



Munich Personal RePEc Archive

# **Modeling of the conditional correlation for the Colombian stock market: a DCC application - MGARCH**

Sandoval Paucar, Giovanni

4 March 2019

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/92534/>  
MPRA Paper No. 92534, posted 06 Mar 2019 12:26 UTC

# MODELACIÓN DE LA CORRELACIÓN CONDICIONAL PARA EL MERCADO BURSÁTIL COLOMBIANO: UNA APLICACIÓN DE DCC – MGARCH

Giovanny Sandoval Paucar<sup>1</sup>

## RESUMEN

El artículo investiga la incertidumbre y la interdependencia entre el mercado accionario colombiano y los principales mercados internacionales. Se estima un modelo Correlación Condicional Dinámica (DCC) para estudiar la interdependencia entre los mercados accionarios seleccionados y un modelo GARCH para analizar la volatilidad condicional. Para ello, se utiliza una muestra de datos diarios, que abarca el período comprendido entre el Enero de 2003 y Agosto de 2018. Los resultados muestran que el periodo de crisis subprime genera un efecto positivo significativo en la volatilidad condicional. Además, existe un co-movimiento significativo en el tiempo entre el mercado bursátil colombiano y los mercados nacionales e internacionales. En cuanto a la persistencia, la covariabilidad con los mercados nacionales es mayor, en relación a los mercados internacionales.

*Palabras Clave:* propagación de choques financieros, MGARCH, mercados financieros colombianos.

*Clasificación JEL:* C32, G10, G12, G15, F30.

## ABSTRACT

The article investigates the uncertainty and interdependence between the Colombian stock market and the main international markets. A Dynamic Conditional Correlation Model (DCC) is estimated to study the interdependence between selected stock markets and a GARCH model to analyze conditional volatility. To this end, a daily data sample is used, covering the period between January, 2001 and September, 2018. The results show that the subprime crisis period generates a significant positive effect on the conditional volatility. In addition, there is a significant co-movement in time between the Colombian stock market and national and international markets, in terms of persistence, the covariability with national markets is greater, in relation to international markets.

*Keywords:* propagation of financial shocks, MGARCH, financial markets Colombia.

*JEL classification:* C32, G10, G12, G15, F30.

---

<sup>1</sup> Magister en Economía Aplicada de la Universidad del Valle, Cali (Colombia). Correo Electrónico: giovanny.sandoval@correounivalle.edu.co.

## **INTRODUCCIÓN**

La creciente integración de los mercados de valores ha contribuido a la unificación del espacio económico y financiero, estimulando aparentemente la propagación de las crisis financieras. Estos periodos de inestabilidad han ocurrido con alta frecuencia a través del tiempo y por regiones, provocando fuertes colapsos en los mercados de valores, caídas en la actividad económica, inestabilidad financiera y macroeconómica a los países involucrados (Eichengreen y Gupta, 2015; Melo y Rincón, 2013).

La historia reciente de los mercados financieros internacionales ha estado determinada por los auges de los mercados bursátiles y por diferentes períodos de crisis que se han extendido rápidamente alrededor del mundo. Las principales crisis financieras de años recientes se han presentado en las bolsas de New York 1987, Japón 1989, la tormenta monetaria del Sistema Monetario Europeo en 1992-1993, México en 1994, Este Asiático en 1997, Rusia en 1998, Brasil en 1999, Turquía en el año 2000, crisis del Nasdaq en el año 2000, Argentina en 2002; la crisis subprime en EE.UU en el año 2008 y la reciente crisis de deuda pública en Europa en 2010, han estimulado el interés en el transmisión de los choques financieros, sus mecanismo de transmisión y las estrategias de política económica para mitigarlo o prevenirlo (Rigobon, 2016).

Este trabajo de investigación explora la interdependencia entre el índice bursátil colombiano y los principales índices bursátiles, tomados de una muestra de países latinoamericanos, asiáticos, europeos y norteamericanos. El análisis se realiza durante el período comprendido entre Enero de 2003 y Agosto de 2018. Para ello se busca, en primer lugar, medir el efecto de los periodos de crisis en la volatilidad condicional del mercado colombiano. En segundo lugar, estimar la correlación condicional entre el mercado de valores colombiano y el resto de mercados.

