

Volatilidad condicional y correlación dinámica entre los mercados cambiarios y de valores en México (2009-2019): una aproximación GARCH-DCC

Conditional Volatility and Dynamic Correlation Between the MXN-USD Exchange Rate Market and the Stock Exchange Market (2009-2019): a GARCH-DCC Approach

Jorge López Villa*

Miriam Sosa Castro**

(Fecha de recepción: 5 de agosto de 2020. Fecha de aceptación: 24 de septiembre de 2020)

RESUMEN

Este trabajo estima y analiza la concordancia de la volatilidad del tipo de cambio entre el peso mexicano y el dólar estadounidense y la volatilidad del Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) en el periodo de 2009 a 2019, con el objetivo de mostrar que existe un efecto de contagio entre las volatilidades. Para lograr dicho objetivo, la metodología propuesta incluye la estimación de la varianza condicional a partir de un modelo GARCH y el cálculo de la correlación condicional dinámica (DCC). Los principales resultados muestran que las volatilidades de las variables permanecen ante perturbaciones de largo plazo, por lo que, no disminuye de forma apresurada; así mismo, se aporta evidencia de una correlación condicional dinámica de carácter negativo que es consistente con lo esperado por la teoría financiera.

Clasificación JEL: D53; C58; F31

Palabras clave: volatilidad cambiaria, volatilidad mercado de capitales, contagio en volatilidades, México, DCC-GARCH

* Departamento de Economía
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa
jorgealopezv98@gmail.com. ORCID: 0000-0002-9966-4768

** Departamento de Economía
Universidad Autónoma Metropolitana-Iztapalapa
msosac87@hotmail.com. ORCID: 0000-0002-6597-5293

ABSTRACT

This paper estimates and analyzes the alignment between the MXN-USD exchange rate volatility and the Mexican Stock Index volatility in Mexico from 2009 to 2019, aiming to highlight the contagion effect between both markets. To achieve this purpose a Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity Model and a Dynamic Conditional Correlation approaches are proposed. Results show long memory effect in the series, therefore, volatility decay slowly and dynamic conditional correlation between both currencies and stock markets is negative and consistent with the financial theory.

JEL Classification: D53; C58; F31

Keywords: Exchange Rate Volatility, Stock Market Volatility, Volatility Contagion, Mexico, DCC-GARCH

Introducción

El tipo de cambio es una variable clave en términos financieros. La variación cambiaria tiene impacto directo en el rendimiento de las inversiones de cartera. Igualmente, incide en los niveles inflacionarios en términos nacionales, menoscabando la rentabilidad real de los activos domésticos. La volatilidad cambiaria en exceso puede generar especulación, subestimando o sobrestimando el precio relativo de la moneda y de otros activos. Asimismo, altos niveles de volatilidad cambiaria son frecuentemente considerados como mecanismo de contagio de desequilibrios internacionales hacia la economía local (Caballero y Caballero, 2016).

Es necesario recalcar que, con el sistema de libre flotación de la moneda y el irrestricto flujo de capitales a nivel mundial, los rendimientos de los inversionistas que tienen posiciones en activos extranjeros están sujetos a la variación del precio de la divisa. De forma contraria, la salida neta de capitales provenientes del mercado accionario tiene un efecto sobre el tipo de cambio del peso mexicano-dólar estadounidense, es decir, existe un fuerte vínculo entre el mercado cambiario y el accionario. A medida que se incrementa la inversión extranjera, la cantidad de dólares disponibles en la economía, aumenta, por lo que, la moneda nacional se aprecia. A mayor inversión, la actividad económica aumenta y eso también fortalece la moneda.

El mercado de valores es un espacio clave para el financiamiento de la actividad económica, permite que las diversas emisoras obtengan recursos para llevar a cabo proyectos y para financiar su operación. Un incremento en el riesgo/volatilidad en dicho mercado, genera salidas de capital, disminuyendo la disponibilidad del mismo. Así, a mayor nivel de riesgo, las empresas deben incrementar el rendimiento de sus activos, para asegurar el aprovisionamiento de los recursos, encareciendo el costo del financiamiento y disminuyendo la competitividad de las empresas nacionales.

El objetivo de esta investigación, es estimar y analizar la concordancia de la volatilidad del tipo de cambio MXN/USD y la volatilidad del Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) en el periodo de 2009 a 2019, con la intención de mostrar que existe un efecto de contagio entre las volatilidades, es decir, que cuando existe inestabilidad en alguna variable la otra es susceptible. Para su análisis, la varianza condicional del tipo de cambio MXN/USD y del IPC, así como su correlación a través del tiempo, se estiman con un modelo autorregresivo generalizado condicional heteroscedástico con un componente de correlación condicional dinámica (DCC - GARCH). La hipótesis a comprobar es que existe un efecto de contagio entre las volatilidades del tipo de cambio y del índice bursátil. La contribución es en dos sentidos: metodológica, debido a que el modelo propuesto es relativamente innovador y escasamente empleado para el caso mexicano y temporal, dado que se estudia un periodo de tiempo que incorpora momentos de alta incertidumbre internacional y local.

La relevancia de esta investigación yace en mostrar una consonancia entre el mercado cambiario y el mercado accionario, al mismo tiempo, el conocimiento de la dependencia entre el riesgo de las variables, sirve para diseñar coberturas con el propósito de administrar los riesgos derivados de la evolución en la tasa de depreciación del tipo de cambio, por lo cual, es de sumo interés para los inversionistas que requieren coberturas, aquellas personas que realizan operaciones de arbitraje, especuladores e inversionistas que participan en el mercado mexicano. Así mismo, los hallazgos son importantes para los responsables de la política económica en México en el sentido de su aplicación y regulación del mercado con una visión de estabilidad financiera.

El presente trabajo se divide en cuatro apartados además de esta introducción, la primera expone la literatura relacionada con el estudio del mercado cambiario y de valores, la segunda describe la metodología del trabajo, específicamente, señala la naturaleza y composición del modelo autorregre-

sivo generalizado condicional heteroscedástico con el componente de correlación condicional dinámica (DCC – GARCH). Posteriormente, en la sección tres se presentan los resultados de la estimación del modelo y, finalmente, las conclusiones derivadas de la investigación.

1. Literatura empírica

La volatilidad cambiaria es un tema de suma relevancia por su afectación en las variables macroeconómicas. Así, existen numerosas investigaciones en torno al impacto de dicha variable en: la inflación (Rosas Rojas, 2018; Beltrani y Cuattromo, 2019; Mose y Kaboro, 2019; Rodríguez Carranza *et al.*, 2020), la inversión extranjera (Balaban *et al.*, 2019; Eregha, 2019; Ogundipe, *et al.*, 2019; Nguyen y Do, 2020) y el comercio (Yakub, 2019; Bahmani-Oskooee y Karqqamelikli, 2019; Bahmani-Oskooee y Arize, 2020).

