_{11} , la gráfica A2 representa la distribución del parámetro α_{12} , la gráfica A3 representa la distribución del parámetro α_{13} ,..., sucesivamente. Fuente: Elaboración Propia.

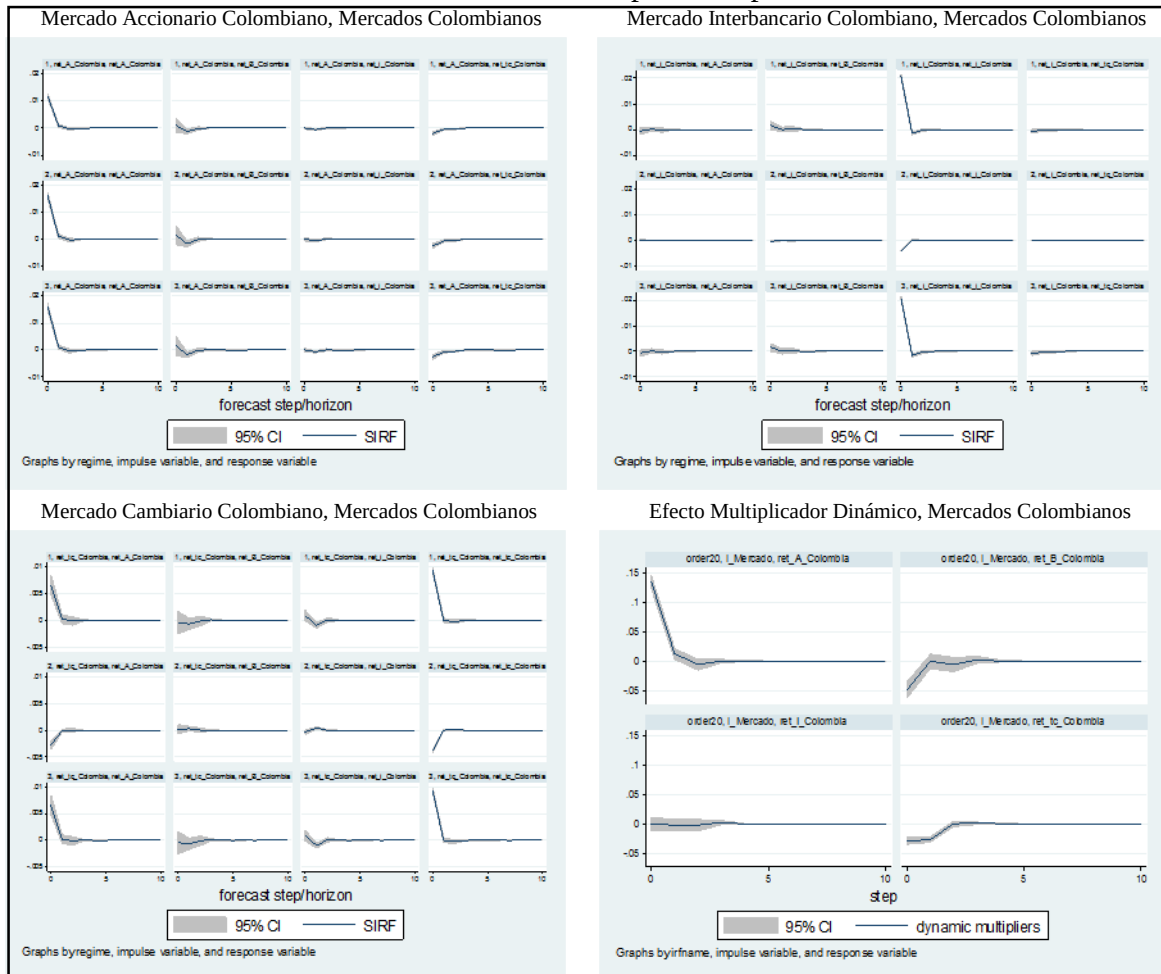
Anexo 5

Grafica 7. Función Impulso-Respuesta



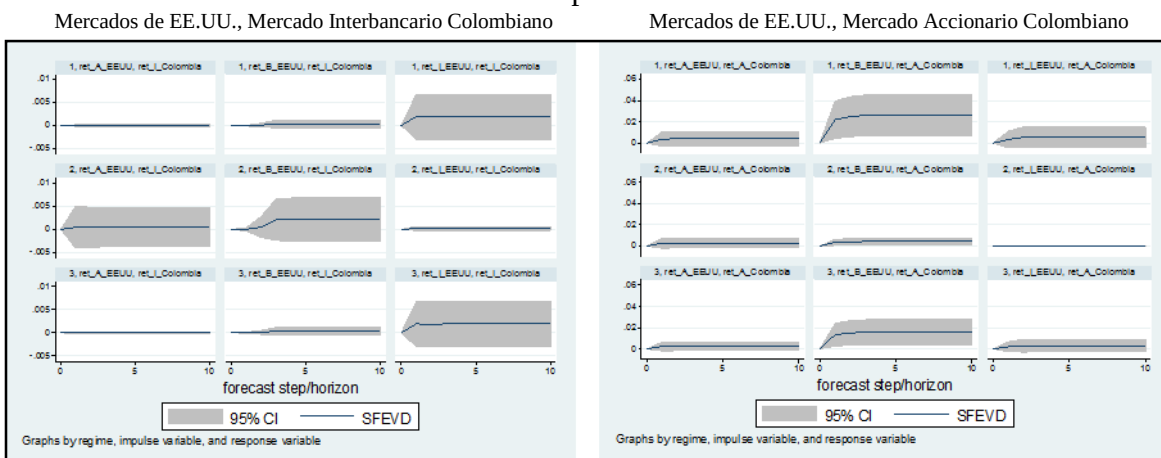
Las gráficas muestran las funciones impulso-respuesta de los choques de los mercados interbancario y accionario estadounidenses sobre los mercados colombianos. La notación de los subtítulos de la gráfica es la siguiente (# régimen, variable de impulso, variable de respuesta). Fuente: Elaboración propia.

Grafica 8. Función Impulso-Respuesta



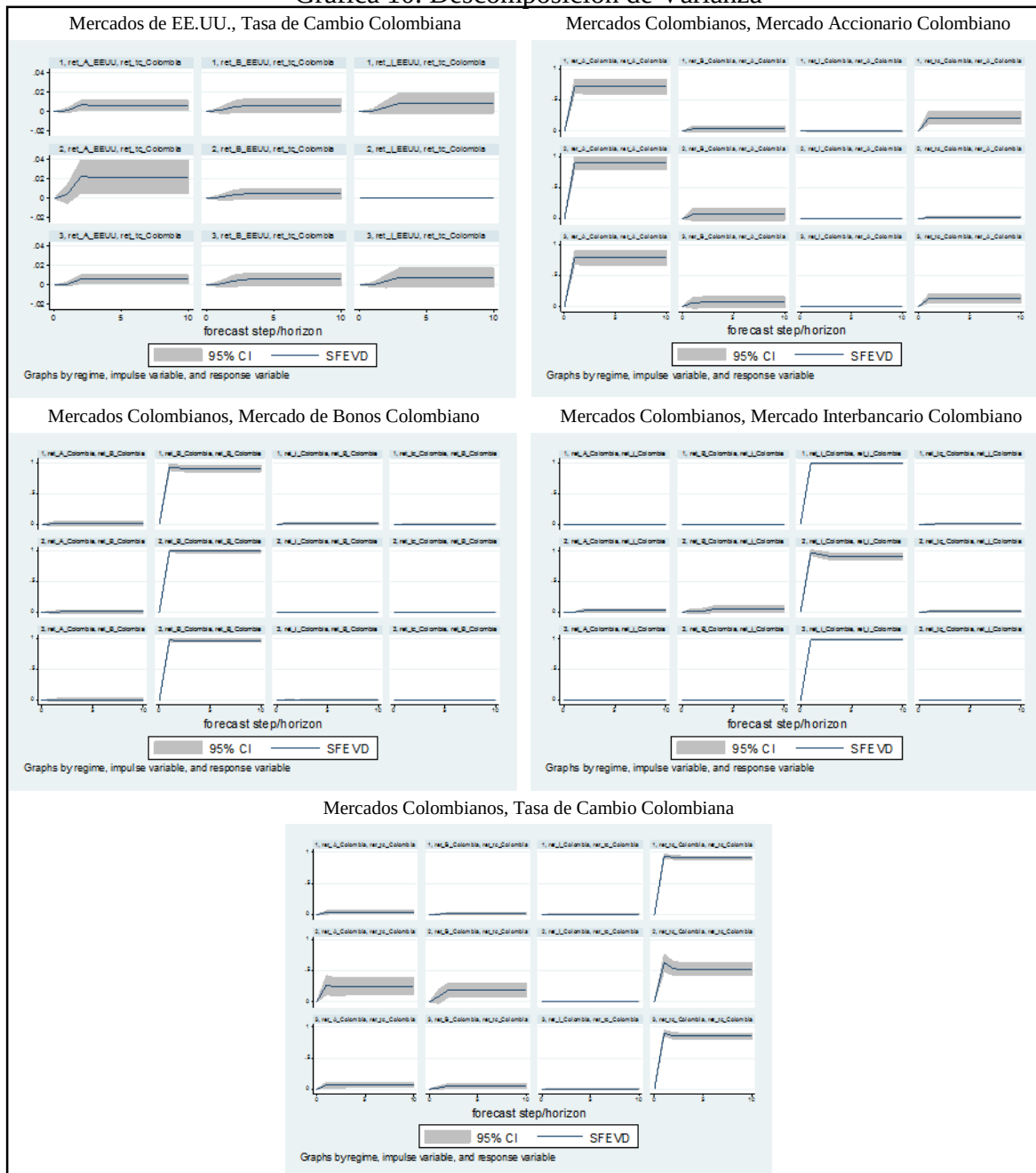
Las gráficas muestran las funciones impulso-respuesta de los choques de los mercados accionario, interbancario, cambiario colombiano y el efecto multiplicador dinámico del índice sintético sobre los demás mercados nacionales. La notación de los subtítulos de la gráfica es la siguiente (# régimen, variable de impulso, variable de respuesta). Fuente: Elaboración propia.