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 las crisis financieras. La metodología basada en el análisis de correlación condicional dinámica se describe en la segunda parte. En la tercera sección expone las fuentes de información y las series con las que se trabajó. La sección 4 resume los resultados empíricos, centrándose en las correlaciones condicionales dinámicas, y la última parte, expone las conclusiones e implicaciones de la investigación.

### **1. REVISIÓN DE LITERATURA**

Rigobon (2016) plantea que en los años recientes, la investigación sobre la propagación internacional de los shocks ha evolucionado en tres corrientes distintas de pensamiento: visión fundamental, financiero y de coordinación.

### *Visión Fundamental*

En la visión fundamental, los choques se transmiten a través de los canales reales de la economía. En esta categoría los vínculos entre economías existen a través de las relaciones comerciales, choques exógenos de un factor común y la coordinación de las políticas macroeconómicas (Rigobon, 2016). Los principales canales estudiados son las relaciones comerciales (Gerlach y Smets, 1995; Corsetti, Pesenti, Roubini y Tille, 2000), las políticas macroeconómicas (Drazen, 1998) y los choques exógenos (Corsetti, Pericoli y Straccia, 2005).

Estas teorías fueron empleadas para explicar los mecanismos de propagación de la Gran Depresión y la transmisión de las crisis financieras en Europa durante las décadas 70's y 80's. En estos episodios de crisis, el canal comercial tuvo una relevancia muy significativa en la transmisión de los choques (Rigobon, 2016). Aunque, recientemente Pavlova y Rigobon (2007) y Martin (2013) han estudiado las relaciones entre el comercio de bienes y los modelos de precios de activos financieros.

### *Visión Financiera*

En la visión financiera, las perturbaciones se transmiten a través de los canales financieros, derivados de las restricciones e ineficiencias en las entidades financieras y los mercados financieros internacionales. En esta categoría los vínculos entre países existen a través de la teoría del prestamista común (Goldstein, Kaminsky y Reinhart, 2000; Kaminsky y Reinhart, 1998), *margin calls* (Yuan, 2005; Mendoza y Smith, 2002), aspectos de liquidez (Calvo, 2002) o efecto de riqueza (Kyle y Xiong, 2001). Esta visión fue utilizada para estudiar la transmisión de los choques de la Crisis Asiática en 1997, la Crisis Rusa y la quiebra de LTCM en 1998.

Las nuevas teorías de esta categoría están relacionadas con las interconexiones en red entre las instituciones financieras (Allen & Gale, 2000; Elliott, Golub y Jackson, 2014). Aunque, la transmisión de los choques financieros medida a través de las interconexiones en red son una rama de investigación próspera pero con muchas cuestiones abiertas (Rigobon, 2016).

### *Visión Coordinación*

En esta última categoría, la transmisión de los choques financieros se fundamenta en el fracaso de la coordinación, relacionado con los problemas de comportamiento y coordinación entre los participantes de los mercados financieros y hacedores de políticas económicas. En esta categoría, gran parte de la propagación se deriva de las decisiones de los inversionistas, y generalmente, son un problema de aprendizaje o comportamiento en manada. Los principales canales estudiados son los equilibrios múltiples (Masson, 1997), comportamiento en manada (Calvo y Mendoza, 2000; Chari & Kehoe, 1999), aprendizaje (Kodres y Pritsker, 2002; Rigobon, 1998) y contagio político (Drazen, 1998).

## 2. METODOLOGÍA

La metodología contiene tres componentes. Primero, empleamos factores comunes no observables para representar índices financieros relevantes para el mercado colombiano. Segundo, analizaremos cuál fue el impacto de la crisis subprime y la crisis de deuda europea en la volatilidad condicional del mercado colombiano. Por último, estudiaremos las correlaciones o interdependencia entre el mercado colombiano y demás mercados.

