

METAS EXPLÍCITAS DE INFLACIÓN Y VOLATILIDAD DEL TIPO DE CAMBIO EN MÉXICO Y BRASIL

*EXPLICIT INFLATION TARGETS AND
EXCHANGE RATE VOLATILITY IN
MEXICO AND BRAZIL*

Luis Gabriel Reyes Montaña¹

Benigno Caballero Claure²

Rolando Caballero Martínez³

1 Docente UTO y University of Albuquerque (EE.UU.). Miembro de la Red Académica de América Latina y el Caribe sobre China.

2 Universidad Nacional Autónoma de México, Centro de Estudios Monetarios y Financieros (CEMFI, Madrid, España), UCB, UAGRM, UTO. Miembro de la Red Académica de América Latina y el Caribe sobre China, Asociación Mexicana de Historia Económica. Past Director del Banco de Desarrollo Productivo y la Entidad de Depósito de Valores.

3 Docente UCB y UAGRM.

RESUMEN

Este documento analiza la evolución y análisis de la política de blancos de inflación en México y Brasil en el periodo 1994 a 2020 y presenta evidencia que los Bancos Centrales de ambos países han intervenido continuamente en los mercados cambiarios para mantener fijo el tipo de cambio nominal y lograr el objetivo de inflación deseado. Sin embargo, la misma ha tenido efecto en las finanzas públicas y variables económicas clave en ambas economías, por ejemplo, una mayor apreciación del tipo de cambio real manteniendo la volatilidad de esta última variable constante, para tal efecto se utiliza los modelos de series de tiempo: *Sarima y Egarch*, con parámetros autorregresivos y *dummy de tendencia*. Los resultados demuestran, A su vez en economías en vías de desarrollo como ser México y Brasil, la intervención esterilizada en el mercado cambiario para tener un control sobre la dirección que vaya a seguir el tipo de cambio y así lograr el objetivo de inflación tiene otras connotaciones asociadas principalmente con la presencia de elevados costos fiscales y económicos.

Palabras clave: Pronóstico y Simulación, Modelos de Series de Tiempo, Inflación.

ABSTRACT

*This document analyzes the evolution and analysis of the inflation targeting policy in Mexico and Brazil, in the period 1994 to 2020 and presents evidence that the Central Banks of Mexico and Brazil have continuously intervened in the foreign exchange markets to keep the nominal exchange rate fixed and achieve the desired inflation target. However, this has had an effect on public finances and key economic variables in both economies, for example, a greater appreciation of the real exchange rate while keeping the volatility of the latter variable constant. For this purpose, the time series models *Sarima and Egarch* are used, with autoregressive parameters and trend dummy. The results show, in turn, in developing economies such as Mexico and Brazil, sterilized intervention in the foreign exchange market to have control over the direction that the exchange rate will follow and thus achieve the inflation target has other connotations associated mainly with the presence of high fiscal and economic costs.*

Keywords: Forecasting and Simulation, Time Series Models, Inflation.

Clasificación JEL: E47, C22, E31

Introducción

El régimen de objetivos de inflación (ROI) tiene su cimiento teórico en el Nuevo Consenso Monetarista (NCM), que representa el principal eje de la política monetaria de la mayoría de los Bancos Centrales. En este esquema, la estabilidad de precios es la meta principal por lograr por parte de la política monetaria, ya que se considera que ésta es la mejor aportación que la política monetaria puede ejercer para el crecimiento económico. En la estrategia del objetivo de inflación, la autoridad monetaria orienta su política monetaria, con el fin de alcanzar un objetivo de inflación preestablecido. Si la inflación proyectada se desvía de la inflación objetivo, el Banco Central aplica una política monetaria de tal manera que la inflación retorne a ese objetivo.

Dado que se utiliza la política monetaria para el logro del objetivo de inflación, fluctuaciones de las tasas de interés pueden ejercer una presión importante sobre el mercado cambiario, y dadas las características de las economías latinoamericanas en vías de desarrollo, la mayoría de las autoridades monetarias no tolerarán que el tipo de cambio nominal fluctúe de manera significativa. Por tanto, las intervenciones para contener la volatilidad del tipo de cambio o su respectivo nivel suelen ser la norma de algunos países mediante la posibilidad de que el banco central compre o venda activos extranjeros,

siempre y cuando dicha estrategia de política monetaria tenga por objeto amortiguar las perturbaciones del primer momento estadístico del tipo de cambio en algunos países o de manera paralela mantener controlado su segundo momento estadístico, que a su vez no estén justificados por las variables fundamentales de la economía.

Sin embargo, la adopción de un régimen de objetivos de inflación, ROI, por parte de México y Brasil implica a menudo una política monetaria acompañada de altas tasas de interés, sobreacumulación de reservas internacionales y continua intervención en los mercados cambiarios por parte de ambos Bancos Centrales (BC). Asimismo, una política monetaria basada en objetivos de inflación requiere inicialmente de un tipo de cambio flotante; no obstante, en ambos se cumple el denominado miedo a flotar por lo que se interviene en el mercado de divisas.

Por su parte el cumplimiento del objetivo de inflación en países en desarrollo como México y Brasil, viene ligado a mantener anclado el tipo de cambio nominal y, por tanto, una continua intervención esterilizada en los mercados cambiarios con la finalidad de mantener estable esta variable.

De acuerdo con esta perspectiva, ***el objetivo general de esta investigación***

es analizar el mecanismo monetario que les permitió a los bancos centrales de México (BANXICO) y Brasil (BCB), cumplir con el objetivo de inflación establecido. Haciendo énfasis en la relación entre el tipo de cambio real, la estabilidad monetaria, la intervención en los mercados cambiarios, la evolución de las reservas internacionales y la deuda interna en México y Brasil, así como sus efectos en la economía. Además, identificando cuantitativamente si la volatilidad del tipo de cambio real ha permanecido controlada.

En esa línea, la aplicabilidad y el “éxito” del esquema de objetivos de inflación en México y Brasil depende en gran medida de una continua intervención en los mercados cambiarios por parte de sus autoridades monetarias, fruto de una sobreacumulación de reservas internacionales y emisión de títulos públicos. Logrando de esta manera, la estabilidad del tipo de cambio nominal, pero no puede evadir la continua apreciación del tipo de cambio real.

Consideramos como *hipótesis de la investigación* que los Bancos Centrales de países en vías de desarrollo como México y Brasil han intervenido en los mercados cambiarios para mantener fijo el tipo de cambio nominal para controlar la inflación. Sin embargo, esta política implica que las autoridades monetarias de México y Brasil tengan que establecer un intervalo

de variación para el tipo de cambio nominal y así evitar fluctuaciones en esta variable. No obstante, la misma no ha podido evitar la mayor apreciación del tipo de cambio real, manteniendo la volatilidad estable de esta última variable.

El presente documento de investigación, se estructuró en tres acápite:

En el primer acápite se examina el marco teórico de objetivos de inflación. Para ello, el capítulo se subdivide en tres apartados importantes.

El primero es el modelo teórico de objetivos de inflación, sus fundamentos teóricos y las condiciones iniciales del mismo, en el segundo apartado se analizan y describen las limitaciones y ambigüedades teóricas del modelo de objetivos de inflación y en el tercer apartado se analizan las inconsistencias prácticas de aplicar el modelo de objetivos de inflación en economías emergentes.

En el segundo acápite el objetivo es exponer la adopción del modelo de objetivos de inflación en México y Brasil. En un primer apartado se expone la política monetaria de México y sus metas a través del tiempo y posteriormente la adopción el esquema de objetivos de inflación.

En el tercer acápite, se realiza el análisis econométrico para probar

la hipótesis de investigación y posteriormente mostrar los resultados empíricos, se desarrollan dos familias de modelos econométricos. La primera familia de modelos son los *SARIMAX* que básicamente muestra la relación en niveles de la primera diferencia en la parte regular y estacional del tipo de cambio real de México y Brasil en función de componentes autorregresivos y de medias móviles en la parte regular y estacional, a su vez se añade como variables explicativas *dummies de intervención y dummies de tendencia*, las primeras para capturar choques exógenos a la economías de México y Brasil y las segundas para demostrar de manera inicial que en el periodo de aplicación de objetivos de inflación en ambos países, la misma no ha podido evitar la mayor apreciación del tipo de cambio real. El objetivo de esta primera familia de modelos es verificar si a través del tiempo el tipo de cambio real ha sufrido cambios en su primer momento y/o segundo momento estadístico bajo la aplicación del régimen de objetivos de inflación. La segunda familia de modelos *EGARCH* permite verificar de manera precisa si en el periodo de objetivos de inflación, la misma se ha caracterizado por una mayor apreciación del tipo de cambio real y controlando la volatilidad de ésta, fruto de una mayor intervención de las autoridades monetarias en el mercado cambiario para el logro de la meta de inflación.

Acápite I. Modelo macroeconómico de objetivos de inflación

1.1. El Modelo Teórico de Objetivos de Inflación

El modelo teórico de objetivos de inflación ROI, siguiendo la línea de (Perrotini, 2007; 2008) la estructura del modelo, está compuesta de tres ecuaciones relacionadas entre sí, que representan la dinámica de la demanda agregada (Curva IS), la inflación (corresponde a la hipótesis de la NAIRU⁴) y la tasa de interés real (Regla de Taylor, que es la función de reacción de la banca central):

$$y_t = \eta_0 - \eta_1 r + \xi_1 \quad \text{Curva IS (1.1)}$$

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \varphi_1 (y - y_n) + \xi_2 \quad \text{Curva de Phillips (1.2)}$$

$$r_t = r^* + \psi_\pi \pi_r + \psi_y y_r \quad \text{Regla de Taylor (1.3)}$$

Donde:

y_t : es la demanda agregada o el nivel de ingreso observado en el periodo t.

r : es la tasa de interés real.

η_0 : es el componente autónomo de la demanda agregada (que no depende del ingreso).

4 La Hipótesis NAIRU, se refiere a la tasa de desempleo no aceleradora de la inflación, que está relacionada con una tasa de inflación baja y estable (véanse Ball et al. 1988; Akerlof et al. 1996; Mishkin, F. y Schmidt-Hebbel 2001; Arestis y Sawyer 2003; Svensson 1997, 1999 y 2001).

y_n : es el nivel de ingreso obtenido o deseado (de equilibrio o "natural").

π_t : es la tasa de inflación observada.

π_{t-1} : es la tasa de inflación observada desfasada en un periodo.

$y_r = y - y_n$: es la brecha del producto.

$\pi_r = \pi - \pi_n$: es la brecha de la inflación, donde π_n es el objetivo de inflación deseado.

r^* : es la tasa natural de interés, ξ_1 y ξ_2 son los términos de perturbación que a su vez para una buena especificación se acepta que cumple con las propiedades de esfericidad de los términos de error, así como los supuestos de ruido blanco.

En el sistema de ecuaciones simultaneas, en donde cada una de las relaciones funcionales representa ecuaciones de comportamiento, la Curva de Phillips CP nos da a conocer el impacto de las expectativas de los agentes económicos sobre la tasa de inflación, debido a que representa una relación de oferta agregada que tiene la forma de esa curva aumentada por expectativas: las expectativas del público con respecto a las fluctuaciones futuras de la brecha de producto y_r tienen impacto y desplazan la posición de la CP. En esa línea, en la ecuación CP y_r se asocia con la dinámica de la tasa de inflación, motivo por el cual en la regla de Taylor la tasa de interés óptima y los objetivos de inflación óptimos se ajustan de acuerdo con la y_r esperada: la política monetaria trata de estabilizar y_r con el objetivo de maximizar el ingreso. Así,

la oferta agregada está en función de las expectativas de inflación (Sargent y Wallace, 1975; Woodford, 2003), debido a que en esta teoría son un elemento fundamental en la relación de equilibrio entre la inflación y la actividad real: si las expectativas son racionales se acepta que los precios son óptimos y el dinero cumple con el supuesto de neutralidad, mientras que con expectativas adaptativas la política monetaria óptima, acepta efectos reales en el corto plazo.

Para el caso de una economía abierta según (Perrotini, 2007), se debe tomar en cuenta una ecuación más que determina al tipo de cambio (e) donde existe una relación directa entre la tasa de interés real y el tipo de cambio:

$$e_t = \eta r_t + \xi_3, \psi > 0 \quad \text{Tipo de Cambio (1.4)}$$

ψ es un parámetro pendiente que mide la relación entre el tipo de cambio y la tasa de interés real y ξ_3 es un término de perturbación; si $\eta=1$ entonces el tipo de cambio satisface a la llamada condición de paridad de tasas de interés descubierta PTID y además se aceptaría que existe una relación equiproporcional entre la tasa de interés y el tipo de cambio, la paridad entre la tasa de interés nacional (i) y la internacional (i*). Si se toman en cuenta las expectativas de tipo de cambio, la relación entre éste y la PTID es de la siguiente forma:

$$e_t - E(e_{t+1}) = i_t - i^* + \varepsilon_t \quad (1.5)$$

Ball (1999) y Svensson (2000), entre otros, afirman que en una economía abierta que tiene liberalización financiera la condición PTID se cumple. Sin embargo, este supuesto es debatible y se presta a disentir, en razón de que las tasas de interés nacional e internacional difieren sistemáticamente en proporción directa a una prima de riesgo (ξ)⁵. Por lo tanto, si $\xi > 0$ el tipo de cambio no responderá a la condición PTID.

El modelo da a conocer la regla monetaria que debe seguir el Banco Central BC para alcanzar objetivo de inflación deseado, que según los autores del Nuevo Consenso Macroeconómico NCM, es la mejor y única contribución que la política monetaria puede hacer al crecimiento económico en el largo plazo. El sistema se explica de la siguiente forma: si se produce un aumento de la brecha del producto, aumenta la tasa de inflación, y con ella aumenta también la brecha de inflación. En esa línea, con base en la regla de Taylor, el BC debe incrementar la tasa de interés r_t . Conforme aumenta r_t la inflación disminuye, π_t y y_t tenderán hacia π_T

y y_T respectivamente y, por tanto, las brechas de inflación y producto tienden a cero, $\pi_T = 0$ y $y_T = 0$. Así, al cerrarse las dos brechas, $r_t = r^*$, es decir, la tasa de interés real actual se igualará con la tasa “natural” (o de equilibrio) de interés. Y en este punto, la economía alcanza la estabilidad de precios.