Grafica 9. Descomposición de Varianza.



Las gráficas muestran la descomposición de Varianza de los Mercados Interbancario y accionario Colombianos, solo teniendo en cuenta los mercados estadounidenses. La notación de los subtítulos de la gráfica es la siguiente (# régimen, variable de impulso, variable de respuesta). Fuente: Elaboración propia.

Grafica 10. Descomposición de Varianza



Las gráficas muestran la descomposición de Varianza de los mercados cambiario, accionario, bonos e interbancario colombianos, teniendo en cuenta los mercados estadounidenses y los mercados colombianos. La notación de los subtítulos de la gráfica es la siguiente (# régimen, variable de impulso, variable de respuesta). Fuente: Elaboración propia.

ANEXO 6

Tabla 6. Composición del Índice Sintético. Principales Mercados Financieros Internacionales

País	Acciones	Bonos	Tasa interbancaria	Tipo de cambio
Canadá	S&PTX Composite	Bonos del Tesoro 10 Años	Overnight Money Market Financing Rate	Canadian Dollar
Inglaterra	FTS100	GBR10Y	IUDSOIA (SONIA)	Libra Esterlina
Alemania	DAX	DEU10Y	EONIA	Euro
Zona Euro	Euro Stoxx 50	EU10Y	EONIA	Euro
Francia	CAC40	FRA10Y	EONIA	Euro
España	IBEX35	ESP10Y	EONIA	Euro
Italia	FTSE MIB	ITA10Y	EONIA	Euro
Holanda	AEX	NLD10Y	EONIA	Euro
Bélgica	EURONEXT BEL-20	BEL10Y	EONIA	Euro
Otros Mercados de EEUU	Nasdaq	S&P500	VOL S&P500	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7. Composición del Índice Sintético Multidimensional Geográfico