### 2.1 Índices Sintéticos

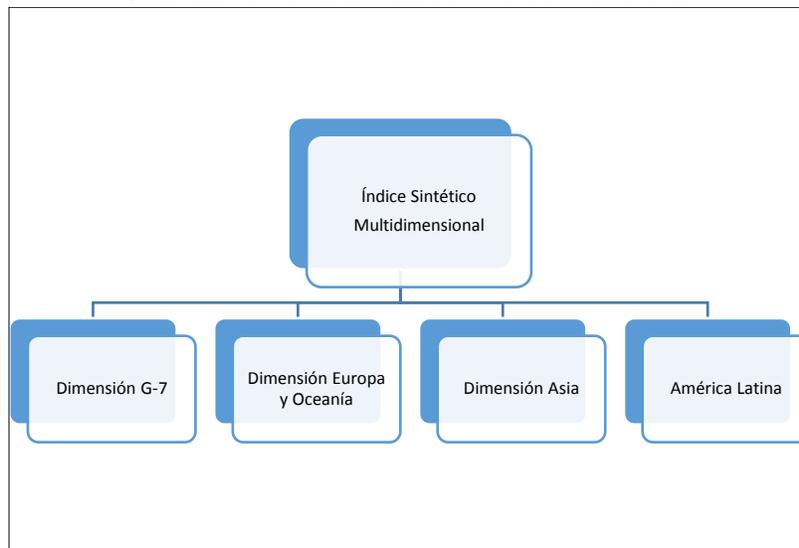
La construcción de los índices sintéticos que representa los factores comunes no observable, se basa en el Análisis de Componentes Principales (ACP). La relación entre las series observadas  $w_t$  y los factores no observables  $z_t$  es explicada por el modelo:

$$w_t = \alpha_t + Bz_t + e_t \quad , \quad (1)$$

donde  $\alpha_t$  es el vector de intercepto,  $B$  es la matriz de *loading* y  $e_t$  es un vector aleatorio de los errores. Se supone que el vector aleatorio  $e_t$  no está correlacionado con la variable latente  $z_t$ .

La elaboración de los índices contempla los siguientes pasos. Primero, se separan las variables por factores comunes: Mercados bursátiles del G-7 ( $I_{G7}$ ), Europa y Oceanía ( $I_{EO}$ ), Asia ( $I_A$ ) y América Latina ( $I_{AL}$ ). Como muestra en la gráfica 1.

**Gráfica 1.** Índice Sintético Multidimensional.



Fuente: Elaboración Propia.

### 2.2 Volatilidad Condicional

En este documento representamos la volatilidad condicional a través de un modelo GARCH. Concretamente, el modelo ajustado para la volatilidad condicional del mercado bursátil colombiano es un modelo GARCH [1,1], tal que:

$$r_t = c_{0t} + u_t, u_t/\Psi_{t-1} \sim N(0, h_t) \quad , \quad (2)$$

$$h_t = \omega_{0i} + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1} + \omega_{1i} D_{1t} + \omega_{2i} D_{2t} + \omega_{3i} D_{3t}, \quad (3)$$

$\Psi_{t-1}$  es el conjunto de información disponible en  $t-1$ .  $r_t$  es el retorno del mercado colombiano.  $h_t$  es la varianza condicional del mercado colombiano que sigue un esquema GARCH (1,1). Las variables  $D_{1t}$ ,  $D_{2t}$  y  $D_{3t}$ , son variables ficticias. Específicamente, están definiendo los periodos de las crisis financieras<sup>2</sup>:  $D_{1t}$  representa a la crisis subprime, tomando el valor 1 en el periodo de crisis y 0 en caso contrario,  $D_{2t}$  representa a la crisis de deuda europea, tomando el valor 1 en el periodo de crisis y 0 en caso contrario y  $D_{3t}$  representa al conjunto de ambas crisis, tomando el valor 1 en el periodo de crisis y 0 en caso contrario.

