



El tipo de cambio y el precio del petróleo: un análisis para la economía mexicana

The exchange rate and the price of oil: An analysis for the mexican economy

Jesús Lechuga Montenegro^{1*}, Faustino Vega Miranda²,
Edson Valdés Iglesias³

¹Universidad Autónoma Metropolitana, México

²Universidad Nacional Autónoma de México, México

³Universidad Veracruzana, México

Recibido el 7 de diciembre de 2021; aceptado el 28 de octubre de 2022
Disponible en Internet el: 28 de octubre de 2022

Resumen

En esta investigación se indagan los determinantes del tipo de cambio mexicano en el periodo 1994-2021, poniendo énfasis en la relación entre esta variable y el precio de la mezcla mexicana de petróleo. Por medio de un modelo econométrico ADRL con corrección de errores, la evidencia empírica sugiere la existencia de una relación inversa y de largo plazo entre el tipo de cambio y el precio de petróleo. Los resultados de la investigación coinciden con el estado del arte de la literatura contemporánea especializada, la cual resalta el papel de la variabilidad del tipo de cambio en las economías desarrolladas y en vías de desarrollo. En el caso de México, la volatilidad del precio de las divisas se ha desprendido en buena medida de las fluctuaciones del precio del petróleo; esto por cuanto se asume que la despetrolización observada en el periodo de estudio tuvo un impacto determinante en la composición de las exportaciones y en el ingreso público

* Autor para correspondencia

Correo electrónico: montenegro@azc.uam.mx (J. Lechuga Montenegro).

La revisión por pares es responsabilidad de la Universidad Nacional Autónoma de México.

<http://dx.doi.org/10.22201/fca.24488410e.2023.4480>

0186- 1042/© 2019 Universidad Nacional Autónoma de México, Facultad de Contaduría y Administración. Este es un artículo Open Access bajo la licencia CC BY-NC-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Código JEL: O24, E31, C40

Palabras clave: tipo de cambio; precio del petróleo; causalidad; efectos de corto y largo plazo

Abstract

This research investigates the determinants of the Mexican exchange rate in the period 1994q1-2021q4, emphasizing the relationship between this variable and the price of the Mexican oil mix. Using an ADRL model with error correction, it is concluded that there is an inverse relationship between the exchange rate and the price of oil in the short and long term. This offers empirical evidence in favor of the fact that the variability of the exchange rate has largely been detached from fluctuations in the price of oil; this is because it is assumed that the depetroization observed in the study period had a determining impact on the composition of exports and on public income.

JEL Code: O24, E31, C40

Keywords: exchange rate; oil price; causality; short and long term effects

Introducción

La importancia del petróleo en la economía, más allá de su valor de uso intrínseco, tiene múltiples aristas, en una de las cuales puede asumirse como activo financierizado al especular con los precios y/o titulación del hidrocarburo en los mercados a futuro.¹ Esta diferencia entre mercados físicos y a futuro es el espacio de especulación que da lugar al petróleo como bien financierizado y así los contratos de futuros de este bien primario forman parte de estrategias de diversificación del riesgo de portafolios de inversión o carteras de cobertura, más que especulativas, como los fondos soberanos de inversión, en los cuales puede ubicarse el caso de México (Sierra-Juárez y Méndez, 2017). Otra arista es la influencia bidireccional de los marcadores o referentes de precios internacionales del petróleo respecto a los de exportación mexicanos; en este tema, Gutiérrez (2018, p. 11), en un análisis de transmisión de información de la media y volatilidad, encuentra evidencia de que “los mercados de futuros del petróleo tienen efectos desestabilizantes sobre los mercados físicos del petróleo mexicano”; así como dependencia de la mezcla mexicana de los mercados internacionales para fijar los precios de exportación.

Otro aspecto de suyo significativo es la asociación entre exportación petrolera e ingreso público, la cual se vuelve relevante desde 1975 al exportarse 36.9 millones de barriles frente a un magro 6.4 millones en el año previo; al mismo tiempo que el valor de las exportaciones aumentó 11.5 veces. A partir de la exportación petrolera el régimen tributario de Pemex implicó una aportación cada vez mayor como

¹ En condiciones de estabilidad macroeconómica, los precios del petróleo no tienen gran variabilidad, habida cuenta de que no se presentaran hechos extraeconómicos o tecnológicos de gran calado que introdujeran fricciones en el mercado petrolero como actos de terrorismo, eventos bélicos o políticos, etc. Por ejemplo, los precios del hidrocarburo aumentaron desde los atentados a las Torres Gemelas en Nueva York (Stratta, 2016).

parte del ingreso presupuestario hasta un máximo histórico de 43% en promedio en el periodo 1983-1985. Empero, para el periodo de estudio, si bien en 1995 los ingresos petroleros como parte del ingreso público representaron el 36.8% del mismo, esta cifra disminuyó al 11.1% en 2017 (Banxico 1995, 2018a, 2018b); lo cual significa una suerte de “despetrolización” del ingreso público. Aspecto relevante en el impacto sobre la variabilidad del tipo de cambio.

Tipo de cambio, inflación, precio del petróleo

En el tema específico de esta investigación, el análisis del tipo de cambio y el precio del petróleo, el primero tiene un cierto margen de regulación interna por parte de la autoridad monetaria y en el caso del segundo no hay margen de influencia en el precio internacional. En efecto, a partir del año 1995, cuando se registró una inflación del 50% y una macro-devaluación de 90%, se ha observado una reducción persistente del nivel de precios hasta un mínimo de 2.1% en el año 2015; posteriormente un rebrote hasta 6.7% en el año 2017 y luego un re-equilibrio para converger a 2.8% en el año 2019. En tanto el tipo de cambio ha registrado una suerte de depreciación regulada a una tasa de 2% a lo largo del periodo 1995-2019.² En el caso del petróleo, en cambio, se han sucedido periodos de bajo nivel de precios con un ritmo pausado de crecimiento medio (1995- 2003), de alza persistente de 23% hasta una cima pronunciada al final del periodo 2004-2012 y luego el inverso de caída persistente a una tasa de -45% hasta 2019.

