



Tipo de cambio real y variables monetarias

José Miguel Ruiz Guerra

Dra. Teresa Herrera Rendón

Facultad de Economía

UPAEP



UPAEP – Secretaría General

Dirección General de Apoyos Académicos

Dirección del Centro de Recursos para el Aprendizaje y la Investigación.

Biblioteca Central - **Karol Wojtyła**

Tesis Digitales Restricciones de uso:

DERECHOS RESERVADOS ©

PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis está protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de textos, imágenes, gráficas, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente de donde la obtuvo mencionando el autor o autores involucrados en el documento.

Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Contenido

Introducción.....	3
Sección I	4
Tipo de cambio fijo.....	4
Tipo de cambio flotante.....	4
Regímenes cambiarios en México	5
Sección II	6
El tipo de cambio <i>nominal</i>	6
El tipo de cambio <i>real</i>	8
Sección III	10
Metodología.....	10
Datos y Especificación del Modelo	11
Sección IV	13
Resultados.....	13
Conclusiones	14
Referencias.....	15
Anexos.....	19
Anexo 1: Principales medidas estadísticas.....	19
Anexo 2: Gráfica de tiempo del <i>TCR*</i>	20
Anexo 3: Prueba Breusch Godfrey.....	20
Anexo 3: Prueba ARCH-LM.....	21
Anexo 4: Base de datos.....	21

Introducción

El tipo de cambio real es una variable macroeconómica muy importante, pero a pesar de ello, el estudio de sus determinantes ha sido poco analizado.

La apertura comercial que ha caracterizado a la economía mexicana reciente, junto con sus elevados y crecientes niveles de comercio exterior y flujos de capitales, han orientado la atención de diversos sectores a analizar los determinantes de la demanda externa e interna, así como a desarrollar e implementar mecanismos que faciliten y mejoren las condiciones comerciales y de competitividad doméstica. Dicho análisis sitúa al *Tipo de Cambio Real (TCR)* como una de las variables de mayor relevancia en el estudio de una macroeconomía abierta debido a su impacto en diversas variables macroeconómicas y directamente en el nivel del *Tipo de Cambio Nominal (TCN)* de largo plazo y el volumen y comportamiento comercial de una economía, como bien lo indican algunos trabajos, entre los que destacan el de Herrera R. N. M. Teresa de 2003. Por lo que sus implicaciones han sido objeto de diversos estudios, de igual forma, se pueden encontrar trabajos sobre su determinación a diferentes plazos, en los que se establece una distinción de los factores que afectan al *TCR* en el corto y largo plazo, siendo las variables fundamentales, tales como los términos de intercambio, los flujos de capital y gasto gubernamental, las que determinan su nivel en el largo plazo; mientras que en el corto plazo, se ha reconocido la influencia de las variables monetarias como la tasa de interés y el *TCN* sobre el nivel del *TCR* (curso de la Prof. Herrera R. N. M. Teresa).

A pesar de la importancia de las variables reales en la determinación del *TCR*, nosotros nos queremos concentrar en las variables nominales de corto plazo. Dada la ausencia de un análisis cuantitativo que atienda esta última relación para la economía mexicana; el presente trabajo provee evidencia empírica sobre la sensibilidad del *TCR* respecto a la tasa de interés nacional y foránea y el diferencial del desempeño de los índices bursátiles más representativos de la economía mexicana y estadounidense. Adicionalmente, se considera un cambio estructural en febrero de 2020 para identificar un posible impacto en el *TCR* derivado de las consecuencias de la pandemia de coronavirus.

La estructura del trabajo es la siguiente, en la sección I se presenta un marco teórico sobre los regímenes cambiarios fijos y flotantes, así como una breve revisión histórica de los distintos regímenes adoptados en México. La sección II presenta una revisión de la literatura sobre las características, determinantes e implicaciones de las variaciones del tipo de cambio nominal y real. En la sección III se exponen los modelos estadísticos y econométricos que han sido utilizados para modelar al tipo de cambio real y nominal, así como la descripción de las variables y el modelo econométrico utilizados en este trabajo; por último, en la sección IV se reportan los principales resultados del estudio y la conclusión final.

Sección I

Tipo de cambio fijo

Singer (2010) indica que el tipo de cambio nominal (*TCN*), definido por Acemoglu (2014) como “*el precio de la moneda de un país en unidades de la moneda de otro*”, puede ser considerado como el precio más relevante en la economía por su efecto de corto plazo en los precios de todos los bienes y servicios; similarmente, Guillermo & Rodríguez (2014) lo catalogan como un canal de transmisión monetaria de gran relevancia debido a su impacto inflacionario y comercial. No es una sorpresa que su importancia sea atendida con rigor por las autoridades monetarias correspondientes, en realidad, un punto de discusión elemental en macroeconomía abierta, ha sido el diseño y elección de regímenes cambiarios; cuya discusión suele centrarse en el análisis comparativo entre tipos de cambio fijos y flexibles.

Al respecto, Johnson (1969) indica que la principal característica del primero, consiste en que la *autoridad monetaria* establece y se obliga a mantener constante la relación de intercambio de la moneda entre dos países, comprometiendo su independencia para atender el control inflacionario y como consecuencia, debilitando el alcance de la política fiscal y monetaria para atender objetivos locales (Spencer, 1985; Mussa, 1981; Dellas & Tavlas, 2018; Johnson, 1969; Wren-Lewis, 1997; Caves, 1963). Adicionalmente, ante un desequilibrio en la balanza de pagos, el equilibrio externo, bajo este régimen cambiario, es alcanzado mediante el ajuste de variables reales y/o monetarias, por ejemplo, una disminución (aumento) en la demanda externa requiere un decremento (incremento) en el nivel de producción (inflación), situación reflejada como un déficit (superávit) en la cuenta corriente (Holden, et al. 2018; Johnson, 1969; Krueger, 1969; Caves, 1963).

Tipo de cambio flotante

Tras la ruptura de los tratados de *Bretton Woods* en 1971, con el reconocimiento de las debilidades de un régimen de tipo de cambio fijo y la insostenibilidad del *patrón oro* adoptado de 1880 a 1913, se dio inicio a la adopción generalizada de un tipo de cambio flotante (o flexible) (Herrera R. M. T, 2003, Muzhani, 2018; Dellas & Tavlas, 2018). Este régimen consiste en permitir que el nivel del tipo de cambio fluctúe de acuerdo a la oferta y demanda de la divisa, apreciándose (depreciándose) ante un aumento de su demanda (oferta) respecto a otra moneda (Johnson, 1969).

Contrario al caso de un tipo de cambio fijo, Wren-Lewis (1997), Dellas & Tavlas (2018) y Johnson (1969) destacan la autonomía fiscal y monetaria que este sistema provee respecto al compromiso de preservar el valor de la divisa local, permitiendo a las autoridades correspondientes atender problemas de política interna. En adición, Krueger (1969), Caves (1967)

y Dellas & Tavlas (2018) indican que el equilibrio externo puede ser alcanzado mediante la apreciación (depreciación) de la moneda local en caso de un superávit (déficit) en la balanza de pagos, en lugar de un respectivo incremento en el nivel de precios o nivel de desempleo. Cabe mencionar que la efectividad de este régimen para ajustar la balanza de pagos es inferior en comparación a un régimen de tipo de cambio fijo ante choques de demanda de origen interno y viceversa en caso de un choque externo (Caves, 1967).

Regímenes cambiarios en México

A través de la historia de México, el Gobierno Federal y Banco de México, debido a la falta de autonomía de este último hasta el 1 de abril de 1994, influenciados por factores políticos, económicos, tendencias en materia cambiaria y contexto internacional, han implementado una amplia variedad de regímenes cambiarios, adoptando seis distintos sistemas en cuarenta años, los cuales se presentan a continuación.

Tabla 1. Regímenes cambiarios adoptados en México (1954 – Actualidad).

Periodo	1954 -1976	1976 -1982	1982 - 1985	1985 - 1991	1991 - 1994	1994 - actualidad
Régimen cambiario	Tipo de cambio fijo	Flotación controlada	Control de cambios	Flotación controlada, fijación diaria	Bandas cambiarias	Tipo de cambio flexible

Elaboración propia con información de (Banxico, 2009; Herrera R. M. T, 2003).

Tal como se puede apreciar en la tabla 1, se adoptó un régimen cambiario fijo entre los años 1954 y 1976; que eventualmente, durante el sexenio de José López Portillo, fue sustituido por un sistema cambiario *pegged* o de flotación controlada (Banxico, 2009; Herrera R. M. T, 2003). A finales de su periodo presidencial, como consecuencia de los desequilibrios económicos y de una excesiva salida de capitales, se implementó un control de cambios que dio lugar a un sistema de cambios dual que, con poco tiempo de permanencia, fue reemplazado por un sistema de flotación regulada en 1985, mediante el cual, el Banco de México intervenía en el valor del tipo de cambio en los días hábiles de operación (Banxico, 2009; Herrera R. M. T, 2003).

Posteriormente, en 1991, con base en el enfoque de *target zone*, se implantó el uso de bandas cambiarias, de manera que el tipo de cambio pudiera fluctuar libremente dentro un rango ajustable y determinado por la autoridad monetaria. Ante las fluctuaciones cambiarias que conllevaron una fuerte depreciación del peso en 1994, la efectividad del régimen en curso se vio comprometida y se optó por la adopción del vigente régimen cambiario flexible (Banxico, 2009; Herrera R. M. T, 2003).