### 2.3 Correlación Condicional Dinámica (DCC)

Se emplea un modelo GARCH multivariado que permite que tanto la media condicional como la covarianza condicional sean dinámicas. En este sentido, el modelo de correlación condicional dinámica propuesto se caracteriza porque representa una estructura de tipo VAR(1), en el que las volatilidades condicionales multiecuacionales siguen el esquema GARCH (1,1) de correlaciones dinámicas propuesto por Engle (2002), que va a permitir introducir el efecto de los periodos de crisis sobre los retornos, varianzas y correlaciones condiciones. Este modelo puede escribirse como sigue:

$$r_{col} = \gamma + \phi r_{t-1} + \phi_{ij} r_{jt-1} + u_{1t}, j=1, \dots, k \quad (4)$$

$$\varepsilon_t = (u_{1t})' / \psi_{t-1} \sim N(0, \Omega_t), \quad (5)$$

$$h_{col} = \omega_i + \alpha_i u_{t-1}^2 + \beta_{1i} h_{t-1}, \quad (6)$$

$$h_{colj,t} = \eta_{ij} \sqrt{h_{it} h_{jt}}, \forall j = 1, \dots, k \quad (7)$$

$$\eta_{colj,t} = \rho_{ij} + \rho_1 D_{1t} + \rho_2 D_{2t} + \rho_3 D_{3t}, \forall j = 1, \dots, k \quad (8)$$

donde el subíndice  $j = (r_i^n, r_i^i, r_i^{is})$ .  $r_{col}$  es el retorno del mercado bursátil colombiano.  $r_i^n$  son los retornos de los mercados financieros nacionales: Tasa de interés del Bono de Gobierno de Colombia a 10 años ( $B_{col}$ ), Tipo de cambio Peso-Dólar ( $TC_{col}$ ) y Tasa Interbancaria de Colombia ( $TI_{col}$ ).  $r_i^i$  son los índices bursátiles: S&P500 (EE.UU), Nikkei 225 (Japón), DAX (Alemania), CAC (Francia), FTSE 100 (Reino Unido), FTSE MIB (Italia) y S&P/TSX Composite (Canada).  $r_i^{is}$  son los índices sintéticos: Mercados bursátiles del G-7 ( $I_{G7}$ ), Europa y Oceanía ( $I_{EO}$ ), Asia ( $I_A$ ) y América Latina ( $I_{AL}$ ).  $u_{it}$  es el residuo del mercado  $i$ -ésimo.  $\Omega_t$  es la matriz de covarianzas de los errores en el periodo  $t$ .

### 3. DATOS

Este trabajo de investigación explora la interdependencia entre el índice bursátil colombiano y los principales índices bursátiles de las economías que pertenecen al G-7. El análisis se realiza durante el período comprendido entre Enero de 2003 y Agosto de 2018. La fuente de datos para las series de los mercados financieros es Bloomberg. Cada una de

<sup>2</sup> La fecha de la crisis Subprime (2/2007 a 12/2009) se especifica siguiendo Baur (2012) y la crisis de deuda europea (10/2009 a 12/2011) siguiendo a Borrell (2015)

las 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 estacionariedad (Prueba de Dickey-Fuller Aumentada, Phillips-Perron y Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin).

## 4. RESULTADOS

### 4.1 Volatilidad Condicional

En esta sección se muestran los resultados de la estimación del modelo GARCH (1,1) para el mercado bursátil colombiano, como aparece en la tabla 6. Esta especificación es una simple modelación de la incertidumbre mediante los modelos tipos GARCH. En términos generales, los coeficientes de la ecuación varianza son significativos en los diferentes modelos realizados, mostrando cierto grado de persistencia de los efectos arch (shock de las noticias). A su vez, observamos que existe un efecto significativo de la crisis subprime en la volatilidad condicional del mercado colombiano (cuando solo se estima  $D_{1t}$  y  $D_{2t}$ ). En contraste, cuando se extiende el modelo al efecto conjunto de las crisis subprime y deuda europea, la significancia de la crisis subprime desaparece, lo cual demuestra que la volatilidad condicional del mercado colombiano solo creció significativamente en el periodo de la crisis subprime.

