

Impacto de la volatilidad del precio internacional del petróleo en los rendimientos accionarios de los principales mercados de América Latina

Impact of International Oil Price Volatility on the Main Latin American Stock Markets Returns

Domingo Rodríguez Benavides*

Francisco Venegas-Martínez**

Luis Fernando Hoyos Reyes***

(Fecha de recepción: 2 de enero de 2019. Fecha de aceptación: 15 de abril de 2019)

RESUMEN

En este artículo se examinó el impacto de la volatilidad del precio internacional del petróleo en los rendimientos accionarios de cuatro países importadores y exportadores de petróleo de América Latina. Con este objetivo se estimó un vector autorregresivo estructural con efectos GARCH en media (SVAR-MGARCH-M) con los rendimientos del precio internacional del petróleo y los rendimientos accionarios de cada país, ambos en términos reales. La volatilidad del precio internacional del petróleo se aproximó a través de la desviación estándar condicional del pronóstico del error de un paso delante de las fluctuaciones del precio internacional del petróleo.

* Departamento de Sistemas
Universidad Autónoma Metropolitana -Unidad Azcapotzalco
dorobe@azc.uam.mx

** Escuela Superior de Economía
Instituto Politécnico Nacional (IPN),
fvenegas1111@yahoo.com.mx

*** Departamento de Sistemas,
Universidad Autónoma Metropolitana -Unidad Azcapotzalco
hrhf@azc.uam.mx

Los resultados muestran que la volatilidad del petróleo es relevante para los rendimientos accionarios reales de manera inmediata sólo para Colombia. No obstante, en todos los países analizados hay evidencia de efectos asimétricos ante choques positivos y negativos del precio internacional del petróleo. Éstos tienen implicaciones importantes de política económica. Por ejemplo, los inversionistas deben tener claro los vínculos entre la volatilidad del precio del petróleo y los rendimientos accionarios cuando utilizan el petróleo para cubrir y diversificar sus portafolios de inversión, particularmente en economías donde el petróleo es importante para el crecimiento económico. De igual forma, los formuladores de políticas en los países importadores de petróleo deberían alentar a las empresas a mejorar la eficiencia en el uso de la energía y a recurrir a fuentes alternativas para evitar fluctuaciones en los ingresos y en los precios de las acciones.

Clasificación JEL: C32, G10, G15, Q43.

Palabras clave: precios del petróleo, rendimientos accionarios, volatilidad, modelos GARCH, energía, mercados emergentes.

ABSTRACT

In this article, the impact of the volatility of the international price of oil in the equity returns of four oil import and export countries in Latin America shall be examined. Bearing this objective in mind, an autoregressive structural vector with GARCH-in-Mean Effects (SVAR-MGARCH-M) was estimated with the returns of the international price of oil and the equity returns of each country, both in real terms. The volatility of the international price of oil was approximated using the error forecast's conditional standard deviation of the international price of oil's fluctuations for one step ahead. The results show that the volatility of oil is relevant for the real equity returns in an immediate way only for Colombia. Nevertheless, in all of the countries analyzed, there is evidence of asymmetrical effects to positive and negative crashes of the international price of oil. These have important implications on economical policies. For example, investors have to be aware of the relation between the volatility of the price of oil and the equity returns when they use oil to cover and diversify their investment portfolios, particularly in economies where oil is important for economic growth. Similarly, the policy makers in the countries that import oil should encourage companies to improve energy efficiency and to use alternate sources to avoid fluctuations in the income and the stock prices.

JEL classification: C32, G10, G15, Q43.

Keywords: *Price of Oil Equity Returns, Volatility, GARCH Models, Energy, Emerging Markets.*

Introducción

En los últimos años, los precios mundiales de la energía han experimentado una considerable inestabilidad. Los precios del petróleo, en particular, han experimentado un alto nivel de volatilidad en la última década debido al uso extensivo del petróleo como un insumo fundamental en el proceso productivo y como un bien de consumo final, Swanepoel (2006). Factores físicos y financieros inciden en la volatilidad de los precios del petróleo, Marashdeh y Afandi (2017), dentro de los primeros se ubican la oferta y la demanda, la geopolítica, la tecnología y el clima, mientras que en el segundo grupo se encuentran el tipo de cambio, la tasa de interés y la especulación financiera, entre los más importantes.

La influencia de los precios del petróleo en la economía global ha generado serias preocupaciones entre los responsables de la formulación de políticas económicas, los inversionistas, los consumidores y las instituciones internacionales debido al posible impacto perjudicial en la macroeconomía, Goodness (2015). En consecuencia, los investigadores han mostrado un gran interés en comprender la naturaleza de esta relación, por lo que un gran esfuerzo se ha enfocado en el impacto de las fluctuaciones en el precio del petróleo en las variables macroeconómicas, Marashdeh y Afandi (2017).

Dada la importancia de los precios del petróleo para la economía mundial, recientemente se ha efectuado una mayor investigación sobre el efecto de los precios del petróleo en los rendimientos del mercado de valores. Se considera que las fluctuaciones en el precio del petróleo crudo son un factor importante que incide en los rendimientos del mercado accionario. La mayor parte de esta investigación ha demostrado que los choques en los precios del petróleo sí influyen en los mercados de valores, pero no hay consenso en los resultados de esta relación entre los investigadores, Kilian y Park (2009). Algunos estudios han encontrado una relación negativa entre el precio del petróleo crudo y el desempeño del mercado de valores, otros han encontrado una relación positiva y algunos estudios han mostrado resultados no concluyentes. Sin embargo, una revisión de la literatura ha demostrado que la naturaleza de la economía de un país, la importancia del petróleo en ésta y la naturaleza de los choques petroleros pueden tener un efecto considerable en la interacción entre los precios del petróleo y los rendimientos accionarios, Bouoiyour y Selmi (2016).

Uno de los primeros estudios que examinó esta relación es el de Jones y Kaul (1996), quienes reportaron un efecto negativo de las perturbaciones

del precio del petróleo en los rendimientos agregados del mercado de valores reales para cuatro países desarrollados. Otros estudios, como Sadorsky (1999), Gjerde y Sattlem (1999), Park y Ratti (2008), Chen (2010) y Filis (2010) también reportan impactos negativos. Sin embargo, otros estudios reportan una relación positiva, especialmente en los países exportadores de petróleo; entre los cuales se incluyen Arouri y Rault (2011) y Filis *et al.*, (2011). Finalmente, otros estudios mostraron resultados no concluyentes en los que no se encontró un impacto negativo ni positivo de los precios del petróleo en los rendimientos del mercado accionario, Chen, *et al* (1986); Huang, *et al* (1996); Wei (2003); Filis, *et al* (2011) y Narayan y Sharma (2011).

Los choques de los precios del petróleo se clasifican en tres tipos diferentes según la causa de las fluctuaciones en el precio real del petróleo, Hamilton (2009a) y (2009b). Estos tipos son el choque de oferta de los precios del petróleo, choques de demanda y el choque específico de demanda de petróleo, Marashdeh y Afandi (2017). El choque de oferta de petróleo se atribuye a un cambio en la producción mundial de petróleo (un choque en la oferta global). El choque de demanda de petróleo se debe a un aumento en la demanda agregada de todos los productos industriales, incluido el petróleo crudo, que es impulsado por la actividad económica real global. En tanto que el choque de demanda específica del petróleo se debe a un aumento en la demanda de petróleo crudo en respuesta a la creciente incertidumbre sobre el futuro déficit de suministro de petróleo, Kilian y Park (2009).

Existen diferentes teorías sobre el mecanismo de cómo las fluctuaciones en los precios del petróleo afectan los rendimientos del mercado de valores. Un argumento se basa en la noción de que el valor razonable del precio de una acción debe estar determinado por los flujos de efectivo futuros descontados esperados y que estos flujos de efectivo se ven afectados por diferentes factores macroeconómicos, dentro de los cuales se encuentran las variaciones en los precios del petróleo, razón por la cual estas variaciones pueden alterar los flujos de efectivo descontados esperados, que se reflejarán en el precio de este activo. En consecuencia, cualquier aumento en el precio del petróleo aumentará el costo de producción, reducirá el beneficio de la empresa y, en mayor medida, reducirá el valor de la acción. Por lo tanto, los cambios en los precios del petróleo influyen en gran medida en los mercados de valores, Jones y Kaul (1996). Otra opinión común a este respecto es que un aumento en los precios del petróleo es beneficioso para las compañías petroleras, cuyos flujos de efectivo están directamente relacionados con la diferencia entre el precio del petróleo y el costo de extracción del mis-

mo; por lo tanto, se espera que un aumento en el precio del petróleo tenga un impacto positivo en el rendimiento de las acciones de las compañías petroleras, mientras que tiene un efecto adverso en otras compañías cuyos flujos de efectivo se ven afectados negativamente por el aumento de los precios del petróleo, ya que el petróleo es la principal fuente de energía y uno de los principales costos de producción. Además, varios estudios revelan que el aumento en los precios de los energéticos genera incertidumbre para las empresas, lo que propicia retrasos en las decisiones de inversión, los cuales probablemente afectarán los precios de sus acciones, Degiannakis *et al* (2014). Por otro lado, hay varias explicaciones que sostienen que las fluctuaciones en los precios del petróleo no impactan en los mercados de valores. La primera explicación es que hay múltiples precios de factores en la economía, como las tasas de interés, los salarios, metales industriales y la tecnología, que pueden atenuar las variaciones en los costos de los energéticos. Otro argumento que se esgrime al respecto es que las empresas adquirieron mayor sofisticación en la interpretación de los mercados de futuros y por ende son más capaces de anticipar cambios en los precios de los factores. Dado lo anterior, la cuestión de que los cambios en el precio del petróleo pueden afectar a algunos sectores económicos más que a otros depende de la importancia relativa del petróleo como factor de producción en estos sectores.

