

Volatilidad del tipo de cambio en México: ¿Síntoma de la enfermedad holandesa?

Volatility of the exchange rate in Mexico: Symptom of the dutch disease?

Sergio Solís Tepexpa

Luis Fernando Muñoz González

Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco.

(Fecha de recepción: 14 de enero de 2018, Fecha de aceptación: 14 de abril de 2018)

Resumen

El objetivo de este trabajo es analizar la presencia de la “enfermedad holandesa” en México, durante el período 2010-2016. Lo anterior, como elemento clave del campo de estudio de la economía internacional en la actualidad, resultado de la interacción de los países en el plano global y con las consecuencias que ello pudiere traer a las economías. Para ello se analiza, mediante un modelo GARCH, la relación entre el tipo de cambio peso-dólar de Estados Unidos de América (EUA), como variable dependiente, y la cotización internacional del petróleo mexicano de exportación, así como el costo del dinero en EUA, como variables independientes, todas relacionadas con el fenómeno a cuantificar. Como hallazgo principal se encontró que para el período de estudio, ni la volatilidad del precio del petróleo, ni los ajustes en la política monetaria de EUA, repercutieron en la volatilidad del tipo de cambio peso-dólar. Como conclusión central, también derivada del comportamiento en el tipo de cambio, se aprecia que su volatilidad obedece más a un comportamiento propio, enmarcado en un proceso especulativo de orden interno y externo.

Palabras clave: enfermedad holandesa, GARCH, volatilidad, tipo de cambio FIX, precio de la mezcla mexicana de petróleo, T Bond-10.

Abstract

Some scholars establish the presence of the dutch disease in Mexico produced by the increase in oil prices in the first decade of the 21st century. In this context, the aim of this paper is to measure the impact of the volatility of the exchange rate (mexican peso-usdollar) influenced by volatility of mexican crude oil price, using a GARCH model and statistical daily information from 2010 to 2016. The results indicate that the volatility of exchange rate is not impacted by volatility of oil price but on speculation factors on itself.

Keywords: dutch disease, GARCH, volatility, exchange rate, mexican crude oil price, T Bond-10.

Introducción

A lo largo de la historia económica mundial, los países en desarrollo han buscado la forma de generar trayectorias de crecimiento y desarrollo; sin embargo, este proceso ha sido trunco por diversos fenómenos económicos, por ejemplo, las crisis. El caso de los países latinoamericanos presenta una alta dependencia de sus recursos naturales y poco avance tecnológico, lo cual genera procesos de escaso crecimiento y vulnerabilidad ante choques en el precio de sus recursos en el exterior. Una de las explicaciones a esto, hace referencia a la llamada “maldición de los recursos naturales”, y cuyo análisis más utilizado es un modelo de carácter estructuralista llamado “enfermedad holandesa”. Por su parte, en México, durante la década de los setenta, se vivió un proceso de enfermedad holandesa, debido al descubrimiento de yacimientos de petróleo y al incremento de su precio. Sin embargo, la caída de éste último provocó una de las crisis más profundas en la década de los años ochenta. Dado esto, se generaron políticas y programas económicos que ayudaron a salir del proceso de crisis; sin embargo, en nuestros días, el petróleo sigue siendo un recurso sumamente importante y en especial para las finanzas públicas. Específicamente algunos estudios, como los de Sánchez Campos (2016) y Guzmán-Soria *et al.* (2017), plantean que en la primera década del siglo XXI se generó en México un proceso de enfermedad holandesa debido al incremento en el precio del petróleo. Esto lleva a plantear la hipótesis de: la alta volatilidad en los precios del petróleo da pie a un incremento en la volatilidad cambiaria en un entorno de constantes movimientos en los flujos de capital. Para comprobarla, se elaboró un modelo GARCH para medir la volatilidad del tipo de cambio peso-dólar ante choques del precio del petróleo, y la tasa de interés internacional para considerar el movimiento de los flujos de capital. El hallazgo principal fue que el petróleo no es determinante en la fluctuación del tipo de cambio nominal en el corto plazo. El escrito está compuesto por tres apartados principales: en el primero, se plantea el concepto de la enfermedad holandesa y su relación con la volatilidad; en el segundo, se contextualiza la situación de México con respecto al petróleo; y en el último, se realiza el análisis estadístico.

La enfermedad holandesa

Con el concepto “enfermedad holandesa” (*dutch disease*) es posible explicar la paradoja de la abundancia o la maldición de los recursos naturales. Para Morales (2012), las investigaciones teóricas y empíricas sobre el tema difieren al momento de explicar la causa de la maldición, pueden orientarse a: causas de tipo cognitivo, que se originan en la política económica y se centran en los incentivos y acciones de los agentes públicos y privados; causas de tipo sociológico, que hacen hincapié en cierta diferenciación social; causas centradas en el rol del Estado, agente social y económico que ve distorsionados sus incentivos a causa del auge; y causas de tipo económico, las cuales explican lo que tiene que ver con la política monetaria o con el comercio internacional; de ellas, la que goza de mayor reconocimiento en la literatura económica, y también de mayor respaldo empírico, es el síndrome o enfermedad holandesa (Morales, 2012: 20).

Por su parte, Sánchez (2016: 1) postula que la explicación estructuralista de la paradoja de la abundancia está relacionada con el concepto de enfermedad holandesa, la cual explica el contraste entre una economía con un sector externo en crecimiento, pero con un sector interno en turbulencia. Este término fue introducido por primera vez en 1977 por *The Economist*, para explicar el caso de la economía de los Países Bajos, que hacía referencia a los efectos adversos ocasionados por el descubrimiento de gas natural sobre la industria manufacturera holandesa, en la década de los sesenta del siglo pasado; en especial, este análisis hizo énfasis en la apreciación del tipo de cambio real del florín holandés. Desde entonces, se construyó un marco teórico para explicar este fenómeno a partir del trabajo de Corden y Nery (1982), en el que se plantea que la llamada enfermedad holandesa puede ser explicada por sus dos efectos: el de movimiento de recursos (RME) y el de gasto (SE). Por un lado, el efecto del movimiento de recursos implica que un incremento en el precio de la energía, aumenta el valor del producto marginal de la mano de obra en el sector energético y también la tasa salarial de equilibrio, lo cual provoca un movimiento de la mano de obra tanto del sector manufacturero como del sector no comercializable al sector energético, y el resultado es un endurecimiento

de los otros sectores comerciables. Por otro lado, el efecto del gasto implica un auge en el sector de recursos naturales, causado, ya sea por un aumento en el precio mundial del recurso o por un nuevo descubrimiento de depósitos, que conduce a un aumento en los ingresos para el país, lo que, a su vez, provoca un aumento de las importaciones y la absorción interna de bienes transables, por lo que, en la medida en que los precios de estos bienes se establecen a nivel internacional, este efecto se traduce en un aumento de los precios (y salarios) de los bienes no transables en relación con los bienes transables, es decir, una apreciación real del tipo de cambio. Además, excluye la mano de obra y el capital del sector manufacturero o agrícola (Ramírez, 2014: 33).