Es común encontrar opiniones en el sentido de una correlación inversa entre precios del petróleo y tipo de cambio, es decir, si sube el precio del petróleo baja la cotización peso-dólar e inversamente. Los datos reflejan que desde la cima del precio de la mezcla mexicana de petróleo en 2012 con 102.5 dólares por barril y la caída subsecuente de un 50% en su cotización en 2019, el tipo de cambio registró una depreciación del mismo orden.

Empero, lo observado en veinticinco años en cuanto a inflación y tipo de cambio es de convergencia hacia estabilidad macroeconómica sin correlato con la variabilidad del precio del petróleo. Después del traumático “efecto tequila” en 1995, se observan escalonamientos de periodos de estabilidad cambiaria en torno a un valor promedio del tipo de cambio con incremento de precio del petróleo y viceversa; pero en el largo plazo se sostiene una tendencia devaluatoria en cuatro periodos:

1. 1998-2002: tipo de cambio promedio en torno a 9.36 pesos por dólar e incremento de 111% del precio del petróleo.

² El cálculo se hizo tomando el tipo de cambio FIX de Banxico utilizado para solventar obligaciones en moneda extranjera reportado en el Informe Anual. En términos nominales el tipo de cambio pasó de 6.41 a 19.20 pesos por dólar en los años referidos.

2. 2003-2008: tipo de cambio promedio en torno a 11 pesos por dólar e incremento de 240% del precio del petróleo.
3. 2009-2014: tipo de cambio promedio en torno a 13 pesos por dólar e incremento de 52% del precio del petróleo, aquí incluidos los mega-precios de 100 dólares por barril en 2011 y 2012.
4. 2016-2019: tipo de cambio promedio en torno a 19 pesos por dólar con el precio más bajo del petróleo en toda la serie en el primer año con 35.77 dólares por barril y de ahí un repunte hasta 56 dólares por barril en 2019.

Dado el anterior contexto, el objetivo de la investigación es determinar la relación que existe entre el tipo de cambio y el precio del petróleo para la economía mexicana en el periodo 1994-2021 por medio de un modelo autorregresivo con rezagos distribuidos (ARDL) con corrección de errores; el corte espacial se determinó así por la disponibilidad de datos.³ La hipótesis del trabajo es comprobar la existencia de una relación negativa entre estas variables.

El texto se organiza de la siguiente manera, en la primera parte se revisa evidencia empírica nacional e internacional enfocados al análisis de las variables que influyen en la determinación del tipo de cambio; en la segunda se describe la metodología y datos empleados en la investigación; después, en la tercera parte, se realiza una serie de ejercicios econométricos para determinar la relación que existe entre el tipo de cambio y el precio de la mezcla mexicana de petróleo. El documento finaliza con la exposición de algunas conclusiones.

Literatura de referencia sobre tipo de cambio y sus determinantes

Estudios nacionales

El tipo de cambio es un precio fundamental en las decisiones económicas de los agentes, para los investigadores sociales y para las autoridades monetarias, pues en el mercado se forman expectativas con base en la trayectoria de esta variable, la cual refleja, en cierta medida, la situación económica de un país. El Banco Central vigila el comportamiento de tipo de cambio como un factor de primer orden para formular la política monetaria y desde la teoría se analizan los mecanismos de transmisión.

³ Aunado a lo anterior, el año 2020 es totalmente atípico en la economía mundial; y el precio de la mezcla mexicana de exportación en 2018 y 2019 y su eventual impacto en el tipo de cambio *Fix* no muestran mayor asociación: en tanto en el primer año el precio de la mezcla fue errática con 57 dólares por barril en enero, 70 dólares en octubre para caer a 44 dólares en diciembre; en cambio el tipo de cambio registró una gradual depreciación anual de 6.4%; en 2019 el tipo de cambio se mantuvo prácticamente estable en torno a los 19.15 pesos por dólar y el precio de la mezcla tuvo alta variabilidad con un alza hasta 63 dólares en abril y caer a 57 dólares en diciembre (CEFP, 2018; SIE, 2021).

Desde un punto de vista teórico,⁴ en un régimen de tipo de cambio flexible la libre fuerza del mercado determina el movimiento del precio externo, es decir, la oferta y la demanda de divisas. Esta dinámica puede coincidir con la realidad de los países desarrollados.

Sin embargo, el tipo de cambio en los países en vías de desarrollo muestra los problemas estructurales de la economía y, por lo tanto, debido a la presencia de estas imperfecciones, la teoría puede no cumplirse.⁵ Existe evidencia empírica donde se plantea que, además del mercado de divisas, hay otros determinantes del precio externo como inflación, tasa de interés, agregados monetarios; por mencionar algunos.

En ciertos países -Nigeria, Rusia, México-, una variable a considerar en el análisis del comportamiento del tipo de cambio es el precio del petróleo pues son economías altamente dependientes de los ingresos de este commodity y sufren los estragos de las fluctuaciones de su cotización internacional. En el contexto contemporáneo y nacional, la autoridad central reconoce que el tipo de cambio ha sido afectado por la liberalización de los precios de los energéticos (Banxico, 2018b).

Sin embargo, en diversos estudios el petróleo no es considerado como vector de influencia en tipo de cambio. Así, Morales (2008) encuentra, en un estudio para México, por medio de un modelo de regresión lineal múltiple, que el tipo de cambio tiene como determinantes el Índice Nacional de Precios al Consumidor nacional (INPC) y de Estados Unidos (EU), certificados de tesorería (CETES), bonos del tesoro de EU, reservas internacionales de Banxico, M1 y el Índice de Actividad Industrial. Los resultados econométricos confirman una relación positiva y significativa entre tipo de cambio, inflación de México y tasa de interés nacional. En tanto la relación entre tipo de cambio y reservas internacionales es inversa.