Sección II

El tipo de cambio *nominal*

Las variaciones del tipo de cambio nominal y real pueden afectar diversas variables económicas directa o indirectamente; Guillermo & Rodríguez (2014) indican que una depreciación del tipo de cambio conlleva un alza en el nivel de precios como consecuencia del costo superior en el que los importadores incurren, este efecto es denominado *Exchange Rate Pass-Through (ERPT)* y está en función del nivel de demanda interna por bienes foráneos, la estructura de los canales de distribución de importaciones, la organización del mercado local y extranjero, volatilidad del tipo de cambio, fase del ciclo económico y de la política monetaria implementada en el país doméstico (Guillermo & Rodríguez, 2014; Campa & Goldberg, 2005; Kochen & Sámano, 2016).

Adicional a la elasticidad del tipo de cambio sobre la inflación, la depreciación (apreciación) del *TCN* afecta directamente los niveles de exportaciones e importaciones, incrementando (disminuyendo) los niveles de exportación al volver los bienes domésticos relativamente más baratos (caros), ya que una unidad de divisa foránea puede adquirir una mayor (menor) cantidad de moneda local (Krueger, 1969; Coughlin & Koedijk, 1990).

La relación del tipo de cambio con la balanza comercial, ha sido estudiada en el modelo *Mundell-Fleming (IS-LM-BP)*, referido como el “*workhorse*” para el diseño e implementación de políticas fiscales y monetarias en una economía abierta (Frenkel & Razin 1987; Kent & Faik, 1984). Dicho modelo, considera el régimen de tipo de cambio como un determinante en la dinámica para alcanzar el equilibrio interno (mercado de bienes y servicios [curva IS] y el de dinero [curva LM]) y externo (equilibrio en la balanza de pagos), estableciendo que las elasticidades del *TCN* flexible y la independencia de la autoridad monetaria hacen de la política monetaria, a diferencia de la fiscal, una herramienta eficiente para alcanzar objetivos económicos (control de inflación, crecimiento económico); en contraparte, el modelo indica una superioridad de la política fiscal contra la monetaria para intervenir en la economía de un país bajo un régimen de tipo de cambio fijo (Kent & Faik, 1984; Fleming, 1962).

Debido a la presión del tipo de cambio a depreciarse ante variaciones en su oferta y demanda, el modelo *IS-LM-BP* considera la tasa de interés y la movilidad de capital como determinantes en la dinámica del equilibrio macroeconómico general, ya que un flujo de capital hacia el país doméstico representa un incremento en la demanda de la moneda local. Respecto al efecto derivado de variaciones en la tasa de interés, Herrera R. M. T. (2003) retoma la *Teoría del Portafolio Balanceado*, modelo dinámico que a partir del supuesto de que los activos financieros, sin importar el país en el que son emitidos, *no son sustitutos perfectos* y de que el equilibrio en los mercados financieros es aquel en el que la oferta de activos financieros iguala a su demanda, establece una relación positiva entre la apreciación del tipo de cambio y la tasa de interés, partiendo del razonamiento de que los inversionistas e instituciones financieras ajustan sus portafolios con el objetivo de maximizar sus beneficios, lográndolo con la adquisición de los

activos que ofrezcan la mayor tasa de rendimiento¹; la correspondiente reubicación de recursos financieros implicada en el proceso afectará a la demanda de divisas, apreciando la moneda del país cuyos activos ofrezcan la tasa de rendimiento más atractiva y depreciando la del país cuyos activos ofrezcan el rendimiento relativamente menos atractivo (Neely, 2001; Archer, 2005; Dominguez & Frankel, 1993; Herrera R. M. T, 2003). De acuerdo a Herrera R.M. T. (2003), la Teoría del Portafolio Balanceado es un modelo dinámico debido a que contempla en un periodo inicial, la repercusión del TCN sobre la cuenta corriente y su efecto contemporáneo en las condiciones económicas del país y posteriormente, considera la interacción del desempeño de los activos financieros con el crecimiento económico y su eventual efecto sobre el TCN.

Similarmente, los portafolios de inversión contemplan la incorporación de activos cuyo rendimiento esperado no está en función de una tasa de interés estipulada y en cambio, por lo general, son comprados con la finalidad de obtener una ganancia de capital; ejemplos de estos instrumentos son las acciones y las divisas, estas últimas, en este caso, compradas con fines especulativos y no comerciales. Al respecto, la literatura establece que las expectativas del tipo de cambio y la especulación derivada de estas, son impulsadas por factores como la percepción del mercado y la situación política, expectativas de crecimiento económico e inflación, determinantes sociales, noticias, etc. (Bilson, 1978; Reitz, 2002; Dominguez & Frankel, 1993; Caves, 1967; Herrera R. M. T, 2003). Cabe mencionar que la *volatilidad del tipo de cambio* es amplificada por la activa y significativa participación de los especuladores en el mercado cambiario (Bilson, 1978; Reitz, 2002; Dominguez & Frankel, 1993; Caves, 1967; Herrera R. M. T, 2003).

Adicionalmente, las variaciones del tipo de cambio derivadas de la especulación son consideradas por Herrera R.M.T (2003), quien describe los *modelos de las burbujas especulativas* estableciendo que “*pueden existir diferencias durables entre el tipo de cambio que se forma en el mercado y su valor de equilibrio...*” (p. 80) y que “*la divergencia entre el tipo de cambio de mercado y su valor fundamental puede ser creciente*” (p. 81) debido a la especulación y procedentes cambios en la oferta y demanda de la moneda originados únicamente por la anticipación de que el tipo de cambio se aprecie o deprecie.

Junto con los efectos negativos que pueden ser causados a los consumidores particularmente con el alza de precios, la elevada sensibilidad del tipo de cambio a la especulación y la volatilidad ocasionada por esta, son consideradas unos de los principales puntos en contra de la adopción de un régimen flexible, debido a la dificultad que enfrentan los comerciantes e inversionistas para realizar predicciones y cálculos relacionados a la rentabilidad de sus operaciones y proyectos al desconocer el valor del tipo de cambio en el futuro, condición que es erradicada en un régimen de tipo de cambio fijo (Caves, 1967; Johnson, 1969).

¹ Tratándose de títulos de deuda, la tasa de rendimiento es diferente a la tasa de interés. Sin embargo, un alza en la tasa de interés está relacionada con un incremento en la tasa de rendimiento.

El tipo de cambio *real*

A su vez, tanto el nivel de largo plazo del *TCN* como sus implicaciones económicas, están determinados por el tipo de cambio real (*TCR*) (Herrera R. M. T, 2003), este último es definido como el cociente del nivel de precios de un país foráneo entre el del país local ajustado por el *TCN* (ecuación 1) y es considerado por diversos autores como uno de los *precios relativos* más importantes en una economía abierta.

$$TCR = TCN(P^*/P) \quad (1)$$

Al respecto, Coughlin & Koedijk (1990) resaltan su importancia al indicar que “*this price is related to international trade patterns because the competitive position of an individual exporting (import-competing) firm in a country is affected adversely by an appreciating (depreciating) real exchange rate*” (p. 1), aunado a esto, Herrera R. M. T. (2003) establece que “*mantener el tipo de cambio real a un nivel erróneo genera señales incorrectas y perjudica el grado del nivel de competencia de los sectores comerciales*” (p. 10) y que esta variable tiene un efecto en “*la asignación de recursos, en las inversiones, en la toma decisiones de los operadores en el mercado de divisas...*” (p. 10). De igual forma, Grier & Hernández-Trillo (2004) detectan que, excluyendo el efecto del *TCR* sobre el nivel de exportaciones, una depreciación real tiene un impacto negativo en el crecimiento económico para México; por otra parte, el comportamiento y el nivel del precio relativo juega un papel importante en la determinación del *TCN* (Betts & Smith, 1992; Herrera R. M. T, 2003).

En cuanto a los determinantes del *TCR*, Herrera R. M. T. (2003) y Edwards (1988) los diferencian de acuerdo a su impacto en el corto y largo plazo, estableciendo la relevancia de las variables monetarias y estructurales en el primero, mientras que enfatizan que su valor de largo plazo está determinado únicamente por variables fundamentales, entre las cuales se destacan a los términos de intercambio (*TI*); los flujos de capital; nivel y composición del gasto gubernamental; el progreso técnico y los impuestos a las importaciones como aquellas que tienen mayor influencia sobre el nivel de largo plazo del *TCR* (Herrera R. M. T, 2003; Edwards, 1988). Adicionalmente, Dabós & Juan-Ramón (2000) encuentran evidencia de una relación de largo plazo entre los flujos de capitales, los términos de intercambio y la productividad en el sector manufacturero con el *TCR* para México.

Cabe mencionar que el valor de equilibrio de largo plazo del *TCR* es aquel que mantiene la *Paridad Poder de Compra (PPP)* entre dos países (Kaufmann, 2014; Coughlin & Koedijk, 1990), presentando una sobrevaluación o subvaluación cuando este se desvía de dicho nivel (Coughlin & Koedijk, 1990). Al respecto, Herrera R.M.T. (2003) hace una distinción entre la *Paridad Poder de Compra Relativa (PPCR)* y la *Paridad Poder de Compra Absoluta (PPCA)*, indicando la superioridad de la *PPCR* y su amplia utilización para explicar el comportamiento del *TCR* en comparación a la *PPCA* debido a que esta última considera que el *TCR* es una relación constante entre el nivel de precios de dos países, mientras que la *PPCR* indica que el *TCR* es una relación entre los índices de precios de dos países y que por lo tanto, su valor es determinado por el nivel

de inflación relativa entre ambos; con base en Herrera R.M.T. (2003), la definición de la *Paridad Poder de Compra Absoluta* se presenta en la ecuación (2), en la cual, P y P^* representan el nivel de precios del país doméstico y foráneo y S al tipo de cambio nominal, en la que se aprecia que el tipo de cambio nominal y por lo tanto el real, reflejan el cociente del nivel de precios de dos países.

$$S = \frac{P}{P^*} \quad (2)$$

Expresando la ecuación (2) en su forma logarítmica, obtenemos la igualdad (3), en la que s , p y p^* representan los logaritmos de S , P y P^* , respectivamente, en adición, se agrega el parámetro α , que adquiere el valor de cero en el caso de la *Paridad Poder de Compra Absoluta* y un valor diferente de cero en el caso de la *Paridad Poder de Compra Relativa*, permitiendo que el valor del tipo de cambio nominal refleje divergencias en las tasas de inflación (Herrera R.M.T, 2003).

$$s = \alpha + p - p^* \quad (3)$$

En cuanto al rol de las variables monetarias en el nivel del *TCR*, Betts & Smith (1992) resaltan la relación de la oferta monetaria con el *TCR*, puntualizando que un incremento en esta, conlleva una depreciación nominal y real. En adición, Engel (2011) establece que un alza en la *tasa de interés real* de un país, contribuye a la apreciación de su tipo de cambio debido al incremento de la demanda de activos locales, suponiendo que estos resultan más atractivos para los inversionistas por ofrecer una tasa de rendimiento más elevada en términos relativos.