A partir de esta visión estructuralista, la paradoja de la abundancia gira alrededor de la idea de un crecimiento del ingreso nacional y los efectos negativos de la desindustrialización en el crecimiento económico. Por una parte, el ingreso nacional se incrementa debido a que existen ingresos más altos provenientes del sector de recursos naturales, por tanto, hay un incremento en la demanda nacional por servicios y otros bienes. Dicho incremento en el consumo es cubierto por un incremento en bienes importados, los cuales son financiados con el incremento en el ingreso nacional. Así, se logra que la bonanza del recurso natural incremente el bienestar. Por otro lado, la apreciación del tipo de cambio hace que sea más difícil exportar bienes que no sean recursos naturales y más barato importar bienes del mercado internacional que comprarlos a productores locales. Además, el capital y el empleo se cambian al sector en auge, lo cual provoca que los otros sectores se atrasen generando la desindustrialización. El efecto de esta, en el largo plazo, sobre el ahorro, la inversión en activo fijo, el emprendimiento, la educación y formación de capital humano, es sumamente negativo, dando lugar a la paradoja de la abundancia (Sánchez, 2016: 3). En resumen, las hipótesis para detectar la enfermedad holandesa se corroboran a partir de: *a*) apreciación del tipo real de cambio o incremento de los precios relativos de bienes no transables; *b*) declive de la producción de los bienes transables que no están en bonanza; *c*) crecimiento de la producción de bienes no transables; y *d*) reducción de las exportaciones de los bienes transables que no están en auge (Puyana, 2017: 2).

Los tipos de cambio son hoy más volátiles que en el pasado, debido a que los flujos de capital aumentaron enormemente en los años ochenta y la trayectoria continua en nuestros días. En este sentido, la teoría financiera (Andersen, 1995; Jorion, 1995; Díaz y Martell, 2000), plantea que parece que los flujos de capital volátiles hacen que los tipos de cambio sean más volátiles que nunca y estén menos vinculados a la economía real. En este contexto, si algún país intenta crecer con ahorros externos, y si tiene un déficit en cuenta corriente cubierto por entradas de capital, el tipo de cambio del mercado será más apreciado (o más bajo) que el tipo de cambio de equilibrio actual, y tendremos una cuenta corriente deficitaria. Por ello, Bresser-Pereira (2013) plantea que, la fluctuación o volatilidad del tipo de cambio del mercado será mayor, cuanto más volátiles e impredecibles sean los flujos de capital, los cuales, probablemente, serán mayores cuanto más alto sea el déficit de la cuenta corriente. Ante ello, la forma de neutralizar la enfermedad holandesa es imponer un impuesto a las materias primas, que cambia el valor o el precio necesario de las mercancías en moneda nacional, igualándolo al precio necesario de los demás bienes y servicios comercializables también en moneda nacional (Bresser-Pereira, 2013: 377).

En este contexto es que se pretende ubicar la situación actual de México, ya que el petróleo —el recurso natural en auge— y la industria a su alrededor, ha sido uno de los sectores de mayor influencia en la economía en los últimos treinta años. El tema adquiere mayor importancia a partir de la reforma energética impulsada por la administración de Enrique Peña Nieto, que prometía un nuevo proceso de auge del petróleo en un contexto internacional de caída en los precios del hidrocarburo y su repercusión en la entrada de divisas. Retomando el argumento de Bresser-Pereira sobre la volatilidad del tipo de cambio relacionada con la enfermedad holandesa, se plantea la influencia de la volatilidad del precio del petróleo en la apreciación o depreciación del tipo de cambio.

La importancia del petróleo en México

El recurso natural que mayor auge ha tenido en los últimos tiempos en México es el petróleo, y se ha

convertido en una fuente de ingresos primordial para la economía nacional. Sin embargo, la economía mexicana ha sufrido de manera significativa los embates de la volatilidad del precio de esta materia prima, debido a que la industria petrolera se ha centrado en la extracción. En este apartado se realiza una sinopsis del recorrido histórico de la industria petrolera en México.

Durante el sexenio de Lázaro Cárdenas se dieron las condiciones para que se realizara la expropiación de la industria petrolera mexicana, en poder de empresas extranjeras. En 1934, debido a diversos acontecimientos internacionales, entre ellos la caída en el precio y de la demanda del hidrocarburo, el gobierno mexicano impulsa la creación de Petróleos de México, A.C. (Petromex), encargada de fomentar la inversión nacional en la industria petrolera, la cual, en 1938, tomaría el nombre de Petróleos Mexicanos (PEMEX). Para 1958, se hace oficial el dominio exclusivo de la nación sobre todos los hidrocarburos, salvo lo relacionado con el transporte, almacenamiento y distribución, pues podrían ser proveídos por entes del sector social, así como del privado. Para 1962, México cubre anticipadamente el último pago de la deuda contraída por la expropiación petrolera, y por primera vez, PEMEX operó sin pérdidas y tres años más tarde se creó el Instituto Mexicano del Petróleo, con el objetivo de fomentar la investigación petrolera, formar recursos humanos que impulsaran el desarrollo de tecnología propia y reducir los altos costos provenientes de la importación de proyectos y pago de regalías (Aguirre Botello, 2014). Durante la década de los sesenta PEMEX exportó crudo por primera vez en su historia y redujo sustancialmente las exportaciones de derivados y gas natural, además de que la producción nacional ya no permitía satisfacer plenamente la demanda interna. Hasta que en 1971 se descubre Cantarell, considerado uno de los 100 campos petroleros más importantes en el mundo a lo largo de la historia, contribuyendo con grandes volúmenes de hidrocarburos y de renta petrolera (Romo, 2015). No obstante, a finales de 2004, la producción ha sido de 15.4% del total máximo de producción histórica. A partir de 1980, la producción de petróleo muestra un mayor incremento, por lo que después de este año se realiza un análisis más profundo en relación con la produc-

ción, precio e ingresos del sector petrolero (Aguirre Botello, 2014).

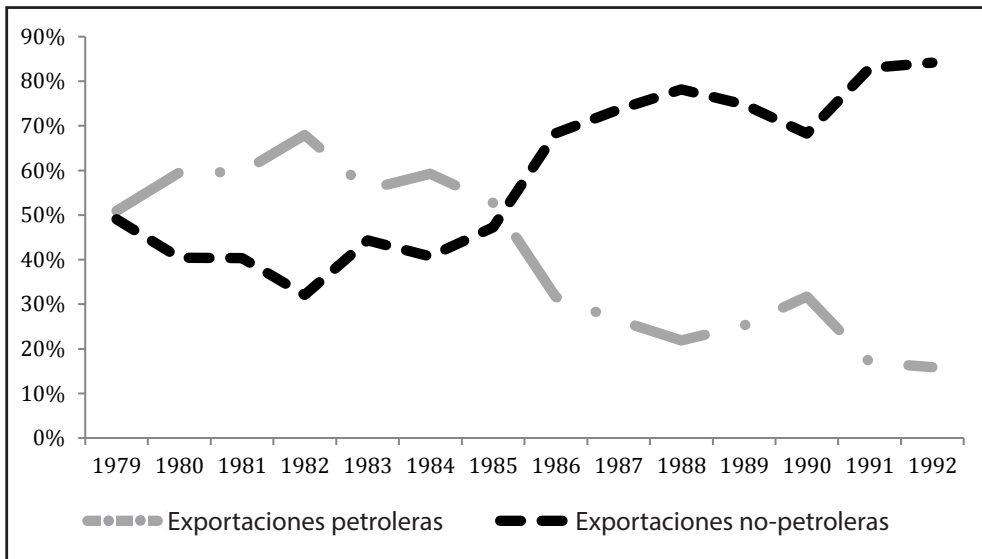
En la Gráfica 1 se puede observar como las exportaciones petroleras desplazaron a las no-petroleras (manufactura y agrícola, principalmente) de manera significativa durante seis años. En 1982 las ventas petroleras representaban 68% del total de las exportaciones del país, y fue hasta 1986 cuando termina el auge en las exportaciones petroleras con 53% del total, ya que para el siguiente año la estructura cambió, y desde entonces han permanecido por debajo del 50%, en tanto que las no-petroleras crecieron de manera acelerada año con año.