En términos financieros, el riesgo cambiario se considera un tipo de riesgo sistemático por sus efectos generales en las decisiones de inversión de portafolio y corporativas, razón por la cual inciden en el rendimiento de las inversiones y de otros activos (López-Herrera, Venegas y Gurrola, 2013). Así, extensa literatura se encuentra enfocada a medir la relación entre la volatilidad cambiaria y el precio del petróleo (Bhattacharya, Jha y Bhattacharya, 2019; Malik y Umar, 2019; Dong *et al.*, 2020), el precio del petróleo y los precios de mercaderías agrícolas (Carpio, 2019; Katusiime, 2019; Siami-Manini, 2019), criptomonedas (Astuti y Nadia, 2019; Khaled, 2020; Yarovaya *et al.*, 2020).

Dadas las bondades y características que ofrecen los modelos GARCH, para capturar el comportamiento de las series financieras: conjuntos de volatilidad, asimetría, sesgo, leptocurtosis, entre otras, han sido extensamente implementados para la estimación de la volatilidad de series financieras, particularmente, el tipo de cambio. Dentro de las investigaciones que, a nivel internacional, emplean dicha metodología para estimar el impacto de la volatilidad cambiaria sobre las fluctuaciones de los precios accionarios, se encuentran aquellas realizadas por Lawal, Somoye y Babajide (2016), Nkoro y Uko (2016) y Zubair y Aladejare (2017) en Nigeria, Mechri *et al.*, (2019) en dos mercados del MENA; Aimer (2019) quien realiza un estudio sobre los países del Medio Este. Para todas las investigaciones antes citadas, los resultados señalan que existe un efecto significativo de la volatilidad cambiaria sobre los precios de los activos. Igualmente, destaca la investigación realizada por Ramírez-Silva, Cruz-Aké y Venegas-Martínez (2018), los cuales analizan el

contagio en la volatilidad de los rendimientos de instituciones microfinancieras en mercados emergentes, empleando modelos GARCH-DCC.

Dada la importancia del vínculo entre la volatilidad cambiaria y los rendimientos accionarios, sobre todo para un mercado emergente como el mexicano: dependiente de los flujos de capital y sensible a los desequilibrios externos, Gutiérrez y Ortiz (2013) explican la importancia de la volatilidad del tipo de cambio en los precios de las acciones y su relevancia de estimación para calcular el Valor en Riesgo a través de la teoría de Valores Extremos. Igualmente, Durán *et al.*, (2013) describen el comportamiento de Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de la BMV en el periodo de 2008 a 2009, a partir del modelo GARCH con asimetría condicional autorregresiva, concluyendo que los movimientos de los rendimientos del mercado bursátil mexicano estuvieron sincronizados con la crisis financiera global.

Otro estudio para el mercado mexicano es aquel de Morales *et al.* (2016), quien analiza el impacto de la variación del precio de la divisa mexicana en el desempeño de 32 empresas del IPC, para el periodo 2012-2015. Para lograr dicho objetivo se analizaron tres múltiplos: ganancias cambiarias a utilidad neta, pérdidas cambiarias a utilidad neta y nivel de apalancamiento en divisa extranjera. Los resultados revelan que, la volatilidad del peso mexicano provocó una disminución en las utilidades de las empresas a través de los rubros de pérdidas cambiarias.

Morales (2019) estudia el impacto de la volatilidad cambiaria sobre la relación riesgo/rendimiento de las acciones de las empresas del sector salud de la BMV, la metodología propuesta incluye un análisis de la varianza (ANOVA), los resultados señalan que existe una relación significativa entre el índice de Sharpe y los ciclos de apreciación y depreciación cambiaria.

Una investigación muy cercana a la presente es aquella elaborada por López-Herrera, Venegas y Gurrola (2013), en la cual se estiman las volatilidades de EMBI+, tasa de interés doméstica, tipo de cambio y bolsa de valores y sus interrelaciones a partir de la modelación de la Correlación Condicional Dinámica, para la economía mexicana durante el periodo (1977-2011). Los resultados sugieren que existen relaciones de largo plazo entre las variables y que el factor EMBI+ es aquel que ejerce una mayor influencia sobre las variables tasa de interés y tipo de cambio, es decir, es una variable condicionante del comportamiento del resto de las variables bajo análisis.

Con base en los estudios previamente examinados, la presente investigación estima y analiza la volatilidad del tipo de cambio y su efecto en la volatilidad del Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores

(BMV) para el periodo de 2009 a 2019 a través de un Modelo Autorregresivo Generalizado Condicional Heterocedástico (GARCH) con el componente de Correlación Condicional Dinámica (DCC – GARCH) para comprobar un efecto de contagio entre las variables. La investigación expone información relevante en términos de: la toma de decisiones de inversión y el manejo del riesgo en periodos de volatilidad cambiaria; asimismo, aporta evidencia empírica para conocer el efecto de contagio que existe entre las variables de estudio.

2. Metodología y datos

Para capturar la naturaleza variable en el tiempo de las correlaciones entre la volatilidad del tipo de cambio y la volatilidad del Índice de Precios y Cotizaciones este estudio utiliza la versión bivariante del modelo DCC – GARCH que contiene características atractivas para estudiar datos financieros tal como lo ha declarado Engle (2002) y Mikkonen (2017).

La estructura del modelo DCC – GARCH yace en una organización de dos estimaciones; la primera es para las volatilidades de las series de tiempo y la segunda, en la valoración de la correlación entre ellas a partir de los residuales de las volatilidades estimadas. Para encontrar valores óptimos, la técnica DCC – GARCH emplea la función log- verosimilitud (Mikkonen, 2017).

El uso de la medida de correlación condicional dinámica (DCC, por sus siglas en inglés) en la estimación de las volatilidades mediante el modelo GARCH es apropiada para investigar posibles efectos de contagio entre las variables de estudio (Celik, 2012). Finalmente, el modelo DCC - GARCH en este estudio tiene la finalidad de explicar la relación empírica entre la volatilidad de Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores y la volatilidad del tipo de cambio.

Si bien, tanto los modelos BEKK como DCC son un tanto similares¹ y han sido ampliamente usados en el análisis de varianzas condicionales y correlaciones. Dado que en la presente investigación el número de parámetros es reducido (tipo de cambio e índice bursátil), se ha decidido implementar el modelo DCC, ya que no impone restricciones muy complejas como lo hace el modelo BEKK (Vargas y Martínez, 2006).

¹ El análisis DCC no puede ser distinguido empíricamente del BEKK en pequeños sistemas (Caporin y McAleer, 2013)

Prueba de raíz unitaria

Para la construcción del modelo DCC - GARCH, es necesario conocer el orden de integración de cada variable. En este trabajo se utiliza la prueba Dickey-Fuller Aumentada (ADF por sus siglas en inglés) que se basa en el cálculo de tres regresiones y permite determinar si una serie es o no estacionaria con un nivel de confiabilidad especificado.

Primera regresión (sin constante)

$$x_t = \delta x_{t-1} + u_t \quad (1)$$

Segunda regresión (con constante)

$$x_t = \beta_1 + \delta x_{t-1} + u_t \quad (2)$$

Tercera regresión (con constante y tendencia)

$$x_t = \beta_1 + \beta_2 t + \delta x_{t-1} + u_t \quad (3)$$

Donde δ, β_1, β_2 son constantes y u_t es la perturbación en cada ecuación.