Región Geográfica	País	Acciones	Bonos	Tasa interbancaria	Tipo de cambio
Norte América	Canadá	S&PTX Composite	Bonos del Tesoro 10 Años	Overnight Money Market Financing Rate	Canadian Dollar
	EEUU	Nasdaq	S&P500	VOL S&P500	NA
Europa Central	Inglaterra	FTS100	GBR10Y	IUDSOIA (SONIA)	Libra Esterlina
	Alemania	DAX	DEU10Y	EONIA	Euro
	Zona Euro	Euro Stoxx 50	EU10Y	EONIA	Euro
	Francia	CAC40	FRA10Y	EONIA	Euro
	España	IBEX35	ESP10Y	EONIA	Euro
	Italia	FTSE MIB	ITA10Y	EONIA	Euro
	Holanda	AEX	NLD10Y	EONIA	Euro
	Bélgica	EURONEXT BEL-20	BEL10Y	EONIA	Euro
Asia	Japón	Nikkei 225	JPN10Y	Call Rates, Uncollateralized Overnight	Yen
	Hong Kong	HANG SENG INDEX	NA	NA	Dólar de Hong Kong
	China	SSE Composite Index	NA	NA	NA
	Singapur	STI Index	SGP10Y	NA	Dólar de Singapur
América Latina	Brasil	Ibovespa	NA	Tasa SELIC	Real Brasileño
	México	IPC	NA	Tasa de fondeo bancario	Peso Mexicano
	Argentina	Merval	NA	Tasa BAIBAR	Peso Argentino
	Chile	IPSA	NA	Tasa TIB	Peso Chile
	Perú	IGBVL	NA	Tasa interbancaria S	Sol Peruano
Europa Oriental	Rusia	RTSI	NA	MIACR	NA
	Grecia	ATHEN	GRC10Y	EONIA	Euro
	Turquía	BIST NATIONAL 100	NA	Overnight BID	NA
Oceanía	Australia	S&PASX 200	FCMYGBAG10D	Interbank rate	Dólar australiano
Materias Primas	Petróleo	DOE-RWTC	-	-	-
	Oro	LBMA-GOLD	-	-	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla 8. Prueba de Robustez II. Parámetros estimados de forma estructural

Modelo Referente	Índice Sintético Geográfico	Periodo de crisis Subprime	Periodo de crisis de deuda europea	7 Regímenes	V. Exógena como V. Endógena	
Transmisión Nacional						
EE.UU.						
α_{12}	-0.0435**	-0.1583*	0.2839*	0.0484	-1624.1821	-0.1679
α_{13}	0.0327	-0.2858	-0.6384*	-0.8549	-363.4136	-0.1099
α_{21}	0.0053	0.0174***	0.0268*	-0.0709	12.0565	0.037
α_{23}	-0.6871**	0.5072***	0.9954	-3.187***	5.9367	-0.9125***
α_{31}	0.0028	0.5072	-0.0063	0.0141	-0.0026	-0.0001
α_{32}	0.1123**	-0.0775***	-0.2425	0.5493***	-0.0409	0.1877***
Colombia						

α_{45}	0.0247	0.019**	-0.0064	-1.1946***	-2.592*	-0.0016
α_{46}	-0.0161	0.0079	-0.0124	2.3911***	-1.4533	-0.0273
α_{54}	-0.0744*	-0.1179	0.0353	5.4006*	-0.0538	0.0931
α_{56}	-0.0811	0.0764	-0.3452**	-0.7992	5.0792***	3.9946***
α_{64}	-0.0124	0.0064	0.1411	-0.2295	1.7565	0.3617
α_{65}	0.2389***	0.0299	8.1144	1.1939***	-11.6538*	-8.3608
Transmisión Internacional						
EE.UU. a Colombia						
β_{41}	-0.0073	-0.0023	0.0026	-0.0376	-0.0737	0.0002
β_{42}	-0.0053	0.0047	-0.0111	0.3747**	-0.4379	0.0191
β_{43}	-0.0131	0.0083	-0.0128	-0.7015***	1.9446	-0.0229
β_{51}	0.0072	0.0116	0.0076	-0.0088	-0.0258	-0.0047
β_{52}	-0.1328***	-0.1322**	-0.0256	0.0942	0.2881**	0.2784**
β_{53}	0.0102	0.1866	-0.1216*	-0.7977	0.0845	-0.0097
β_{61}	-0.0036	-0.0053	0.0691	0.0049	-0.0539	-0.0458
β_{62}	0.0652***	0.0700***	-0.5058	-0.1167***	1.0839*	0.7807
β_{63}	0.0134	0.0648*	-0.1989	0.1669**	-0.5382	-0.5099
Efectos tasa de Cambio						
γ_{47}	-0.0794	0.0022	0.0023	3.0179	39.7065*	-0.0795*
γ_{57}	0.1094	7.3183***	0.9214**	0.0314	0.0678	-0.4369*
γ_{67}	-0.6891***	-0.0266	-9.5403	-0.2394***	-1.0972	0.4329
γ_{71}	-0.0032	-0.0082	0.0361	0.0055	0.1241	0.0009
γ_{72}	0.0094	0.1227***	0.2888	-0.0479	-0.8913	-0.0058
γ_{73}	0.0499**	-0.0207	-0.4914	0.0564	-0.0915	0.0173
γ_{74}	0.0422*	0.0906***	0.8629	-0.0669	-58.3908	0.0223**
γ_{75}	-0.0311	-1.0259***	5.5816	0.0552	-3.7882	-0.0235**
γ_{76}	0.1612***	-0.1881***	14.657	-0.1635	-0.3699	-0.0086