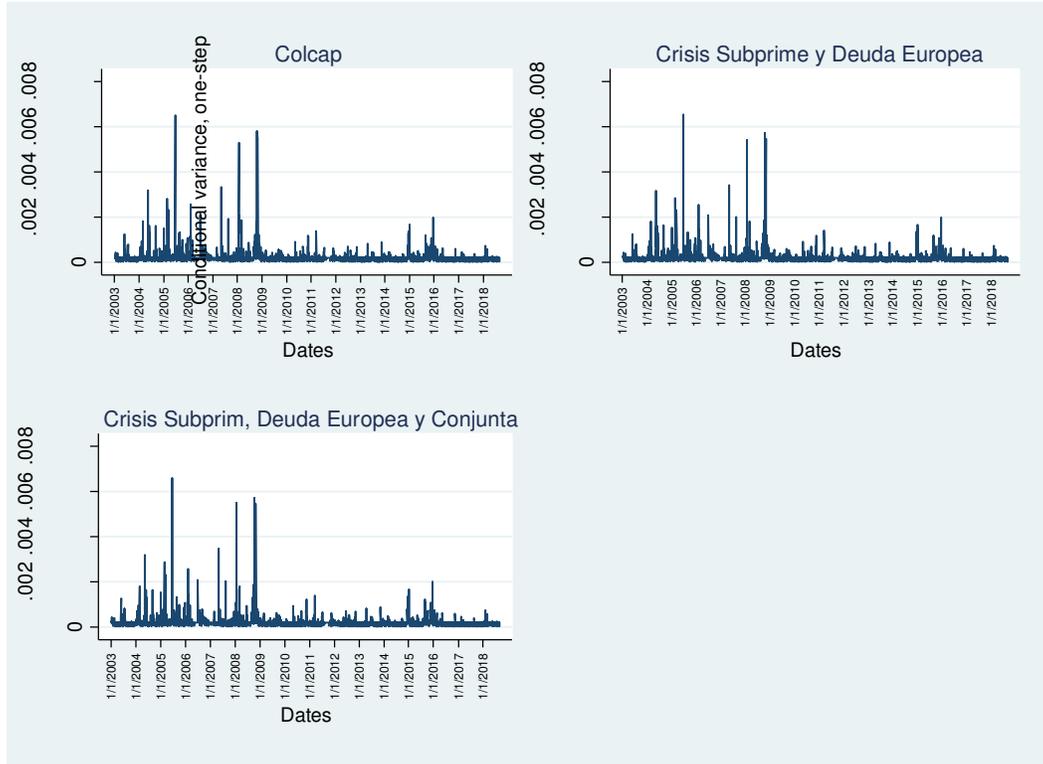
La gráfica 2 muestra la evolución temporal de la varianza condicional del mercado colombiano en los tres modelos estimados. En general, observamos un comportamiento estacionario en todas ellas, no obstante, existen periodos en los que las varianzas condicionales son bastantes elevadas, principalmente durante los períodos correspondientes a la crisis subprime, lo cual indica un aumento de la incertidumbre del mercado bursátil colombiano alrededor de dichas fechas.

Tabla 6. Resultados de la Estimación del Modelo GARCH (1,1)

Estimaciones de la Varianza Condicional - Sin períodos de Crisis							
Ecuación de la Media			Ecuación de Varianza				
	const.		const.	arch(1)	garch(1)		
$r_{colcap}$	<b>0.001</b>		0.00002	<b>0.711</b>	<b>0.269</b>		
	0.000		2.70e-06	0.016	0.024		
	***		***	***	***		
Estimaciones de la Varianza Condicional – Períodos de Crisis Subprime y Deuda Europea							
Ecuación de la Media			Ecuación de Varianza				
	const.	$D_1$	$D_2$	const.	arch(1)	garch(1)	
$r_{colcap}$	<b>0.00047</b>	<b>0.00101</b>	0.00003	0.00002	<b>0.713</b>	<b>0.271</b>	
	0.00019	0.00038	0.00045	2.73e-06	0.016	0.024	
	**	***		***	***	***	
Estimaciones de la Varianza Condicional – Períodos de Crisis Subprime, Deuda Europea y Período conjunto de crisis financieras							
Ecuación de la Media				Ecuación de Varianza			
$r_{colcap}$	const.	$D_1$	$D_2$	$D_3$	const.	arch(1)	garch(1)

0.00043	-0.00060	-0.00153	0.00191	0.00002	<b>0.718</b>	<b>0.269</b>
0.00019	0.00113	0.00109	0.00121	2.71e-06	0.016	0.023
**				***	***	***

**Gráfica 2. Volatilidad Condicional de Colcap**



Nota: En la gráfica se presenta la volatilidad condicional para el índice Colcap en sus tres modelos. En el período de crisis subprime, la volatilidad condicional aumenta significativamente. Fuente: Elaboración propia.