De igual manera, Herrera R.M.T. (2003) retoma *El enfoque monetario del tipo de cambio real*, el cual, al asumir que el diferencial de las tasas de interés doméstica y foránea son equivalentes a la tasa esperada de depreciación del tipo de cambio, establece que el nivel actual del *TCR* está determinado por las expectativas del diferencial de la oferta monetaria, el nivel de ingreso y de las tasas actuales de interés del país local y extranjero; sin embargo, Herrera R.M.T. (2003) enfatiza la debilidad de este modelo para explicar el comportamiento del tipo de cambio debido a que “*sobreestima el papel del dinero y subestima el papel del comercio, especialmente al largo plazo*” (p.75).

Por otra parte, autores como Devereux (1997) y Betts & Smith (1992) indican que, bajo el supuesto de que los precios son rígidos en el corto plazo (*sticky prices*), la relación entre el comportamiento del *TCN* y el *TCR* es muy estrecha (cercana a la unidad), ya que de acuerdo a la definición del *TCR*, $TCN(P^*/P)$, si los precios fueran rígidos (\bar{P}^* , \bar{P}) la única fuente de variación en el *TCR* sería el *TCN*.

Sección III

Metodología

El impacto en el *TCN* ante distintas variables, ha sido analizado por diversos autores, Capraro & Perrotini (2011) evalúan las variaciones en el tipo de cambio del peso contra el dólar ante las operaciones de venta de dólares por parte de Banco de México utilizando un modelo *GARCH* obtenido a partir de establecer como variable dependiente la variación diaria del tipo de cambio *FIX*² y como variables independientes a la venta de dólares superiores a 200 millones de dólares, la diferencia entre las tasas de interés de México y Estados Unidos, las variaciones del Índice de Precios y Cotizaciones y del precio del *West Texas Intermediate*. Por otra parte, Guimaraes & Karacadag (2004) utilizan datos diarios y un modelo *ACT-GARCH* para evaluar el efecto de la compra y venta de dólares realizadas por Banxico sobre el rendimiento y la volatilidad del tipo de cambio spot del peso contra el dólar estadounidense; incluyendo como variables regresoras a las compras y ventas de dólares realizadas por Banco de México, el diferencial de las tasas de interés entre México y Estados Unidos y el diferencial de los rendimientos de los bonos gubernamentales de ambos países, con base en los resultados, los autores concluyen que la venta de divisas realizadas por Banxico afecta el nivel del tipo de cambio e incrementan su volatilidad.

Adicionalmente, Dominguez (1998), utilizando datos diarios, recurre al uso de un modelo *GARCH* para determinar si la intervención de la autoridad monetaria afecta a la volatilidad del tipo de cambio del dólar contra el yen y el marco alemán; utilizando como variables regresoras a variables *dummy* que representan las intervenciones de los respectivos bancos centrales, días de la semana y días festivos; el diferencial de tasas de interés entre Estados Unidos y Japón, así como de Estados Unidos y Alemania; y como variable regresada al rendimiento del tipo de cambio del dólar contra el yen y del dólar contra el marco.

Por otra parte, Grier & Hernández-Trillo (2004) utilizan un modelo *GARCH-M* con la finalidad de estimar la relación entre la volatilidad y la apreciación del *TCR* en México, así como para determinar un patrón electoral en el precio relativo; estimar el impacto de la volatilidad de este sobre el volumen de comercio exterior y su relación con el crecimiento económico. Mientras que Dabós & Juan-Ramón (2000) utilizan datos trimestrales de los precios relativos de exportaciones e importaciones respecto a sus precios al consumidor; el *ratio* de los flujos de capitales respecto al Producto Interno Bruto, los *Tl* externos y el Índice de Productividad en el sector manufacturero con el objetivo de detectar una relación de largo plazo entre los flujos de capitales y el *TCR* para México, y además, identifican un *cambio estructural* en 1995 coincidente con el cambio de régimen de tipo de cambio de fijo a flotante. Adicionalmente, Zavala et al. (2016) estima el poder

² Banxico establece que: “El tipo de cambio *FIX* es determinado por el Banco de México con base en un promedio de cotizaciones del mercado de cambios al mayoreo para operaciones liquidables el segundo día hábil bancario siguiente y que son obtenidas de plataformas de transacción cambiaria y otros medios electrónicos con representatividad en el mercado de cambios.”

explicativo de los *TI*, el diferencial de reservas y productividad y el precio del petróleo sobre el *TCR* entre México y Estados Unidos, utilizando datos de frecuencia anual y estimando el modelo mediante el método de *Mínimos Cuadrados Ordinarios (MCO)*.

Datos y Especificación del Modelo

Con el objetivo de estimar el impacto del *TCR* ante variaciones en variables monetarias, se plantea el uso de un modelo econométrico en el que se utilizan datos mensuales de febrero de 2007 a julio de 2021, conformando una muestra de 174 observaciones compuesta por datos de la *Tasa de Interés Interbancaria de Equilibrio (TIIE) a 28 días* y la tasa de interés mensual de los *Treasury Bills (1-Month Treasury Constant Maturity Rate)* como tasas de interés nominal doméstica y foránea; ambas tomadas en puntos porcentuales de *SIE Banxico* y *FRED Economic Data*, respectivamente. Para capturar la situación general del mercado bursátil en México y Estados Unidos, se utiliza la diferencia entre el rendimiento promedio mensual del *Dow Jones Industrial Average (DJI)* y el *Índice de Precios y Cotizaciones (IPC)*, cuyos datos fueron obtenidos en niveles a una frecuencia diaria de *Investing* y *Yahoo! Finance*, respectivamente.

Como variable de control se considera la tasa de crecimiento de los *Términos de Intercambio (TI)*, debido a su relación con el *TCR* establecida en la literatura, cuyos datos fueron obtenidos en niveles de *SIE Banxico*. En cuanto a la variable explicada, se utiliza la diferencia del *TCR*, la cual fue construida como el cociente del *Índice de Precios Subyacente de Estados Unidos (CPI por sus siglas en inglés)*, obtenido en niveles de la base de datos de la OCDE, entre el *Índice Nacional de Precios al Consumidor Subyacente (INPC)*, obtenido de *SIE Banxico*, multiplicado por el *Tipo de Cambio FIX*, descargado en niveles de *SIE Banxico*. De igual forma, se resalta la aplicación de la transformación *Box Cox*³ a la variable de *TCR* diferenciada, por lo que, a partir de este momento, las observaciones que se realicen sobre *TCR**, contemplarán la transformación indicada.

El *Anexo 1* presenta las medidas estadísticas descriptivas más relevantes de cada variable, de las cuales, se destaca que el *TCR** tiene una media aritmética de 0.00444, junto con una mediana y volatilidad de 0.0018283 y 0.0797354 puntos, respectivamente. También se resalta la similitud en la volatilidad de las diferencias de *TIIE* y *T-BILL*, las cuales son de 0.1871462 y 0.1885244, respectivamente; mientras que la desviación estándar de la diferencia del rendimiento del *DJI* e *IPC (DIF)* es de 3.139933 puntos porcentuales.

Respecto a la relación del *TCN* y *TCR*, bajo el supuesto de *sticky prices*, se esperaría una estrecha relación en el comportamiento de estas variables y, por lo tanto, analizar el comportamiento del *TCR* en el corto plazo sería equivalente a estudiar el del *TCN*; sin embargo, tanto la variación

³Debido a que los residuos del modelo (4) distan de ajustarse a una distribución normal, los datos de las diferencias del *TCR* más una unidad (con la finalidad de que todas las diferencias sean positivas) fueron transformados siguiendo la metodología *Box Cox*, $y_t^* = (y_t^\lambda - 1)\lambda$, en la que el valor de λ es igual a 1.292129.

porcentual del *CPI* como del *INPC*, presentan una elevada volatilidad de 125.3722 y 0.37106, respectivamente, lo que refleja variaciones considerables en el nivel de precios entre periodos de tiempo relativamente cortos; en adición, la correlación entre el rendimiento mensual del *TCN* y del *TCR* es de apenas 0.0291 y no es estadísticamente significativa a niveles de confianza estándar. Por lo que el desarrollo de este trabajo no considera el supuesto de la rigidez de precios, como bien además ha sido comprobado en la literatura, ver a Herrera R. M. T. (2003).