Considerando un horizonte de largo plazo, Segovia (2001) estudia la Paridad de Poder Adquisitivo (PPA) para la economía mexicana por medio del enfoque de cointegración encontrando que en el periodo 1970-2000 la evidencia muestra que el tipo de cambio se ajusta a la teoría; pero la vigencia de la PPA es dudosa tomando el periodo 1996-2000. Dichos resultados son consecuencia del cambio de régimen cambiario registrado en la década de 1990. El autor también encuentra una relación de causalidad entre los precios (nacionales y externos) y el tipo de cambio, la evidencia concuerda con el reporte de Torre (2009) según el cual el tipo de cambio causa, en el sentido de la prueba de Granger, a sus determinantes desde 1995: M1, Índice de Actividad Industrial, INPC y CETES.

⁴ En Clavellina (2018) se hace una revisión teórica rigurosa de los determinantes del tipo de cambio nominal entre los cuales destacan: baja oferta de dólares, el diferencial de precios entre México-Estados Unidos y las barreras comerciales entre los dos países.

⁵ Cuevas (2017) encuentra un resultado opuesto al esperado por la teoría económica, una depreciación del tipo de cambio real peso-dólar reduce las exportaciones de manufacturas mexicanas a EU porque se genera un aumento en los precios de los insumos intermedios importados, conclusiones que coinciden con las investigaciones de Cuevas (2014), Bergin *et al.*, (2009) y Hanson (2012).

En estudios con periodos más recientes, en un caso se proporciona evidencia sobre el impacto del precio internacional del petróleo, en términos reales, en la inflación en México mediante su efecto en las variaciones en el tipo de cambio real. La evidencia procede de Rodríguez y Perrotini (2018) por medio de un modelo de Vectores Autorregresivos (VAR) considerando un horizonte temporal desde enero 1996 hasta noviembre 2016.

En tanto García et al. (2018) estudian, para la economía mexicana por medio de un modelo VAR, los efectos en el tipo de cambio ante variaciones en el precio del petróleo en el periodo 1991-2017. Los resultados son estadísticamente significativos, es decir, los aumentos en los precios spot del petróleo crean una apreciación en el valor spot del peso mexicano frente al dólar estadounidense. Sin embargo, la evidencia no valida la importancia de los cambios de los precios futuros del petróleo como un determinante clave.

En el trabajo de Rodríguez y López (2019) se encuentran resultados que indican que los choques en el precio del petróleo tienen un efecto negativo y significativo en la actividad económica real agregada, en una investigación para México en el periodo 1983-2017, a través de econometría de series de tiempo.

Recientemente Goda y Priewe (2020) estudian los determinantes de las variaciones del tipo de cambio en 15 economías emergentes. Los resultados cuantitativos, modelo panel dinámico, arrojan que la volatilidad en el tipo de cambio real es mayor en los países que exportan productos básicos (materias primas) en comparación a los países exportadores de bienes industriales. En el caso de México, los autores comentan que el peso es una moneda que tiende a la depreciación y su manufactura presenta una tendencia a la baja.

Este escenario de depreciación para la moneda mexicana se profundiza en el contexto de la Pandemia y en un escenario pesimista, en palabras de Loría (2020), porque ante la ausencia de una profunda reforma fiscal, el gobierno federal podría elevar el precio de los energéticos para conseguir más ingresos, pero presionando el alza en los precios, en la tasa de interés y en el tipo de cambio, complicando así la estabilidad macroeconómica del país.

Evidencia internacional

En la revisión de la literatura internacional un tema fundamental es la revisión del tipo de cambio pues este juega un papel vital en las economías ya que facilita la integración económica, el comercio y flujos de capital entre países. También determina el valor del monto de la deuda externa que debe pagarse en moneda extranjera (Dawood, et al., 2021).

En estudios para diversas economías disímboles, el precio internacional del petróleo no se incluye entre las variables consideradas relevantes en el comportamiento del tipo de cambio. Para la economía de Argentina, la Bolsa de Comercio de Rosario (BCR, 2010) identifica seis determinantes del tipo de cambio: diferenciales en la inflación, diferenciales en tasas de interés, déficit en la cuenta corriente, deuda pública, términos de intercambio y estabilidad política. Cada factor con un peso específico dependiendo de las características estructurales de la economía analizada.

Benazic y Kersan-Skabic (2016) estudian la dinámica de largo plazo del tipo de cambio en la economía de Croacia por medio de un modelo de cointegración para el periodo 1998-2013. Las variables que mejor describen el comportamiento del tipo de cambio son: relación préstamos en moneda extranjera a préstamos totales, Inversión Extranjera Directa y precios al consumidor. Un aspecto interesante para esta economía pequeña y altamente importadora es la irrelevancia de las reservas internacionales para explicar las variaciones del tipo de cambio en un largo periodo.

Para India, Mirchandani (2013) examina las variables que mejor explican la volatilidad del tipo de cambio en el periodo 1991-2010, ya que a partir de la Gran Recesión la llegada de los flujos de capital externo se interrumpieron y provocaron un comportamiento altamente volátil. En este contexto, el análisis de correlación sugiere que la tasa de interés, la tasa de inflación y el índice de crecimiento del PIB afectan el comportamiento de esta variable clave para la economía externa. Además, la misma metodología estadística confirma una relación positiva entre la inversión extranjera directa y la tasa de cambio.

En Pakistán, Hamid y Sarosh (2017) estudian la política cambiaria desde 1980 hasta 2017. Los autores encuentran dos factores que inciden en el comportamiento de la rupia, las importaciones y el nivel de precios, los cuales son a la vez los obstáculos para adoptar una nueva agenda de política económica. No obstante, la recomendación de investigaciones recientes propone aplicar una política más sofisticada restaurando la competitividad en la economía eliminando la sobrevaloración, dejando atrás los cánones convencionales que priorizan la gestión de la tasa cambiaria. En el texto se citan dos casos de éxito, Japón en 1960 y China en 1990, cuando estos países afrontaron este dilema acumulando reservas internacionales y restringiendo la movilidad de capital.