En este sentido, la variable x_t es estacionaria cuando el coeficiente δ es significativo en las tres regresiones bajo la siguiente prueba de hipótesis

H_0 : $\delta=0$ la serie tiene raíz unitaria

H_a : $\delta \neq 0$ la serie no tiene raíz unitaria

La presencia de una raíz unitaria implica que un choque en el término de perturbación (u_t) tendrá efectos permanentes, es decir, si las variables son no estacionarias (tienen raíz unitaria) tendrán una memoria infinita frente a choques temporales (Morán, 2014).

Modelo teórico DCC – GARCH

El modelo DCC – GARCH propuesto por Engle (2002) tiene como principal objetivo la detección de posibles cambios en las correlaciones condicionales

a través del tiempo que nos permite detectar inversores dinámicos de comportamiento en respuesta a noticias e innovaciones (Celik, 2012). En este sentido, el componente dinámico de la correlación condicional provee una medida superior de correlación, además el modelo DCC-GARCH estima coeficientes de correlación de los residuos estandarizados por lo que explica la heterocedasticidad directamente (Cho y Parhizgar; Chiang *et al.*, citado en Celik, 2012).

Una formulación simple de los modelos de correlación condicional dinámica (DCC) (Francq y Zakoian, 2010) se representan como sigue

$$R_t = \theta_1 R + \theta_2 \psi_{t-1} + \theta_3 R_{t-1} \quad (4)$$

Donde θ_i son ponderaciones positivas que suman 1, R es una matriz de correlación constante de tamaño $N \times N$ y ψ_{t-1} representa la matriz de correlación empírica de $\epsilon_{t-1}, \dots, \epsilon_{t-M}$. Por lo tanto, la matriz R es una matriz de correlación. Vale decir, que la ecuación 4 es el recordatorio de una especificación GARCH (1,1), para esta situación $\theta_1 R$ toma el papel del parámetro ω , θ_2 , el de α y θ_3 el de β .

Otra manera de especificar la dinámica de R_t es estableciendo

$$R_t = (\text{diag} Q_t)^{-1/2} Q_t (\text{diag} Q_t)^{-1/2} \quad (5)$$

Donde $\text{diag} Q_t$ es una matriz diagonal construida con elementos de la matriz y esta es una secuencia de matrices de covarianzas. La parametrización de la matriz Q_t se expresa como:

$$Q_t = \theta_1 Q + \theta_2 \epsilon_{t-1} \epsilon'_{t-1} + \theta_3 Q_{t-1} \quad (6)$$

Hecha esta salvedad, la estimación del modelo DCC - GARCH contiene dos pasos, el primero es la estimación del modelo GARCH univariante y el segundo es la estimación de las correlaciones condicionales que varían a través del tiempo. Llegados a este punto, de acuerdo con Celik (2012), el modelo multivariado DCC - GARCH se define como

$$X_t = \mu_t + H_t^{1/2} \epsilon_t \quad (7)$$

$$\begin{cases} H_t = D_t R_t D_t \\ R_t = (\text{diag} Q_t)^{-\frac{1}{2}} Q_t (\text{diag} Q_t)^{-\frac{1}{2}} \\ D_t = \text{diag}(\sqrt{h_{11,t}}, \sqrt{h_{22,t}}, \dots, \sqrt{h_{NN,t}}) \end{cases} \quad (8)$$

Donde, además de lo ya descrito, $X_t = (X_{1t}, X_{2t}, \dots, X_{Nt})$ es el vector de las observaciones pasadas, H_t refiere a la varianza condicional multivariante, $\mu_t = (\mu_{1t}, \mu_{2t}, \dots, \mu_{Nt})$ representa el vector de retornos condicionales y $\varepsilon_t = \varepsilon_{1t}, \varepsilon_{2t}, \dots, \varepsilon_{Nt}$ es el vector de los residuales estandarizados. Finalmente, D_t es una matriz diagonal de las desviaciones estándar de los retornos de las series, obtenidas de la estimación del modelo GARCH univariado con $\sqrt{h_{ii,t}}$ en la i -ésima diagonal, $i = 1, 2, \dots, N$.

Elección del modelo

Para elegir la mejor estimación del modelo DCC – GARCH se emplea el criterio de información de Akaike (AIC) y el criterio de información bayesiana (BIC) los cuales se definen como:

$$AIC = -2 \frac{\ln L}{T} + \frac{2k}{T} \quad (9)$$

$$BIC = -2 \frac{\ln L}{T} + \frac{k \ln T}{T} \quad (10)$$

Donde L es la verosimilitud, T refiere al número de observaciones y k es total de parámetros estimados en el modelo. Debe elegirse aquel con el menor valor de BIC o AIC contemplando la satisfacción de los supuestos de no correlación de los residuales y de los residuales al cuadrado (Casas y Cepeda, 2008).

Prueba de correlación de los residuos

La prueba de correlación serial multivariada propuesta por Hosking surge a partir de una generalización de la prueba univariante de Ljung – Box (también conocido como prueba multivariante de pormanteu). Esta prueba multivariante plantea la siguiente prueba de hipótesis.

H_0 : Los residuos no presentan correlación serial

H_a : Los residuos presentan correlación serial

De igual forma, la condición de rechazo se realiza si el valor de la probabilidad es menor al nivel de significancia especificado.

Prueba de heteroscedasticidad condicional de los residuos

Para continuar con la congruencia del modelo DCC - GARCH, se establece la prueba de McLeod - Li para asegurar que el modelo capturó la heteroscedasticidad de la serie. La prueba obedece a la siguiente prueba de hipótesis y sigue la condición de rechazo habitual.

H_0 : No hay heteroscedasticidad condicional autorregresiva.

H_a : Existe heteroscedasticidad condicional autorregresiva.

3. Resultados

El análisis que se realiza en esta sección tiene la finalidad de encontrar la relación entre la volatilidad del rendimiento del tipo de cambio MXN-USD y la volatilidad del rendimiento del Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores. Los datos utilizados provienen del Sistema de Información Económica del Banco de México y el periodo observado cubre del 30 de marzo de 2009 al 31 de diciembre de 2019 con periodicidad diaria, teniendo así 2,706 observaciones para cada serie.

Análisis gráfico

El tipo de cambio en el periodo comprendido de 2009 a 2019 muestra una tendencia creciente y volátil en la cual distintos eventos dirigieron su comportamiento. Para empezar, en la Gráfica 1 se observa que, posterior al año 2009 y hasta antes del 2011 existe una apreciación de la conversión cambiaria expresada en moneda local como consecuencia del periodo de recuperación de la denominada crisis *subprime* iniciada en el año 2007 en Estados Unidos.