Nota: El cuadro presenta los coeficientes estimados del modelo referencia, usando un número de variaciones del modelo. Los asteriscos denotan significación a un nivel del *90%, **95% y *** 99%. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 9. Descomposición de Varianza en los regímenes de volatilidad. Periodo de Crisis Económica en EE.UU.

	Régimen 1				Régimen 2				Régimen 3			
	r_t^{Col}	b_t^{Col}	s_t^{Col}	e_t	r_t^{Col}	b_t^{Col}	s_t^{Col}	e_t	r_t^{Col}	b_t^{Col}	s_t^{Col}	e_t
r_t^{US}	1.37% <u>1.40%</u>	0.63% <u>0.49%</u>	0.16% <u>0.27%</u>	0.06% <u>0.12%</u>	1.72% <u>1.73%</u>	1.51% <u>1.02%</u>	0.17% <u>0.29%</u>	0.15% <u>0.30%</u>	0.13% <u>0.14%</u>	7.69% <u>5.29%</u>	2.07% <u>3.58%</u>	1.07% <u>2.15%</u>
b_t^{US}	7.08% <u>7.13%</u>	2.95% <u>3.26%</u>	1.91% <u>3.58%</u>	1.17% <u>1.84%</u>	1.49% <u>1.53%</u>	1.18% <u>1.21%</u>	0.34% <u>0.66%</u>	0.51% <u>0.79%</u>	0.00% <u>0.00%</u>	0.12% <u>0.18%</u>	0.87% <u>0.72%</u>	0.65% <u>0.47%</u>
s_t^{US}	0.22% <u>0.58%</u>	0.23% <u>0.36%</u>	1.58% <u>1.25%</u>	0.82% <u>0.61%</u>	0.27% <u>0.73%</u>	0.55% <u>0.84%</u>	1.71% <u>1.34%</u>	2.13% <u>1.51%</u>	0.03% <u>0.03%</u>	1.52% <u>1.61%</u>	1.05% <u>2.00%</u>	0.92% <u>1.46%</u>
r_t^{Col}	70.73% <u>9.77%</u>	0.05% <u>0.05%</u>	0.00% <u>0.01%</u>	0.01% <u>0.01%</u>	88.95% <u>3.88%</u>	0.11% <u>0.12%</u>	0.00% <u>0.01%</u>	0.02% <u>0.03%</u>	99.76% <u>0.15%</u>	8.39% <u>8.33%</u>	0.56% <u>2.11%</u>	2.09% <u>3.40%</u>
b_t^{Col}	19.00% <u>9.24%</u>	72.71% <u>19.39%</u>	8.01% <u>12.27%</u>	78.61% <u>10.90%</u>	5.56% <u>2.94%</u>	40.54% <u>20.98%</u>	2.02% <u>3.44%</u>	47.27% <u>18.38%</u>	0.07% <u>0.05%</u>	37.38% <u>23.59%</u>	4.43% <u>6.59%</u>	61.86% <u>17.93%</u>
s_t^{Col}	0.18% <u>0.55%</u>	22.21% <u>16.67%</u>	33.71% <u>9.19%</u>	9.32% <u>8.21%</u>	0.23% <u>0.70%</u>	53.18% <u>19.66%</u>	36.53% <u>9.56%</u>	24.08% <u>18.07%</u>	0.00% <u>0.01%</u>	44.52% <u>24.36%</u>	72.61% <u>9.92%</u>	28.61% <u>17.99%</u>
e_t	1.42% <u>1.43%</u>	1.23% <u>1.92%</u>	54.64% <u>13.30%</u>	10.01% <u>5.49%</u>	1.79% <u>1.77%</u>	2.94% <u>4.00%</u>	59.22% <u>10.54%</u>	25.85% <u>11.24%</u>	0.00% <u>0.00%</u>	0.38% <u>0.53%</u>	18.41% <u>8.13%</u>	4.80% <u>3.32%</u>

Nota: El cuadro presenta la proporción de la varianza de cada serie que se explica por los distintos shocks estructurales. Los números sin cursiva ni subrayado representan la descomposición de la varianza. Los números en cursiva y subrayados son los errores estándar. Los asteriscos denotan significación a un nivel del *90%, **95% y *** 99%.