A pesar del creciente interés que se ha registrado en los estudios que han examinado el efecto de las perturbaciones del precio del petróleo en los mercados de valores desarrollados y emergentes, ningún estudio se ha enfocado en esta relación en los países de América Latina. Por lo anterior, este estudio intenta cerrar la brecha y arrojar más luz sobre el impacto de las variaciones en el precio del petróleo en los rendimientos del mercado de valores en estos países. El resto del documento está organizado de la siguiente manera. La Sección 1, revisa la literatura sobre el nexo entre los choques del precio del petróleo y los rendimientos del mercado de valores. La Sección 2, describe la metodología empírica y la técnica de estimación aplicada en este estudio. La sección 3, describe las variables relevantes y el conjunto de datos utilizados en el análisis empírico. La sección 4, presenta y discute los resultados. Finalmente, las conclusiones y las recomendaciones de política se presentan en la última sección.

1. Revisión de los estudios empíricos

El Cuadro 1 presenta un resumen de los principales estudios que han examinado la relación entre volatilidad, como *proxy* a la incertidumbre de los precios del petróleo y los precios del mercado accionario, o sus rendimientos, de países importadores y exportadores de petróleo.

Cuadro 1. Resumen de los estudios empíricos relevantes

Autor(es)	Modelo	País o países	Principales resultados
Sadorsky (1999)	Modelo VAR	Estados Unidos de América	La volatilidad del precio del petróleo se encuentra negativamente relacionada a los rendimientos accionarios reales.
El-Sharif <i>et al.</i> (2005)	Modelo multifactorial de arbitraje de precios	Reino Unido	Una relación positiva y significativa entre la volatilidad del precio del petróleo y los rendimientos del mercado de valores.
Basher y Sadorsky (2006)	Modelo multifactorial de arbitraje de precios	21 países emergentes	Los choques de volatilidad del precio del petróleo tienen efectos asimétricos en los rendimientos de las acciones.
Nandha y Hammoudeh (2007)	Modelo multifactorial de arbitraje de precios	15 Países de Asia-Pacífico	Influencia significativa de la incertidumbre del precio del petróleo en solo dos países de la muestra.
Park y Ratti (2008)	Modelo VAR	Estados Unidos de América y 13 países europeos.	El efecto de los choques de los precios del petróleo en los precios de las acciones varía entre países.
Masih <i>et al.</i> (2011)	Modelo de corrección del error	Corea del Sur	Los elevados y volátiles precios del petróleo pueden tener importantes repercusiones adversas para la economía.
Wang <i>et al.</i> (2013)	Modelo VAR estructural	Nueve países importadores de petróleo y siete países exportadores de petróleo.	La incertidumbre de la oferta de petróleo puede deprimir los mercados de valores tanto en los países importadores como en los países exportadores de petróleo. El impacto de la incertidumbre de la demanda es más fuerte y más persistente en los países exportadores que en los países importadores de petróleo.
Asteriou y Bashmakova (2013)	Modelo multifactorial de arbitraje de precios	Países de Europa central y oriental	Los rendimientos del mercado de valores son sensibles al riesgo del precio del petróleo y a la volatilidad de los rendimientos accionarios. Los cambios en el precio del petróleo tienen el impacto más significativo en los rendimientos accionarios de los mercados emergentes.

Continúa

Du y He (2015)	Causalidad de Granger en riesgo	Estados Unidos de América	Existencia de derramas significativas del riesgo entre el petróleo crudo y los mercados de valores.
Caporale <i>et al.</i> (2015)	Modelo VAR-GARCH en media	China	La volatilidad del precio del petróleo afecta positivamente los rendimientos accionarios durante los períodos caracterizados por la incertidumbre del precio del petróleo y de los rendimientos accionarios.
Hammoudeh y Li (2005).	VECM, APT	México, Noruega y Estados Unidos de América	El aumento de los precios del petróleo es perjudicial para los mercados mundiales de capital y ejerce un impacto positivo en las existencias relacionadas con el petróleo.
Agren (2006)	Modelo BEKK asimétrico	Japón, Noruega, Suecia, el Reino Unido y los Estados Unidos de América	Evidencia de efectos de derrame de volatilidad del precio internacional del petróleo a los mercados de valores, con excepción de Suecia; Los efectos de derrame de volatilidad son reducidos en magnitud, aunque estadísticamente significativos.
Sadorsky (1999)	Riesgo del precio del petróleo y 21 rendimientos internacional de las bolsas de mercados emergentes.	Modelo multifactorial positivo en los rendimientos	Se encuentra evidencia de que el riesgo accionarios en los mercados emergentes.
Malik y Ewing (2009)	Modelos GARCH bivariados	Estados Unidos de América	Evidencia de una relación negativa y significativa entre los rendimientos de los índices sectoriales y la volatilidad del precio del petróleo
Arouri <i>et al.</i> (2011)	Modelo VARGARCH generalizado	Mercados de Valores de Europa y de los Estados Unidos de América	Propagación directa generalizada de la volatilidad entre los rendimientos accionarios sectoriales y los del petróleo. Efectos cruzados de volatilidad del petróleo los mercados de valores de Europa, mientras que en Estados Unidos se observan derramas de volatilidad en ambos sentidos.
Lee y Chiou (2011)	Modelo GARCH univariado con cambio de régimen.	Estados Unidos de América	Encuentran que ante fluctuaciones significativas en el precio del petróleo, los cambios inesperados en el precio del petróleo propician impactos negativos en los rendimientos del S&P500, este resultado en un régimen de fluctuaciones menores en el precio del petróleo no se mantiene.
Choi y Hammoudeh (2010)	Modelo GARCH-DCC simétrico	Estados Unidos de América	Muestran evidencia de correlaciones crecientes entre el los precios del petróleo Brent, del petróleo WTI, del cobre, del oro y de la plata, pero las correlaciones disminuyen con el índice S&P500.

Continúa

Filis <i>et al.</i> (2011)	Correlaciones variantes en el tiempo.	Estados Unidos de América, Alemania, Países Bajos, Canadá, México y Brasil.	Evidencia que la correlación variable en el tiempo no difiere para las economías importadoras de petróleo y las exportadoras de petróleo, la correlación aumenta positivamente (negativamente) en respuesta a importantes choques en el precio del petróleo del lado de la demanda agregada (demanda precautoria), como resultado de las fluctuaciones del ciclo económico mundial. Los resultados de la correlación desfasada muestran que los precios del petróleo tienen un efecto negativo en todos los mercados bursátiles.
Masih <i>et al.</i> (2011)	Modelo VEC	Corea del Sur	Impacto negativo de la volatilidad del precio del petróleo en los rendimientos reales de las acciones.
Jouini (2013)	Modelo VAR-GARCH	Arabia Saudita	Evidencia de transmisión de volatilidad entre precio del petróleo y los rendimientos sectoriales.
Chang <i>et al.</i> (2009)	Modelos GARCH Multivariados	Rendimientos accionarios de diez compañías petroleras mundiales.	No encuentran evidencia de derramas de volatilidad.
Arouri <i>et al.</i> (2012)	Modelo VAR-GARCH	Mercados petroleros y accionarios de Europa.	Encuentran efectos significativos de derramas de volatilidad entre el precio del petróleo y rendimientos accionarios sectoriales.
Jiranyakul (2014)	Modelo GARCH bivariado, pruebas de causalidad Granger por pares	Tailandia	Evidencia de que los movimientos en el precio real del petróleo no afecta adversamente el rendimiento real del mercado de valores, pero la volatilidad del precio de las acciones sí afecta el rendimiento real de las acciones. Encuentran evidencia de transmisión de volatilidad unidireccional positiva que va del petróleo al mercado de valores.
Olson <i>et al.</i> (2014)	Modelo BEKK Multivariado	Estados Unidos de América	Los resultados muestran que los rendimientos bajos de S&P500 causan incrementos sustanciales en la volatilidad del índice de energía; Sin embargo, encuentran una respuesta débil de la volatilidad del S&P500 a los choques de precios de la energía.
Lin <i>et al.</i> (2014)	Modelos VAR-GARCH, VAR-AGARCH y DCC-GARCH	Ghana	Evidencia de transmisión de volatilidad positiva y significativa e interdependencia entre el petróleo y los rendimientos del mercado de valores.

Continúa

Basher y Sadorsky (2006)	Análisis de regresión agrupado.	21 Mercados de valores emergentes.	Se encuentra un fuerte impacto estadísticamente significativo.
Gupta y Modise (2013)	VAR estructural	Sudáfrica	Para los países importadores de petróleo, el rendimiento de las acciones aumenta como resultado de un aumento del precio del petróleo solo cuando la economía mundial está aumentando. En caso de demanda especulativa y choques de oferta de petróleo, disminuyen los rendimientos accionarios.
Wang <i>et al.</i> (2013)	VAR estructural	Estados Unidos de América, Japón, Alemania, Francia, Reino Unido, Italia, China, Corea, India, Arabia Saudita, Kuwait, México, Noruega, Rusia, Venezuela y Canadá.	Ninguno de los mercados bursátiles bajo estudio responde a los choques del precio del petróleo. Los mercados de valores de los países exportadores de petróleo responden positivamente a los choques de demanda agregada positivos. Los resultados no son concluyentes para los choques de demanda precautorios, para la mayoría de los mercados de capitales, los efectos son insignificantes.
Maghyreh y Awartani (2016).	SVAR-MGARCH en media.	Diez países de la región de Oriente Medio y del Norte de África.	La incertidumbre del precio del petróleo es importante en la determinación de los rendimientos reales de las acciones. Existe una relación negativa y significativa entre la incertidumbre del precio del petróleo y el rendimiento real de las existencias en todos los países de la muestra. La incidencia del riesgo del precio del petróleo es más fuerte en aquellas economías que dependen en gran medida de los ingresos del petróleo para crecer.
Bass (2017)	SVAR-MGARCH en media	Rusia	La incertidumbre de los precios del petróleo tiene un impacto positivo y estadísticamente significativo en los rendimientos de las acciones. También encuentra evidencia de efectos asimétricos en los rendimientos accionarios ante choques negativos y positivos de los precios del petróleo.
Kocaarslan <i>et al.</i> (2017).	Modelos VAR-A-DCC -EGARCH(1,1) y VAR-DCC-EGARCH(1,1)	BRIC's y Estados Unidos.	El impacto de las expectativas de volatilidad en los mercados de valores, oro y petróleo de los Estados Unidos son asimétricos y dependen del nivel de las correlaciones. Adicionalmente, la interdependencia entre los mercados es impulsada por las percepciones de riesgo tanto en los mercados financieros como en los no financieros.