Con estos datos, se construye un modelo en el que se considera como variable regresada al *TCR* y como variables regresoras al resto de las variables indicadas. Cabe mencionar que dada la presencia de *volatilidad condicional* en la variable dependiente que puede ser apreciada en la gráfica de tiempo expuesta en el anexo 2, se utiliza un modelo *ARCH* (5) estimado simultáneamente con la regresión que contempla la estructura indicada previamente, la cual es presentada en la ecuación (4), ambos modelos son estimados vía *máxima verosimilitud*.

$$TCR_t^* = \beta_1 \Delta TII E_t + \beta_2 \Delta TBILL_t + \beta_3 \Delta \% DIF_t + \beta_4 \Delta \% TI_t + \beta_5 D_t + e_t \quad (4)$$

$$e_t = v_t \sqrt{\omega + \sum_{i=1}^5 \phi_i e_{t-i}^2 + h_t} \quad (5)$$

Donde $\Delta TII E_t$ y $\Delta TBILL_t$ son las diferencias en niveles respecto a un periodo anterior de la *TII E* y *T-Bill*, TCR_t^* es la variable del *TCR* diferenciada con la transformación Box Cox, mientras que $\Delta \% DIF_t$ y $\Delta \% TI_t$ son los cambios porcentuales del diferencial del rendimiento del *DJI* e *IPC* y de los *TI*, respectivamente; finalmente, D_t es una variable *dummy* asociada a febrero de 2020, contemplada en el modelo con la intención de detectar un cambio estructural relacionado a la recepción de información sobre la pandemia de coronavirus y la casi instantánea adopción de medidas sanitarias correspondientes. La ecuación (5) modela la heteroscedasticidad condicional del modelo (4), considerando cinco rezagos del término de error (e_t) del primer modelo.

A priori, se espera una relación negativa entre la *TII E* y el *TCR*, ya que, de acuerdo a la Teoría del Portafolio Balanceado, un incremento en la tasa de interés local incrementaría la demanda de la moneda local al hacer a los títulos domésticos más atractivos para los inversionistas, provocando una apreciación real; considerando este mismo argumento, se espera una relación positiva entre la tasa de los *Treasury Bills* y *DIF* con la variable dependiente. De igual forma, se espera que el incremento en los *TI* conlleve una depreciación real.

Sección IV

Resultados

El valor de los coeficientes estimados a partir del modelo anterior son presentados en la tabla 2, en la que se aprecia que todas las variables explicativas, junto con los rezagos de la parte *ARCH* (con excepción del cuarto rezago), son estadísticamente significativos a un nivel de confianza del 99%. De igual forma, se puede observar que el signo asociado a la *TIIE* es inconsistente con la teoría, ya que, de acuerdo a los resultados, un incremento en la *TIIE* conlleva una *depreciación real*.

Tabla 2. Resultados empíricos de los modelos (4) y (5).

Parámetro	Estimación	Error estándar
β_1	0.0759177***	0.0206804
β_2	0.083871***	0.022445
β_3	0.0029384***	0.0010816
β_4	0.0096701***	0.0017797
β_5	0.0528035***	0.0085708
ω	0.0020553***	0.0004308
ϕ_1	0.2838597***	0.0781012
ϕ_2	0.9084929***	0.2430657
ϕ_3	-0.1136895***	0.0403176
ϕ_4	0.0079738	0.0250572
ϕ_5	-0.0542884**	0.0210242

*, ** y *** indican que el parámetro es estadísticamente significativo al 90, 95 y 99% de confianza.

Por otra parte, la relación entre el incremento de la tasa de los *T-Bill* y el diferencial del rendimiento del *DJI* e *INPC* con la variable regresada es positiva, indicando que el incremento de dichas tasas está relacionado con una *depreciación real*, lo cual, es congruente con la teoría del tipo de cambio. Se destaca que el impacto de una variación en la tasa de los *T-Bill*, entre las variables monetarias consideradas en este estudio, es la que mayor impacto tiene sobre el *TCR**, siendo 1.105 y 28.543 veces mayor al impacto de la *TIIE* y del *diferencial de índices*.

De igual forma, el parámetro asociado a los *TI* tiene un signo positivo, indicando que la disminución relativa del precio de los bienes importables respecto a los exportables, conlleva una *depreciación real*. En cuanto al parámetro asociado a la variable D_t , la cual indica un cambio estructural relacionado al incremento de información sobre la pandemia mundial del coronavirus

y a las respectivas medidas sanitarias adoptadas, establece una *depreciación real* de la media incondicional del *TCR** a partir de febrero del 2020.

Conclusiones

El *Tipo de Cambio Real y Nominal*, son dos variables con un fuerte impacto a nivel macroeconómico; a su vez, juegan un papel importante en su simultánea determinación a diferentes plazos, por lo que el estudio de los regímenes cambiarios y los determinantes e implicaciones de las fluctuaciones cambiarias, han ocupado un papel central en los estudios de materia económica.

Respecto a las implicaciones del *TCR* en la economía, destacamos el encarecimiento de los bienes domésticos en relación a bienes foráneos derivado de una depreciación real, lo cual afecta la balanza comercial y evidentemente, a las industrias con alta dependencia exportadora y el nivel de empleo generado por estas; aunado a esto, si la depreciación real lleva consigo una depreciación nominal, el nivel de precios local puede subir por esta segunda vía, disminuyendo el poder de compra de la sociedad. En cuanto a su determinación de corto y largo plazo, en la literatura se establece que son factores de carácter estructural aquellos que establecen su valor de largo plazo; mientras que, en el corto plazo su nivel está influenciado por variables monetarias y fundamentales.

Con base en este razonamiento y relajando el supuesto de rigidez de precios, en el presente trabajo se estima el impacto sobre el *TCR* entre México y Estados Unidos ante cambios en la *TIIE*, el diferencial del rendimiento del *DJI* y el *IPC*, los *TI* y *T-BILL*. De acuerdo a los resultados obtenidos mediante un modelo de regresión multivariado y atendiendo la volatilidad condicional con un modelo *ARCH (5)*, un incremento en la *TIIE*, *T-BILL* y el diferencial de los rendimientos del *DJI* e *IPC*, conllevan una *depreciación real*, siendo las variaciones de *T-BILL* las que tienen un mayor impacto sobre el *TCR*, sugiriendo que los inversionistas valoran más las condiciones de política monetaria estadounidense que la mexicana y que las condiciones del mercado bursátil para tomar sus decisiones de inversión; por otra parte, la relación entre la *TIIE* y el *TCR*, a diferencia de las otras variables monetarias, es contraintuitiva siguiendo la *Teoría del Portafolio Balanceado*, no obstante, la existencia de una reacción instantánea del nivel general de precios domésticos ante incrementos en la tasa de interés, podría justificar este resultado, un estudio con mayor profundidad respecto a esta última interacción, es necesario para una mejor comprensión. De igual forma, la relación positiva de los *TI* con el *TCR*, es comprobada empíricamente en el corto plazo y finalmente, se estima la existencia de un cambio estructural relacionado con la adopción de medidas sanitarias derivadas de la pandemia de coronavirus y a la recepción de información de esta, el cual indica que la media incondicional del *TCR* ha presentado una depreciación real desde dicho acontecimiento, ocurrido en febrero de 2020.

Referencias

- Acemoglu, P., Laibson, D. & List, J. (2014). *Macroeconomics*. Pearson
- Archer, D. (2005). "Foreign Exchange Market Intervention: Methods and Tactics". *BIS Papers* chapters, vol. 24.
- Atgür, M. & Altay, N. (2017). "Examination of the exchange rate and interest rate channels of the monetary transmission mechanism during the inflation targeting: Turkey and Mexico countries examples". *Theoretical and Applied Economics*, Vol. XXIV, pp.137-160.
- Banxico. (2009). "Regímenes Cambiarios en México a partir de 1954".
- Betts, C. M., & Smith, B. D. (1997). "Money, Banking, and the Determination of Real and Nominal Exchange Rates". *International Economic Review*, 38(3), 703–734.
- Black, S. (1976). "Exchange Policies for Less Developed Countries in a World of Floating Rates". *Essays in international finance*, no. 119. Princeton University. International Finance Section.
- Bordo, M. & Schenk, C. (2016). "Monetary Policy Cooperation and Coordination: An Historical Perspective on the Importance of Rules". *Economics Working Papers*, Hoover Institution.
- Boughton, J. M. (2003). "On the origins of the Fleming-Mundell model". *IMF Staff Papers*, 50(1), 1-9.
- Burstein, A., & Gopinath, G. (2014). "International prices and exchange rates". In *Handbook of international economics* (Vol. 4, pp. 391-451). Elsevier.
- Capraro, S. & Perrotini, I. (2012). "Intervenciones cambiarias esterilizadas, teoría y evidencia: el caso de México". *Contaduría y administración*, 57(2), 11-44.
- Cassel, G. (1916). "The Present Situation of the Foreign Exchanges". *The Economic Journal*, 26(101), 62-65.
- Caves, R. (1963). "Flexible Exchange Rates". *The American Economic Review*, Vol. 53, No. 2. American Economic Association
- Chen, S. S. (2006). "Revisiting the interest rate–exchange rate nexus: a Markov-switching approach". *Journal of Development Economics*, 79(1), 208-224.
- Coughlin, C. C., & Koedijk, K. (1990). "What do we know about the long-run real exchange rate?". *St. Louis Federal Reserve Bank Review*, 72, 36-48.
- Dabós, M., & Juan-Ramón, V. H. (2000). "Real exchange rate response to capital flows in Mexico: an empirical analysis", *Working Paper*, No. 108, International Monetary Fund.
- Dellas, H., & Tavlas, G. S. (2018). "Milton Friedman and the Case for Flexible Exchange Rates and Monetary Rules". *CATO Journal*, 38(2), 361–377.

Devereux, M. B. (1997). "Real exchange rates and macroeconomics: evidence and theory". *Canadian Journal of Economics*, 773-808.

Ding, J., & Zheng, Y. (2005). "Exchange rate flexibility". In Garnaut R. & Song L. (Eds.), *The China Boom and its Discontents* (pp. 19-33). Canberra: ANU Press.