Dentro de estudios de mayor cobertura, dentro una lógica convencional, se puede citar a Kakkar y Yan (2014), quienes calculan un modelo tipo panel para 15 economías de la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económico en el periodo 1970-2006, donde el tipo de cambio se explica por las productividades de factores sectoriales y el diferencial de tasas de interés. Los resultados econométricos muestran que los argumentos de la regresión tienen un poder explicativo fuerte en las desviaciones del tipo de cambio. Seixas et al. (2018), al estimar un modelo no convencional tipo panel para 45 países en vías de desarrollo en el periodo 1990-2008; la variable dependiente, el tipo de cambio real, se establece a partir de los precios del productor, tipo de cambio spot, productividad, reservas

internacionales, inversión extranjera indirecta, diferencial de tasas de interés y PIB per cápita. Los resultados empíricos indican que las variables financieras pueden considerarse como los principales factores determinantes del tipo de cambio real en el largo plazo, lo que sugiere a los países adoptar regulaciones para desarrollar una estrategia de crecimiento.

En cambio, Hassan et al. (2017) estiman un modelo con ayuda de la metodología de cointegración para Nigeria en el periodo 1989-2015, donde el tipo de cambio está determinado por las siguientes variables: activos externos netos, saldo fiscal, apertura comercial, precio del petróleo, PIB nominal y tasa de interés. Los resultados econométricos exponen que todas las variables se asocian positivamente con la volatilidad del tipo de cambio, a excepción del PIB nominal; éste indica una relación negativa y estadísticamente no significativa para explicar las variaciones en el tipo de cambio. La prueba de Granger arroja que la dirección de la causalidad es unidireccional, es decir, el precio del petróleo causa la volatilidad del tipo de cambio. Y Gong y Zhou (2017) estudian los determinantes del tipo de cambio en la economía rusa, enfatizando la relación con el precio del petróleo. Los autores estiman un modelo de regresión múltiple tomando como argumentos el precio del petróleo, reservas internacionales, ingresos del gobierno, índice de precios al consumidor, índice de precios al productor, M1, exportaciones e inversión extranjera indirecta. Los resultados confirman una relación significativa entre el rublo y los precios del petróleo, elemento que los autores traducen como una variable importante en la política cambiaria.

Un estudio para la economía de India, a través de una muestra de 260 empresas y de un modelo panel, arroja que estas reaccionan de manera diferente a las variaciones de tipo de cambio. Agnihotri y Arora (2021) encuentran que la fluctuación del tipo de cambio se minimiza considerando el tamaño de la empresa ya que los gestores de carteras y los inversores juegan un papel clave en estas grandes entidades para desarrollar estrategias de cobertura. Este resultado se asemeja a lo que investiga Begum y Gayathri (2021) también para India, bajo un modelo regresión logística multinomial, al considerar que las empresas sufren de exposición ante la volatilidad del tipo de cambio. Los autores proponen usar ese elemento sorpresa en el tipo de cambio para emplearlo a su favor, es decir, cubrir de forma selectiva flujos de efectivo para conservar ganancias, todo esto basados en análisis en modelos de optimización.

Finalmente, un estudio más robusto investiga las variables que influyen en la volatilidad del tipo de cambio en seis economías de Asia: Bangladesh, China, India, Indonesia, Malasia y Pakistán. Rashid y Bast (2022) con ayuda de un modelo multivariante ARMA-GARCH (1,1) encuentran que las variaciones inesperadas en los gastos gubernamentales, en la producción industrial y en los términos de intercambio afecta el tipo de cambio en casi todas las economías analizadas, no sin dejar de anotar que estos países son heterogéneos entre sí y los efectos en el tipo de cambio también lo son. Un componente importante

que resaltan los autores es que un tipo de cambio fuerte se liga a gobiernos que formulan políticas fiscales y monetarias que mejoren la producción industrial.

Dado el contexto anterior, son variados los vectores que influyen sobre el tipo de cambio, de una parte; y de otra, la importancia de larga data de la actividad petrolera en el acontecer económico de algunos países sustenta el interés de entender la influencia del precio del petróleo en el tipo de cambio. En el interés específico de este trabajo, en el siguiente apartado se estima un modelo econométrico para evaluar la hipótesis inicial, la cual plantea que existe una relación negativa entre el tipo de cambio y el precio de la mezcla mexicana de petróleo en el periodo 1994-2021. En esta vertiente, se establece una propuesta metodológica en tres etapas: se explica en qué consiste la técnica econométrica utilizada para la estimación, se describe el conjunto de variables que se emplearon en el estudio y se concluye con la exposición de los resultados.

Metodología

Para tratar de capturar los efectos de corto y de largo plazo que tienen las variaciones del precio de petróleo sobre el tipo de cambio se utiliza un modelo autorregresivo con rezagos distribuidos (ARDL), ya que de acuerdo con Pesaran et al. (2001) este tipo de modelos resultan ser efectivos, independientemente de si los regresores son integrados de orden $I(0)$ o $I(1)$ o están cointegrados entre sí, por lo tanto se puede incluir el rezago apropiado para cada variable. La ecuación de un modelo ARDL se puede especificar como:

$$\Delta y_t = c_0 + y_{t-1} + \theta x_t + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta y_{t-1} + \sum_{j=0}^q \beta_j \Delta x_{t-j} + u_t$$

donde Δ denota el operador de diferencia para las series de tiempo, en el caso de la variable dependiente y_{t-1} y las explicativas x_t se consideran en niveles si no tiene asociado el operador de diferencia. Para incluir la dinámica de corto y largo plazo podemos reformular el ADRL como modelo de corrección de errores (ECM) de la siguiente manera:

$$\Delta y_t = c_0 - \alpha(y_{t-1} + \theta x_{t-1}) + \sum_{i=1}^p \phi_i \Delta y_{t-1} + \sum_{j=0}^q \beta_j \Delta x_{t-j} + u_t$$

Si el signo del coeficiente α es negativo y es estadísticamente significativo implicará que cualquier desequilibrio a largo plazo entre las variables dependientes y un número de variables

independientes volverá a converger a su equilibrio a largo plazo. Los coeficientes de largo plazo θ son los efectos de equilibrio de las variables independientes sobre la variable dependiente, para lo cual será necesario verificar si los coeficientes de la matriz θ son distintos de cero y para ello se utiliza la prueba de Bound Test propuesta por Pesaran et al. (2001). Los coeficientes de corto plazo β_j serán las fluctuaciones que no se deben a desviaciones del equilibrio a largo plazo.