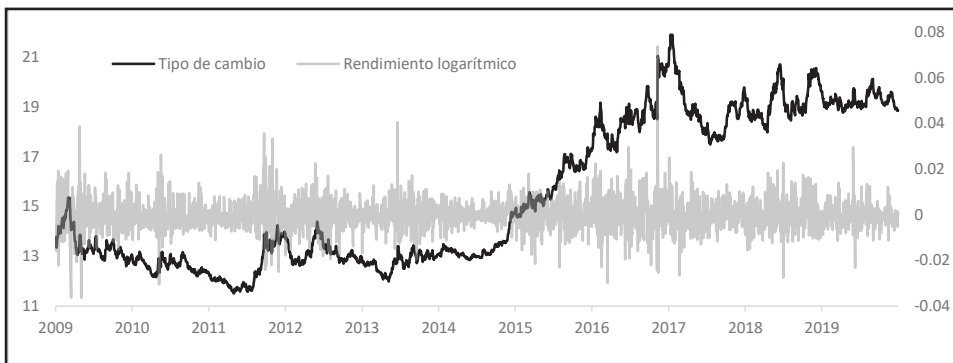
Luego, en 2011 se muestra el incremento del precio en el tipo de cambio que, a su vez, está marcado por uno de los momentos con mayor inestabilidad a causa del proceso electoral federal en México en el cual se eligió el

cargo de presidente de la República. En tercera instancia, entre el 2013 y 2017, la moneda mexicana se depreció en 54.3%. Específicamente, en junio del 2013 se registra el incremento más grande en la tasa de apreciación a causa de la expectativa asociada a los cambios en la política monetaria de Estados Unidos.

Otro escenario relevante para el tipo de cambio fueron nuevamente las elecciones presidenciales de Estados Unidos en noviembre del 2016 y los efectos más significativos se visualizaron en enero del siguiente año por la incertidumbre asociada en la relación comercial México – Estados Unidos. A su vez, este evento provocó el momento más inestable en el rendimiento logarítmico del tipo de cambio.

Enseguida, el anuncio de política monetaria realizado por el Banco de México en febrero del 2017 hizo posible una apreciación del tipo de cambio hasta los 17.52 MXN/USD y, posteriormente, una menor movilidad en este tipo de cambio. Por último, dentro de los momentos de inestabilidad cambiaria en los últimos años destaca el proceso electoral para la presidencia en México y la inseguridad de los agentes económicos por los lineamientos establecidos en la nueva administración.

Gráfica 1. Precio diario del tipo de cambio fix y su rendimiento logarítmico, pesos por dólar (2009 – 2019)



Fuente: elaboración propia con datos del Banco de México.

De forma general en la Gráfica 2 se observa que el índice bursátil mexicano conservó una tendencia alcista hasta mediados del 2017, posteriormente y hasta el final del periodo de estudio presenta una tendencia a la baja. Así mismo, la evolución del precio del índice se divide en distintos momentos de grandes cambios en los rendimientos logarítmicos.

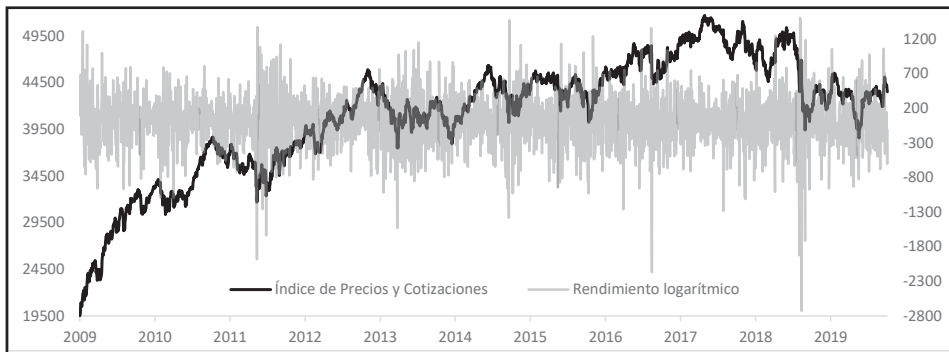
El primero se ubica al inicio del periodo, de marzo de 2009 a marzo del 2010 con un crecimiento del 67.33%. En este escenario, los precios mantuvieron un incremento favorable pese a los episodios finales de la crisis financiera por la que se vio afectado México. De igual manera, dentro del periodo de observación, la tasa de cambio muestra una menor variación en comparación al periodo posterior del 2011.

Posteriormente, en concordancia con la Gráfica 2 se expone que a finales de 2011 existe uno de los primeros momentos con mayor cambio en el precio del índice y al mismo tiempo un periodo de pendiente positiva en el precio diario a causa del periodo de elecciones federales de México que se realizó en el periodo de noviembre del 2011 a junio del 2012.

Entre 2012 y 2016 existen dos caídas relevantes, la primera al término de la mitad de 2013 por la desaceleración de la economía mundial y la mexicana, además del aumento de las tasas de interés de largo plazo por la descomprensión de las primas de riesgo derivado de la expectativa de disminución en la velocidad de compra de activos de la Reserva Federal (Banco de México, 2013). El segundo escenario importante para el periodo señalado se sustenta en la postura laxa en la política monetaria de la zona asiática; así como, una muy rígida en la Reserva Federal de Estados Unidos que derivó en la volatilidad de los mercados financieros internacionales que incluyó a la Bolsa Mexicana de Valores.

Continuando con el análisis, en 2016 se presenta un punto del inicio de apreciación en el precio del índice y también un escenario de variaciones

Gráfica 2. Precio diario del Índices de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores y su rendimiento logarítmico (30 de marzo 2009 - 31 de diciembre 2019)



Fuente: elaboración propia con datos del Banco de México.

significativas en el precio de estos por los cambios en el entorno económico y geopolítico a nivel mundial (Bolsa Mexicana de Valores, 2016), simultáneamente, en ese año hubo un cambio en la muestra de las emisoras para la construcción del índice.

En los últimos años después de un contexto de valoración del índice, a finales de 2018 se presenta un periodo de incertidumbre relacionado con los cambios políticos del gobierno federal y la incertidumbre generada por ello. Para 2019, el índice fue afectado por la desaceleración en la economía mexicana, de la misma forma que la depreciación presentada en el tipo de cambio.

Estadísticos descriptivos

De acuerdo con lo registrado en el Cuadro 1, el valor de la media del tipo de cambio muestra ser la más cercana al valor mínimo registrado en el periodo de estudio. Aunado a lo anterior, la desviación estándar del IPC muestra mayor magnitud cuando se expresan en niveles, no así en la primera diferencia del logaritmo natural para cada variable, por lo que, las observaciones del índice bursátil contienen mayor dispersión respecto a la media.

Cuadro 1. Estadísticos descriptivos de las series en niveles y sus primeras diferencias del logaritmo natural

	<i>tc</i>	<i>ipc</i>	$\Delta \ln tc$	$\Delta \ln ipc$
<i>Media</i>	15.45	41147.84	0.000	0.000
<i>Desviación estándar</i>	2.95	6205.66	0.01	0.01
<i>Sesgo</i>	0.38	-0.85	0.68	-0.22
<i>Curtosis</i>	-1.53	0.46	6.98	3.71
<i>Jarque -Bera</i>	327.37***	347.57***	1579.1***	5709.6***
<i>Mínimo</i>	11.5	19530.15	-0.04	-0.06
<i>Máximo</i>	21.91	51713.38	0.07	0.06

*** significativo al 5%

Δ = operador de primera diferencia

Fuente: elaboración propia con base en cálculos realizados en Rstudio.