Fuente: actualizado a partir de los cuadros 1 de Bass (2017) y A1 de Maghyreh y Awartani (2016).

Dados los resultados presentados en el Cuadro 1 es posible destacar lo siguiente: *i*) la investigación sobre el tema es escasa y se ha concentrado en los países en desarrollo, de aquí la relevancia y la importancia de investigar a las economías emergentes; *ii*) los estudios existentes se dedican principalmente al análisis de la relación entre los precios del petróleo y el valor de mercado de las acciones. Los estudios sobre la causa del impacto de la volatilidad de los precios del petróleo en los mercados bursátiles, son escasos; *iii*) la evidencia de los resultados de estudios previos es mixta; Bass (2017). De esta forma, algunos investigadores han llegado a la conclusión de una relación existente entre la incertidumbre de los precios del petróleo y los rendimientos del mercado accionario mientras que otros han arribado a la conclusión de la ausencia de dicha relación; *iv*) la mayoría de los estudios analizan de manera simétrica la reacción del mercado bursátil a los choques positivos y negativos de incertidumbre en los precios del petróleo, Bass (2017) y Rodríguez, Martínez y Hoyos (2019).

2. Metodología Econométrica

Sea y_t' un vector columna bidimensional de variables endógenas en el que se incluyen las variaciones en el precio internacional del petróleo y los rendimientos del mercado accionario. La media condicional de las variables se especifica como un proceso VAR que se puede escribir como:

$$By_t = C + A_1y_{t-1} + A_2y_{t-2} + \dots + A_p y_{t-p} + \quad (1)$$

$$\Lambda(L)H_t^{1/2} + \varepsilon_t \quad \text{para } 1 \leq t \leq T,$$

Expresión cuyas matrices tienen las siguientes propiedades $\dim(B) = \dim(A_i) = (N, N)$, $\varepsilon_t | \psi_{t-1} \sim iid N(0, H_t)$, H_t es diagonal, $\Lambda(L)$ es un polinomio matricial en el operador de rezago, ψ_{t-1} denota el conjunto de información hasta el momento $t-1$, mientras que p y T son la longitud de los rezagos y el tamaño de la muestra, respectivamente. La volatilidad del precio del petróleo es $H_t^{1/2}$, la desviación estándar de la varianza condicional de los rendimientos del petróleo. El impacto de la incertidumbre en los rendimientos accionarios reales se captura a través de los coeficientes de la matriz $\Lambda(L)$. Específicamente, la incertidumbre del precio del petró-

leo es relevante e inhibe los rendimientos accionarios reales si el coeficiente de $\Lambda(L)$ es negativo y estadísticamente significativo.⁴ Con respecto a la covarianza condicional, H_t se asume que sigue una forma reducida de un proceso GARCH bivariado como en Engle y Kroner (1995). El proceso se puede escribir como:

$$h_t = C_v + \sum_{i=1}^q F_i \eta_{t-i} + \sum_{j=1}^r G_j h_{t-j} \quad (2)$$

donde $\eta_{t-i} = \text{vec}(\varepsilon_{t-i} \varepsilon_{t-i}')$, $h = \text{vec}(H_t)$, $\varepsilon_t \sim H_t^{1/2} z_t$, $z_t \sim N(0, I)$, F_i y G_j son matrices de parámetros de orden $N \times N$ y C_v es una matriz triangular superior que asegura que H_t sea definida positiva.

Para reducir el número de parámetros en la función de varianza, se utilizó el supuesto común de identificación en el VAR estructural como en Elder (2004) y Elder y Serletis (2010). De esta forma se asumió que correlaciones contemporáneas de las perturbaciones estructurales son iguales a cero, lo cual permite reducir la matriz de covarianza, H_t a una matriz diagonal. Por tanto, el modelo se reduce a

$$\text{diag}(H_t) = C_v + \sum_{i=1}^q F_i \text{diag}(\eta_{t-i}) + \sum_{j=1}^r G_j \text{diag}(h_{t-j}) \quad (3)$$

Esta simple especificación, permite que la varianza condicional sea una función de rezagos de sus errores al cuadrado y de sus varianzas condicionales. Las matrices de parámetros F_i y G_j son diagonales.

El VAR-GARCH en media establecido por la ecuación de media condicional planteada en la ecuación (1) y la ecuación de la varianza condicional establecida en (3) se estiman simultáneamente a través del método de máxima verosimilitud. Específicamente, se maximiza la siguiente función logarítmica de verosimilitud:

⁴ Para asegurar la identificación, se impone la restricción cero en un modelo VAR estructural convencional. De esta manera se restringe la matriz B de tal modo que los rendimientos del mercado de valores respondan instantáneamente a las innovaciones de los precios reales del petróleo y no al revés. Por lo tanto, se estima un parámetro libre en B como en un VAR bivariado.

$$\log L_t(\theta) = \sum_{t=1}^T l_t(\theta) \quad (4)$$

donde L_t es la función de verosimilitud muestral, es un vector $\theta = (B, C, A_1, A_2, \dots, A_p, \Lambda, F, \text{ y } G)$ de parámetros estructurales,

$$l_t(\theta) = -(N/2) \log(2\pi) + (1/2) \log |B|^2 \quad (5)$$

$$-(1/2) \log |H_t| - (1/2) (\varepsilon_t' H_t^{-1} \varepsilon_t)$$

Para obtener estimaciones consistentes, la ecuación (4) se maximiza con respecto a los parámetros estructurales a través de métodos numéricos empleando el algoritmo de Broyden, Fletcher, Goldfarb y Shanno (BFGS), Maghyereh y Awartani (2016).

3. Los datos

Los rendimientos del precio internacional del petróleo en términos reales se calcularon a partir del precio del *West Texas Intermediate* (WTI), el cual se obtuvo de dos fuentes: de enero de 1975 a diciembre de 1985 se tomó de Balcilar, Gupta y Miller (2015), mientras que de enero de 1986 a enero de 2019 la serie proviene de la Administración de Información Energética de Estados Unidos (*EIA*, por sus siglas en inglés),⁵ para expresarlo en términos reales se deflactó el precio nominal del petróleo con el índice de precios al consumidor de los Estados Unidos. En tanto que los rendimientos de los mercados accionarios analizados, se obtuvieron del Índice del Mercado Accionario representativo de cada país en moneda local y en términos reales se extrajeron de Economía y su periodo de cobertura difiere para cada uno de ellos. El Cuadro 2 muestra el periodo temporal de cobertura para cada índice accionario y el número de observaciones correspondiente para cada uno de ellos. De esta manera se cuenta con un panel de datos desbalanceado en virtud de que los periodos de tiempo de cada índice accionario considerado difieren entre ellos. Como

⁵ <https://www.eia.gov/dnav/pet/hist/LeafHandler.ashx?n=pet&s=rwtc&f=m>

se puede ver en el Cuadro 2, hay muy pocas observaciones disponibles para Argentina, razón por la cual se optó por excluir a este país de la muestra de países de América Latina analizados, de igual forma el mercado accionario de México se excluye de la muestra en virtud de que ya fue analizado exhaustivamente en Rodríguez, Martínez y Hoyos (2019).

Cuadro 2. Descripción de los Índices Accionarios de América Latina empleados

País (Índice)	Periodo	Observaciones
Argentina (MERVAL)	Jun -2012 – Ene 2019	80
Brasil (IBOVESPA)	Dic 1979 – Ene 2019	470
Colombia (IGBC)	Ene 1991 - Ene 2014	276
Chile (IPSA)	Ene 1989 – Ene 2019	361
Perú (SP/BVL)	Ene 1990 – Ene 2019	349

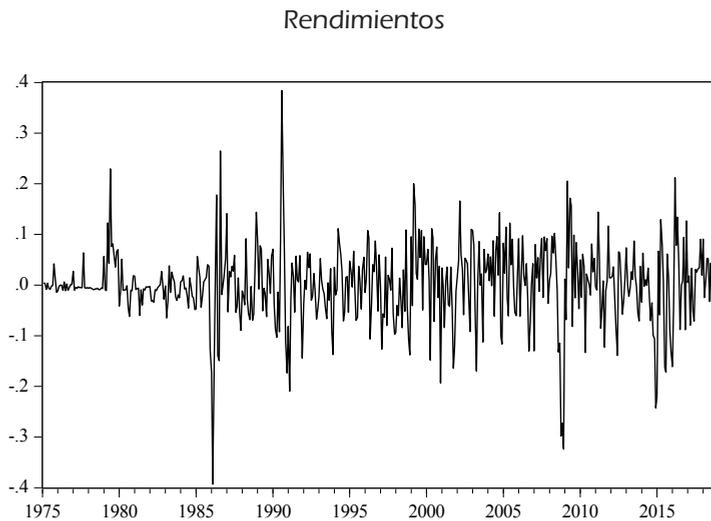
Las series de rendimientos, tanto del petróleo como de cada índice accionario considerado, se obtuvieron de sus primeras diferencias logarítmicas.

La Gráfica 1 muestra la evolución del precio real del petróleo, sus rendimientos mensuales y la varianza condicional durante el período de muestra. En dicha gráfica se pueden apreciar cambios sustanciales en el precio real del petróleo durante ciertos períodos. Por ejemplo, el incremento repentino que mostró a principios de la década de los ochentas y posteriormente su caída sostenida en los años posteriores y su drástica reducción a principios de 1986 como consecuencia del colapso de la cooperación de la OPEP, lo que propició una sobreproducción de petróleo. Con la reducción de los precios del petróleo, la volatilidad aproximada en primera instancia por la volatilidad condicional aumentó en este período. De manera similar, durante la primera Guerra del Golfo, en 1991, los precios del petróleo también experimentaron grandes fluctuaciones, Maghyereh, Awartani y Sweidan_(2017). La volatilidad del petróleo se mantuvo en un nivel relativamente bajo durante el período que se extiende desde 1993 hasta 1998; luego, se volvió a incrementar en los años 1998, 1999 y 2000 a raíz de la crisis asiática. De igual forma, la Gráfica 1 muestra un notable incremento de la volatilidad durante la reciente crisis financiera mundial que comenzó a finales de 2007 y se extendió en los años subsecuentes.