Datos y evidencia gráfica

Los datos empleados en la investigación provienen del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) en el periodo 1994-2021 y el corte espacial se determinó así por la disponibilidad de datos ya referida. En un principio se seleccionaron trece variables: Producto Interno Bruto (Y), Exportaciones (X), Formación Bruta de Capital Fijo (FBKF), Importaciones (M), Índice Nacional de Precios al Consumidor (INPC), Índice de Precios al Productor (IPP), Agregados Monetarios (M1 y M2), Ingresos gubernamentales (IG), Reservas Internacionales (RI), Índice de Precios y Cotizaciones (IPC), Precio de la Mezcla Mexicana de Petróleo Crudo (Petro) y Tipo de Cambio Interbancario (TC). Los datos están expresados en índice, con año base 2008=100, con frecuencia trimestral y todos fueron corregidos por estacionalidad.

Como una primera aproximación a la investigación se presenta por separado la evolución de las variables de referencia en el periodo 1994-2021. Así, en la Figura 1, la evolución del tipo de cambio tiene un comportamiento irregular con depreciaciones muy marcadas en los años de crisis: primer trimestre de 1995 y cuarto trimestre de 2008.

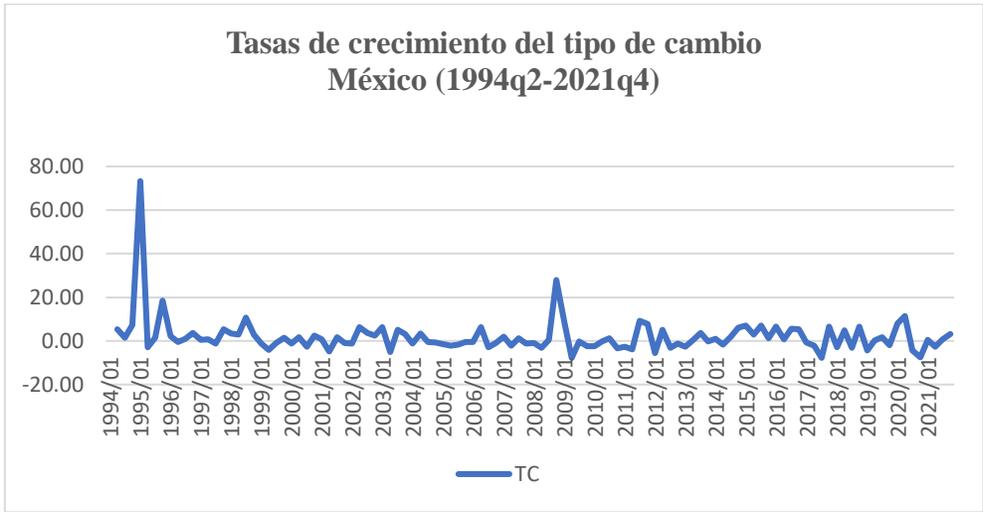


Figura 1. Tasas de crecimiento del tipo de cambio México (1994q2-2021q4)

Fuente: elaboración propia con base en INEGI.

En la Figura 2 se observa la dinámica del precio de la mezcla mexicana de petróleo, indicador que muestra en una primera fase una tendencia creciente hasta el tercer trimestre de 2008 con un valor de 104 dólares por barril.

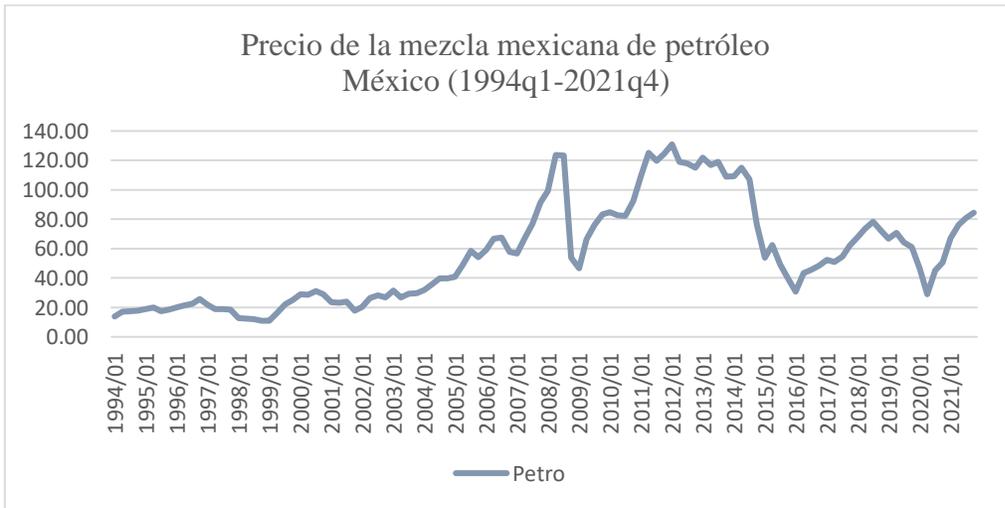


Figura 2. Precio de la mezcla mexicana de petróleo México (1994q1-2021q4)Fuente: elaboración propia con base en INEGI.

Después hay una caída pronunciada en plena crisis financiera, cuando la variable presenta un precio de 39.41 dólares en el primer trimestre de 2009. Posteriormente el precio manifestó un ascenso robusto hasta superar el máximo previo, estabilizarse luego en torno a los cien dólares y a partir del tercer trimestre de 2014 caer en picada hasta un mínimo de 26 dólares en el primer trimestre de 2016. A partir de ahí se observa una recuperación para situarse en 2017 en un precio promedio por barril de 43.49 dólares.

De lo anterior se tiene que es solo en 2008 –cuarto trimestre- cuando hay coincidencia inversa entre depreciación y shock petrolero.