Como se mencionó en el apartado anterior, una economía muestra síntomas de enfermedad holandesa si un sector de recurso natural abundante inicia un periodo de auge y desplaza a los otros sectores en su participación en la economía. En especial se habla de que existe un auge en el sector externo por parte del recurso natural. En el caso de México, en los años ochenta ocurre este comportamiento en cuanto a exportaciones, pero la teoría también plantea que el tipo de cambio real se apreciará de manera significativa debido a la entrada de divisas por la venta de recurso natural. En la Gráfica 2 se observa que durante el periodo citado, el tipo de cambio real peso-dólar estadounidense tuvo una pequeña apreciación de 1979 a 1981, que fue revertida como un mecanismo de política económica ante la caída de los precios del petróleo y el incremento en la deuda externa.

Asimismo, en la Gráfica 2 se puede observar que el tipo de cambio real alcanzó niveles parecidos a los previos al auge del petróleo en la década de los setenta. Esto también se debe a un fenómeno relacionado con el petróleo, ya que el precio de este tuvo una tendencia alcista durante la primera década del siglo XXI que llevó a la mezcla mexicana a tocar los \$110 dólares por barril en 2011, según la Secretaría de Energía (véase Gráfica 3). Este fenómeno dio indicio de la presencia de la enfermedad holandesa, en países latinoamericanos, como lo plantea Sánchez (2016).

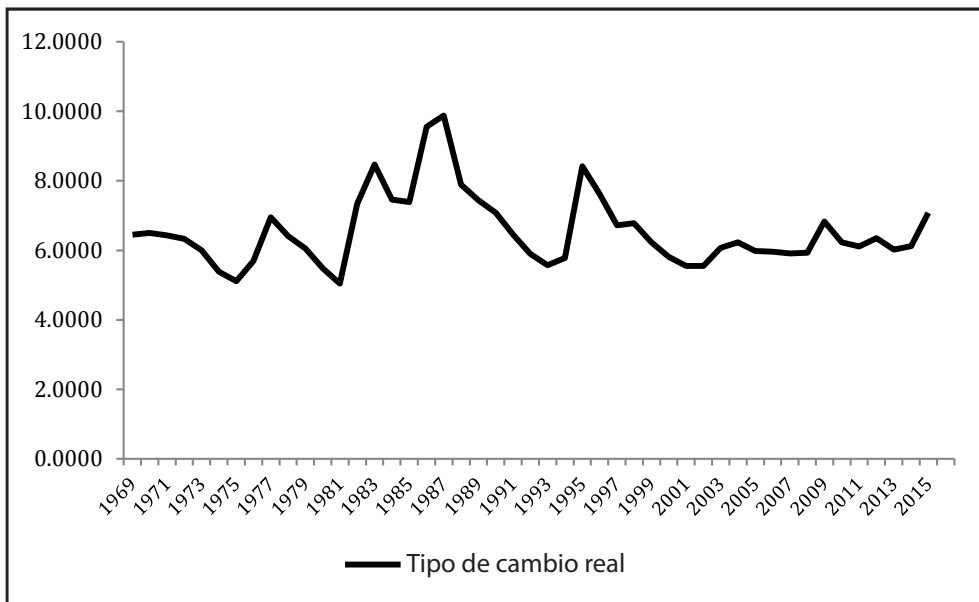
Para ilustrar lo expuesto, se retoma el estudio de Guzmán-Soria y De la Garza-Carranza (2017), quienes encuentran que en México la tasa de crecimiento media anual de 2010 a 2015, del déficit de

Gráfica 1
Exportaciones petroleras vs exportaciones no-petroleras.
Como porcentaje del total de exportaciones (1980–1992)



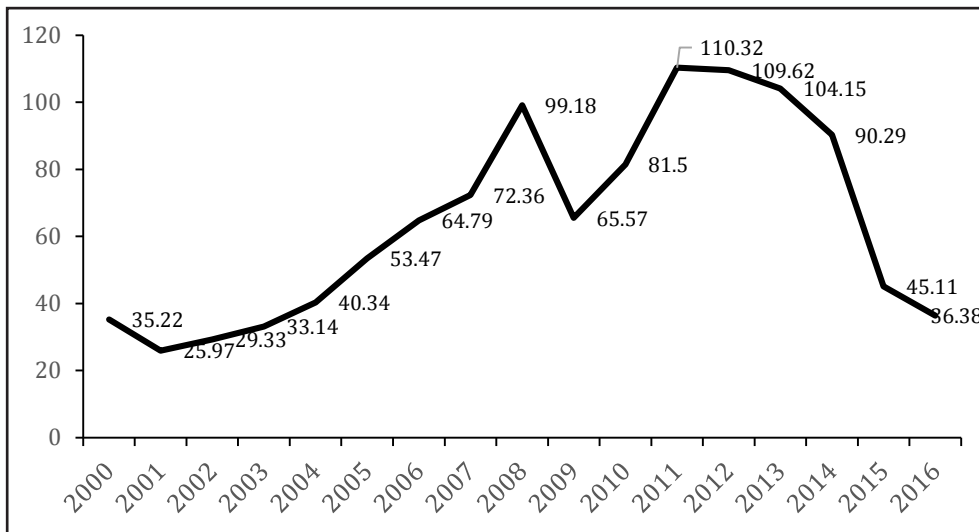
Fuente: elaboración propia con datos de Banxico, 2016.

Gráfica 2
Tipo de cambio real peso-US dólar, 1980–2015.
Base: 1980



Fuente: elaboración propia con datos del Centro de Estudios de Finanzas Públicas (CEFP, 2016).

Gráfica 3
Precio de la mezcla mexicana de petróleo en USD



Fuente: Secretaría de Energía, 2017.