Gráfica 1. Logaritmo del precio internacional del petróleo en términos reales, rendimientos y varianza condicional obtenida de un AR(1)-GARCH(1,1) (1975:1-2019:1)

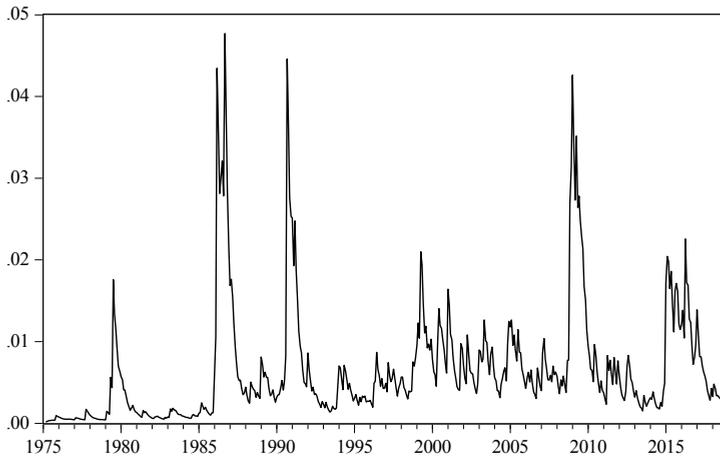


Fuente: elaboración propia.



Fuente: elaboración propia.

Varianza condicional obtenida de un AR(1)-GARCH(1,1)

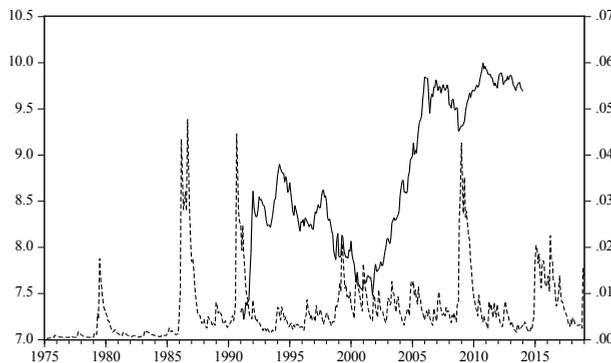


Fuente: elaboración propia.

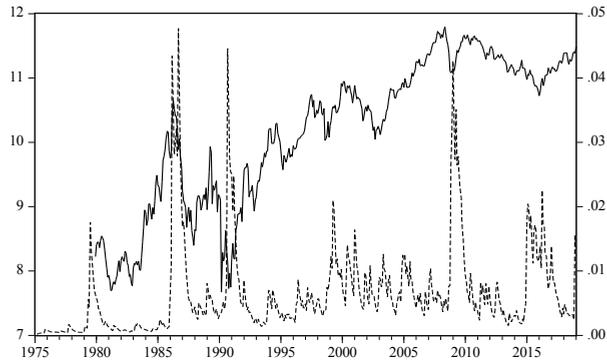
La Gráfica 2 muestra la volatilidad del precio del petróleo (línea punteada) y el logaritmo natural del índice accionario de cada país (línea sólida). En algunos casos muestra que un incremento en la volatilidad del precio del petróleo va acompañado de reducciones en los índices accionarios en términos reales.

Gráfica 2. Índices accionarios de los mercados de América Latina seleccionados en moneda local y en términos reales, en logaritmos naturales, y Varianza condicional del precio internacional del petróleo

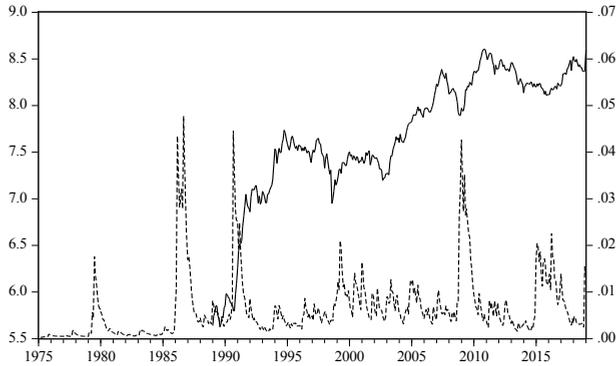
IBOVESPA



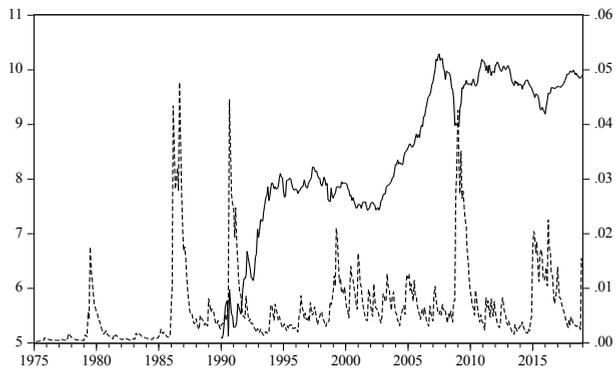
IGBC



IPSA



SPBVL



Fuente: elaboración propia.

4. Resultados empíricos

El Cuadro 3 muestra los resultados de las pruebas de raíz unitaria del multiplicador de Lagrange, con dos cambios en el nivel (media) aplicadas tanto a los rendimientos del precio internacional del petróleo como a los rendimientos accionarios de los países de América Latina considerados.

Cuadro 3. Prueba endógena de raíz unitaria del multiplicador de Lagrange con dos rupturas estructurales

<i>Diferencia logarítmica del precio internacional del petróleo en términos reales.</i>				
Modelo A: $k = 0$, $T_{B1} = 1985:12$, $T_{B2} = 2008:11$, $N = 515$.				
Valor crítico al 5%: -3.260				
Parámetro	μ_0	d_1	d_2	ϕ
Estimado	-0.0159	-0.1462	-0.2711	-0.7126
Estadístico t	-4.6403	-1.9526	-3.5779	-16.8179
<i>Diferencia logarítmica del IBOVESPA en términos reales.</i>				
Modelo A: $k = 9$, $T_{B1} = 1985:09$, $T_{B2} = 1990:08$, $N = 456$.				
Valor crítico al 5%: -3.603				
Parámetro	μ_0	d_1	d_2	ϕ
Estimado	-0.1373	0.1543	-0.2845	-1.0513
Estadístico t	-6.6041	1.0044	-1.6291	-6.6041
<i>Diferencia logarítmica del IGBC en términos reales.</i>				
Modelo A: $k = 0$, $T_{B1} = 2000:05$, $T_{B2} = 2002:08$, $N = 263$.				
Valor crítico al 5%: -3.644				
Parámetro	μ_0	d_1	d_2	ϕ
Estimado	-0.0055	-0.0450	0.0741	-0.8406
Estadístico t	-1.2445	-0.6243	1.0311	-13.9238
<i>Diferencia logarítmica del IPSA en términos reales.</i>				
Modelo A: $k = 3$, $T_{B1} = 1998:11$, $T_{B2} = 2009:05$, $N = 347$.				
Valor crítico al 5%: -3.266				
Parámetro	μ_0	d_1	d_2	ϕ
Estimado	-0.0412	-0.0816	-0.0814	-0.2623
Estadístico t	-4.3278	-1.1928	-1.2754	-4.6366
<i>Diferencia logarítmica del SP/BVL en términos reales.</i>				
Modelo A: $k = 1$, $T_{B1} = 1994:09$, $T_{B2} = 2008:08$, $N = 335$.				
Valor crítico al 5%: -3.629				
Parámetro	μ_0	d_1	d_2	ϕ
Estimado	0.0080	0.0283	-0.1983	-0.6800
Estadístico t	1.4944	0.2925	-2.0344	-9.7512

Hipótesis nula: $y_t = \mu_0 + d_1 B_{1t} + d_2 B_{2t} + y_{t-1} + u_{1t}$,

Hipótesis alternativa: $y_t = \mu_1 + \gamma t + d_1 D_{1t} + d_2 D_{2t} + v_{2t}$,

donde $D_{j1} = 1$ para $t \geq T_{B_j} + 1$, $j = 1, 2$ y 0 de otra forma; $B_{j1} = 1$ para $t \geq T_{B_j} + 1$, $j = 1, 2$ y 0 de otra forma; T_{B_j} denota la fecha de ruptura.

Cómo se puede ver en el Cuadro 3, los resultados de las pruebas de raíces unitarias con dos rupturas en media, revelan que tanto la serie de rendimientos del petróleo como las series de los rendimientos de los países de América Latina consideradas son estacionarias, cabe aclarar que la presencia de rupturas en la prueba es con el fin de hacer más robusta la inferencia que puede extraerse de la prueba ante posibles cambios de nivel que puedan estar presentes en estas series. El siguiente paso consiste en determinar el número de rezagos óptimo para cada uno de los modelos VAR estimados con los rendimientos del precio internacional del petróleo en términos reales y de cada uno de los índices accionarios reales de cada uno de los mercados de América Latina considerados. El Cuadro 4 presenta el número óptimo de rezagos sugerido para cada modelo VAR de acuerdo a los criterios de Akaike y de Schwarz.

Cuadro 4. Número de rezagos óptimo de acuerdo a los criterios de Akaike y de Schwarz para cada modelo VAR estimado

País (Índice)	Número de rezagos de acuerdo con el criterio de	
	AIC	SBC
Brasil (IBOVESPA)	1	1
Colombia (IGBC)	9	1
Chile (IPSA)	1	1
Perú (SP/BVL)	1	1

Notas: AIC es el criterio informativo de Akaike y SBC el de Schwarz.