Donde *tc* se refiere a la variable del tipo de cambio fix en niveles, *ipc* es el precio de cierre del Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexi-

cana de Valores, $\Delta lntc$ representa la primera diferencia del logaritmo natural del tipo de cambio fix al igual que $\Delta lnipc$ pero para el Índice de Precios y Cotizaciones.

Por su parte, el tipo de cambio y el IPC muestran un sesgo positivo y negativo, respectivamente, en el cual el IPC tiene la mayor magnitud del sesgo, no obstante, la primera diferencia del logaritmo natural del tipo de cambio presenta el mayor sesgo de las series. Es necesario recalcar que, por el sesgo antes descrito, ninguna serie en niveles ni transformada sigue una distribución normal tal como lo muestra la prueba de Jarque – Bera, véase Cuadro 1. Finalmente, los valores de la curtosis indican que los datos son leptocúrticos a excepción del tipo de cambio en niveles que muestra ser platocúrtica.

Prueba de raíz unitaria

Como se menciona en la segunda sección, es necesario conocer el orden de integración de cada serie para su correcto uso en el modelo DCC - GARCH. El Cuadro 2 expone el orden de integración de cada variable con un nivel de significancia al 5% determinado mediante la prueba de Dickey – Fuller Aumentada. De acuerdo con esta prueba y el nivel de significancia especificado, las variables no son estacionarias en el logaritmo natural de las series en niveles, pero sí en su primera diferencia.

Cuadro 2. Orden de integración

Variable	Prueba Dickey - Fuller Aumentada ^{1/}	I/(d)
$\Delta lntc$	-14.014 (0.01)***	I(1)
$\Delta lnipc$	-14.377 (0.01)***	I(1)

*** significativo al 5%

Δ = operador de primera diferencia

Fuente: elaboración propia con base en cálculos realizados en Rstudio

1/ Hipótesis nula: No estacionario.

Donde $\Delta lntc$ refiere a la primera diferencia del logaritmo natural del tipo de cambio fix (pesos por dólar) y $\Delta lnipc$ es la primera diferencia del logaritmo natural del Índice de Precios y Cotizaciones.

Una vez que se comprueba que las series son estacionarias, se realiza la prueba ARCH-LM. El Cuadro 3 muestra los resultados, apuntando a que sí existe efecto ARCH (heteroscedasticidad) en ambas series, con lo cual se justifica el uso de un modelo GARCH, para estimar la volatilidad.

Cuadro 3. Detección de efecto ARCH

Variable	Prueba ARCH-LM2V/
$\Delta lntc$	37.193
	(0.00020)***
$\Delta lnipc$	25.341
	(0.01329)***

Fuente: elaboración propia.

Nota: la prueba estadística ARCH-LM es el multiplicador de Lagrange usado para la detección del efecto ARCH. Bajo la hipótesis nula de no heteroscedasticidad, dicho termino se distribuye como $\lambda 2(k)$. Entre paréntesis se presentan las probabilidades.
*** Significativo al 5%

Elección del modelo

En la elección del mejor modelo para describir la correlación y la volatilidad de las series se ejecutaron tres modelos, de los cuales la especificación DCC – GARCH (1,1) resultó ser el más adecuado según el criterio de información de Akaike, tal como se muestra en el Cuadro 4. Vale decir que para la especificación del modelo DCC – GARCH (2,2) no se obtuvo criterio de convergencia para la ecuación univariante de la volatilidad de la variable $\Delta lntc$.

Cuadro 4. Elección del mejor modelo DCC – GARCH (p, q)

Criterio de información	DCC – GARCH (1,1)	DCC – GARCH (3,3)
<i>AIC</i>	-14.132798	-14.133803
<i>BIC</i>	-14.106611	-14.090159

Fuente: elaboración propia con base en cálculos realizados en OxMetrics 7

Especificación del modelo DCC-GARCH

El Cuadro 5 reporta los resultados obtenidos en la estimación del modelo DCC – GARCH (1,1), el cual se calculó asumiendo una distribución t – student con aproximadamente 8 grados de libertad. Los resultados exponen a los componentes ARCH (1) y GARCH (1) estadísticamente significativos para

Cuadro 5. Estimación de los parámetros del modelo DCC – GARCH (1,1) Panel A: estimación de resultados¹

Parámetro	Valor estimado	
	$\Delta lntc$	$\Delta lnipc$
$C(m)$	-0.000008 (0.9433)	0.000296 (0.0529)**
$C(v)$	0.648846 (0.0820)	2.420498 (0.0012)***
α_1	0.087086 (0.0016)***	0.094592 (0.0000)***
β_1	0.903625 (0.0000)***	0.879163 (0.0000)***
$\alpha + \beta$	0.99071	0.97375

Panel B: correlación condicional dinámica

Parámetro	Valor estimado
- <i>Correlación promedio</i>	0.365297 (0.0000)***
θ_2	0.028649 (0.0017)***
θ_3	0.916580 (0.0000)***
<i>Grados de libertad</i>	8.001355 (0.0000)***

*** significativo al 5%

** significativo al 1%

Fuente: elaboración propia con base en cálculos realizados en OxMetrics 7.

¹/ $C(m)$ y $C(m)$ son constantes de la media y la varianza

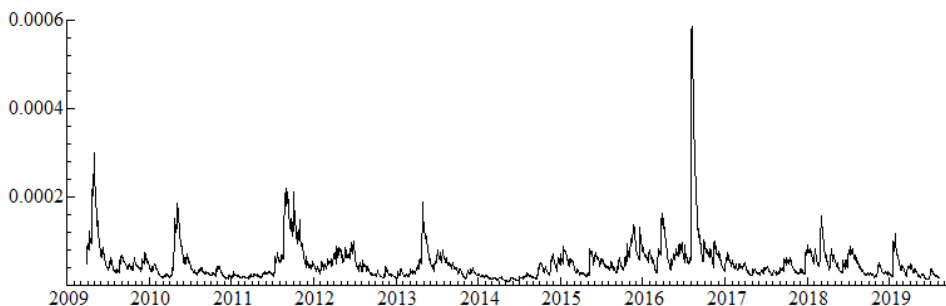
explicar la volatilidad en ambas variables. De igual forma el valor $\alpha + \beta$ muestra ser cercano y menor a uno, lo que representa que el proceso ARCH es estacionario, en otras palabras, el proceso tiene media cero y varianza constante. Al mismo tiempo, la condición $\beta_1 > \alpha_1$ en las estimaciones GARCH univariantes de cada serie expresan que el coeficiente de la varianza condicional mantiene una duración ante choques de largo plazo por lo que la volatilidad no disminuye de forma apresurada.