A su vez, el nuevo paradigma monetario reconoce que el BC sólo puede tener total manejo sobre las tasas de interés nominal de corto plazo sobre la base monetaria H. El arbitraje (la competencia) se encarga de alinear las tasas de interés reales de otros mercados con la nominal de corto plazo (Woodford, 2003). Al anclar la tasa nominal de corto plazo, de inmediato se fija también la tasa de interés real r_t mediante la diferencia $i_t - \pi^e$, restando las expectativas de inflación a la tasa de interés nominal. De tal forma, que se asegura la convergencia entre r_t y r^* y así, con tasas de interés reales de mercado dadas, de tal forma que el Banco Central BC, puede determinar el nivel general de precios de los bienes sobre la base del manejo de las expectativas del público. Por lo tanto, el BC puede elegir el objetivo de inflación π^T a través del instrumento de política monetaria. Por donde podemos conocer que la condición de arbitraje clave, el mecanismo de la competencia que iguala la tasa de interés interna con la tasa de interés externa, es la conocida ecuación de Irving Fisher (1907):

5 Debido a que existe esa prima de riesgo, la determinación del tipo de cambio viene dado de la siguiente forma: $e = \gamma_e (i^* + \delta + \xi - i + \pi^e)$ donde π^e es la inflación esperada, δ denota la tasa de depreciación esperada y γ_e es el parámetro que mide la flexibilidad del tipo de cambio.

$$i_t = r_t + [E_t p_{t+1} - p_t] \quad (1.6)$$

Donde:

i_t : es la tasa de interés nominal.

r_t : es la tasa de interés real.

p_t : es el antilogaritmo del nivel general de precios.

E_t : es el operador de expectativas condicionado a la información disponible en el periodo t.

Dados i_t y p_t la inflación esperada será consistente con la proyectada por el nuevo paradigma monetario.

A partir del modelo, si en efecto el Banco Central cumple con las características de la regla de Taylor, la economía convergerá a la posición de equilibrio, con independencia de los choques aleatorios de demanda, inflación o tipo de cambio. La condición es que el BC elija la π^T "correcta" y que le permita ajustar de manera precisa el instrumento exógeno de la política monetaria. A su vez el Régimen de Objetivos de Inflación ROI pronostica que su resultado más preciso en el largo plazo es una tasa de inflación y una tasa de crecimiento del PIB óptimos. En esa línea, sólo π_r y γ_r son importantes en el proceso de estabilización de la economía, mecanismo dado por la convergencia $r_t = r^{*6}$.

Asimismo, si bien la versión canónica del nuevo paradigma monetario (la regla de Taylor) no toma en cuenta de manera inicial al tipo de cambio como un factor de la inflación, algunos modelos de objetivo inflación sí lo toman en cuenta. Por ejemplo, (Ball, 1999) afirma que en la práctica los bancos centrales no usan la regla de Taylor sino un índice de condiciones monetarias. A su vez, afirma que en el largo plazo el efecto del tipo de cambio se diluye a medida que con la disminución de la inflación el coeficiente del traspaso del tipo de cambio a los precios se elimina.

Sin embargo, surgen dos interrogantes: ¿cuál es la idea que permite determinar el objetivo de inflación "correcto"? la respuesta parece estar relacionada con la existencia de una tasa de interés "correcta" o, a su vez, con el cálculo correcto de la tasa natural de interés por parte del BC. Y la segunda interrogante ¿cómo se determina esa tasa natural de interés? Si existe una solución, entonces el ROI sí determina la estabilidad de precios, porque a partir de la tasa natural depende que la economía se acerque o no de las trayectorias de inflación/deflación.

Dos supuestos importantes caracterizan al ROI. Primero, la inflación es esencialmente un fenómeno monetario, igual que en el modelo monetarista de Friedman (1968; 1977) provocado por el exceso de demanda,

6 Donde r^* es la tasa natural de interés.

determinado por la política monetaria. Segundo, el BC tiene tuición y control o al menos aproximar la tasa natural de interés porque controla la tasa de interés de corto plazo, en efecto, si $r_t \neq r^*$ sólo habrá efectos inflacionarios, la política monetaria no tiene efectos sobre la actividad económica. Por medio de varios procesos de ensayo-error el mecanismo de la tasa de interés asegurará la convergencia hacia el objetivo de inflación. De esto se infiere una característica importante del nuevo paradigma monetario: el ROI supone que después de un período de choques (incrementos) de tasa de interés con efectos recesivos de corto plazo para alcanzar el objetivo de inflación, la economía regresara a la trayectoria de la capacidad productiva potencial de largo plazo.

Por último, el esquema macroeconómico teórico ROI ofrece ventajas y desventajas a la hora de su aplicabilidad en economías en vías de desarrollo latinoamericanas, por ejemplo, Mishkin y Schmidt-Hebbel (2007) sostienen que entre las principales ventajas y las razones principales del porqué hasta la fecha se sigue aplicando el esquema de objetivos de inflación, como principal mecanismo de política monetaria son las siguientes: i) Exitosa en términos de reducción de altas tasas de inflación existentes en Latinoamérica antes de la aplicación del ROI (resulta que varios países latinoamericanos antes de la aplicación del ROI, como es el caso

de México y Brasil venían trayendo consigo mismo altas tasas de inflación, por ejemplo México en 1994 cerró con una tasa de inflación de 51.97% y Brasil el mismo año cerró con una tasa de 66.01%, mejorando gradualmente estos resultados macroeconómicos después de la aplicación del ROI); ii) Ayuda de sobremanera a mitigar los efectos negativos de los choques externos, específicamente los que se derivan del precio del petróleo y del tipo de cambio, el primero al ser una variable altamente volátil, macroeconómicamente sino se la controla podría provocar un choque de oferta (más conocido como el efecto Keynes, pudiendo provocar Estancamiento, si la misma no es controlada a tiempo); iii) refuerza la independencia de la política monetaria y mejora su eficiencia; y iv) En los primeros años de aplicabilidad y a la fecha, permite en la mayoría de los casos obtener un nivel de inflación muy cercano a la meta proyectada (rango y/o puntual). Sin embargo, los autores enfáticamente argumentan que no está del todo claro si el funcionamiento de la política monetaria en los países que han adoptado el esquema de ROI, supera al de la política monetaria en los países que no lo han adoptado.

No obstante, si bien hasta la fecha el esquema ROI ha gozado de popularidad en términos de reducción de la inflación y es una de las razones por las cuales las autoridades monetarias de varios países en

desarrollo aún todavía la aplican por estar sujetos a políticas ortodoxas de carácter monetario, pese a un desempeño negativo sobre variables reales (crecimiento económico, etc.), persisten aún dudas fundadas sobre su efectividad y posibles alcances, e incluso sobre sus efectos colaterales (Galindo y Ros, 2006). Así, por ejemplo, (Fraga, Goldfajn y Minella, 2003), y (Calvo y Mishkin, 2003) argumentan que, bajo la presencia de choques fiscales y externos, las autoridades monetarias de economías latinoamericanas el esquema ROI no podría alcanzar la inflación proyectada y este aspecto se acentuaría con mayor profundidad considerando que economías latinoamericanas se caracterizan por tener un alto traspaso cambiario, posibles cambios importantes en los flujos de capitales, con mercados financieros imperfectos e instituciones monetarias y financieras débiles, y probablemente un régimen fiscal débil.

1.2. Mecanismos de Transmisión de Política Monetaria

Siguiendo a Svensson, (1998), tomando en cuenta una economía cerrada, existen dos canales de transmisión de política monetaria: el primero es un canal de demanda agregada y el segundo canal es de expectativas. En el primer canal las autoridades monetarias pueden

provocar cambios en la demanda agregada por medio de la tasa de interés real, la razón se debe a que movimientos de costo del dinero provocan alteraciones en el ahorro y consumo.

De tal forma, cambios en la tasa de interés provocan cambios con un rezago en la demanda agregada, y seguidamente la demanda agregada influye en la tasa de inflación por medio de otro rezago. Por lo tanto, la política monetaria por medio del canal de demanda agregada afecta en la tasa de inflación con dos rezagos, básicamente podría sintetizarse en una Curva de Phillips. Por otro lado, el canal de las expectativas permite a la política monetaria provocar cambios en la inflación esperada, que a su vez afectan en la tasa de inflación con un rezago. Al mismo tiempo esto afecta el comportamiento de algunos precios y salarios que posteriormente ejerce su efecto sobre la demanda. En conclusión, ambos canales permiten a la política monetaria provocar cambios de la inflación con rezagos.

En economías abiertas, los choques generados en el resto del mundo pueden trasladarse a los precios internos, a través del tipo de cambio. Por lo tanto, es muy importante tomar en cuenta al tipo de cambio como un canal de transmisión de la política monetaria adicional.

En esa línea, el tipo de cambio está determinado por la disparidad entre la tasa de interés nominal interna y externa. Si se toma en cuenta el supuesto de precios rígidos, modificaciones en el tipo de cambio nominal dan lugar a modificaciones en el tipo de cambio en la misma dirección. De tal forma que alteraciones en el tipo de cambio real provocan variaciones en la relación de precios de mercancías comerciables, la misma provoca cambios en la demanda de bienes interna y externa, de esta forma el tipo de cambio funciona como complemento y alternativa al mecanismo de transmisión de la demanda agregada.

1.3. Fundamentos del Modelo Teórico de Objetivos de Inflación

El esquema teórico de objetivos de inflación ROI, haciendo alusión a (Perrotini, 2007) que se focaliza en el documento de (Taylor, 1999), es un marco flexible de política monetaria que funciona como un ancla de las expectativas de inflación, que básicamente es una regla monetaria que analiza y describe cómo los instrumentos, deben ajustarse ante variaciones en la inflación, en el producto u otra variable de carácter relevante.

Asimismo, Ball (1997), desarrolla un modelo eficiente bajo el supuesto de que el ROI funciona como una regla

de política monetaria y para el mismo realiza un proceso de simulación de modelos teóricos para economías abiertas con presencia de choques externos (Ball, 1999; 2000). Sin embargo, los exgobernadores de la Reserva Federal FED, Bernanke, Shalo y Frederic Stanley Mishkin (1997), afirman que en la práctica, los ROI son un esquema monetario que permite a las autoridades monetarias lograr transparencia, rendición de cuentas. Además, este razonamiento ha sido defendido por Bernanke (2003) en varias de sus ponencias.

Varias investigaciones, más bien sugieren que el modelo de objetivos de inflación, en la práctica es una regla dado que la mismo no actúa de manera discrecional para financiar al gobierno, debido a que la mayoría de los países que aplican y utilizan un modelo ROI tienen autonomía de instrumentos, u autonomía de objetivos. Además, es cierto que actúa minimizando una función de pérdida de la desviación del producto y la inflación de su objetivo al cuadrado.

1.4. Inconsistencias Teóricas del Régimen de Objetivos de Inflación

Entre las limitaciones teóricas del modelo de objetivos de inflación (ROI), aplicada principalmente a países en vías de desarrollo, tenemos las siguientes:

- a. Ser exacerbadamente rígida, generando problemas de un posible control total sobre el intervalo en el cual se moverá la tasa de inflación, asimismo también repercute la inestabilidad de los instrumentos de política monetaria (es decir, fuerte volatilidad de los instrumentos), los cuales podrían terminar en afectar la volatilidad del producto y posiblemente desestabilizar el sistema financiero.
- b. Permitir mucha discrecionalidad, debido a que el Banco Central BC debe utilizar toda la información necesaria a su alcance para determinar la forma en que la política monetaria lograra el objetivo de inflación.
- c. Inestabilidad del producto, explicada por la curva de Phillips en los segundos momentos negativa. Sin embargo, como lo señalan Corbo, Landerretche y Schmidt-Hebbel (2002) y Corbo y Schmidt Hebbel (2001), la variabilidad del producto es menor en aquellos países que adoptaron el régimen de objetivos de inflación ROI en lugar de aquéllos que no lo hicieron.
- d. Disminuir el crecimiento económico.
- e. El régimen de objetivos de inflación, no puede explicar el traspaso elevado del tipo de cambio a la inflación, propio de economías emergentes (Reinhart y Calvo, 2001).
- f. El ROI supone una elevada sensibilidad de los flujos internacionales de capital respecto a los diferenciales de tasas de interés (Mántey, 2008). Asimismo, La teoría de la Paridad Descubierta de Tasas de Interés no ha sido aceptada por la evidencia empírica internacional. Sobre este aspecto Toporowski (2005), señala que una elevada sensibilidad de los flujos de capital externo respecto a la tasa de interés puede aceptarse en un país con moneda dura, es decir, moneda de reserva, pero es irreal en países en desarrollo con mercados financieros estrechos y delgados y déficit crónico en la balanza de pagos, que debilitan sus monedas.
- g. Algunos estudios han demostrado que en la mayoría de los países en vías de desarrollo que utilizan el ROI, a menudo no permiten la libre flotación, (Calvo y Reinhart, 2002; Hufner, 2004; Bofinger y Wollmershauser, 2001 y Mántey, 2006). Por lo mismo, el hecho de utilizar con relativa frecuencia la intervención en los mercados cambiarios, confirmaría el denominado “miedo a flotar” en economías emergentes. Asimismo, en economías en vías de desarrollo, donde el tipo de cambio es una de las variables fundamentales de la tasa de inflación.
- h. El régimen de objetivos de inflación en economías latinoamericanas

como la economía mexicana y la brasilera muestra que, en economías que a menudo se caracterizan por la presencia de inflación de tipo estructural y distintos choques económicos de carácter exógeno (variabilidad de los precios del petróleo y materias primas básicas de exportación), la regla de Taylor no logra el objetivo de inflación, asimismo las apreciaciones del tipo de cambio y el manejo y movimiento de las tasas de interés tienen efectos económicos nocivos e imponen un costo real de la desinflación (Perrotini, 2007).