#### 4.2 Correlación Condicional Dinámica (DCC)

La tabla 6 (Paneles A, B y C) presenta los resultados de la estimación del modelo multivariado DCC-GARCH. El Panel A muestra los resultados para los mercados nacionales. El término constante en la ecuación de la media fue estadísticamente significativo. Los términos que representan a los mercados nacionales en la ecuación de la media, no fueron estadísticamente significativos, mientras, que el efecto rezagado del mercado bursátil fue estadísticamente significativo y positivo. Lo anterior, muestra la baja interdependencia entre los mercados nacionales y el mercado bursátil. En la ecuación de la varianza, los coeficientes son significativos, lo cual demuestra la idoneidad de la especificación GARCH (1,1). Además, la suma de los coeficientes es en promedio 0.981, demostrando la persistencia de la volatilidad.

Por otro parte, los coeficientes de la ecuación DCC son estadísticamente significativos, señalando un co-movimiento significativo variable en el tiempo. A su vez, las correlaciones condicionales entre los mercados nacionales muestran una alta persistencia, la suma de los dos coeficientes es 0.978 durante el período de la muestra.

El Panel B expone los resultados de la estimación con los mercados internacionales. Como en el modelo de mercados nacionales, el término constante en la ecuación de la media fue estadísticamente significativo. El efecto de los rendimientos de las acciones del mercado de EE.UU. y Alemania son significativos, lo cual confirma el papel influyente de estos mercados de valores en economías emergentes (Corsetti, Pericoli y Sbracia, 2005; Boyer, Kumagai y Yuan, 2006; Sandoval, 2017). Por el contrario, los rendimientos de las acciones de Japón, Francia, Reino Unido, Italia y Canadá no tuvieron ningún efecto significativo en los rendimientos de las acciones colombianas. En la ecuación de la varianza, los resultados coinciden con el modelo de mercados nacionales.

En cuanto, a la ecuación DCC sus coeficientes son significativos, indicando un co-movimiento significativo en el tiempo y una persistencia moderada (0.56).

En cuanto al Panel C, muestra los resultados para los índices sintéticos internacionales. Como en los modelos anteriores, el término constante en la ecuación de la media fue estadísticamente significativo. La influencia de los índices sintéticos de los países del G-7 ( $I_{G7}$ ) y Europa y Oceanía ( $I_{EO}$ ) son significativos, mostrando que el comportamiento del mercado colombiano es afectado por los mercados de valores de los países del G-7, Resto de Europa y Australia. No obstante, el conjunto de mercados de valores de Asia y América Latina no tuvieron un efecto significativo sobre los mercados colombianos. En la ecuación de la varianza, los resultados coinciden con los modelos anteriores. En cuanto a la ecuación DCC sus coeficientes son significativos, indicando un co-movimiento significativo en el tiempo y una persistencia baja (0.38).