Gestión y Estrategia Núm. 55, Enero/Junio, 2019, ISSN 1606-8459, versión digital

la balanza comercial manufacturera y agropecuaria creció a un ritmo de 6.98%, lo cual evidencia la ausencia de competitividad de las Pymes al sustituir su producción por importaciones. La tasa de crecimiento media anual (TCMA) del tipo de cambio nominal fue de 4.65% durante el mismo periodo, resaltando que en 2015, con el tipo de cambio nominal registrado de \$15.86/\$USD por los 61 mil 119 millones de dólares de déficit en la balanza manufacturera y agropecuaria del mismo año, generó un déficit en moneda nacional por 969 347 mil millones de pesos. El superávit de la balanza comercial de la industria maquiladora registró una TCMA de 7.51% y la inversión extranjera directa en México creció a un ritmo de 6.64% anual durante el periodo citado, no obstante los niveles de inseguridad en el país. La balanza comercial petrolera ha decrecido a un ritmo anual de 40.63%, debido, en parte importante, a la dramática caída registrada en los últimos meses en el precio del petróleo; no obstante que esta balanza sigue registrando un superávit. Por último, la TCMA de 2010 a 2015 en las remesas de migrantes fue de 3.06%, superando en el 2015 los 24 770 mil millones de dólares; mientras que el deterioro del tipo de cambio aumentó a un ritmo anual de 4.59%. En este sentido, la caída en las reservas probadas de hidrocarburo en México y las

constantes fluctuaciones en el precio internacional de este bien han provocado problemas en las finanzas públicas por la gran dependencia en los ingresos petroleros y la falta de un verdadero cambio en la estructura fiscal de Pemex.

La volatilidad del tipo de cambio y la influencia de la mezcla mexicana de petróleo

El inicio del siglo XXI ha mostrado que los mercados financieros y las economías a nivel global son sumamente sensibles a los procesos especulativos en diversos activos financieros. Asimismo, se han desarrollado procesos de innovación para generar nuevos activos que en su origen buscan mitigar el riesgo; sin embargo, la historia ha demostrado que han contribuido a la especulación y las crisis financieras en todo el mundo, como ocurrió con la crisis hipotecaria o el sobreendeudamiento de grandes empresas por la emisión o adquisición de instrumentos derivados. Ante este escenario, existe una constante turbulencia en los mercados financieros, que impacta en la economía real de diversas formas, una de ellas, el nivel del tipo de cambio. En Latinoamérica las fluctuaciones en el tipo de cam-

bio con respecto al dólar estadounidense son una preocupación constante para la política económica de cada país y se buscan diversas explicaciones a las constantes depreciaciones que sufren las monedas latinoamericanas.

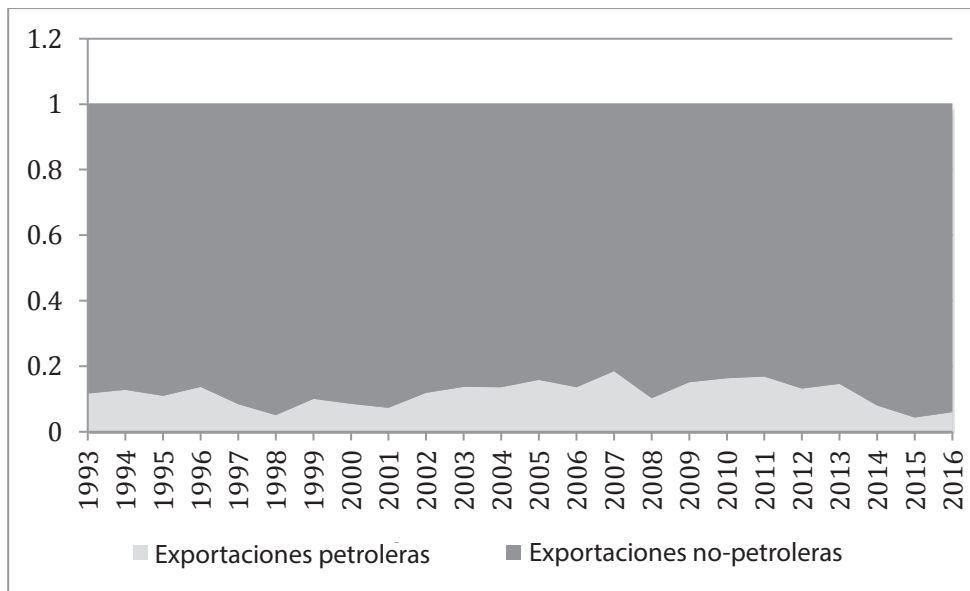
En México, como se planteó, existe una gran dependencia del petróleo, aun y cuando las exportaciones petroleras representan cada vez, un menor porcentaje con respecto a las exportaciones totales, y las exportaciones no petroleras han ganado terreno desde la década de los años noventa, como se observa en la Gráfica 4.

Aún y cuando se ha logrado un avance en la estructura exportadora del país, forzado por la caída en las reservas petroleras y la falta de inversión en el sector, las autoridades financieras y monetarias siguen responsabilizando al petróleo de la volatilidad del tipo de cambio peso-dólar.

Esta es una de las principales razones por las que se están haciendo continuamente coberturas sobre el precio internacional del petróleo. En este contexto, los precios pueden sufrir variaciones constantes que denotan inestabilidad y generan percepciones de riesgo e incertidumbre en el mer-

cado. Por ello, antes de iniciar el análisis específico de las variables, es necesario plantear una breve explicación del concepto de volatilidad. La volatilidad en finanzas es “una medida del riesgo basado en la desviación estándar del rendimiento del activo” (NASDAQ, 2011), determina el nivel de riesgo existente en los mercados financieros y es útil para medir y estimar las variaciones aleatorias en la rentabilidad de diferentes activos financieros, es decir, se relaciona la amplitud de las fluctuaciones del rendimiento alrededor de su media. A mayores fluctuaciones, mayor será la volatilidad y viceversa, si son menores, también lo será su volatilidad y, por ende, el grado de riesgo. En este sentido, la volatilidad presenta las siguientes características: i) puede alternar periodos de alta volatilidad con otros con pequeña volatilidad, a lo que se conoce como *clusters* de la volatilidad; ii) el agrupamiento de la volatilidad produce *persistencia* de la volatilidad, que consiste en que si esta es alta/baja en un periodo, la tendencia será la misma en el periodo siguiente; iii) pueden producirse *discontinuidades de salto*, que ocurren cuando la volatilidad toma valores mayores a lo habitual; iv) pueden producirse

Gráfica 4
Exportaciones petroleras vs exportaciones no-petroleras
1993-2016



Fuente: elaboración propia con datos de Banxico, 2016.

movimientos conjuntos en la volatilidad, es decir, cambios en un determinado mercado relacionados con los producidos en otras áreas (se estudian utilizando modelos multivariantes de heterocedasticidad condicional o de volatilidad estocástica); y v) buenas o malas noticias sobre el precio del activo (subida o caída de sus precios) tienen correlación inversa con la volatilidad, efecto conocido como *leverage effect*¹ (NASDAQ, 2011).

En el presente trabajo apelaremos al apartado iv) para identificar si la volatilidad del tipo de cambio sigue teniendo un origen petrolero o responde a otros factores que se estudiarán en otra ocasión. Para ello, se conformó una base de datos con información diaria de mayo de 2010 a agosto de 2016, donde se han observado periodos de depreciación del tipo de cambio altamente significativos. Este tipo de volatilidad histórica está condicionado por el intervalo de tiempo seleccionado para su estudio y por las características del precio del activo (por ejemplo, si son precios de apertura o de cierre) y dado que la volatilidad, tanto del precio del petróleo como del tipo de cambio, han cambiado a lo largo del tiempo, se puede estimar utilizando modelos de heterocedasticidad condicional autorregresiva o modelos de volatilidad estocástica.