- i. Por último, tenemos el tema de los flujos de capital como fuente de inestabilidad financiera en el marco de objetivos de inflación y tipo de cambio flexible. En particular, es interesante ver la interacción entre la estabilidad de precios y la estabilidad financiera cuando una economía emergente y en vías de desarrollo es elástica a flujos de capital volátiles (Ostry *et al.*, 2010).

1.5. Diferencias entre Modelos de Objetivos de Inflación, Flexibles y Rígidos

Respecto a los modelos de objetivo de inflación, Svensson y Rudebusch (1998) afirman que existen ROI rígidos y ROI flexibles. Un ROI rígido es aquel en donde los Bancos Centrales se

concentran únicamente en mantener la tasa de inflación cerca del objetivo. Asimismo, un ROI flexible es aquel en el cual los Bancos Centrales además de preocuparse por la estabilidad de precios, se preocupan al mismo tiempo de otras variables económicas, como ser las tasas de interés, el tipo de cambio, la producción y el empleo (Svensson, 1997).

En esa línea, Laurence Ball (1997), siguiendo a Svensson (1996), sugiere una definición de un ROI estricto; de tal forma que un ROI se circunscribe a una política que minimiza el segundo momento estadístico de la inflación respecto de su nivel promedio. La misma implica que el conjunto de políticas establece que los desvíos de las expectativas de inflación en dos periodos se reduzcan a cero, lo cual puede representarse por medio de la ecuación (1.18).

$$E \pi_{t+2} = 0 \quad (1.18)$$

Por lo que un ROI estricto, es una política monetaria eficiente que disminuye el segundo momento estadístico de la inflación y el producto, empero cuando los Bancos Centrales no se preocupan por las fluctuaciones del producto. Ahora, si bien un ROI puede ser eficiente, sólo logra ser óptimo en casos extremos.

Por último, de los diferentes tipos de ROI, Svensson (1998) realiza un ejercicio de simulación de seis ROI,

un modelo estricto y flexible que se focaliza en la tasa de inflación doméstica, un modelo rígido y a la par uno flexible que tiene como meta al índice de precios al consumidor IPC, y por último una regla de Taylor que tiene como objetivo la tasa de inflación nacional y como meta un IPC. Donde se concluye que la regla de Taylor con la tasa de inflación doméstica es la que puede afectar de manera más contundente y significativa sobre la tasa de inflación y el producto.

Conclusión

De este primer capítulo se concluye en primera instancia que el Modelo ROI es semejante al nuevo consenso macroeconómico de expectativas racionales NCM. Debido a que ambos consideran a la estabilidad de precios como principal meta de la autoridad monetaria.

En esa línea, el modelo de objetivos de inflación presupone básicamente:

- Inflación se produce por excesos de demanda, en otras palabras, la brecha del producto tendría que ser positiva y significativa.
- Régimen de flotación libre y que su cumpla la paridad descubierta de tasas de interés.
- Las reservas internacionales tendrían que ser constantes o poco relevantes.

Ahora, el hecho de que la inflación sea esencialmente monetaria provocado por un exceso de demanda, es discutible en economías en vías de desarrollo y a menudo no se cumple. Más aun tomando en cuenta que en países emergentes, los factores estructurales son los principales detonantes de las causas de inflación y a ello se suma que muchos elementos teóricos que supone el esquema de objetivos de inflación aplicado a economías latinoamericanas tampoco se cumple, por ejemplo: la presencia del denominado miedo a flotar, la presencia de inflación de tipo de estructural, el no cumplimiento de la teoría de la paridad descubierta de tasas de interés, la tendencia a la sobreacumulación de reservas internacionales y finalmente la relación entre la aplicación del esquema de objetivos de inflación en economías en vías de desarrollo y los flujos de capital.

Acápate II. Adopción del modelo de objetivos de inflación en México y Brasil

2.1 Hechos Estilizados

De acuerdo con los supuestos que se encuentran enmarcados dentro del modelo macroeconómico de objetivos de inflación ROI, las autoridades monetarias deben adoptar un régimen cambiario de flotación libre, porque la misma permitiría mitigar los efectos de

los choques externos. Por otro lado, el modelo ROI afirma que los flujos internacionales de capital son muy sensibles al diferencial de rendimiento entre los activos financieros locales y extranjeros, la misma conllevaría al cumplimiento de la hipótesis de paridad descubierta de tasas de interés PDTI.

Por lo tanto, para el Nuevo Consenso Monetario la tasa de interés vendría a ser el único instrumento de política monetaria de objetivos de inflación; no obstante, se reconoce que el tipo de cambio debe ser tomado en cuenta porque, en economías en vías de desarrollo, el mismo representa un importante mecanismo de transmisión de la política monetaria.

En el contexto de las crisis de la década de 1990 en América Latina, las autoridades monetarias fueron muy criticadas por permitir que el tipo de cambio permanezca anclado y la misma se quiera utilizar como estrategia para lograr la estabilidad monetaria, debido a que dicha estrategia es la génesis de inestabilidad sistémica. La misma dio lugar a que las autoridades monetarias de los países en vías de desarrollo, negaran que mantienen anclados sus tipos de cambio. Sin embargo, en la práctica, la autoridad monetaria sigue interviniendo activamente en el mercado de divisas para mantener el tipo de cambio nominal en la dirección deseada de la autoridad monetaria.

En las gráficas 2.1, 2.2, 2.3, 2.4 y 2.5 respectivamente, podemos observar para ambos países la relación que existe entre el tipo de cambio nominal respecto al dólar americano (Tcn México y Tcn Brasil), el índice de tipo de cambio real de México (ITRE México) y Brasil (ITRE Brasil), la tasa de inflación de ambos países (Inf Mexico e Inf Brasil), el comportamiento de las Reservas Internacionales (Rin México y Rin Brasil), el crédito interno neto (Cin México y Cin Brasil) y la base monetaria (BM México y BM Brasil) en el periodo considerado.

Por ejemplo, en todo el periodo considerado el tipo de cambio real de ambos países tiende a apreciarse, existe una tendencia decreciente de la tasa de inflación y un continuo e inusitado crecimiento de las reservas internacionales.

De manera más detallada, se puede observar que en Brasil desde principios del nuevo siglo y México después de la crisis de 1994. La estabilidad de precios viene acompañada de una mayor apreciación de sus monedas.

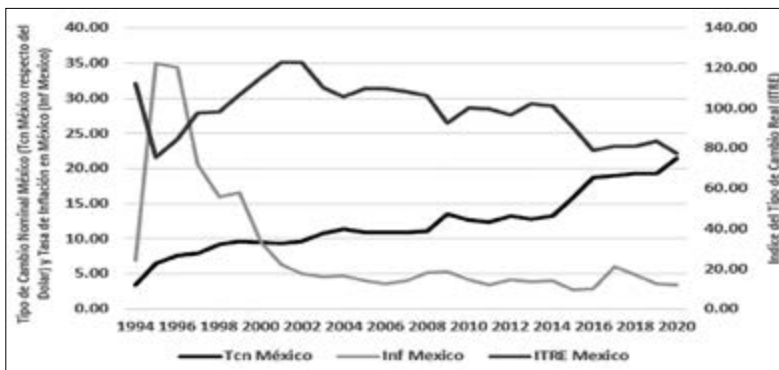
Por lo tanto, ello implicaría que esta relación directa e inversa entre el mayor nivel de apreciación del tipo de cambio real (tipo de cambio nominal anclado) y una menor tasa de inflación de ambos países, corroboraría que el tipo de cambio es el principal mecanismo de transmisión de la inflación. De tal forma que la



dirección de causalidad va desde el tipo de cambio hacia los precios (Mántey, 2010), lo que finalmente explicaría que ambos Bancos Centrales tengan que recurrir con frecuencia a

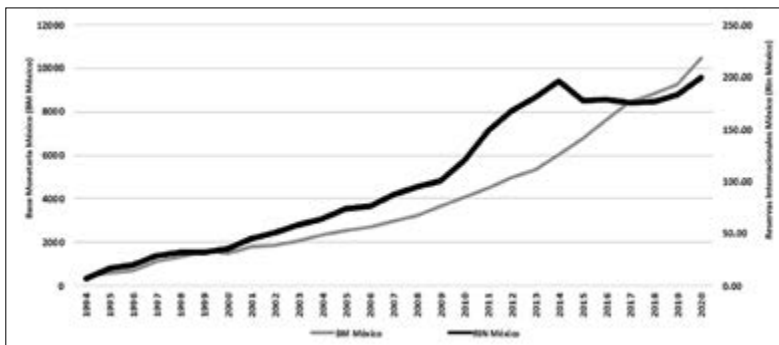
las intervenciones esterilizadas en el mercado cambiario para mantener estable el tipo de cambio nominal y, por tanto, lograr el objetivo de inflación.

Gráfica 2.1. México. Anclaje del Tipo de Cambio



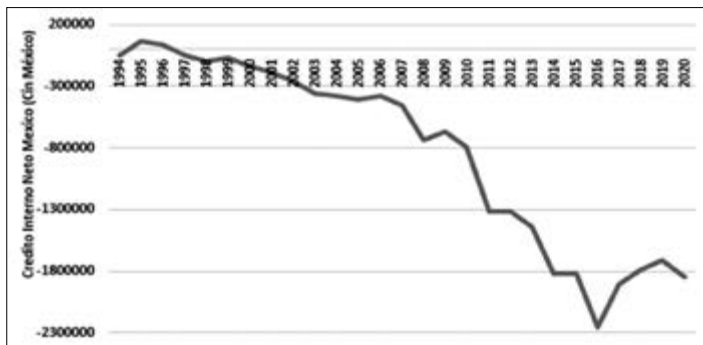
Fuente: Elaboración Propia con base a datos del Banco de México.

Gráfica 2.2. México. Reservas Internacionales, Base Monetaria



Fuente: Elaboración Propia con base a datos del Banco de México.

Gráfica 2.3. México. Crédito Interno Neto

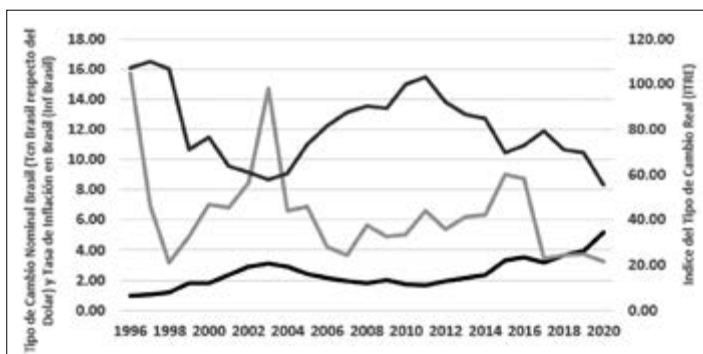


Fuente: Elaboración Propia con base a datos del Banco de México.

A corto plazo, el hecho de tener estabilidad cambiaria y mantener controlado la inflación provocaron dos efectos positivos: 1) disminuyeron las presiones sobre los costos productivos y financieros, y 2) una mejora del balance presupuestal, como resultado de la menor inflación.

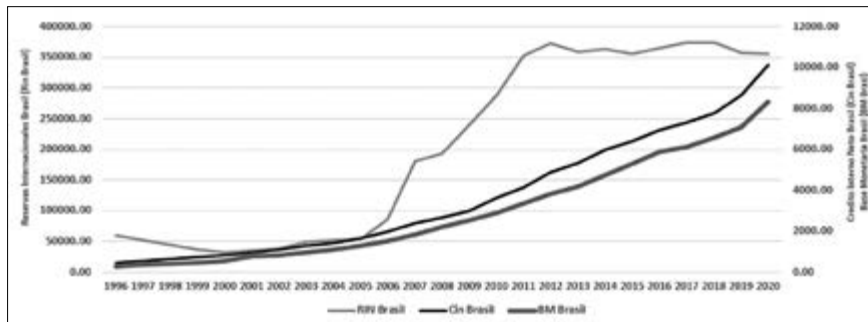
Sin embargo, estos resultados positivos de corto plazo no pudieron sostenerse en el mediano y largo plazo, debido a que la sostenibilidad de tasas de inflación bajas y estables requiere del crecimiento del producto, acompañado de una reducción del déficit de la balanza comercial para lograr la estabilidad cambiaria.

Gráfica 2.4. Brasil. Anclaje del Tipo de Cambio



Fuente: Elaboración Propia con base a datos del Banco Central del Brasil.

Gráfica 2.5. Brasil. Reservas Internacionales, Base Monetaria y Crédito Interno Neto



Fuente: Elaboración Propia con base a datos del Banco Central del Brasil.

En esa línea, la estabilidad monetaria lograda a través del anclaje del tipo de cambio, que presupone la sobreacumulación de reservas internacionales, acompañada de la intervención esterilizada en los mercados cambiarios, es una estrategia utilizada por ambos Bancos Centrales para lograr el objetivo de inflación.

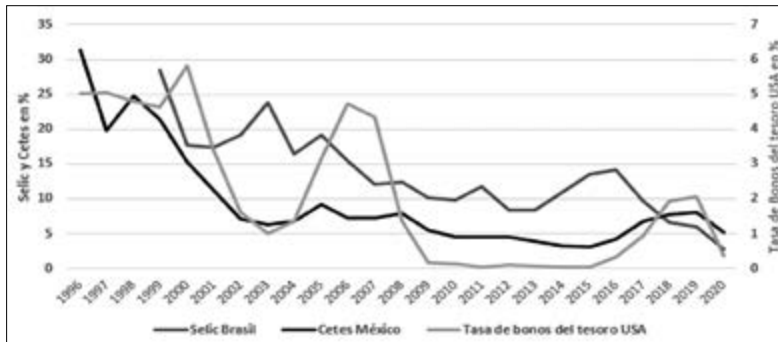
2.2. Estabilidad Monetaria, Bajo Crecimiento Económico y Desequilibrios Externos

En la gráfica 2.13 se muestra los diferenciales de las tasas de política monetaria de México, Brasil y Estados Unidos, podemos advertir que a lo largo del tiempo tienen un parecido

comportamiento y que además existe una relación de equilibrio o de largo plazo entre las mismas.