Resultados de la estimación econométrica

Pesaran et al. (2001) hacen énfasis que los modelos ARDL no están sujetos a la determinación del orden de integración de los regresores subyacentes antes de probar la existencia de una relación de nivel entre los regresores y la variable de interés, ya que a diferencia de las aplicaciones típicas del análisis de cointegración, este método no está sujeto a este tipo particular de problema de prueba previa. No obstante como señala Philips (2018) para usar un ARDL-bounds es necesario que el orden de integración de las variables utilizadas no sea superior a I(1), para lo cual se corrobora el orden de integración de las series a partir de la prueba Dickey Fuller Aumentada (ADF), Phillips Perron (PP) Dickey-Fuller Mínimos Cuadrados Generalizados (DF-GLS) y la prueba es Zivot -Andrews (Z-A) para la existencia de raíz unitaria en una variable ante la presencia de un cambio estructural.

Tabla 1
Pruebas de raíz unitaria y estacionariedad

Variable	Especificación	ADF	DF-GLS	Z-A	orden
log TC	intercepto	-5.531***	-4.633***	-7.303***	I(1)
	intercepto y tendencia	-5.433***	-3.808***	-7.294***	I(1)
log Preto	intercepto	-5.229***	-4.296***	-8.047***	I(1)
	intercepto y tendencia	-5.215***	-4.201***	-7.755***	I(1)
log PIB	intercepto	-5.618***	-5.816***	-13.042***	I(1)
	intercepto y tendencia	-4.896***	-3.848***	-9.907***	I(0)
log Pt	intercepto	-8.835***	-3.462***	-12.777***	I(1)
	intercepto y tendencia	-6.512***	-3.692**	-12.954***	I(1)
log Ppro	intercepto	-7.324***	-3.943***	-12.777***	I(1)
	intercepto y tendencia	-5.591***	-3.933***	-10.569***	I(1)

Nota: ***: p-value<0.01; **: p-value<0.05; *: p-value<0.10

Fuente: elaboración propia.

Al ser cuatro de las series estacionarias en su primera diferencia con y sin quiebre estructural, y el PIB con intercepto y tendencia integrado de orden 0, se procede a elegir el número óptimo de rezagos para presentar el modelo ARDL con corrección de error que se va a estimar. Al respecto Shrestha y Bhatta

(2018) exponen que este tipo de modelos integra la dinámica de corto plazo con el equilibrio de largo plazo sin perder información de largo plazo y evita problemas como relaciones espurias resultantes de datos de series de tiempo no estacionarios y ordenes de integración mixtos. Es así que, de acuerdo con los criterios de información de Akaike y Schwartz⁶, concluimos que el modelo a estimar es un ARDL(1,2,1,3,4) que nos permite capturar la dinámica de corto y largo de plazo entre el tipo de cambio y los precios del petróleo basado en el modelo propuesto por Gong y Zhou (2017)⁷, el cual estará determinado por la siguiente ecuación:

$$\begin{aligned} \Delta \log(TC_t) = & c + \alpha [\log(TC_{t-1}) - \theta_0 \log(\text{Petro}_{t-1}) - \theta_1 \log(P_{t-1}) - \theta_2 \log(\text{Ppro}_{t-1}) - \theta_3 \log(\text{Pib}_{t-1})] \\ & + \sum_{i=1}^{p-1} \phi_i \Delta \log(TC_{t-i}) + \sum_{j=0}^{q-1} \beta_1 \Delta \log(\text{Petro}_{t-j}) + \sum_{j=0}^{q-1} \beta_2 \Delta \log(P_{t-j}) \\ & + \sum_{j=0}^{q-1} \beta_3 \Delta \log(\text{Ppro}_{t-j}) + \sum_{j=0}^{q-1} \beta_4 \Delta \log(\text{Pib}_{t-j}) + u_t \end{aligned}$$

donde TC es el tipo de cambio, Petro es el precio de petróleo, P es Índice Nacional de Precios al Consumidor, Ppro es el Índice de Precios al Productor y el Pib, todas las variables están expresadas en logaritmos y fueron corregidas por estacionalidad. A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

Tabla 2
 Estimación del modelo ARDL (1,2,1,3,4) con corrección de errores para la Ecuación del Tipo de Cambio

Variable	Coefficiente	Error Estándar	Estadístico	p>value
(Adj α) lnTC_L1	-0.34773	0.08293	-4.193	0.0002
Largo Plazo				
lnPetro_L1	-0.05360	0.01576	-3.401	0.0009
lnPib_L1	0.24580	0.09340	2.632	0.0099
lnP_L1	-1.07594	0.35258	-3.052	0.0029
lnPpro_L1	1.27889	0.37651	3.397	0.0010
Corto Plazo				
lnPetro D1.	-0.07922	0.02338	-3.389	0.0010
lnPetro LD.	-0.07612	0.02165	-3.516	0.0006
lnPib D1.	0.44321	0.14148	3.133	0.0023
lnP D1.	-4.46825	0.64140	-6.966	0.0000
lnP LD.	2.58521	0.59052	4.37	0.0000
lnP L2D.	0.36409	0.64455	0.565	0.573530

⁶ El modelo con el mínimo valor del criterio de información fue ARDL(1,2,1,3,4) contrastado contra 34 distintas combinaciones de rezagos.

⁷ Gong y Zhou (2017) utilizan un modelo de Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO) para buscar la relación que existe entre el tipo de cambio de Rusia con el precio del petróleo y algunas variables macroeconómicas.

lnPpro D1.	5.86049	0.53723	10.90	0.0000
lnPpro LD.	-2.912019	0.59722	-4.876	0.0000
lnPro L2D.	1.23664	0.58386	2.118	0.036867
lnPro L3D	-0.99800	0.35651	-2.799	0.006238
_cons	-0.20880	0.27212	-0.767	0.444860

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 2 se presenta las estimaciones del modelo ADRL con corrección de error. Para corroborar la correcta especificación del modelo realizamos la prueba “Bound test” propuesta por Pesaran et al. (2001), con la cual determinaremos si existe una relación a largo plazo entre las variables; siendo la hipótesis nula la no existencia de relación entre las variables en niveles, a su vez se realiza la prueba de normalidad de los residuales, heterocedasticidad y la de no existencia de correlación serial. Los resultados se presentan en la Tabla 3.