Modelo

El objetivo del presente trabajo es analizar el nivel de volatilidad del tipo de cambio peso-dólar mediante un modelo GARCH y determinar el nivel de influencia que tienen sobre ella los cambios en el precio de la mezcla mexicana y, como la teoría económico-financiera lo establece, la influencia de los cambios en la tasa de interés internacional. Las variables que se utilizan para el modelo son: el tipo de cambio Fix (FIX), el precio de la mezcla mexicana (MME) y la tasa de interés de la letra del Tesoro a 10 años, conocido como T-Bond 10 (TB 10). La muestra contempla datos diarios de mayo de 2010 a agosto de 2016. Por ello, antes de iniciar la construcción del modelo se plantea una breve explicación sobre los modelos ARCH y su evolución hacia los modelos GARCH. En años recientes, los economistas han volcado su interés en las formas dinámicas de heterocedasticidad. Desde luego, si X_t contiene una variable dependiente rezagada, entonces la heterocedasticidad dada la ecuación

$u_t^2 = \delta_0 + \delta_1 x_{t1} + \dots + \delta_k x_{tk} + v_t$, es dinámica. Pero las formas dinámicas de heterocedasticidad aparecen incluso en modelos que no son dinámicos en la ecuación de regresión. Para verlo, se considera un modelo de regresión estática simple:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 z_t + u_t.$$

Y además, que los supuestos de Gauss-Markov son válidos. Esto quiere decir que los estimadores de MCO son MELI. El supuesto de homocedasticidad establece que $\text{Var}(u_t | Z)$ es constante, donde Z denota los n resultados de z_t . Aun cuando la varianza de u_t dada Z es constante, la heterocedasticidad puede surgir de otras formas. Engle (1982) propuso que se considerara la varianza condicional de u_t , dado los errores pasados (en los que el condicionamiento sobre Z se deja implícito). Engle sugirió lo que se conoce como modelo de *heterocedasticidad condicional autorregresiva* (ARCH, por sus siglas en inglés). El modelo ARCH de primer orden es:

$$E(u_t^2 | u_{t-1}, u_{t-2}, \dots) = \quad (1)$$

$$E(u_t^2 | u_{t-1}) = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2,$$

donde queda implícito el condicionamiento sobre Z . Esta ecuación representa la varianza condicional de u_t dada la u_t anterior, sólo si $E(u_t | u_{t-1}, u_{t-2}, \dots) = 0$, lo cual significa que los errores no están correlacionados serialmente. Como las varianzas condicionales deben ser positivas, este modelo sólo tiene sentido si $\alpha_0 > 0$ y $\alpha_1 \geq 0$; si $\alpha_1 = 0$ no hay dinámica en la ecuación de la varianza.

Es necesario escribir la ecuación (1) como sigue:

$$u_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + v_t, \quad (2)$$

donde el valor esperado de v_t (dadas u_{t-1}, u_{t-2}, \dots) es cero por definición. Sin embargo, las v_t no son independientes de las u_t pasadas debido a la restricción $v_t \geq -\alpha_0 - \alpha_1 u_{t-1}^2$. La ecuación (2) parece un modelo autorregresivo en u_t^2 (de ahí el nombre ARCH). La condición de estabili-

dad para esta ecuación es $\alpha_1 < 1$, como el modelo AR(1) usual. Cuando $\alpha_1 > 0$ los errores cuadrados contienen correlación serial (positiva), aun cuando las mismas no la tengan ¿Qué implicaciones tiene la ecuación (2) para MCO? Ya que se comenzó por suponer que los supuestos de Gauss-Markov son válidos, los estimadores de MCO son MELI. Además, aun si no estuviera distribuida normalmente, se sabe que los estadísticos de prueba usuales de MCO son válidos asintóticamente, los que se satisfacen en los modelos estáticos y de rezagos distribuidos con errores ARCH.

Si MCO aún tienen propiedades deseables bajo ARCH, ¿por qué preocuparse por las formas ARCH de heterocedasticidad en los modelos estáticos y de rezagos distribuidos? Es de interés por dos razones. En primer lugar, es posible obtener estimadores consistentes (aunque no insesgados) de las β_j que son *asintóticamente* más eficientes que los estimadores de MCO. Un procedimiento de mínimos cuadrados ponderados, basado en la estimación de la ecuación (2), resolverá el problema. Un procedimiento de máxima verosimilitud bajo el supuesto de que los errores tienen una distribución normal condicional también sirve. En segundo lugar, los economistas de diversos campos se han interesado en la dinámica de la varianza condicional. La aplicación original de Engle fue a la varianza de la inflación del Reino Unido, en la que descubrió que una mayor magnitud del error en el periodo anterior (u_{t-1}^2 mayor) se asociaba con una varianza del error mayor en el periodo en curso. Puesto que la varianza a menudo se utiliza para medir la volatilidad y esta es un elemento clave en las teorías de fijación de precios de los activos, los modelos ARCH se han vuelto importantes en las finanzas empíricas. Los modelos ARCH se aplican también cuando hay dinámica en la medida condicional. Suponga que se tiene la variable dependiente y_t una variable exógena contemporánea z_t y

$$E(y_t | z_t, y_{t-1}, z_{t-1}, y_{t-2}, \dots) = \beta_0 + \beta_1 z_t + \beta_2 y_{t-1} + \beta_3 z_{t-1}.$$

De manera que a lo sumo un rezago de y y de z aparece en la regresión dinámica. El enfoque tradicional es suponer que Var

$(y_t | z_t, y_{t-1}, z_{t-1}, y_{t-2}, \dots)$ es constante, pero esta varianza podría seguir un modelo ARCH:

$$\begin{aligned} \text{Var}(y_t | z_t, y_{t-1}, z_{t-1}, y_{t-2}, \dots) &= \\ \text{Var}(u_t | z_t, y_{t-1}, z_{t-1}, y_{t-2}, \dots) &= \\ &= \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2, \end{aligned}$$

donde $u_t = y_t - E(y_t | z_t, y_{t-1}, z_{t-1}, y_{t-2}, \dots)$. Como se sabe, la presencia de ARCH no afecta la consistencia de MCO y tanto los errores estándar robustos a la heterocedasticidad como los estadísticos de prueba son válidos. (Son válidos para cualquier forma de heterocedasticidad, y ARCH es sólo una forma particular de heterocedasticidad).