Igualmente los parámetros θ_2 y θ_3 ponderan un valor cercano a uno en el modelo GARCH multivariante y son estadísticamente significativos, de la misma forma que los componentes α y β en el modelo univariante representan la firmeza de la volatilidad ante los choques en ambas series. Luego, el componente de correlación condicional dinámica (DCC) es significativo y con valor negativo, el cual refiere a la correlación promedio entre la volatilidad del tipo de cambio y el Índice de Precios y Cotizaciones en el periodo de estudio.

De acuerdo con los resultados obtenidos por el modelo, la Gráfica 3 y 4 muestran la volatilidad del tipo de cambio fix y del Índice de Precios y Cotizaciones, respectivamente. Los momentos de alta y baja volatilidad son congruentes con los periodos de mayor cambio en los rendimientos logarítmicos de las series expuestas en el análisis gráfico.

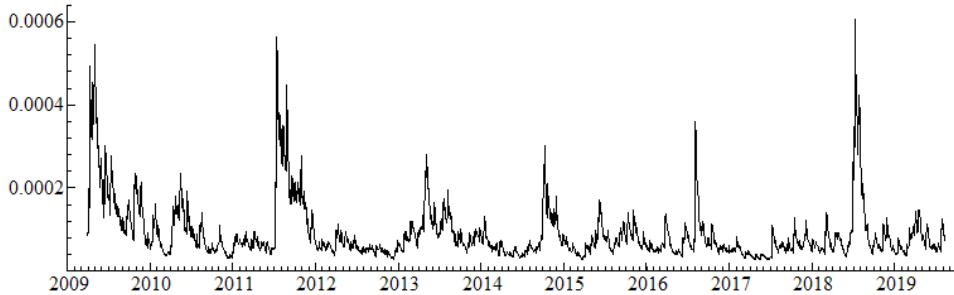
La correlación condicional dinámica mostrada en la Gráfica 5, es de carácter negativo, siendo consistente con lo esperado por la teoría. Se observan periodos de mayor correlación en momentos donde existe mayor volatilidad

Gráfica 3. Volatilidad del tipo de cambio fix, pesos por dólar (30 de marzo del 2009 – 31 de diciembre 2019) [DCC - GARCH (1,1)]



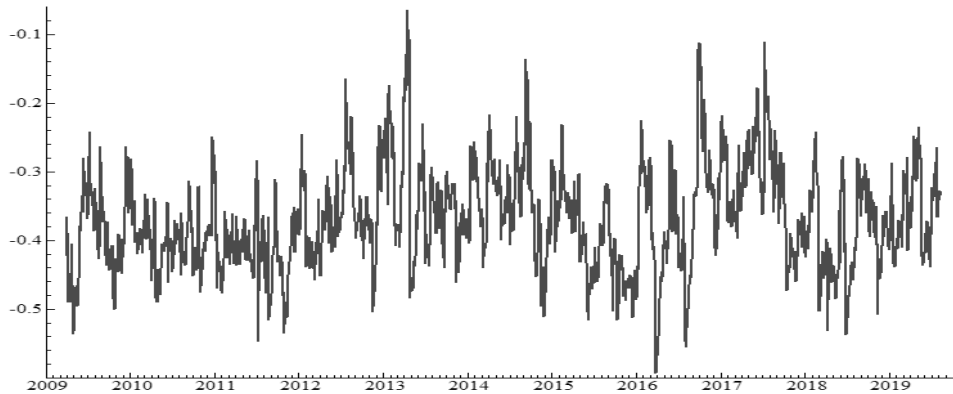
Fuente: elaboración con datos del Banco de México y cálculos propios realizados en OxMetrics 7

Gráfica 4. Volatilidad del Índice de Precios y Cotizaciones,
(30 de marzo del 2009 – 31 de diciembre 2019) [DCC - GARCH (1,1)]



Fuente: elaboración con datos del Banco de México y cálculos propios realizados en OxMetrics7

Gráfica 5. Correlación Condicional Dinámica entre el tipo de cambio fix y el Índice de Precios y Cotizaciones (30 de marzo del 2009 – 31 de diciembre 2019) [DCC - GARCH (1,1)]



Fuente: elaboración con datos del Banco de México y cálculos propios realizados en OxMetrics 7

en alguna de las variables. Una de las escenas con mayores variaciones en la dependencia de las variables ocurre en 2013 por el contraste de política económica en el mundo; mientras que en la región asiática fue laxa, en Estados Unidos resultó muy rígida por las medidas adoptadas para la recuperación de la gran recesión, provocando así movimientos abruptos en los mercados

financieros internacionales. En este contexto, las variaciones en el precio del IPC estuvieron correlacionados en distintas dimensiones con el tipo de cambio.

De la misma forma, el efecto de contagio entre las variables se muestra con varias extensiones en el periodo de la mitad de 2015 y finales de 2016 donde se registra el punto mínimo causado por la incertidumbre en los mercados financieros como consecuencia de las elecciones presidenciales de 2016 en Estados Unidos. Por último, las elecciones para presidente de la república en México mostraron indecisión para el público inversionista en el mercado bursátil afectando al IPC y al tipo de cambio.

Una vez estimado el modelo, se realizan las pruebas de ajuste del mismo para garantizar los resultados expuestos, sin embargo, los hallazgos encontrados coinciden con lo expuesto por otros autores (López – Herrera y Mota, 2019; Walid, Chaker, Masood y Fry, 2011; Morales *et al.*, 2016) donde el análisis realizado muestra la existencia de asociación significativa entre los cambios en los rendimientos accionarios y los cambios en la tasa de apreciación del peso frente al dólar.

Prueba de correlación de los residuos

Continuando con el análisis, la correlación de los residuos del modelo no es significativa a partir del rezago 20, lo cual da estabilidad y validez al modelo (Cuadro 6).

Cuadro 6. Prueba de Hosking sobre residuos estandarizados¹

Prueba hasta el rezago k	Valor estimado
<i>Hosking</i> (10)	71.0788 (0.00178)
<i>Hosking</i> (20)	92.8434 (0.15441)
<i>Hosking</i> (20)	217.587 (0.18729)

Fuente: elaboración propia con base en cálculos realizados en OxMetrics 7

¹Hipótesis nula: Los residuos no presentan correlación serial.

Prueba de heteroscedasticidad condicional de los residuos

La prueba de heteroscedasticidad condicional (Cuadro 7), reporta no ser significativa a partir del rezago 20, presentando evidencia de que no existe heteroscedasticidad (más de la modelada) en la especificación del modelo DCC – GARCH (1,1).

Cuadro 7. Prueba Mcleod – Li sobre residuos estandarizados¹

Prueba hasta el rezago k	Valor estimado
<i>Mcleod -Li</i> (10)	71.0742 (0.00178)
<i>Mcleod -Li</i> (20)	92.8434 (0.15262)
<i>Mcleod -Li</i> (50)	217.587 (0.18698)

Fuente: elaboración propia con base en cálculos realizados en OxMetrics 7.