Tabla 10. Descomposición de Varianza en los regímenes de volatilidad. Periodos de Crisis Financieras.

	Régimen 1				Régimen 2				Régimen 3			
	r_t^{Col}	b_t^{Col}	s_t^{Col}	e_t	r_t^{Col}	b_t^{Col}	s_t^{Col}	e_t	r_t^{Col}	b_t^{Col}	s_t^{Col}	e_t
r_t^{US}	1.97% <u>1.72%</u>	2.21% <u>1.43%</u>	0.79% <u>1.00%</u>	0.54% <u>0.63%</u>	0.09% <u>0.08%</u>	0.24% <u>0.15%</u>	0.05% <u>0.06%</u>	0.14% <u>0.17%</u>	0.01% <u>0.01%</u>	4.42% <u>2.80%</u>	1.05% <u>1.33%</u>	0.56% <u>0.65%</u>
b_t^{US}	0.83% <u>0.91%</u>	3.79% <u>1.46%</u> ***	3.81% <u>1.78%</u> **	0.13% <u>0.16%</u>	0.18% <u>0.19%</u>	1.97% <u>0.75%</u> **	1.14% <u>0.53%</u> **	0.17% <u>0.21%</u>	0.01% <u>0.01%</u>	7.58% <u>2.80%</u> ***	5.08% <u>2.29%</u> **	0.14% <u>0.17%</u>
s_t^{US}	0.16% <u>0.50%</u>	1.61% <u>1.10%</u>	1.26% <u>1.25%</u>	3.27% <u>1.23%</u> ***	0.02% <u>0.06%</u>	0.48% <u>0.33%</u>	0.22% <u>0.22%</u>	2.48% <u>0.90%</u> ***	0.00% <u>0.00%</u>	0.38% <u>0.26%</u>	0.20% <u>0.20%</u>	0.40% <u>0.15%</u> ***
r_t^{Col}	96.26% <u>2.18%</u> ***	0.00% <u>0.00%</u>	0.02% <u>0.02%</u>	0.01% <u>0.01%</u>	99.17% <u>0.58%</u> ***	0.01% <u>0.01%</u>	0.02% <u>0.03%</u>	0.04% <u>0.08%</u>	99.98% <u>0.01%</u> ***	0.66% <u>1.43%</u>	3.50% <u>3.72%</u>	1.05% <u>1.88%</u>
b_t^{Col}	0.41% <u>0.44%</u>	6.06% <u>3.59%</u> *	50.06% <u>11.14%</u> ***	0.25% <u>0.18%</u>	0.42% <u>0.46%</u>	15.34% <u>8.18%</u> *	73.37% <u>8.93%</u> ***	1.58% <u>1.14%</u>	0.00% <u>0.00%</u>	12.13% <u>6.66%</u> *	66.85% <u>8.84%</u> ***	0.26% <u>0.19%</u>
s_t^{Col}	0.27% <u>0.49%</u>	80.43% <u>5.31%</u> ***	43.75% <u>11.68%</u> ***	2.96% <u>1.45%</u> **	0.11% <u>0.20%</u>	79.75% <u>8.03%</u> ***	25.13% <u>8.92%</u> ***	7.40% <u>3.44%</u> **	0.00% <u>0.00%</u>	63.04% <u>7.74%</u> ***	22.90% <u>8.17%</u> ***	1.20% <u>0.60%</u> **
e_t	0.10% <u>0.40%</u>	5.89% <u>3.20%</u> *	0.63% <u>0.52%</u>	92.85% <u>1.98%</u> ***	0.01% <u>0.06%</u>	2.22% <u>1.22%</u> *	0.07% <u>0.11%</u>	88.18% <u>3.61%</u> ***	0.00% <u>0.00%</u>	11.79% <u>5.90%</u> **	0.42% <u>0.69%</u> ***	96.40% <u>2.10%</u> ***

Nota: El cuadro presenta la proporción de la varianza de cada serie que se explica por los distintos shocks estructurales. Los números sin cursiva ni subrayado representan la descomposición de la varianza. Los números en cursiva y subrayados son los errores estándar. Los asteriscos denotan significación a un nivel del *90%, **95% y *** 99%.