En la década de los años noventa para ambos países y los primeros años del siglo XXI, el hecho de haber mantenido altas tasas de interés permitía atraer flujos de capital de cartera que provocaban presiones al alza sobre la oferta de la base monetaria. La misma se reflejaba en una caída de la demanda de depósitos en ambos bancos centrales por parte de los bancos comerciales, y acompañado de la contracción de la demanda de efectivo por parte del público, la misma generaría una caída del crecimiento económico en ambos países, tal como se puede visualizar en las gráficas 2.7.

Gráfica 2.6. México y Brasil Diferenciales de Tasas de Interés



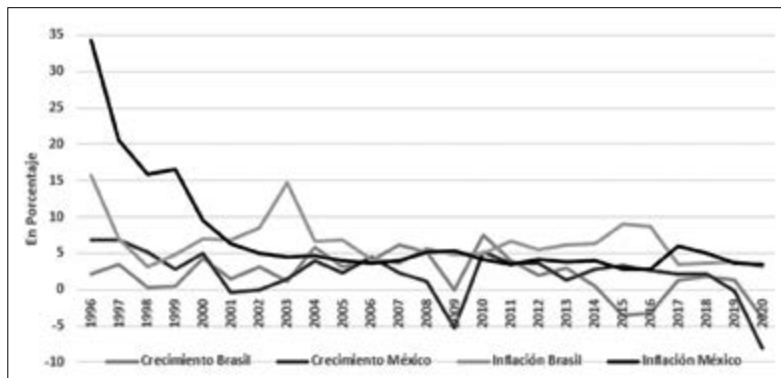
Fuente: Elaboración Propia con base a datos del FMI.

Por otro lado, en la gráfica 2.7 se muestra que México y Brasil, si bien logran el objetivo de inflación, la misma es a costa de un mal desempeño en términos de crecimiento económico y que la misma es fuertemente dependiente, de la sobre-oferta de divisas y de las intervenciones esterilizadas.

Sin embargo, la política de altas tasa de interés retroalimenta las presiones inflacionarias y por lo mismo encarece el crédito para los agentes económicos, y la misma va en

desmedro de variables reales como el crecimiento económico, tal como se muestra en las gráficas 2.8. Por otro lado, la sobreacumulación exacerbada de reservas internacionales (RIN) puede provocar pérdidas de índole financiero al Banco de México y al Banco Central de Brasil, debido al elevado diferencial entre la rentabilidad de sus obligaciones en títulos del Tesoro de Estados Unidos (tasas de interés bajas) y sus obligaciones internas (tasas de interés domésticas altas) (López, Mántey y Panico, 2013).

Gráfica 2.7. México y Brasil Crecimiento Económico e Inflación

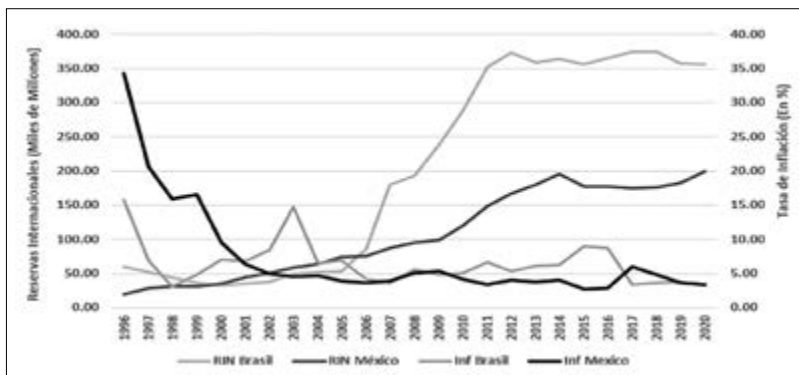


Fuente: Elaboración Propia con base a datos del FMI.

2.3. Miedo a Flotar y las Intervenciones en el Mercado Cambiario

En la gráfica 2.8 se muestra el comportamiento gráfico de las reservas internacionales (RIN) y la tasa de inflación de México y Brasil (Inf), podemos advertir que a lo largo del tiempo las cuatro series económicas tienen un comportamiento parecido. Por ejemplo, las RIN de ambos países tienden a aumentar con el paso del tiempo y por su parte las tasas de inflación tienden a estar en torno al objetivo de inflación y además es claro que las cuatro series económicas guardan una relación de equilibrio o de largo plazo entre las mismas, lo que se conoce comúnmente como series cointegradas.

Gráfica 2.8 México y Brasil Reservas Internacionales e Inflación



Fuente: Elaboración Propia con base a datos del FMI.

En esa línea, Guillermo Calvo y Carmen Reinhart (2002) señalan en respuesta a Obstfeld y Roggoff, el espejismo de los regímenes cambiarios flotantes utilizando el concepto de credibilidad. El compromiso de los bancos centrales con respecto a su política cambiaria, combinado con otras vulnerabilidades, dio origen a la conocida hipótesis del Temor a flotar, la cual admite que “las naciones tienden a preocuparse por el nivel de su tipo de cambio, y, por lo tanto, no están dispuestas a aceptar las fluctuaciones generadas por una flotación totalmente libre” (Calvo y Reinhart, 2002).

Así, muchos países entre los cuales incluimos México y Brasil en realidad no permiten su libre flotación, afectan el comportamiento de su moneda con políticas intervencionistas utilizando

las tasas de interés y las reservas internacionales, sobre todo en las economías emergentes (EE). Por tal motivo las EE son mayormente vulnerables a los choques externos, derivado de la falta de credibilidad de los bancos centrales y el elevado nivel de traspaso del tipo de cambio a los precios (*passthrough*) por la alta dependencia a las importaciones.

Conclusión

En el presente capítulo se presentó como México y Brasil transitaron hacia un régimen de objetivos de inflación ROI, en primera instancia se describió la política monetaria utilizada por el Banxico y el BCB, además se menciona que, en el caso del Banco de México, en 1993, se aplicaron varias reformas a la Constitución con la finalidad de otorgar al Banxico autonomía, con el

objetivo de lograr la estabilidad del poder adquisitivo. En ese sentido, el régimen cambiario fijo se mantuvo hasta 1994, por su parte la crisis del 1994 se optó por aplicar un régimen cambiario de flotación, de esta forma, ya se empezó a pensar en la tasa de interés como el mejor indicador de la postura de política monetaria. Por otro lado, a mediados de 1998, el esquema de política monetaria utilizada por el Banxico, empezó una migración lenta hacia un esquema ROI. Sin embargo, la misma evidencia empírica sugiere que la aplicación del esquema ROI, si bien ha procurado que la tasa de inflación sea estacionaria, pero fue a costa de sacrificar el desempeño de otras variables económicas.

Acápite III. Modelo Econométrico de Objetivos de Inflación para México y Brasil, 1994-2020

3.1. Metodología y Análisis Empírico

La hipótesis de varianza constante de muchas series económicas y financieras se ajusta poco a la realidad. La familia de modelos ARCH y GARCH pretende resolver este problema, y constituyen un intento de conseguir predictores de esa volatilidad utilizando información condicional, en este caso información sobre la estructura del término de error, que

permita llevar a cabo una estimación de la volatilidad de la variable en estudio durante períodos más cortos.

3.2. Modelos de las Familias GARCH

En este apartado daremos a conocer de manera breve los modelos de las familias GARCH que utilizaremos en nuestro trabajo de investigación.

Asimismo, respecto a la utilidad y empleo de los modelos GARCH, existen, por lo menos, dos recopilaciones muy significativas sobre ello. Son las de Bollerslev (1992 y 1994). Con frecuencia, las aplicaciones se han centrado en el campo de la economía financiera y, más concretamente, en la aplicación de teorías tipo de valoración de riesgos en la construcción de carteras de inversión a partir de una conveniente modelización de la volatilidad o varianza de una determinada variable.

Con respecto al modelo 1 del cuadro 1, el premio Nobel de economía Robert Engle (1982) realiza una estimación de la volatilidad de la inflación para el Reino Unido utilizando para los mismos modelos de heterocedasticidad condicional ARCH, con relación a los modelos GARCH (modelo 2, cuadro 1) son capaces de recoger los agrupamientos de volatilidad que se observan en las series de rendimientos financieros, pero no es útil para captar

comportamientos asimétricos ante innovaciones de carácter positivo o negativo.

Respecto a los modelos TGARCH (modelo 3, cuadro 1) podemos afirmar que una desventaja que presenta la especificación GARCH es que impone simetría en los shocks de depreciación cambiaria. El coeficiente del término ARCH () del Modelo GARCH (1,1) del modelo 2, recoge los efectos de los shocks sin distinguir entre el signo de los mismos. Si la varianza condicional de los errores responde de manera distinta a shocks negativos y positivos, se estaría incurriendo en un error de especificación en la especificación GARCH (1,1).

El modelo EGARCH (modelo 4, cuadro 1) El modelo EGARCH-M (1,1) que se utiliza en el presente trabajo de investigación, tiene diversas ventajas sobre los modelos ARCH y GARCH tradicionales. Primero, permite asimetrías en la respuesta de la volatilidad del WTI a los shocks de los precios del WTI. Segundo, a diferencia de los modelos GARCH, el modelo EGARCH, especificado en logaritmo, no impone restricciones de no negatividad sobre los parámetros. Finalmente, modelizar la volatilidad del WTI en logaritmo disminuye el efecto de outlier (observaciones anormales o aberrantes) sobre los resultados de la estimación.

Asimismo, los modelos APARCH (modelo 5, cuadro1) modeliza las potencias de la desviación típica. Originalmente fue propuesto por Taylor (1986) y Schwert (1989) para modelizar las desviaciones típicas y posteriormente fue generalizado por Ding et al. (1993).

Por otro lado, tenemos los modelos NARCH (modelo 6, cuadro1), ARCH no lineales, este modelo posee una curva de impacto de las noticias o innovaciones sobre la varianza condicional que es simétrica. Ahora bien, según los autores, para el caso cuando $\gamma < 2$, la respuesta que tendrá la varianza condicional ante choques extremos será reducida, Higgins y Bera (1995).

Por último, tenemos los modelos Taylor-Schwert GARCH (modelo 7, cuadro1), GARCH, éste modeliza la desviación típica como un proxy de la volatilidad en función de los componentes ARCH y GARCH elevados ambos a la potencia unitaria, Taylor y Schwert (1986 y 1989) y Nelson y Foster (1994).



Cuadro 1. Modelos econométricos de las familias GARCH

| Modelo | Año Autor | Aportación Principal. | Especificación del Modelo |
|--------------------------------------|----------------------------------|---|--|
| Modelo (1) ARCH | Robert Engle | Primera especificación y desarrollo. | $\xi_t = \sigma_t \varepsilon_t$ $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \dots + \alpha_p \varepsilon_{t-p}^2$ |
| Modelo (2) GARCH (1,1) | Bollerslev y Taylor | Método generalizado sin restricciones para la estimación de los parámetros ARCH con infinitos retardos. | $e_t = \sum_{j=0}^{\infty} \rho_j \varepsilon_{t-j}$ $\varepsilon_t \approx (0, \sigma_t^2)$ $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma \sigma_{t-1}^2$ |
| Modelo (3) TGARCH (1,1) | Glosten, Jagannathan y Runkle | Carácter asimétrico de la respuesta a shocks positivos o negativos. | $\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{i=1}^q \gamma_i \varepsilon_{t-i}^2 d_{i,t} + \sum_{i=1}^r \beta_i \sigma_{t-i}^2$ <p>Donde $d_{i,t} = \begin{cases} 1 & \varepsilon_{t-i} < 0 \\ 0 & \varepsilon_{t-i} > 0 \end{cases}$</p> |
| Modelo (4) EGARCH | Nelson | Modelos ARCH para procesos no normales (funciones de densidad exponenciales). Carácter asimétrico de la respuesta a shocks positivos o negativos. | $e_t = \sum_{j=0}^{\infty} \rho_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t$ $\varepsilon_t \approx (0, \sigma_t^2)$ $\ln \sigma_t^2 = \beta_0 + \beta_1 \ln \sigma_{t-1}^2 + \gamma_1 \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}^2} + \varphi_1 \left \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}^2} \right $ $ \beta_1 < 1$ |
| Modelo (5) APARCH | Ding et al | Se propone modelizar un valor potencial de la desviación típica que atienda al máximo de la función de autocorrelación del valor absoluto del proceso. | $\sigma_t^2 = \omega + \sum_{j=1}^p \beta_j \sigma_{t-j}^2 + \sum_{i=1}^q \left\{ \alpha_i \varepsilon_{t-i} - \gamma_i \varepsilon_{t-i} \right\}^2$ |
| Modelo (6) NARCH | Higgins y Bera | Se propone modelizar un valor no lineal ARCH. desarrollado por Bera y Higgins que considera para la varianza condicionada una función similar a la conocida función CES. | $h_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i} ^2 + \sum_{i=1}^q \beta_i h_{t-i}^2$ |
| Modelo (7) Taylor y Schwert-GARCH | Taylor, Schwert, Nelson y Foster | Modeliza la desviación típica en función de los componentes ARCH y GARCH. | $\sigma_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_i \varepsilon_{t-i} + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}$ |

Fuente: Elaboración propia.