Los criterios de Akaike y de Schwarz sugieren en casi todos los casos que el número de rezagos óptimo para cada VAR es 1, con excepción de índice de precios del mercado de Colombia (IGBC), dado lo anterior se optó por estimar cada uno de los modelos VAR, con los rendimientos del precio internacional del petróleo y de cada uno de los rendimientos accionarios de los mercados analizados con un rezago. Dado que las series en cuestión son estacionarias se estimó el modelo SVAR-MGARCH en media con los rendimientos tanto del precio del petróleo en términos reales, como con los del Índice Accionario de cada país también en términos reales. Los resultados de la prueba de especificación se presentan en el Cuadro 5.

Cuadro 5. Pruebas de especificación del modelo

Modelo VAR y muestra	VAR	VAR con MGARCH-M
<i>Rendimientos del precio real del petróleo e IBOVESPA</i>	7173.61	6869.04
<i>Rendimientos del precio real del petróleo e IGBC</i>	3852.51	3823.56
<i>Rendimientos del precio real del petróleo e IPSA</i>	4850.15	4838.93
<i>Rendimientos del precio real del petróleo e SP/BVL</i>	5148.69	4977.41

Los valores del criterio de Schwarz reportados en el Cuadro 5 revelan que en todos los modelos VAR estimados con los rendimientos tanto del precio real del petróleo como de cada mercado accionario, los modelos VAR con efectos GARCH en la media capturan mejor las características de los datos en comparación con los modelos VAR homocedásticos. Lo anterior resalta la importancia de tener en cuenta los efectos de la volatilidad (GARCH) en la media en el ajuste de los datos.

El Cuadro 6 reporta los coeficientes estimados de las ecuaciones de la varianza condicional para cada una de las variables incorporadas en el modelo. Los valores de los parámetros estimados muestran claramente que los coeficientes de los términos ARCH y GARCH son estadísticamente significativos para ambas variables. Estos resultados proveen soporte adicional a la validez del modelo del modelo SVAR-MGARCH en media.

Cuadro 6. Coeficientes estimados de la función de varianza del VAR MGARCH-M

Ecuación de los rendimientos	Varianza condicional	Constante	$\varepsilon_i(t-1)^2$	$H_{i,j}(t-1)$
IBOVESPA				
<i>Del petróleo</i>	$H_{1,1}(t)$	38.27** (11.55)	0.386** (4.77)	0.00 -
<i>Del mercado Accionario</i>	$H_{2,2}(t)$	0.730* (1.68)	0.137** (4.72)	0.872** (39.92)
IGBC				
<i>Del petróleo</i>	$H_{1,1}(t)$	43.47** (9.70)	0.203** (2.83)	0.00 -
<i>Del mercado Accionario</i>	$H_{2,2}(t)$	0.524** (11.18)	0.115** (25.95)	0.882** (184.16)

Continúa

IPSA				
<i>Del petróleo</i>	$H_{1,1}(t)$	49.99** (10.26)	0.220** (2.72)	0.00 -
<i>Del mercado Accionario</i>	$H_{2,2}(t)$	2.079* (1.74)	0.094** (2.85)	0.852** (15.94)
SP/BVL				
<i>Del petróleo</i>	$H_{1,1}(t)$	51.57** (10.47)	0.210** (5.12)	0.00 -
<i>Del mercado Accionario</i>	$H_{2,2}(t)$	1.124** (4.99)	0.159** (96.07)	0.841** (513.84)

Notas: Los números entre paréntesis son los estadísticos- t asociados a cada parámetro estimado.

** Denota significancia al nivel del 5%.

* Denota significancia al nivel del 10%.

El impacto de la volatilidad del precio internacional real del petróleo en los rendimientos de los mercados accionarios de América Latina analizados se presenta en el Cuadro 7. En este cuadro se muestra la estimación puntual del parámetro de interés y su estadístico t asintótico correspondiente entre paréntesis. Como se puede apreciar dicho coeficiente resultó positivo en todos los casos, no obstante, el único que resultó significativo es el de Colombia (IGBC). Por lo tanto, podemos concluir que únicamente en uno de los cuatro

Cuadro 7. Coeficientes estimados de la volatilidad del petróleo en la ecuación de la media de los rendimientos accionarios

<i>Índice Accionario</i>	Coeficiente de la volatilidad del petróleo $H_{1,1}(t)^{1/2}$
<i>IBOVESPA</i>	0.323 (1.55)
<i>IGBC</i>	0.851** (2.57)
<i>IPSA</i>	0.291 (1.15)
<i>SP/BVL</i>	0.055 (0.17)

Notas: Los números entre paréntesis son los valores de los estadísticos t asintóticos.

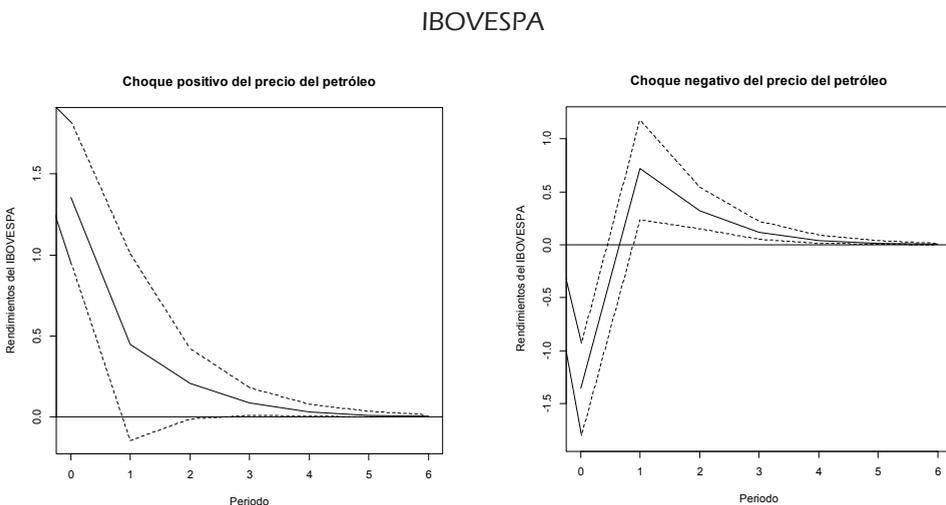
** Denota significancia al nivel del 5%.

* Denota significancia al nivel del 10%.

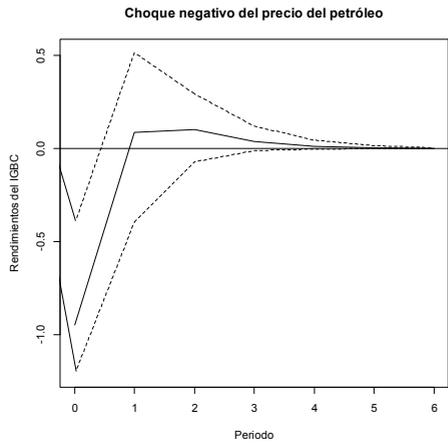
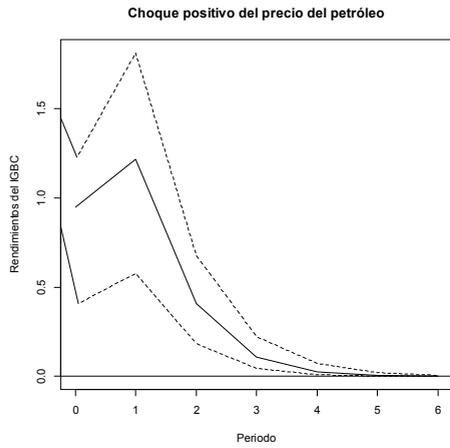
mercados analizados, la volatilidad del precio internacional del petróleo tiene un efecto positivo inmediato significativo en el rendimiento real de las acciones, estos resultados no son consistentes con los reportados por otros trabajos efectuados para otros países, por ejemplo para los países de la región de Oriente Medio y Norte de África, ver Maghyreh y Awartani (2016).

Por otra parte, se evaluó el impacto de la volatilidad del precio del petróleo en la dinámica de los rendimientos accionarios a través de las funciones de impulso-respuesta, las cuales se simulan a partir de las estimaciones de los parámetros del modelo obtenido por el método de máxima verosimilitud. Para poder comparar los impulsos con los de un VAR homoscedástico, la magnitud de las respuestas al impulso utilizadas para simular las funciones de impulso-respuesta, se basa en un choque del precio del petróleo que es igual a la desviación estándar incondicional del cambio en el precio del mismo. Para determinar si las respuestas a choques positivos y negativos son simétricas o asimétricas, se simula la respuesta de los rendimientos accionarios a ambos tipos de choques del precio del petróleo. Las funciones de impulso-respuesta (línea negra continua) y las bandas de error a una desviación estándar (líneas punteadas) se presentan en la Gráfica 3. Las funciones de impulso-respuesta muestran que ante un choque positivo inesperado

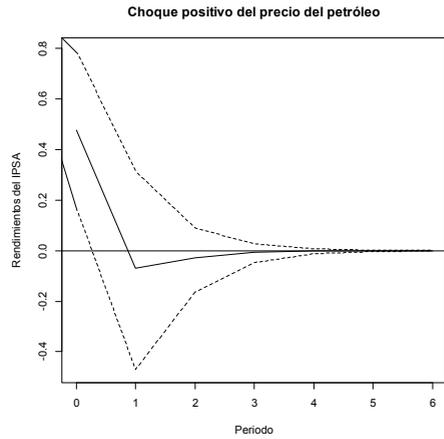
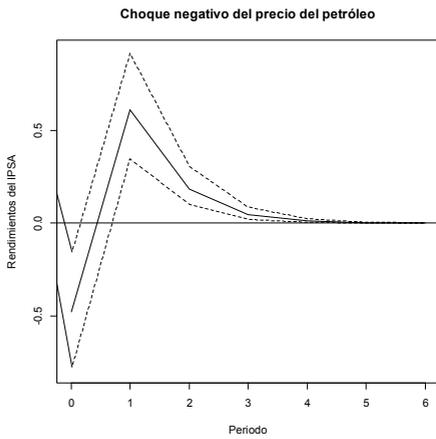
Gráfica 3. Funciones de Impulso-Respuesta a una desviación estándar a choques positivos y negativos de las variaciones del precio real del petróleo