Tabla 11. Descomposición de Varianza en los regímenes de volatilidad. Periodo de Crisis Subprime

	Régimen 1				Régimen 2				Régimen 3			
	r_t^{Col}	b_t^{Col}	s_t^{Col}	e_t	r_t^{Col}	b_t^{Col}	s_t^{Col}	e_t	r_t^{Col}	b_t^{Col}	s_t^{Col}	e_t
r_t^{US}	0.08% <u>0.12%</u>	2.53% <u>1.99%</u>	0.45% <u>1.09%</u>	0.43% <u>0.90%</u>	0.36% <u>0.51%</u>	0.45% <u>0.36%</u>	0.02% <u>0.06%</u>	0.07% <u>0.14%</u>	0.08% <u>0.12%</u>	2.56% <u>2.01%</u>	0.46% <u>1.10%</u>	0.43% <u>0.91%</u>
b_t^{US}	0.01% <u>0.02%</u>	0.75% <u>0.70%</u>	0.83% <u>1.06%</u>	0.38% <u>0.69%</u>	0.59% <u>1.05%</u>	1.78% <u>1.57%</u>	0.58% <u>0.73%</u>	0.79% <u>1.41%</u>	0.01% <u>0.01%</u>	0.37% <u>0.34%</u>	0.41% <u>0.52%</u>	0.19% <u>0.34%</u>
s_t^{US}	0.00% <u>0.01%</u>	1.12% <u>0.90%</u>	1.01% <u>1.24%</u>	1.18% <u>1.09%</u>	0.15% <u>0.45%</u>	2.14% <u>1.57%</u>	0.57% <u>0.67%</u>	1.95% <u>1.69%</u>	0.00% <u>0.00%</u>	0.45% <u>0.34%</u>	0.40% <u>0.48%</u>	0.00% <u>0.41%</u>
r_t^{Col}	99.87% <u>0.13%</u> ***	1.37% <u>1.54%</u>	2.03% <u>2.71%</u>	1.45% <u>1.58%</u>	96.59% <u>1.98%</u> ***	0.06% <u>0.06%</u>	0.02% <u>0.03%</u>	0.05% <u>0.06%</u>	99.87% <u>0.12%</u> ***	1.38% <u>1.56%</u>	2.05% <u>2.74%</u>	1.46% <u>1.60%</u>
b_t^{Col}	0.01% <u>0.02%</u>	64.23% <u>16.23%</u> ***	25.88% <u>10.20%</u> **	49.27% <u>18.14%</u> ***	0.23% <u>0.39%</u>	50.62% <u>17.49%</u> ***	6.01% <u>2.85%</u> **	33.71% <u>15.54%</u> **	0.01% <u>0.02%</u>	64.92% <u>16.35%</u> ***	26.15% <u>10.29%</u> **	49.72% <u>18.27%</u> ***
s_t^{Col}	0.01% <u>0.01%</u>	29.30% <u>15.69%</u> *	6.06% <u>7.15%</u> **	45.53% <u>17.82%</u> **	0.27% <u>0.48%</u>	41.59% <u>17.81%</u> **	2.54% <u>3.05%</u> ***	56.09% <u>16.32%</u> ***	0.01% <u>0.01%</u>	29.61% <u>15.87%</u> *	6.12% <u>7.22%</u> **	45.94% <u>18.01%</u> **
e_t	0.02% <u>0.01%</u>	0.70% <u>0.77%</u>	63.75% <u>9.82%</u> **	1.76% <u>1.47%</u>	1.82% <u>1.39%</u>	3.37% <u>3.57%</u>	90.26% <u>3.92%</u> ***	7.34% <u>5.76%</u>	0.02% <u>0.01%</u>	0.71% <u>0.77%</u>	64.41% <u>9.93%</u> ***	1.78% <u>1.48%</u>

Nota: El cuadro presenta la proporción de la varianza de cada serie que se explica por los distintos shocks estructurales. Los números sin cursiva ni subrayado representan la descomposición de la varianza. Los números en cursiva y subrayados son los errores estándar. Los asteriscos denotan significación a un nivel del *90%, **95% y *** 99%.