Tabla 3
Pruebas de Diagnóstico del modelo

Prueba	Estadístico	p-value
Bound Test F I(0) 2.905 I(1) 4.170	5.216	I(0) 0.001 I(1) 0.012
Bound Test t I(0) -2.839 I(1) -3.960	-4.193	I(0) 0.001 I(1) 0.030
White(Heterocedasticidad)	108.00	0.4547
Breusch-Godfrey (no correlación)	0.084	0.7720
Jarque- Bera(normalidad)	0.48098	0.767

Fuente: Elaboración propia

Las pruebas de correlación serial, heterocedasticidad y normalidad muestran que no hay problemas en el modelo, adicionalmente corroboramos a partir de la prueba de Bound Test (F y t) la existencia de un vínculo de largo plazo entre las variables en niveles (se cointegran) al 95%.

La evidencia empírica obtenida sugiere la existencia de una relación de largo plazo entre el tipo de cambio, el precio del petróleo, el índice de precios al productor, el índice nacional precios al consumidor⁸ y el nivel de producción, al ser estadísticamente significativos sus coeficientes de largo plazo; en el caso del precio del petróleo y el nivel de precios de los consumidores la relación es inversa con las variaciones del tipo de cambio, cuestiones que son concordantes con los resultados obtenidos por Gong y Zhou (2017) para la economía Rusa; para Nigeria, Hassan et al. (2017) distinguen una relación positiva entre la volatilidad del tipo de cambio y los precios del petróleo en esta economía. En el caso de México, García et al. (2018) identifican una relación inversa y significativa entre los precios spot del petróleo y el tipo de cambio, pero no encuentran una relación de largo plazo entre estas variables. Aunado

a esto el signo del coeficiente α es negativo y es estadísticamente significativo, lo que cual indica que cualquier desequilibrio a largo plazo entre las variables volverá a converger a su equilibrio a largo plazo.

En el caso de los coeficientes de corto plazo solo el precio del petróleo, INPC y INPP son estadísticamente significativos, el PIB tiene el signo esperado, pero no tiene ningún efecto de manera contemporánea sobre el tipo de cambio al no ser significativo a ningún nivel; por lo tanto, no va a contribuir a explicar las fluctuaciones que no se deben a desviaciones del equilibrio a largo plazo o, de otra forma, en el corto plazo un incremento del 1% en el precio del petróleo hace que el tipo de cambio decrezca en -0.079% ; para el INPC si este aumenta en un 1% el tipo de cambio disminuye en -4.46% y en lo concerniente al INPP si este aumenta un punto porcentual el tipo de cambio crece en 5.86%. Estos resultados esbozan distintas dinámicas contemporáneas entre el tipo de cambio y el precio del petróleo, los precios al consumidor y al productor.

Conclusiones

El tipo de cambio es una variable fundamental en la vida económica de un país pues muchas transacciones dependen de este precio, por ello la academia ha dado gran importancia a su estudio, cuyos determinantes están anclados en las condiciones particulares de cada país. En esta investigación se refirieron los casos de Argentina, Croacia, India, Nigeria, Pakistán, Rusia, así como dos estudios amplios que analizan el comportamiento de 15 y 45 países respectivamente.

En lo general, se observó que existen variables comunes que tienen una influencia directa en el tipo de cambio como inflación, flujos de capital externo y reservas internacionales.

En lo particular, concurren países, México incluido, donde se procura atención a la influencia del precio del petróleo sobre la economía. En ese sentido, el modelo ARDL con corrección de error, ofrece evidencia empírica que apoya la hipótesis de partida: existe una relación negativa entre el tipo de cambio y el precio de la mezcla mexicana de petróleo, esta relación es estadísticamente significativa en el corto y largo plazo en el periodo de estudio, lo que es concordante con los resultados encontrados por Gong y Zhou (2017) para el rublo, y de manera parcial con los resultados que obtuvieron García et al. (2018) al distinguir el efecto negativo de corto plazo del precio del petróleo spot sobre el tipo de cambio a través de un modelo VAR. Además, existen variables fundamentales para analizar la dinámica del precio fundamental del comercio internacional: importaciones, precios al consumidor, precios al productor y el índice de precios y cotizaciones.

Empero, la variabilidad del tipo de cambio se ha desprendido en buena medida del precio del petróleo; esto es así porque asumimos que la despetrolización tuvo un impacto determinante en la economía y, principalmente, en los ingresos del gobierno.

Referencias

- Agnihotri, A. y S. Arora (2021). Asymmetric exchange rate exposure and its determinants: Analysis of the emerging market firms. *Corporate Ownership & Control*, 18(2), 154-161.
<https://doi.org/10.22495/cocv18i2art12>
- Banxico (1995). Informe anual 1994. México: Banco de México.
- Banxico (2018a). Información oportuna de comercio exterior. México: Banco de México.
- Banxico (2018b). Programa Monetario 2018. México: Banco de México.
- BCR (2010). Los seis factores que influyen en el tipo de cambio. *Dirección de Informaciones y Estudios Económicos*, 13(621), 1-8.
- Begum, Z. y J. Gayathri (2021). Factors Determining the Exchange Rate Exposure of Firms: Evidence from India. *Business Perspectives and Research*. <https://doi.org/10.1177/22785337211033766>
- Benazic, M. e I. Kersan-Skabic (2016). The determinants of exchange rate in Croatia. *Eastern Journal of European Studies*, 7 (1), 125-150.
- Bergin, P. et al. (2009). Offshoring and volatility: Evidence from Mexico's maquiladora industry. *American Economic Review*, 99 (4), 1664-1671. <http://dx.doi.org/10.1257/aer.99.4.1664>
- Clavellina, J. (2018). Determinantes del tipo de cambio y su volatilidad. *Revista Economía UNAM*, 15(45), 70-88. <http://dx.doi.org/10.22201/fe.24488143e.2018.45.406>
- CEFP (2018). Precio de la Mezcla Mexicana de Exportación de Petróleo. Centro de Estudios de las Finanzas Públicas de la Cámara de Diputados. (Disponible en: https://www.cefp.gob.mx/new/graficas_interactivas.php)
- Cuevas, V. (2017). The impact of the yuan-dollar exchange rate on Mexican manufacturing exports to the US: A cointegration approach. *The World Economy*, 41 (3), 866-883.
<https://doi.org/10.1111/twec.12542>
- Cuevas, V. (2014). La paridad yuan-dólar y su efecto en las exportaciones manufactureras mexicanas. *Portes. Revista Mexicana de Estudios sobre Cuenca del Pacifico*, 8(15), 7-34.
- Dawood, M. et al. (2021). An empirical investigation into the determinants of external debt in Asian developing and transitioning economies. *Development Studies Research*, 8(1), 253-263.
<https://doi.org/10.1080/21665095.2021.1976658>
- García, S. et al. (2018). The effects of oil prices on the spot exchange rate (mxn/usd) a VAR analysis for Mexico from 1991 to 2017. *Revista Análisis Económico*, 33(84), 33-56.
<https://doi.org/10.24275/uam/azc/dcsh/ae/2018v33n84/Garcia>