Tabla 7. Resultados de la Estimación del Modelo DDC-GARCH

Panel A. COLCAP - Mercados Nacionales											
	Ecuación de la Media					Ecuación de la Varianza				Ecuación DDC Multivariado	
	const.	$r_{colcap(-1)}$	$B_{col}$	$TC_{col}$	$TI_{col}$	const.	arch(1)	garch(1)	Persistencia	A	B
$r_{colcap}$	<b>0.001</b>	<b>0.090</b>	-0.014	0.031	-0.002	-1.02e-6	<b>0.269</b>	<b>0.711</b>	0.981	<b>0.006</b>	<b>0.971</b>
	(0.000)	(0.021)	(0.017)	(0.026)	(0.006)	(9.50e-06)	(0.039)	(0.108)		(0.002)	(0.007)
	***	***					***	***		***	***
Cuasi-Correlaciones Condicionales											
	$B_{col}$	$TC_{col}$	$TI_{col}$								
$r_{colcap}$	<b>-0.218</b>	<b>-0.264</b>	-0.013								
	(0.027)	(0.025)	(0.029)								
	***	***									
Panel B. COLCAP - Índices Bursátiles G-7											
	Ecuación de la Media										
	const.	ColCap	S&P500	Nikkei	DAX	CAC	FTSE100	FTSEMIB	S&P/TSX		
$r_{colcap}$	<b>0.001</b>	<b>0.086</b>	<b>0.127</b>	0.007	<b>-0.073</b>	-0.006	-0.018	-0.002	0.029		
	(0.000)	(0.021)	(0.028)	(0.013)	(0.036)	(0.049)	(0.037)	(0.025)	(0.030)		
	***	***	***		**						
Ecuación de la Varianza					Ecuación DDC Multivariado						

const.	arch (1)	garch(1)	Persistencia	A		B				
3.02E-07	<b>0.302</b>	<b>0.677</b>	0.979	<b>0.016</b>	<b>0.541</b>					
8.67E-06	(0.039)	(0.101)		(0.003)	(0.074)					
	***	***		***	***					
Cuasi-Correlaciones Condicionales										
	S&P500	Nikkei	DAX	CAC	FTSE100	FTSEMIB	S&P/TSX			
$r_{colcap}$	<b>0.321</b>	<b>0.122</b>	<b>0.311</b>	<b>0.342</b>	<b>0.36</b>	<b>0.306</b>	<b>0.344</b>			
	(0.018)	(0.02)	(0.019)	(0.018)	(0.018)	(0.019)	(0.018)			
	***	***	***	***	***	***	***			
Panel C. COLCAP - Índices Sintéticos										
Ecuación de la Media				Ecuación de la Varianza						
	const.	ColCap(-1)	I_G7	I_EO	I_A	I_AL	const.	arch(1)	garch(1)	Persistencia
$r_{colcap}$	<b>0.001</b>	<b>0.107</b>	<b>0.099</b>	<b>-0.073</b>	-0.002	0.001	5.99e-07	<b>0.303</b>	<b>0.672</b>	0,975
	(0.000)	(0.021)	(0.019)	(0.014)	(0.008)	(0.012)	(8.37e-06)	(0.038)	(0.098)	
	***	***	***	***				***	***	
Cuasi-Correlaciones Condicionales				Ecuación DDC Multivariado						
	I_G7	I_EO	I_A	I_AL	A	B				
$r_{colcap}$	<b>0.363</b>	<b>0.343</b>	<b>0.257</b>	<b>0.406</b>	0.021	0.365				
	(0.017)	(0.018)	(0.019)	0.017	(0.004)	(0.098)				
	***	***	***	***	***	***				

## CONCLUSIONES

Los fuertes vínculos entre los mercados financieros internacionales justifican el objetivo de este trabajo, como se ha indicado, no es otro que el estudio de las relaciones a corto plazo entre los mercados financieros, en concreto las repercusiones de las perturbaciones de los mercados financieros internacionales en el mercado bursátil colombiano.

Para alcanzar el objetivo planteado se han empleado tres metodologías diferentes, aunque complementarias. Por un lado, la metodología GARCH se utiliza para analizar la volatilidad condicional, encontrando que la crisis subprime influyó significativa en la volatilidad condicional del mercado bursátil.

Por otro lado, con el propósito de profundizar aún más en la interdependencia entre los mercados, se implementa un modelo GARCH multivariado de Correlación Condicional Dinámico que permite introducir la dinámica de las rentabilidades, las varianzas y covarianzas condicionales de las mismas para cuantificar la correlación condicional dinámica entre el mercado bursátil colombiano y los demás mercados financieros internacionales.