Modelo GARCH

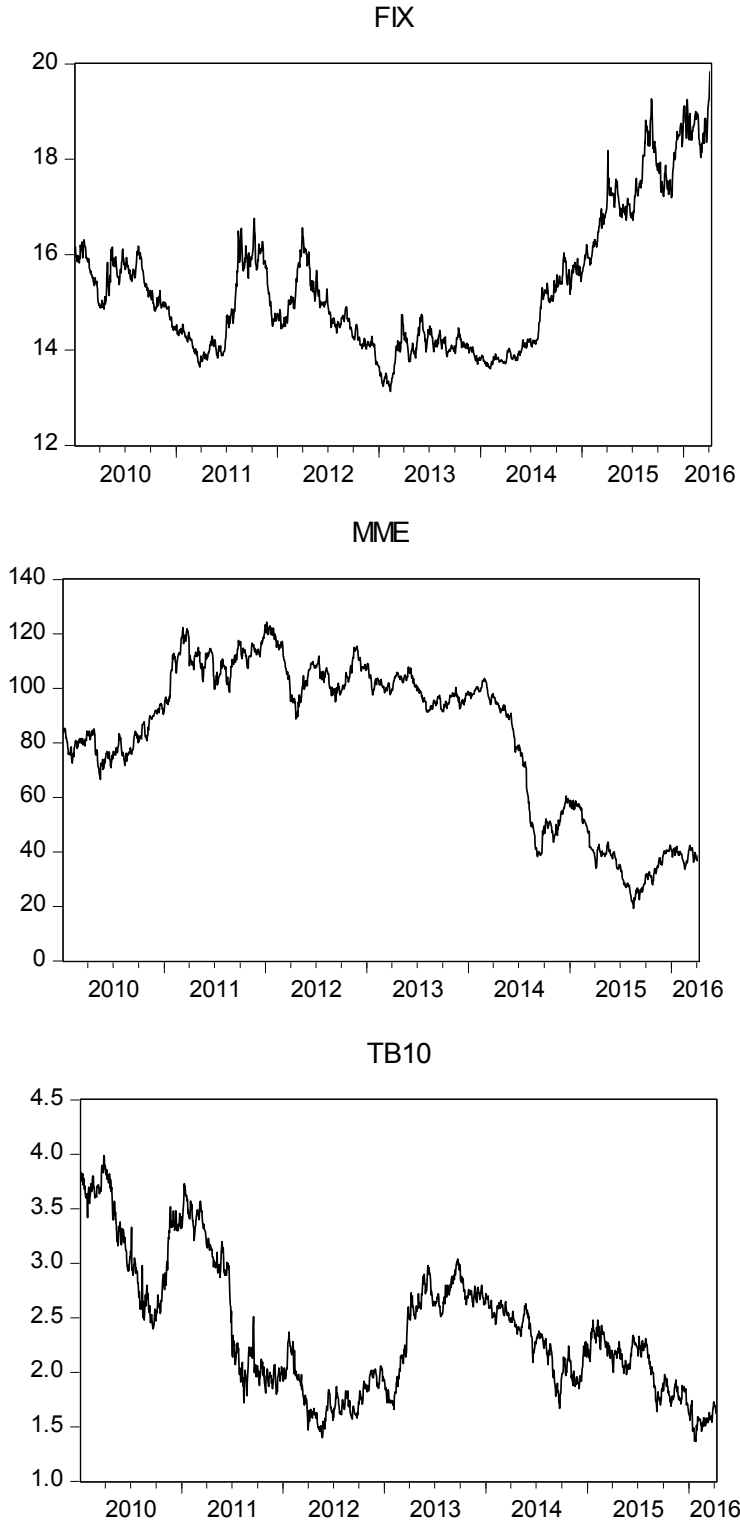
Desde su "descubrimiento" en 1982, la elaboración de modelos ARCH se ha convertido en un área floreciente, con todo tipo de variantes respecto al modelo original. Uno que ha sido muy popular es el modelo condicional autorregresivo generalizado con heterocedasticidad, propuesto por Bollerslev. El modelo GARCH más simple es el GARCH (1,1), que puede expresarse como:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 u_{t-1}^2 + \alpha_2 \sigma_{t-1}^2.$$

El cual enuncia que la varianza condicional de u en el tiempo t depende no sólo del término de error al cuadrado del periodo anterior, sino también de su varianza condicional en el periodo anterior. Este modelo puede generalizarse al modelo GARCH (p, q) en el que existen p términos rezagados del término de error al cuadrado y q términos de las varianzas condicionales rezagadas.

Como primer paso, se realiza un análisis del comportamiento en niveles de las variables de estudio. En la Gráfica 5 se observa que el tipo de cambio FIX prácticamente no muestra una tendencia de largo plazo en el periodo 2010 a 2014; sin embargo, a partir del segundo semestre de 2014 existe un proceso de depreciación muy fuerte hasta el final del periodo de estudio. Por su parte, el precio de la mezcla mexicana muestra una tendencia hacia la baja que parece detenerse a finales del año

Gráfica 5
Comportamiento del tipo de cambio (FIX), mezcla mexicana de petróleo (MME) y tasa de interés de letras del Tesoro (TB-10)



Fuente: elaboración propia con datos de Economatica.

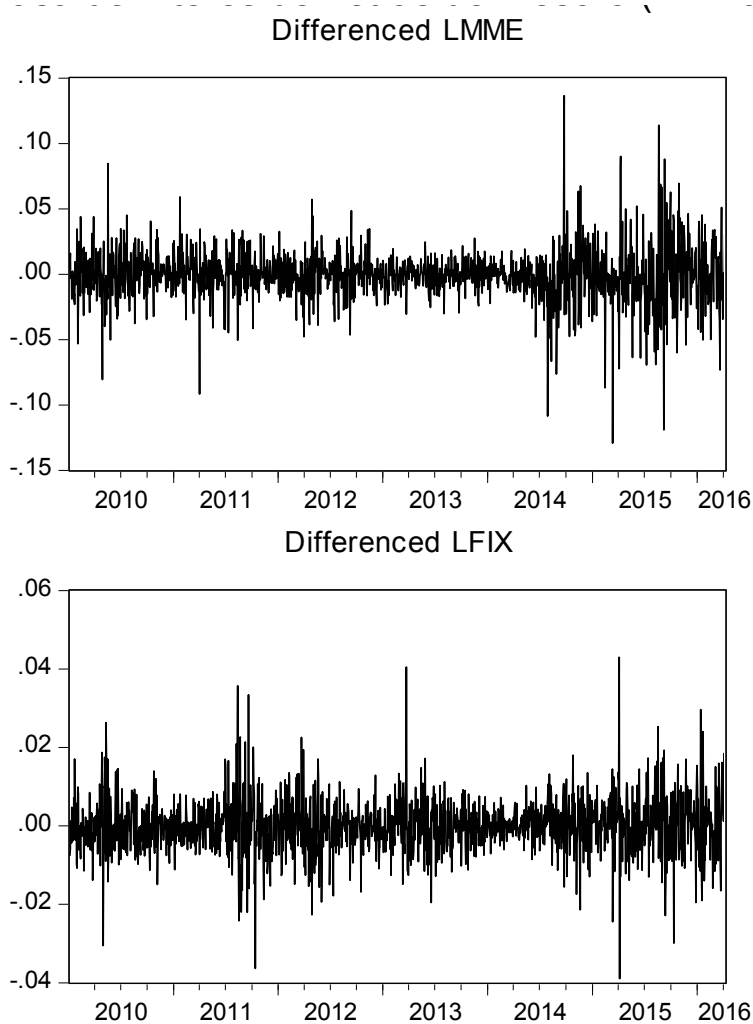
2015. En el caso de la tercera variable que se utiliza, es claro que la economía de Estados Unidos se recupera, pues la tasa libre de riesgo baja de manera significativa a lo largo del periodo de análisis.