- Gong, S. y Y. Zhou (2017). The enlightenment of the drop in oil prices and the ruble crisis. *Advances in Economics, Business and Management Research*, 33, 891-896. <https://doi.org/10.2991/feb-17.2017.120>
- Goda, T. y J. Prieue (2020). Determinants of real exchange rate movements in 15 emerging market economies. *Brazilian Journal of Political Economy*, 40(2), 214-237. <http://dx.doi.org/10.1590/0101-31572020-3072>
- Gutiérrez, R. (2018). Mercados de futuros y físicos de petróleo: transmisión de media y volatilidad. *Revista Problemas del Desarrollo*, 49(192), 9-35. <https://doi.org/10.22201/iiec.20078951e.2018.192.58715>
- Hamid, N. y A. Sarosh (2017). Exchange Rate Management and Economic Growth: A Brewing Crisis in Pakistan. *The Lahore Journal of Economics*, (22), 73–110.
- Hanson, G. (2012). *Understanding México's economic underperformance*. Washington: Migration Policy Institute.
- Hassan, A. et al. (2017). Determinants of Exchange Rate Volatility: New Estimates from Nigeria. *Eastern Journal of Economics and Finance*, 3(1), 1-12. . <https://doi.org/10.20448/809.3.1.1.12>
- Kakkar, V. e I. Yan (2014). Determinants of real exchange rates: An empirical investigation. BOFIT-Institute for Economies in Transition-Bank of Finland. <https://helda.helsinki.fi/bof/bitstream/handle/123456789/8303/172944.pdf?sequence=1>
- Loría, E. (2020). México 2020-2024: dos escenarios macroeconómicos. *Revista Mexicana de Economía y Finanzas*, 15(2), 145-172. <https://doi.org/10.21919/remef.v15i2.482>
- Mirchandani, A. (2013). Analysis of Macroeconomic Determinants of Exchange Rate Volatility in India. *International Journal of Economics and Financial Issues*, 3(1), 172-179.
- Morales, A. (2008). México: factores determinantes del tipo de cambio, 1986-2000. *Revista Comercio Exterior*, 58(8-9), 588-597.
- Pesaran, M. et al. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Philips, A. (2018), Have Your Cake and Eat It Too? Cointegration and Dynamic Inference from Autoregressive Distributed Lag Models. *American Journal of Political Science*, 62, 230-244. <https://doi.org/10.1111/ajps.12318>
- Rashid, A. y M. Basit (2022). Empirical determinants of exchange-rate volatility: evidence from selected Asian economies. *Journal of Chinese Economic and Foreign Trade Studies*, 15(1), 63-86 <https://doi.org/10.1108/JCEFTS-04-2021-0017>

- Rodríguez, D. e I. Perrotini (2018). Impacto de los choques del precio del petróleo en el tipo de cambio y la inflación de México. *Revista Economía: Teoría y Práctica*, 4, 103-124. <http://dx.doi.org/10.24275/ETYPAM/NE/E042018/Rodriguez>
- Rodríguez, D. y F. López (2019). Efectos de la incertidumbre de los precios del petróleo en el crecimiento económico de México. *Revista Investigación Económica*, 78(309), 80-106. <http://dx.doi.org/10.22201/fe.01851667p.2019.309.70120>
- Segovia, S. (2001). Determinantes fundamentales del tipo de cambio real de largo plazo: aplicaciones para el caso mexicano. *Revista Cuestiones Económicas*, 17(3), 39-85.
- Seixas, L. et al. (2018). Determinants of the real exchange rate in the long-run for developing and emerging countries: a theoretical and empirical approach. *International Review of Applied Economics*, 32 (1), 62–83. <https://doi.org/10.1080/02692171.2017.1332017>
- Shrestha, M., & Bhatta, G. (2018). Selecting appropriate methodological framework for time series data analysis. *The Journal of Finance and Data Science*, 4(2), 71-89. <https://doi.org/10.1016/j.jfds.2017.11.001>
- SIE (2021). Mercado Cambiario. Sistema de información Económica. Banxico. (Disponible en: <https://www.banxico.org.mx/tipcamb/main.do?page=tip&idioma=sp>)
- Sierra-Juárez, G. y D. Méndez (2017). Un modelo de inversión óptima para fondos soberanos: caso fondo mexicano del petróleo para la estabilización y el desarrollo. *Revista El Trimestre Económico*, 84 (335), 731-756. <https://doi.org/10.20430/ete.v84i335.512>
- Stratta, E. (2016). El precio del crudo y su historia. *Petrotecnia, Revista del Instituto Argentino del Petróleo y Gas*, 3(16), 80-85.
- Torre, L. (2009). Tipo de cambio y determinantes monetarios en el periodo de flotación en México. *Revista EconoQuantum*, 5(2), 47-71. <https://doi.org/10.18381/eq.v5i2.94>