El modelo GARCH Multivariado permite analizar la Correlación Condicional Dinámica entre el mercado colombiano y los mercados internacionales. El resultado más relevante es la existencia un co-movimiento significativo en el tiempo entre el mercado bursátil

colombiano y los mercados nacionales e internacionales. En cuanto a la persistencia, la covariabilidad con los mercados nacionales es mayor, en relación a los mercados internacionales. Este hallazgo pone en manifiesto la posibilidad de efectos de desbordamiento indirectos a través de los mercados nacionales (Sandoval, 2018), lo cual implicaría que los efectos de los mercados internacionales se propagan directamente e indirectamente sobre el mercado bursátil colombiano.

## REFERENCIAS

- Allen, F., & Gale, D. (2000). Bubbles and crises. *The economic journal*, 110(460), 236-255.
- Boyer, B., Kumagai, T., & Yuan, K. (2006). How do crises spread? Evidence from accessible and inaccessible stock indices. *Journal of Finance*, 61, 957–1003.
- Calvo, G. (2002). Contagion in Emerging Markets: When Wall Street is a Carrier, *proceedings from the International Economic Association Congress*, vol. 3, Buenos Aires, Argentina 2002.
- Calvo, G. A., & Mendoza, E. G. (2000). Rational contagion and the globalization of securities markets. *Journal of international economics*, 51(1), 79-113.
- Chari, V.V., & Kehoe P. (1999). *Herds of Hot Money*. Federal Reserve Bank of Minneapolis Research Department, Mimeo.
- Corsetti, G., Pesenti, P., Roubini, N. & Tille, C. (2000). Competitive devaluations: toward a welfare-based approach. *Journal of International Economics*, 51(1), 217-241.
- 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.
- Drazen, A. (1998). Political Contagion in Currency Crisis. En P. Krugman. (Ed.) *Currency Crises* (pp. 47 – 67). Cambridge: University of Chicago Press.
- 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.
- Elliott, M., Golub, B., & Jackson, M. O. (2014). Financial networks and contagion. *American Economic Review*, 104(10), 3115-53.
- Engle, R. F. (1982). Autoregressive conditional heteroscedasticity with estimates of the variance of United Kingdom inflation. *Econometrica*, 50, 987–1007
- Gerlach, S. & Smets F. (1995). Contagious Speculative Attacks. *European Journal of Political Economy*, 11, 45–63.
- Goldstein, M., Kaminsky, G. L., & Reinhart, C. M. (2000). *Assessing financial vulnerability: an early warning system for emerging markets*. Washington: Institute for International Economics.
- Kaminsky, G., & Reinhart, C. (1998). On Crises, Contagion, and Confusion. *Journal of International Economics*, 51(1), pp. 145-168.
- Kodres, L. E., & Pritsker, M. (2002). A rational expectations model of financial contagion. *The Journal of Finance*, 57(2), 769-799.

- Kyle, A. S., & Xiong, W. (2001). Contagion as a wealth effect. *The Journal of Finance*, 56(4), 1401-1440.
- Martin, I. (2013). The lucas orchard. *Econometrica*, 81(1), 55-111.
- 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., & Smith, K. A. (2002). *Margin Calls, Trading Costs, and Asset Prices in Emerging Markets: The Financial Mechanics of the 'Sudden Stop' Phenomenon*. National Bureau of Economic Research, working paper No. 9286.
- Pavlova, A., & Rigobon, R. (2007). Asset prices and exchange rates. *The Review of Financial Studies*, 20(4), 1139-1180.
- Rigobon, R. (1998). *Informational Speculative Attacks: Good News is No News*. Federal Reserve Board IF Seminar Paper. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=125011>
- Rigobon R. (2016). *Contagion, spillover and interdependence*. Bank of England, *Staff Working Paper No. 607*.
- Sandoval G. (2017). *Efectos de desbordamiento sobre los mercados financieros de Colombia: identificación a través de la heterocedasticidad*. Universidad del Valle, Cali, Colombia.
- Sandoval, G. (2018). *Efectos de desbordamiento sobre los mercados financieros de Colombia: identificación a través de la heterocedasticidad* (MPRA paper 90422). Munich Personal RePEc Archive. Recuperado de <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/90422/>.
- Yuan, K. (2005). Asymmetric price movements and borrowing constraints: A rational expectations equilibrium model of crises, contagion, and confusion. *The Journal of Finance*, 60(1), 379-411.