Tabla 12. Descomposición de Varianza en los regímenes de volatilidad. Periodo de Crisis de Deuda Europea

	Régimen 1				Régimen 2				Régimen 3			
	r_t^{Col}	b_t^{Col}	s_t^{Col}	e_t	r_t^{Col}	b_t^{Col}	s_t^{Col}	e_t	r_t^{Col}	b_t^{Col}	s_t^{Col}	e_t
r_t^{US}	0.02% <i>0.04%</i> ***	0.53% <i>0.25%</i> **	0.19% <i>0.22%</i> ***	0.48% <i>0.44%</i> ***	0.06% <i>0.10%</i> ***	0.85% <i>0.39%</i> **	0.24% <i>0.26%</i> ***	0.49% <i>0.44%</i> ***	0.22% <i>0.36%</i> ***	1.83% <i>0.85%</i> **	0.31% <i>0.35%</i> ***	0.49% <i>0.45%</i> ***
b_t^{US}	1.81% <i>0.36%</i> ***	3.61% <i>0.74%</i> ***	2.18% <i>0.78%</i> ***	3.15% <i>1.05%</i> ***	3.58% <i>0.63%</i> ***	4.15% <i>0.76%</i> ***	1.88% <i>0.64%</i> ***	2.26% <i>0.75%</i> ***	17.56% <i>3.38%</i> ***	12.53% <i>2.68%</i> ***	3.50% <i>1.22%</i> ***	3.21% <i>1.07%</i> ***
s_t^{US}	0.01% <i>0.01%</i> ***	0.15% <i>0.08%</i> *	0.07% <i>0.07%</i> ***	0.17% <i>0.10%</i> *	0.10% <i>0.15%</i> ***	1.51% <i>0.75%</i> **	0.51% <i>0.48%</i> ***	1.05% <i>0.60%</i> *	0.06% <i>0.09%</i> ***	0.53% <i>0.27%</i> *	0.11% <i>0.11%</i> ***	0.17% <i>0.10%</i> *
r_t^{Col}	2.71% <i>2.05%</i> ***	13.63% <i>11.28%</i> ***	48.17% <i>30.58%</i> ***	14.58% <i>45.54%</i> ***	8.07% <i>5.92%</i> ***	23.68% <i>19.14%</i> ***	62.93% <i>37.57%</i> ***	15.77% <i>48.60%</i> ***	26.28% <i>19.20%</i> ***	47.36% <i>39.44%</i> ***	77.59% <i>47.64%</i> ***	14.85% <i>46.37%</i> ***
b_t^{Col}	93.69% <i>2.94%</i> ***	10.79% <i>10.43%</i> ***	7.46% <i>6.67%</i> ***	0.39% <i>0.53%</i> ***	84.76% <i>4.64%</i> ***	5.69% <i>5.70%</i> ***	2.96% <i>2.74%</i> ***	0.13% <i>0.17%</i> ***	48.47% <i>5.99%</i> ***	2.00% <i>1.99%</i> ***	0.64% <i>0.59%</i> ***	0.02% <i>0.03%</i> ***
s_t^{Col}	1.09% <i>2.53%</i> ***	66.75% <i>11.05%</i> ***	33.76% <i>8.41%</i> ***	1.56% <i>1.00%</i> ***	1.59% <i>3.66%</i> ***	56.84% <i>7.92%</i> ***	21.63% <i>6.28%</i> ***	0.83% <i>0.52%</i> ***	0.91% <i>2.10%</i> ***	19.96% <i>4.47%</i> ***	4.68% <i>1.53%</i> ***	0.14% <i>0.09%</i> ***
e_t	0.67% <i>2.07%</i> ***	4.55% <i>11.97%</i> ***	8.17% <i>29.50%</i> ***	79.67% <i>45.58%</i> ***	1.84% <i>5.68%</i> ***	7.28% <i>19.19%</i> ***	9.85% <i>35.88%</i> ***	79.49% <i>48.46%</i> ***	6.50% <i>19.88%</i> ***	15.80% <i>40.93%</i> ***	13.16% <i>47.62%</i> ***	81.12% <i>46.42%</i> ***

Nota: El cuadro presenta la proporción de la varianza de cada serie que se explica por los distintos shocks estructurales. Los números sin cursiva ni subrayado representan la descomposición de la varianza. Los números en cursiva y subrayados son los errores estándar. Los asteriscos denotan significación a un nivel del *90%, **95% y *** 99%.