3.3. Resultados de Estimación

Se combinarán las metodologías SARIMAX (Autoregressive Integrated Moving Average Exogenous)⁷ y EGARCH

7 Los modelos ARIMA son parte de la metodología habitual de series de tiempo y permiten estudiar el comportamiento

(General Autoregressive Conditional Heteroskedasticity EXPONENTIAL)

de una variable aleatoria a través del tiempo, utilizando sólo la información contenida en la serie histórica de la propia variable. La forma genérica de un modelo ARIMA para una variable X se escribe en la terminología habitual de Box y Jenkins.

tomando como proxy del tipo de cambio real de ambos países, la tasa de variación mensual del tipo de cambio real con información mensual. De este modo se puede estimar tanto la media condicional, como la varianza condicional, a través de métodos de máxima verosimilitud. La modelación de la serie de la tasa de variación mensual del tipo de cambio real inicialmente se desarrolla a través de un proceso SARIMAX que permite predecir el comportamiento de la tasa de variación en cada periodo, basándose en la información contenida en la serie en los periodos anteriores, es decir, en los rezagos de la serie y capturando la estacionalidad de la misma. Así, se obtienen los errores de predicción para cada periodo. La utilización de los modelos de las familias EGARCH, por su parte, permite obtener una serie temporal de la varianza de los errores que sirve como aproximación de la volatilidad cambiaria real.

Comprobado el comportamiento estacionario de los residuos de la variación mensual del tipo de cambio real, que resulta ser un proxy del comportamiento del tipo de cambio real, se estima el modelo SARIMAX para esa variable. Utilizando el paquete estadístico TRAMO-SEATS se identificó un modelo SARIMAX para México (0,1,1) (1,1,2), con lo cual el modelo identifica una diferenciación y un parámetro de media móvil en la parte regular, así como una diferenciación,

un parámetro autorregresivo y de medias móviles en la parte estacional. Mientras para Brasil se identificó un modelo SARIMAX (1,1,1) (2,1,1), con lo cual el modelo identifica una diferenciación y un parámetro de media móvil en la parte regular, así como una diferenciación, un parámetro autorregresivo y de medias móviles en la parte estacional. También el modelo identifica una de serie (*outliers*) de diferente índole (impulso o escalón), a partir de ello se realizó un calibramiento del mismo con la finalidad de mejorar el modelo inicial para el caso de Brasil. Los mejores resultados para el caso de Brasil se obtuvieron para un modelo con una diferenciación tanto en la parte regular como estacional, un componente ar(1), ma(1) en la parte regular y un componente sma(1) y sar(2) en la parte estacional.

La estimación del modelo se presenta en el cuadro 1 para México y cuadro 2 para Brasil, entre otras cosas se puede advertir en ambos modelos para ambos países una alta significancia de las variables, ausencia de correlación en los residuos, estabilidad del modelo SARIMAX y no normalidad en los residuos. Sin embargo, se requiere verificar si la varianza residual de la tasa de variación mensual del tipo de cambio real es constante en el tiempo, para lo cual se incluye en los cuadros 1 y 2 el estadístico para la prueba de efectos ARCH, que evalúa si la varianza de los



residuos, ϵ_t , es constante. La prueba indica que se rechace la hipótesis nula de existencia de un proceso con varianza constante tanto para México y Brasil, en vista de lo cual se puede modelar el proceso de varianza.

Cuadro 1. Modelo Sarima para la tasa de depreciación cambiaria en México (1994-2020)

| Modelo | Ecuación | |
|-----------------------------|---|--|
| Modelo Sarimax | $D \log (TCR, 1, 12) = 0.2345 - 0.87 Ma(1) - 0.54 ma(24) + 0.67 Sar(12) + \epsilon_t$ Estadístico - t (4.21) (-6.67) (-3.51) (-3.61) | |
| Estadísticos de diagnostico | R ² : 0.8734 Log likelihood: 143.3476 Schwarz criterion: -3.7623 Jarque-Bera Test (p-value): 0.9876 Número de observaciones: 324 | Breusch-Godfrey Correlation LM Test (p-value): 0.6542 Akaike info criterion: -2.5236 Durbin-Watson: 1.8734 Arch LM Test (p-value): 0.0003 |

Fuente: Elaboración propia.

Cuadro 2. Modelo Sarima para la tasa de depreciación cambiaria en Brasil (1996-2020)

| Modelo | Ecuación | |
|-----------------------------|---|--|
| Modelo Sarimax | $D \log (TCR, 1, 12) = 0.2345 - 0.42 Ar(1) - 0.43 Ma(1) + 0.98 Sar(24) + 0.76 Sma(12) + \epsilon_t$ Estadístico - t (2.45) (-3.43) (+4.21) (+2.45) (+4.21) | |
| Estadísticos de diagnostico | R ² : 0.8762 Log likelihood: 343.456 Schwarz criterion: -5.5241 Jarque-Bera Test (p-value): 0.9872 Número de observaciones: 324 | Breusch-Godfrey Correlation LM Test (p-value): 0.0923 Akaike info criterion: -2.5467 Durbin-Watson: 1.9823 Arch LM Test (p-value): 0.0234 |

Fuente: Elaboración propia.

Asimismo, también se muestra en la gráfica 3 los correlogramas. Por otro lado, en la gráfica 4 se muestran las funciones impulso respuesta para México y Brasil que en un modelo ARMA, correctamente especificado, teóricamente se espera que la respuesta ante una innovación desaparezca en forma asintótica, es decir que tienda a cero en un horizonte

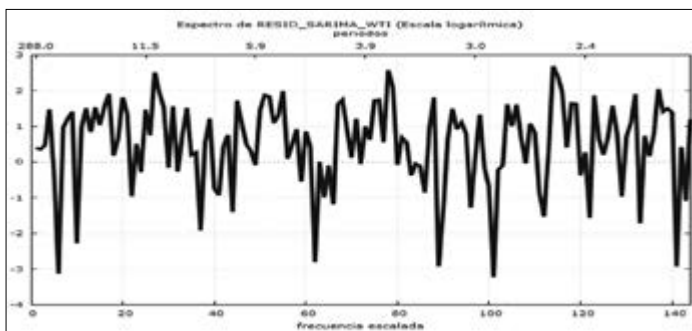
de corto plazo, esto es un indicador de que el modelo es estacionario. En tanto el impulso respuesta acumulado deberá tender al valor de largo plazo de la variable que se está modelando, también en un horizonte de corto plazo.

Asimismo, con respecto a las gráficas 1 y 2 este calcula y presenta

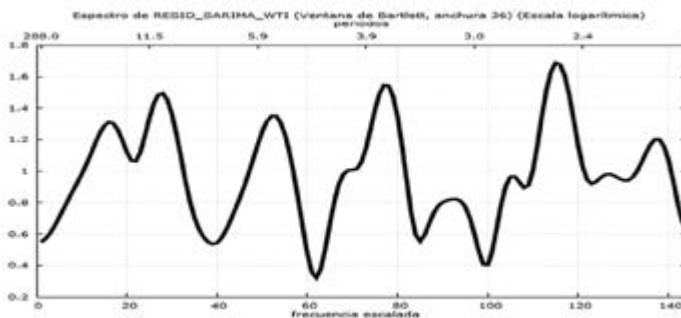
el espectro de la variable residuos del modelo *SARIMAX* tanto para México y Brasil. Sin la opción (*Barlett*) se ofrece el periodograma muestral: con dicha opción. Se utiliza una ventana de retardos de Barlett de longitud $2(T)^{0.5}$ (donde T es el tamaño muestral para estimar el espectro). Ahora

cuando se presenta el periodograma de medias móviles muestral, también se proporciona un contraste t sobre integración fraccional de la serie “*residuos del Sarimax*” (memoria larga), donde la hipótesis nula es que el orden de integración es cero.

Gráfico 1. Periodograma de los residuales del modelo SARIMAX (Arriba) y Ventana de espectros de Bartlett (Abajo) para México

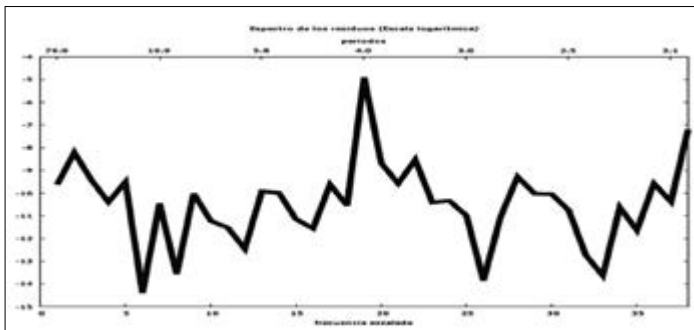


Contraste GPH de integración fraccional ($m = 32$)
 Orden de integración estimado = 0.0704462 (0.136396)
 Estadístico de contraste: $t(24) = 0.666453$, con valor $p = 0.763452$
 Estimador local de White ($m = 32$)
 Orden de integración estimado = 0.0602254 (0.0980581)
 Estadístico de contraste: $z = 0.622201$, con valor $p = 0.7063$

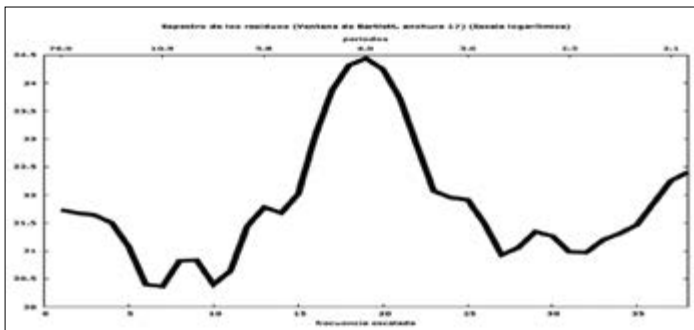


Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 2. Periodograma de los residuales del modelo SARIMA (Arriba) y Ventana de espectros de Bartlett (Abajo) para Brasil

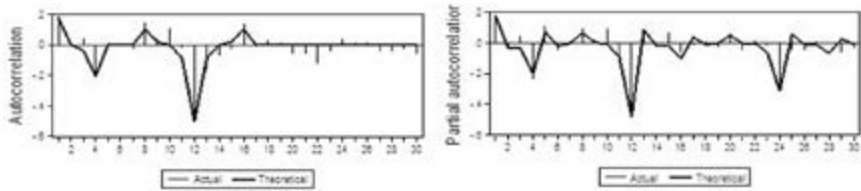


Contraste GPH de integración fraccional (m = 25)
 Orden de integración estimado = 0.458712 (0.234584)
 Estadístico de contraste: $t(23) = 1.13337$, con valor $p = 0.4324$
 Estimador local de White (m = 25)
 Orden de integración estimado = -0.725394 (0.1)
 Estadístico de contraste: $z = -0.87234$, con valor $p = 0.1342$

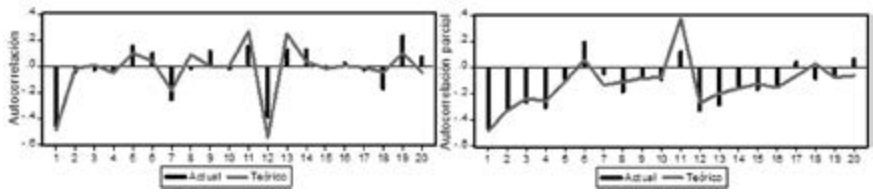


Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 3
Correlograma del modelo Sarima México

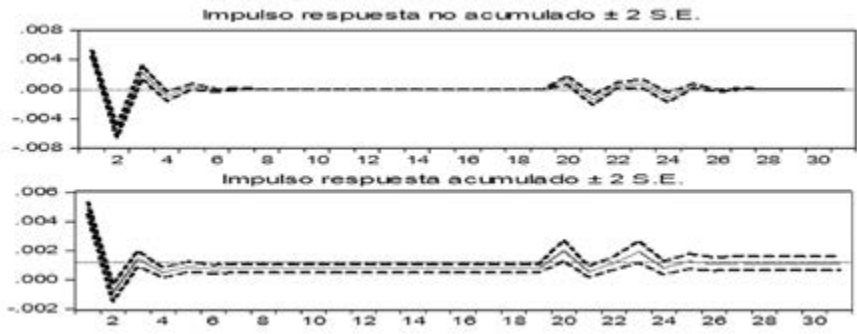


Correlograma del modelo Sarima Brasil

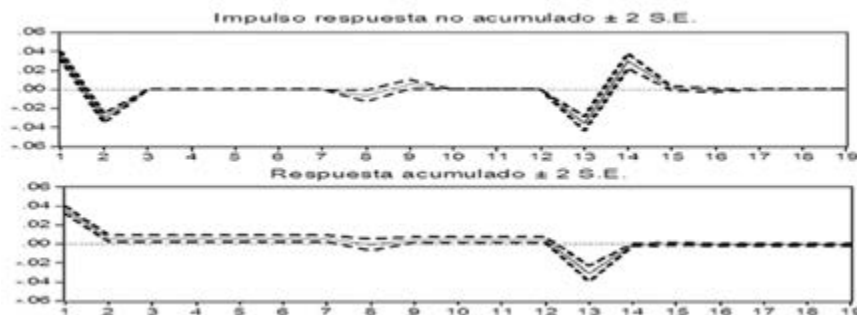


Fuente: Elaboración propia.

Gráfica 4
Estabilidad del Modelo SARIMA (FIR acumulado y sin acumular) México



Estabilidad del Modelo SARIMA (FIR acumulado y sin acumular) Brasil



Fuente: Elaboración propia.

En este caso en la gráfica 4 de las funciones impulso respuesta tanto para México y Brasil, podemos advertir que la respuesta acumulada y sin acumular de la tasa de variación mensual del tipo de cambio real debido al impulso de un shock equivalente al valor de una unidad de desviación estándar de la innovación, es positivo, estadísticamente significativo y además desaparece en forma asintótica en un lapso no más de 12 meses en promedio para México y 14 meses para Brasil.

Sin embargo, hay que recordar que el estadístico para la prueba de efectos ARCH, que evalúa si la varianza de los residuos, et del modelo *Sarimax* del cuadro 1 y 2, es constante. La prueba indica que se rechace la hipótesis nula, en vista de lo cual se puede modelar el proceso de varianza condicional para los residuos por medio de modelos autorregresivos con heterocedasticidad condicional (ARCH) y así tendríamos una estimación de la volatilidad cambiaria real.