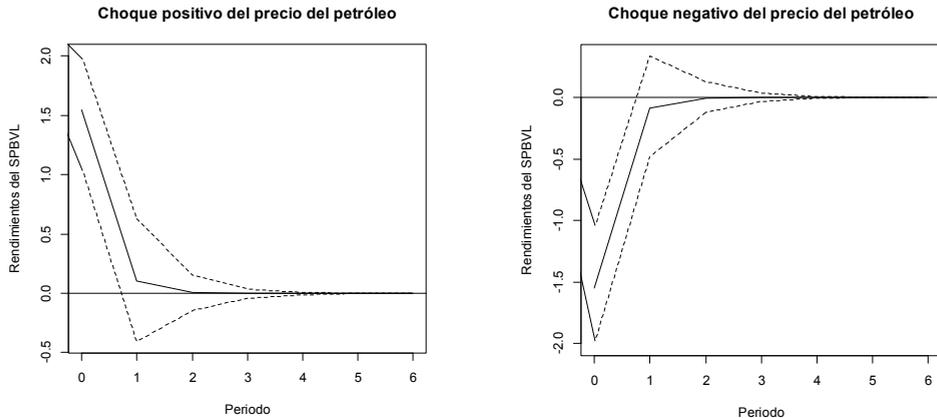
IGBC



IPSA



SPBVL



Fuente: elaboración propia.

del precio internacional de petróleo propician una reducción instantánea en los rendimientos accionarios en casi todos los mercados de la muestra analizados, con excepción del mercado accionario de Colombia, en el que a diferencia del resto en éste tiende primero a incrementarse, posteriormente este efecto tiende a revertirse y a disiparse después en menos de medio año una vez transcurrido el choque.

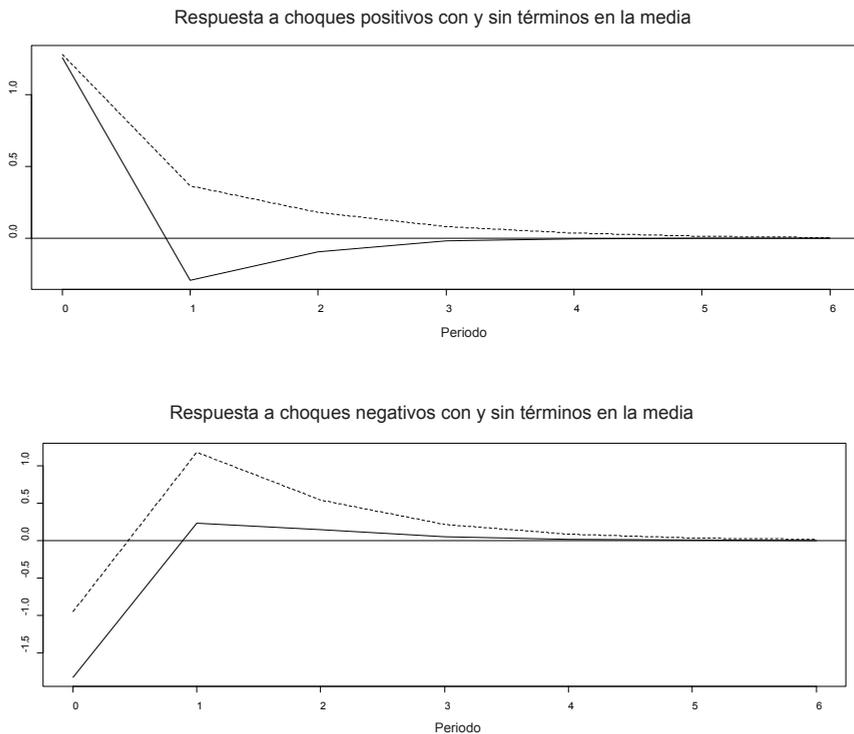
Mientras que la respuesta dinámica de los rendimientos accionarios de los distintos mercados a un *shock* negativo del precio del petróleo, es que tienden a incrementar la rentabilidad en todos los mercados accionarios de la región analizados de manera inmediata en el lapso de un mes para posteriormente disipar este efecto. De esta manera, las funciones de impulso-respuesta revelan la presencia de efectos asimétricos en los rendimientos accionarios de los mercados analizados ante choques positivos y negativos del precio internacional del petróleo.

Por último, la comparación de las respuestas de los rendimientos accionarios ante choques positivos y negativos del precio del petróleo con y sin el término GARCH en media se muestra en la Gráfica 4, en la cual con fines de simplicidad se suprimen las bandas correspondientes al nivel de confianza. En dicha gráfica, las líneas sólidas representan la respuesta de los rendimientos accionarios ante un shock en el precio del petróleo en el

modelo que incorpora la volatilidad del precio del petróleo en la ecuación de los rendimientos accionarios, en tanto que las líneas punteadas representan la respuesta de los rendimientos accionarios después de un choque en el precio del petróleo excluyendo la volatilidad del precio del petróleo en la ecuación de los rendimientos accionarios. La gráfica muestra que el patrón asociado con los modelos VAR-GARCH multivariado con efectos en media son muy similares a los de los modelos VAR homocedásticos. Lo anterior sugiere que los modelos VAR-GARCH multivariados en media son una especificación apropiada para capturar la influencia de la volatilidad del precio internacional del petróleo en los rendimientos accionarios de los mercados analizados.

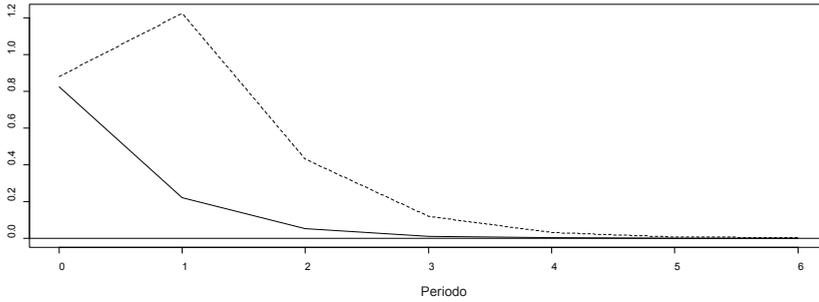
Gráfica 4. Respuesta a una desviación estándar a choques positivos y negativos del precio real del petróleo con y sin efectos GARCH en media

IBOVESPA

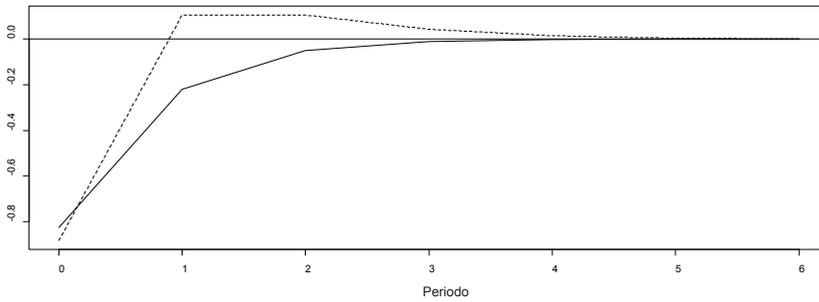


IGBC

Respuesta a choques positivos con y sin términos en la media

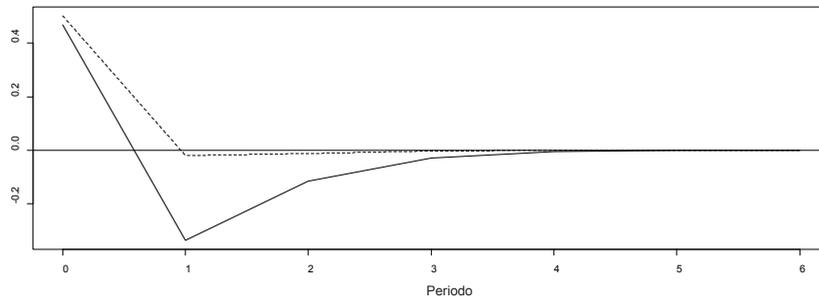


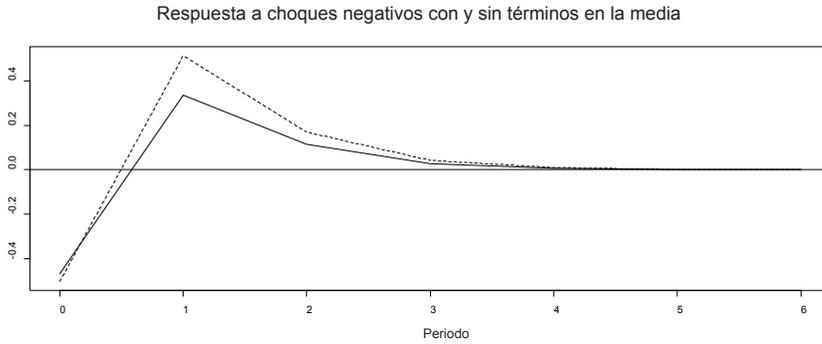
Respuesta a choques negativos con y sin términos en la media



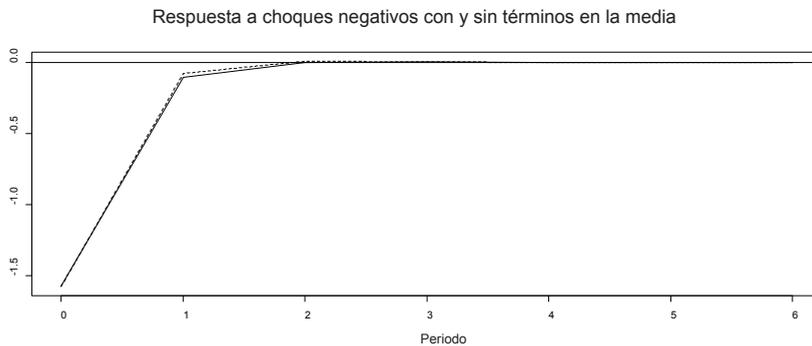
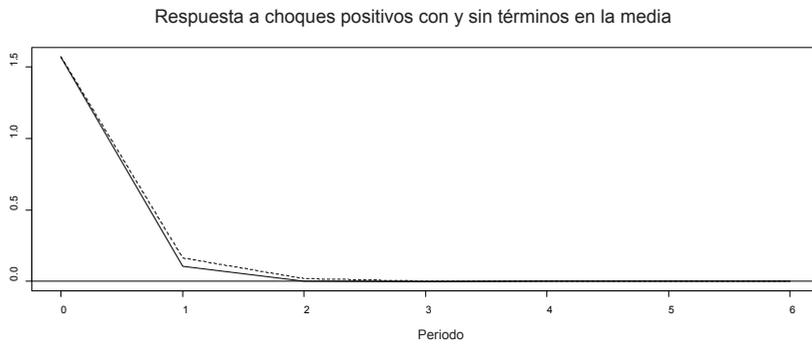
IPSA

Respuesta a choques positivos con y sin términos en la media





SPBVL



Fuente: elaboración propia.