Disyata, P. & Galati, G. (2005). "The effectiveness of foreign exchange intervention in emerging market countries: evidence from the Czech koruna", *BIS Working Papers*, No. 172, Monetary and Economic Department.

Dominguez, K. (1998). "Central bank intervention and exchange rate volatility". *Journal of International Money and Finance*, 17, 161-190.

Dominguez, K., & Frankel, J. (1993). "Does Foreign-Exchange Intervention Matter? The Portfolio Effect". *The American Economic Review*, 83(5), 1356-1369.

Dornbusch, R. (1976). "Expectations and Exchange Rate Dynamics", *Journal of Political Economy*, Vol. 84, No. 6

Dornbusch, R. (1987). "Open economy macroeconomics: new directions". *Working Paper Series*, No. 2372, National Bureau of Economic Research.

Edwards, S. (1988). "Real and monetary determinants of real exchange rate behavior: Theory and evidence from developing countries". *Journal of development economics*, 29(3), 311-341.

Engel, C. (2011). "The real exchange rate, real interest rates, and the risk premium". *Working Paper Series*, No. 17116. National Bureau of Economic Research.

Fatum, R. & Hutchison, M. (2003). "Effectiveness of Official Daily Foreign Exchange Market Intervention Operations in Japan". *NBER Working Paper*. No. 9648

Fleming, J. (1962). "Domestic Financial Policies under Fixed and under Floating Exchange Rates (Politiques financières intérieures avec un système de taux de change fixe et avec un système de taux de change fluctuant) (Política financiera interna bajo sistemas de tipos de cambio fijos o de tipos de cambio fluctuantes)". *Staff Papers*, 9(3), International Monetary Fund

Frenkel, J., & Razin, A. (1987). "The Mundell-Fleming Model a Quarter Century Later: A Unified Exposition". *Staff Papers*, 34(4), International Monetary Fund

Goodwin, R. (1964). "Stabilizing the Exchange Rate". *The Review of Economics and Statistics*, 46(2), 160-162.

Grier, K. B., & Hernández-Trillo, F. (2004). "The real exchange rate process and its real effects: The cases of Mexico and the USA". *Journal of Applied Economics*, 7(1), 1-25.

- Guillermo, S., & Rodríguez, M. (2014). "Analyzing the exchange rate pass-through in Mexico: Evidence post inflation targeting implementation". *Ensayos sobre Política Económica*, 32(74), 18-35.
- Guimaraes, R. & Karacadag, C. (2004). "The Empirics of Foreign Exchange Intervention in Emerging Market Countries the Cases of Mexico and Turkey". *Working Paper*, No. 04/123, International Monetary Fund.
- Hameed, A., & Rose, A. K. (2018). "Exchange rate behaviour with negative interest rates: Some early negative observations". *Pacific Economic Review*, 23(1), 27–42.
- Heller, R. (1978). "Determinants of Exchange Rate Practices". *Journal of Money, Credit and Banking*, Vol. 10.
- Herrera R. N. M. T. (2003). "La volatilidad del tipo de cambio real y sus determinantes fundamentales", *Universidad de Fribourg, Suiza*.
- Holden P., Holden, M. & Suss, E. (1979). "The Determinants of Exchange Rate Flexibility: An Empirical Investigation". *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 61, No. 3, pp. 327-333.
- Hsing, Y. (2021). "Are the Predictions of the Mundell-Fleming Model Applicable to Mexico?". *The Economics and Finance Letters*, 8(1), 53-60.
- Jabara, C. L. (2009). "How do exchange rates affect import prices? Recent economic literature and data analysis". In *United States International Trade Commission, Office of Industries*, Publication ID-21, Revised.
- John F. O. Bilson. (1978). "The Current Experience with Floating Exchange Rates: An Appraisal of the Monetary Approach". *The American Economic Review*, 68(2), 392-397.
- Johnson, H. (1969). "The Case for Flexible Exchange Rates, 1969" *Hobart Papers*, No. 46 pp. 12-24.
- Kaufmann, H., Heinen, F., & Sibbertsen, P. (2014). "The dynamics of real exchange rates: A reconsideration". *Journal of applied econometrics*, 29(5), 758-773.
- Kenen, P. B., & Rodrik, D. (1986). "Measuring and Analyzing the Effects of Short-Term Volatility in Real Exchange Rates". *The Review of Economics and Statistics*, 68(2), 311–315.
- Kent, P., & Faik, K. (1984). "Money, Output, and the Trade Balance: Theory and Evidence". *The Canadian Journal of Economics / Revue Canadienne D'Economique*, 17(3), 508-522.
- Kochen, F., & Sámano, D. (2016). "Price-setting and exchange rate pass-through in the Mexican Economy: Evidence from CPI micro data", *Working Papers*, No. 2016-13, Banco de México.
- Krueger, A. (1969). "Balance-of-Payments Theory". *Journal of Economic Literature*, 7(1), 1-26

- Lothian, J. R., & Taylor, M. P. (1996). "Real Exchange Rate Behavior: The Recent Float from the Perspective of the Past Two Centuries". *Journal of Political Economy*, 104(3), 488–509.
- Mántey, G. (2009). "Intervención esterilizada en el mercado de cambios en un régimen de metas de inflación: la experiencia de México". *Investigación económica*, 68(spe), 47-78.
- Meza, F., & Urrutia, C. (2008). "Great Appreciations: Accounting for the Real Exchange Rate in Mexico, 1988-2002". *Working Papers*, No. 0807, Centro de Investigación Económica, ITAM.
- Minford, P. (1981). "The Exchange Rate and Monetary Policy". *Oxford Economic Papers*, 33, new series, 120-142.
- Mundell, R. (1961). "A Theory of Optimum Currency Areas". *The American Economic Review*, 51(4), 657-665.
- Mundell, R. (1998). "Central Bank Intervention and Exchange Rate Volatility". *Journal of International Money and Finance*, vol. 17, 161-190.
- Mussa, M. (1981). "The Role of Official Intervention". *Occasional Papers*, No. 6, The Group of Thirty, New York.
- Muzhani, M. (2018). "Fixed or Flexible Exchange Rates? History and Perspectives". *Vernon Series in Economics*, Vernon Press.
- Neely, C. J. (2000). "The practice of central bank intervention: looking under the hood". *Federal Reserve Bank of St. Louis Working Paper Series*, (2000-028).
- Obstfeld, M. & Rogoff, K. (1994). "Exchange Rate Dynamics Redux". *NBER Working Paper Series*, Working Paper No. 4693.
- Ortiz, J., & Rodriguez, C. (2002). "Country risk and the Mundell-Fleming Model applied to the 1999–2000 Argentine experience". *Journal of Applied Economics*, 5(2), 327-348.
- Popovska-Kamnar, N. (2017). "Monetary policy communication: Evidence from Survey Data". *National Bank of the Republic of Macedonia*, Working Paper No. 7.
- Reitz, S. (2002). "Central Bank Intervention and Exchange Rate Expectations – Evidence from the Daily DM/US-Dollar Exchange Rate". *Economic Research Centre of the Deutsche Bundesbank*.
- Rossi, B. (2013). "Exchange Rate Predictability". *Journal of Economic Literature*, Vol. 51, No. 4 pp. 1063-1119
- Seerattan, D. (2006). "The Effectiveness of Central Bank Intervention in the Foreign Exchange Markets in Select Flexible Exchange Rate Countries in the Caribbean". *Business, Finance & Economics in Emerging Economies*. Vol. 1, No. 1.
- Spencer, P. (1985). "Official Intervention in the Foreign Exchange Market". *Journal of Political Economy*, 93(5), 1019-1024.

Stein, J. (1963). "The Optimum Foreign Exchange Market". *The American Economic Review*, 53(3), 384-402.

Taylor, M. (2004). "Is Official Exchange Rate Intervention Effective?" *Economica*, 71(281), new series, 1-11.

Wren-Lewis, S. (1997). "The Choice of Exchange Rate Regime". *The Economic Journal*, 107(443), 1157-1168.

Zavala-Pineda, M. J., Leos-Rodríguez, J. A., Salas-González, J. M., López-Santiago, M. A., & Gómez-Olivier, L. (2016). "Los determinantes del tipo de cambio real entre México y EE. UU. Un análisis de cointegración". *Agrociencia*, 50(4), 493-509.