¹Hipótesis nula: No hay heteroscedasticidad condicional autorregresiva

Conclusiones

Esta investigación estima y analiza la relación entre la volatilidad del tipo de cambio y la volatilidad del Índice de Precios y Cotizaciones (IPC) de la Bolsa Mexicana de Valores (BMV) en el periodo del 2009 al 2019 para comprobar que existe un efecto de contagio entre las volatilidades de ambas variables. La evidencia describe que las volatilidades de las series mantienen persistencia frente a perturbaciones de largo plazo, es decir, la varianza condicional no disminuye rápidamente, este resultado es consistente con la evidencia presentada por López-Herrera, Venegas y Gurrola (2013). La correlación condicional dinámica entre las series se describe negativa y corresponde a lo consensuado por la teoría, del mismo modo, se visualizan periodos de mayor correlación en los momentos donde hay alta volatilidad en alguna de las variables.

Los hallazgos tienen implicaciones notables para el ámbito económico y financiero, por un lado, permiten a los corporativos y administradores de riesgo entender la relación existente entre las variables y los efectos que

provocan los instantes de alta volatilidad, esto auxilia a la elección de la mejor estrategia de cobertura en sus portafolios que contengan posiciones en activos extranjeros. Por otra parte, los resultados proporcionan información para los responsables de la estabilidad financiera y su regulación al conocer los efectos entre el mercado de valores y el mercado de divisas considerando el sistema de libre flotación de la moneda.

Así mismo, el estudio de la relación entre las variables toma especial relevancia, dada la creciente inversión extranjera de portafolio internacional y su diversificación, puesto que el tipo de cambio es susceptible a los movimientos internacionales de capital y lo será aún más con la evolución continua de la integración financiera entre países, la disminución en las restricciones para entrar a los mercados y el fenómeno de la globalización.

Por último, una vez conocida la concordancia entre el precio de la divisa y el índice representativo del mercado de valores mexicano puede estudiarse una relación más profunda que incluya a la Banca Central, pues podría existir una relación entre la política monetaria y la transmisión del riesgo del mercado cambiario al mercado de valores. En otro orden de ideas, investigaciones complementarias pueden dar soporte a los resultados descritos en el presente artículo, al exponer otros parámetros del contagio entre las variables como la causalidad, de igual forma, es posible realizar una comparación de modelos para evaluar el poder de estimación en las volatilidades. Otra futura línea de investigación sería, considerar la efectividad del modelo para pronosticar el comportamiento de las series.

Referencias bibliográficas

- Aimer, N. M. (2019). "The Impact of Exchange Rate Volatility on Stock Prices: A Case Study of Middle East Countries". *Asian Dev. Policy Rev*, vol. 7, núm. 2, pp. 98-110.
- Astuti, R., y Nadia, F. (2019). *The Effect of Cryptocurrency on Exchange Rate of China: Case Study of Bitcoin*. University Library of Munich, Germany.
- Bahmani-Oskooee, M., y Arize, A. C. (2020). "On the Asymmetric Effects of Exchange Rate Volatility on Trade Flows: Evidence from Africa". *Emerging Markets Finance and Trade*, vol. 56, núm. 4, pp. 913-939.
- Bahmani-Oskooee, M., y Karamelikli, H. (2019). "Exchange Rate Volatility and Japan-US Commodity Trade: An Asymmetry Analysis". *The World Economy*, vol. 42, núm. 11, pp. 3287-3318.

- Balaban, S., Živkov, D., y Milenković, I. (2019). "Impact of an Unexplained Component of Real Exchange Rate Volatility on FDI: Evidence from Transition Countries". *Economic Systems*, vol. 43, núm. 3-4, 100719.
- Banco de México (2013). "Anuncio de política monetaria", 12 de julio del 2013. México
- Banco de México (2017). "Anuncio de política monetaria", 9 de febrero de 2017. México
- Banco de México (s.f.). "Sistema de Información Económica". Recuperado el 27 de febrero de 2020 de <https://www.banxico.org.mx/SieInternet/>
- Beltrani, M., y Cuattromo, J. (2019). "Metas de inflación y tipo de cambio real: volatilidad, estabilización y credibilidad". *Ola Financiera*, núm. 34, pp. 122-149.
- Bhattacharya, S. N., Jha, S. K., y Bhattacharya, M. (2019). "Dependence Between Oil Price and Exchange Rate Volatility: An Empirical Analysis". *Journal of Applied Economics & Business Research*, vol. 9, núm. 1.
- Bolsa Mexicana de Valores (2016). "Informe anual", México
- Caballero M., R., y Caballero C., B. (2016). "Estimación de la volatilidad del tipo de cambio en México y Brasil. Un enfoque con modelos Markov Switching Garch". *Revista Latinoamericana de Desarrollo Económico*, núm. 25, pp. 127-170.
- Caporin, M., y McAleer, M. (2013). "Ten things you should know about the dynamic conditional correlation representation". *Econometrics*, vol. 1, núm. 1, pp. 115-126.
- Carpio, L. G. T. (2019). "The Effects of Oil Price Volatility on Ethanol, Gasoline, and Sugar Price Forecasts". *Energy*, núm. 181, pp. 1012-1022.
- Casas, M. y Cepeda, E. (2008). "Modelos ARCH, GARCH y EGARCH: aplicaciones a series financieras". *Cuadernos de Economía*, vol. 27, núm. 48, pp. 287-319
- Celik, S. (2012). "The More Contagion Effect on Emerging Markets: The Evidence of DCC-GARCH Model". *Economic Modelling*, vol. 29, núm. 5, pp. 1946-1959. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264999312001848?casa_token=nzqAQNz1Mx8AAAAA:fBjwQdP5R-jolxsWn4-D3uiMdhQS8qBS3WTOiLEJxszK2E-R1p3PWHCeK4fsWk6QVW-mwgMdkF4D4
- Dong, B., Ma, X., Wang, N., y Wei, W. (2020). "Impacts of Exchange Rate Volatility and International Oil Price Shock on China's Regional Economy: A Dynamic CGE Analysis". *Energy Economics*, núm. 86, 103762.
- Durán, R., Lorenzo, A. y Ruiz, A. (2013). "Un modelo GARCH con asimetría condicional autorregresiva para modelar series de tiempo: una aplicación para