Conclusiones

En fechas recientes, la relación entre la volatilidad de los precios del petróleo y el rendimiento de los mercados accionarios ha atraído una considerable atención de académicos y formuladores de las políticas económicas. Sin embargo, la mayor parte de esta investigación se ha centrado en los principales mercados de valores de países desarrollados y de algunas economías emergentes, mientras que algunas regiones como la de América Latina han recibido escasa atención con respecto a este tema. Razón por la cual en este trabajo se examinó el impacto de la volatilidad del precio internacional del petróleo y se proporcionó evidencia de una muestra de cinco países de América Latina, la cual contiene países importadores y exportadores de petróleo siendo estos últimos los que dependen en gran medida de la producción y de las exportaciones de petróleo.

Para estudiar el impacto de la volatilidad del precio internacional del petróleo en los rendimientos reales accionarios se empleó el modelo VAR-MGARCH en media propuestos por Elder y Serletis (2010). Contrariamente a lo encontrado por la mayoría de los estudios que reportan un impacto negativo de la volatilidad del precio del petróleo en la media de los rendimientos accionarios, Sadorsky (1999), Park y Ratti (2008), Masih *et al.* (2011), Nandha y Hammoudeh (2007), Maghyereh y Awartani (2016) entre otros, los resultados revelan que no hay evidencia de que la volatilidad del precio del petróleo incida negativamente en los rendimientos de los mercados accionarios analizados de manera directa ya que los coeficientes que capturan esa influencia no resultaron significativos, salvo en el caso del mercado de Colombia, (IGBC), no obstante el impacto resultó ser positivo.

Estos resultados son importantes para los inversionistas y los participantes del mercado, quienes deben estar conscientes de los vínculos entre la volatilidad del precio del petróleo y el rendimiento de las acciones ya que para ellos es una posibilidad recurrir al petróleo para cubrirse y diversificar sus acciones, particularmente en las economías donde el petróleo es importante para el crecimiento económico, Maghyereh y Awartani (2016).

Ante la respuesta que presentaron los rendimientos accionarios de los mercados analizados ante choques positivos y negativos de los precios del petróleo, es necesario que los participantes en estos mercados hagan uso de derivados financieros como opciones y *swaps* para protegerse de ambos tipos de choques. No obstante, en el caso de los países de América Latina no hay una diferencia clara entre las respuestas ante esos choques entre los

países exportadores e importadores de petróleo debido a que presentan el mismo patrón de sus respuestas en casi todos los mercados analizados.

Referencias bibliográficas

- Agren, M. (2006). "Does Oil Price Uncertainty Transmit to Stock Markets?" *Working Paper*, Department of Economics, Uppsala University, No. 2006, 23. Available from: <http://www.econstor.eu/bitstream/10419/82778/1/wp2006-023.pdf>.
- Arouri, M.E.H. y Nguyen, D.K. (2010). "Oil Prices, Stock Markets and Portfolio Investment: Evidence From Sector Analysis in Europe Over the Last Decade". *Energy Policy*, núm. 38, pp. 4528-4539.
- Arouri, M.E.H., Jouini, J. y Ngugen, D.K. (2011). "Volatility Spillovers Between oil Prices and Stock Sector Returns: Implications for Portfolio Management". *Journal of International Money and Finance*, vol. 30, núm. 7, pp. 1387-1405.
- Arouri, M. y Rault, C. (2011). "Oil Prices and Stock Markets in GCC Countries: Empirical Evidence from Panel Analysis". *International Journal of Finance and Economics*, núm. 17, pp. 243-253.
- Arouri, M.E.H., Jouini, J. y Ngugen, D.K. (2012). "On the Impacts of Oil Price Fluctuations on European Equity Markets: Volatility Spillover and Hedging Effectiveness". *Energy Economics*, núm. 34, pp. 611-617.
- Asteriou, D. y Bashmakova, Y. (2013). "Assessing the Impact of Oil Returns on Emerging Stock Markets: a Panel Data Approach for ten Central and Eastern European Countries". *Energy Economics*, vol. 38 núm. 3, pp. 204-211.
- Aye, G. (2015). "Does Oil Price Uncertainty Matter for Stock Returns in South Africa?" *Investment Management and Financial Innovations*, vol. 12, núm 1, pp. 179-188.
- Awartani, B. y Maghyereh, A. (2013). "Dynamic Spillovers Between Oil and Stock Markets in the Gulf Cooperation Council Countries". *Energy Economics*, vol. 36, núm. 2, pp. 28-42.
- Balcilar, M., Gupta, R. y Miller, S.M. (2015). "Regime Switching Model of US Crude Oil and Stock Market Prices: 1859 to 2013". *Energy Economics*, doi: 10.1016/j.eneco.2015.01.026.
- Basher, S.A., Sadorsky, P. (2006). "Oil Price Risk and Emerging Stock Markets". *Global Finance Journal*, núm. 17, pp. 224-251.
- Basher, S.A., Haug, A.A. y Sadorsky, P. (2012). "Oil Prices, Exchange Rates and Emerging Stock Markets". *Energy Economics*, vol. 34, núm. 1, pp. 227-240.

- Baskaya, Y.S., Hülagü, T. y Küçük, H. (2013). "Oil Price Uncertainty in a Small Open Economy, Central Bank of the Republic of Turkey 2013". *Working paper* No: 13/09.
- Bass, A. (2017). "Does Oil Prices Uncertainty Affect Stock Returns in Russia: A Bivariate GARCH-in-Mean Approach". *International Journal of Energy Economics and Policy*, vol. 7, núm. 4, pp. 224-230.
- Bernanke, S.B. (2006). "The Economic Outlook. New York: Remarks Before the National Italian American Foundation".
- Bjornland, C.H. (2009). "Oil Price Shocks and Stock Market Booms in an Oil Exporting Country". *Scottish Journal of Political Economy*, vol. 2, núm. 5, pp. 232-254.
- Bouoiyour, J. y Selmi, R. (2016), "How Differently Does Oil Price Influence BRICS Stock Markets?" *Journal of Economic Integration*, núm. 31, pp. 547-568.
- Brown, P.A.S. y Yücel, M.K. (2002). "Energy Prices and Aggregate Economic Activity: An Interpretative Survey". *The Quarterly Review of Economics and Finance*, núm. 42, pp. 193-208.
- Caporale, G.M., Ali, F.M. y Spagnolo, N. (2015). "Oil Price Uncertainty and Sectoral Stock Returns in China: a Time-varying Approach". *China Economic Review*, vol. 34 núm. 1, pp. 311-321.
- Chang, C.L., McAleer, M. y Tansuchat, R. (2009). "Volatility Spillovers Between Crude Oil Futures Returns and Oil Company Stock Returns". *Working Paper CARF-F-157*, University of Tokyo.
- Chen, N., Roll, R. y Ross, S.A. (1986). "Economic Forces and the Stock Market". *Journal of Business*, núm. 59, pp. 383-403.
- Chen, S.S. (2010). "Do Higher Oil Prices Push the Stock Market into Bear Territory?" *Energy Economics*, vol. 32, núm. 2, pp. 490-495.
- Choi, K., Hammoudeh, S. (2010). "Volatility Behavior of Oil, Industrial Commodity and Stock Markets in a Regime-switching Environment". *Energy Policy*, núm. 38, pp. 4388-4399.
- Davis, J.S. y Haltiwanger, J. (2001). "Sectorial Job Creation and Destruction Responses to Oil Price Changes". *Journal of Monetary Economics*, núm. 48, pp. 465-512.
- Degiannakis, S., Filis, G. y Kizys, R. (2014). "The Effects of Oil Price Shocks on Stock Market Volatility: Evidence from European Data". *The Energy Journal*, núm. 35, pp. 35-56.
- Du, L. y He, Y. (2015). "Extreme Risk Spillovers Between Crude Oil and Stock Markets". *Energy Economics*, vol. 51, núm. 3, pp. 455-465.