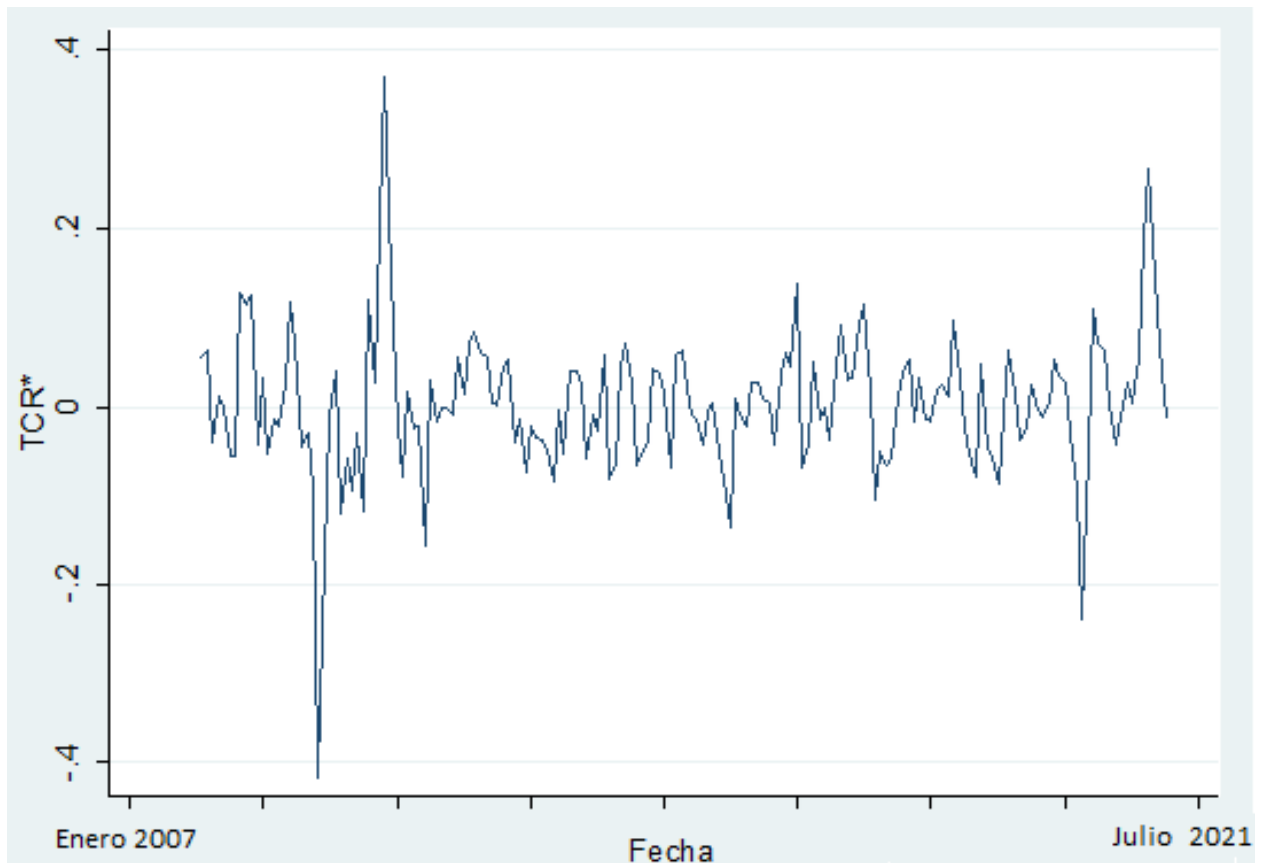
Anexos

Anexo 1: Principales medidas estadísticas.

<i>Variable</i>	<i>Media</i>	<i>Mediana</i>	<i>Desviación Estándar</i>	<i>Curtosis</i>	<i>Sesgo</i>	<i>Unidad</i>	<i>Fuente</i>
<i>TCR</i>	0.321	0.318	0.223	3.871	-0.073	Puntos.	Elaboración propia.
<i>FIX</i>	15.462	13.643	3.574	1.797	0.375	MXN/USD	SIE Banxico.
<i>INPC</i>	87.626	86.871	12.578	2.013	0.195	Puntos.	SIE Banxico.
<i>CPI</i>	1.882	1.777	1.351	3.843	0.170	Puntos.	OCDE Database.
<i>TIIE</i>	5.723	4.911	1.776	1.596	0.319	Puntos porcentuales.	SIE Banxico.
<i>T-Bill</i>	0.770	0.117	1.206	6.447	1.963	Puntos porcentuales.	FRED Economic Data.
<i>IPC</i>	39221.130	41395.130	7679.162	2.746	-0.686	Puntos.	Yahoo! Finance.
<i>DJI</i>	17551.760	16306.940	6634.364	2.482	0.661	Puntos.	Investing.
<i>TI</i>	53.061	53.171	5.934	1.608	0.133	Puntos.	SIE Banxico
<i>TCR*</i>	0.004	0.002	0.080	9.569	-0.133	MXN/USD	SIE Banxico.
Δ TIIE	-0.017	0.001	0.187	9.909	-1.551	Diferencias.	Elaboración propia.
Δ T-Bill	-0.028	0.000	0.189	17.744	-2.916	Diferencias.	Elaboración propia.
Δ %IPC	0.460	0.625	4.296	5.995	-0.656	Diferencia porcentual.	Elaboración propia.
Δ %DJI	0.663	1.292	3.761	10.861	-1.902	Diferencia porcentual.	Elaboración propia.
Δ %TI	-0.090	0.233	2.184	6.512	-1.220	Diferencia porcentual.	Elaboración propia.
<i>DIF</i> (Δ %DJI - Δ %IPC)	0.203	0.174	3.140	3.292	0.274	Diferencia porcentual.	Elaboración propia.

Elaboración propia con información de SIE Banxico, OCDE Database, FRED Economic Data, Yahoo! Finance e Investing.

Anexo 2: Gráfica de tiempo del TCR*.



Elaboración propia con datos de SIE Banxico y OCDE.

Anexo 3: Prueba Breusch Godfrey

A partir de un modelo estimado vía Mínimos Cuadrados Ordinarios (M.C.O.), se realizó la prueba Breusch Godfrey con cinco rezagos, los modelos correspondientes se presentan en las ecuaciones (4) y (5), respectivamente. Los *p-value* de los parámetros correspondientes a la prueba son presentados en la tabla (3).

$$TCR_t^* = \alpha_1 \Delta TII E_t + \alpha_2 \Delta TBILL_t + \alpha_3 \Delta \% DIF_t + \alpha_4 \Delta \% TI_t + \alpha_5 D_t + e_t \quad (4)$$

$$e_t = \omega_0 + \sum_{i=1}^5 \omega_i e_{t-i} + v_t \quad (5)$$

Tabla 3. Parámetros estimados de la prueba Breusch Godfrey.

<i>Parámetro</i>	<i>p-value</i>
ω_1	0.0000
ω_2	0.0000
ω_3	0.0000
ω_4	0.0001
ω_5	0.0000

Elaboración propia.

Anexo 3: Prueba ARCH-LM

A partir del modelo (4), se realizó la prueba ARCH-LM con cinco rezagos, el cual se presenta en la ecuación (5), junto con los resultados más relevantes en la tabla (4).

$$TCR_t^* = \alpha_1 \Delta TII E_t + \alpha_2 \Delta TBILL_t + \alpha_3 \Delta \% DIF_t + \alpha_4 \Delta \% TI_t + \alpha_5 D_t + e_t \quad (4)$$

$$e_t^2 = \delta_0 + \sum_{i=1}^5 \delta_i e_{t-i}^2 + v_t \quad (5)$$

Tabla 4. Parámetros estimados de la prueba ARCH-LM.

<i>Parámetro</i>	<i>p-value</i>
δ_1	0.0012
δ_2	0.0037
δ_3	0.0106
δ_4	0.0234
δ_5	0.0451

Elaboración propia.

Anexo 4: Base de datos.

La siguiente tabla contiene los datos utilizados para la preparación del modelo (4), siguiendo la nomenclatura utilizada en dicho modelo, todas las variables se encuentran expresadas en niveles con excepción de la variable TCR^* , que representa la diferencia del TCR más una unidad con la aplicación de la transformación Box Cox.

Fecha	TCR	FIX	INPC	CPI	TIIE	TBILL	DIF	TI	TCR*
Feb-07	0.398658	10.9998	66.6403	2.4152	7.456642	5.181053	-4.88184	-0.25897	0.056667
Mar-07	0.462068	11.1139	66.8367	2.77878	7.455391	5.206364	-0.0354	0.152635	0.063988
Apr-07	0.422016	10.9806	66.966	2.5737	7.466647	4.988571	-4.01476	1.112334	-0.03982
May-07	0.433785	10.8167	67.0984	2.69086	7.699777	4.817727	2.347185	0.077957	0.011789
Jun-07	0.432664	10.835	67.2902	2.68704	7.703552	4.521905	-3.88265	1.021345	-0.00112
Jul-07	0.377728	10.8109	67.4946	2.35823	7.704127	4.816191	1.292597	1.552517	-0.05449
Aug-07	0.321537	11.0456	67.6772	1.97008	7.708761	4.196957	3.78674	-0.45054	-0.05572
Sep-07	0.44694	11.0315	68.0009	2.75505	7.70401	3.784211	-0.71578	1.293309	0.127636
Oct-07	0.560983	10.8231	68.2238	3.53618	7.732717	3.810909	-2.40572	1.686774	0.115894
Nov-07	0.685594	10.8866	68.3785	4.3062	7.933765	3.6825	3.299388	0.877122	0.126816
Dec-07	0.645037	10.8484	68.6398	4.08127	7.932558	2.858	-0.95208	-0.44535	-0.04031
Jan-08	0.677396	10.91	68.9375	4.28029	7.925986	2.738571	0.432143	-0.94876	0.032511
Feb-08	0.626166	10.7665	69.2339	4.02656	7.92832	2.273	-5.2856	1.014093	-0.05084
Mar-08	0.614134	10.7313	69.5715	3.98146	7.931206	1.3505	-2.99499	1.701573	-0.01201
Apr-08	0.592712	10.5154	69.845	3.93689	7.935523	1.071818	-3.00215	1.260871	-0.02135
May-08	0.620887	10.4352	70.1781	4.17554	7.9327	1.758571	1.993418	1.222908	0.02829
Jun-08	0.73568	10.3292	70.5077	5.02179	8.002324	1.72381	-2.90236	1.753279	0.116668
Jul-08	0.80813	10.2155	70.7906	5.60012	8.28287	1.603636	1.829874	0.233141	0.073204
Aug-08	0.76399	10.1095	71.083	5.37185	8.557619	1.678571	5.877748	-2.28438	-0.04385
Sep-08	0.734946	10.6437	71.498	4.93693	8.660357	0.885714	1.457647	-6.29138	-0.02892
Oct-08	0.643911	12.6314	71.7027	3.65519	8.676413	0.291818	1.840656	-9.32122	-0.0898
Nov-08	0.194733	13.114	72.0291	1.06957	8.733947	0.093333	-2.00129	-7.73969	-0.41578
Dec-08	0.016938	13.4226	72.4407	0.091413	8.739676	0.03	-9.59438	-2.3506	-0.17297
Jan-09	0.005699	13.8921	72.7588	0.029847	8.414767	0.0505	1.442928	-0.53538	-0.01122
Feb-09	0.047164	14.5966	73.0973	0.236191	7.936595	0.219474	-0.53306	-1.04342	0.041714
Mar-09	-0.07658	14.6695	73.4738	-0.38356	7.642738	0.104545	-4.70762	1.02094	-0.12144
Apr-09	-0.13419	13.4367	73.7848	-0.73689	6.677365	0.095238	-3.54111	5.966411	-0.05712
May-09	-0.22814	13.1621	73.9316	-1.28144	5.779955	0.1375	-6.31383	3.142592	-0.09262
Jun-09	-0.25683	13.3418	74.1179	-1.42678	5.261846	0.098636	-0.39332	2.177123	-0.02857
Jul-09	-0.37702	13.3654	74.3448	-2.09716	4.9172	0.146818	-1.90319	-0.66573	-0.11801
Aug-09	-0.25932	13.008	74.4592	-1.48435	4.88941	0.124286	-2.69395	3.412611	0.119674
Sep-09	-0.23092	13.4212	74.7536	-1.28621	4.911105	0.061429	-1.00705	-0.27801	0.028508
Oct-09	-0.03225	13.2257	74.995	-0.18285	4.925273	0.040952	-0.93668	1.223748	0.204194
Nov-09	0.320879	13.1094	75.1029	1.8383	4.931168	0.052632	1.67817	1.63996	0.370014
Dec-09	0.463933	12.8631	75.4522	2.72133	4.930614	0.031818	-2.74679	-0.38182	0.145947
Jan-10	0.442179	12.8019	76.0192	2.62571	4.91003	0.022632	0.639216	0.028259	-0.02168
Feb-10	0.363405	12.9424	76.3333	2.14333	4.917342	0.057368	-0.40264	-0.40084	-0.07785
Mar-10	0.379825	12.5737	76.6011	2.31396	4.923182	0.116522	-0.07552	2.249802	0.01646
Apr-10	0.356689	12.2302	76.6837	2.23645	4.937015	0.150455	1.111456	1.149568	-0.02306