3.4. Resultados de estimación de la volatilidad cambiaria real familias GARCH

Cuadro 3 . Modelos estimados para la ecuación de la varianza

| Modelo | Ecuación ⁸ |
|---|--|
| Modelo (1) Arch (1) México | $\sigma_t^2 = 6.4354 + 0.75\varepsilon_{t-1}^2 - 1.34Trend$ (2.54) (2.04) (-2.81) |
| Modelo (2) Arch (1) Brasil | $\sigma_t^2 = 0.762 + 0.52\varepsilon_{t-1}^2 - 2.01Trend$ (2.23) (3.43) (-2.54) |
| Modelo (3) Garch (1,1) México | $\sigma_t^2 = 0.0432 + 0.34\varepsilon_{t-1}^2 + 0.23\sigma_{t-1}^2 - 1.54Trend$ (2.21) (2.02) (-2.12) (-2.02) |
| Modelo (4) Garch (1,1) Brasil | $\sigma_t^2 = 2.3481 + 0.45\varepsilon_{t-1}^2 + 0.42\sigma_{t-1}^2 - 0.32Trend$ (3.01) (2.97) (1.82) (-2.32) |
| Modelo (5) Tgarch (1,1) México | $\sigma_t^2 = 0.0042 + 0.12\varepsilon_{t-1}^2 + 0.26\varepsilon_{t-1}^2 d_{t-1} + 1.34\sigma_{t-1}^2 - 0.91Trend$ (1.32) (2.65) (2.76) (1.87) (-2.11) |
| Modelo (6) Tgarch (1,1) Brasil | $\sigma_t^2 = 2.3526 + 0.32\varepsilon_{t-1}^2 + 0.98\varepsilon_{t-1}^2 d_{t-1} + 0.11\sigma_{t-1}^2 - 1.36Trend$ (2.46) (2.34) (2.26) (1.89) (-2.54) |
| Modelo (7) EGarch México | $\ln\sigma_t^2 = 2.54 + 3.12\ln\sigma_{t-1}^2 + 1.32\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}^2} - 0.54\left \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}^2}\right - 2.79Trend$ (2.02) (2.76) (3.21) (-1.81) (-2.87) |
| Modelo (8) EGarch Brasil | $\ln\sigma_t^2 = 12.54 + 0.32\ln\sigma_{t-1}^2 + 0.81\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}^2} + 0.61\left \frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}^2}\right - 0.76Trend$ (2.23) (-3.01) (2.01) (2.51) (-1.75) |
| Modelo (9) Parch México | $\sigma_t^{0.21} = 1.654 + 1.23\sigma_{t-1}^{0.21} + \{0.32 \varepsilon_{t-1} - 0.33\varepsilon_{t-1}\}^{0.21} - 0.87E - 05tend$ (2.24) (1.03) (1.01) (-2.56) (-1.42) |
| Modelo (10) Parch Brasil | $\sigma_t^{0.41} = 2.543 + 0.65\sigma_{t-1}^{0.41} + \{0.87 \varepsilon_{t-1} - 1.73\varepsilon_{t-1}\}^{0.41} - 3.51E - 03tend$ (1.98) (3.61) (2.43) (-1.98) (-2.87) |

Fuente: Elaboración propia del autor, () estadístico Z

8 La variable explicada en todos los modelos del cuadro 2, se refiere a la volatilidad condicional del tipo de cambio estimado con los distintos modelos de las familias ARCH.

Los modelos han sido estimados para el período muestral que abarca para los períodos entre 1994-2020 y 1996-2020 para México y Brasil, respectivamente.

La estimación se ha realizado utilizando el método de la máxima verosimilitud, suponiendo que una distribución de errores generalizados, de acuerdo con la propuesta de Nelson (1991) teniendo en cuenta que no puede admitirse que los datos considerados estén normalmente distribuidos. La estimación de los modelos (1) para México y modelo (2) para Brasil (veáse cuadro 3) se realizaron por medio del *método del quasimáximo de verosimilitud*. Se puede ver que los parámetros estimados β_{QMV} son significativos, ya que tienen una Z-estadístico mayor a dos en valor absoluto, también en el mismo modelo ARCH (1) se puede advertir que se cumple el supuesto estacionariedad débil del proceso para ambos países. Al mismo tiempo, los resultados nos señalan que el mejor modelo que se ajustó a la información mensual fue un modelo ARCH(1) ya que éste presentó en valor absoluto los valores más grandes de criterios estadísticos⁹ no paramétricos, como el

criterio de información Akaike (AIC) y el de Schwarz (SCH) con relación a otros procesos ARCH de distinto orden.

Por otro lado, los resultados enmarcados en el cuadro 3 (modelo 3 y 4) muestran que el proceso GARCH (1,1) fue significativo para la mayoría de los parámetros de ambos países, utilizando un nivel de significancia del Z-estadístico mayor a dos en valor absoluto. De igual manera podemos apreciar que se cumple la condición de estacionariedad débil del proceso GARCH (1,1) -M ($\Sigma\alpha_1 + \gamma_1 < 1$), y la misma sugiere que la volatilidad cambiaría real tanto en México y Brasil, tiende a disminuir con el paso del tiempo, que la misma puede explicarse por la utilización de la intervención esterilizada en los mercados cambiarios que utiliza con frecuencia el Banco de México y el Banco Central de Brasil para mitigar fundamentalmente depreciaciones no deseadas, y así lograr oportunamente el cumplimiento de la meta de inflación, pero no evitando así la apreciación cambiaria real.

Asimismo, los resultados enmarcados en el cuadro 3 (modelos 5 y 6) muestran que el proceso TGARCH (1,1) fue significativo en la mayoría de los parámetros de ambos países, utilizando un nivel de significancia

9 Con criterios estadísticos no paramétricos nos referimos al criterio de Schwarz y Akaike, entre otros los cuales son criterios que nos permiten seleccionar entre dos o más modelos. En el caso de los modelos ARCH se estimaron modelos ARCH (1), ARCH (2), ARCH (3) y ARCH (4) y derivado

de los resultados se seleccionó el modelo ARCH (1).

del Z-estadístico mayor a dos en valor absoluto.

Además, se puede argumentar que tanto para México y Brasil el componente *Threshold* ($\varepsilon_{t-1}^2 \times d_{t-1}$) > 0, ello implica que existe efecto leverage y/o apalancamiento y si este *Threshold* ($\varepsilon_{t-1}^2 \times d_{t-1}$) es distinto de cero sugeriría la existencia de efectos asimétricos de la depreciación cambiaría sobre la volatilidad del tipo de cambio. Es decir que la volatilidad cambiaría real en México y Brasil¹⁰ ha tendido a incrementarse más cuando el tipo de cambio real supera las expectativas que cuando ésta es menor a la esperada. Ahora con relación al componente ε_{t-1}^2 resulta significativo para México y no así para Brasil y su signo nos confirmaría, en el caso de México, que los choques positivos tienen un efecto también positivo sobre la varianza condicional del tipo de cambio real. Mientras para el caso de Brasil, la conclusión sería de forma similar sobre la varianza condicional del tipo de cambio real y si sumamos los componentes ($\varepsilon_{t-1}^2; \varepsilon_{t-1}^2 \times d_{t-1}$) tendremos el efecto de los choques negativos.

Asimismo, en el cuadro 3, los modelos 7 y 8 muestran que el proceso EGARCH fue significativo para

el periodo de análisis en la mayoría de los casos para ambos países, utilizando un nivel de significancia del Z-estadístico mayor a dos en valor absoluto. Ahora con relación al componente $\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}^2}$ como es distinto de cero en ambos modelos (3 y 4) tanto para México y Brasil, nos afirma que primero, los shocks son asimétricos, luego como es significativo y con signo positivo para México y Brasil, implica que shocks positivos de variaciones del tipo de cambio real tienen un impacto mayor sobre la volatilidad cambiaria real que shocks negativos de la misma magnitud.

Dicho de otra forma, la volatilidad del tipo de cambio real podría incrementarse mas, cuando el tipo de cambio real supere las expectativas, que cuando este adopta un valor menor al esperado, Por lo tanto, en todos los modelos simétricos y asimétricos de volatilidad del tipo de cambio real mencionados en el cuadro 3, se puede concluir que a medida que ha pasado el horizonte de pronóstico, el tipo de cambio real se ha apreciado en mayor magnitud en ambos países, acentuándose desde el 2002 en adelante en el caso de México y 2009 en el caso de Brasil, a su vez la volatilidad del tipo de cambio real habría permanecido controlado con tendencia a la baja que la misma es corroborado por el signo y la significancia de los parámetros de los modelos de volatilidad condicional estocástica y por el signo de la *dummy*

10 En el caso de México el componente *Threshold* es significativo ya que tiene un estadístico Z mayor a dos en valor absoluto y no así en Brasil.



de tendencia presente en cada uno de los modelos. Por último, aceptando de que existe efectos asimétricos del tipo de cambio real sobre su misma volatilidad, por lo tanto se estaría demostrando la hipótesis principal de la tesis de investigación que la aplicación del ROI en México y Brasil para lograr el objetivo de inflación, se

debe en gran medida a la aplicación recurrente de la intervención en los mercados cambiarios, fruto de una sobreacumulación de reservas internacionales, con la finalidad de tener un control sobre el tipo de cambio nominal, pero la misma no evitaría la apreciación del tipo de cambio real en México y Brasil.

Cuadro 4. Estadísticos de diagnóstico de los modelos estimados

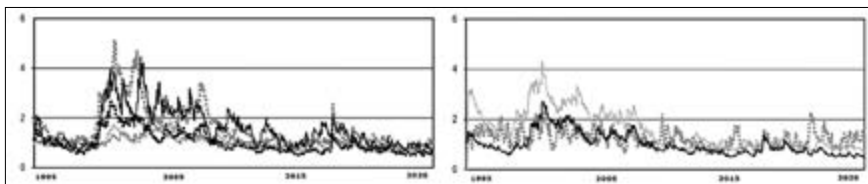
| Modelo | Akaike | Schwarz | HannanQuinn | R ² | Arch-Pvalue | Theil |
|---------------|--------|---------|-------------|----------------|-------------|-------|
| México | | | | | | |
| TGarch | -6.98 | -5.73 | -5.99 | 0.89 | 0.12 | 0.002 |
| Parch | -6.32 | -5.12 | -5.21 | 0.76 | 0.32 | 0.004 |
| Brasil | | | | | | |
| TGarch | -5.43 | -5.32 | -6.21 | 0.81 | 0.31 | 0.003 |
| Parch | -5.91 | -5.98 | -6.87 | 0.87 | 0.34 | 0.005 |

Fuente: Elaboración propia.

Tal y como se observa, según los criterios estadísticos no paramétricos Akaike y Schwarz, los modelos con mejor ajuste dentro de la muestra en el cuadro 4, es el modelo asimétrico TGARCH para México y el modelo asimétrico PARCH para Brasil. La diferencia entre los modelos TGARCH (asimétrico) y el modelo PARCH (asimétrico), se debe a que el TGARCH toma en cuenta la posible existencia de asimetría en los shocks del tipo de cambio real.

Por su parte, como se mencionó, los modelos asimétricos como el PARCH permite que la varianza condicional de los errores contenga información de la posible asimetría producida por el “efecto apalancamiento” al capturar el efecto más fuerte que tienen los rendimientos negativos en la volatilidad en su respectiva potencia. Por ejemplo, el modelo TGARCH o ARCH por umbrales de (Zakoian, 1990) y (Glosten, Jagannathan y Runkle, 1993).

Gráfico 5. Volatilidad estocástica con los otros modelos estocástica del tipo de cambio real en México (Izquierda) y Brasil (Derecha)

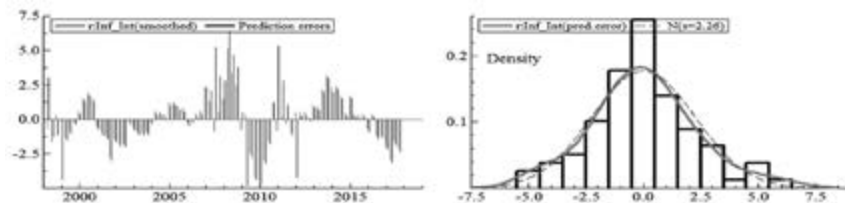


Fuente: Elaboración propia.

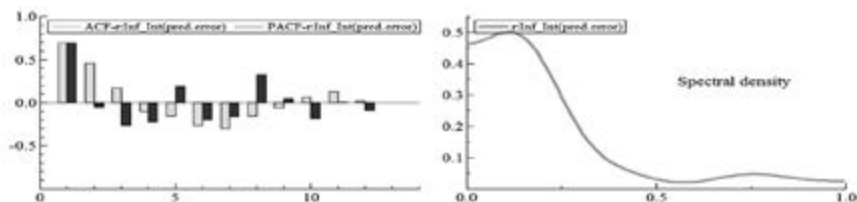
En la gráfica 5 se puede advertir los distintos sucesos económicos y sociales que han provocado un alza y/o baja en la volatilidad del tipo de cambio real de México y Brasil con los modelos de volatilidad estocástica elegidos para ambos países de acuerdo a la minimización de los criterios estadísticos no paramétricos adecuados y en la gráfica 6 se puede visualizar los distintos gráficos de volatilidad del tipo de cambio real con los otros modelos de volatilidad estocástica, es bien claro en la misma que en ambos países se acentúa la mayor apreciación del tipo de cambio real y su respectiva volatilidad

permanece controlada, con una leve inclinación a la baja a medida que pasa el horizonte de pronóstico. Un factor en común, es que es evidente la mayor apreciación del tipo de cambio real en ambos países, acentuándose en México después del 2003 y en el caso de Brasil después del 2008, la misma es acompañado por un comportamiento estable con tendencia hacia la baja de la volatilidad cambiaria real de ambos países. Por otro lado, en la gráfica 6 se muestra el comportamiento de los términos de perturbación de los modelos de volatilidad estocástica elegido.