- Elder, J. (2003). "An Impulse Response Function for a Vector Auto Regression with Multivariate GARCH-in-Mean". *Economic Letters*, núm. 79, pp. 21-26.
- Elder J. (2004). "Another Perspective on the Effects of Inflation Uncertainty". *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 36, núm. 5, pp. 911-28.
- Elder J, y Serletis A. (2009). "Oil Price Uncertainty in Canada". *Energy Economics*, vol. 31, núm. 6, pp. 852-856.
- Elder, J. y Serletis, A. (2010). "Oil Price Uncertainty". *Journal of Money, Credit and Bank*, vol. 42, núm. 6, pp. 1137-1159.
- Elder J. y Serletis A. (2011). "Volatility in Oil Prices and Manufacturing Activity: an Investigation of Real Options". *Macroeconomic Dynamics*, 15(Supplement 3), pp. 379-395.
- El-Sharif, I., Brown, D., Burton, B., Nixon, B. y Russell, A. (2005). "Evidence on the Nature and Extent of the Relationship Between Oil Prices and Equity Values in the UK". *Energy Economics*, vol. 27, núm. 6, pp. 819-830.
- Engle, R.F. y Kroner, K. F. (1995). "Multivariate Simultaneous Generalized ARCH". *Econometric Theory*, vol. 11, pp. 122-150.
- Filis, G. (2010). "Macro Economy, Stock Market and Oil Prices: Do Meaningful Relationships Exist Among their Cyclical Fluctuations?" *Energy Economics*, núm. 32, pp. 877-886.
- Filis, G., Degiannakis, S. y Floros, C. (2011). "Dynamic Correlation Between Stock Market and Oil Prices: The Case of Oil-Importing and Oil-Exporting Countries". *International Review of Financial Analysis*, núm. 20, pp. 152-164.
- Fisher, I. (1930). *The Theory of Interest*. New York: Macmillan.
- Goodness, C.A. (2015). "Does Oil Price Uncertainty Matter for Stock Returns in South Africa?" *Investment Management and Financial Innovations*, núm. 12, pp. 179-188.
- Gjerde, O. y Sættem, F. (1999). "Casual Relations Among Stock Returns and Macroeconomic Variables in a Small Open Economy". *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, núm. 9, pp. 61-74.
- Gupta, R. y Modise, M.P. (2013). "Does the Source of Oil Price Shocks Matter for South African Stock Returns? A Structural VAR Approach. *Energy Economics*, vol. 40, núm. 1, pp. 825-831.
- Hamilton, D.J. (1988). "A Neoclassical Model of Unemployment and the Business Cycle. *Journal of Political Economy*, núm. 96, pp. 593-617.
- Hamilton, J.D. (1994). *Time Series Analysis*. Princeton, NJ: Princeton University Press.

- Hamilton, J.D. (2009a). "Understanding Crude Oil Prices". *Energy Journal*, núm. 30, pp. 179-206.
- Hamilton, J.D. (2009b). "Causes and Consequences of the Oil Shock of 2007-08". *Brookings Papers on Economic Activity*, núm. 1, pp. 215-261.
- Hammoudeh, S. y H. Li (2005). "Oil Sensitivity and Systematic Risk in Oil-Sensitive Stock Indices". *Journal of Economics and Business*, vol. 57, núm. 1, pp. 1-21. <https://doi.org/10.1016/j.jeconbus.2004.08.002>.
- Hooker, A.M. (2002). "Are Oil Shocks Inflationary? Asymmetric and Nonlinear Specifications versus Changes in Regime". *Journal of Money, Credit and Banking*, vol. 34, núm. 2, pp. 540-561.
- Huang R. D., Masulis R. W. y Stoll H. R. (1996). "Energy Shocks and Financial Markets". *Journal of Future Markets*, vol. 16, pp. 1-27.
- Jimenez-Rodriguez, R. y Sanchez, M. (2005). "Oil Price Shocks and Real GDP Growth: Empirical Evidence for some OECD Countries". *Applied Economics*, vol. 37, núm. 2, pp. 201-228.
- Jiranyakul, K. (2014). "Does Oil Price Uncertainty Transmit to the Thai Stock Market? MPRA Paper No. 56527". Available from: <http://www.mpra.ub.uni-muenchen.de/56527>.
- Jones, C.M. y Kaul, G. (1996). "Oil and the Stock Markets". *The Journal of Finance*, vol. 51, núm. 2, pp. 463-491.
- Jouini, J. (2013). "Return and Volatility Interaction Between Oil Prices and Stock Markets in Saudi Arabia". *Journal of Policy Model*, núm. 35, pp. 1124-1144.
- Kilian, L. y Park, C. (2009). "The Impact of Oil Price Shocks on the U.S. Stock Market". *International Economic Review*, vol. 50, núm. 4, pp. 1267-1278.
- Kocaarslan, B., Sari, R., Gormus, A. y Soytaş, U. (2017). "Dynamic Correlations Between BRIC and US Stock Markets: The Asymmetric Impact of Volatility Expectations in Oil, Gold and Financial Markets". *Journal of Commodity Markets*, núm. 7, pp. 41-56.
- Lardic, S. y Mignon, V. (2006). "Oil Prices and Economic Activity: An Asymmetric Cointegration Approach". *Energy Economics*, núm. 34, pp. 3910-3915.
- LeBlanc, M. y Chinn, D.M. (2004). "Do High Oil Prices Presage Inflation? The Evidence from G5 Countries". *Business Economics*, núm. 34, pp. 38-48.
- Lee, Y. H. y Chiou, J. S. (2011). "Oil Sensitivity and its Asymmetric Impact on the Stock Market". *Energy*, núm. 36, pp. 168-174.
- Li, X. y Wei, Y. (2018). "The Dependence and Risk Spillover Between Crude Oil Market and China Stock Market: New Evidence from a Variational Mode Decomposition-Based Copula Method". *Energy Economics*, núm. 74, pp. 565-581.

- Lin, B., Wesseh, P.K.Jr. y Appiah, M.O. (2014). "Oil Price Fluctuation, Volatility Spillover and the Ghanaian Equity Market: Implication for Portfolio Management and Hedging Effectiveness". *Energy Economics*, núm. 42, pp. 172-182.
- Maghyereh, A. (2004). "Oil Price Shocks and Emerging Stock Markets: A Generalized VAR Approach". *International Journal of Applied Econometrics and Quantitative Studies*, vol. 1, núm. 2, pp. 27-40.
- Maghyereh, A. y Al-Kandari, A. (2007). "Oil Prices and Stock Markets in GCC Countries: New Evidence from Nonlinear Cointegration Analysis!". *Managerial Finance*, vol. 33, núm. 7, pp. 449-460.
- Maghyereh, A. y Awartani, B. (2016). "Oil Price Uncertainty and Equity Returns: Evidence from Oil Importing and Exporting Countries in the MENA Region". *Journal of Financial Economic Policy*. vol. 8, núm. 1, pp. 64-79.
- Maghyereh, A., Awartani, B. y Sweidan, O. (2017). Oil Price Uncertainty and Real Output Growth: New Evidence from Selected Oil-Importing Countries in the Middle East. *Empirical Economics*, <https://doi.org/10.1007/s00181-017-1402-7>.
- Malik, F. y Ewing, B. (2009). "Volatility Transmission Between Oil Prices and Equity Sector Returns". *International Review of Financial Analysis*, vol. 18, núm. 3, pp. 95-100.
- Marashdeh, H. y Afandi, A. (2017). "Oil Price Shocks and Stock Market Returns in the Three Largest Oil-Producing Countries". *International Journal of Energy Economics and Policy*, vol. 7, núm. 5, pp. 312-322.
- Masih, R., Peters, S. y de Mello, L. (2011). "Oil Price Volatility and Stock Price Fluctuations in an Emerging Market: Evidence From South Korea". *Energy Economics*, vol. 33, núm. 5, pp. 975-986.
- Mensi, W., Hammoudeh, S., Shahzad, S.J.H. y Shahbaz, M. (2017). "Modeling Systemic Risk and Dependence Structure Between Oil and Smarkets Using a Variational Mode Decomposition-Based Copula Method". *Journal of Banking and Finance*, núm. 75, pp. 258-279.
- Nandha, M. y Hammoudeh, S. (2007). "Systematic Risk, and Oil Price and Exchange Rate Sensitivities in Asia-Pacific Stock Markets". *Research in International Business and Finance*, vol. 21, núm. 2, pp. 326-341.
- Narayan, P.K. y Sharma, S.S. (2011). "New Evidence on Oil Price and Firm Returns". *Journal of Banking and Finance*, núm. 35, pp. 3253-3262.
- Olson, E., Vivian, A.J. y Wohar, M.E. (2014). "The Relationship Between Energy and Equity Markets: Evidence from Volatility Impulse Response Functions". *Energy Economics*, núm. 43, pp. 297-305.

- Pagan, A. (1984). "Econometric Issues in the Analysis of Regressions with Generated Regressors", *International Economic Review*, núm. 25, pp. 221-247.
- Park, J. y Ratti, R.A. (2008). "Oil Prices and Stock Markets in the US and 13 European Countries". *Energy Economics*, núm. 30, pp. 2587-2608.
- Rodríguez Benavides, D., Martínez García, M. Á. y Hoyos-Reyes, L. F. (2019). "Incertidumbre del precio internacional del petróleo y rendimientos accionarios en México a través de un SVAR-MGARCH: 1975-2018". *Contaduría y Administración*, vol. 64, núm. 3, pp. 1-23, <http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2019.2340>.
- Ross, S. (1989). "Information and Volatility: the No-Arbitrage Martingale Approach to Timing and Resolution Irrelevancy". *Journal of Finance*, núm. 44, pp. 1-17.
- Sadorsky, P. (1999). "Oil Price Shocks and Stock Market Activity". *Energy Economics*, núm. 21, pp. 449-469.
- Shahzad, S.J.H., Mensi, W., Hammoudeh, S., Rehman, M.U. y Al-Yahyaee, K.H. (2018). "Extreme Dependence and Risk Spillovers Between Oil and Islamic Stock Markets". *Emerging Markets Review*, núm. 34, pp. 42-63.
- Swanepoel, J.A. (2006). "The Impact of External Shocks on South African Inflation at Different Price Stages". *Journal for Studies in Economics and Econometrics*, vol. 30, núm. 1, pp. 1-22.
- Wang, Y., C. Wu, y L. Yang (2013). "Oil Price Shocks and Stock Market Activities: Evidence from Oil-Importing and Oil-Exporting countries". *Journal of Comparative Economics*, vol. 41, núm. 4, pp. 1220-1239. <https://doi.org/10.1016/j.jce.2012.12.004>.
- Wei, C. (2003). "Energy, the Stock Market, and the Putty-Clay Investment Model". *American Economic Review*, vol. 93, núm. 1, pp. 311-323.
- Williams, B.J. (1938). *The Theory of Investment Value*. Cambridge: Harvard University Press.