May-10	0.335053	12.7428	76.8625	2.02099	4.943524	0.147	1.003518	-3.99918	-0.02157
Jun-10	0.17407	12.7193	76.9683	1.05335	4.937655	0.079545	-4.59707	-0.51782	-0.15704
Jul-10	0.205291	12.8189	77.1287	1.23519	4.919291	0.156667	0.17247	-0.04667	0.031362
Aug-10	0.189897	12.7695	77.2034	1.14811	4.904209	0.154091	1.018268	0.804485	-0.01536
Sep-10	0.18893	12.7997	77.4828	1.14368	4.90063	0.116667	0.176023	0.049879	-0.00097
Oct-10	0.187799	12.4374	77.6309	1.17219	4.870791	0.1405	-1.36893	2.791818	-0.00113
Nov-10	0.181271	12.3391	77.8149	1.14316	4.865165	0.134	-3.32051	1.144951	-0.00652
Dec-10	0.237103	12.3885	78.1508	1.49572	4.887457	0.087727	-1.68216	1.370026	0.056281
Jan-11	0.252043	12.1258	78.5081	1.63185	4.858991	0.141	2.774518	1.055868	0.014973
Feb-11	0.322734	12.0703	78.8241	2.10758	4.841063	0.114737	5.305079	0.894379	0.071408
Mar-11	0.406999	11.9992	79.0594	2.6816	4.840768	0.064783	0.923277	3.514321	0.085283
Apr-11	0.468569	11.7184	79.119	3.16363	4.846084	0.0295	1.007293	2.468226	0.062116
May-11	0.524686	11.6533	79.2599	3.56865	4.847155	0.024286	5.782109	-2.29943	0.056571
Jun-11	0.529075	11.806	79.4132	3.55883	4.845423	0.019091	-3.54309	-1.22633	0.004392
Jul-11	0.532173	11.6726	79.5916	3.62872	4.821343	0.0375	1.431686	1.252891	0.0031
Aug-11	0.578878	12.2319	79.687	3.77121	4.808	0.017391	-3.54067	-2.50675	0.04702
Sep-11	0.631558	13.0445	79.899	3.86836	4.777595	0.005714	-1.90528	-2.36787	0.05308
Oct-11	0.591229	13.435	80.1061	3.5252	4.794267	0.0135	1.79287	-1.75011	-0.04009
Nov-11	0.578621	13.6993	80.3646	3.39438	4.799825	0.014	-2.69123	1.42229	-0.01259
Dec-11	0.504997	13.7689	80.7713	2.96242	4.798062	0.003333	1.388964	-0.81579	-0.07282
Jan-12	0.483772	13.4178	81.1332	2.92522	4.787346	0.0245	2.591931	1.104593	-0.02116
Feb-12	0.450446	12.7831	81.4782	2.8711	4.78423	0.0635	0.485747	2.906127	-0.03316
Mar-12	0.414106	12.7567	81.6773	2.6514	4.769252	0.063636	0.754515	-0.67294	-0.03615
Apr-12	0.367922	13.0697	81.8003	2.30274	4.743826	0.066667	-2.98645	-1.5885	-0.04587
May-12	0.283914	13.6634	82.0176	1.70425	4.760209	0.065909	0.134626	-3.03947	-0.08296
Jun-12	0.281788	13.9192	82.1946	1.66399	4.763291	0.051905	-1.02203	-4.26181	-0.00212
Jul-12	0.228325	13.3661	82.4506	1.40845	4.777891	0.069524	-4.31975	2.397668	-0.05304
Aug-12	0.270019	13.1845	82.6356	1.69238	4.788165	0.092174	2.933912	2.083109	0.041946
Sep-12	0.311251	12.9394	82.7819	1.99128	4.802305	0.075263	2.507066	1.301856	0.041479
Oct-12	0.33596	12.891	82.9705	2.16234	4.816974	0.109524	-4.10974	0.050995	0.024797
Nov-12	0.277851	13.0746	83.0134	1.76413	4.842805	0.1245	-2.55195	-1.32524	-0.05761
Dec-12	0.269604	12.8705	83.1137	1.74102	4.84209	0.0395	-2.42133	0.645695	-0.00824
Jan-13	0.242651	12.699	83.4665	1.59486	4.841323	0.051905	-0.78178	1.484979	-0.02685
Feb-13	0.299971	12.7229	83.8913	1.97792	4.823111	0.076842	3.886115	1.060353	0.057794
Mar-13	0.219388	12.5247	84.1437	1.4739	4.482367	0.078	5.567352	0.046706	-0.07962
Apr-13	0.154077	12.205	84.211	1.06308	4.334564	0.049091	2.407792	0.408488	-0.06468
May-13	0.198725	12.3115	84.3773	1.36196	4.316455	0.020455	7.478999	-0.75554	0.044936
Jun-13	0.269117	12.9596	84.4856	1.75442	4.303635	0.0345	3.719113	-2.78247	0.071105
Jul-13	0.296162	12.7659	84.5143	1.96068	4.318304	0.020909	-0.15212	0.516314	0.02715
Aug-13	0.231869	12.9178	84.5906	1.51837	4.30615	0.036818	-3.57269	0.607834	-0.06368
Sep-13	0.182573	13.0759	84.8647	1.18492	4.104905	0.0175	1.741473	-1.53849	-0.04894