Gráfica 6. Predicción de errores (izquierda); estimación de Kernell (derecha)



Función de autocorrelación (izquierda); función de autocorrelación parcial (izquierda) y densidad espectral (derecha) de los modelos de volatilidad del tipo de cambio real



Fuente: Elaboración propia.

Por ejemplo, tenemos el caso de la crisis del tequila, que debido a los hechos políticos, sociales y económicos asociados a 1994, dieron lugar a una triple crisis, es decir, a una crisis financiera, cambiaria y bancaria para fines de 1994. Un común denominador para la crisis de ese año, es que se debió fundamentalmente al mantenimiento de un ancla cambiaria que sobrevalúo en demasía la moneda, (Mántey, 2009). Por lo mismo para diciembre de 1994 se vino la devaluación del peso mexicano y ello aunado a los bajos niveles de reservas internacionales y la creciente movilidad de los flujos internacionales de capital que sucedía alrededor de 1994, las autoridades monetarias de México estaban viendo conveniente trabajar sobre la base de un régimen de flotación libre y el génesis del marco de política monetaria de metas explícitas de inflación. Asimismo, a finales de diciembre de 1994 el tipo de cambio se comportó de manera muy volátil, dado que en noviembre se mantenía en 3.4386 pesos por dólar y finaliza el

año con 4.9950 pesos por dólar, con una devaluación de 45.37% respecto al mes anterior. Mientras que en el mes de enero de 1995 alcanzó un valor de 5.90 pesos por dólar, en ese momento su devaluación fue de 89.99% respecto al año anterior (Banxico, 1994).¹¹

Asimismo, tenemos otros periodos de volatilidad para la última década del siglo XX, por ejemplo, el de los años 1997, 1998 y 1999, que las mismas pueden atribuirse a la crisis de los tigres asiáticos sucedido a mediados de 1997, a la crisis de la deuda rusa en 1998 y el efecto samba (crisis del real brasilero) en 1999. Por otro lado, los periodos de alta volatilidad en los años 2000 y 2001, pueden deberse en gran medida, a la desaceleración de la economía americana (recesión) a través del denominado *crisis de las empresas punto com* y el efecto adverso que tuvo la misma sobre variables

11 A partir de 1993 se quitaron tres ceros a la moneda mexicana y se le dominó nuevos pesos (Banxico, 1993).

reales, generando incertidumbre. También, se puede advertir que los años 2005, 2006 y 2007 son periodos de volatilidad controlada.

Nuevamente para mediados del 2008, 2009 y 2010 se observan agrupamientos de una elevada volatilidad cambiaria, la génesis de la misma es la crisis de las hipotecas *subprime* que se inició en Estados Unidos y que contagio a una buena parte de países a nivel mundial. Aunado la crisis griega del 2010 termina provocando incertidumbre en el ritmo de depreciación cambiaria acompañado de una elevada volatilidad. Por el lado del mercado financiero mexicano, los flujos de capital se contrajeron de forma significativa, y la misma dio lugar a una alta volatilidad del tipo de cambio¹². Teniendo en consideración los riesgos que, para la estabilidad del sistema financiero, tiene un mercado cambiario altamente volátil, la Comisión de Cambios en México llevó a cabo diversas acciones para proveer de liquidez al mercado cambiario, y de esta manera asegurar

su buen funcionamiento. Por último, la agudización de los problemas financieros en la Zona Euro y el deterioro de las expectativas de crecimiento para la economía mundial generaron, de nueva cuenta, presiones sobre el tipo de cambio en los últimos meses del 2011 y el segundo trimestre del 2012, por lo mismo la moneda mexicana se ubicó por encima de los 14.0 pesos por dólar. Por lo mismo, como se ha documentado en la literatura, el exceso de volatilidad del tipo de cambio genera incertidumbre, lo que va en desmedro en la toma de decisiones vinculados con el comercio y la inversión, al crear riesgos para las empresas e individuos en el sector privado, Benavides y Capistrán (2009). Asimismo, en países subdesarrollados, se ha verificado que mantener tipos de cambio en desequilibrio da lugar a fuertes devaluaciones.

Asimismo, tras la crisis financiera estadounidense los flujos de capital a las economías emergentes se acentuaron. En esa línea, sus tipos de cambio se apreciaron durante 2010 y 2011, e incluso en México durante el 2013. No obstante, la normalización en la política monetaria estadounidense ha traído consigo periodos de continua volatilidad financiera internacional en determinados periodos, aunado a la posibilidad de que el tratado de libre comercio de América del Norte en ese entonces pueda ser renegociado, así como la vulnerabilidad de las finanzas públicas de México y el débil crecimiento económico, entre otras

12 Para septiembre de 2008 el peso mexicano frente al dólar americano muestra alta volatilidad, cuando se cotizó en 10.9814 pesos por dólar, que representa una devaluación de 6.77% respecto al mes anterior, en diciembre se incrementa a 14.3097 pesos, hasta alcanzar 15.365 pesos por dólar el 3 de marzo de 2009, con una devaluación de 40.52% con respecto al mismo mes del año anterior (Banxico, 2008).



cosas, han afectado de forma especial al peso. En esa línea, al cierre de 2016, el real brasileño se había apreciado frente al dólar estadounidense un 17.8% respecto del cierre del año previo y el rand sudafricano lo hacía en 11.4%, en tanto, el peso mexicano retrocedía 19.9 por ciento.

Ante la volatilidad cambiaria, el 17 de febrero de 2016, el Banco de México (Banxico) incrementó 50 puntos base su tasa de interés de referencia para ubicarla en 3.75%. Asimismo, suspendió los mecanismos vigentes de subastas de dólares. La autoridad monetaria mexicana argumentó que el entorno externo que enfrentaba el país se había deteriorado afectando con ello las finanzas públicas y un deterioro de la cuenta corriente.

Asimismo, la autoridad monetaria de México, acepto en ese entonces que la probabilidad de que la esperanza futura de la inflación no estuviese alineada con su meta que se había elevado, por lo cual se aceptó aumentar la tasa de interés de política monetaria de México. También explicó que esa medida no implicaba un ciclo de incrementos continuos en su tasa, pero que estaría atento a los determinantes de la inflación de corto y mediano plazos, al tipo de cambio y a su posible traspaso a los precios, a la política monetaria de Estados Unidos y a la evolución de la brecha del producto (Banxico, 2018).

Ahora con relación al caso de Brasil se puede advertir los distintos sucesos económicos y sociales que han provocado un alza y/o baja en la volatilidad cambiaria real. Tenemos el de los años 1997 y 1998, que las mismas pueden atribuirse a la crisis de los tigres asiáticos sucedido a mediados de 1997, a la crisis de la deuda rusa en 1998 y el efecto samba (crisis del real brasileño) en 1999, y se puede advertir como estas tres crisis están interrelacionada entre sí, explicadas en parte por el flujo comercial que tiene Brasil con esos países. Por otro lado, los periodos de alta volatilidad de principios del siglo XXI años 2001, 2002 y 2003, pueden deberse en gran medida, a la desaceleración de la economía americana (recesión) a través del denominado crisis de las empresas *punto com* y el efecto adverso que tuvo la misma sobre variables reales, generando incertidumbre.

Nuevamente para mediados del 2008, 2009 y 2010 se observan agrupamientos de una elevada volatilidad cambiaria real, la génesis de la misma es la crisis de las hipotecas *subprime* que se inició en Estados Unidos y que contagió a una buena parte de países a nivel mundial. Aunado a ello la crisis griega del 2010. Por último, para después del 2016, tenemos la continua depreciación de la moneda mexicana y la moneda brasilera respecto del dólar americano.

Asimismo, en la gráfica nro. 7, se puede advertir la relación que existe entre la evolución en niveles de los precios del petróleo (WTI) y la volatilidad estocástica para el caso de México, la misma es importante analizarla, debido a que la mezcla

mexicana guarda una estrecha relación con los precios del WTI y la misma es una variable fundamental en el volumen de reservas internacionales del Banco de México y la utilización de las mismas en la intervención esterilizada en los mercados cambiarios.

Gráfica 7. Volatilidad estocástica México (izquierda) y los precios del petróleo – West Texas Intermediate (derecha)



Fuente: Elaboración propia.

Conclusión

En el presente acápite se presentó inicialmente la revisión de la literatura empírica del régimen de objetivos de inflación para el caso de México y Brasil. Seguidamente se ha estimado dos familias de modelos econométricos para probar la hipótesis, los modelos *Sarimax* y *Egarch*. En la *primera familia de modelos*, la variable dependiente en ambos países es el tipo de cambio real en primeras diferencias logarítmicas de ambos países en función de

varios componentes autoregresivos, de medias móviles y componentes AR y MA estacionales incluyendo en la misma *dummies de pulso* para poder capturar hechos económicos importantes que afectaron a ambos países en diferentes periodos de tiempo.

Los modelos *Sarimax* estimados para ambos países cumplen con todas las pruebas de diagnóstico econométrica y un hecho que llama la atención es la *presencia de*

efectos ARCH en ambos modelos econométricos, denotando de esta forma que no sólo se debe modelar el primer momento estadístico respecto del tipo de cambio real de ambos países, sino que también se debe modelar el segundo momento estadístico (la volatilidad del tipo de cambio real) y asimismo dando una primera señal que el tipo de cambio real en ambos países hubiese sufrido cambios en su nivel a través del tiempo.

Entonces, en esa línea se estima la *segunda familia de modelos de las familias Egarch*, que básicamente anida a cinco sub modelos de volatilidad condicional estocástica (ARCH; GARH; TGARCH, EGARCH y PARCH), y a la conclusión que se arribaron, es que inicialmente con los modelos simétricos de volatilidad condicional (ARCH y GARCH) para ambos países, el tipo de cambio real de ambos países tiende a apreciarse a medida que pasa el tiempo (horizonte de tiempo de adopción del régimen de objetivos de inflación). Además, la volatilidad del tipo de cambio real tiende a declinar a medida que pasa el tiempo. Estos dos aspectos son confirmados por la suma y magnitud numérica de los coeficientes de los modelos de volatilidad condicional simétrica (los parámetros son menores a la unidad) y la misma es apoyada por el signo negativo que presenta la *dummy de tendencia*.

Además, económicamente se cumple con el supuesto de estacionariedad débil del proceso y a diferencia de la primera familia de modelos (Sarimax) los términos de error en su mayoría cumplen con las propiedades de esfericidad. Este resultado es interesante, ya que demostraría y confirmaría en términos macroeconómicos que tanto el Banco de México BANXICO como el Banco Central de Brasil BCB, han logrado controlar las tasas de inflación en ambos países en torno a una banda previamente establecida de un objetivo de inflación, pero la misma ha sido a costa de intervenir de manera recurrente en los mercados cambiarios, acompañado de una mayor apreciación del tipo de cambio real a través del tiempo.

A su vez también se estiman modelos de volatilidad condicional de carácter asimétrico (TGARCH, EGARCH y PARCH), de manera inicial se confirma con los últimos tres modelos que en ambos países existen efectos asimétricos del tipo de cambio real sobre su respectiva volatilidad.

En conclusión, el manejo *ad hoc* de la política monetaria de objetivos de inflación en economías en vías de desarrollo, se fundamenta en que la estabilidad del tipo de cambio nominal y el elevado diferencial de tasas de interés atrae nuevos flujos de capitales que terminan por apreciar el tipo de cambio real (López González y Basilio,

2019). Ello a su vez necesita de una inyección de sobreoferta de reservas internacionales disponible para poder intervenir en el mercado cambiario y mantener el tipo de cambio nominal en la dirección deseada de la autoridad monetaria, dada la apreciación del tipo de cambio real.

Conclusión general

El presente documento de investigación toma como hipótesis central que los Bancos Centrales de países en vías de desarrollo como México y Brasil han intervenido los mercados cambiarios para mantener fijo el tipo de cambio nominal y así lograr la estabilidad de precios, pero no pudiendo evitar la apreciación del tipo de cambio real en el tiempo por lo que una vez concluido, estamos en condiciones de discernir las conclusiones a las cuales se ha arribado en cada capítulo.

En el primer acápite se hizo un hincapié en el Modelo Macroeconómico de Objetivos de Inflación ROI, el Modelo de Objetivos de Inflación aplicando índice de condiciones monetarias que a su vez contiene, describiendo por un lado sus fundamentos teóricos y las condiciones iniciales del modelo teórico de objetivos de inflación. En la segunda y tercera sección se describe las limitaciones teóricas y prácticas del régimen de objetivos de inflación aplicados en economías en vías de

desarrollo. Por otro lado, se hizo explícita, la vertiente entre ROI rígidos y flexibles con sus diferentes índices de medición del objetivo. Asimismo, se hizo explícito los mecanismos de transmisión de la política monetaria.

Por otro lado, el modelo ROI es un modelo heterogéneo tanto en la teórica y en la práctica. En la teoría existen modelos rígidos y modelos elásticos, para economías abiertas y cerradas. Mientras que de manera empírica la diferencia radica en el instrumento utilizado para afectar en la economía y en el objetivo, en algunos casos dual, en otros sólo la inflación, no obstante, difieren de manera parcial en el índice utilizado como objetivo y en la medición.

La segunda limitación está relacionada con el hecho de una elasticidad de los flujos internacionales de capital debido a los diferenciales de interés que se asume en el modelo ROI. En la práctica, este supuesto no se verifica, más por el contrario varias investigaciones empíricas llegan a la conclusión del rechazo de la Paridad Descubierta de Tasas de Interés (Mántey, 2011). Por otro lado, si bien la Regla de Taylor no toma en cuenta al tipo de cambio como un factor de inflación, algunos modelos de objetivos de inflación sí lo consideran (Perrotini, 2009), pero es importante tomar en cuenta que los teóricos del NCM que sí reconocen los efectos del tipo de cambio sobre la tasa de inflación,

como Ball (2000), afirman que en la práctica las autoridades monetarias no usan la regla de Taylor en sí. Más bien utilizan un índice de condiciones monetarias que toman en cuenta de manera explícita estos efectos. Sin embargo, en el largo plazo según los teóricos del NCM el papel que ejerce el tipo de cambio se desvanece a medida que la tasa de inflación se estabiliza.