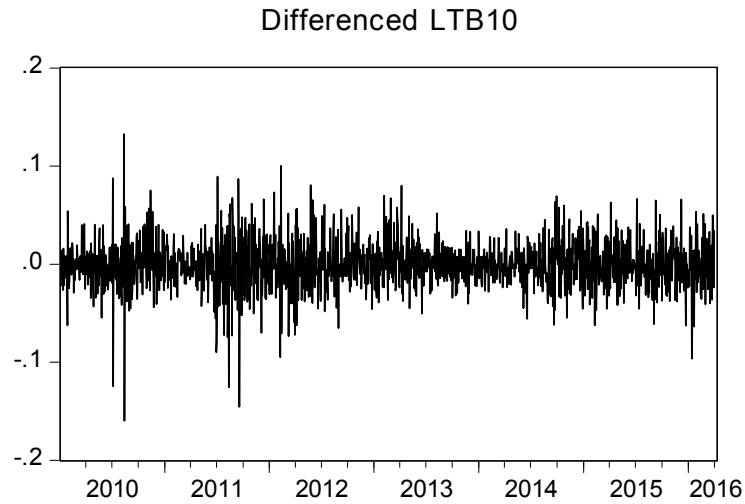
Un aspecto importante para construir el modelo GARCH es calcular los rendimientos diarios de cada una de las variables. Para ello, se realizaron las pruebas de raíces unitarias de las cuales se determinó que las variables tenían un orden de integración, es decir, las tres variables eran (1), por lo que se podían diferenciar una vez para hacerlas estacionarias y con ello también obtener los rendimientos, como se muestra en la Gráfica 6.

Como se observa, existe un proceso de volatilidad aleatoria de los rendimientos de cada una de las variables, también, que la varianza no es constante a lo largo del periodo de análisis. Tanto en el FIX como en la MME existen periodos de alta volatilidad en sus rendimientos, que parecen coincidir, por ejemplo, en los años 2010, 2015 y 2016. Dado esto, se plantea un modelo GARCH que arroja los resultados de la Tabla 1.

En la tabla se observa que a excepción del primer intercepto (C), todos los demás coeficientes son significativos; sin embargo, al observar el signo negativo de cada uno de los coeficientes (DLMME y DLTB10),

Gráfica 6
Rendimientos del tipo de cambio (FIX), mezcla mexicana de petróleo (MME) y tasa de interés de letras del Tesoro (TB-10)





Fuente: elaboración propia con datos de Economatica.

Tabla 1
Resultados del modelo GARCH

GARCH = C(4) + C(5)*RESID(-1)^2 + C(6)*GARCH(-1)

Variable	Coficiente	Error estándar	z-Estadístico	Prob.
DLMME	-0.096308	0.005757	-16.72824	0.0000
DLTB10	-0.031397	0.004843	-6.483265	0.0000
C	-0.000199	0.000134	-1.483339	0.1380

Ecuación de la varianza

C	7.42E-07	1.93E-07	3.835410	0.0001
RESID(-1)^2	0.083800	0.008801	9.521983	0.0000
GARCH(-1)	0.903831	0.010336	87.44175	0.0000

R ²	0.143761	Media var. dependiente	0.000121
R ² ajustada	0.142711	S.D. var. dependiente	0.007052
S.E. de la regresión	0.006529	Criterio Akaike	-7.345194
Suma cua. de resid	0.069536	Criterio Schwarz	-7.325369
Log likelihood	6007.023	Criterio Hannan-Quinn.	-7.337840
Durbin-Watson	1.952758		

Fuente: elaboración propia con datos de Economatica.

se evidencia que ni la volatilidad del precio del petróleo, ni los ajustes de política monetaria en Estados Unidos repercuten en la volatilidad del tipo de cambio peso-dólar. No obstante, el coeficiente del rezago del tipo de cambio resulta significativo y con signo positivo, lo cual implica que la volatilidad del tipo de cambio proviene del comportamiento de su propia volatilidad rezagada. Dados estos resultados, es posible afirmar que la volatilidad en la cotización del dólar se debe a un proceso especulativo, que responde al nerviosismo de los mercados interno y externo. En las Gráficas 7 y 8 se observa que el tipo de cambio muestra procesos de alta volatilidad en momentos de alto nerviosismo por parte del público inversor.

Reflexiones

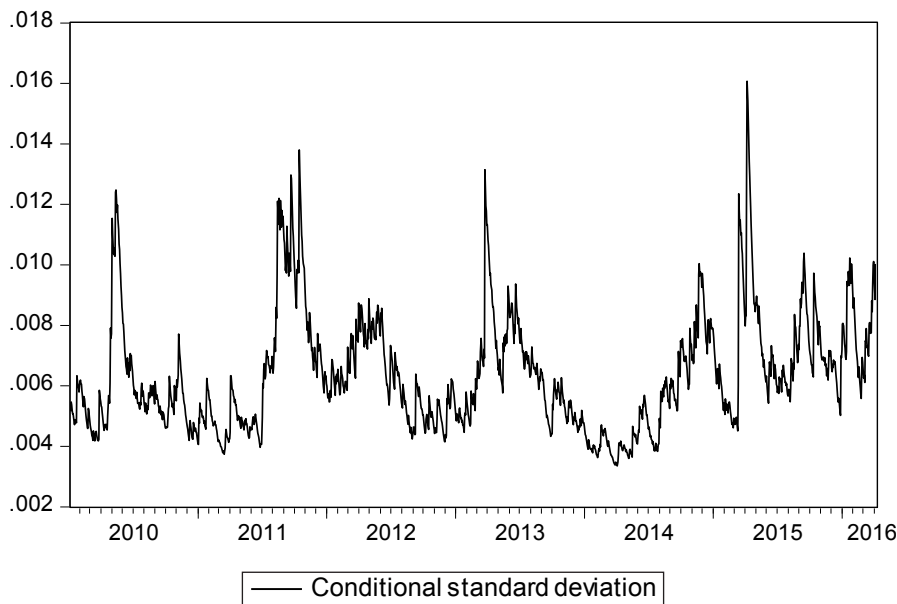
Si bien todo parece indicar que México pudiera ser un caso paradigmático de la enfermedad holandesa, por contar con un sector poseedor de un recurso natural abundante, el petróleo en este caso, así como lento crecimiento de la economía y repercusiones en su tipo de cambio respecto del dólar, la evidencia empírica mediante la aplicación del mo-

delo descrito, refleja que no hay una relación entre las variables clave de dicho síndrome, al menos en el período bajo análisis.

Más aún, los hallazgos en el sentido de una relación negativa del FIX con respecto a la MME y a la TB-10, indican que no hay presencia de dicha enfermedad, sino más bien una respuesta del tipo de cambio a la presencia de fenómenos especulativos existentes en los mercados financieros internacionales, en particular de los cambiarios. Otro factor que destacar es la cada vez menor participación en las exportaciones por parte del sector petrolero, ya que al inicio del periodo de análisis representaba 16.36% (2010) y cayeron hasta 5.99% (2016) del total (como se mostró en la Gráfica 4); así como la depreciación general observada por el tipo de cambio, aspectos todos ellos que van en sentido contrario a lo que señala la teoría en cuanto a la enfermedad holandesa.