Oct-13	0.147319	12.9992	85.0277	0.963613	3.976857	0.105909	0.698968	-0.52026	-0.03507
Nov-13	0.190039	13.0796	85.1427	1.23707	3.78953	0.046842	3.585852	-1.28749	0.042984
Dec-13	0.228677	13.0076	85.4217	1.50174	3.790335	0.019048	-2.16858	0.214743	0.038854
Jan-14	0.24235	13.223	86.1499	1.57895	3.781973	0.017143	2.201891	-1.42268	0.0137
Feb-14	0.173149	13.2808	86.3926	1.12635	3.787053	0.046842	2.380889	0.169267	-0.06849
Mar-14	0.23047	13.1951	86.5781	1.5122	3.801295	0.051429	4.096926	0.434008	0.057794
Apr-14	0.29397	13.0708	86.8301	1.95286	3.806435	0.023333	-2.95215	0.715499	0.06408
May-14	0.316325	12.9247	86.9116	2.12711	3.80251	0.026667	-1.94794	0.57853	0.022428
Jun-14	0.309218	12.9958	87.0963	2.07234	3.428648	0.024286	-0.41215	0.260507	-0.0071
Jul-14	0.296598	12.9904	87.2599	1.99233	3.297509	0.024091	-2.08164	-0.21275	-0.0126
Aug-14	0.255405	13.1406	87.4452	1.69961	3.298552	0.03	-3.54291	-1.38578	-0.04094
Sep-14	0.2502	13.2352	87.7014	1.65792	3.289314	0.011429	0.281823	-1.64449	-0.0052
Oct-14	0.255319	13.4763	87.8475	1.66434	3.291913	0.020909	1.504967	-2.18546	0.005123
Nov-14	0.204714	13.6216	87.9892	1.32236	3.287321	0.041667	4.537217	-1.15123	-0.05023
Dec-14	0.124487	14.5129	88.1935	0.756493	3.299724	0.025	4.977806	-6.49213	-0.07927
Jan-15	-0.01489	14.6926	88.1644	-0.08935	3.301624	0.018	0.137635	-2.54678	-0.13644
Feb-15	-0.00424	14.9213	88.4642	-0.02513	3.29709	0.017895	-0.50893	0.533713	0.010668
Mar-15	-0.01264	15.2283	88.6962	-0.07364	3.30291	0.022727	-1.55134	-0.26849	-0.00839
Apr-15	-0.0342	15.2262	88.8343	-0.19952	3.296515	0.018182	-2.98699	1.364412	-0.02149
May-15	-0.00685	15.2645	88.9371	-0.03993	3.30117	0.013	1.021387	1.084488	0.027452
Jun-15	0.021502	15.483	89.1229	0.123771	3.304664	0.007727	-0.78891	-0.66482	0.028473
Jul-15	0.030275	15.9396	89.2767	0.16957	3.303522	0.03	-0.63313	-3.09582	0.008784
Aug-15	0.036062	16.5368	89.456	0.195079	3.316167	0.035238	-1.72764	-3.17611	0.005792
Sep-15	-0.00678	16.8578	89.7878	-0.03613	3.3343	0.008571	-2.30058	-1.21943	-0.04257
Oct-15	0.031389	16.564	90.0135	0.170574	3.305018	0.014286	2.107106	1.277726	0.038383
Nov-15	0.092706	16.6357	90.0452	0.501798	3.3163	0.071053	2.483374	-0.7258	0.061859
Dec-15	0.137847	17.0666	90.3207	0.72952	3.415127	0.171818	2.366299	-2.34598	0.045435
Jan-16	0.27422	18.0728	90.495	1.37309	3.55659	0.227368	-3.34708	-3.60022	0.139007
Feb-16	0.207025	18.4731	90.8194	1.0178	3.75062	0.256	-4.18955	-0.94565	-0.06652
Mar-16	0.165083	17.649	91.1448	0.852536	4.062685	0.253182	1.737983	4.072406	-0.04168
Apr-16	0.215397	17.4877	91.3457	1.12511	4.064233	0.187619	2.248325	2.005271	0.05068
May-16	0.20215	18.1542	91.541	1.01932	4.075023	0.22619	-1.1027	-0.37796	-0.01322
Jun-16	0.202706	18.653	91.7738	0.997326	4.101218	0.221364	0.579694	-0.87436	0.000557
Jul-16	0.167365	18.6014	91.9305	0.827139	4.559786	0.2635	0.878068	0.646714	-0.03516
Aug-16	0.213198	18.4749	92.1047	1.06288	4.59063	0.26087	-1.66532	0.552941	0.046136
Sep-16	0.303571	19.1924	92.5434	1.46378	4.611019	0.191429	0.020637	-1.41497	0.091542
Oct-16	0.33305	18.8924	92.8021	1.63599	5.108562	0.244	-2.34711	1.644735	0.029605
Nov-16	0.366102	20.1185	93.0104	1.69254	5.336275	0.3	7.413833	-2.69614	0.033211
Dec-16	0.455685	20.5206	93.4253	2.07462	5.83901	0.423333	6.165133	-0.85154	0.090731
Jan-17	0.568973	21.3853	93.9661	2.50004	6.127996	0.496	-1.39336	-0.88134	0.115115
Feb-17	0.586735	20.2905	94.6843	2.73796	6.438763	0.482105	1.176822	2.456563	0.017808

Mar-17	0.482515	19.301	95.2265	2.38061	6.627955	0.662609	0.129213	1.642721	-0.10259
Apr-17	0.43204	18.7875	95.6548	2.19969	6.866122	0.745789	-3.06635	2.265254	-0.0501
May-17	0.366611	18.7557	95.9181	1.87488	6.977882	0.728182	1.047519	0.36847	-0.06479
Jun-17	0.307862	18.1326	96.2101	1.63349	7.2149	0.841364	2.055907	0.729985	-0.05824
Jul-17	0.319349	17.8283	96.4678	1.72798	7.366362	0.972	-2.26471	1.339853	0.011507
Aug-17	0.357009	17.807	96.7127	1.93897	7.375591	0.979565	0.959975	0.821139	0.037865
Sep-17	0.410643	17.8357	96.9856	2.23296	7.376443	0.994	2.88413	0.602074	0.054049
Oct-17	0.395001	18.8161	97.2305	2.04113	7.378977	0.995714	4.876178	-1.84665	-0.01561
Nov-17	0.427034	18.9158	97.5652	2.20258	7.37982	1.09	5.84425	0.501152	0.032182
Dec-17	0.412913	19.1812	97.974	2.10908	7.505247	1.204	4.176859	0.122581	-0.01409
Jan-18	0.398444	18.9074	98.252	2.07051	7.636059	1.3	1.266822	0.471064	-0.01444
Feb-18	0.417685	18.6449	98.7317	2.2118	7.781916	1.380526	-0.63702	0.805518	0.019294
Mar-18	0.443817	18.6308	99.0574	2.35971	7.834137	1.636667	0.593996	-0.48764	0.026231
Apr-18	0.456467	18.3872	99.2032	2.46274	7.840462	1.660476	-2.34422	1.050071	0.012673
May-18	0.551736	19.591	99.4581	2.80101	7.850959	1.706818	5.653249	-1.97033	0.096566
Jun-18	0.584839	20.3032	99.6883	2.87155	7.928114	1.805238	-0.02021	-1.28868	0.033262
Jul-18	0.560832	19.0095	99.9743	2.94952	8.104227	1.893333	-4.39342	2.735255	-0.02392
Aug-18	0.507879	18.8575	100.22	2.69918	8.106009	1.94087	1.48124	0.305387	-0.05254
Sep-18	0.430629	19.0154	100.545	2.27697	8.114085	2.036842	2.382218	0.23499	-0.07636
Oct-18	0.479848	19.1859	100.857	2.52247	8.117917	2.173636	1.894999	0.93774	0.049569
Nov-18	0.436162	20.2612	101.11	2.1766	8.24542	2.2405	8.032688	-4.9077	-0.0434
Dec-18	0.378171	20.1112	101.582	1.91016	8.410311	2.36579	-2.72877	-2.1451	-0.05749
Jan-19	0.292083	19.1651	101.785	1.55123	8.592259	2.400476	-3.36066	3.034247	-0.08498
Feb-19	0.285588	19.2049	102.224	1.52014	8.5617	2.425263	6.381396	1.082743	-0.00649
Mar-19	0.34949	19.2477	102.576	1.86252	8.51902	2.454286	2.616952	0.646025	0.064489
Apr-19	0.367857	18.9864	103.043	1.99644	8.498155	2.425714	-2.8739	1.666805	0.018417
May-19	0.331633	19.1197	103.212	1.79023	8.506555	2.396364	0.759241	-0.10387	-0.03603
Jun-19	0.306917	19.2745	103.526	1.64848	8.507475	2.222	1.249649	0.040776	-0.02463
Jul-19	0.332528	19.0534	103.794	1.81147	8.475222	2.153182	6.222332	0.452415	0.025707
Aug-19	0.331179	19.685	104.005	1.74978	8.369809	2.067727	1.302938	-1.47894	-0.00135
Sep-19	0.321319	19.5865	104.315	1.71131	8.19711	1.986	-3.59259	0.549806	-0.00985
Oct-19	0.325983	19.3242	104.572	1.76404	7.998604	1.725455	-1.49795	0.090106	0.004668
Nov-19	0.378387	19.3325	104.804	2.05128	7.872655	1.583684	3.482324	0.638377	0.0528
Dec-19	0.414907	19.1071	105.234	2.28513	7.696525	1.551429	1.118326	0.943359	0.036713
Jan-20	0.442875	18.804	105.577	2.48657	7.530282	1.533333	-0.58679	0.900299	0.028082
Feb-20	0.415237	18.8443	105.961	2.33487	7.390532	1.576316	0.196197	-0.99008	-0.02753
Mar-20	0.324145	22.3784	106.272	1.53933	7.100676	0.370455	-5.29118	-8.38491	-0.08985
Apr-20	0.074876	24.2658	106.654	0.329097	6.53773	0.11	10.62476	-6.16611	-0.23959
May-20	0.025822	23.423	106.972	0.117926	5.99545	0.0985	-1.37011	1.524394	-0.0487
Jun-20	0.134113	22.299	107.366	0.645733	5.648705	0.13	3.257611	5.199814	0.109963
Jul-20	0.204948	22.4033	107.791	0.986082	5.23147	0.105909	3.401061	0.182254	0.071555

Aug-20	0.268962	22.2072	108.132	1.30965	4.967419	0.082381	2.593329	2.020868	0.064605
Sep-20	0.274091	21.681	108.474	1.37133	4.720286	0.089524	4.198471	0.801352	0.005133
Oct-20	0.231236	21.2705	108.733	1.18207	4.532459	0.086667	-2.5272	0.023448	-0.04258
Nov-20	0.22035	20.3819	108.642	1.17454	4.498611	0.086842	-3.98037	1.772855	-0.01087
Dec-20	0.248933	19.9651	109.237	1.362	4.485686	0.076364	-3.42604	1.515847	0.028701
Jan-21	0.254363	19.9215	109.629	1.39977	4.468395	0.076316	-1.67218	0.233055	0.005435
Feb-21	0.309314	20.3097	110.061	1.67622	4.362863	0.035789	3.267244	-1.05764	0.055387
Mar-21	0.491392	20.7555	110.654	2.61976	4.283332	0.024348	-2.15807	-2.22938	0.186727
Apr-21	0.749657	20.0153	111.061	4.1597	4.28445	0.016364	1.600383	1.203918	0.267471
May-21	0.892746	19.9631	111.644	4.99271	4.285124	0.0075	-0.62616	-0.21227	0.145985
Jun-21	0.961794	20.0301	112.281	5.39145	4.31705	0.027273	-2.55836	-0.35596	0.069733
Jul-21	0.949776	19.9701	112.815	5.36548	4.519323	0.049524	2.34162	-1.05476	-0.012

Elaboración propia con información de SIE Banxico, OCDE Database, FRED Economic Data, Yahoo! Finance e Investing.