Estas fragilidades teóricas que presenta el NCM para acercar más su marco teórico a las características económicas y sociales que tienen los países en desarrollo, ha dado lugar a que muchos estudiosos cuestionen algunos tópicos centrales del ROI. El primero vinculado con la adopción de un tipo de cambio flexible, como condición necesaria para lograr el objetivo de inflación. Condición que en el caso de economías en desarrollo no se cumple por las razones anteriormente mencionadas. El segundo aspecto a cuestionar, tiene que ver con el hecho de que el supuesto de arbitraje internacional de tasas de interés, como lo postula la teoría de la PDTI, no se cumple.

Por otro lado, en el acápite dos se muestra que el NCM llega a aceptar el efecto que tiene el tipo de cambio sobre la inflación, debido a que se reconoce que el efecto del tipo de cambio a la inflación sucede de manera más acelerada que por la tasa de interés. Sin embargo, el supuesto que sostiene que la paridad descubierta de

tasas de interés se cumple, conduce a dos conclusiones: 1) que los bancos centrales pueden manipular el tipo de cambio por medio de cambios de la tasa de interés, y finalmente que 2) que la dirección de causalidad y efecto va de la tasa de interés al tipo de cambio (López, Mántey y Panico, 2015).

En esa línea, si bien se supone que debería de existir flexibilidad en el tipo de cambio, tanto el BANXICO como el BCB lo usan como un instrumento intermedio provocando un tipo de cambio asimétrico, en otras palabras, las posibles depreciaciones del tipo de cambio son esterilizadas para evitar contagios en los precios internos, lo cual es una contradicción teórica, ya que los Bancos Centrales requieren un tipo de cambio depreciado para estimular las exportaciones en lugar de un tipo de cambio apreciado para evitar traspasos a los precios, ya que el instrumento teórico es la tasa de interés y no el tipo de cambio.

Con respecto a la sobreacumulación de reservas internacionales que han llevado a cabo ambos bancos centrales, sin duda alguna la misma desempeñó un papel importante en la adopción del esquema de objetivos de inflación, ya que la misma provocó un efecto directo y positivo en la formación de expectativas de un “blindaje” sólido para mantener una moneda doméstica fuerte. Sin embargo, una vez aplicada el ROI en ambos países,

tanto el Banxico como el BCB fijaron un objetivo de inflación entorno a un intervalo respectivo, y al mismo tiempo que anunciaban desde el comienzo que el principal instrumento de política monetaria sería la tasa de interés de corto plazo.

Bibliografía

- Aizenman, J., y Lee, J. (2005). "International Reserves Precautionary versus Mercantilist Views, Theory and Evidence". NBER, Working Paper No. 11366.
- Aizenman, J. y Glick Reuven (2009). "Sterilization Monetary Policy and Global Financial Integration", *Review of International Economic*, Vol. 17, No. 4, pp. 777-801.
- Aizenman, J., M. Hutchison y I. Noy (2008). "Inflation Targeting and Real Exchange Rates in Emerging Markets", NBER Working Paper, pp.14561.
- Akaike, H. (1974). "A New Look at the Statistical Model Identification". *IEEE Transactions on Automatic Control*, nro. 19, pp. 716-723.
- Amato J. D. (2005). "The Role of the Natural Rate of Interest in Monetary Policy". BIS Working Papers No. 171.
- Amisano, Giannini (1997). "Topics in Structural Var Econometrics"; Second Edition; Springer Verlag, New York.
- Arestis, P. (2009). "New Consensus Macroeconomics: A Critical Appraisal". The Levy Economics Institute of Bard College, University of Cambridge. Disponible en www.levy.org
- Arias, I. y Guerrero, V. (1988). "Un Estudio Econométrico de la Inflación en México de 1970 a 1987", Banco de México, Dirección General de Investigación Económica, Documento de Investigación No. 65, México, D. F., pp. 1-76.
- Armas, A. y Grippa, F. (2005). "Targeting Inflation in a Dollarized Economy: The Peruvian Experience", IDB Working Paper, Banco Central de la Reserva del Perú.
- Awartani, y Corradi, V. (2005). "Predicting the Volatility of the S y P500 stock index via GARCH models: The Role of Asymmetries". *International Journal of Forecasting*, nro. 21, pp.167-183.
- Melo Modenesi, A. y de Araújo, E. C. (2013). "Estabilidad de precios bajo metas de inflación en Brasil: análisis empírico del mecanismo de transmisión de la política monetaria con base en un modelo var, 2000-2008", *Revista Investigación Económica*, UNAM, vol.72.
- Bank for International Settlements (2005). "Foreign exchange market intervention in emerging

- markets: motives, techniques and implications”, BIS Papers No. 24.
- Ball, Laurence (1999), “Efficient Rules for Monetary Policy”, NBER Working Papers, núm. 5, Massachusetts, NBER, marzo, pp. 1-24.
- Ball, I. y N. Sheridan (2003). “Does Inflation Targeting Matter?”, Working Paper Num. 9577, NBER Working Paper Series, March.
- Barboza, Ricardo (2015). “Taxa de Juros e Mecanismos de Transmissão da política Monetária no Brasil”. *Brazilian Journal of Political Economy*, v. 35, p. 133-155.
- Baqueiro, A., A. Díaz de León y A. Torres García (2003). “¿Temor a la flotación o a la inflación? La importancia del ‘traspaso’ del tipo de cambio a los precios”, Banco de México Documentos de Investigación núm. 2003-02.
- Barro, R. j. y Grossman, H. I. (1974) “Suppressed Inflation and the Supply Multiplier” en *Review of Economic Studies*, Nro. 41.
- Banxico (2001) “Informe Anual 2000” Disponible en www.banxico.org.mx
- Bernanke, Ben y Mishkin, Frederic (1997). “Metas en materia de Inflación: ¿Nuevo Marco de Política Monetaria?”, *Fondo Monetario Internacional*, Doc. No 855.
- Benavides, G. y Capistrán, C. (2009). “Una nota sobre las volatilidades de la tasa de interés y del tipo de cambio según diferentes instrumentos de política monetaria: México, 1998-2008”, Banco de México, Documento de Investigación pp. 2009-10.
- Bofinger P. y T. Wollmershaeuser (2001). “Managed Floating: Understanding the New International Monetary Order”, Discussion Paper 3064.
- Bollerslev (1986). “Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity”, *Journal of Econometrics*, nro. 31, pp. 307-327.
- Blanchard, O. J. y Fisher, (1989). “Lectures on Macroeconomics”: Cambridge MIT Press.
- Blanchard, Olivier, y Jordi Galí (2005). “Real Wage Rigidities and the New Keynesian Model”, NBER Working Papers, núm. 11, Massachusetts, NBER, Noviembre, pp. 1-36.
- Bresser, L. y Nakano, C. (2002). “Uma Estratégia de Desenvolvimento com Estabilidade”. *Revista de Economia Política*, v. 22, n. 3, pp. 146-180.
- Brooks, C. (2002). *Introductory Econometrics for Finance*, Cambridge University Press.
- Brunner, K.; Fratianni, M.; Jordan, J.; Meltzer, A. y Neumann, M. J. M. (1973). “Fiscal and monetary

- policies in moderate inflation: Case studies of three countries” en *Journal of Money, Credit and Banking* (Ohio) pp. 5.
- Blinder, A. y R. Reis (2005). “Understanding the Greenspan Standard.” *The Greenspan Era: Lessons for the Future*, Federal Reserve Bank of Kansas City, Jackson Hole, Wyoming.
- Caballero Claire, Benigno. (2003). *Manual de Econometría*. Latinas Editores: Universidad Técnica de Oruro.
- Capistrán, C. y M. Torres Francia (2012). “Exchange rate Pass-Through to Prices: Evidence from Mexico” Working paper 2011-2012, Banco de México.
- Carstens, A. G. y Alejandro M. Werner (1999). “Mexico’s Monetary Policy Framework under a Floating Exchange Rate Regimen”, Documento de Investigación No. 9905, Banco de México, pp. 1-52.
- Calvo, G., A. Izquierdo y I. Mejia (2004). “On the Empirics of Sudden Stop: The Relevance of Balance-Sheet Effects,” NBER, Septiembre, pp. 1-36.
- Calvo, G. y C. Reinhart (2000). “When Capital Flows Come to a Sudden Stop: Consequences and Policy,” en Peter B. Kenen y A. Swoboda, eds., *Reforming the International Monetary and Financial System*.
- Calvo, G. y C. Reinhart (2002). “Fear of floating” *Quarterly Journal of Economics* 117(2): pp. 379-408.
- Calvo, G. y F. Mishkin (2003). “The Mirage of Exchange Rate Regimes for Emerging Market Countries”, *National Bureau of Economic Research* (NBER) working paper núm. 98.
- Corbo, V.; O. Landerretche y K. Schmidt-Hebbel (2002). “Does Inflation Targeting Make a Difference?”, en N. Loayza y R. Soto (orgs.), *Inflation Targeting: Design, Performance, Challenges*, Santiago, Banco Central de Chile.
- Clinton, K. y J. F. Perrault (2001). “Metas de Inflación y Tipos de Cambio Flexibles en Economías Emergentes”, Banco Central de Reserva del Perú, *Revista Estudios Económicos*, 7, pp. 113 – 134.
- Domac, I. y A. Mendoza (2004). “Is There Room for Forex Interventions under Inflation Targeting Framework? evidence from México and Turkey”. *Policy research* working paper 3288, the World Bank.
- Dornbusch, R. (1991). “La Macroeconomía de una Economía Abierta”, Ed. Antoni Bosch, Barcelona.
- Dominguez K. M. y J. Frankel (1993), “Does foreign exchange intervention matter? the portfolio

- effect", *American Economic Review*, nro. 83.
- Eichengreen, B. (2002). "Can Emerging Markets Float? should they inflation target?", Banco Central do Brasil, working papers series, pp.1-46.
- Gómez-Puig, Marta y Montalvo, José G., (1997). "A New Indicator to Assess the Credibility of the EMS," *European Economic Review*, Elsevier, vol. 41(8), pages 1511-1535.
- Gómez, J. E.; Uribe, J. D. y Vargas, H. (2002). "The Implementation of Inflation Targeting in Colombia", *Borradores de Economía*, núm. 202, Banco de la República, 2002.
- Guimaraes, R. y C. Karacadag (2004). "The Empirics of Foreign Exchange Intervention in Emerging Market Countries: The cases of México and Turkey". IMF, pp. 123.
- Hamilton, J. (1994): *Times Series Analysis*, Princeton University Press.
- Hsieh, D. A. (1989): "Modeling Heterocedasticity in Daily Foreign-Exchange Rates: 1974-1983". *Journal of Business and Economic Statistics*, vol. 7, pp. 307-17.
- Noyola J. (1956) "El Desarrollo Económico y la Inflación en México y otros países latinoamericanos", *Revista Investigación Económica*, Vol. XVI, No. 4, 4º trimestre, pp. 603-616.
- Olowe, R.A. (2009), "Modelling naira/dollar Exchange Rate Volatility: Application of Garch and Assymetric Models", *International Review of Business Research Papers*, vol. 5, nro. 3, pp. 377-398.
- Oreiro y N. Marconi (2014), "A Theoretical Framework for a Structuralist Development Macroeconomics", *Anais do XLI Encontro Nacional de Economia* 027, Associação Nacional dos Centros de Posgrado en Economia ANPEC, Brasil.
- Ostry, J., A. Ghosh, K. Habermeier, M. Chamon, M. Qureshi y D. Reinhardt (2010). "Capital Inflows: The Role of Controls." IMF Staff Position Note, SPN/10/04.
- Padoa-Schioppa, T. (1994). "Adapting Central Banking to Changing Environment", Fondo Monetario Internacional, Washington.
- Perrotini, Ignacio (2007), "El nuevo paradigma monetario". *Revista Economía*, UNAM. número 11. México, mayo-agosto. pp. 64-82.
- Perrotini, Ignacio (2008), "La Crisis de Financiarización y su Impacto en México", *Versus: Revista de Ciências Sociais Aplicadas do Universidade Federal de Rio de Janeiro*, Brasil, año 1, núm. 0, diciembre, páginas 61-74.
- Ramos Francia, M. y A. Torres García (2005). "Reducing Inflation through Inflation Targeting: The

- Mexican Experience”, Documento de Trabajo nro. 2005-01, Banco de México, México, julio, 2005.
- Rossini, R. y Vega, M. (2007). "El mecanismo de transmisión de la política monetaria en un entorno de dolarización financiera: El caso del Perú entre 1996 y 2006," Revista Estudios Económicos, Banco Central de Reserva del Perú, Volumen 14, pag.11-32.
- Rossi, S. (2004) "Inflation targeting and sacrifice ratios: the case of the European Central Bank" en *International Journal of Political Economy*, n° 34.
- Rochon, I. P. (1999) "*Credit, Money and Production: An Alternative post Keynesian Approach*" (Cheltenham: Edward Elgar).
- Sargent, T. J. y N. Wallace (1975) "Rational Expectations, The Optimal Monetary Instrument, and the Optimal Money Supply Rule", *Journal of Political Economy*, nro. 83, pp. 241-25.
- Svensson, I.E. (1998), "Inflation Forecast Targeting: Implementing and Monitoring Inflation Targets", *European Economic Review*, nro. 46, pp. 771-80.
- Sánchez, A. y Reyes, O. (2006). "Regularidades probabilísticas de las series financieras y la familia de modelos GARCH", *Revista Ciencia Ergo Sum*, vol. 13, nro. 2, pp. 149-156.