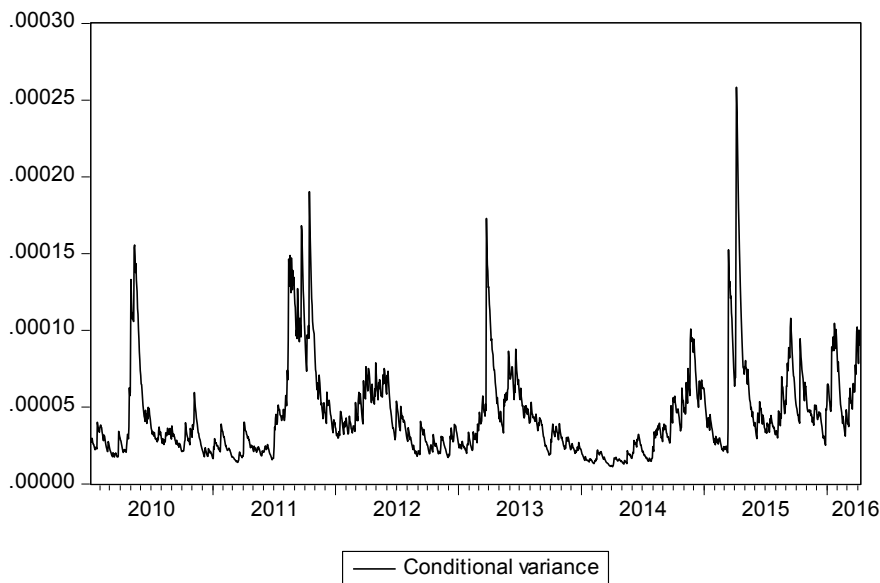
A pesar de ello, se debe incidir en la reducción de la dependencia del petróleo, sobre todo en lo que respecta al erario, ya que el gasto público depende en gran medida de los recursos generados por ese hidrocarburo, que de acuerdo con la Secretaría de Hacienda y Crédito Público (SHCP), en 2010,

Gráfica 7
Desviación estándar condicional del modelo



Fuente: elaboración propia con datos de Economatica.

Gráfica 8
Varianza condicional del modelo



Fuente: elaboración propia con datos de Economatica.

63% de los ingresos se canalizaron al gobierno federal, mismos que a su vez representaron en ese año más del 90% del gasto no programable del sector público. Ello, combinado con una estricta vigilancia del destino de los recursos, toda vez que la corrupción puede estar disfrazando esta situación en favor de la clase gobernante (Bresser, 2008). Esto es importante destacarlo, pues el petróleo es un factor de riesgo país, ya que existe un constante decrecimiento en los ingresos petroleros del sector público, que de acuerdo con la SHCP, en el 2010 representaron 4.8% del PIB, alcanzando el tope en 2012 con 5.8%, y al cierre del periodo de análisis en 2016, con un 1.5% de aportación al PIB, lo cual, ante un escenario de alta especulación, provoca una movilidad fuerte de capitales, misma que afecta el nivel del tipo de cambio.

En este sentido, Morales (2012) se plantea: ¿Cómo puede entenderse que las economías que están dotadas de una mayor riqueza natural son las que peor desarrollo económico exhiben, mientras que aquellas que cuentan con recursos mucho más escasos han logrado crecer a ritmos acelerados? ¿Cómo puede entenderse que estos países,

naturalmente ricos, no lo sean en términos económicos, cuando todo proceso de producción físico requiere materias primas básicas y energía para poder crear? Existen estudios que mencionan que la innovación genera valor añadido a los productos frente a la producción de materias primas, sugiero ampliar su reflexión a las preguntas anteriores.

Notas

¹ *Leverage effect*: “efecto financiero que propone una explicación de la asimetría en la volatilidad, atribuyendo que las noticias negativas (caída de precio del activo) afectan de mayor manera la volatilidad futura que las noticias positivas (incremento de los precios) en la misma proporción” (Black, en Aragoñes y Mascareñas, 1994).

Fuentes bibliográficas

Bresser-Pereira, L. C. (2013), “The Value of the Exchange Rate and the Dutch Disease”, en: *Brazilian Journal of Political Economy*, vol. 33, núm. 3, julio/septiembre.

- Ebrahim-zadeh, C. (2003), "El síndrome holandés: demasiada riqueza malgastada", en: *Finanzas & Desarrollo*. Vuelta a lo esencial, Washington; marzo.
- Guzmán-Soria, E. y De la Garza-Carranza, M. T. (2017), "Factores determinantes del síndrome holandés en la economía mexicana", en: *Globalización, Competitividad y Gobernabilidad*, vol. 11, núm. 1, Georgetown University, enero/abril.
- Puyana, A. (2017), "El retorno al extractivismo en América Latina ¿Ruptura o profundización del modelo de economía liberal o por qué ahora?", en: *Espiral, Estudios sobre Estado y Sociedad*, vol. XXIV, núm. 69, México: Guadalajara.
- Romero, I. (2005), "El tipo de cambio en la economía mexicana, 1949-2002", en: *Comercio Exterior*, vol. 55, núm. 3, México.
- Romo, D. (2015), "El campo petrolero Cantarell y la economía mexicana", en: *Revista Problemas del Desarrollo. Revista Latinoamericana de Economía*, vol. 183, núm. 46, México: UNAM.
- Sánchez, P. (2016), "Whatever Happened To The Mexican Oil Bonanza? The Challenges Of Mexico's New Oil Fund", en: *Natural Resources Journal*, vol. 56, núm. 2, Summer. School of Law, USA: University of New Mexico.

Otras fuentes

- Botello, M. (2014), "México mágico. Cronología, Expropiación y Estadísticas", Pemex, Disponible en: <http://mexicomaxico.org/Voto/pemex.htm>.
- Banxico (2016), "Estadísticas", Disponible en: www.banxico.org.mx.
- Bresser, P. L. (2008), "La enfermedad holandesa y su neutralización: un acercamiento ricardiano", AmerSur, Economía, Disponible en: <http://www.amersur.com.ar/economia/la-enfermedad-holandesa-neutralizacion-acercamiento-ricardiano/>.
- Centro de Estudios de Finanzas Públicas (2016), México: Tipo de Cambio Real, Cámara de Diputados.
- Morales, J. R. (2012), "¿Qué hay detrás de la maldición de los recursos naturales? Estudio de Caso: Los Países Bajos", Serie Documentos de Trabajo del IUDC-UCM, Premio Luis Miguel Puerto, Madrid, España.
- NASDAQ (2011), Volatility Definition, Recuperado el 27 de junio de 2016, Disponible en: <http://www.nasdaq.com/investing/glossary/v/volatility>.
- Ramírez, C. (2014), "La enfermedad holandesa en México, 1995-2014", Tesis de Maestría, México: Colegio de la Frontera Norte.