- los rendimientos del índice de precios y cotizaciones de la BMW”. Recuperado de https://mpira.ub.uni-muenchen.de/46328/1/MPRA_paper_46328.pdf
- Engle, R. (2002). “Dynamic Conditional Correlation – a Simple Class of Multivariate GARCH Models”. *Forthcoming Journal of Business and Economic Statistics*, pp. 1- 34. Recuperado de <http://pages.stern.nyu.edu/~rengle/dccfinal.pdf>
- Eregha, P. B. (2019). “Exchange Rate, Uncertainty and Foreign Direct Investment Inflow in West African Monetary Zone”. *Global Business Review*, vol. 20, núm. 1, pp. 1-12.
- Franco, C. y Zakoian, JM (2010). *GARCH Models: Structure, Statistical Inference and Financial Applications*. Reino Unido: John Wiley & Sons.
- Gutiérrez, R. y Ortiz, E. (2013). “El efecto de la volatilidad del peso mexicano en los rendimientos y riesgo de la Bolsa Mexicana de Valores”. *Contaduría y Administración*, vol. 58 , núm. 3, pp. 89-119. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0186104213712233>
- Katusiime, L. (2019). “Investigating Spillover effects between Foreign Exchange Rate Volatility and Commodity Price Volatility in Uganda”. *Economies*, vol. 7, núm. 1, p.1.
- Khaled, L. (2020). “The Relationship between Crypto Currencies and Official Arabian Currencies Exchange Rate”. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, vol. 24, núm. 2.
- Lawal, A. I., Somoye, R. O., y Babajide, A. A. (2016). “Impact of Oil Price Shocks and Exchange Rate Volatility on Stock Market Behavior in Nigeria”. *Binus Business Review*, vol. 7, núm. 2, pp. 171-177.
- López-Herrera, F., Martínez, F. V., y Ríos, C. G. (2013). “EMBI+ México y su relación dinámica con otros factores de riesgo sistemático: 1997-2011”. *Estudios Económicos*, pp. 193-216.
- López-Herrera, F. y Mota, M. (2019). Rendimiento y volatilidades de los mercados mexicanos bursátil y cambiario. *Revista mexicana de economía y finanzas*, 14(4), pp. 633-650. Recuperado de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S1665-53462019000400633&script=sci_arttext&lng=en
- Malik, F., y Umar, Z. (2019). “Dynamic Connectedness of Oil Price Shocks and Exchange Rates”. *Energy Economics*, núm. 84, 104501.
- Mechri, N., Hamad, S. B., Peretti, C., y Charfi, S. (2019). “The Impact of the Exchange Rate Volatilities on Stock Market Returns Dynamic”.
- Mikkonen, T. (2017). *Time - varying Conditional Correlation: Effect on International Portfolio Diversification in Southeast Asia*. (Tesis de maestría). Jyväskylä University School of Business and Economics, Finlandia. Recuperado de

<https://jyx.jyu.fi/bitstream/handle/123456789/52762/1/URN%3ANB-N%3AFi%3Aaju-201701181187.pdf>

- Montenegro, E., Tinajero, F. y Pacheco, I. (2014). "Estimación del riesgo de acciones a través de un modelo financiero y de modelos de heteroscedasticidad condicional autorregresiva". *Ciencia y tecnología al servicio del pueblo*, vol. 1, núm. 2, pp. 61-71.
- Morales, A., Velázquez, M., y García, E. (2016). "La depreciación del peso mexicano durante 2012-2015 y su efecto en el Índice de Precios y Cotizaciones de la Bolsa Mexicana de Valores. Un análisis intersectorial". *Economía Informa*, núm. 397, pp. 105-121. Recuperado de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0185084916000189>
- Morales, J. A. C. (2019). "Volatilidad del peso mexicano durante 2007-2017 y su efecto en el riesgo-rendimiento sector salud de la Bolsa Mexicana de Valores". *Revista de investigación en ciencias contables y administrativas*, vol. 4, núm. 2.
- Morán, D. (2014). "Determinantes de la inflación en Ecuador. Un análisis econométrico utilizando modelos VAR". *Economía y sociedad*, vol. 18, núm. 31, pp. 53-70.
- Mose, N., y Kaboro, J. (2019). "Does Inflation Rate Convergence Spur Exchange Rate Volatility? Empirical Evidence from Sub-Saharan Africa". *Asian Journal of Economic Modeling*, vol. 7, núm. 2, pp. 95-109.
- NGUYEN, V. C., y DO, T. T. (2020). "Impact of Exchange Rate Shocks, Inward FDI and Import on Export Performance: A Cointegration Analysis". *The Journal of Asian Finance, Economics, and Business*, vol. 7, núm. 4, pp. 163-171.
- Nkoro, E., y Uko, A. K. (2016). "Exchange Rate and Inflation Volatility and Stock Prices Volatility: Evidence from Nigeria, 1986-2012". *Journal of Applied Finance and Banking*, vol. 6, núm. 6, p. 57.
- Ogundipe, A. A., Alabi, J., Asaleye, A. J., y Ogundipe, O. M. (2019). "Exchange rate volatility and foreign portfolio investment in Nigeria". *Investment Management & Financial Innovations*, vol. 16, núm. 3, p. 241.
- Ramírez-Silva, R. A., Cruz-Aké, S., y Venegas-Martínez, F. (2018). "Volatility Contagion of Stock Returns of Microfinance Institutions in Emerging Markets: A DCC-M-GARCH Model". *Revista Mexicana de Economía y Finanzas Nueva Época REMEF*, 13(3), pp. 325-343.
- Rodríguez Carranza, J. I., Hernández Bielma, L., y Vásquez Galán, B. I. (2020). "Efecto Pass-Through en México en condiciones de alta y baja volatilidad". *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, vol. 15, núm. 1, pp. 57-80.
- Rosas Rojas, E., y Mimbrera Delgado, M. C. (2018). *Inflación y volatilidad cambiaria en México (1969-2017)*.

- Siarni-Namini, S. (2019). "Volatility Transmission among Oil Price, Exchange Rate and Agricultural Commodities Prices". *Applied Economics and Finance*, vol. 6, núm. 4, pp. 41-61.
- Tehseen, J. y Anwar, U. (2012). "Effects of Interest Rate, Exchange Rate and their Volatilities on Stock Prices: Evidence from Banking Industry of Pakistan". *Theoretical and Applied Economics*, vol. 19, núm. 8, pp. 153-166.
- Walid, C., Chaker, A., Masood, O. y Fry, J. (2011). "Stock Market Volatility and Exchange Rates in Emerging Countries: A Markov-state Switching Approach". *Emerging Markets Review*, vol. 12, núm. 3, pp. 272-292. Recuperado de https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S156601411100029X?casa_token=XYLTj8MmfGUAAAAA:3Q2NvuyV1u_lcSKoU9FAn2-9tzq9bOiS-CzNtjF_E6_CmCsDy8h7Pm_DcBDIMMu6R0v69scejnY
- Vargas, A. S., y Martínez, O. R. (2006). "Regularidades probabilísticas de las series financieras y la familia de modelos GARCH". *CIENCIA ergo-sum, Revista Científica Multidisciplinaria de Prospectiva*, vol. 13, núm. 2, pp. 149-156.
- Yakub, M. U., Sani, Z., Obiezue, T. O., y Aliyu, V. O. (2019). "Empirical Investigation on Exchange Rate Volatility and Trade Flows in Nigeria". *Central Bank of Nigeria Economic and Financial Review*, vol. 57, núm. 1, pp. 23-46.
- Yarovaya, L., Matkovskyy, R., y Jalan, A. (2020). "The Effects of a Black Swan Event (COVID-19) on Herding Behavior in Cryptocurrency Markets: Evidence from Cryptocurrency USD, EUR, JPY and KRW Markets". *EUR, JPY and KRW Markets (April 27, 2020)*.
- Zubair, Z. A., y Aladejare, S. A. (2017). "Exchange Rate Volatility and Stock Market Performance in Nigeria". *Asian Journal of Multidisciplinary Studies*, vol. 5, núm. 11, pp. 194-201.

